

Biocapacité et empreinte écologique des modes de vie : des indicateurs pour la politique de développement durable ?

Juin 2010

Natacha Zuinen, nz@plan.be et Nadine Gouzée, ng@plan.be

Abstract – Ce Working Paper concerne l’empreinte écologique (EE) et la biocapacité (BC), deux indicateurs synthétiques qui portent sur la pression exercée par l’activité humaine sur les ressources naturelles ainsi que sur l’état du capital environnemental. C’est dans le cadre d’un partenariat établi avec le Global Footprint Network (GFN) par Els Van Weert, Secrétaire d’Etat au développement durable (2004-2007) que le Bureau fédéral du Plan a réalisé cette étude. Ce partenariat participe à une phase de test de la méthode de calcul de l’EE et de la BC et du potentiel de ces deux indicateurs pour soutenir une stratégie de développement durable.

Keywords – indicateurs, environnement, développement durable.

Acknowledgements – Ce working paper a été rédigé avec la collaboration de Mathis Wackernagel et Lies Janssen, que nous remercions pour leurs contributions constructives.

Table des matières

Avant-propos	1
1. Empreinte des activités humaines sur l'environnement	3
1.1. Origine et définition des concepts d'empreinte écologique (EE) et de biocapacité (BC)	3
1.1.1. Biocapacité	3
1.1.2. Empreinte écologique	6
1.1.3. Comparaison entre l'EE et la BC	8
1.1.4. Questions de recherche sur le cadre conceptuel et normatif	10
1.2. Lien entre les comptes nationaux et les comptes de l'EE et de la BC	11
1.2.1. Définition des comptes nationaux et de leurs comptes satellites	11
1.2.2. De l'empreinte écologique vers les comptes nationaux et leurs comptes satellites	13
1.2.3. Des comptes nationaux et comptes satellites vers un indicateur d'empreinte au sol	16
1.2.4. Questions de recherche sur le cadre comptable	18
2. Méthode comptable pour le calcul de l'empreinte écologique et de la biocapacité	19
2.1. Comptes de la biocapacité	20
2.1.1. Sélection des surfaces	20
2.1.2. Normalisation des surfaces par un facteur de rendement	21
2.1.3. Normalisation des surfaces par un facteur d'équivalence	22
2.2. Comptes de l'empreinte écologique	24
2.2.1. Sélection des produits primaires consommés	26
2.2.2. Conversion en surface et normalisation des surfaces par un facteur de rendement	28
2.2.3. Normalisation des surfaces par un facteur d'équivalence	30
2.3. Comparaison entre l'empreinte écologique et la biocapacité	31
2.3.1. Comparaison de l'EE et de la BC au niveau d'un pays	31
2.3.2. Comparaison entre l'EE et la BC au niveau mondial	33
2.4. Application à la Belgique	33
2.4.1. Résultats du calcul de l'EE et de la BC pour la Belgique	34
2.4.2. Qualité des données	36
3. Soutien possible à une stratégie de développement durable	39
3.1. Cadre conceptuel et normatif: réponses aux questions de recherche	39
3.1.1. Qualité de l'EE et de la BC comme instrument de mesure du développement	40
3.1.2. Soutien à la définition et au suivi des objectifs et politiques de développement durable	41
3.2. Cadre comptable: réponses aux questions de recherche	44
3.2.1. Liens avec les comptes nationaux	44
3.2.2. Qualité et statut des comptes de l'EE et de la BC	46
4. Bibliographie	50
5. Annexes	55
Annexe 1. Comptabilisation de la consommation d'énergie, de viande et de poisson dans l'empreinte écologique	55
Annexe 2. Sources des données utilisées par le Global Footprint Network	61
Annexe 3. Tableaux détaillés des sources utilisées par le GFN et par la DGSIE pour le calcul de la biocapacité et de l'empreinte écologique	64
Annexe 4. Représentation schématique du calcul de l'empreinte écologique et de la biocapacité	69

Liste des tableaux

Tableau 1.	Biocapacité et empreinte écologique par habitant en 2005 au niveau mondial	9
Tableau 2.	Exemple de comptes de flux décrivant les processus dans l'occupation des sols	17
Tableau 3.	Exemple de comptes de flux décrivant l'utilisation des terres par les secteurs économiques	18
Tableau 4.	Données de rendement par type de surface	22
Tableau 5.	Correspondance entre les catégories de produits primaires et les types de surface de terres et d'eaux	29
Tableau 6.	Comparaison entre les résultats de l'EE et de la BC par habitant en 2003 calculés par le Global Footprint Network (comptes 2008) et par la Direction générale statistique et information économique du Service public fédéral Economie	35
Tableau 7.	Sources des données de surfaces utilisées par le Global Footprint Network pour le calcul de la biocapacité	61
Tableau 8.	Source des données utilisées par le Global Footprint Network pour le calcul de l'EE	62
Tableau 9.	Tableau détaillé des sources utilisées par le GFN et par la DGSIE pour le calcul de la biocapacité	64
Tableau 10.	Tableau détaillé des sources utilisées par le GFN et par la DGSIE pour le calcul de l'empreinte écologique	65

Liste des graphiques

Graphique 1.	Construction de la biocapacité	5
Graphique 2.	Construction de l'empreinte écologique	7
Graphique 3.	Relations entre les comptes nationaux et les comptes de l'empreinte écologique et de la biocapacité	14
Graphique 4.	Représentation schématique du calcul de la biocapacité par surface	20
Graphique 5.	Représentation schématique du calcul détaillé de l'empreinte écologique d'un produit primaire	24
Graphique 6.	Représentation schématique du calcul simplifié de l'empreinte écologique par produit primaire	25

Liste des encadrés

Encadré 1.	Eléments composant le capital environnemental	5
Encadré 2.	Comptes satellites environnementaux	13
Encadré 3.	Nombre de produits primaires	26
Encadré 4.	Extraits des résultats d'une étude menée pour la Commission européenne sur l'empreinte écologique	39
Encadré 5.	Cas de figure où une mesure visant à accroître la BC peut se révéler globalement plus dommageable pour l'état de l'environnement	44

Avant-propos

Ce *Working paper* (WP) consacré aux avantages et limites des indicateurs environnementaux de biocapacité (BC) et d'empreinte écologique (EE), contribue au large débat relancé au niveau international, en septembre 2009, par la Commission pour la mesure des performances économiques et du progrès social (CMPEPS). Plus connu sous le nom de *Rapport Stiglitz, Sen, Fitoussi*¹, le rapport de cette commission sur les limites du PIB comme indicateur des performances économiques et du progrès social a en effet exploré, comme le fait à plus petite échelle cette étude, la mesure et la présentation des informations sur le développement de la société.

Pour être pertinentes, il est reconnu aujourd'hui que ces informations sur le développement doivent être multidimensionnelles et renseigner sur ses aspects tant économiques que sociaux et environnementaux. C'est pour montrer cette complémentarité que la présente étude sur des indicateurs environnementaux (la BC et l'EE) est publiée conjointement avec un autre WP² qui explore des indicateurs sociaux. Ces WP concernent tous les deux la pression exercée par les modes de vie sur l'environnement. Le WP sur les indicateurs sociaux est ciblé sur les caractéristiques socioéconomiques de ces modes de vie, tandis que ce WP-ci sur les indicateurs environnementaux est ciblé sur le niveau de ces pressions exercées sur l'environnement.

Ces deux WP ont aussi en commun de s'intéresser à des indicateurs environnementaux et sociaux synthétiques. Ces indicateurs sont tous deux de type agrégé mais reposent néanmoins sur deux systèmes de comptes bien distincts: les comptes d'empreinte écologique et de biocapacité présentés dans ce WP-ci et les comptes satellites environnementaux plus anciens³ et rattachés à la comptabilité nationale présentés dans l'autre WP. Pour l'aide à la décision politique en matière de développement durable, il est important que les apports et les limites de ces deux types de comptes soient progressivement mieux distingués et compris. "*Parce que ce que l'on mesure définit ce que l'on recherche collectivement (et vice versa), ce rapport et sa mise en œuvre sont susceptibles d'avoir une incidence significative sur la manière dont nos sociétés se perçoivent et, par voie de conséquence, sur la conception, la mise en œuvre et l'évaluation des politiques*"⁴.

Ces deux WP accompagnent le Rapport fédéral intitulé *Indicateurs, objectifs et visions de développement durable* publié par le Bureau fédéral du Plan en 2009. Ce cinquième Rapport sur le développement durable porte sur l'examen et l'évaluation de nouveaux instruments de mesure sur les différents aspects du développement. Il présente de nombreux indicateurs, y compris le PIB,

¹ La CMPEPS est une commission d'experts internationaux mise en place par MM. Joseph Stiglitz, Amartya Sen et Jean-Paul Fitoussi, à la demande du Président de la République française, en février 2008 pour améliorer l'état actuel des informations statistiques sur l'économie et la société.

² Frère J.-M., Quertinmont J.-C. (2010). *De milieudruk van de huishoudelijke consumptie in België in 2002: een sociologische analyse*. WP 12-10. Bureau fédéral du Plan. Bruxelles.

³ Voir Van Den Berghe S. et de Villers J. (2002). *Comptes nationaux environnementaux - Outil d'une politique de développement durable*. Planning Paper 90. Bureau fédéral du Plan. Bruxelles ; Vandille G, Van Zeebroeck B (2003). *Les comptes environnementaux en Belgique*. Planning paper 93. Bureau fédéral du Plan. Bruxelles.

⁴ Stiglitz J. E., Sen A., Fitoussi J.-P. (2010). §10.

dans le cadre d'un tableau stratégique qui permet de les situer les uns par rapport aux autres. Il étudie aussi plus particulièrement 5 types d'indicateurs synthétiques moins connus, dont les deux catégories évoquées ci-dessus.

Les deux WP publiés aujourd'hui prolongent ainsi cet examen à l'aide d'une série de questions de recherche concernant ces deux systèmes de comptes. A l'instar du rapport de la CMPEPS, ces deux WP ainsi que le cinquième Rapport fédéral sur le développement durable traitent des systèmes de mesure des progrès du développement et ne débattent pas des politiques à mettre en œuvre pour en assurer la qualité. Toutefois, à la différence du rapport de la CMPEPS, nos travaux accordent une importance plus centrale à la composante environnementale du développement et s'intéressent aussi à la mesure de la façon dont nos sociétés progressent en direction de divers objectifs politiques de types sociaux, environnementaux et économiques.

Ce WP-ci concerne l'empreinte écologique (EE) et la biocapacité (BC), deux indicateurs synthétiques qui portent sur la pression exercée par l'activité humaine sur les ressources naturelles ainsi que sur l'état du capital environnemental. Le système de comptes à leur base est novateur parce qu'il exprime plusieurs pressions exercées par l'homme et certains éléments de l'état de son environnement en unités physiques communes (hectares globaux) et non en unités monétaires.

Le système de comptes qui mesure l'évolution de plusieurs problématiques environnementales à l'aide d'une telle unité de mesure est nettement plus récent que celui des "comptes nationaux" à la base du PIB. Celui-ci fut construit et régulé progressivement sans cesser d'évoluer dans la communauté internationale depuis plus de 50 ans. Resté jusqu'ici en marge des comptes nationaux, le système construit autour des notions nouvelles d'empreinte écologique et de biocapacité est, par contre, encore dans une phase de test évaluant ses forces et ses faiblesses.

C'est dans le cadre d'un partenariat établi avec le Global Footprint Network (GFN) par Els Van Weert, Secrétaire d'Etat au développement durable (2004-2007) que le Bureau fédéral du Plan a réalisé cette étude. Ce partenariat participe à cette phase de test de la méthode de calcul de l'EE et de la BC et du potentiel de ces deux indicateurs pour soutenir une stratégie de développement durable.

Le premier chapitre concerne le cadre théorique et conceptuel dans lequel ces deux indicateurs sont définis et leurs liens avec les comptes nationaux. Il se termine par une série de questions de recherche. Le deuxième chapitre décrit la méthode comptable, ainsi que les données utilisées par le Global Footprint Network. Il présente aussi les résultats du calcul de l'EE et de la BC effectué dans le cadre d'un stage au sein du SPF économie. C'est sur cette base que le WP apporte dans le dernier chapitre des éléments de réponse aux questions de recherche mentionnées au premier chapitre. Il met ainsi en évidence les forces et les faiblesses du couple EE - BC pour aider les autorités à prendre des décisions stratégiques de développement durable et à assurer leur suivi.

1. Empreinte des activités humaines sur l'environnement

Ce premier chapitre présente dans une première section l'origine et la définition des concepts d'empreinte écologique (EE) et de biocapacité (BC). Dans une seconde section, il introduit les comptes nationaux et établit le lien entre ces comptes et les comptes qui permettent de construire les indicateurs d'EE et de BC.

1.1. Origine et définition des concepts d'empreinte écologique (EE) et de biocapacité (BC)

Le concept d'EE a été lancé au début des années '90 par Mathis Wackernagel et William Rees, tous deux chercheurs universitaires à l'École de Planification communautaire et régionale de l'Université de Colombie-Britannique de Vancouver au Canada⁵. Ces deux chercheurs souhaitent répondre à la question "*How much of the biological capacity of the planet is required by a given human activity or population?*". Pour y répondre, ils ont défini un système de comptes exprimés en unités physiques et deux indicateurs, l'EE et la BC.

En 1996, ces 2 indicateurs et leur méthode de calcul ont été présentés par leurs auteurs dans le livre *Our ecological footprint: reducing human impact on earth*⁶. Depuis 2003, l'EE et la BC sont calculées et développées par le Global Footprint Network, une organisation non gouvernementale créée par M. Wackernagel et S. Burns, et définie par ces derniers comme un *think tank* international. Le GFN est le dépositaire de la méthodologie permettant de calculer l'EE et la BC de chaque pays. Les résultats des calculs effectués par le Global Footprint Network sont promus par le World Wide Fund For Nature (WWF) et largement diffusés par l'intermédiaire de son rapport annuel *Planète Vivante*.

Ce chapitre définit les concepts de BC (1.1) et d'EE (1.2). Il montre ensuite comment ils peuvent être appliqués au cas particulier de la Belgique.

1.1.1. Biocapacité

La BC ou capacité biologique est définie par le Global Footprint Network comme "*la capacité des écosystèmes de fournir des matières biologiques utiles et d'assimiler des déchets générés par les hommes en utilisant les modes de gestion et les technologies d'extraction existantes*"⁷. Cette capacité peut être mesurée par les surfaces de terres et d'eau qui ont la capacité de fournir des matières biologiques, aussi appelées ressources ou ressources renouvelables par le Global Footprint Network (voir 1.3). Ces surfaces sont dites "biologiquement productives". La capacité à

⁵ Mathis Wackernagel, ingénieur mécanicien a obtenu un doctorat en planification régionale et communautaire à l'Université de Colombie-Britannique de Vancouver. William Rees y était professeur.

⁶ Wackernagel et Rees (1996).

⁷ *The capacity of ecosystems to produce useful biological materials and to absorb waste materials generated by humans, using current management schemes and extraction technologies*. GFN (2009a).

assimiler des déchets, bien que mentionnée dans la définition, n'entre pas dans le calcul de la BC (voir 2.1).

La notion de **surface biologiquement productive** est centrale dans la définition de la BC comme dans celle de l'EE (voir 1.3). Une surface biologiquement productive est une surface qui capte le soleil et l'utilise pour produire de la matière organique (ou ressource renouvelable) par le biais de la photosynthèse⁸. Ces surfaces sont caractérisées par un rendement qui mesure la quantité de produit primaire produite par unité de surface. Cette notion de rendement sera largement utilisée dans la suite de ce document.

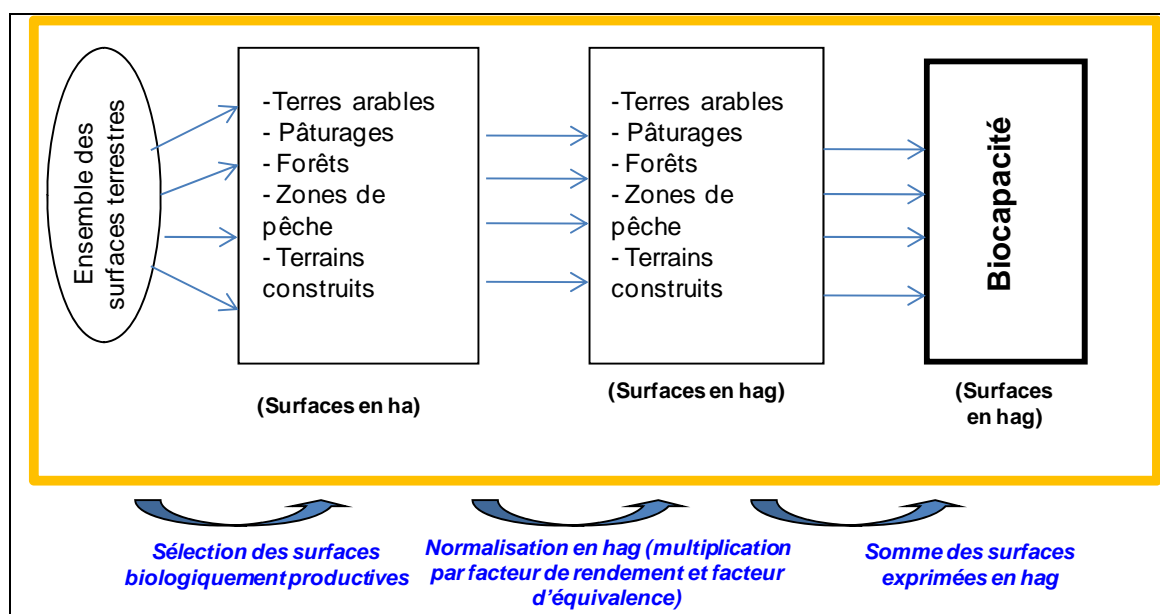
La **BC est un indicateur synthétique agrégé** car elle est calculée, à partir d'un système de comptes, comme une somme de surfaces biologiquement productives exprimées chacune en hectares et convertibles en une unité commune. Plusieurs types de surfaces biologiquement productives sont pris en compte dans le calcul de la BC (voir tableau 6): les terres arables, les pâturages, les forêts, les zones de pêche, les terrains construits. Seules les zones marginales à végétation raréfiée et des zones non productives ne sont pas prises en compte. Ces surfaces biologiquement productives sont extrêmement variables dans leur nature et ont des rendements très hétérogènes⁹. Par conséquent, pour pouvoir les additionner et les comparer, elles sont exprimées en termes de surfaces de terres et d'eaux normalisées ayant un rendement moyen mondial, dont l'unité de mesure conventionnelle est appelée hectare global (hag).

Les travaux du Global Footprint Network utilisent plusieurs termes pour parler des surfaces de terres et d'eaux: sols, terres, surfaces... Dans la suite de ce document, seul le terme "surfaces de terres et d'eaux" sera utilisé.

Le processus de construction de la BC d'un pays peut être représenté à l'aide du schéma repris dans le Graphique 1 ci-dessous. Ce processus part des différents types de surfaces biologiquement productives présentes au sein d'un pays. Il normalise ces surfaces exprimées en hectares en surfaces de terres et eaux exprimées en hectares globaux pour pouvoir ensuite les additionner et obtenir la BC du pays. Cette normalisation est faite à l'aide de deux facteurs décrits au point 2.1: un facteur de rendement et un facteur d'équivalence.

⁹ Gondran et Boutaud (2009), p. 50.

Graphique 1. Construction de la biocapacité



Source: analyse de la TFDD du BFP

L'indicateur de BC correspond à **un indicateur d'état du capital environnemental** car il fournit des indications sur une propriété (le rendement) d'une partie du stock de ce capital. La BC informe en effet sur le rendement des eaux et des sols, deux éléments du capital environnemental (voir Encadré 1 ci-dessous)¹⁰.

Encadré 1. Éléments composant le capital environnemental

Le capital environnemental est composé de la diversité biologique et des ressources naturelles.

La diversité biologique comprend l'ensemble des espèces vivantes:

- les micro-organismes;
- les champignons;
- les plantes;
- les animaux.

Les ressources naturelles incluent:

- l'eau (eau douce, océans et glaces);
- l'atmosphère (couche gazeuse entourant la planète);
- le sol (couche supérieure de la croûte terrestre où la vie existe et espace à la surface de la planète);
- le sous-sol (couche inférieure de la croûte terrestre et les ressources qui peuvent en être extraites);
- les rayonnements (rayonnement électromagnétique et rayonnements particuliers présents dans l'environnement).

Source: sur la base de TFSD (2008). Organisation de l'exercice participatif de prospective à l'horizon 2050 préparatoire au 4^e Rapport fédéral sur le développement durable. WP 15-08. Fiche 5.1.13

¹⁰ Par analogie avec le capital économique, la biocapacité peut être comparée à la capacité de production d'une usine.

1.1.2. Empreinte écologique

Le Global Footprint Network définit l'EE comme "la surface biologiquement productive de terre et d'eau dont un individu, une population humaine ou une activité a besoin pour produire les ressources qu'elle consomme et absorber les déchets qu'elle génère en utilisant les technologies et les pratiques de gestion des ressources existantes"¹¹. L'EE est calculée en convertissant les consommations de certaines ressources et les productions de certains déchets en surfaces biologiquement productives.

La notion centrale de cette définition est celle de surface biologiquement productive, tout comme dans la BC (voir 1.1.1). Tant la BC que l'EE se réfèrent en effet au sol: le sol disponible et l'usage qui en est fait. Ces surfaces de sol sont définies selon leur capacité de "produire les ressources... et absorber les déchets...". Cette expression nécessite quelques précisions.

- Le terme "ressource" n'est pas défini dans le glossaire du Global Footprint Network, mais dans les calculs de cette organisation, les ressources englobent à la fois des ressources renouvelables (produits agricoles y compris les produits de la pêche, fibres, bois, énergie hydraulique), une énergie non-renouvelable (l'énergie fossile) et les infrastructures. Dans la définition de la BC, c'est le concept de "matière biologique" qui est utilisé pour parler de ces ressources. Etant donné ce flou sur la terminologie, c'est le terme "produit primaire" qui sera utilisé dans la suite de ce document pour englober les "ressources" prises en compte dans le calcul de l'EE et pour éviter toute confusion avec les concepts de ressources renouvelables et non-renouvelables¹².
- Quant aux déchets que les surfaces doivent absorber, il s'agit uniquement des émissions de CO₂ provenant de la consommation d'énergie fossile. La consommation d'énergie fossile est en effet intégrée dans le calcul de l'EE comme un déchet à absorber (voir aussi 2.2) et pas comme une ressource consommée. Signalons cependant que ce n'est pas le cas des consommations d'autres sources d'énergie prises en compte dans le calcul de l'EE qui sont converties en surface nécessaire à leur production (ex : la biomasse).
- Bien que la définition laisse sous-entendre que l'EE prend en compte toutes les ressources (renouvelables et non-renouvelables) et tous les déchets, l'EE n'intègre que certaines ressources et certains déchets (voir 2.2).

L'EE est un indicateur synthétique agrégé. Elle est calculée à partir d'un système de comptes qui additionne les consommations de plusieurs produits primaires après les avoir exprimées dans une même unité conventionnelle, appelée hectare global. Autrement dit, elle fait la somme de surfaces distinctes (mutuellement exclusives), fournissant des ressources et assimilant des déchets, qui sont requises pour satisfaire la demande d'une population¹³.

¹¹ "A measure of how much biologically productive land and water an individual, population or activity requires to produce all the resources it consumes and to absorb the waste it generates using prevailing technology and resource management practices" GFN (2009a).

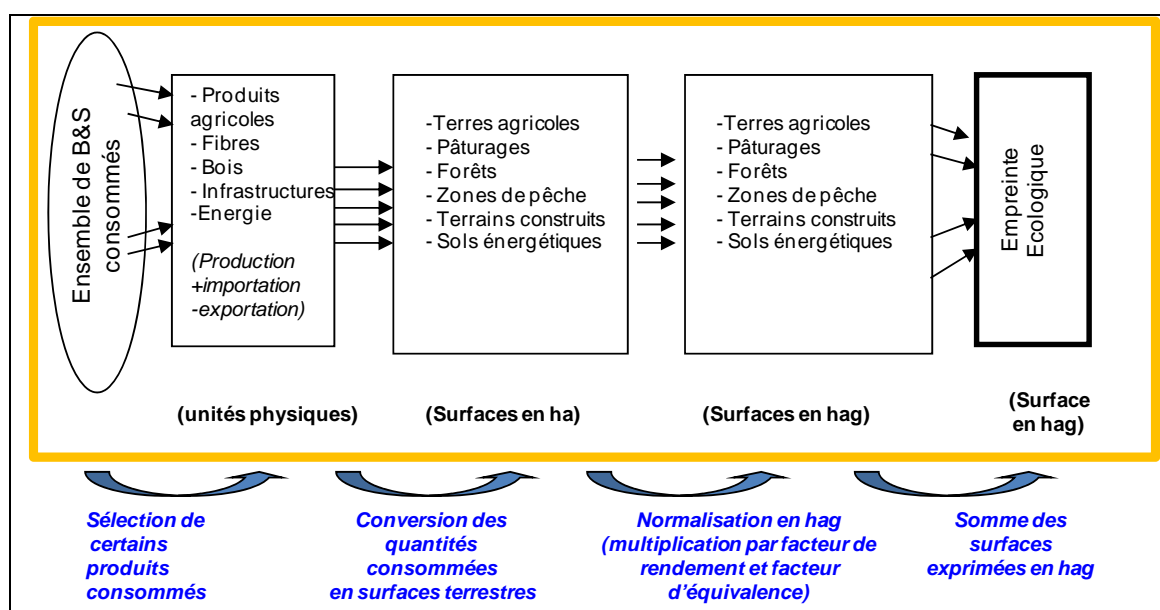
¹² Bien que les infrastructures ne constituent pas un produit primaire, elles sont reprises sous le concept de produit primaire dans la suite de ce document par facilité.

¹³ "all mutually exclusive resource-providing and waste -assimilating areas required to support the demand" Wackernagel et al. (2005). p. 7.

Le processus de construction de l'EE peut être représenté de façon simplifiée à l'aide du Graphique 2 ci-dessous. Parmi l'ensemble des biens et services consommés au sein d'un pays, le calcul de l'EE prend en compte 5 catégories de produits primaires: les produits agricoles, les fibres, le bois, les infrastructures¹⁴ et l'énergie. La quantité consommée de chacun de ces produits primaires est calculée comme une consommation apparente, à savoir sa production plus ses importations moins ses exportations (voir 2.2). Les quantités consommées (production, importations et exportations) de ces 5 catégories de produits primaires (pour produire l'ensemble des biens et services) sont ensuite converties en différents types de surfaces de terres et d'eaux exprimées en hectares. Ces hectares de surface sont alors transformés dans une unité commune, l'hectare global, pour pouvoir être additionnés. L'addition de ces différentes surfaces fournit l'empreinte écologique. La section 2.2 détaille ce processus de construction.

Le calcul de l'EE fait donc apparaître un type de sol supplémentaire par rapport au calcul de la BC. Il s'agit des "sols énergétiques". Ces sols énergétiques sont des hectares fictifs permettant d'absorber le CO₂ provenant de la combustion d'énergie fossile.

Graphique 2. Construction de l'empreinte écologique



Source: analyse de la TFDD du BFP

Dans le cadre DPSIR, l'EE peut être définie comme un **indicateur de pression** car elle mesure l'utilisation effective et potentielle (dans le cas de l'absorption des émissions de CO₂) des surfaces de terres et d'eaux nécessaires pour répondre à certains besoins des êtres humains. Certains l'expriment comme une demande en nature¹⁵.

¹⁴ Le GFN parle de "logement" mais englobe des bâtiments, des routes, des usines, etc. C'est pourquoi le terme d'infrastructures est utilisé dans ce document. Par ailleurs, le cas des infrastructures est particulier car la "consommation" d'infrastructures est mesurée par le nombre d'hectares occupé au sol par ces infrastructures. Il ne s'agit donc pas d'une consommation (voir 2.2).

¹⁵ Voir WWF (2005).

Ces pressions sont exprimées en surfaces de terres et d'eaux sur lesquelles s'exercent ces pressions. Cela correspond bien à la définition du mot empreinte qui signifie "*marque résultant de la pression d'un objet sur un autre*"¹⁶. C'est pourquoi l'EE est souvent décrite comme une mesure de l'impact de certaines consommations sur l'état de l'environnement et peut être présenté comme un indicateur de pression exprimé en termes d'impact.

L'EE prend en compte deux grandes catégories de pressions exercées par les modes de consommation et de production sur le capital environnemental:

- l'utilisation des surfaces de terres et d'eaux pour produire les ressources qui nous permettent de satisfaire une série de besoins: alimentation, habillement, logement, meubles en bois, etc.
- l'utilisation des surfaces de forêts pour capturer le CO₂ émis lors de la consommation d'énergie fossile.

Mais elle ne prend pas en compte toute une série d'autres pressions qui sont exercées par les modes de consommation et de production sur les ressources naturelles et sur la diversité biologique¹⁷.

- Pressions sur les ressources naturelles:
 - destruction de la couche d'ozone par les chlorofluorocarbones (CFC), pollution de l'air par les polychlorobiphényles (PCB), les particules fines...;
 - pollutions et épuisement des sols et sous-sol: pollutions par les dioxines, les pesticides, les nitrates, les métaux lourds¹⁸; épuisement des sols dû à l'extraction des ressources renouvelables; épuisement des sous-sols dû à l'extraction des ressources minérales. Les sols requis pour assimiler la plupart des déchets ménagers et industriels ne sont pas non plus pris en considération¹⁹;
 - pollutions des eaux par les nitrates et autres polluants, épuisement des aquifères²⁰...;
 - déforestation, désertification²¹, érosion, salinisation des sols²²...
- Pressions sur la diversité biologique: ces pressions sont exercées sur des espèces animales et végétales.

1.1.3. Comparaison entre l'EE et la BC

Sur la base des concepts présentés aux points précédents, le dernier rapport *Planète Vivante* du WWF concluait que "*Les pays d'Europe occidentale, à forte empreinte écologique par personne et à population dense, sont tous des débiteurs, ce qui les place dans une situation insoutenable de dépendance et d'exploitation vis-à-vis des ressources du reste du monde*"²³. Sur son site Internet, le WWF Belgique

¹⁶ Académie française (2009).

¹⁷ WWF (2005). p. 18.

¹⁸ Piguet (2007).

¹⁹ Crummey E. *et al.* (2008).

²⁰ WWF (2005). p. 18.

²¹ WWF (2005). p. 18.

²² Piguet. (2007).

²³ WWF (2008a). p. 3.

indique que "Si chaque être humain vivait comme un Belge, il nous faudrait plus de 3 planètes pour vivre"²⁴.

De tels constats sont établis en comparant les résultats des indicateurs d'EE et de BC publiés par le Global Footprint Network. Selon ces résultats, la Belgique serait un débiteur écologique. Qu'est-ce qu'un débiteur écologique? Le Global Footprint Network définit deux catégories de pays en comparant leur EE à leur BC.

- Des pays en situation de **déficit écologique** (*deficit*) quand l'EE de leurs habitants est supérieure à leur BC. Un tel déficit peut être lié soit à une dégradation du capital environnemental sur le territoire national, soit à une importation nette de BC au travers des échanges commerciaux, soit à une dégradation de l'environnement mondial due aux émissions de CO₂ (voir 2.3). Les pays en situation de déficit écologique sont qualifiés de **débiteurs**. Le cumul des déficits annuels donne lieu à une dette écologique, que le Global Footprint Network exprime en années-planètes - une année planète étant la production annuelle de la biosphère²⁵.
- Des pays en situation de **réserve écologique** (*ecological reserve*) quand l'EE de leurs habitants est inférieure à leur BC. Les pays dans cette situation sont qualifiés de **créditeurs**.

Le Global Footprint Network définit aussi deux cas de figure au niveau mondial:

- un **dépassement écologique** (*overshoot*) quand l'EE des habitants de la planète est supérieure à la BC de la planète. Un tel dépassement mène, selon le Global Footprint Network, à un appauvrissement du stock de capital environnemental. L'humanité connaît actuellement une situation de dépassement écologique: "La demande de l'humanité en ressources vivantes de la planète, son empreinte écologique, dépasse maintenant [en 2005] la capacité de régénération de la planète d'environ 30 %"²⁶. Ce dépassement écologique est essentiellement dû aux sols énergétiques qui sont intégrés dans le calcul de l'EE et pas dans le calcul de la BC (voir Tableau 1)²⁷.
- un **coussin de biocapacité** (*biocapacity buffer*) quand l'EE des habitants de la planète est inférieure à la BC de la planète.

Tableau 1. Biocapacité et empreinte écologique par habitant en 2005 au niveau mondial

	Biocapacité par habitant (gha/hab)	Empreinte écologique par habitant (gha/hab)	Différence entre la BC par habitat et l'EE par habitant (gha/hab)
Terres arables	0,64	0,64	0
Pâturages	0,37	0,26	0,11
Forêts	0,81	0,23	0,58
Zones de pêche	0,17	0,09	0,08
Terrains bâtis	0,07	0,07	0
Sols énergétiques	/	1,41	-1,41
Total	2,06	2,70	-0,64

Source : WWF (2008c). p. 33

²⁴ WWF (2008b).

²⁵ Van Niel (2005).

²⁶ WWF (2008c). p. 2.

²⁷ Un dépassement écologique pourrait néanmoins être dû à d'autres facteurs. Voir 2.3.

Depuis quelques années, le Global Footprint Network publie aussi la date à laquelle l'EE des habitants de la planète dépasse la BC de la planète sur la base de ses propres calculs. En 2009, cette date était le 25 septembre: "*Yet as of 25 of September, humanity will have placed more demand on ecological services – from filtering CO₂ to producing food, fiber and timber– than nature can provide in this year, according to Global Footprint Network calculations. From now until the end of the year, we will meet our demand for ecological services by depleting resource stocks and accumulating carbon dioxide in the atmosphere*"²⁸. Ce calcul du dépassement écologique en 2009 est effectué à partir des données de 2005 qui sont extrapolées (*now-casting*) en faisant plusieurs hypothèses. Le résultat de ce calcul doit donc être considéré comme indicatif selon le Global Footprint Network.

1.1.4. Questions de recherche sur le cadre conceptuel et normatif

Deux séries de questions de recherche sont mises en évidence par les sections précédentes.

- Une première série de questions de recherche porte sur l'information fournie par l'EE et la BC et la qualité de ces indicateurs comme instrument de mesure du développement:
 - Que mesurent réellement l'EE et la BC ?
 - Est-il possible de relier l'EE et la BC à d'autres Indicateurs de développement durable (IDD) et de communiquer clairement sur l'interdépendance entre l'EE et les autres IDD sur le développement de la société ?
 - Quelle information complémentaire et pertinente apportent-ils par rapport aux indicateurs de développement durable existant ?
- Une série de questions de recherche concerne la capacité à définir et suivre les politiques de développement durable:
 - Quel est le fondement de la BC comme norme aux activités humaines? Quels sont les critères d'appréciation de l'EE moyenne des habitants d'un pays ? Faut-il la comparer à la BC du pays ou bien à la BC mondiale disponible pour chaque habitant ?
 - Est-il possible de communiquer plus clairement sur les liens entre le couple EE et BC et les objectifs politiques adoptés démocratiquement par la société ?
 - Est-il éthiquement correct de ne communiquer avec le grand public que sur les avancées de certains IDD alors que des engagements stratégiques cruciaux sont pris sur d'autres IDD ?
 - Quelle est la possibilité d'élaborer à partir de l'EE et de la BC des réponses politiques capables d'orienter le développement de la société vers un développement durable ?

Des réponses à ces questions sont apportées dans le chapitre 3 de ce working paper sur la base de l'analyse faite dans le chapitre 2.

²⁸ GFN (2009b).

1.2. Lien entre les comptes nationaux et les comptes de l'EE et de la BC

Le Global Footprint Network utilise l'expression *national accounts* pour décrire les comptes de l'EE et de la BC. L'utilisation de cette expression fait référence aux comptes nationaux élaborés par les Etats après la seconde guerre mondiale pour représenter de façon chiffrée les activités concernant la consommation, la production et les revenus de chaque "nation". Ces comptes répondent à des définitions, des nomenclatures, des règles de comptabilisation officielles débattues et appliquées progressivement par les Etats au niveau international depuis les années '50. L'appellation "comptes nationaux" est aujourd'hui attribuée officiellement à cette comptabilité et ne sera utilisée dans la suite de ce document que pour désigner ce large système de comptes officiels. Les comptes développés par le Global Footprint Network seront appelés ci-dessous "comptes de l'EE et de la BC".

Pour pouvoir situer ces deux cadres comptables l'un par rapport à l'autre, ce chapitre commence par rappeler les principaux éléments de la comptabilité nationale (CN) et des comptes satellites à la CN (1.2.1). Il montre ensuite comment les comptes de l'EE et de la BC peuvent être reliés aux comptes nationaux (1.2.2). Enfin, il examine la possibilité de calculer un indicateur d'empreinte au sol, défini différemment de l'empreinte écologique, à partir des comptes satellites (1.2.3).

1.2.1. Définition des comptes nationaux et de leurs comptes satellites

Le système de "comptabilité nationale" officiel, sur lequel repose entièrement le calcul du produit intérieur brut (PIB), est né de la grande crise de 1929 dans un contexte de croissance de la taille des populations et des économies. L'amorce d'une normalisation internationale date cependant de 1945 et la toute première génération du système normalisé de comptes nationaux se développe entre 1950 et 1953. Ceci montre qu'il a fallu un quart de siècle pour faire naître cette idée d'un cadre central du système de comptes nationaux représentant de façon globale, détaillée et chiffrée l'économie nationale dans un cadre comptable conçu "*comme un système cohérent et se suffisant à lui-même*". C'est pour diverses raisons que cette idée a prévalu au XXe siècle:

- *"le souci de couvrir l'ensemble des phénomènes essentiels de la vie économique;*
- *la volonté de normalisation internationale et d'intégration avec d'autres normes;*
- *la nécessité d'un cadre conceptuel unique en vue de faciliter le dialogue avec les utilisateurs;*
- *le besoin d'un cadre de coordination conceptuelle des statistiques économiques;*
- *l'économie de moyens;*
- *la possibilité d'articuler avec ce cadre des préoccupations non centrales*"²⁹.

La comptabilité nationale fournit une mesure quantitative, exprimée en valeur monétaire, de la totalité de l'activité économique d'une nation au cours d'une période donnée, généralement l'année civile. Les comptes nationaux sont composés d'une série de comptes: comptes

²⁹ A. Vanoli. p. 211.

d'opérations courantes, comptes d'accumulation comprenant les comptes de capital et les comptes financiers, et comptes de patrimoine³⁰. L'élaboration des comptes nationaux est assujettie à des normes comptables internationales énoncées dans le Système de comptabilité nationale adopté en 1993.

Centré sur la nature économique des flux et des stocks mesurés dans ses comptes, le développement de ce système a accompagné les progrès scientifiques de la macroéconomie et rendu possible l'accroissement du rôle économique des pouvoirs publics dans chaque pays et n'a cessé d'évoluer. A partir des années '80, d'autres indicateurs synthétiques nettement plus récents que le PIB ont progressivement émergé de cette évolution. Mesurant d'autres aspects du développement que la croissance économique ou les forces motrices du développement, ils n'ont pas été inventés pour remplacer le PIB mais pour compléter l'information disponible sous forme agrégée "*au-delà du PIB*".

Certains de ces indicateurs émergents sont également dérivés de la comptabilité nationale. C'est le cas des indicateurs agrégés construits sur des comptes satellites et représentant des forces motrices et des pressions sur les capitaux du développement. D'autres indicateurs émergents n'ont aucun lien avec la comptabilité nationale et concernent distinctement des aspects synthétiques des composantes sociales, environnementales et politiques du développement d'un pays³¹. C'est le cas de l'EE et de la BC, indicateurs agrégés mesurant également des pressions sur les capitaux du développement mais évaluant aussi l'état de ces capitaux.

C'est en évoluant ainsi pour adapter ses définitions et règles aux nouvelles conditions de vie que la comptabilité nationale s'est élargie à des systèmes complémentaires ou alternatifs sur des questions sociales et environnementales avec le développement de nouveaux comptes, appelés comptes satellites environnementaux (voir Encadré 2 ci-dessous) et sociaux.

³⁰ UN (2009).

³¹ La présentation de certains de ces indicateurs émergents est faite dans le 5e Rapport fédéral sur le développement durable intitulé *Indicateurs, objectifs et visions de développement durable*.

Encadré 2. Comptes satellites environnementaux

"Les comptes satellites sont des comptes "accolés" au cadre central des comptes nationaux traditionnels. Ces comptes permettent d'élargir la portée du cadre comptable à des informations non monétaires comme par exemple le volume d'émissions, la quantité de déchets, le nombre d'étudiants, le nombre d'heures consacrées aux emplois alternatifs, etc. Ils offrent donc la possibilité d'effectuer des analyses des relations entre des fonctions collectives bien définies telles que la santé, l'environnement, le tourisme, la recherche et le développement, etc. et les activités économiques. (...) Une caractéristique fondamentale des comptes satellites est le fait qu'ils conservent l'ensemble des concepts et nomenclatures de base du cadre central de la comptabilité nationale".

Les comptes satellites peuvent porter sur des questions économiques, sociales ou environnementales. Parmi les comptes satellites environnementaux, il existe deux grands types de comptes permettant de construire des indicateurs de pression sur l'environnement ou d'état de l'environnement:

- les comptes de flux physiques: *"Les comptes de flux de matière comptabilisent d'une part les ressources qui entrent dans les procédés de production et de consommation, et d'autre part les déchets rejetés dans l'environnement. Ces comptes, pris dans leur ensemble, permettent d'avoir une vue d'ensemble sur la quantité de matériaux et d'énergie puisée dans l'environnement ainsi que sur la manière dont ils sont utilisés dans l'économie et ensuite transformés en déchets par les activités économiques des entreprises et des ménages".*
- les comptes d'actifs ou comptes de patrimoines: *"Les comptes d'actifs sont des comptes qui couvrent tous les actifs environnementaux qu'ils soient économiques (p.ex. le gaz) ou non-économiques (p.ex. les forêts non-cultivées), en ce compris les comptes couvrant les écosystèmes et les aspects qualitatifs des actifs. Ces comptes sont des comptes de stock et non de flux et ils sont exprimés en unités physiques".* Des exemples de tels comptes sont les comptes des forêts, les comptes relatifs aux gisements, les comptes de terrains.

Source: extraits de Van Den Berghe et de Villers (2002).

Au niveau des Nations unies, ces comptes satellites sont appelés Système de comptes économiques intégrés de l'environnement (SEEA-*System of Environmental and Economic Accounts*). L'Union européenne a développé ses propres comptes satellites environnementaux: *National Accounts Matrix including Environmental Accounts* (NAMEA). Les comptes satellites peuvent être reliés aux comptes de la production de la comptabilité nationale à l'aide des tableaux d'entrées-sorties (TES) ou tableaux input-output. Ces tableaux qui font partie des comptes nationaux analysent *"chacun des produits de la nomenclature selon l'origine (production nationale ou importations) et sa destination (consommation finale, exportations, investissements)"*³².

En utilisant l'expression *National Accounts*, le Global Footprint Network souhaite donner à l'EE un statut équivalent à celui du PIB calculés à partir des comptes nationaux: *"Global Footprint Network also has at its mission to establish the Ecological Footprint as a prominent, globally accepted metric as ubiquitous as the GDP"*. Mais peut-on comparer les comptes de l'EE et de la BC aux comptes nationaux? Le Global Footprint Network peut-il à ce stade revendiquer cette appellation? Est-il possible de relier les comptes de l'EE et de la BC aux comptes nationaux?

1.2.2. De l'empreinte écologique vers les comptes nationaux et leurs comptes satellites

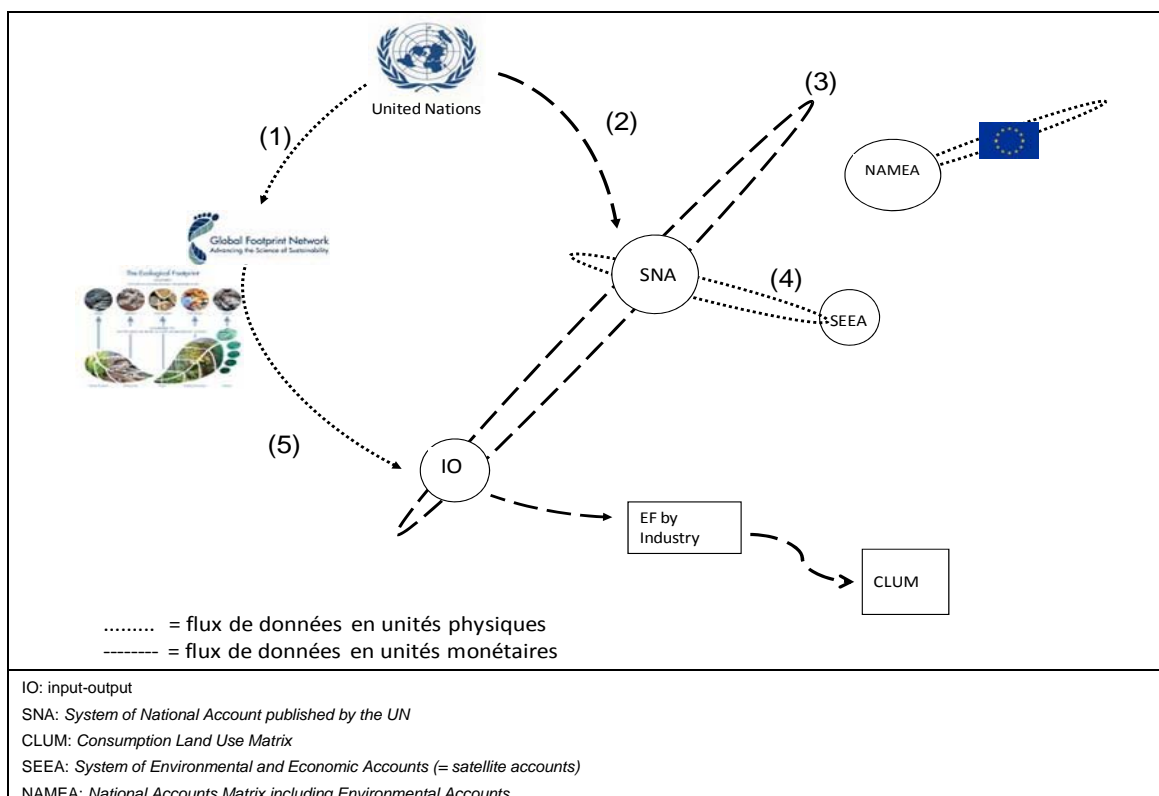
Les comptes de l'EE et de la BC présentés plus en détail dans le chapitre suivant ne constituent pas des comptes satellites aux comptes nationaux. Ils n'ont pas été conçus dans le cadre des discussions en cours sur les comptes nationaux au sein des Nations unies³³ ou d'Eurostat³⁴. Ils ont été élaborés en marge des comptabilités nationales.

³² Insee (2009)

³³ UN (2009).

D'après le Global Footprint Network, les comptes de l'EE et de la BC peuvent néanmoins être reliés aux comptes nationaux comme indiqué sur le Graphique 3. Dans ce schéma du Global Footprint Network, les lignes en pointillé représentent les flux de données physiques (ou données environnementales) et les lignes en traits interrompus représentent les flux de données monétaires.

Graphique 3. Relations entre les comptes nationaux et les comptes de l'empreinte écologique et de la biocapacité



Source: communication personnelle du Global Footprint Network au Bureau fédéral du Plan.

Ce schéma est décrit de la façon suivante par le GFN: "Current common indicators, such as System of National Account (SNA) and Ecological Footprint (EF) are connected by a dotted and dashed line. For instance, the dotted arrow from United Nations to Global Footprint Network means that Global Footprint Network mainly uses the physical data sets issued by the UN and its agencies to inform the National Footprint Account. The dashed line from the UN to System of National Account, on the other hand, represents monetary based data published by UN".

Néanmoins, ce n'est pas parce que les données utilisées dans les comptes de l'EE et de la BC et dans les comptes nationaux proviennent toutes deux des systèmes statistiques (curieusement ignorés sur ce graphique) qui les ont livrés aux Nations unies qu'il y a un lien entre ces deux types de comptes. Par ailleurs, les données utilisées dans ces deux types de comptes provien-

³⁴ Eurostat (2009).

nent pour la plupart d'agences différentes au sein des Nations unies: principalement la Division statistique de la FAO pour les comptes de l'EE et de la BC, et la Division statistique des Nations unies au sein du Département des affaires économiques et sociales pour les comptes nationaux.

Le Global Footprint Network poursuit l'explication du schéma de la façon suivante: *"Addition to the line that shows the flow of data, the circular dotted line represents the relation with core indicators and derived indicators. Since Input Output (IO) analysis, for instance, has strong connection with System of National Account (SNA) in monetary term, we put IO in high gravity zoon of SNA and use the dashed circular line which represents a monetary data. On the other hand, SEEA is kind of new born moon in the planet of SNA – a way to bring in additional information into the SAN framework. SNA is still clearly the centre, and SEEA a reaction to a world that also needs more environmental information"*. Cela correspond à ce qui a été décrit dans la section 3.1.

Ce que le Global Footprint Network dit ici des comptes satellites environnementaux correspond à ce qui a été présenté au point 1.2.1. Mais il considère en outre qu'à l'instar des comptes satellites, les comptes de l'EE peuvent eux aussi être reliés aux comptes nationaux à l'aide de tableaux entrées-sorties: *"Currently, we have enhanced National Ecological Footprint Account using Input Output analysis in order to go beyond overall results and produce Footprint assessments by key activities and Consumption Land Use Matrix (CLUM). Hence a dotted arrow goes from Global Footprint Network to IO and dashed arrow comes out from IO. (...) Since the IO categories are compatible with the categories used in financial national accounting, this IO work links the Footprint with SNA"*. Pour rapprocher les comptes de l'EE et de la BC des comptes nationaux, le Global Footprint Network suggère donc d'allouer l'EE globale calculée par la méthode comptable du Global Footprint Network à des secteurs économiques ou à des catégories de produits de consommation en passant par des tableaux input-output.

Il est un fait que quelques études ont essayé d'appliquer ce type d'approche, comme par exemple l'étude du Stockholm Environmental Institute intitulée *The use of input-output analysis in Resources and Energy Analysis Programme to allocate Ecological Footprint and material flows to final consumption categories*³⁵. Elles montrent que la possibilité de relier les comptes de l'EE et de la BC aux comptes nationaux est envisageable, mais que plusieurs difficultés sont à surmonter.

- Difficultés liées à la nature des données: les données relatives aux différentes catégories de produits primaires sont de nature très différente. Il y a des données de flux de production, importations, exportations exprimées en unités physiques qu'il est possible de relier aux comptes nationaux, mais il y a aussi des données de stock d'hectares occupés au sol par les infrastructures qui ne peuvent pas être directement reliées aux comptes nationaux.
- Difficultés liées aux nomenclatures: les nomenclatures utilisées dans les comptes de l'EE et de la BC et dans les CN sont différentes. Les catégories de produits primaires entrant dans les comptes de l'EE obéissent à plusieurs nomenclatures: nomenclature de la FAO pour les flux commerciaux et pour les données agricoles, nomenclature de l'Agence internationale de l'énergie pour les émissions de CO₂ (présentées par secteur alors que les autres données sont

³⁵ Wiedmann T., Barrett J. (2005).

- présentées par produit), nomenclature de *CORINE Land Cover* pour les surfaces de terres et d'eaux. Relier les comptes de l'EE et de la BC aux comptes nationaux nécessite de passer de ces nomenclatures à celles des comptes nationaux;
- Difficultés liées à la structure des comptes de l'EE et de la BC: ces derniers sont structurés selon différents types de surface de terres et d'eaux, qui constituent un concept tout à fait étranger aux comptes nationaux. Pour relier les données des comptes de l'EE et de la BC à celles des comptes nationaux via les tableaux entrées-sorties, il est nécessaire d'allouer l'empreinte des différents types de surface à des secteurs économiques, ce qui engendre de nombreuses hypothèses.

Le Global Footprint Network reconnaît d'ailleurs qu'un travail important serait nécessaire pour pouvoir relier les comptes de l'EE aux comptes nationaux: "*While no fundamental incompatibility between the NFA and SEEA or NAMEA was identified, the authors acknowledge that more thorough work would be necessary to secure full compatibility of the NFA with SEEA and NAMEA. Also, guidance principles would need to be established to ensure that all analysis derived from the NFA remains SEEA and NAMEA compatible. Therefore, there is great potential to secure full compatibility between the NFA and both the UN-based SEEA and the EU-based NAMEA. In particular, the use of I-O based breakdowns of national results to consumption or sector categories have a particularly promising potential for integrating the NFA with SEEA- and NAMEA-compatible socio-economic accounts that are used by policymakers*".

Dans l'Atlas 2008 publié par le Global Footprint Network, celui-ci indique que des premiers pas ont été faits pour rapprocher les CN des comptes de l'EE et de la BC. Ces premiers pas portent sur "*the adoption of standard product codes, such as HS2002 or SITC rev.3 (UN Comtrade 2007b), for product classification in the 2008 Edition of the National Footprint Accounts*"³⁶.

1.2.3. Des comptes nationaux et comptes satellites vers un indicateur d'empreinte au sol

Parmi les comptes satellites définis dans le *System of Environmental and Economic Accounts*³⁷, il existe un type de compte qui comptabilise les changements d'occupation des terres. Il s'agit des comptes de couverture des terres (*land cover accounts*). Ces comptes croisent des informations sur les différents types de terres (ex: terres arables) avec des informations sur les stocks et les flux relatifs à l'occupation de ces différents types de terres (ex: étalement urbain). Un exemple est donné dans le tableau ci-dessous. Il indique quels sont les processus qui sont liés au changement d'occupation des terres. Par exemple, la ligne consacrée à l'étalement urbain résidentiel (*urban residential area*) montre que cet étalement s'est fait essentiellement au détriment de terres arables et de pâturages.

³⁶ GFN (2008b). p. 40.

³⁷ Les comptes de flux physiques de matières et d'énergie (1), les comptes de transactions environnementales (2), les comptes de stock et de variations des stocks des actifs environnementaux (principalement les ressources naturelles, les terres et les écosystèmes) (3) et les comptes de dégradation du capital naturel (4).

Tableau 2. Exemple de comptes de flux décrivant les processus dans l'occupation des sols**Table 2.2 A flow account describing processes of land cover change in 24 countries in Europe, 1990–2000**

Corine land cover types		1	2A	2B	3A	3B	3C	4	5	
		Artificial areas	Arable land and permanent crops	Pastures and mosaics	Forested land	Semi-natural vegetation	Open spaces/bare soils	Wetlands	Water bodies	Total, km ²
Land cover flows										
LCF1	Urban land management	737	15	19	0	8	0	0		780
LCF2	Urban residential sprawl		1 924	1 867	200	145	8	3	2	4 149
LCF3	Sprawl of economic sites and infrastructures	77	2 728	1 595	665	451	35	22	53	5 627
LCF4	Agriculture internal conversions		17 252	10 062						27 314
LCF5	Conversion from other land cover to agriculture	273		935	1 796	1 734	155	96	50	5 039
LCF6	Withdrawal of farming		2 393	2 860						5 253
LCF7	Forests creation and management	254			35 803	5 166	1 048	1 063	3	43 337
LCF8	Water bodies creation and management	191	252	253	117	190	17		21	1 042
LCF9	Changes due to natural and multiple causes	311	44	15	1317	1323	1 041	229	252	4 534
Total consumption of 1990 land cover, km²		1 843	24 608	17 607	39 899	9 018	2 304	1 413	381	97 074
No change		160 016	1 149 717	802 502	990 736	255 914	50 289	45 502	45 473	3 500 149
Total land cover 1990, km²		161 860	117 4325	820 109	1 030 635	264 932	52 593	46 915	45 854	3 597 223

Source: EEA (2006).

D'autres comptes de couverture des terres allouent les différents types de terres aux secteurs économiques (voir Tableau 3 ci-dessous). Quand de telles données sont disponibles, une empreinte au sol des activités économiques peut être calculée via les tableaux entrées-sorties. Cette méthode consiste à croiser des données économiques de la comptabilité nationale avec des données d'utilisation des terres par secteur via les tableaux entrées sorties (exprimés soit en unités monétaires soit en unités physiques). Cette méthode s'apparente aux travaux sur les comptes de flux de matières. Elle permet de prendre en compte non seulement l'utilisation des terres requise sur le territoire national pour la production de biens et services (en ce compris les exportations), mais aussi l'utilisation des terres requise pour produire les biens importés.

L'empreinte au sol ne fournit pas la même information que l'EE parce qu'elle informe sur l'utilisation des terres par différentes activités économiques sans passer par des rendements ni par une unité conventionnelle qu'est l'hectare global. Elle n'est par ailleurs pas associée à une BC.

L'application de cette méthode nécessite des données détaillées sur les surfaces de terres et d'eaux utilisées par les différents secteurs nationaux au niveau du pays et à l'étranger. De telles données sont rarement disponibles à l'heure actuelle. C'est l'une des raisons pour lesquelles cette méthode est très peu développée et n'a encore été appliquée que dans le cadre de rares travaux scientifiques³⁸.

³⁸ Giljum S. (2003). *Biophysical dimensions of North-South trade: material flows and land use*. Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Doktor der Naturwissenschaften an der formal-naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Wien. Wien.

Tableau 3. Exemple de comptes de flux décrivant l'utilisation des terres par les secteurs économiques

Table 9.2 Land use functions of rural areas

Supply and use of land cover resource by land use functions		LUF1	LUF2	LUF3	LUF4	LUF5	LUF6	LUF7	LUF8	LUF9	LUF10	LUF11	LUF12	LUF13
		Residential, incl. services Commercial	Transport	Industrial production	Energy production	Mining and quarrying	Waste dumping	Water management	Farming, food production	Forestry	Recreation and Tourism	Nature conservation	Other uses	Adjustment for multiple uses
Initial surface														
1	Artificial surfaces	■												
2A	Arable land and permanent crops				■									
2B	Pastures and mosaic farmland				■									
3A	Forests and transitional woodland shrub								■					
3B	Natural grassland, heathland, sclerophyllous vegetation								■					
3C	Open space with little or no vegetation													
4	Wetlands													
5	Water bodies													
A – Total initial surface ~ 1990		■			■				■	■	■	■	■	■

Source: EEA (2006).

1.2.4. Questions de recherche sur le cadre comptable

Deux séries de question de recherche relatives au cadre comptable sont mises en évidence par les sections précédentes.

- Une première série de questions porte sur les liens entre les comptes de l'EE et sa BC et les indicateurs issus de la comptabilité nationale. Quels sont les avantages et désavantages liés au fait que l'EE et la BC sont des indicateurs agrégés issus d'un système de comptes exprimés en hectares globaux? Quelles sont les possibilités de liens avec les comptes nationaux? Est-il possible de communiquer plus clairement sur l'interdépendance entre l'EE et les autres IDD sur le développement de la société? Quelle information spécifique apporte l'EE et la BC par rapport aux indicateurs qui peuvent être construits à partir des comptes de sol?
- Une deuxième série de questions de recherche concerne le statut des comptes de la BC et de l'EE par rapport au statut officiel des comptes nationaux. Quelles sont les règles qui régissent les comptes de l'EE et de la BC? Comment sont-elles définies? Quelle est la qualité de la méthodologie? Est-ce que la méthode est assez robuste? Quel contrôle est effectué sur les données? Quels sont dès lors les avantages ou désavantages d'un système de comptes en unités physiques, comme celui de l'EE et de la BC, déconnecté des comptes nationaux?

Comme pour les séries de questions de recherche mentionnées dans la section 1.1.4, des réponses à ces deux séries de questions de recherche sont apportées dans le chapitre 3 de ce *working paper* sur la base de l'analyse faite dans le chapitre 2.

2. Méthode comptable pour le calcul de l’empreinte écologique et de la biocapacité

Ce deuxième chapitre présente la méthode de calcul de la biocapacité (BC) et de l’empreinte écologique (EE) du Global Footprint Network. Il s’agit d’une méthode comptable permettant de calculer l’EE et la BC au niveau d’un pays, à partir de données nationales, et de les exprimer en hectares globaux. Cette méthode est appelée par le Global Footprint Network *compound approach* ou approche macro.

L’EE (mais pas la BC) peut aussi être calculée à un niveau micro par une méthode appelée par le Global Footprint Network *component approach*. La méthode *component approach* est utilisée par de nombreuses associations et ONG pour calculer l’EE d’un ménage, d’une organisation, etc. Le Global Footprint Network a défini un calculateur d’EE individuelle compatible et cohérent avec la méthode macro³⁹. Des calculateurs sont aussi développés par des organisations à partir de données provenant d’analyses de cycle de vie (ACV) spécifiques à certains biens et services. Ces ACV permettent d’évaluer la quantité de ressources utilisées et les pollutions générées sur tout le cycle de vie du produit. Etant donné que ces ACV ne sont pas encore très répandues, elles ne reposent pas toutes sur la même méthodologie et ne fournissent pas toutes le même type d’information. Les résultats obtenus à partir de cette méthode *component approach* ne peuvent donc pas toujours être comparés à ceux obtenus à partir de la méthode comptable (approche macro).

Ce chapitre et la suite de ce document portent sur la méthode comptable (approche macro) développée par le Global Footprint Network pour calculer l’EE et la BC. Cette méthode développée dans les années nonante est continuellement améliorée par le Global Footprint Network. Ce dernier a créé un comité, appelé *National Accounts Committee*, composé des partenaires du Global Footprint Network, qui ont la possibilité de proposer des changements méthodologiques et de soumettre ces propositions à des experts scientifiques. Le Global Footprint Network fait aussi des efforts croissants pour accroître l’accessibilité des comptes de l’EE et de la BC. Un guide a été publié en 2008 (*Guidebook to the national footprint accounts 2008*) avec une nouvelle version du tableur dans lequel se trouvent les comptes de l’EE et de la BC. Ce guide et ce nouveau tableur fournissent un accès plus aisé aux comptes.

Ce chapitre décrit la méthodologie de la version des comptes 2008 utilisée pour calculer la BC (2.1) et l’EE (2.2) en détaillant chaque étape du calcul. La section 2.3 explique les causes pos-

³⁹ "The personal Footprint calculator is based on National Footprint Accounts data for selected nations. The national per person Footprint can be allocated to different end-use categories (food, shelter, mobility, goods and services), and land types (forest, cropland, energy, fish, grazing land). This results in a matrix that uses a country's average consumption profile to distribute Ecological Footprint into these different categories. The personal calculator asks questions that increase or decrease different parts of this matrix relative to national average behavior. For example, if a person indicates that they eat twice as much beef as the national average, their "beef" Footprint will double, which will be reflected in the re-calculated overall Footprint score (...)". (GFN, 2010).

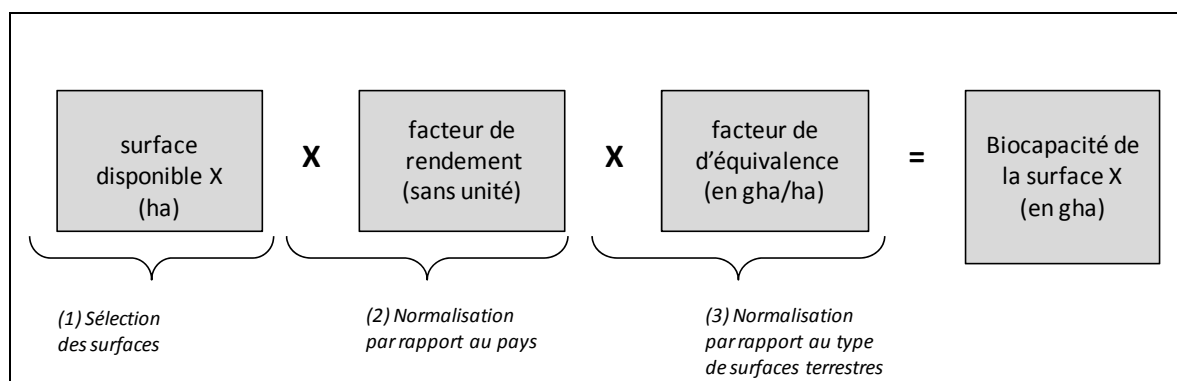
sibles d'un déficit écologique en comparant l'EE et la BC pour chaque type de surface. La dernière section 2.4 est consacrée à l'EE et la BC de la Belgique à partir d'une étude menée dans le cadre d'un stage au sein du SPF économie.

2.1. Comptes de la biocapacité

Dans les comptes de la BC, le calcul de la BC d'un pays consiste à inventorier les surfaces de terres et d'eaux biologiquement productives dans ce pays (étape 1), à normaliser chacune de ces surfaces en les multipliant par un facteur de rendement (étape 2) et par un facteur d'équivalence (étape 3) avant de les additionner pour obtenir la BC totale. Le Graphique 4 décrit ce calcul de façon schématique pour une surface X.

Comme mentionné dans le chapitre précédent, la normalisation des surfaces est nécessaire pour pouvoir les additionner car les rendements varient en fonction du pays où ces surfaces se situent (étant donné la diversité des terres, des climats, des reliefs, la productivité des espaces peut fortement varier d'une région à l'autre) et en fonction du type de surface.

Graphique 4. Représentation schématique du calcul de la biocapacité par surface



Source: TFSD sur la base de l'Office fédéral de la statistique (2006)

2.1.1. Sélection des surfaces

Le calcul de la BC prend en compte 5 types de surfaces de terres et d'eaux:

- **les terres arables cultivées ou non cultivées:** surfaces de sols propres à l'agriculture. Les terres arables cultivées sont aussi appelées ci-dessous terres agricoles;
- **les pâturages:** surfaces de prairies permanentes;
- **les forêts:** surfaces forestières;
- **les zones de pêche:** surfaces de plateaux continentaux et d'eaux intérieures⁴⁰;
- **les terrains construits:** surfaces des sols construits pour le logement, le travail et le déplacement d'une population, ainsi que les sols qui ont été rendues impropres à la culture.

⁴⁰ Les eaux internationales ne sont pas prises en compte dans le calcul de la biocapacité mondiale.

Les comptes de la BC sont structurés selon ces 5 types de surfaces. Dans ces comptes, le Global Footprint Network veut éviter les doubles comptages. C'est pourquoi chaque surface n'est comptabilisée qu'une seule fois, même si cette surface fournit plusieurs services écologiques. Les surfaces de forêts ne sont par exemple prises en compte que pour leur capacité à produire du bois. Leur capacité à absorber le CO₂ ou à fournir un habitat pour certaines espèces animales n'est pas prise en considération dans le calcul de la BC.

Le Global Footprint Network justifie de plus la décision de ne pas comptabiliser la capacité des forêts d'absorber du CO₂ (en plus de la capacité des forêts à produire du bois) par le fait que le CO₂ est relâché dans l'atmosphère quand le bois est coupé. Remarquons que le CO₂ est relâché dans l'atmosphère quand le bois est brûlé ou se décompose en humus ce qui peut avoir lieu de nombreuses années après avoir été coupé.

2.1.2. Normalisation des surfaces par un facteur de rendement

Dans cette deuxième étape du calcul de la BC, les hectares de chaque type de surface sont multipliés par un facteur de rendement appelé aussi facteur de récolte. Ce facteur de rendement est égal au rapport entre le rendement moyen national du type de surface considéré et le rendement moyen mondial de ce même type de surface.

$$\text{Facteur de rendement} = \left(\frac{\text{Rendement moyen national du type de surface X (tonnes/ha)}}{\text{Rendement moyen mondial du type de surface X (tonnes/ha)}} \right)$$

Cette opération de normalisation des surfaces entre pays permet de normaliser les surfaces de terres et d'eaux d'un même type situées dans différents pays et présentant des rendements différents. Il sert par exemple à rendre comparable des terres agricoles situées en Belgique avec celles situées en Afrique du Sud, en donnant à ces surfaces une valeur de rendement égale. Par analogie avec la monnaie, cette étape de normalisation consiste à rendre comparable le pouvoir d'achat des grecs et des allemands qui tous deux utilisent l'euro.

Etant donné la multiplication des surfaces par ce facteur de rendement, plus les rendements nationaux sont élevés, plus la BC du pays est élevée. Pour augmenter la BC de son pays, un gouvernement a donc intérêt à accroître ses rendements nationaux.

Tableau 4. Données de rendement par type de surface

Type de surface	Données de rendement	Unité
Terres arables	Rendements observés des différents produits primaires sur les différents types de terres agricoles. Rendements des terres arables non cultivées estimés à partir des rendements observés des terres agricoles.	Tonnes par an/ha
Pâturages	Rendements estimés par les taux de régénération des produits primaires sur les surfaces considérées ⁴¹	Tonnes par an/ha
Surface de forêts	Rendements estimés par les taux de régénération des produits primaires sur la surface considérée	Tonnes ou m ³ par an/ha
Zones de pêche	Rendements estimés par les taux de régénération des produits primaires sur la surface considérée	Tonnes par an/ha
Terrains construits	Rendements des terrains construits basés sur l'hypothèse que leur rendement est égal à celui des terres agricoles. Les sols construits reçoivent donc un poids identique aux terres arables malgré des caractéristiques environnementales différentes ⁴² . Cela repose sur l'hypothèse que les habitats et infrastructures sont construits sur des sols fertiles. L'empreinte exprime donc leur surface en termes de leur productivité agricole passée ⁴³ .	Tonnes par an/ha

Source: analyse de la TFDD du BFP

Les données de rendement utilisées par le Global Footprint Network varient en fonction du type de surface (voir Tableau 4). Pour les produits agricoles, il s'agit des rendements agricoles nationaux et mondiaux. Pour les produits primaires qui ne sont pas cultivés, il n'existe cependant pas de rendement moyen. Dans ces cas-là, les rendements moyens par hectare sont en principe calculés sur la base des taux de régénération de chaque catégorie de produit sur la surface concernée. C'est le cas des zones de pâturages, des zones de pêche et des forêts. Par exemple, le rendement du bois reflète l'accroissement annuel net du bois commercialisé sur un hectare de forêt, et pas la quantité de bois coupée sur cet hectare sur la période considérée⁴⁴. Mais il existe deux exceptions:

- les terres arables qui ne sont pas cultivées: le Global Footprint Network fait l'hypothèse que leurs rendements sont ceux des terres agricoles⁴⁵;
- les rendements des terrains construits: le Global Footprint Network fait l'hypothèse que les terrains sur lesquels des infrastructures ont été construites sont des terrains fertiles et qu'ils ont donc le même rendement que les terrains agricoles⁴⁶.

2.1.3. Normalisation des surfaces par un facteur d'équivalence

Dans cette dernière étape du calcul de la BC, le résultat en hectare de chaque type de surface obtenu à l'étape précédente est multiplié par un facteur d'équivalence. Ce facteur d'équivalence

⁴¹ Ce rendement est calculé comme le rendement de production de matière sèche.

⁴² Piguet (2007). p. 11.

⁴³ Wakermagel *et al.* (2005).

⁴⁴ GFN (2007). p. 7.

⁴⁵ L'empreinte des terres arables non cultivées est calculée en estimant un taux de mise en jachère et en multipliant l'empreinte des terres agricoles par ce taux de mise en jachère (Janssen 2008. p. 41).

⁴⁶ Sauf si ce n'est pas le cas comme par exemple aux Emirats arabes. Dans ce pays, l'hypothèse a été faite que Dubaï a été construite sur des terrains improductifs.

est égal au rapport entre le rendement du type de surface considéré et le rendement moyen mondial de l'ensemble des types de surfaces de terres et d'eaux.

$$\text{Facteur d'équivalence} = \frac{\text{Rendit moyen mondial du type de surface X (tonnes/ha)}}{\text{Rendit moyen mondial de l'ensemble des types de surface (tonnes/ha)}}$$

Cette opération de normalisation permet de normaliser les différents types de surface. Elle sert par exemple à rendre comparables des terres agricoles avec des zones de pêche, en leur donnant une valeur de rendement égale. Par analogie à la monnaie, cette étape de normalisation consiste à convertir les monnaies de différents pays dans une monnaie commune comme le dollar pour pouvoir les additionner.

Cette opération permet d'exprimer la BC en une surface dont le rendement est égal à la moyenne des rendements observés. Le Global Footprint Network construit ainsi une unité conventionnelle, appelée l'"hectare global" ou hectare planétaire moyen. Cette unité permet de normaliser les différents espaces biologiquement productifs et de les additionner.

Les types de surfaces de terres et d'eaux qui ont un rendement moyen supérieur au rendement moyen de toutes les surfaces de terres et d'eaux productives sont caractérisés par un facteur d'équivalence supérieur à 1, et inversement⁴⁷.

Les facteurs d'équivalence utilisés par le Global Footprint Network dans ses comptes proviennent du modèle mondial de zones agro-écologiques de la FAO. Ce modèle permet d'évaluer les potentiels de la production agricole au niveau mondial à partir d'informations normalisées sur les conditions du climat, des sols et des terrains⁴⁸ et des techniques de production.

Le modèle identifie 5 grandes catégories de surfaces de terres et eaux, sur la base de leur productivité potentielle. Chaque catégorie reçoit un indice d'adéquation (*suitability index*) parmi les suivants⁴⁹: *Very Suitable (VS)*: 0.9, *Suitable (S)*: 0.7, *Moderately Suitable (MS)*: 0.5, *Marginally Suitable (mS)*: 0.3, *Not Suitable (NS)*: 0.1. Les facteurs d'équivalence sont calculés à partir de ces index, en établissant un ratio entre l'indice d'adéquation spécifique à chaque type de surface repris dans les comptes de la BC et l'indice d'adéquation mondial moyen⁵⁰.

⁴⁷ GFN (2009a).

⁴⁸ FAO (2000).

⁴⁹ GFN (2008a), p. 6.

⁵⁰ Gondran et Boutaud (2009), p. 60. Signalons ici que la notion de *suitability index* est traduite par Gondran et Boutaud par indice d'appropriation, mais qu'il nous a semblé plus correct de traduire cette notion par "indice d'adéquation".

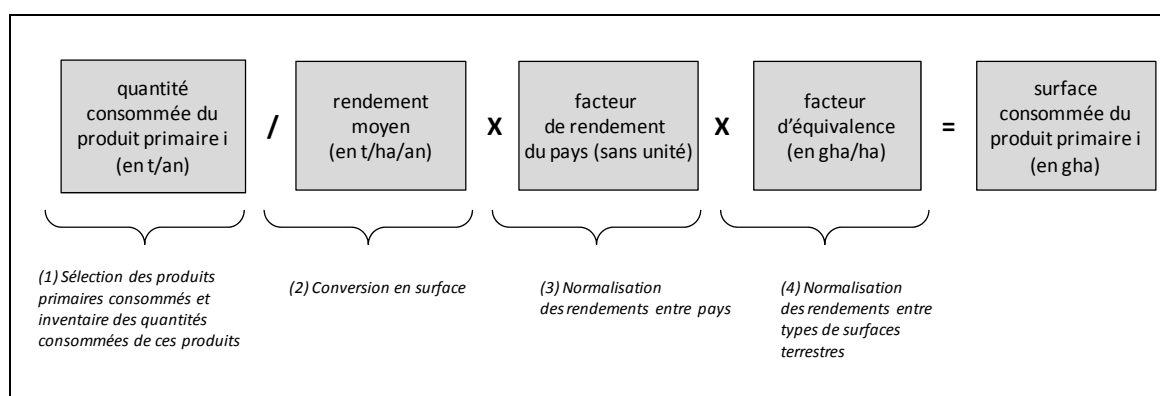
Parmi les différents types de surface de terres et d’eaux, ce sont les surfaces agricoles qui ont le meilleur facteur d’équivalence car elles ont le rendement le plus élevé. En 2005, le facteur d’équivalence des terres agricoles était de 2,64 gha/ha, tandis que celui des pâturages était de 0,50 gha/ha.

L’adéquation des données de ce modèle mondial de zones agro-écologiques de la FAO pour calculer la BC est questionné dans une optique de développement durable car ce modèle détermine le type de cultures améliorant la production de biens agricoles afin de répondre à la demande alimentaire des neuf milliards d’habitants qui, selon les projections des Nations unies, devraient habiter la Terre en 2050. Ce modèle optimise donc "les variétés cultivées avec les données sur les types de sols, leur pente, les saisons de croissance, la température et les précipitations à l’échelle planétaire"⁵¹, sans intégrer de contraintes au niveau de la protection de l’environnement. Par conséquent, la BC est calculée à partir de techniques agricoles qui ne sont pas durables pour l’homme et son environnement et est donc peut-être sur-estimée.

2.2. Comptes de l’empreinte écologique

Le calcul de l’EE consiste à inventorier les quantités des produits primaires consommés entrant dans le calcul de l’EE (étape 1) et à diviser les quantités de chaque produit par le rendement moyen des surfaces de terres et d’eaux permettant de les produire (étape 2). Ces résultats exprimés en hectares sont ensuite normalisés, comme dans le calcul de la BC, par un facteur de rendement (étape 3) et par un facteur d’équivalence (étape 4) avant d’être additionnés pour obtenir l’empreinte écologique. Le Graphique 5 représente de façon schématique ce calcul pour un produit primaire.

Graphique 5. Représentation schématique du calcul détaillé de l’empreinte écologique d’un produit primaire



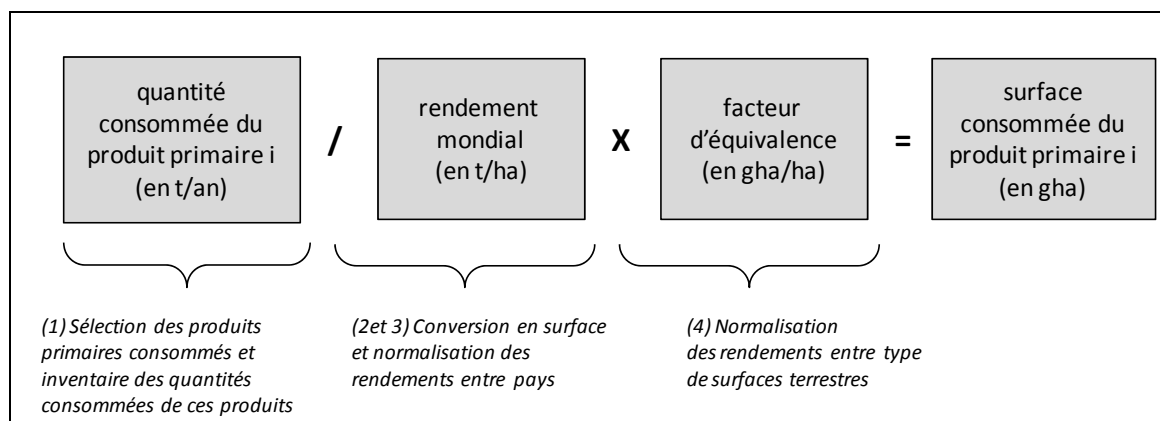
Source: TFSD sur la base de l’Office fédéral de la statistique (2006)

Dans les comptes de l’EE, cette formule de calcul est simplifiée car le rendement moyen national apparaît au dénominateur mais aussi au numérateur de l’équation (le facteur de rendement du

⁵¹ Piguet *et al.* (2007). p. 13.

pays étant égal au rapport entre le rendement moyen national de la surface considérée et le rendement moyen mondial). Par conséquent, les étapes 2 et 3 peuvent être regroupées et la formule de calcul de l'EE peut s'écrire de la façon suivante (voir Graphique 6).

Graphique 6. Représentation schématique du calcul simplifié de l'empreinte écologique par produit primaire



Source: TFSD sur la base de l'Office fédéral de la statistique (2006)

Dans les comptes de l'empreinte écologique, la consommation est calculée comme une consommation apparente⁵², c'est à dire à partir de la production en y ajoutant les importations et en déduisant les exportations. La formule de calcul fournie dans le Graphique 6 est donc appliquée aux quantités produites (au niveau national), aux quantités importées et aux quantités exportées. L'EE totale est par conséquent obtenue en suivant les étapes indiquées ci-dessous:

- transformer, à l'aide de la formule fournie dans le Graphique 6, les quantités produites, importées et exportées de chaque produit en hectare global selon la surface à laquelle chaque produit est associé (voir 2.2.2);
- additionner pour chaque produit i l'EE de sa production (EFP $_i$) à l'EE de ses importations (EFIn) et y enlever l'EE de ses exportations (EFX $_n$), pour obtenir la consommation apparente de chaque produit en hectare global:

$$EFC_i = EFP_i + EFI_i - EFX_i \quad \text{pour chaque produit } i$$

- additionner les EE des consommations apparentes de chaque produit i lié à un même type de surface S pour obtenir l'EE de chaque type de surface S :

$$EFC_S = \sum EFC_{Si} \quad \text{où } i = 1, \dots, n \text{ sont les produits liés à la surface } S$$

- additionnant les EE (EFCs) de chaque type de surface pour obtenir l'EE totale.

⁵² A l'exception du logement. Voir 2.2.1.

L'annexe 2 représente le schéma global de calcul de l'EE. La suite de cette section décrit, comme pour la BC, les 4 étapes du calcul de l'EE telles que présentées dans le Graphique 6, les étapes 2 et 3 étant regroupées au point 2.2.2 de la description.

2.2.1. Sélection des produits primaires consommés

L'EE prend en compte 5 catégories de produits primaires entrant dans la consommation des ménages: les produits agricoles (en ce compris les produits de la pêche et l'aquaculture) destinés à l'alimentation, les fibres, le bois, les infrastructures et l'énergie (en ce compris l'énergie incorporée dans les biens et services). Les données de consommation de ces produits sont exprimées en unités physiques. L'encadré 3 montre que le nombre de produits pris en compte dans le calcul de l'EE varie fortement d'une catégorie à l'autre.

Encadré 3. Nombre de produits primaires

Le Global Footprint Network a intégré dans ses comptes les nombres suivants de produits⁵³:

- 178 produits agricoles (149 produits agricoles primaires et 29 produits agricoles secondaires);
- 59 sortes de bétail et produits de la viande;
- 1538 sortes d'organismes marins et d'eaux douces;
- 33 catégories de produits de la forêt;
- la consommation d'énergie fossile de 6 secteurs économiques (*Main Activity Electricity and Heat Production, Unallocated Autoproducers, Other Energy Industries, Manufacturing Industries and Construction, transport, other sectors*) dont 33 sous-secteurs. Remarquons ici que ce ne sont pas des produits qui sont pris en compte mais des secteurs.
- 625 catégories de produits pour l'énergie incorporée dans les produits faisant l'objet d'échanges commerciaux.

Le nombre de produits primaires identifiés dans les comptes de l'EE varie fortement d'une catégorie de produit à l'autre. Ces différences sont dues au niveau d'agrégation des données de base utilisées par le Global Footprint Network. Il existe par exemple des données agrégées des émissions de CO₂ par secteur permettant de travailler à l'échelle d'un secteur. Il n'existe en revanche pas de données agrégées des taux de régénération par groupe de poissons. Il est donc nécessaire pour les poissons de travailler à un niveau très désagrégé.

Pour ces 5 catégories de produits, le calcul de l'EE prend en compte non seulement les quantités consommées de produits primaires mais aussi les quantités importées et exportées de produits primaires dans certains produits secondaires⁵⁴.

- Les produits primaires sont définis par le Global Footprint Network comme la forme la moins transformée d'un matériau biologique que les êtres humains extraient pour leur utilisation⁵⁵ (ex.: graines de tournesol).
- Les produits secondaires sont des produits primaires ayant subi une transformation (ex.: huile de tournesol).

Pour éviter les doubles comptages, seules les exportations et les importations de produits secondaires, sont prises en compte dans le calcul de l'EE (pas la production de produits

⁵³ GFN(2008c)

⁵⁴ "All products derived from primary products or other secondary products through a processing sequence applied to a primary product" GFN (2009a).

⁵⁵ "the least processed form of a biological material that human extract for use (e.g. raw fruits and vegetables, forage for livestock, cotton, unprocessed roundwood or unprocessed fish)" GFN (2006).

secondaires). La comptabilisation des produits secondaires est donc uniquement faite quand ces produits font l'objet d'un échange commercial. Dans ce cas, les exportations et les importations sont intégrées dans le calcul de l'EE en ne tenant compte que de la part des produits primaires contenus dans les produits secondaires. Un facteur d'extraction est appliqué aux volumes d'exportation de produits secondaires et aux volumes d'importation de produits secondaires. Ce facteur d'extraction est national pour les exportations et global pour les importations.

- Exportation de produits secondaires:

$\text{Exportation}_{\text{second.}} (\text{tonnes}) * \text{taux national d'extraction} (\text{tonnes}_{\text{prim.}} / \text{tonnes}_{\text{second.}}).$

- Importation de produits secondaires:

$\text{Importation}_{\text{second.}} (\text{tonnes}) * \text{taux global d'extraction} (\text{tonnes}_{\text{prim.}} / \text{tonnes}_{\text{second.}}).$

La prise en compte dans le calcul de l'EE des produits primaires et secondaires pour les 5 catégories de produits présente les spécificités suivantes:

- pour les produits agricoles, en ce compris les produits de la pêche et de l'aquaculture, destinés à l'alimentation, l'EE prend en compte les produits agricoles primaires comme le blé, la salade, les tomates, le fourrage et les produits secondaires comme le vin (les raisins sont le produit primaire), l'huile de colza (les graines de colza sont le produit primaire), etc. Les comptes de l'empreinte sont structurés selon 3 sous-catégories de produits agricoles: les produits végétaux, les produits animaux et les produits de la mer (poissons et fruits de mer). Les données relatives à ces produits sont exprimées en tonnes;
- pour les fibres comme le coton, le lin, etc., l'EE prend en compte les produits primaires comme le coton et les produits secondaires comme l'huile de lin. Les données relatives à ces produits sont exprimées en tonnes;
- pour le bois, l'EE prend en compte les produits primaires à base de bois, tels que le bois rond, le bois de feu, ainsi que les produits transformés, tels que les planches, le papier et la cellulose. Les données relatives à ces produits sont exprimées en m³ ou en tonnes;
- pour les infrastructures, l'EE prend en compte l'ensemble des bâtiments et infrastructures se trouvant sur un territoire et servant au logement, aux déplacements, à la production, aux loisirs, etc. Il n'y a pas de distinction entre produits primaires et produits secondaires. Les données sont exprimées en hectares occupés au sol. Les données de logement pris en compte dans le calcul de l'EE ne correspondent donc pas à une consommation ou à un investissement au sens économique de ces termes;
- pour l'énergie, l'EE prend en compte les sources d'énergie primaire utilisées dans un pays pour chauffer un bâtiment, conduire un véhicule, éclairer un local, produire des biens etc., ainsi que l'énergie grise (*embodied*) dans les biens importés et exportés au sein d'un pays. Quatre sources d'énergie sont prises en compte dans le calcul de l'empreinte écologique: la biomasse, l'énergie hydraulique, l'énergie fossile et l'énergie nucléaire⁵⁶. Les unités varient en fonction de la source d'énergie (voir annexe 1).

⁵⁶ L'énergie nucléaire n'est plus intégrée dans la dernière version des comptes de l'EE du GFN.

Les produits secondaires ayant subi des transformations complexes impliquant plusieurs produits primaires (ex.: pizza, ordinateur) ne sont intégrés dans les comptes de l'EE que pour leur contenu en énergie grise.

2.2.2. Conversion en surface et normalisation des surfaces par un facteur de rendement

Les étapes 2 et 3 consistent à convertir les quantités physiques de produits primaires en hectares de surfaces de terres et d'eaux et à normaliser ces surfaces par un facteur de rendement. Cette section montre d'abord à quel type de surface sont reliées les différentes catégories de produits primaires (i), et décrit ensuite le calcul effectué pour convertir les données de production, importations et exportations de produits primaires en surface, avec normalisation des surfaces entre pays (ii).

(i) Types de surfaces de terres et d'eaux

Alors que la BC est calculée à partir de 5 types de surface de terres et d'eaux, le Global Footprint Network distingue six types de surfaces de terres et d'eaux dans le calcul de l'empreinte écologique. Ce sixième type de surface est appelée "sols énergétiques" (voir ci-dessous). Chacune de ces surfaces est reliée à une ou plusieurs catégories de produits primaires.

- **Les terres agricoles:** surfaces de sols utilisées pour l'agriculture, dont celles nécessaires à l'alimentation des animaux d'élevage. Les terres agricoles font partie des terres arables.
- **Les pâturages:** surfaces de prairies permanentes employées pour la production de produits laitiers, de viande, de laine et de cuir provenant du bétail.
- **Les forêts:** surfaces forestières requises pour élaborer les produits en bois consommés par une population: sciure, panneaux en bois ou en fibres agglomérées, pâte à papier, papier et carton.
- **Les zones de pêche:** surfaces de plateaux continentaux et d'eaux intérieures utilisés pour la prise et la production des poissons et les fruits de mer consommés par une population.
- **Les terrains construits:** surfaces des sols construits pour le logement, le travail et le déplacement d'une population, ainsi que les sols qui ont été rendus impropres à la culture.
- **Les sols énergétiques:** surfaces fictives de forêts qui devraient être employées pour capturer le CO₂ provenant de la combustion d'énergies fossiles en quantité suffisante pour éviter une augmentation du taux de CO₂ dans l'atmosphère, après déduction de la part des émissions anthropiques absorbée par les océans (environ 30 % - voir annexe 1)⁵⁷.

Comme les comptes de la BC, les comptes de l'EE sont structurés selon les types de surfaces de terres et eaux, et pas selon les produits primaires consommés.

Le Tableau 5 ci-dessous montre de façon précise vers quels types de surface sont convertis les différents produits primaires consommés. Certains produits primaires sont convertis en plusieurs types de surfaces. C'est notamment le cas de la viande car le calcul de l'EE de la viande se

⁵⁷ Van Niel (2005).

fait en tenant en compte des différentes sources d'alimentation du bétail, qui viennent non seulement des pâturages mais aussi des zones de pêche (farines de poissons) et des terres agricoles (céréales) (voir annexe 1).

En ce qui concerne l'énergie, le tableau montre que chaque source d'énergie est convertie en un type de surface bien spécifique. L'énergie issue de la biomasse est convertie en hectares de forêts ou de terres agricoles en fonction du contenu de cette biomasse. L'énergie hydraulique est convertie en hectares de terrains construits en tenant compte des surfaces occupées par les barrages hydroélectriques et les réservoirs. L'énergie fossile est convertie en hectares fictifs, appelés « sols énergétiques ». Remarquons qu'il n'y a pas de contrepartie à ces hectares fictifs dans les comptes de la BC puisque seule la capacité des forêts à produire du bois y est comptabilisée (pas celle d'absorber du CO₂ – voir 2.1.1).

Pour l'énergie nucléaire, les auteurs de l'EE avaient initialement décidé d'assimiler l'énergie nucléaire à une énergie fossile et de calculer l'EE de l'énergie nucléaire comme si c'était de l'énergie fossile. C'est cette approche qui a été suivie pendant plusieurs années. Récemment, le GFN a décidé de ne plus tenir compte de la consommation d'énergie nucléaire dans le calcul de l'EE d'un pays car, bien que la consommation d'énergie nucléaire exerce des effets sur l'environnement, ces effets ne peuvent pas être pris en compte de façon pertinente dans l'EE.

L'annexe 1 explique de façon plus détaillée comment chaque source d'énergie est convertie en surfaces de terres et d'eaux. Elle décrit aussi comment la consommation de poissons et fruits de mer est convertie en zones de pêche.

Tableau 5. Correspondance entre les catégories de produits primaires et les types de surface de terres et d'eaux

Catégories de produits primaires...	...traduites en ...types de surfaces de terres et d'eaux
Produits agricoles en ce compris la pêche et l'aquaculture céréales, légumes, fruits, etc.	terres agricoles
produits laitiers, viande	pâturages, zone de pêche et terres agricoles
poissons et fruits de mer	zones de pêche
Fibres	
produits agricoles: coton, lin, etc.	terres agricoles
laine, cuir provenant du bétail, etc.	pâturages, zone de pêche et terres agricoles
Bois	
papier, panneaux en bois, sciure, etc.	forêts
Logement	
bâtiments à des fins de logement, de travail, de loisir, de déplacement, etc.	terrains construits
Energie	
énergie issue de la biomasse	forêts et terres agricoles
énergie hydraulique	terrains construits (surfaces des barrages hydroélectriques et des réservoirs)
énergie fossile	sols énergétiques
(énergie nucléaire ⁽¹⁾)	(sols énergétiques)

(1) L'énergie nucléaire n'est plus prise en compte dans les comptes de l'EE depuis 2008.

Source: analyse de la TFDD du BFP

(ii) Conversion en hectares

La conversion des données de production, importations et exportations de produits primaires (exprimées pour la plupart en tonnes) en surfaces de terres et d'eaux (exprimée en hectares) se fait en divisant les productions, importations et exportations de chaque produit i par les rendements moyens de chaque surface correspondante. Cette division étant suivie par la multiplication par le facteur de rendement, le calcul peut être réduit à une division des productions, exportations et importations de chaque produit⁵⁸ par le rendement mondial moyen du type de surface concernée. La formule est fournie ci-dessous pour les quantités produites.

$$\left(\frac{\text{Production}_i \text{ (tonnes)}}{\text{Rendement moyen national du type de surface X (tonnes/ha)}} \right) * \left(\frac{\text{Rendement moyen national du type de surface X (tonnes/ha)}}{\text{Rendement moyen mondial du type de surface X (tonnes/ha)}} \right) = \text{Production}_i \text{ (tonnes)} * \left(\frac{1}{\text{Rendement moyen mondial du type de surface X (tonnes/ha)}} \right)$$

La même équation est valable pour les importations et exportations de produits primaires. Cette simplification de l'équation permet de tenir compte des importations de produits primaires sans connaître (et intégrer dans le calcul) les rendements des différentes surfaces de terres et d'eaux des pays d'où viennent les produits importés. Elle facilite fortement le calcul de l'empreinte écologique.

Cette formule montre que les rendements nationaux des différentes surfaces de terres et d'eaux n'interviennent pas directement dans le calcul de l'empreinte écologique, mais que celle-ci dépend uniquement du rendement moyen mondial de la surface (dans lequel intervient indirectement et de façon plus ou moins forte le rendement national). Au plus les rendements moyens mondiaux, c'est à dire les quantités moyennes récoltées par hectare, sont élevés, au plus l'EE est faible.

Les données de rendement utilisées par le Global Footprint Network pour le calcul de l'EE des terres agricoles, des pâturages, des zones de pêche, des terrains construits sont identiques à celles utilisées dans le calcul de la BC (voir 2.1). Pour les sols énergétiques qui ne font pas partie de la BC, le rendement utilisé dans le calcul de l'EE est le taux de séquestration du CO₂ par les forêts (CO₂ capturé/ha). Remarquons aussi que l'EE des terrains construits est égale à la BC de ces terrains. Ce sont en effet les mêmes surfaces et les mêmes rendements qui entrent dans le calcul de l'EE et dans celui de la BC.

2.2.3. Normalisation des surfaces par un facteur d'équivalence

Cette étape est tout à fait similaire à celle de la BC. Les surfaces en hectares obtenues aux étapes précédentes sont multipliées par le facteur d'équivalence. Ce facteur est égal au rapport entre le

⁵⁸ Sauf pour les infrastructures étant donné qu'il n'y a pas d'exportations, ni d'importations pour ce bien. Les données relatives aux infrastructures intégrées dans le calcul de l'EE sont celles d'occupation au sol.

rendement du type de surface considéré et le rendement moyen mondial de l'ensemble des types de surfaces de terres et d'eaux. Il est décrit dans la section 2.1.3.

$$\text{Facteur d'équivalence} = \left(\frac{\text{Rendit moyen mondial du type de surface X (tonnes/ha)}}{\text{Rendit moyen mondial de l'ensemble des types de surface (tonnes/ha)}} \right)$$

Cette étape permet d'exprimer les productions, importations, exportations de chaque produit en hectares globaux, c'est-à-dire dans une unité normalisée, et de pouvoir les additionner pour calculer l'EE totale d'une population au cours d'une période donnée.

2.3. Comparaison entre l'empreinte écologique et la biocapacité

Le Global Footprint Network compare l'EE et la BC au niveau de chaque pays (2.3.1) et au niveau mondial (2.3.2).

2.3.1. Comparaison de l'EE et de la BC au niveau d'un pays

C'est la comparaison de l'EE d'un pays à sa BC qui permet au Global Footprint Network de déterminer si ce pays est en situation de déficit écologique (EE supérieure à la BC) ou de réserve écologique (EE inférieure à la BC). Il identifie ainsi trois causes possibles de déficit écologique d'un pays:

- lorsque l'EE de la production associée aux forêts du pays est supérieure à leur BC, il s'agit alors d'une dégradation de l'environnement sur le territoire national (a);
- lorsque l'EE des exportations du pays est inférieure à l'EE de ses importations (hors sols énergétiques), il s'agit alors d'une importation nationale nette de biocapacité (b);
- lorsque la consommation du pays engendre des émissions de CO₂ (traduites en EE des sols énergétiques), il s'agit alors d'une dégradation de l'environnement mondial par l'activité nationale (c);

Ces différentes causes d'un déficit écologique sont décrites ci-dessous en décomposant les comptes de l'EE et de la BC au niveau de chaque type de surface.

a. Dégradation de l'environnement sur le territoire national

Un déficit écologique au sein d'un pays peut signifier qu'il y a dégradation de l'environnement national. Mais telle que calculée par la méthode du Global Footprint Network, cette dégradation de l'environnement ne peut être due qu'à une surexploitation des forêts. En effet cette méthode ne permet pas de montrer une surexploitation des autres types de surfaces.

Pour les forêts, l'EE de la production peut être supérieure à la BC des forêts car l'EE est calculée à partir des quantités de bois commercialisé coupées par hectare, tandis que la BC est calculée à

partir des taux de régénération des hectares de forêts sur lesquels cette quantité de bois commercialisé a été coupée (et non à partir des rendements effectifs de ces hectares de forêts). Un pays peut en effet produire une quantité de bois au cours d'une période donnée (par exemple un an) plus élevée que la quantité de bois qui se sera renouvelée naturellement au cours de cette période. A long terme, ce déficit ne peut évidemment pas se répéter longtemps.

Pour les terres arables et les zones de pêche, l'EE de la production pour chacune de ces surfaces peut être supérieure à leur BC respective, mais cela ne signifie pas qu'il y a dégradation de l'environnement national. En effet, la méthode de calcul permet que l'EE de la production soit supérieure à la BC pour ces deux surfaces sans que ce dépassement corresponde à une dégradation de l'environnement.

- Pour les terres arables, sans entrer dans les détails du calcul, il était possible jusqu'en 2009 que l'EE de la production soit supérieure à la BC bien que celle-ci soit calculée à partir des données de surfaces et de rendements effectifs au cours de la même année. L'interprétation de ce dépassement posait question puisqu'il est peu probable, avec une telle méthode, que la quantité de produits agricoles cultivée au cours d'une année soit supérieure à la BC des terres agricoles sur lesquelles ils ont été cultivés. Depuis 2009, le GFN a donc modifié la méthode pour éviter que l'EE de la production associée aux terres arables puisse être supérieure à la BC de ces terres.
- Pour les zones de pêche, l'EE de la production de poissons ne peut pas être comparée à la BC des zones de pêche car les surfaces considérées dans le calcul de l'EE ne sont pas les mêmes que celles prises en compte dans le calcul de la BC. Le calcul de la BC est fait à partir des zones de pêche nationales (surfaces du plateau continental et des eaux intérieures), tandis que le calcul de l'EE de la production prend en compte tous les poissons arrivés à quai sur le territoire national. Ces poissons ont donc pu être pêchés en dehors des zones de pêche nationales.

Pour les terrains construits et pour les pâturages, c'est aussi par hypothèse que l'EE de la production ne peut pas être supérieure à la BC dans les comptes du Global Footprint Network. Pour les terrains construits, les hypothèses adoptées dans les comptes de l'EE et de la BC sont telles que l'EE de la production est égale à la BC de ces terrains (voir 2.2.1). Pour les pâturages, les hypothèses sont telles que l'EE de la production est égale ou inférieure à la BC des pâturages (voir annexe 1). Pour ces deux surfaces, l'EE de la production ne peut donc pas être responsable du déficit écologique d'un pays.

b. Importation nationale nette de biocapacité

Un pays importe de la BC quand le solde d'EE entre celle des exportations et celle des importations est négatif pour les types de surfaces suivants : terres arables, pâturages, forêts, zones de pêche (sont exclus les sols énergétiques). Par exemple, un solde négatif pour les terres arables signifie que le pays importe plus de produits agricoles qu'il n'en exporte, et qu'il utilise donc une BC présente dans d'autres pays. Pour les terrains construits, il n'y a pas

d'importations et d'exportations d'infrastructures et par conséquent pas de déficit ou de surplus.

c. Dégradation de l'environnement mondial par l'activité nationale

Cette troisième cause d'un déficit écologique est due à la consommation d'énergie fossile qui émet du CO₂. Comme ces émissions de CO₂ ne restent pas sur le territoire où elles ont été produites, mais se répandent dans l'atmosphère, elles dégradent l'état de l'environnement mondial, qu'elles aient été émises sur le territoire national ou à l'étranger.

L'EE des sols énergétiques (qui résulte de cette consommation d'énergie fossile) n'a pas de contrepartie dans les comptes de la BC. Elle s'ajoute à l'EE des autres types de surfaces (terres agricoles, pâturages, forêts, zones de pêche) sans accroissement correspondant de la BC. Par conséquent si l'EE des sols énergétiques est supérieure au solde entre la BC et l'EE des autres types de surfaces (terres agricoles, pâturages, forêts, zones de pêche), elle contribue au déficit écologique.

2.3.2. Comparaison entre l'EE et la BC au niveau mondial

Le Global Footprint Network effectue aussi une comparaison entre l'EE et la BC au niveau mondial pour déterminer si, à l'échelle de la planète, nous sommes en situation de « dépassement » écologique (EE>BC) ou si nous bénéficions d'un « coussin » de biocapacité (EE<BC). Les causes potentielles d'un dépassement écologique ne sont pas tout à fait identiques aux causes d'un déficit écologique au niveau national. En effet, il n'y a pas au niveau planétaire d'importation nette de biocapacité puisqu'il n'y a plus de distinction entre territoire national et environnement mondial. Un dépassement écologique peut donc être dû aux facteurs suivants :

- EE des forêts supérieure à la BC des forêts indiquant que le taux d'exploitation des ressources sylvicoles est supérieur au taux naturel de régénération de ces ressources ;
- EE des zones de pêche supérieure à la BC de ces zones indiquant que le taux d'exploitation des ressources halieutiques est supérieur au taux naturel de régénération de ces ressources ;
- EE des sols énergétiques supérieure au solde entre la BC et l'EE des autres types de surfaces (terres agricoles, pâturages, forêts, zones de pêche).

2.4. Application à la Belgique

Cette quatrième section fait une synthèse d'un rapport de stage fait au sein de la Direction générale statistique et information économique (DGSIE) du Service public fédéral Economie pour recalculer l'EE et la BC de la Belgique à partir des données disponibles en Belgique. Elle montre d'abord pourquoi la Belgique est un pays en déficit écologique et quelles sont les différences au niveau des résultats entre les calculs effectués par le GFN et ceux effectués par la DGSIE (2.4.1). Elle met ensuite en évidence les problèmes rencontrés au niveau des données dans les comptes de l'EE et de la BC pour la Belgique (2.4.2).

Dans le cadre de la mise en œuvre de l'accord négocié entre la secrétaire d'Etat au développement durable, Els Van Weert et le Global Footprint Network, la DGSIE a reçu une version préliminaire des comptes 2008 (données de 2003) de l'EE pour la Belgique pour examiner les données utilisées pour la Belgique. Une experte de la DGSIE a ainsi comparé, dans le cadre de son stage, les données utilisées par le Global Footprint Network dans cette version 2008 avec les données disponibles au niveau national belge. Elle a ensuite calculé l'EE de la Belgique en tenant compte des données plus récentes et plus complètes dont elle disposait. Pour ce calcul, elle a utilisé des données plus détaillées quand elles existaient, elle a complété certaines données manquantes, contrôlé l'exactitude des données et adapté, si nécessaire, certaines données.

2.4.1. Résultats du calcul de l'EE et de la BC pour la Belgique

La Belgique était en 2003 en situation de déficit écologique tant d'après les résultats du Global Footprint Network que d'après les résultats de la DGSIE (voir tableau 6). Les 3 causes possibles d'un déficit écologique mentionnées ci-dessus (2.3) jouent un rôle dans le déficit écologique de la Belgique selon ces deux organisations :

- une dégradation de l'état de l'environnement en Belgique étant donné que l'EE de la production associée aux forêts est supérieure à la BC des forêts⁵⁹;
- une importation nette de BC observée pour 4 types de surfaces : terres arables (produits agricoles), pâturages (bétail), forêts (bois) et zones de pêche (poissons);
- une dégradation de l'état de l'environnement mondial due aux émissions de CO₂ étant donné le niveau élevé de l'EE des sols énergétiques.

Mais l'importance de chacune de ces causes varie selon ces deux organisations. D'après les résultats du Global Footprint Network, la cause la plus importante du déficit écologique de la Belgique est la dégradation de l'environnement mondial due aux émissions de CO₂, tandis qu'il s'agit de l'importation nette de biocapacité d'après les résultats de la DGSIE.

Il y a en effet des différences importantes entre les résultats du Global Footprint Network (GFN) et ceux de la DGSIE (voir Tableau 6). Selon la DGSIE, l'EE de la Belgique en 2003 s'élevait à 6,07 hag par habitant, contre 4,52 hag par habitant selon le GFN. Quant à la BC, elle s'élevait à 1,58 hag par habitant selon la DGSIE et à 0,90 hag par habitant selon le GFN. Les calculs du GFN sous-estimeraient donc largement l'EE (sous-estimation de 35 %) et la BC (sous-estimation de 75 %) belge.

Cette sous-estimation est très largement due aux terres arables tant dans le calcul de l'EE que dans celui de la BC. L'empreinte des terres arables est dans les résultats de la DGSIE (3,23 hag) plus de deux fois supérieure à l'empreinte des terres arables dans les résultats du GFN⁶⁰ (1,56

⁵⁹ Le fait que l'EE de la production pour les terres arables soit supérieure à la BC des terres arables est liée à la méthode de calcul du GFN mais ne signifie pas qu'il y a dégradation de l'état de l'environnement (voir 2.3).

⁶⁰ Ces informations méritent d'être vérifiées car elles s'écartent fortement des moyennes mondiales. En effet, la part de l'empreinte des sols énergétiques dans l'EE est de 52 % au niveau mondial et de 63 % dans les pays à revenu élevé en 2005.

hag). Le tableau 6 montre que ces différences proviennent de différences importantes au niveau de l’empreinte de la production, des importations et des exportations des produits cultivés sur des terres arables. La BC des terres arables est aussi plus élevée dans les résultats de la DGSIE (0,82hag) que dans ceux du GFN (0,28hag).

D’autres différences peuvent être observées entre les résultats de la DGSIE et ceux du GFN dans le tableau 6 ci-dessous :

- l’empreinte de la production des pâturages et la biocapacité des pâturages sont beaucoup plus faibles dans les résultats de la DGSIE que dans ceux du GFN ;
- l’empreinte des terrains construits est plus élevée dans les résultats de la DGSIE que dans ceux du GFN.

Tableau 6. Comparaison entre les résultats de l’EE et de la BC par habitant en 2003 calculés par le Global Footprint Network (comptes 2008) et par la Direction générale statistique et information économique du Service public fédéral Economie

Empreinte écologique	EE _{Production} [hag]	EE _{Importation} [hag]	EE _{Exportation} [hag]	EE _{totale (Consommation)} [hag]	BC [hag]
Belgique-GFN					
Terres arables	0,81	2,31	1,56	1,56	0,28
Pâturages	0,12	0,07	0,08	0,11	0,12
Forêts	0,30	2,20	1,95	0,54	0,23
Zones de pêche	0,03	0,10	0,04	0,09	0,00
Sols énergétiques	3,31	12,40	13,76	1,95	0,00
Terrains construits	0,26	0,00	0,00	0,26	0,26
Total	4,84	17,08	17,39	4,52	0,90
Belgique-DGSIE					
Terres arables	1,46	4,25	2,48	3,23	0,82
Pâturages	0,06	0,15	0,09	0,12	0,06
Forêts	0,30	2,00	1,92	0,37	0,24
Zones de pêche	0,03	0,12	0,04	0,11	0,05
Sols énergétiques	3,22	12,37	13,76	1,83	0,00
Terrains construits	0,40	0,00	0,00	0,40	0,40
Total	5,50	18,90	18,30	6,07	1,58

Source: Janssen L. (2008).

Comme l’indique la section suivante, ces différences sont dues principalement aux facteurs suivants:

- les données belges en matière de production, importations et exportations agricoles, en ce compris de viande, dans les bases de données de la FAO sont incomplètes et incorrectes dans certains cas;
- les données de rendements agricoles belges de la DGSIE sont plus élevées que celles de la FAO utilisées par le Global Footprint Network;
- les données d’occupation du sol utilisées par la DGSIE sont plus précises et montrent qu’une surface de sols plus importante que celle utilisée par le Global Footprint Network est couverte par des infrastructures en Belgique.

2.4.2. Qualité des données

Le calcul de la BC et de l'EE fait appel à un très grand nombre de variables. Les données relatives à la plupart des variables sont issues de bases de données internationales. Certaines données relatives à des variables plus spécifiques sont issues de travaux scientifiques. Les sources des variables utilisées dans le calcul de la BC et de l'EE sont présentées en annexe 2.

L'analyse faite par la DGSIE a permis de mettre en évidence plusieurs problèmes au niveau de la qualité des données utilisées par le Global footprint Network (GFN) pour calculer l'EE et la BC de la Belgique. A partir d'un tableau confrontant pour chaque variable la source utilisée par le GFN et celle utilisée par la DGSIE et commentant la qualité des données (voir annexe 3), plusieurs cas de figure relatifs à la qualité des données ont été identifiés. Ces cas sont décrits ci-dessous.

Cas 1: données de bonne qualité utilisées par le GFN.

- Les données de production primaire de bois provenant de l'Organisation des Nations unies pour l'agriculture et l'alimentation (FAO-*Food and Agriculture Organisation*).
- La plupart des données relatives à l'énergie provenant de l'Agence internationale de l'énergie.

Cas 2: données de mauvaise qualité, en ce compris trop anciennes, utilisées par le GFN car la Belgique ne les actualise pas suffisamment régulièrement auprès des organisations internationales.

- Les surfaces de forêts: les données n'ont pas été actualisées entre 2000 et 2005.
- Les rendements nationaux et les surfaces de certaines productions agricoles⁶¹.

Cas 3: données utilisées par le GFN pour lesquelles il existe des chiffres plus précis en Belgique.

- Les surfaces de terres arables, de pâturage, de forêts, de zones de pêche et de terrains construits provenant de la FAO: la DGSIE dispose de données plus précises pour toutes ces surfaces.
- Les données d'exportation et d'importation: la Banque nationale de Belgique (BNB) dispose d'une base de données, appelée *INTRASTAT*, qui contient des données plus détaillées que celles de la base de données *TradeSTAT* de la FAO.
- Les données sur les prises de poissons en mer provenant de la FAO: la DGSIE dispose de données plus précises.

Cas 4: données manquantes et/ou pour lesquelles des moyennes européennes ou mondiales ont été utilisées.

- Les données détaillées sur le mix alimentaire, l'efficacité alimentaire et le pourcentage de matières sèches: il n'existe notamment pas de données fiables sur la quantité et la sorte de

⁶¹ *Beans dry, beans green, carrots and turnips, flax fibre and tow, peas green, rapeseed oil, vegetable fats and oils, cow milk whole fresh, hen eggs in shell, sheep meat.*

fouillage nécessaire pour la production d'animaux de boucherie, ni sur le fouillage importé (et exporté).

- Les rendements en poissons des eaux.
- Les données de production et de rendement de l'énergie hydro-électrique.

Cas 5: données non prises en compte par le Global Footprint Network mais existantes au niveau belge.

- Les données de rendements et de surfaces de certaines productions agricoles, comme les tomates, les betteraves sucrières, le maïs, etc⁶².
- Les données de production de certains produits secondaires en bois⁶³.
- Les données sur les productions aquacoles.

Cas 6: données qui n'ont pas pu être investiguées par manque de temps.

- Les données d'importation et d'exportation de produits manufacturés pour lesquels l'énergie incorporée est calculée (la DGSIE n'a pas reçu de réponse à la demande posée).
- Les données sur l'énergie incorporée dans les produits manufacturés importés et exportés.
- Les taux d'extraction des produits agricoles primaires dans les produits secondaires.
- Le taux de mise en jachère.

Les données d'une série de constantes utilisées dans les comptes de l'EE et de la BC n'ont pas non plus pu être examinées, comme le taux de séquestration du CO₂ par les océans, par les forêts, etc.

Cette analyse met en évidence les éléments suivants:

- les différences de résultat entre le calcul effectué par le Global Footprint Network et le calcul effectué par la DGSIE proviennent en partie de la mauvaise qualité ou de l'absence de données belges dans les banques de données de la FAO. De telles différences n'ont pas été observées en France et en Suisse lorsque les experts de ces pays ont effectué des calculs similaires de l'EE et de la BC;
- le manque de connaissances des situations et conditions nationales affecte la qualité du calcul de l'empreinte et de la BC. Les quelques experts du Global Footprint Network qui calculent l'EE et la BC de chaque pays ne peuvent pas en connaître la situation et donc apprécier correctement la qualité des données qu'ils puisent dans les bases de données internationales: "*Gebrek aan ervaring met de plaatselijke situaties en omstandigheden maken deze beslissingen zeer moeilijk voor het Global Footprint Network en voorstellen omtrent de ontbrekende gegevens en mogelijke bronnen zijn van hun kant zeer welkom*"⁶⁴;

⁶² Appels, barley, beer of barley, chick peas, gooseberries, linseed, linseed oil, maize, maize oil, maize green, oats, onions, plums and sloes, potatoes, pumpkins squash and gourds, raspberries and other berries, rye, sugar beet, tobacco, tomatoes, wheat, chicken meat, pig meat, sheep milk whole fresh, turkey meat, wool.

⁶³ Coated Papers, Case Materials, Folding Boxboard, Wrapping Papers, Other Papers Packaging, Recovered Paper, Newsprint, Printing+Writing Paper, Other Paper+Paperboard, Household+Sanitary Paper.

⁶⁴ Janssen (2008).

- une grande partie des données est issue de travaux scientifiques. Sans nier la qualité de ces travaux, ces données devraient être validées par un comité d'experts pour crédibiliser la méthode de calcul de l'EE et de la BC;
- de nombreuses données utilisées par le Global Footprint Network n'ont pas pu être contrôlées dans le temps octroyé à ce travail d'analyse statistique effectué par la DGSIE pendant une période de stage. Ces données portant sur des sujets très techniques nécessiteraient une analyse plus approfondie.

3. Soutien possible à une stratégie de développement durable

Ce troisième chapitre fait la synthèse des différents enseignements tirés dans les deux chapitres précédents pour analyser le potentiel de l'EE et de la BC à soutenir la prise de décision en matière de développement durable, tout en répondant aux questions de recherches présentées dans le premier chapitre. Il montre que l'EE et la BC fournissent une information pertinente sur les liens entre modes de consommation et état du capital environnemental et cela dans une perspective mondiale, mais que de nombreux aspects conceptuels, normatifs, statistiques et méthodologiques doivent encore être approfondis et améliorés pour pouvoir utiliser correctement ces indicateurs dans le cadre d'une stratégie de développement durable.

3.1. Cadre conceptuel et normatif: réponses aux questions de recherche

Cette section apporte des éléments de réponse aux questions posées dans le chapitre 1 sur le cadre conceptuel (3.1.1) et normatif (3.1.2) des comptes de l'EE et de la BC afin de mieux comprendre l'information fournie par ces deux indicateurs. La compréhension des messages fournis par l'EE et la BC est d'autant plus importante que ces indicateurs ont un potentiel de communication élevé mais que le contenu de ces indicateurs n'est pas toujours maîtrisé par les destinataires de l'information comme cela ressort clairement d'une étude menée pour la DG environnement de la Commission européenne (voir Encadré 4 ci-dessous).

Encadré 4. Extraits des résultats d'une étude menée pour la Commission européenne sur l'empreinte écologique

A propos du potentiel de communication du concept d'empreinte écologique, les auteurs de l'étude reconnaissent que: *"The easy communication of a complex matter is one of the main strengths of the Ecological Footprint. The existing popularity of the indicator shows its suitability to address a broad public. (...) The Ecological Footprint is an intuitively appealing indicator (easy to communicate and understand with a strong conservation message)"*⁶⁵.

Mais ils reconnaissent aussi que le contenu de l'indicateur n'est pas toujours maîtrisé par les destinataires de l'information. *"While the basic concept of the Ecological Footprint (relating resource use to the capacity available to provides these resources) can be easily understood, its limitations (e.g. not addressing the use of non-renewable resources beyond the demand their use places on productive ecosystems; addressing waste products other than CO2 only to a very limited extent) are far less easily understood and therefore can lead to confusion about what the Ecological Footprint actually measures"*⁶⁶. La simplicité du concept n'est donc qu'apparente et peu de citoyens comprennent le contenu et les limites méthodologiques de l'indicateur.

Source: Ecologic, SERI, FOOT (2008).

⁶⁵ Ecologic, SERI, FOOT (2008).

⁶⁶ Ecologic, SERI, FOOT (2008). p. 51.

3.1.1. Qualité de l'EE et de la BC comme instrument de mesure du développement

Une première série de questions de recherche porte sur l'information fournie par l'EE et la BC et la qualité de ces indicateurs comme instrument de mesure du développement.

Que mesurent réellement l'EE et la BC?

L'EE informe de façon synthétique sur certaines pressions exercées par les modes de consommation et de production sur l'état de l'environnement et la BC informe sur l'état de l'environnement. Cette information permettant de relier les modes de consommation et de production (forces motrices du développement) à l'état de l'environnement est importante dans une perspective de développement durable, non seulement parce qu'elle relie des questions économiques à des questions environnementales, mais aussi parce qu'elle relie des questions de court terme relatives aux flux de consommation et de production à des questions de long terme portant sur l'état de l'environnement.

De plus, l'information fournie par l'EE et la BC a une dimension mondiale. Cette dimension mondiale est due au fait que l'EE est calculée à partir des consommations apparentes de produits primaires, et qu'elle prend donc en compte les flux d'importations et d'exportations de ces produits (voir 2.2.1). Elle intègre donc certaines pressions exercées par la consommation d'un pays sur le reste du monde. De plus, comme l'EE et la BC sont calculés par le GFN pour tous les pays, chaque pays peut comparer son EE à sa BC, mais aussi comparer l'EE moyenne de chaque habitant à la BC disponible pour chaque habitant au niveau de la planète.

Toutefois l'EE est définie par le GFN de façon trop ambitieuse par rapport à ce que mesure effectivement cet indicateur (voir 1.3). D'une part, sa définition laisse entendre que l'EE prend en compte toutes les ressources consommées par une population, alors qu'elle n'intègre que certaines de ces ressources dans son calcul. Cela est dû notamment à la disponibilité insuffisante de données relatives à d'autres ressources. D'autre part, sa définition sous-entend qu'elle prend en compte tous les déchets produits, alors que seules les émissions de CO₂ sont prises en compte et qu'elles le sont via une hypothèse de calcul qui consiste à convertir la consommation d'énergie fossile en un déchet (les émissions de CO₂). L'EE ne mesure donc que certaines pressions exercées sur l'environnement. Elle ne mesure pas les pollutions de l'air, les pollutions des sols, les pollutions des eaux, l'utilisation des ressources non-renouvelables, la désertification... Quant à la BC, elle ne reflète que certains éléments du capital environnemental. Elle ne mesure par exemple pas la qualité de l'air, des sols, des eaux ou encore l'état de la diversité biologique.

Comme l'EE et la BC ne couvrent pas tous les phénomènes environnementaux essentiels, ils doivent donc être complétés par d'autres indicateurs de développement durable pour informer sur les liens entre les composantes économique et environnementale du développement, comme le reconnaissent d'ailleurs les auteurs de l'EE et de la BC et comme mentionné dans les normes d'application définies par le GFN.

Mais est-il possible de relier l'EE et la BC à d'autres indicateurs de développement durable (IDD) et de communiquer clairement sur l'interdépendance entre l'EE et les autres IDD sur le développement de la société ? Quelle information complémentaire et pertinente apportent ces deux indicateurs par rapport aux indicateurs de développement durable existant ?

Comme le calcul de l'EE est effectué à partir des données de production, importations et exportations de plusieurs produits, il fait intervenir entièrement ou partiellement certains IDD de forces motrices ou de pressions faisant généralement partie des tableaux d'indicateurs de développement durable. Par exemple, l'indicateur relatif à la consommation de viande dans le tableau de 88 indicateurs de développement durable présenté dans le 5^{ème} Rapport fédéral sur le développement durable intervient pleinement dans l'empreinte. Les indicateurs relatifs à la consommation d'énergie et aux émissions de GES n'interviennent quant à eux que partiellement dans l'empreinte, notamment parce que seules les émissions de CO₂ sont prises en compte dans le calcul de l'empreinte écologique⁶⁷.

Cette information fournie par l'EE sur les émissions de CO₂ fait donc largement double-emploi avec les indicateurs relatifs à la consommation d'énergie et aux émissions de GES qui se trouvent dans la plupart des tableaux d'IDD. En revanche, l'information couverte par l'EE et la BC qui est plus rarement présente dans les tableaux d'IDD est celle relative à l'espace occupé au sol pour nos besoins alimentaires par rapport à l'espace au sol disponible. Cette information peut se révéler utile pour la gestion durable du système alimentaire.

3.1.2. Soutien à la définition et au suivi des objectifs et politiques de développement durable

Une deuxième série de questions de recherche identifiée au chapitre 1 concerne la capacité à définir et à suivre les objectifs et les politiques de développement durable, notamment parce que la BC est proposée comme une norme aux activités humaines.

Quel est le fondement de la biocapacité comme norme aux activités humaines ?

La BC, qui est présentée comme une norme par le GFN, est calculée sur la base de la capacité de certains écosystèmes à rendre certains services au niveau d'un pays ou de la planète et c'est à elle qu'est comparée l'empreinte écologique. Sa formule n'a été validée ni par un panel international de scientifiques (comme les limites en matière de concentration étudiées par le GIEC) ni par un accord politique multilatéral (comme la Convention sur le Climat ou le Protocole de Kyoto). Et cette norme n'a encore jamais fait l'objet d'un accord politique⁶⁸ à un niveau régional ou national.

⁶⁷ Signalons que ce sont les émissions de CO₂ due à la consommation apparente d'énergie fossile.

⁶⁸ Signalons qu'en France, les députés du parti Les Verts ont présenté le mardi 20 janvier 2009 une proposition de loi tendant à réduire l'EE nationale de 50% d'ici 2025, avec évaluation avant fin 2012 de l'EE des régions. Cette proposition a été rejetée en 1^{ère} lecture par l'Assemblée nationale le 20 janvier 2009 (Assemblée nationale 2009).

D'après le GFN, l'indicateur d'EE de l'ensemble des habitants de la planète ne devrait pas dépasser celui de la BC de la planète. Mais la question délicate de la répartition de cette BC entre les pays de la planète est encore loin d'avoir fait l'objet d'un accord international, voire même d'avoir été débattue au niveau multilatéral. Un pays comme la Belgique est qualifié de débiteur quand son EE est comparée à sa BC tandis que l'Australie est qualifiée de créditeur car son EE est inférieure à sa BC (voir 2.4). Mais lorsque l'EE par habitant de ces deux pays est comparée à la BC mondiale par habitant, ces deux pays présentent tous les deux une EE par habitant supérieure à la BC mondiale par habitant et l'EE par habitant de l'Australie dépasse celle de la Belgique⁶⁹. Or, le GFN souhaite que les données nationales d'EE et de BC servent de base à la négociation entre Etats et que seule la différence au niveau mondial entre EE et BC ait une signification sur le plan prescriptif⁷⁰.

Par ailleurs, la BC n'est pas mesurée sur la base de technologies et de modes de gestion respectueux de l'environnement. Les rendements exprimés en hectares globaux qui entrent dans le calcul de la BC sont calculés en tenant compte des techniques agricoles en vigueur actuellement qui sont, en grande majorité, très intensives en intrants agricoles et détériorent l'état du capital environnemental (sans même mentionner les problèmes qu'elles créent en termes de développement humain). Par conséquent, les rendements des terres arables pris en compte dans le calcul de la BC par le GFN peuvent être supérieurs au taux naturel de régénération de ces terres. Si c'est le cas, la BC des terres arables est surestimée.

De plus, comme l'EE et la BC ne couvrent que quelques problèmes environnementaux, même si un pays comme la Belgique parvenait à réduire son EE par habitant de façon à être inférieure à la BC mondiale par habitant, cela ne signifierait pas qu'il a résolu tous les problèmes environnementaux ou qu'il n'exerce pas de pressions négatives excessives sur l'environnement. Donc le respect de cette norme proposée par le GFN est éventuellement nécessaire mais certainement pas suffisant pour s'orienter vers un développement durable dans l'état actuel des connaissances.

Est-il néanmoins possible de communiquer plus clairement sur les liens entre le couple EE et BC et les objectifs politiques adoptés démocratiquement par la société ?

L'EE et la BC concernent deux objectifs primordiaux du Plan de mise en œuvre du Sommet mondial de Johannesburg: "*changer les modes de consommation et de production non durables*" et "*protéger et gérer l'environnement en tant que base du développement économique et social*"⁷¹, mais n'abordent absolument pas la composante sociale de ces objectifs.

Par ailleurs, l'EE et la BC couvrent des problématiques environnementales qui font, séparément, l'objet d'accords et d'objectifs politiques à différents niveaux. C'est le cas par exemple des objectifs internationaux relatifs aux émissions de GES dans la Convention cadre sur les changements

⁶⁹ Données de 2005. Voir WWF (2008c).

⁷⁰ voir WWF (2006).

⁷¹ ONU (2002).

climatiques et des objectifs européens relatifs aux zones protégées dans le cadre de Natura 2000. Pour que l'EE et la BC puissent aider la prise et le suivi de décisions stratégiques, leur sensibilité aux progrès vers des objectifs comme ceux définis dans ces deux domaines devraient pouvoir être mise en évidence. Toutefois, le lien entre l'objectif de réduction des émissions de GES entre 1990 et 2008-2012 découlant du Protocole de Kyoto et l'objectif de réduction de l'EE n'est pas évident. De même celui entre les objectifs européens fixés par les directives Habitats⁷² et Oiseaux⁷³ qui prévoient respectivement des zones spéciales de conservation et de zones de protection spéciale et l'objectif de réduction de l'EE l'est moins encore. Force est de constater que le but des concepteurs de ces indicateurs a été de confronter l'évolution des modes de consommation à une norme statistique absolue et non aux normes des engagements politiques.

Quelle est alors la possibilité d'élaborer à partir de l'EE et de la BC des réponses politiques capables d'orienter le développement de la société vers un développement durable ?

Pour réduire son déficit écologique, un gouvernement peut soit réduire son EE (à BC constante), soit augmenter sa BC (à EE constante).

Concernant la possibilité de réduire l'EE, le calcul de l'EE montre que l'EE dépend de la consommation apparente (quantités produites + importées - exportées) de produits primaires entrant dans le calcul de l'EE, du rendement moyen mondial des différents types de surfaces de terres et d'eaux et du facteur d'équivalence (voir 2.2). L'influence d'un gouvernement national sur le rendement moyen mondial des différents types de surfaces et sur le facteur d'équivalence étant assez faible, un gouvernement peut essentiellement réduire son EE en agissant sur la consommation apparente, c'est-à-dire en réduisant les quantités produites et importées et/ou en augmentant les quantités exportées de produits pris en compte dans le calcul de l'EE. Remarquons ici que l'augmentation des quantités exportées aura cependant des répercussions sur l'EE d'autres pays.

Concernant la possibilité d'augmenter la BC, le calcul de la BC montre que la BC dépend des surfaces existantes, du facteur de rendement et du facteur d'équivalence (voir 2.1). Certaines mesures ayant pour objectif d'augmenter la BC pourraient avoir des effets négatifs sur l'état de l'environnement. Pour augmenter sa BC, un gouvernement peut soit convertir certaines surfaces ayant des rendements faibles en surfaces ayant des rendements plus élevés, soit augmenter les rendements des surfaces de terres et d'eaux existantes, soit accroître les surfaces disponibles en achetant des terres à l'étranger. Lenzen, Hansson et Bond (2007) ont mis en évidence plusieurs cas de figure où une mesure visant à accroître la BC peut se révéler globalement plus dommageable pour l'état de l'environnement⁷⁴. Ces cas de figure sont décrits dans l'encadré 5 ci-dessous.

⁷² EU (1992).

⁷³ EU (1979).

⁷⁴ Lenzen *et al.* (2007), p. 7.

Encadré 5. Cas de figure où une mesure visant à accroître la BC peut se révéler globalement plus dommageable pour l'état de l'environnement

Un gouvernement pourrait convertir des forêts naturelles en monocultures d'arbres pour réduire son déficit écologique. Les monocultures d'arbres présentent en effet des rendements biologiques plus élevés que les forêts naturelles selon la méthode actuelle de l'EE et de la BC. Or, cette conversion est reconnue comme une menace très importante pour la diversité biologique.

Un gouvernement pourrait aussi favoriser l'agriculture conventionnelle au détriment de l'agriculture biologique car à l'heure actuelle l'agriculture conventionnelle présente en moyenne et à court terme des rendements plus élevés que l'agriculture biologique. Or, les intrants utilisés dans l'agriculture conventionnelle, comme les engrais inorganiques et les pesticides, sont aussi à la base de pressions négatives exercées sur la diversité biologique.

Un gouvernement aurait aussi intérêt à réduire sa superficie de forêts et à accroître sa superficie de terres agricoles pour réduire le déficit écologique de son pays car le facteur d'équivalence (facteur qui permet de normaliser les différents types de surfaces) des forêts est plus faible que celui des terres agricoles.

Un gouvernement aurait aussi intérêt à favoriser l'élevage intensif au détriment de l'élevage extensif pour réduire le déficit écologique de son pays car le rendement des surfaces consacrées à l'élevage intensif est plus élevé que celui des surfaces consacrées à l'élevage extensif. Or, ce dernier type d'élevage favorise la diversité biologique et accroît la fertilité de certains sols très appauvris.

Un gouvernement aurait aussi intérêt à accroître la superficie de son territoire pour réduire son déficit écologique. En achetant des terres à l'étranger, un gouvernement peut augmenter la superficie de son territoire et ainsi sa BC, ce qui à EE constante, entraîne une diminution de son déficit écologique. Mais le rachat de terres à l'étranger peut avoir des effets sociaux, économiques, voire environnementaux négatifs dans les pays où ces terres sont rachetées.

Source: sur la base de Lenzen M. *et al.* (2007).

Bien qu'il ne soit pas dans l'intention des auteurs de l'EE et de la BC de promouvoir de telles actions, ces risques de mauvaise interprétation et utilisation sont à prendre en considération tant dans l'interprétation des évolutions enregistrées que dans une stratégie de développement durable.

3.2. Cadre comptable: réponses aux questions de recherche

Cette section fournit des éléments de réponse aux questions relatives aux liens entre les comptes de l'EE et de la BC (3.2.1) et les comptes nationaux, et à la qualité des comptes de l'EE et de la BC (3.2.2).

3.2.1. Liens avec les comptes nationaux

Une troisième série de questions de recherche porte sur les liens entre le couple EE et BC et les indicateurs issus des comptes nationaux puisque l'EE et la BC sont des indicateurs agrégés issus d'un système de comptes et construits à partir de données de consommation (qui font aussi partie des comptes nationaux).

Quels sont les avantages et désavantages liés au fait que l'EE et de la BC sont des indicateurs agrégés issus d'un système de comptes exprimés en hectares globaux?

Une grande force de l'EE et de la BC est d'exprimer plusieurs problématiques environnementales en une unité commune de mesure, l'hectare global (voir 2.1 et 2.2). Cette unité commune permet, à partir d'un système de comptes, d'agréger des pressions exercées sur l'état de

l'environnement pour calculer l'EE et d'agréger plusieurs éléments du capital environnemental pour calculer la BC. L'EE et la BC sont donc des indicateurs synthétiques agrégés. Cela leur donne certains avantages non négligeables pour la compréhension de l'évolution de ces indicateurs qui sont de:

- ne pas être influencés par des facteurs de pondération qui présentent un caractère arbitraire, comme le sont les indicateurs synthétiques environnementaux composites;
- pouvoir être décomposés et de pouvoir ainsi connaître la part de chaque composant de l'EE et de la BC.

A côté de ces avantages, il faut cependant signaler que l'unité "hectare global" dans laquelle sont exprimés l'EE et la BC est une unité conventionnelle. Il est par conséquent difficile de relier l'EE et la BC à d'autres indicateurs environnementaux.

Par ailleurs, la structure des comptes de l'EE et de la BC étant organisée selon les différents types de surfaces de terres et d'eaux et non selon les catégories de produits primaires, il n'est pas directement possible de décomposer l'EE en empreintes de chaque produit primaire. Par exemple, la consommation de viande est convertie en surface de pâturages, de terres agricoles, des zones de pêche et de sols énergétiques. Les comptes de l'EE permettent de la décomposer selon les empreintes de ces différents types de surface, mais pas selon les empreintes des produits comme la viande.

Quelles sont les possibilités de liens avec les comptes nationaux ?

Reposant sur un système de comptes faisant appel à des données de consommation apparente (production, importations, exportations) exprimées en unités physiques, la question du lien entre les comptes de l'EE et de la BC et les comptes nationaux est importante. A l'heure actuelle, comme indiqué dans le chapitre 1, l'EE mesure l'empreinte de certaines activités économiques sur l'état de l'environnement sans pour autant être reliée aux systèmes comptables qui permettent d'enregistrer et de réguler ces activités. Par conséquent, les liens entre l'EE et des indicateurs synthétiques importants comme le produit intérieur brut (PIB) ou l'indicateur de développement humain (qui incorpore une formule liée au PIB) ne sont pas encore clarifiés. Et une question a priori évidente comme "quelles sont les parts des activités comptabilisées dans le PIB qui sont et qui ne sont pas prises en compte dans le calcul de l'EE ?" n'a pas encore reçu de réponse.

Si les comptes de l'EE et de la BC sont aujourd'hui déconnectés des comptes nationaux, il est envisageable de les y relier. Des travaux sont en cours à ce sujet. Un programme de recherche du septième programme-cadre de la Commission européenne intitulé *One planet economy network: Europe*⁷⁵ est notamment consacré à cette question.

⁷⁵ Ce projet de recherche est coordonné par WWF-UK et fait intervenir plusieurs organisations: le Global Footprint Network, l'institut de recherche SERI en Autriche, l'institut de recherche Ecologic en Allemagne, l'Institute for Environmental Policy au Royaume-Uni et des départements d'universités de Norvège, des Pays-Bas et du Royaume-Uni (voir: http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=FP7_PROJ_EN&ACTION=D&DOC=1&CAT=PROJ&RCN=91316).

Néanmoins, des difficultés importantes sont à surmonter pour pouvoir relier ces deux types de comptes.

Une première difficulté est liée au fait que les nomenclatures utilisées dans les comptes de l'EE et de la BC ne correspondent pas à celles utilisées en comptabilité nationale. Il est donc nécessaire de passer d'une nomenclature à l'autre pour relier ces comptes. Comme ce type de travail nécessite de faire de nombreuses hypothèses, la question posée est de savoir s'il est possible de relier ces deux types de comptes tout en maintenant des informations de qualité suffisante.

Une deuxième difficulté porte sur la cohérence entre les règles utilisées dans les comptes nationaux et dans les comptes de l'EE et de la BC. Par exemple, le Global Footprint Network additionne différents flux de consommation (ex: la consommation de produits agricoles) et des stocks, à savoir les infrastructures prises en compte par leur occupation du sol. Cette approche répond à des règles qui dérogent aux principes comptables différenciant les comptes de flux des comptes de stocks. La question posée ici est de savoir s'il est possible de relier des indicateurs qui sont construits à partir de systèmes de comptes répondant à des règles et principes si différents.

Quelle information spécifique apportent l'EE et la BC par rapport aux indicateurs qui peuvent être construits à partir des comptes de sol ?

Parmi les comptes satellites aux comptes nationaux, existent des comptes de sol qui permettent de construire des indicateurs d'utilisation des sols par les secteurs économiques (voir 1.2.3). Ces indicateurs présentent l'avantage par rapport aux comptes de l'EE et de la BC de pouvoir être reliés aux comptes nationaux et de ne pas utiliser une unité de compte fictive. Néanmoins, ces comptes sont encore peu développés. Leur développement nécessiterait des moyens financiers et humains importants comme, d'ailleurs, le développement des comptes de l'EE et de la BC. Cela pose la question de l'allocation des moyens entre le développement des différents types de comptes pour développer des indicateurs pertinents pour la prise de décision tout en veillant à la cohérence des systèmes existants et à l'économie de moyens.

3.2.2. Qualité et statut des comptes de l'EE et de la BC

Une quatrième série de questions de recherche à laquelle cette section apporte des éléments de réponse concerne la qualité des comptes de la BC et de l'EE. Les comptes de l'EE et de la BC sont élaborés par le Global Footprint Network qui est une organisation non gouvernementale et ils ont donc été développés en dehors des structures officielles qui gouvernent les comptes nationaux. Bien que le Global Footprint Network ait mis en place un comité chargé de veiller à la qualité de la méthode comptable, la définition des concepts, les règles de comptabilisation et les données n'ont pas été soumises aux procédures et aux confrontations systématiques entre approches nationales dans le cadre desquelles ont été développés les comptes nationaux. Ces longs processus ont débouché sur des accords intergouvernementaux qui ont progressivement assuré la qualité de la terminologie, de la méthode et des données utilisées. C'est parce qu'ils

ont été développés en dehors de tels processus que les questions posées sur la qualité et le statut des comptes de l'EE et de la BC sont assez considérables.

Quelle est la qualité de la terminologie ?

La terminologie utilisée par le GFN manque actuellement de rigueur:

- plusieurs termes sont utilisés pour parler d'un même objet, ou bien d'objets reliés entre eux sans que ces liens soient clarifiés. C'est le cas des termes "ressources", "ressources renouvelables", "matière biologique". La définition de l'EE parle de "ressources", voir aussi parfois de "ressources renouvelables", alors que la définition de la BC utilise le concept de "matière biologique" (voir 1.2 et 1.3). Le lien entre ces deux concepts n'est pas expliqué et ils ne sont d'ailleurs pas définis dans le glossaire du Global Footprint Network. C'est aussi le cas des termes "sols", "surfaces", "terres" qui gagneraient à être clarifiés (voir 1.2);
- les rapports du Global Footprint Network et du WWF présentent les résultats de l'EE par type de surface: empreinte des terres agricoles, empreinte des pâturages ou encore empreinte des forêts. Ces termes sont ambigus car le mot empreinte signifie "marque résultant de la pression d'un objet sur un autre"⁷⁶ et donc l'expression empreinte des terres agricoles ou empreinte des pâturages n'a pas de sens, voire est une tautologie (voir 1.3). C'est bien de l'empreinte des différentes catégories de produits dont il faudrait parler et d'empreinte sur les terres agricoles, sur les pâturages et sur les forêts.

Est-ce que la méthode est assez robuste ?

Les règles de comptabilisation de l'EE et de la BC se réfèrent à des questions scientifiques et/ou politiques essentielles comme l'indiquent les exemples ci-dessous. L'absence de procédures officielles pour fixer ces règles dessert la qualité des comptes de l'EE et de la BC. De plus, ces règles sont encore régulièrement modifiées par le Global Footprint Network, ce qui montre d'une part la volonté du Global Footprint Network d'améliorer la qualité des comptes de l'EE et de la BC, mais montre également le manque de stabilité de ces comptes à l'heure actuelle.

- La décision du Global Footprint Network de ne plus prendre en compte l'énergie nucléaire dans les comptes de l'EE a été décidée pour des raisons techniques. Cette décision qui revient à suggérer que cette forme d'énergie n'a pas d'empreinte écologique, influence fortement les résultats de l'EE des pays et donne une image de l'EE des pays très différente de ce qu'elle était lorsque l'énergie nucléaire était comptabilisée.
- La méthode de conversion de la consommation d'énergie fossile en sols énergétiques fait l'objet de plusieurs critiques qui sont reconnues par les auteurs de l'EE:
 - la combustion de combustibles fossiles émet d'autres polluants que du CO₂. Ces autres polluants ne sont pas intégrés dans le calcul de l'EE ;
 - avec le temps, la capacité d'absorption du CO₂ par les forêts diminue, car cette capacité d'absorption est plus grande quand les forêts sont jeunes que lorsqu'elles sont arrivées à maturité;

⁷⁶ Académie française (2009).

- le risque que la séquestration du CO₂ soit perçue comme la solution au changement climatique.
- La règle suivie par le Global Footprint Network qui consiste à éviter les doubles comptages introduit un biais entre la BC et l'EE en ce qui concerne la consommation d'énergie fossile. Les comptes de la BC ne contiennent aucune surface capable de séquestrer le CO₂ pour éviter un double comptage (les forêts servent uniquement à produire du bois -voir 2.1.1). En revanche, la consommation d'énergie fossile est prise en compte dans les comptes de l'EE au travers d'un nombre d'hectares de forêts nécessaires pour séquestrer le CO₂. La compatibilité de cette règle avec les travaux effectués dans la convention-cadre sur les changements climatiques est par ailleurs loin d'être établie et pour le moins en débat.
- Le fait que l'EE de la production pour les produits agricoles puisse être supérieure à la BC des terres arables sur lesquels ces produits sont cultivés est dû à la méthode de calcul mais n'est pas logique puisque la dégradation de la qualité des sols n'est pas intégrée dans le calcul de l'EE. Le Global Footprint Network a apparemment modifié les comptes de l'EE et de la BC en 2009 pour éviter ce cas de figure.

Par ailleurs, l'existence à côté de la méthode comptable (approche macro –*compound approach*) développée par le Global Footprint Network d'une méthode de calcul de l'EE à un niveau micro (*component approach*) basée sur des analyses de cycle de vie (voir chapitre 2) accroît le besoin de robustesse et de cohérence méthodologique. A l'heure actuelle, ces approches macro et micro de l'EE reposent sur un concept identique, mais sur des méthodes de calcul souvent différentes. Les résultats des calculs d'EE selon ces deux approches ne sont donc pas toujours comparables.

Quelle est la qualité des données ? Sont-elles vérifiées par les Etats ?

La plupart des données nationales utilisées par le Global Footprint Network dans les comptes de l'EE et de la BC proviennent des banques de données des organisations internationales, en particulier de la FAO. Ces banques de données sont alimentées par les Etats. La qualité des données dépend par conséquent du travail effectué par chaque Etat non seulement pour ses besoins statistiques propres mais en outre pour alimenter ces bases de données internationales. Cette alimentation n'est automatique que lorsqu'elle est rendue obligatoire.

Le calcul de l'EE fait par la DGSIE a montré d'importantes lacunes dans les données belges disponibles dans les banques de données de la FAO. Par conséquent, les résultats de l'EE et de la BC avec les données existant au niveau belge présentent de grandes différences par rapport au calcul effectué par le Global Footprint Network (voir 2.4). De telles différences n'ont pas été enregistrées en Suisse et en France où des calculs similaires ont été effectués.

La qualité des résultats de l'EE et de la BC dépend aussi de la qualité et de l'actualisation régulière de nombreux facteurs de conversion comme les taux d'extraction, les mix alimentaires, les PPR et APP... Les données utilisées pour ces facteurs proviennent de divers travaux scientifiques dont les résultats n'ont pas été validés par une organisation officielle internationale. Quant à l'actualisation, celle-ci est peu fréquente. Les taux d'extraction n'ont par exemple pas

été modifiés dans les comptes de l'EE et de la BC depuis 1961. Le rapport commandé par l'IBGE à la société RDC concluait que: "*La disponibilité et la finesse des données nécessaires au calcul de l'empreinte écologique ne permettent une réévaluation complète qu'à une échelle comprise entre 5 et 10 ans. Toutefois, même avec cet intervalle, certaines données restent imprécises et sont des ajustements de données nationales. Un suivi n'est donc pas applicable en pratique*". Sans être aussi affirmatif sur la difficulté d'actualiser les comptes de l'EE et de la BC, il faut néanmoins souligner que le travail d'actualisation de ces facteurs de conversion est certainement lourd et coûteux.

4. Bibliographie

- Académie française (2009). *Dictionnaire de l'Académie française, neuvième édition. Version informatisée*. <http://atilf.atilf.fr/academie9.htm> (consulté le 16/12/2009).
- Assemblée nationale (2009). *Site de l'Assemblée nationale*. http://www.assemblee-nationale.fr/13/dossiers/empreinte_ecologique.asp#PDT (consulté le 22 juin 2009).
- CCE (2005). *Communication de M. Alumnia aux membres de la Commission. Indicateurs de développement durable pour suivre la mise en œuvre de la stratégie de développement durable de l'UE*. SEC (2005) 161 final.
- Crummey E. *et al.* (2008). *Ecological footprint accounts*. A backgrounder for a workshop at York University February 7/8 2008. 18 January 2008.
- Ecologic, SERI, FOOT (2008). *Potential of the Ecological Footprint for monitoring environmental impacts from natural resource use. Analysis of the potential of the Ecological Footprint and related assessment tools for use in the EU's Thematic Strategy on the Sustainable Use of Natural Resources. Report to the European Commission, DG Environment. Final Report*. May 2008.
- EEA (2004). *CORINE Land Cover 2000, Database Belgium per municipality*. European Environment Agency. Copenhagen.
- EEA (2006). *Land accounts for Europe 1990-2000. Towards integrated land and ecosystem accounting*. Copenhagen: EEA.
- EU (1992). 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*. *Journal officiel de l'Union européenne*. L206 du 22/07/1992, pp. 7-50.
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31992L0043:FR:HTML>
(consulté le 25/08/2009).
- EU (1979). Directive 79/409/CEE. du Conseil du 2 avril 1979 *concernant la conservation des oiseaux sauvages*. *Journal officiel de l'Union européenne*. L103 du 25/04/1979, pp. 1-18. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1979:103:0001:005:FR:HTML> (consulté le 25/08/2009).
- European Commission, Joint Research Centre – ESTO – IPTS (2006) *Environmental Impact of Products (EIPRO) Analysis of the life cycle environmental impacts related to the final consumption of the EU-25*. EUR 22284 EN http://ec.europa.eu/environment/ipp/pdf/eipro_report.pdf
(consulté le 16/12/2009).
- Eurostat (2009). *Website. Statistics. National accounts*.
http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/national_accounts/introduction (consulté le 10 novembre 2009).
- FAO (2000). *Mesure du potentiel des terres agricoles*. Focus/2000.
<http://www.fao.org/ag/fr/magazine/0012sp1.htm> (consulté le 21 avril 2009).

- GFN (2006). *Ecological Footprint Glossary*. <http://www.footprintnetwork.org> (consulté le 1^{er} septembre 2009).
- GFN (2007). *Guidebook to the National Footprint Accounts 2007*. Global Footprint Network: Oakland.
- GFN (2008a). *Calculation methodology for the national Footprint accounts*, 2008 Edition. Global Footprint Network: Oakland.
- GFN (2008b). *The ecological footprint. Atlas 2008*. 28 October 2008. Global Footprint Network: Oakland.
- GFN (2008c). *Guidebook to the national footprint accounts 2008*. Global Footprint Network: Oakland.
- GFN (2009a). *Internet site - Glossary*.
<http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/glossary/> (consulté le 26 mai 2009).
- GFN (2009b). *Today is Earth Overshoot Day*. <http://www.footprintnetwork.org> (consulté le 30/09/2009).
- GFN (2010). *Internet site-Footprint science. Frequently asked technical questions*.
http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/footprint_calculator_frequently_asked_questions/#gen4 (consulté le 06/10/2010)
- Gondran N. et Boutaud A. (2009). *L'empreinte écologique*. p. 49. Collection Repères. Paris: La Découverte.
- Greenfacts (2008). *Glossaire*. <http://www.greenfacts.org/fr/glossaire/mno/niveau-trophique.htm> (consulté le 25 mai 2009).
- Insee (2009). *Site Internet Définitions et méthodes*.
<http://www.insee.fr/fr/methodes/default.asp?page=definitions/tableau-entrees-sorties.htm> (consulté le 27 avril 2009).
- Janssen L. (2008). *De ecologische voetafdruk van België*. ADSEI. Thematische directie Territorium. FOD Economie, K.M.O, Middenstand en Energie.
- Lenzen M. et al. (2007). *On the bioproductivity and land-disturbance metrics of the Ecological Footprint*. in *Ecological Economics*. Elsevier.
- Kitzes Justin et al. (2007). *Current Methods for Calculating National Ecological Footprint Accounts*. Science for Environment & Sustainable Society Vol. 4 n°1 (2005), p. 7.
- OCDE (2009). *Site Internet: Comptes nationaux annuels*. Direction des statistiques.
http://www.oecd.org/departement/0,3355,fr_2649_34259_1_1_1_1_1,00.html (consulté le 27 avril 2009).
- OCDE – IEA (2008). *World Energy Outlook 2008*. Paris: IEA.

- Office fédéral de la statistique (2006). *L'empreinte écologique de la Suisse. Une contribution au débat sur la durabilité*. Confédération suisse. Neuchâtel.
- ONU (2002). *Plan de mise en œuvre du Sommet mondial pour le développement durable*. Organisation des Nations unies.
http://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD_POI_PD/French/POIToc.htm (consulté le 17/08/2009).
- Piguet F.P. et al. (2007). *L'empreinte écologique: un indicateur ambigu*, *Futuribles* 334, pp. 5-24, octobre 2007.
- RDC environnement (2008). *Étude préparatoire pour l'évaluation de l'empreinte écologique des activités localisées en région de Bruxelles*. Étude réalisée pour l'IBGE. 12 novembre 2008.
- Stiglitz J. E., Sen A., Fitoussi J-P (2010). *Rapport CMPES. Rapport de la Commission sur la mesure des performances économiques et du progrès social*. France.
- Redefining Progress (2009). *Partie du site consacrée à l'empreinte écologique de la consommation d'énergie*. <http://www.rprogress.org/> (consulté le 15/05/2008).
- Talberth John et Venetoulis Jason (2009). *Refining the Ecological Footprint. Redefining Progress*. http://www.rprogress.org/energyfootprint/_f/Venetoulis_and_Talberth.pdf#search=%22gaez%22. (consulté le 11 mai 2010).
- UN-General Assembly (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development. Our common Future*. A42/427. p. 24.
- UN (2009). *Website. Methods and classifications. National accounts*.
<http://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/default.asp> (consulté le 10 novembre 2009).
- Van Den Berghe S. et de Villers J. (2002). *Comptes nationaux environnementaux - Outil d'une politique de développement durable*. Planning Paper 90. Bureau fédéral du Plan. Bruxelles.
- Van Niel J. (2005). *Méthodologie de l'empreinte écologique: aperçu*. Institut Angenius. Juin 2005.
<http://2005fr.ingenius.net/tiki-index.php?page=M%C3%A9thodologie%20empreinte%20%C3%A9cologique> (consulté le 15 mars 2009).
- Wackernaegel Mathis et Rees William (1996). *Our ecological footprint: reducing human impact on earth* Gabriola Island: New Society Publishers.
- Wackernagel M. et al. (2005). *National Footprint and Biocapacity Accounts 2005: The underlying calculation method*. 25 May 2005. Global Footprint Network: Oakland. p.7.
- Wiedmann T. et Barrett J. (2005). *The use of input-output analysis in REAP to allocate Ecological Footprint and material flows to final consumption categories*. February 2005. Stockholm Environment Institute. SEI: York.

- WWF (2005). *Europe 2005. The ecological footprint*.
<http://www.ourplanet.com/imgversn/footprint/Europe%202005%20Ecological%20Footprint.pdf> (consulté le 16/12/2009).
- WWF (2006). *Rapport Planète vivante 2006*. WWF international: Gland.
<http://assets.panda.org/downloads/lpr2006fr.pdf> (consulté le 16/12/2009).
- WWF (2008a). *Empreinte écologique France et Belgique. Supplément au rapport Planète vivante 2008*.
p. 3. http://www.wwf.be/_media/LPR-supplement-2008-FR_726468.pdf (consulté le 24 avril 2009).
- WWF (2008b). *L'empreinte écologique du belge*. <http://www.wwf.be/fr/?inc=page&pageid=308> (consulté le 04 mai 2009).
- WWF (2008c). *Rapport Planète Vivante 2008*. World Wide Fund for Nature, Global Footprint Network. p. 2. http://www.wwf.fr/pdf/LPR_2008_FR.pdf (consulté le 12/08/2009).
- WWF. *L'empreinte écologique du belge*. <http://www.wwf.be/fr/?inc=page&pageid=308> (consulté le 04 mai 2009)

Liste des abréviations

ACV	Analyse de cycle de vie
APP	Available primary production
BC	Biocapacité
CFC	Chlorofluorocarbones
CMPEPS	Commission pour la mesure des performances économiques et du progrès social
CN	Comptes nationaux
DGSIE	Direction générale statistique et information économique
EE	Empreinte écologique
FAO	Food and Agriculture Organisation
GFN	Global Footprint Network
IDD	Indicateur de développement durable
NAMEA	National Accounts Matrix including Environmental Accounts
NFA	National Footprint Accounts
PCB	Polychlorobiphényles
PIB	Produit intérieur brut
PPR	Primary production requirement
SEEA	SEEA-System of Environmental and Economic Accounts
TES	Tableaux d'entrées-sorties
WP	Working paper
WWF	World Wide Fund For Nature

5. Annexes

Annexe 1. Comptabilisation de la consommation d'énergie, de viande et de poisson dans l'empreinte écologique

Pour certains produits primaires, le calcul de l'empreinte écologique (EE) est plus complexe que ce qui a été évoqué dans la section 2.2. Ces produits sont l'énergie, la viande et les poissons. Cette annexe apporte plus de précisions sur le calcul de l'EE de ces produits.

a. Comptabilisation de la consommation d'énergie

L'EE de la consommation d'énergie est la composante la plus importante de l'EE au niveau mondial. En 2005, sa part dans l'EE totale était de 52 % dans le monde, de 63 % dans les pays à revenu élevé, de 45,5% dans les pays à revenu moyen et de 26 % dans les pays à faible revenu⁷⁷. En Belgique, selon les calculs récents de la DGSIE, elle représentait 30 %⁷⁸ de l'EE totale en 2003⁷⁹.

Le calcul de l'EE de la consommation d'énergie prend en compte les principales sources d'énergie primaire utilisées actuellement: combustibles fossiles, énergie hydraulique, biomasse et énergie nucléaire (cette dernière n'est plus prise en compte dans les comptes 2008 du Global Footprint Network). Ces sources d'énergie représentent 99 % de la consommation d'énergie primaire au niveau mondial⁸⁰. Les autres sources d'énergie primaire que sont l'énergie solaire, la géothermie et, l'énergie venant des déchets ne sont pas comptabilisées car ces sources d'énergie sont négligeables à l'heure actuelle et aussi pour éviter des doubles comptages⁸¹.

Pour les principales sources d'énergie primaire à l'heure actuelle, le calcul de l'EE varie en fonction de la source d'énergie.

Biomasse

La consommation de biomasse est intégrée dans le calcul de l'EE au travers de l'EE des produits venant de l'agriculture et de la sylviculture. L'EE de la biomasse est donc calculée comme celle d'un produit agricole ou d'un produit en bois.

⁷⁷ WWF (2008c), p. 32.

⁷⁸ Cette part est particulièrement faible en comparaison à la part des pays à revenu élevé et à la part calculée pour la Belgique par le GFN en 2005 qui est de 49 %. Cela est dû au fait que l'EE totale calculée par la DGSIE est beaucoup plus élevée que celle calculée par le GFN. Cette différence s'explique à son tour par le fait que l'EE des terres arables est beaucoup plus élevée dans les calculs de la DGSIE que dans les calculs du GFN.

⁷⁹ Les données ne sont pas fournies pour la même année au niveau mondial et en Belgique pour deux raisons: (1) en 2003 les données mondiales regroupaient la Belgique et le Luxembourg et (2) les calculs de la DGSIE ont uniquement été faits pour l'année 2003. De plus, les résultats de l'EE du GFN ont peu varié entre 2003 et 2005.

⁸⁰ OCDE - IEA (2008), p. 506.

⁸¹ Dans le cas par exemple des panneaux solaires, ces derniers sont la plupart du temps posés sur des bâtiments. Comme la superficie des bâtiments fait déjà partie de l'empreinte écologique, il y aurait double comptage si on y ajoutait l'espace occupé par les panneaux solaires (Talberth et Venetoulis 2009).

Energie hydraulique

La consommation d'énergie hydraulique est intégrée dans le calcul de l'EE en estimant en principe la surface occupée au sol par les réservoirs et les barrages hydroélectriques, c'est à dire la surface inondée. Cependant, le calcul de l'EE de la consommation d'énergie hydraulique est simplifié pour plusieurs raisons: les données relatives aux surfaces couvertes par les réservoirs sont lacunaires et les données sur les rendements des sols inondés sont très variables et aussi très lacunaires.

Par conséquent, le calcul de l'EE de la consommation d'énergie hydraulique est effectué à partir des données de consommation d'énergie hydraulique. Un facteur de conversion constant est utilisé par le Global Footprint Network pour traduire la consommation d'énergie hydraulique en surface⁸², et les facteurs d'équivalence utilisés sont identiques quel que soit l'endroit où se trouve la centrale hydraulique. L'EE de la consommation d'énergie hydraulique est néanmoins intégrée dans l'EE des terrains construits dans les comptes de l'empreinte écologique.

Combustibles fossiles

L'EE de la consommation de combustibles fossiles peut être calculée selon deux approches.

- Une approche basée sur l'équivalent en biomasse: cette approche consiste à estimer la superficie de sol qui serait nécessaire pour fournir une quantité d'énergie équivalente d'une source potentiellement soutenable.
- Une approche basée sur l'absorption du CO₂: cette approche consiste à estimer le nombre d'hectares de forêt nécessaires pour séquestrer les émissions de CO₂ provoquées par la combustion des énergies fossiles. Ce calcul tient cependant compte de la capacité d'absorption du CO₂ par les océans en déduisant la part de CO₂ absorbée par les océans. Le nombre d'hectares est donc calculé de la façon suivante⁸³:

$$\text{Surface (ha)} = \text{Emissions CO}_2 \text{ (tonnes)} * (1 - \text{fraction absorbée par océans}) / \text{tx de séquestration (tonnes/ha)}$$

C'est cette approche basée sur l'absorption du CO₂ qui est appliquée dans les comptes de l'EE et qui permet de convertir la consommation d'énergie fossile en hectares fictifs. Il n'y a cependant pas de contrepartie à ces hectares fictifs dans les comptes de la BC puisque seule la capacité des forêts à produire du bois y est comptabilisée (pas celle d'absorber du CO₂). Il en découle que la consommation d'énergie est très largement responsable du dépassement écologique (EE de l'humanité supérieure à la BC de la planète) observé au niveau planétaire par le Global Footprint Network.

⁸² Il y a néanmoins quelques exceptions. Voir note méthodologique de GFN (2005), p. 16.

⁸³ Crummey (2008).

Cette approche est appliquée de façon différente en fonction de l'utilisation des combustibles fossiles:

- utilisation directe de combustibles fossiles par les différents secteurs économiques: les émissions de CO₂ dues à la production, aux importations et aux exportations de combustibles fossiles primaires sont estimées à partir des données nationales d'émissions sectorielles de GES;
- utilisation de combustibles fossiles incorporée dans certains produits manufacturés faisant l'objet de commerce international: les émissions de CO₂ provenant du contenu en combustibles fossiles de ces produits sont estimées en multipliant les quantités de ces produits importés et exportés par des facteurs estimant l'énergie incorporée dans ces produits et par l'intensité en carbone de la production de chaleur et d'électricité par des combustibles fossiles;
- utilisation de combustibles fossiles dans le transport international aérien et maritime: les émissions liées à ce transport sont ajoutées à chaque pays comme une taxe qui est proportionnelle à leur empreinte carbone totale. Cette taxe est appelée *bunker fuel footprint of production* et est calculée en multipliant l'empreinte carbone de la production d'énergie par un pourcentage des émissions de CO₂ provenant du transport international. Ce pourcentage a en général été de 3-4 %. Pour la Belgique, cette approche sous-estime de façon importante l'utilisation de combustibles fossiles dans le transport international aérien et maritime.

Energie nucléaire

Le calcul de l'EE de la consommation d'énergie nucléaire constitue encore un autre problème conceptuel important pour les auteurs de l'empreinte écologique. Comment intégrer les déchets nucléaires dans le calcul de l'empreinte alors que la capacité d'absorption des déchets nucléaires par les sols et sous-sols est extrêmement faible? L'utilisation d'énergie nucléaire pose par ailleurs d'autres risques, comme par exemple le risque d'accident nucléaire et le risque de prolifération des combustibles nucléaires à des fins armées.

La prise en compte de ces différents risques dans le calcul de l'EE est difficile. Plusieurs pistes ont été évoquées. Le risque d'accident nucléaire pourrait être estimé à l'aide des surfaces de terres et d'eaux qui pourraient être contaminées lors d'un accident. Le stockage des déchets nucléaire pourrait être estimé via les surfaces occupées par ce stockage, mais il s'agit d'un stockage et non d'une absorption car les sols et sous-sols ont une très faible capacité à absorber les déchets nucléaires.

Ces pistes n'étant pas satisfaisantes, les auteurs de l'EE ont décidé d'assimiler l'énergie nucléaire à une énergie fossile et de calculer l'EE de l'énergie nucléaire comme si c'était de l'énergie fossile.

C'est cette approche qui a été suivie au cours des dernières années. Elle présente l'avantage de mettre tous les pays sur le même pied quel que soit la source d'énergie primaire qu'ils aient favorisée. Cette approche présente aussi l'avantage de ne pas présenter les pays qui

consomment beaucoup d'énergie nucléaire comme des pays ayant une meilleure EE et donc de meilleures performances environnementales.

Néanmoins, cette approche est aussi contestée d'un point de vue théorique. Pourquoi prendre en compte les déchets nucléaires qui ne peuvent pas être absorbés par l'environnement, alors que l'EE ne prend pas en compte les substances toxiques, comme les PCB, qui ne peuvent pas non plus être absorbés par l'environnement? C'est pourquoi, très récemment, le Global Footprint Network a décidé de ne plus tenir compte de la consommation d'énergie nucléaire dans le calcul de l'EE d'un pays. Pour le Global Footprint Network, la consommation d'énergie nucléaire exercent bien des effets sur l'environnement, mais ces effets ne peuvent pas être pris en compte de façon pertinente dans l'EE.

b. Comptabilisation de la consommation de viande

Dans les comptes de l'EE, la consommation de viande est convertie en plusieurs types de surfaces en fonction de la nourriture du bétail. Le bétail se nourrit en effet non seulement d'herbe consommée en pâture, mais aussi de céréales et de farines de poisson. Une partie de l'EE de la consommation de viande se trouve aussi dans l'empreinte des sols énergétiques car la production de viande requiert de l'énergie. Les comptes de l'EE ne fournissent donc pas directement une empreinte de la consommation de viande puisqu'ils sont structurés par type de surface.

Dans les comptes de l'EE, les consommations de viande et de produits de la viande sont converties en surfaces en fonction de l'alimentation des animaux. Les comptes de l'EE distinguent différents aliments:

- les céréales, résidus de céréales et herbe cultivée (*Crop Grass feed*): leur consommation est convertie en surface de terres agricoles;
- les farines de poissons: leur consommation est convertie en hectares de zones de pêche;
- les herbes consommées en pâturage: leur consommation est convertie en surfaces de pâturage.

Pour les céréales, résidus de céréales, farines de poisson et herbes cultivées, les quantités consommées sont multipliées par un facteur estimant la matière sèche dans chaque produit (*dry matter percent*) avant d'être convertie en hectares sur la base des rendements des cultures concernées.

Pour l'herbe consommée en pâturage, les surfaces de pâturage nécessaires à l'alimentation du bétail⁸⁴ sont calculées en faisant la différence entre les besoins alimentaires totaux du bétail et les quantités de céréales, résidus de céréales et herbes cultivées qui ont servi à nourrir le bétail. *"Starting with the total feed requirement for all domestic livestock, the quantity of feed provided by crop residues, cropped grass and other crop-derived market feed is subtracted. The remaining feed require-*

⁸⁴ Cinq catégories d'animaux sont pris en compte : bovins, ovins, caprins, équidés et chameaux. Van Niel (2005).

*ments are then assumed to be met by pasture grass. The area of grazing land required to produce this quantity of grass, multiplied by an equivalence factor, yields the grazing land Footprint*⁸⁵.

Cette approche nécessite de connaître les besoins alimentaires totaux. Ceux-ci sont calculés en multipliant les quantités de viande produites au cours d'une année et le nombre d'animaux vivants par un facteur d'efficacité alimentaire (rapport entre la production de viande d'une espèce et l'alimentation nécessaire à cette espèce).

Dans tous les cas, l'EE de la production pour les pâturages ne peut pas être supérieure à leur biocapacité puisqu'il n'est pas possible pour le bétail de consommer plus que ce qui est produit par les pâturages.

c. Comptabilisation de la consommation de poissons

La consommation de poissons est convertie en surface de zone de pêche pour calculer son empreinte écologique. En 2005, la part de l'empreinte des zones de pêche dans l'EE totale était de 3,3 % au niveau mondial, de 2,7 % dans les pays à revenu élevé, de 4,9% dans les pays à revenu moyen et de 2 % dans les pays à faible revenu. En Belgique, selon les calculs récents de la DGSIE, elle représentait 2,1 % de l'EE totale en 2003⁸⁶.

Le calcul de l'EE distingue les poissons de mer, les poissons des eaux intérieures et les poissons provenant de l'aquaculture. L'EE des poissons provenant de l'aquaculture n'est pas encore calculée par le Global Footprint Network. Pour les poissons de mer et les poissons des eaux intérieures, le calcul est subdivisé comme suit:

- calcul de l'empreinte de la production de poissons de mer (prise de produits primaires);
- calcul de l'empreinte de la production de poissons des eaux intérieures (prise de produits primaires);
- calcul de l'empreinte des importations et exportations de produits de la pêche (produits primaires et secondaires confondus).

Pour le calcul de l'empreinte de la production des poissons de mer, l'empreinte de la production d'un pays est calculée à partir des données de quantités de poissons débarquées sur les quais de ce pays et pas des poissons pêchés dans les zones de pêche du plateau continental appartenant à ce pays. Par conséquent, l'EE de la production de poissons de mer ne peut pas être comparée à la BC des zones de pêche du plateau continental du pays considéré.

Concernant le calcul de l'empreinte des importations et exportations de produits primaires de poissons de mer et de poissons des eaux intérieures, comme les données ne sont pas fournies par espèce dans les statistiques de la FAO, elles ne sont pas prises en compte dans le calcul de

⁸⁵ GFN (2008b). p. 29.

⁸⁶ Les données ne sont pas fournies pour la même année au niveau mondial et en Belgique pour deux raisons: (1) en 2003 les données mondiales regroupaient la Belgique et le Luxembourg et (2) les calculs de la DGSIE ont uniquement été faits pour l'année 2003. De plus, les résultats de l'EE du GFN ont peu varié entre 2003 et 2005.

l'EE des produits primaires. Cela a comme conséquence que l'empreinte de la consommation des produits primaires est égale à l'empreinte de la production.

Pour les produits secondaires à base de poissons de mer et de poissons des eaux intérieures, les quantités échangées de ces produits sont intégrées dans les comptes de l'empreinte écologique. Le calcul de leur EE nécessite de connaître le "produit-mère" (*parent product*), c'est-à-dire l'espèce de poisson primaire se trouvant dans le produit secondaire, et le taux d'extraction, c'est-à-dire la part du produit-mère dans le produit secondaire.

La conversion des productions de produits primaires (poissons de mer et poissons des eaux intérieures) en hectares est faite à partir des rendements de ces produits. Ces derniers sont estimés en appliquant la formule suivante:

$$\text{Yield} = (1/\text{PPR}) * \text{APP}$$

Où PPR et APP sont définis de la façon suivante:

- PPR (*primary production requirement*): production primaire requise. Cette production primaire requise est calculée à partir des niveaux trophiques⁸⁷ de différentes espèces et d'un facteur d'ajustement pour tenir compte des prises de poissons accessoires (qui n'entrent pas dans la production réelle - *bycatch*)⁸⁸;
- APP (*available primary production*): productivité primaire disponible. Elle est définie comme la quantité de poissons pouvant être produites sur un hectare de façon soutenable. C'est une constante calculé par le Global Footprint Network à partir de données de la FAO.

⁸⁷ "Le niveau trophique d'un organisme est la position qu'il occupe au sein de la chaîne alimentaire. Les différents niveaux indiquent à quel point les organismes sont avancés dans la chaîne alimentaire, depuis les producteurs primaires (les végétaux) au niveau 1, en passant par les herbivores (niveau 2), les prédateurs (niveau 3), et enfin les carnivores ou grands carnivores (niveau 4 ou 5)" Greenfacts (2008).

⁸⁸ Pour plus d'information, voir GFN (2008c). p. 57.

Annexe 2. Sources des données utilisées par le Global Footprint Network

Cette annexe présente les différentes sources utilisées par le Global Footprint Network pour calculer la biocapacité et l'empreinte écologique.

a. Biocapacité

La principale source de données relatives aux surfaces occupées par les différents types de surfaces de terres et d'eaux est la base de données *CORINE Land Cover 2000*⁸⁹ (voir Tableau 7). Cette base de données a été construite par le *European Topic Center on land use and Spatial Information* et publiée en 2004 par l'Agence européenne de l'environnement. Lorsque les données n'existent pas dans cette base de données, le Global Footprint Network utilise la base de données de la FAO.

Tableau 7. Sources des données de surfaces utilisées par le Global Footprint Network pour le calcul de la biocapacité

Type de surfaces	Variabes	Sources utilisées par le Global Footprint Network
Surfaces de terres arables	Surfaces des terres arables	CORINE Land Cover 2000
	Rendements agricoles nationaux et mondiaux	FAO ProdSTAT Statistical Database
Surfaces de pâturages	Surfaces de pâturages	CORINE Land Cover 2000
	Pourcentage de matières sèche	Haberl, H., K.H. Erb, F. Krausmann, V. Gaube, A. Bondeau, C. Plutzer, S. Gingrich, W. Lucht and M. Fischer-Kowalski (2007). <i>Quantifying and mapping the human appropriation of net primary production in earth's territorial ecosystems</i> . PNAS 104: 12942-12947
	Constantes relatives à la production primaire nette (<i>above-ground net primary production %</i> , <i>edible % of above-ground net primary production</i>)	Chad Monfreda (personal communication). 2008. SAGE, University of Wisconsin, Madison.
Surfaces de forêts	Surface de forêts	FAO ResourcesSTAT
	Rendement (régénération) des forêts	UNECE and FAO (2000). <i>Temperate and Boreal Forest Resource Assessment</i> . Geneva: UNECE, FAO. FAO (1998). <i>Global Fiber Supply Model</i> IPCC (2006). <i>2006 IPCC Guidelines for national Greenhouse Gas: Inventories Volume 4: Agriculture Forestry and Other land Use</i>
Surfaces de zones de pêche	Zones de pêche	CORINE Land Cover 2000 "marine water"
	Rendement (régénération) des poissons-niveaux trophiques par espèce de poisson	<i>Fishbase Database</i> . Froese, R. And D. Pauly (eds.) 2008.
Surface de terrains construits	Terrains construits	CORINE Land Cover 2000

Pour les données de surfaces mondiales, le Global Footprint Network utilise d'autres sources: FAO and IIASA *Global AgroEcological Zones 2000*, WRI *Global Land Cover Classification database*, *Global Land Cover 2000*. Institute for Environment and Sustainability, JRC and European Commission.

⁸⁹ EEA (2004).

Les sources des données de rendements nationaux utilisées dans le calcul de la BC pour calculer le facteur de rendement sont identiques aux sources des rendements mondiaux utilisées dans le calcul de l'EE et mentionnées dans le Tableau 8. La source des facteurs d'équivalence est aussi la même que celle utilisée dans le calcul de l'EE (voir Tableau 8).

b. Empreinte écologique

La principale source de données pour le calcul de l'EE est la base de données de la FAO: *FAO ResourceSTAT Statistical Databases*. La plupart des données de production, importations et exportations de produits primaires et secondaires, ainsi que les données de rendements mondiaux sont issues de cette base de données. C'est ce qu'indique le tableau ci-dessous qui fournit la source des données (3^{ème} colonne) pour chaque type de variables (2^{ème} colonne) utilisées dans le calcul de l'empreinte écologique. Dans ce tableau, les variables sont classées selon le type de surface (1^{ère} colonne). Une dernière ligne est consacrée au facteur d'équivalence dont la source est identique pour tous les types de surfaces.

Tableau 8. Source des données utilisées par le Global Footprint Network pour le calcul de l'EE

Type de surfaces	Variables	Sources de données utilisées par le Global Footprint Network
Surfaces de terres agricoles	Production de produits agricoles primaires	FAO ProdSTAT Statistical Database
	Importation et exportation de produits agricoles primaires	FAO TradeSTAT Statistical Database
	Importation et exportation de produits agricoles secondaires (fourrage utilisé pour nourrir le bétail)	FAO TradeSTAT Statistical Database
	Taux d'extraction des produits primaires dans les produits secondaires	Moyennes mondiales issue de la FAO: <i>FAO Technical Conversion Factors for Agricultural Commodities</i>
	Rendements agricoles	FAO ProdSTAT Statistical Database
	Taux de mise en jachère	FAO ProdSTAT Statistical Database
Surface de pâturages	Viande-production	FAO ResourceSTAT Statistical Databases
	Viande – exportations et importations	FAO ResourceSTAT Statistical Databases
	Viande-produits secondaires (exportations et importations)	FAO ResourceSTAT Statistical Databases
	Taux d'extraction des produits primaires dans produits secondaires	Moyennes mondiales calculées par Global Footprint Network (voir Atlas p. 39)
	Mix alimentaire	Vaclav Smil (2000). <i>Feeding the World: a challenge for the Twenty-First Century</i> . Cambridge: MIT Presse
	Efficacité alimentaire	Haberl, H., K.H. Erb, F. Krausmann, V. Gaube, A. Bondeau, C. Plutzer, S. Gingrich, W. Lucht and M. Fischer-Kowalski. (2007). <i>Quantifying and mapping the human appropriation of net primary production in earth's territorial ecosystems</i> . PNAS 104: 12942-12947
	Pourcentage de matières sèche	Haberl, H., K.H. Erb, F. Krausmann, V. Gaube, A. Bondeau, C. Plutzer, S. Gingrich, W. Lucht and M. Fischer-Kowalski (2007). <i>Quantifying and mapping the human appropriation of net primary production in earth's territorial ecosystems</i> . PNAS 104: 12942-12947
Surfaces de forêts	Production de produits primaires	FAO ForesSTAT Statistical Database
	Importations et exportations de produits primaires	FAO ForesSTAT Statistical Database
	Importations et exportations de produits secondaires - exportations et importations	FAO ForesSTAT Statistical Database
	Taux d'extraction des produits primaires dans produits secondaires	UNECE and FAO (2005). <i>European Forest Sector Outlook Study</i> .

Type de surfaces	Variables	Sources de données utilisées par le Global Footprint Network
	Rendement (régénération) des forêts	UNECE and FAO (2000). <i>Temperate and Boreal Forest Resource Assessment</i> . Geneva: UNECE, FAO. FAO (1998). <i>Global Fiber Supply Model</i> IPCC (2006). <i>2006 IPCC Guidelines for national Greenhouse Gas: Inventories Volume 4: Agriculture Forestry and Other land Use</i>
Surface de zones de pêche ⁹⁰	Production de poissons – prises en mer et prises dans les eaux intérieures	FAO FishSTAT Fisheries Statistical Database
	Production de poissons-aquaculture	/
	Importations et exportations de poissons (primaires et secondaires confondus)	FAO FishSTAT Fisheries Statistical Database
	Rendement (régénération) des poissons - niveaux trophiques par espèce de poisson	Fishbase Database. Froese, R. And D. Pauly (eds.) 2008.
Sols construits	Espace occupé au sol par les infrastructures	CORINE Land Cover 2000 (publié par EEA en 2004)
	Production hydro-électrique	British Petroleum (2007). <i>Statistical Review of World Energy</i> . http://www.bp.com/productlanding.do?categoryId=6929&contentId=7044622 (consulté en octobre 2008)
	Rendement de la production hydro-électrique	Goodland (1997). <i>Environmental Sustainability in the Hydro Industry. Large Dams: Learning from the Past, Looking at the Future</i> . Washington DC: Workshop Proceedings, IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK and the World Bank Group.
Sols énergétiques	Emissions de combustibles fossiles	IEA (2007). <i>CO₂ Emissions from Fuel Combustion Database</i> . Si pas de données de l'IEA: Marland, G., T.A. Boden, and R. J. Andres. 2007. Global, Regional, and National Fossil Fuel CO ₂ Emissions. In <i>Trends: A Compendium of Data on Global Change</i> . Oak Ridge, TN: Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory and US Department of Energy.
	Emissions provenant du transport international aérien et maritime (<i>worldwide airplane and ship bunker fuels</i>) - Pourcentage des émissions de CO ₂ provenant du transport international	Constante définie par le Global Footprint Network
	Importations et exportations de produits (<i>commodities</i>)	UN Commodity Trade Statistics Database
	Energie grise (<i>embodied energy</i>) des produits	Global Footprint Network internal database, available upon request (englobe notamment données du Stockholm Environment Institute)
	Intensité en carbone mondiale des combustibles utilisés pour produire de la chaleur et de l'électricité	IEA (2007). <i>CO₂ Emissions from Fuel Combustion Database</i> .
	Facteur de conversion des quantités d'énergie fossile en émissions de GES	IEA (2007). <i>CO₂ Emissions from Fuel Combustion Database</i> .
	Taux de séquestration des océans	IPCC (2001). <i>Climate Change 2001: The Scientific Basis</i> . Cambridge, UK: Cambridge University Press.
	Taux de séquestration du carbone	IPCC (2006). <i>2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 4: Agriculture Forestry and Other land Use</i> .
Facteur d'équivalence	FAO. <i>Global Agro-Ecological Zones</i> . http://www.fao.org/ag/agl/agll/gaez/index.htm	

Source: à partir de Global Footprint Network (2008c).

⁹⁰ Quatre autres constantes sont aussi utilisées dans le calcul de l'EE due à la consommation de poissons: *available primary production, discard factor, transfer efficiency, carbon content of fish biomass per unit*. Etant donné la complexité du calcul et comme elles ne varient pas selon le pays, elles ne sont pas reprises dans le tableau.

Annexe 3. Tableaux détaillés des sources utilisées par le GFN et par la DGSIE pour le calcul de la biocapacité et de l’empreinte écologique

Tableau 9. Tableau détaillé des sources utilisées par le GFN et par la DGSIE pour le calcul de la biocapacité

	Données utilisées par GFN	Problèmes au niveau des données	Données utilisées par ADSEI
Surfaces des terres cultivées	<i>CORINE Land Cover 2000</i>	Beaucoup de classes mixtes. Pas clair comment le GFN a affecté les données du <i>CORINE Land Cover</i> aux différentes catégories de surfaces entrant dans les comptes de l'empreinte écologique.	Données ADSEI-recensement agricole Données du cadastre
Taux de mise en jachère des terres arables	Fixé à 25 % pour la Belgique par GFN		
Surfaces de pâturages	<i>CORINE Land Cover 2000</i>	Beaucoup de classes mixtes. Pas clair comment le GFN a affecté les données du <i>CORINE² Land Cover</i> aux différentes catégories de surfaces entrant dans les comptes de l'empreinte écologique.	Données ADSEI-recensement agricole
Surface de forêts	<i>FAO ResourcesSTAT</i>	Les données n'ont pas été actualisées entre 2000 et 2005	Données propres à ADSEI (données venant des inventaires de forêts réalisés par les Régions et fournies en principe tous les 2 ans lors du questionnaire OCDE/Eurostat)
Zones de pêche	<i>CORINE Land Cover 2000 "marine water"</i>	Cette source prend seulement en compte les surfaces d'eaux territoriales et pas les surfaces productives	Données ADSEI
Terrains construits	<i>CORINE Land Cover 2000</i>	Beaucoup de classes mixtes. Pas clair comment le GFN a affecté les données du <i>CORINE Land Cover</i> aux différentes catégories de surfaces entrant dans les comptes de l'empreinte écologique.	Données ADSEI, basées sur le cadastre

Pour les données de rendement, voir le tableau de l’empreinte écologique ci-dessous.

Tableau 10. Tableau détaillé des sources utilisées par le GFN et par la DGSIE pour le calcul de l'empreinte écologique

	Variables	Données utilisées par GFN	Problèmes constatés au niveau des données par ADSEI	Données utilisées par la DGSIE	Commentaires
Surfaces de terres cultivées et arables	Production de produits agricoles primaires	FAO ProdSTAT Statistical Database	Grandes différences avec les données de l'ADSEI: - certaines données ne sont pas correctes; - certains produits agricoles ne sont pas pris en compte.	ADSEI <i>Statistiques belges de production agricoles</i>	Pour les cultures non prises en compte par le GFN, mais intégrées par la DGSIE, la DGSIE a utilisé le rendement belge comme proxy du rendement mondial quand un rendement mondial n'était pas disponible.
	Importation et exportation de produits agricoles primaires	FAO <i>TradeSTAT Statistical Database</i>	Grandes différences avec les données de la base de données INTRASTAT de la BNB. Cette dernière est plus détaillée.	INTRASTAT-BNB	
	Importation et exportation de produits agricoles secondaires (fourrage utilisé pour nourrir bétail)	FAO <i>TradeSTAT Statistical Database</i>	Grandes différences avec les données de la base de données INTRASTAT de la BNB. Cette dernière est plus détaillée.	INTRASTAT-BNB	
	Taux d'extraction des produits primaires dans produits secondaires	Moyennes mondiales issue de la FAO: <i>FAO Technical Conversion Factors for Agricultural Commodities</i>	Vérification non possible	Données du GFN	ADSEI n'a pas reçu de réponses aux questions posées sur ce taux d'extraction
	Rendements agricoles mondiaux	FAO <i>ProdSTAT Statistical Database</i>		ADSEI <i>Statistiques belges de rendement agricole</i>	
	Taux de mise en jachère	FAO <i>ProdSTAT Statistical Database</i>		Données du GFN: 25 %	
Surface de pâturages	Viande-production	FAO <i>ResourceSTAT Statistical Databases</i>	Grandes différences avec les données de l'ADSEI: - certaines données ne sont pas correctes; - certains produits agricoles ne sont pas pris en compte.	ADSEI <i>Statistiques belges de rendement agricole</i>	
	Viande- importations et exportations	FAO <i>ResourceSTAT Statistical Databases</i>	Grandes différences avec les données de la base de données INTRASTAT de la BNB	INTRASTAT de la BNB	
	Viande-produits secondaires (importations et exportations)	FAO <i>ResourceSTAT Statistical Databases</i>	Grandes différences avec les données de la base de données INTRASTAT de la BNB	INTRASTAT de la BNB	
	Taux d'extraction des produits primaires dans produits secondaires	Data GFN	Vérification non possible	Data GFN	ADSEI n'a pas reçu de réponses aux questions posées sur ce taux d'extraction
	Mix alimentaire	Vaclav Smil (2000). <i>Feeding the World: a challenge for the Twenty-First Century</i> . Cambridge: MIT Presse.	Pas de données spécifiques à la Belgique pour la production belge de viande	Données utilisées par le GFN	

	Variables	Données utilisées par GFN	Problèmes constatés au niveau des données par ADSEI	Données utilisées par la DGSIE	Commentaires
	Efficacité alimentaire	Haberl, H., K.H. Erb, F. Krausmann, V. Gaube, A. Bondeau, C. Plutzer, S. Gingrich, W. Lucht and M. Fischer-Kowalski (2007). <i>Quantifying and mapping the human appropriation of net primary production in earth's territorial ecosystems</i> . PNAS 104: 12942-12947.	Pas de données spécifiques à la Belgique. Le GFN utilise des données européennes	Données utilisées par le GFN	
	Pourcentage de matière sèche	Haberl, H., K.H. Erb, F. Krausmann, V. Gaube, A. Bondeau, C. Plutzer, S. Gingrich, W. Lucht and M. Fischer-Kowalski (2007). <i>Quantifying and mapping the human appropriation of net primary production in earth's territorial ecosystems</i> . PNAS 104: 12942-12947.	Pas de données spécifiques à la Belgique. Le GFN utilise des données européennes	Données du GFN	
Surfaces de forêts	Production de produits primaires	FAO <i>ForesSTAT Statistical Database</i>	Bonnes données	PRODCOM	
	Importations et exportations de produits primaires	FAO <i>ForesSTAT Statistical Database</i>	Plus de détails dans la base de données Intrastat et base de données plus à jour que celle de la FAO car aucun expert n'a eu le temps de mettre à jour données belges à la FAO	Intrastat- BNB Intrastat- BNB	
	Importations et exportations de produits secondaires	FAO <i>ForesSTAT Statistical Database</i>	Plus de détails dans la base de données Intrastat et base de données plus à jour que celle de la FAO car aucun expert n'a eu le temps de mettre à jour données belges à la FAO	Intrastat- BNB	
	Taux d'extraction des produits primaires dans produits secondaires	UNECE and FAO (2005). <i>European Forest Sector Outlook Study</i> .		Données du GFN	
	Rendement (régénération) des forêts	<ul style="list-style-type: none"> - UNECE and FAO (2000). <i>Temperate and Boreal Forest Resource Assessment</i>. Geneva: UNECE, FAO. - FAO (1998). <i>Global Fiber Supply Model</i> - IPCC (2006). <i>2006 IPCC Guidelines for national Greenhouse Gas: Inventories Volume 4: Agriculture Forestry and Other land Use</i> 		Données du GFN	

	Variables	Données utilisées par GFN	Problèmes constatés au niveau des données par ADSEI	Données utilisées par la DGSIE	Commentaires
Surface de zones de pêche	Production de poissons – prises en mer et prises dans les eaux intérieures	FAO <i>FishSTAT Fisheries Statistical Database</i>	Données sur les prises dans les eaux intérieures sont de bonne qualité. Données sur les prises en mer sont de mauvaise qualité.	Données sur les prises en mer du SPF agriculture	
	Production de poissons-aquaculture	/		Données belges-ADSEI	
	Importations et exportations de poissons (primaires et secondaires confondus)	FAO <i>FishSTAT Fisheries Statistical Database</i>		Intrastat-BNB	
	Rendement (régénération) des poissons- niveaux trophiques par espèce de poisson	<i>Fishbase Database</i> . Froese, R. And D. Pauly (eds.) 2008.	Beaucoup d'erreurs dans ces données selon le GFN	Données du GFN	
Terrains construits	Espace occupé au sol par infrastructure	<i>CORINE Land Cover</i> 2000 (publié par EEA en 2004)	Beaucoup de classes mixtes. Pas clair comment le GFN a affecté les données du <i>CORINE Land Cover</i> aux différentes catégories de surfaces entrant dans les comptes de l'empreinte écologique.	Données ADSEI basée sur le cadastre, fournies à l'OCDE lors de l'enquête OCDE/Eurostat	
	Production hydro-électrique	British Petroleum (2007). <i>Statistical Review of World Energy</i> . http://www.bp.com/productlanding.do?categoryId=6929&contentId=7044622 (consulté en octobre 2008)	Pas de données belges dans les comptes GFN	Données ADSEI	
	Rendement de la production hydro-électrique	Goodland (1997). <i>Environmental Sustainability in the Hydro Industry. Large Dams: Learning from the Past, Looking at the Future</i> . Washington DC: Workshop Proceedings, IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK and the World Bank Group.	Pas de données belges dans les comptes GFN	Données ADSEI	
Sols énergétiques	Emissions de combustibles fossiles	IEA (2007). <i>CO₂ Emissions from Fuel Combustion Database</i> . Si pas de données de l'IEA: Marland, G., T.A. Boden, and R. J. Andres. 2007. <i>Global, Regional, and National Fossil Fuel CO₂ Emissions. In Trends: A Compendium of Data on Global Change</i> . Oak Ridge, TN: Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory and US	Bonne qualité, petites différences	Données ADSEI	

	Variables	Données utilisées par GFN	Problèmes constatés au niveau des données par ADSEI	Données utilisées par la DGSIE	Commentaires
		Department of Energy.			
	Emissions provenant du transport international aérien et maritime (<i>worldwide air-plane and ship bunker fuels</i>)- pourcentage des émissions de CO ₂ provenant du transport international	Constante définie par le GFN	Pas de différence significative	Données de la Commission européenne	
	Importations et exportations de produits manufacturés (<i>commodities</i>)	<i>UN Commodity Trade Statistics Database</i>	Non contrôlé	Intrastat	Le contrôle des données n'a pas été possible car la classification du GFN ne correspond pas à celle d'Intrastat. ADSEI n'a pas reçu de réponse de GFN.
	Energie grise (<i>embodied energy rate</i>) des produits manufacturés	<i>Global Footprint Network internal database</i> , available upon request (englobe notamment données du Stockholm Environment Institute)	Données mondiales. Non contrôlé. Pas de données belges spécifiques.	Données du GFN	
	Intensité en carbone mondiale des combustibles utilisés pour produire de la chaleur et de l'électricité	IEA (2007). <i>CO₂ Emissions from Fuel Combustion Database</i> .		Données du GFN	
	Facteur de conversion des quantités d'énergie fossile en émissions de GES	IEA (2007). <i>CO₂ Emissions from Fuel Combustion Database</i> .		Données du GFN	
	Taux de séquestration des océans	IPCC (2001). <i>Climate Change 2001: The Scientific Basis</i> . Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2001.		Données du GFN	
	Taux de séquestration du carbone	IPCC (2006). <i>2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 4: Agriculture Forestry and Other land Use</i> .		Données du GFN	

Annexe 4. Représentation schématique du calcul de l'empreinte écologique et de la biocapacité

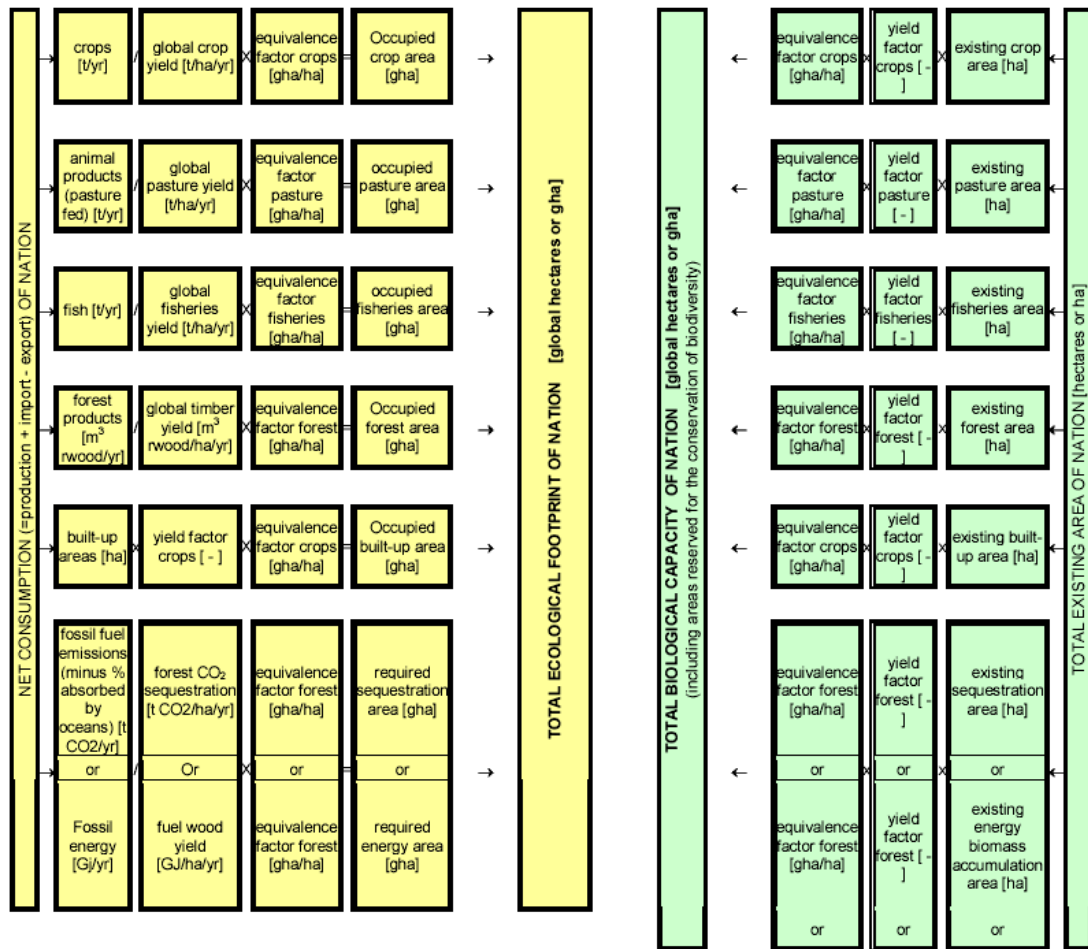


Fig.1. Structure of Footprint and Biocapacity Calculations. This scheme summarizes how the Ecological Footprint translates net consumption and bioproductive areas into areas of global average productivity. For simplification, this scheme excludes secondary products and nuclear power.