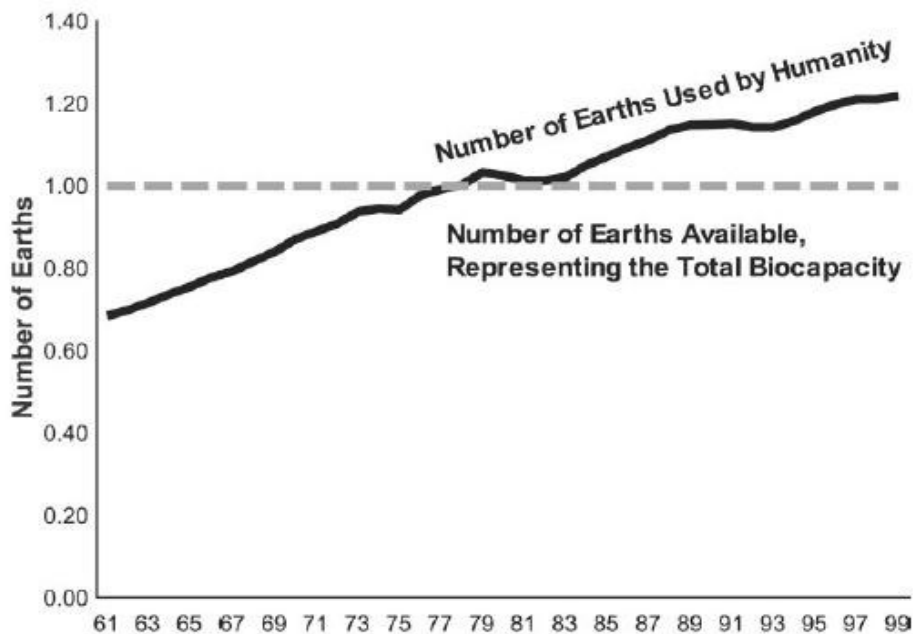


r'Empreinte Écologique



Comment mesurer la pression de l'humanité sur la biosphère



SOMMAIRE

Page

Introduction	1
I – Le concept d'empreinte écologique <i>ou</i> mise en évidence des limites biophysiques de notre planète	
I-1 Économie vs Écologie ?.....	2
I-2 De la <i>capacité de porter</i> à l' <i>empreinte écologique</i>	3
I-3 Ce que l'empreinte écologique révèle : un outil de durabilité divulgateur d'injustice.....	4
I-4 Différentes empreintes.....	7
I-5 Méthode de calcul de l'empreinte écologique.....	9
II – Application de l'empreinte écologique à différents niveaux d'activités	
II-1 L'empreinte à l'échelle d'un bien de consommation d'un bien ou d'un service.....	12
II-2 L'empreinte à l'échelle d'une région.....	13
II-3 L'empreinte à l'échelle de la biosphère	
II-3. a) Dépassement écologique.....	15
II-3. b) Distribution des empreintes.....	17
III - Prise de conscience vers un monde durable et équitable : émergence de l'empreinte écologique et ses limites	
III-1 Le développement durable tend-il vers la durabilité ?.....	22
III-2 Un outil de planification au service des citoyens et des politiques.....	23
III-3 Limites et controverse.....	25
Conclusion	27
Glossaire	29
Bibliographie	30
Résumé	31
Annexes	

Introduction

Le Rapport Brundtland, de la commission mondiale sur l'environnement et le développement de 1987, révèle que 26 % de la population du monde consomme entre 80 et 86 % des ressources non renouvelables de la planète et entre 34 et 53 % des produits alimentaires (WCED, 1987).

La seule espèce qu'est l'Homme s'est appropriée plus de 40% de la production nette de la photosynthèse en 1980 (Wackernagel *et al.*, 2002). D'autre part, la planète fait face à la plus grande crise d'extinction que la vie ait connu depuis la disparition des dinosaures (Barbault, 1997) .

Ce constat montre la valeur que portent les pays riches sur l'Humanité, et la valeur que porte l'Humanité sur la **biodiversité***.

Mais comment mesurer la demande de l'entreprise humaine vis-à-vis de la biosphère ?

C'est en 1992 que William Rees dévoile le concept de l'**empreinte écologiques***. Plus tard, lui et son collègue Mathis Wackernagel affinent cette notion dans un livre intitulé « Notre Empreinte écologique ». Ainsi, les auteurs la définissent comme l'évaluation de « la superficie de sol (et d'eau) qui serait requise pour soutenir indéfiniment une population humaine et des niveaux de vie donnés, pendant un temps illimité » (Wackernagel et Rees, 1999). Généralement mesurée en hectare, ou en hectare *per capita**, cette surface est nécessaire pour produire les ressources naturelles et absorber les déchets qui résultent de la consommation.

La métaphore peut également s'appliquer à un individu, une activité, une économie,...

Les choix d'aujourd'hui conditionnent nos opportunités futures. Il est donc plus que nécessaire de faire l'état des lieux de la planète pour une prise de décision individuelle et politique consciente.

L'entreprise humaine est-elle viable, durable ? Le mode de vie des pays les plus riches est-il généralisable ? La distribution des ressources naturelles est-elle équitable ?

L'empreinte écologique peut répondre en partie à ces questions, en agissant comme un outil de planification à la portée des citoyens et des politiques. Elle peut être considérée comme un indicateur de durabilité, qui estime la dette écologique cumulée en comparant les terres bioproductives utilisées par rapport aux **biocapacités*** réelles.

Cette recherche bibliographique, en se plongeant à la source des textes fondateurs, étudie différentes facettes de l'empreinte écologique. Tout d'abord il sera traité de la conceptualisation de l'empreinte écologique, puis des applications concrètes à différentes échelles pour finir avec la popularisation et l'appropriation de la notion par les citoyens en vue de justice sociale et de durabilité.

I – Le concept d'empreinte écologique *ou* mise en évidence des limites biophysiques de notre planète

I-1 - Économie vs Écologie ?

Selon la définition de (Rees, 1992), l'écologie est la science qui étudie les flux d'énergie et de matière circulant dans un écosystème et les mécanismes d'interactions (compétition et coopération) qui jouent un rôle dans l'allocation des ressources parmi les différentes espèces.

L'économie est l'étude scientifique de l'allocation des ressources rares (énergétiques et matérielles) parmi leur utilisation compétitive au sein de la société humaine.

Ces deux concepts, de même sémantique, ont la même orientation. L'économie serait l'écologie humaine.

Cependant, depuis la fin du XIXe siècle, l'économie néoclassique produit un modèle d'analyse basé sur des hypothèses réductionnistes et déterministes pour les ressources, les personnes, les technologies, ... Plusieurs problèmes peuvent alors être soulevés. Le paradigme actuel tend à séparer et rendre indépendante l'entreprise humaine de son environnement. *A contrario*, l'approche écologique intègre en totalité les activités humaines dans l'écosphère. La diminution des ressources ne pose pas de problème puisque le prix des ressources est régulé par la théorie de l'offre et de la demande. Ainsi, des ressources rares et chères incitent à la recherche de substitution avec le progrès et l'avènement des nouvelles technologies. Certains économistes affirment même que le monde pourrait survivre sans ressources naturelles.

Le postulat de cette économie est le flux circulaire des valeurs d'échanges auto-régulé, complètement réversible, en contradiction avec la deuxième loi de la thermodynamique sur laquelle l'écologie est basée : les flux de matériel et d'énergie à travers l'économie sont unidirectionnels et irréversibles.

En effet, dans (Wackernagel et Rees, 1999 P69), un système non isolé comme l'économie humaine se développe et croît aux dépens du désordre croissant du niveau hiérarchique supérieur, c'est à dire l'écosphère. L'économie dépend donc de la production d'énergie et de matière de l'écosphère et de l'absorption des déchets rejetés. La croissance infinie de l'économie « ne peut être obtenue qu'aux dépens du désordre croissant (l'entropie) dans l'écosphère », ce qui arrive lorsque la capacité de régénération de la biosphère est excédée.

Ainsi, le facteur limitant du développement humain, à sa croissance, est la capacité de la nature à se régénérer.

Ces aspects sont non négligeables pour une analyse de l'impact de l'activité humaine sur la nature.

Contrairement aux autres espèces, la consommation humaine n'est pas déterminée uniquement par la

biologie. Pour rétablir une vision plus juste, nous devons considérer l'économie comme un « métabolisme industriel » que l'on pourrait comparer au métabolisme d'un organisme vivant, comme l'illustre la figure 1.

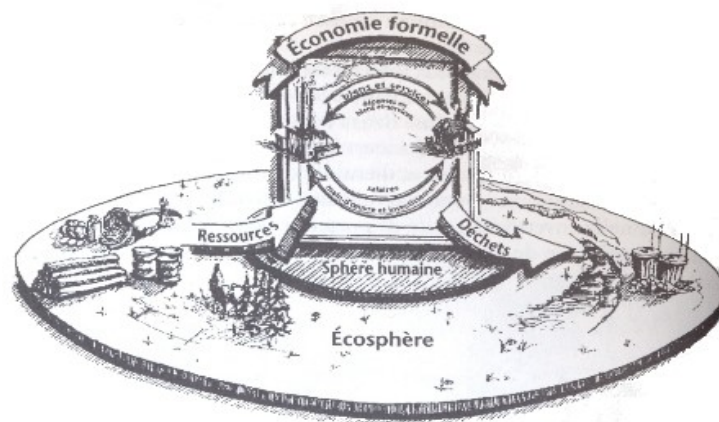


Figure 1 : le métabolisme industrielle est intégralement inclus dans l'écosystème planétaire (Wackernagel et Rees, 1999)

L'entreprise humaine puise l'intégralité de ses ressources matérielles et énergétiques au sein de l'écosphère, pour ensuite y déverser les déchets, ressources dégradées issues des activités.

2 – De la capacité de porter* à l'empreinte écologique

Selon Rees (1992), la capacité de porter chez l'homme peut se définir par le taux maximum de consommation de ressources et de rejets de déchets que peut soutenir indéfiniment une région sans perturber l'intégrité et la **productivité*** d'un écosystème ($\text{population} \times \text{impact per capita} = \text{impact humain total sur l'écosphère}$). On pourrait la définir comme une pression de « charge humaine » qui pèse sur un espace environnemental (Wackernagel et Rees, 1999). La loi du minimum de Liebig s'applique ici avec comme facteur limitant de la vie elle-même (Rees, 1992).

L'inverse de la capacité de porter est l'estimation du **capital naturel*** requis en productivité pour une production durable *per capita*.

La question qui nous intéresse ici est alors de connaître la quantité de terre requise pour supporter indéfiniment la population d'une région à un niveau matériel donné. La part exacte de **sol biologiquement productive*** dépend alors du **niveau de vie*** de chaque habitant.

Cette capacité de porter nous amène à définir l'Homme comme une espèce écologique. (Wackernagel et Rees, 1999) Ainsi, la niche écologique de l'Homme comprend tous les mouvements d'énergie et de matière disponibles, et ceux du retour d'énergie et de matière dégradées à l'écosphère.

Ce qui importe est donc de savoir si les espèces, les stocks de capital naturel autoproducteurs et la capacité d'absorption des déchets de l'écosphère sont adéquats pour soutenir la charge anticipée de l'économie humaine. (Wackernagel et Rees, 1999)

Il est pratiquement impossible de connaître la capacité de porter d'une région. En effet, l'économie actuelle, accompagnée des technologies et du commerce, implique l'utilisation de capital naturel externe à cette région, alors dépendante d'autres territoires. Ainsi, le métabolisme industriel accroît énormément le simple métabolisme biologique.

A l'inverse, l'empreinte écologique se base sur le postulat que toute consommation d'énergie et de matière ainsi que l'élimination des déchets requiert une superficie de sol et d'eau biologiquement productive pour la production et l'absorption des déchets d'une région donnée. (Wackernagel et Rees, 1999) La surface totale nécessaire pour ces activités -nourriture, logement, vêtement, chauffage, loisirs, industrie,...- correspond à l'empreinte écologique. Celle ci peut dépasser les limites géographiques du territoire et donc de la biosphère.

Le calcul de l'empreinte écologique traduit les demandes humaines en aire requise pour la production de nourriture et de biens consommés et l'absorption des produits dégradés (Wackernagel *et al.*, 2002). (Rees, 1992 ; Wackernagel et Rees, 1999) Le calcul de l'empreinte peut s'appliquer aussi bien à une population qu'à une économie en calculant la superficie écologiquement productive nécessaire pour la production des biens et énergies consommés et l'absorption des déchets engendrés, « quel que soit sur Terre le lieu où cette superficie est située » (Wackernagel et Rees, 1999). Un individu a un impact quelque part sur la planète, même si il est caché par le commerce et les technologies.

En outre, « si toute la population humaine était capable de vivre au sein de sa capacité de porter », la société serait « durable » (Rees, 1992).

3 – Ce que l'empreinte écologique révèle : un outil de durabilité divulgateur d'injustice

Certains économistes (Rees, 1992) affirment que la capacité de porter peut s'étendre indéfiniment par le biais des technologies qui augmentent la productivité, du **capital fabriqué*** qui remplace le capital naturel et du commerce.

L'empreinte écologique, qui rend compte de l'énergie et de la matière requise par une économie, révèle que les limites de la planète sont fixes et que la société n'est en aucun cas indépendante de la nature (Wackernagel et Rees, 1999).

D'après William Cotton, l'expansion de l'entreprise humaine implique, particulièrement depuis la révolution industrielle, l'appropriation de niches d'autres espèces, accompagnée d'une extraction du stock de capital naturel. (Rees, 1992) En d'autres termes, l'Homme s'approprie de la capacité de porter aux dépens des autres formes de vie et du capital naturel.

On distingue trois formes de capital naturel (Wackernagel et Rees, 1999) : renouvelable, comme les écosystèmes ; remplaçable, comme les eaux de surface ; non renouvelable, comme les minéraux. Ce

capital naturel est utilisé par l'espèce humaine pour toutes ses activités. Le capital renouvelable autoproduit est considéré comme le plus important car indispensable au soutien de la vie sur Terre.

L'empreinte écologique peut mettre en évidence qu'une densité élevée de population ou un niveau de vie élevé dépasse largement les frontières politiques d'une région ou la surface construite d'une ville: la création de richesse dépend de la production. La population s'approprie alors de la capacité de porter à de très longues distances. L'urbanisation et le commerce ignorent la capacité de porter, ce qui amène à une diminution du capital naturel. Ainsi, certaines régions accumulent un « déficit écologique » compensé artificiellement par les importations. Sans rétro contrôle négatif des écosystèmes sur l'économie ou le mode de vie actuel, les excès d'importation de produits issus de la nature peuvent alors continuer en toute impunité (Rees, 1992).

L'empreinte écologique est surtout un outil de planification, non de prédiction. C'est un outil au service des citoyens et de la politique qui visualise les conséquences des tendances actuelles à travers divers *scenarii* en vue de durabilité (Wackernagel et Rees, 1999). Par durabilité il faut entendre donner un niveau de vie satisfaisant dans le cadre d'une justice sociale et d'une équité matérielle dans des conditions socio-économiques minimum.

En effet, au sein d'un pays qui importe à grande échelle, le niveau de vie élevé de la population est maintenu par un déficit écologique qui incombe au reste du monde. Selon Wackernagel *et al.* (2002) les demandes humaines excèdent la capacité de régénération de la biosphère depuis 1980 (cf chapitre II A l'échelle de la biosphère) : de 70% en 1961, elle passe à 120% en 1999.

Ce qui nous intéresse est la comparaison entre la superficie nécessaire à la satisfaction des besoins *per capita* à la biocapacité *per capita*, illustré par la figure 2.

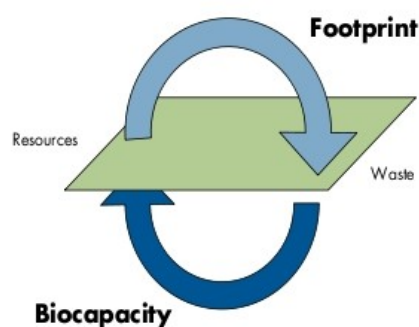


Figure 2 : L'empreinte écologique mesure les demandes humaines sur la biosphère et les compare à la capacité de régénération de la biosphère : la biocapacité. (global footprint report, 2006)

Selon Wackernagel et Rees (1999) et Rees (1992) en 1999, notre planète de 51 milliards d'ha comporte 14,9 milliards d'ha de terres émergées, dont 10,3 écologiquement productifs (ce chiffre est porté à 11,2 en 2003 selon le WWF, Hails *et al.*, 2006). Les spécialistes estiment que 1,5 milliards d'ha doivent rester vierges pour les services de soutien de l'intégrité des écosystèmes : réserve de biodiversité, régulateur climatique, puits de carbone. Pour garantir la biodiversité, l'écologue Eugene Odum

soutient que le tiers de chaque genre d'écosystèmes doit être préservé (*in* Wackernagel et Rees, 1999). Wackernagel *et al.* (2002) estime que 1,4% de la surface de la planète doit être conservée, répartie en « points chauds », soit 44% des plantes et 35% des vertébrés. Le rapport Brundtland (WCED, 1987) estime que la surface doit s'élever à 12%.

Il reste donc 8,8 milliards d'ha à partager avec les autres espèces, c'est à dire 2,2 ha *per capita* (1,78 en 2003 selon le WWF, Hails *et al.*, 2006)– sur la base de 6 milliards d'êtres humains.

La demande réelle est de 16,5 milliards d'ha (14,1 en 2003 selon le WWF, Hails *et al.*, 2006), contre les 10,3 disponibles, ce qui excède la capacité de porter totale de 30%. Pour un monde durable, l'empreinte écologique de l'humanité doit être inférieure à la portion écologiquement productive de la terre. Avec les données de 2003 du WWF, certaines empreintes écologiques sont à 10 ha *per capita*, pour une moyenne mondiale de 2,3 contre une biocapacité moyenne de 1,78 ha.

Environ 26 % de la population du monde consomme entre 80 et 86 % des ressources non renouvelables de la planète (WCED, 1987). Ces constats posent un indéniable problème de justice, ce qui mène à penser que l'empreinte écologique pointe du doigt les relations entre sur-consommateurs et souffrance humaine. (Wackernagel et Rees, 1999) D'où proviennent les stocks naturels consommés par les pays occidentaux à forte empreinte écologique ? Sur une planète qui vit aux dépens de planètes fantômes (*cf* figure 3), où trouver l'espace nécessaire pour amener les pays à faibles revenus à un niveau de vie décent ?

En bref, les pays riches occupent l'espace écologique productif des pays à faible Indice de Développement Humain [Annexe 1, figure 1].

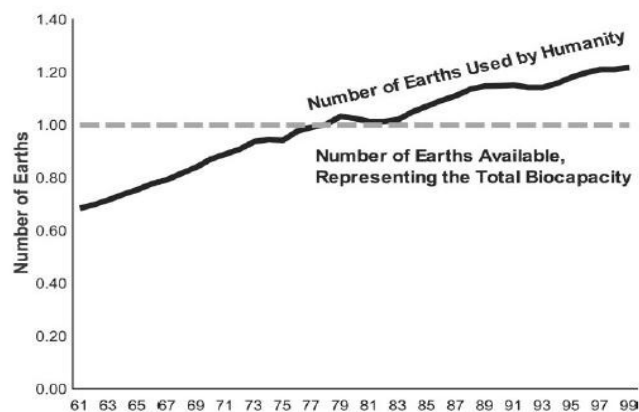


Figure 3 : Empreinte écologique de l'Humanité de 1961 à 1999 exprimée en nombre de Terres. Le dépassement des capacités de régénération de la biosphère à partir des années 1980 est estimé à 20% en 1999 ou 40% si on considère que 12% de la surface terrestre doit être consacrée à la sauvegarde de la biodiversité (Wackernagel et al., 2002)

Le modèle de développement occidental encourage les pays les plus pauvres à l'exportation de produits de luxe (thé, café, cacao, sucre,...), ce qui revient à utiliser des terres et des ressources rares par une modernisation accrue et l'intensification des cultures au détriment des cultures vivrières. À la

liquidation du capital naturel s'ajoute l'accélération de l'érosion des sols, de la désertification, de la déforestation. D'autre part, le transfert de richesses du sud vers le nord pour maintenir les occidentaux à un niveau de vie élevé entraîne une concentration des richesses dans peu de mains. Ce phénomène engendre le déplacement de paysans des terres arables vers les villes à forte densité et forte empreinte écologique. Il est utile de rappeler qu'un quart de la population urbaine n'a pas accès aux **besoins fondamentaux***. (Rees, 1992)

Nos sociétés ignorent ces calculs : tandis que la tendance actuelle est à l'augmentation de la population humaine et du taux de consommation, les stocks de capital naturel et la superficie du sol productif déclinent.

La durabilité (Rees, 1992) dépend de la conservation de processus et d'entités biophysiques que sont les ressources nécessaires au maintien de l'écosphère, mais les substituts technologiques ne peuvent jouer ce rôle.

Le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD) utilise comme indice de "bien être" de nos sociétés l'Indice de Développement Humain (IDH), qui inclut des critères purement économiques, comme le revenu par habitant, ou sociaux comme la santé et le niveau d'éducation. Lorsque l'IDH s'élève au dessus de 0,8, on parle de haut niveau de développement (Hails *et al.*, 2006). Dans un monde durable, l'empreinte écologique *per capita* ne peut excéder la biocapacité disponible mondiale de 1,78 ha (Hails *et al.*, 2006)

La majorité des pays qui n'excèdent pas les capacités de la biosphère à se régénérer ont un faible IDH, tandis qu'un IDH élevé est bien souvent synonyme de dépassement écologique, comme le montre la figure 1 en annexe 1.

4 – Différentes empreintes

L'Empreinte énergétique (Wackernagel et Rees, 1999 ; Ferng, 2002)

L'empreinte énergétique est la composante qui représente la plus grande part de l'empreinte écologique totale. Cependant, cet aspect très controversé est très difficile à évaluer. En outre, l'utilisation d'énergies fossiles s'inscrit dans des processus très globaux.

Toute production d'énergie possède une empreinte. Pour le nucléaire par exemple, il faut tenir compte des surfaces occupées et souillées qui résultent de l'extraction de l'Uranium ; des surfaces occupées par les centrales ; ainsi que la surface nécessaire à l'entreposage des déchets.

La combustion d'énergie fossile libère du carbone à l'extraction, durant les différents processus de transformation et surtout à l'utilisation. Ainsi, trois méthodes peuvent être utilisées pour calculer l'empreinte énergétique.

La première méthode consiste à calculer la surface productive nécessaire pour produire une quantité équivalente d'éthanol ou de méthanol. La productivité est respectivement de 80 et de 20 GJ.an⁻¹.

La seconde méthode calcule la superficie nécessaire par année pour l'absorption et le stockage du carbone atmosphérique issu de la combustion fossile. Il s'agit principalement de tourbières ou de forêts, avec pour cette dernière une productivité moyenne de 1,4 T de carbone par an et par hectare, ce qui équivaut à l'utilisation de 55 GJ de charbon, 71 GJ de fossile liquide ou de 93 GJ de gaz fossile.

La dernière méthode évalue la surface nécessaire pour reconstruire le capital naturel au même rythme que la consommation du combustible fossile. Ainsi, le ratio sol/énergie est de 40GJ d'énergie pour un hectare durant une année.

Généralement, les publications utilisent le ratio sol/énergie pour le stockage du carbone, avec 1,4 T de carbone absorbé, soit la combustion de 71 GJ de combustible fossile, pour un hectare.

Il est à noter que si de l'électricité est produite à partir de combustible fossile avec en moyenne 30% d'efficacité, l'empreinte sera trois fois plus grande que l'utilisation directe de la source d'énergie.

Le recours aux énergies renouvelables peut participer à la réduction de l'empreinte énergétique de l'humanité. Mais n'oublions pas que toute énergie produite implique un coût écologique.

Le photovoltaïque par exemple peut atteindre une productivité jusqu'à 1000 GJ.ha⁻¹.an⁻¹. L'éolien peut atteindre jusqu'à 500 GJ.ha⁻¹.an⁻¹. Cependant, une éolienne n'occupe pas tout l'espace du parc éolien. Ainsi, considérons plutôt la productivité de 25000 GJ.ha⁻¹.an⁻¹.

Le nucléaire a une productivité de plus de 50.000 GJ.ha⁻¹.an⁻¹, s'il n'y a pas d'accident. La productivité d'une centrale après un accident comme Tchernobyl peut faire chuter la productivité moyenne à 20 GJ.ha⁻¹.an⁻¹.

L'empreinte de l'eau

L'empreinte de l'eau est la quantité d'eau nécessaire au soutien d'une région, d'un bien ou d'un service. L'« **eau virtuelle*** » quantifie le volume total d'eau douce utilisée pour produire des biens et des services consommés par les habitants (Chapagain et Hoekstra, 2007). Par eau douce, il faut entendre l'« eau bleue », située en surface et sous terre, et l'eau de pluie. Cette eau virtuelle est bien souvent exportée des pays producteurs vers les pays importateurs consommateurs.

En effet, contrairement à l'empreinte écologique, l'empreinte de l'eau considère la localisation de l'utilisation de l'eau. Ainsi, un lien spatial apparaît entre le lieu de consommation et les localisations des ressources utilisées dans d'autres parties du monde.

Selon le WWF (Hails *et al.*, 2006) 7% de l'eau douce planétaire se trouve sous forme de glace, et 30% sous la terre. « Chaque année, environ 110.000 km³ d'eau tombe sous forme de précipitations, les plantes en consomment la plus grande partie. Cela représente l'ensemble des ressources renouvelables

totales d'eau douce du monde, dont dépend l'approvisionnement domestique, agricole et industriel. Les prélèvements mondiaux d'eau s'élèvent à [...] environ 10% de ce total. » Pour les produits d'origine agricole, la très grande majorité de l'empreinte passe dans l'absorption de l'eau de pluie nécessaire à leur croissance.

5 – Méthode de calcul de l'empreinte écologique

Postulats

Comme tout modèle, les modes de calcul restent une estimation pour appréhender une réalité : ils réduisent la complexité de l'impact de l'humanité sur la nature (Wackernagel et Rees, 1999 ; Wackernagel *et al.*, 2002).

Dans la plupart des cas, les postulats sont ceux décrits par (Wackernagel et Rees, 1999) :

- les récoltes industrielles en agriculture et foreries sont durables ;
- les activités humaines « s'approprient directement et indirectement les services de la nature : récolte des ressources non renouvelables, absorption des déchets, pavage, consommation d'eau douce, contamination du sol et autres formes de pollution. »
- les calculs évitent le double emploi dans le cas où la même superficie fournit simultanément plusieurs services ;
- 10 catégories de superficie de productivité différente sont utilisées ;
- les régions marines peuvent être incluses dans ce calcul.

Il est important de noter que le calcul de l'empreinte écologique sous-estime les superficies finales : elles sous-estiment les exigences en sols de l'économie. En effet, les deux premières simplifications en sont la cause :

- « la production agricole à forte densité d'intrants épuise les sols agraires [...] plus vite que leur capacité de se régénérer ». Il faudrait alors prendre en compte dans le calcul de l'empreinte un temps de régénération supplémentaire qui augmenterait d'au moins un facteur 10 ces superficies.
- la consommation d'eau douce et les sources de pollution ne sont pas forcément prises en compte.

Cependant, les calculs s'affinent d'année en année.

Un facteur de durabilité peut révéler le taux d'érosion du capital naturel :

$$\frac{\text{superficie d'utilisation durable des récoltes}}{\text{superficie actuelle d'utilisation des sols}}$$

Dans l'agriculture, ce facteur se situe entre 10 et 20.

Méthode

La démarche pour le calcul est basée sur plusieurs suppositions (Wackernagel *et al.*, 2002) :

- mesurer les ressources consommées et les déchets générés ;
- ces mesures sont traduites en aires biologiques productives nécessaires pour maintenir les flux de consommations et de déchets ;
- ces superficies sont transformées en hectares « standardisés » (=hectare global) par rapport à la moyenne de biomasse productive mondiale. En effet, un hectare de sol en Ardèche ou dans les plaines de la Beauce n'aura pas la même productivité, d'où la nécessité d'une certaine harmonisation. Par exemple, un hectare qui produit 3 fois plus de biomasse que la moyenne mondiale compterait pour 3 hectares.
- les hectares peuvent s'additionner ;
- les provisions naturelles sont converties en hectares ; les aires demandées ne peuvent pas dépasser les provisions naturelles au risque d'être en dépassement écologique (*cf* chapitre III)

Selon une publication de Haberl *et al.* en 2001, un dépassement écologique peut avoir lieu quand : de l'espace disponible est utilisé pour absorber le carbone rejeté de la combustion fossile ; le stock de forêt diminue alors que les calculs supposent qu'ils sont constants ; si plus de 88% des terres sont utilisées et ainsi empiètent sur les systèmes de soutien à la vie. Le dépassement sur une année n'est pas possible avec les cultures et les pâturages, car la récolte ne peut être supérieure à ce qui a été semé. Au niveau national, le commerce peut induire un déficit écologique.

Calcul

Il est impossible de répertorier et de calculer l'empreinte de chaque article de consommation (Wackernagel et Rees, 1999). Des données statistiques régionales et nationales sont utilisées pour le calcul de grandes catégories de consommation. Ces chiffres permettent d'évaluer la consommation apparente (C) :

$$\text{production} + \text{importation} - \text{exportation} = C_i$$

en kg.ha⁻¹, avec i un article de consommation majeur ou de service.

On calcule ensuite la superficie appropriée du sol (sa) pour chaque article de consommation en divisant la consommation par la moyenne annuelle de la productivité ou rendement (r) :

$$sa_i = \frac{C_i}{r_i} \quad \text{avec } r \text{ en kg.ha}^{-1}.an^{-1}$$

On peut utiliser des données mondiales ou locales pour mettre en évidence des disparités.

Pour finir, on calcule l'empreinte écologique totale de la région étudiée (ee) en additionnant toutes les surfaces de chaque catégorie de consommation ou de service vues précédemment :

$$ee = \sum_{i=1}^n sa_i, \text{ avec } n \text{ le nombre d'articles achetés de biens et de service au cours de l'année.}$$

Il est possible de calculer l'empreinte écologique *per capita* en divisant l'empreinte totale par le nombre d'individus qui résident dans la région.

(Wackernagel *et al.*, 2002) La conversion en hectare global, notée A, s'effectue en multipliant « ee »

par un **facteur d'équivalence***, E_i :

$$A = ee \times E_i$$

Pour comparer l'impact écologique de différentes régions à un temps donné, il est plus facile d'utiliser les moyennes mondiales. Cependant, les résultats pourraient être biaisés sur l'étude d'une longue période où les rendements peuvent évoluer rapidement dans le temps et d'une région à l'autre. Par exemple, en 1990, les terres autrichiennes étaient 3,8 fois plus productives que la moyenne mondiale grâce à un climat favorable, une agriculture intensive, etc... (Haberl *et al.*, 2001) Le choix est alors l'utilisation du rendement pour convertir une consommation [Kg] en surface [ha]. (cf l'exemple de l'Autriche chapitre II-2)

Catégories de consommation et de superficie

Généralement, on utilise quatre catégories de consommation facilement retrouvables dans les statistiques officielles :

- l'alimentation ;
- le logement ;
- le transport ;
- les biens de consommation et les services.

Les quantités totales d'énergie et de ressource d'un bien incluent sa fabrication, son transport et son élimination.

Les catégories de superficie et d'utilisation du sol, qui offrent des biens et des services (=le revenu naturel), sont variables d'une publication à l'autre. On en retrouve le plus souvent 10 (Wackernagel et Rees, 1999) :

- le sol « approprié » par l'utilisation des combustibles fossiles : sol énergétique ou de CO_2 ;
- l'environnement construit : sol dégradé (la bioproduktivité future est réduite) ;
- jardins : environnement construit réversible ;
- sol des récoltes : systèmes cultivés ;
- pâturages : systèmes modifiés ;
- forêt cultivés : idem ;
- forêts vierges ;
- superficies à faible productivité : déserts, couche glaciaire ;
- mer à productivité élevée : plateaux continentaux et deltas ;
- mer à faible productivité : le grand large.

Certaines catégories peuvent être regroupées (Wackernagel et Rees, 1999 ; Wackernagel *et al.*, 2002). On trouve des superficies pour : l'énergie, l'espace marin, les pâturages, les constructions, les forêts et les terres cultivées.

II - Application de l'empreinte écologique à différents niveaux d'activités

1 – L'empreinte à l'échelle d'un bien de consommation ou d'un service

L'empreinte d'un journal

Selon l'exemple de *Notre empreinte écologique* (Wackernagel et Rees, 1999), un journal de 300 grammes nécessite majoritairement de l'énergie et de la matière ligneuse. Les calculs qui suivent supposent que nous devons laisser 12% d'espace pour les autres espèces avec une biocapacité de 2,2 ha *per capita*.

Il faut 18,3 MJ pour concevoir le journal. Avec une productivité annuelle de 71 GJ/ha/an, 18,3 MJ correspondent à 1,15 h de biocapacité.

Un journal au Canada nécessite $1,6 \text{ m}^3 \cdot \text{t}^{-1}$ de matière ligneuse, sans compter les fibres recyclées, ce qui correspond pour 300g de journal à 1,25h de biocapacité.

Ainsi, « la consommation d'un journal de 300 gramme occupe $(1,15\text{h} + 1,25\text{h}) = 2$ heures et 40 minutes de la biocapacité *per capita* qui existe dans le monde entier », soit 2,2 ha *per capita*.

L'empreinte d'une tasse de café ou de thé

L'étude de Chapagain et Hoekstra de 2007 calcule l'empreinte de l'eau (*cf* chapitre I-4) qui se cache derrière la consommation d'une tasse de café ou de thé aux Pays-Bas.

Le café et le thé, produits essentiellement dans les pays intertropicaux, prennent une place importante dans l'économie mondiale et dans la société des pays consommateurs.

Le calcul de l'eau virtuelle pour la production d'une unité de café, en $\text{m}^3 \cdot \text{t}^{-1}$, inclus l'eau requise pour la culture des plantations, en $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$.

Puis, pour chaque étape du processus de transformation, un facteur de production est calculé, c'est à dire le poids du produit fini sur le poids original. Ainsi, l'eau virtuelle totale se trouve en divisant l'eau virtuelle du produit fini par l'eau virtuelle originale. A chaque étape, on rajoute au volume d'eau initial le volume d'eau utilisé. Sur les deux méthodes de fabrication utilisées, celle du lavage nécessite en moyenne pour le Brésil de $20,98 \text{ m}^3 \cdot \text{Kg}^{-1}$, tandis que le séchage nécessite $20,92 \text{ m}^3 \cdot \text{Kg}^{-1}$ de café torréfié (Chapagain et Hoekstra, 2007). Avec le processus de lavage, ce procédé ne représente que 0,34% de l'eau virtuelle totale, la grande majorité étant utilisée pour la croissance de la plante.

Pour le thé, qu'il soit noir, vert ou oolong, l'eau virtuelle nécessaire à la croissance de la plante et sa transformation est en moyenne de $10,4 \text{ m}^3 \cdot \text{Kg}^{-1}$ de thé sec.

Pour calculer les besoins en eau de la consommation de thé ou de café, les auteurs calculent à partir des données de l'ONU les importations nettes d'eau virtuelle :

Importation nette d'eau virtuelle = importation d'eau virtuelle - exportation d'eau virtuelle, en $\text{m}^3 \cdot \text{an}^{-1}$

Ainsi, les Pays-Bas consomment $2,953 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ d'eau virtuelle chaque année (moyenne des années 1995 à 1999) *via* la consommation de café. De cette eau consommée, 25% provient du Brésil et de

Colombie et 34 % de pays européens non producteurs. (cf annexe 2, planisphère de la figure 2)

Concernant le thé, 197.109 m³ d'eau virtuelle est importé chaque année, produit pour 35% en Indonésie et pour 21% en Chine.

Les importations d'eau virtuelle de thé et de café représentent 5% des importations agricoles totales de Hollande. Le café joue un rôle important dans ces données, car la consommation de thé est moindre et l'eau virtuelle contenue dans le thé est moins importante que le café d'un facteur moyen de 4.

Finalement, une tasse de café de 125mL qui contient en moyenne 7g de café torréfié cache une empreinte de 140L. Contrairement aux préjugés, une tasse qui contient en moyenne 2g de café soluble utilise moins d'eau : 80L. La consommation moyenne de café de 3 tasses par jour amène le total d'eau virtuelle à 2,6.10⁹ m³.an⁻¹ que les importateurs s'approprient aux pays producteurs. Ce volume correspond à 3,6% du flux annuel de la Meuse, soit 2,4% des consommations mondiales d'eau.

L'empreinte d'une tasse de thé à 3g de produit sec sera de 34L, et de 17L pour du thé léger à 1,5g. La consommation nationale moyenne par an est de 90.106 m³, soit 0,28% de la consommation totale mondiale.

Le prix payé par le consommateur n'inclut pas l'impact social. En effet, les ventes d'eau de pluie absorbées par les cultures destinées à l'exportation bénéficient bien souvent à de riches fermiers. Cette eau pourrait être utilisée pour des besoins locaux, par le biais de cultures de subsistances. Cet aspect est très difficile à exprimer en « coût » social.

En outre, les coûts environnementaux ne sont pas compris dans le prix final. Les cultures du thé et du café peuvent contribuer à la déforestation, l'érosion des sols et les pollutions des rivières. Tous ces facteurs agissent en gonflant l'empreinte écologique des pays exportateurs et ainsi prendre la voie du déficit écologique.

2 – L'empreinte à l'échelle régionale

L'empreinte écologique de la France

Selon une étude du WWF-France et de Redefining Progress de 2002, , « l'empreinte écologique en France [présentée en figure 4] a augmenté de 48% en moins de 40 ans. Dans le même temps, sa population n'a augmenté que de 27% ».

Entre 1961 et 1999, la demande en terres énergétiques, nécessaire à l'absorption de CO₂ rejeté de la combustion fossile, a plus que doublé pour représenter 58% de l'empreinte nationale. Dans un même temps, les surfaces construites augmentent de 59% traduisant une urbanisation accrue.

En 40 ans, les surfaces nécessaires aux productions agricoles ont diminué grâce à l'intensification des cultures. La demande en bois a augmenté de 20% mais la biocapacité a augmenté également pour dépasser les demandes.

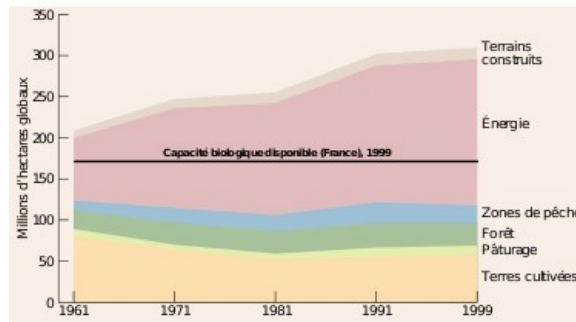


Figure 4 : Évolution de l'empreinte écologique en France de 1961 à 1999 en hectares globaux (WWF et Redefining Progress, 2002)

Le déficit écologique de la France représente en 1999 1,2% de la biocapacité globale de la planète. Ce déficit est comblé artificiellement par les importations majoritairement des pays du sud. Si toute la population mondiale adoptait le mode de vie français, il faudrait 3 planètes pour soutenir l'entreprise humaine.

L'exemple de l'Autriche : trois méthodes de calcul

Une publication de Haberl *et al.* (2001) utilise trois méthodes de calcul différentes basées sur des rendements de terres bioproductives différents. Chaque méthode est utilisée pour calculer l'empreinte écologique et la biocapacité de l'Autriche sur la période de 1926 à 1995.

L'étude inclut l'augmentation de l'utilisation des énergies fossiles et l'intensification de l'agriculture après la 2^{ème} guerre mondiale. L'absorption de CO₂, considéré comme un problème planétaire, est considéré comme constante. Les rendements forestier et agricole diffèrent d'une région à l'autre. Les calculs se basent sur 88% des terres bioproductives pour en laisser aux systèmes de soutien de la vie.

Les résultats compris entre 1936 et 1950 sont des extrapolations à partir des données avant et après la 2^{ème} guerre mondiale. Ils ne sont donc pas exploitables.

Le tableau 1 résume l'état de l'empreinte écologique calculé selon les trois méthodes.

La comparaison de ces empreintes avec les biocapacités, selon les méthodes qui utilisent des rendements globaux, révèle un dépassement écologique assez constant et faible, pour atteindre 10% en 1995.

Avec les rendements locaux, le dépassement de la biocapacité (cette dernière est constante dans cette méthode de RL_v) par l'empreinte passe de 160% en 1926 à 80% en 1950, pour finir à 305% en 1995.

Dans chaque cas, on observe un dépassement des capacités de régénération de la biosphère. Cependant, la méthode RL_v révèle les résultats les plus plausibles puisque le dépassement augmente avec la consommation réelle de biomasse et d'énergies fossiles en Autriche. Si un facteur d'équivalence était appliqué pour chaque catégorie d'occupation de surface bioproductive, en vue d'harmoniser les rendements, les dépassements seraient sûrement plus importants.

Tableau 1 : Méthode de calcul de l'empreinte écologique et résultats en Autriche de 1926 à 1995, selon Haberl et al., 2001

METHODE DE CALCUL	Empreinte Écologique (EE) en 10 ³ km ²			Exploitation
	1926	1950	1995	
Rendements globaux de 1995 constant (RG ₉₅), sans différence spatiale et temporelle.	221	189	370	La diminution de l'EE reflète la crise économique avant 1939 avec une chute des importations de viande. De 1950 à 1995 l'EE est multipliée par 2 suite à l'augmentation de consommation d'énergie fossile (facteur 4) et de biomasse. L'EE passe de 3,4 à 4,6 ha <i>per capita</i> . La contribution des énergies fossiles dans les EE sont nettement en cause : 14% en 1923, 32% en 1995.
Rendements globaux variables (RG _v) en fonction des années. Reflète les changements de consommation et de rendements globaux.	369	-	370	L'EE est constante. Cependant, la population passe de 6,6 10 ⁶ à 8.10 ⁶ , ce qui fait baisser l'EE de 5,6 à 4,6 ha <i>per capita</i> . La part des énergies fossiles passe de 8% en 1926 à 32% en 1995. Ces résultats révèlent que la méthode RG ₉₅ sous estime les terres nécessaires au stockage du carbone.
Rendements locaux variables pour l'extraction domestique et globaux pour l'importation de biomasse (RI _v). Réfère à l'année de consommation et aux différentes régions d'importation. Les changements de productions agricoles et technologiques sont pris en compte.	173	119	263	L'EE <i>per capita</i> de 1926, 1950 et 1995 passe respectivement de 2,6 à 1,7, puis à 3,3 ha. La part des énergies fossiles passe de 17% en 1926 à 45% en 1995. Ces résultats sont supérieurs aux autres méthodes de calcul : les rendements autrichiens supérieurs aux rendements mondiaux diminuent l'empreinte de la biomasse.

3 – L'empreinte à l'échelle de la biosphère

a) Dépassement écologique

« La durabilité requiert de vivre dans la capacité de régénération de la biosphère » (Wackernagel *et al.*, 2002), ce que nous avons déjà évoqué dans le I-3.

L'activité humaine occupe de l'espace productif. (Wackernagel *et al.*, 2002) Pour chacune des catégories de superficie (terres cultivées, élevages, forêts, aires marines, infrastructures, absorption de CO₂ et énergies nucléaires), le calcul des demandes en terre productive de biomasse va être comparé aux capacités existantes sur des séries de 40 ans.

L'impact humain est traduit en empreinte écologique, exprimé en gha -hectare global- selon la méthode vue au I-3.

Les résultats sont notés dans le tableau II pour l'année 1999. Ces calculs révèlent tout d'abord une inégalité d'utilisation des superficies entre les différentes catégories. Par exemple, 0.53 gha *per capita* sont attribués à l'agriculture contre 0.1 pour les infrastructures.

Les cultures, les pâturages, les forêts et les espaces occupés par les infrastructures et la pêche n'excèdent pas les biocapacités existantes. Seulement, il n'existe pas de capacité à absorber les déchets de la combustion fossile ni les déchets nucléaires.

Tableau II : Synthèse de la demande de l'Humanité sur la biosphère en terres biproductives comparée aux capacités de la Terre, exprimées en hectare global, parmi 6 catégories de superficies utilisables en 1999. (Wackernagel et al., 2002)

Area	Equivalence factor, gha/ha	Average global area demand (per capita)		Existing global biocapacity (per capita)	
		Total demand, ha (per capita)	Equivalent total, gha (per capita)	World area, ha (per capita)	Equivalent total, gha (per capita)
Growing crops	2.1	0.25	0.53	0.25	0.53
Grazing animals	0.5	0.21	0.10	0.58	0.27
Harvesting timber	1.3	0.22	0.29	0.65	0.87
Fishing	0.4	0.40	0.14	0.39	0.14
Accommodating infrastructure	2.2	0.05	0.10	0.05	0.10
Fossil fuel and nuclear energy	1.3	0.86	1.16	0.00	0.00
Total			2.33	1.91	1.91

Ainsi, l'empreinte écologique totale en 2007 atteint les 2,33 gha *per capita*, contre les 1,91 gha *per capita* disponibles (1,8 selon White, 2007). 120% des capacités de la biosphère sont utilisées par l'Humanité, soit 20 % de dépassement des limites biophysiques. Autrement dit, l'utilisation durant 1,2 ans de la bioproduktivité équivalente à une planète est nécessaire pour régénérer ce que l'Humanité utilise en 1999.

Si on inclut à ce calcul les 12 % de superficie nécessaire à la préservation de la biodiversité (WCED, 1987), le dépassement en 1999 de 20% passe à 40%.

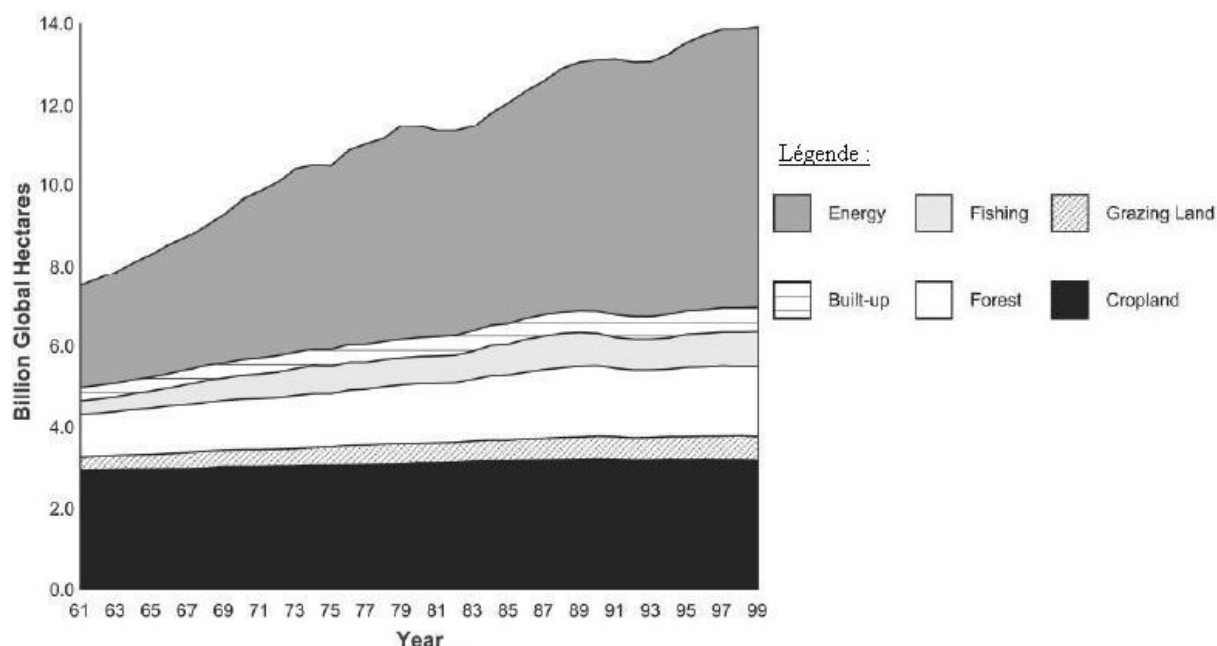


Figure 5 : Évolution de l'empreinte écologique totale de l'Humanité par catégories de surface d'utilisation de sol biproductif, de 1961 à 1999, exprimée en milliards d'hectare global. (Wackernagel et al., 2002)

L'étude de l'empreinte totale suit de près la croissance économique planétaire. Ainsi, l'Humanité utilise 70% de la biocapacité des sols en 1961 ($\sim 7,6 \cdot 10^9$ gha) contre 120% en 1999 ($\sim 13,1 \cdot 10^9$ gha). Ces données coïncident grossièrement avec les données de Wackernagel et Rees vues dans le I-3.

De 1961 à 1999, les demandes de terres bioproductives n'augmentent pas toutes au même rythme en fonction des catégories de surface utilisées, comme on peut le remarquer sur le graphique 4. Les demandes en terres cultivées et pâturages n'augmentent quasiment pas, tandis que celles en forêt, surfaces marines et surfaces construites augmentent chacune d'environ un demi milliard de gha. La proportion d'utilisation d'énergie par rapport à l'utilisation totale des sols explose en passant de ~30,3 % en 1961 (~2,3.10⁹ gha) à ~53,8% en 1999 (~7.10⁹ gha) (calculs effectués selon les données de Wackernagel et Rees, 1999). Les résultats sont en cohérence avec White (2007). L'impact des énergies fossiles joue un rôle important dans ces données et les surfaces nécessaires à la séquestration de carbone suivent ces consommations d'énergie. En effet, on peut observer sur le graphique 2 la corrélation entre les événements géopolitiques et l'utilisation des terres. Pour exemple, le premier choc pétrolier de 1973 conduit dans les années qui suivent à une utilisation accrue de la combustion du charbon à fort dégagement de CO₂. La diminution de la production relative à la récession économique des années 1980, a joué un rôle important dans la légère diminution de la demande de terres.

On estime la date du dépassement de la capacité de régénération de la biosphère à 1980 (*cf* figure 3) ou 1970 si l'on prend en compte les 12% de la superficie nécessaires à la sauvegarde de la biodiversité. Toutes ces données sont à utiliser avec précaution : toutes les ressources ne sont pas prises en compte, faute de données suffisantes, ainsi que les activités qui érodent la capacité de la nature à se régénérer. D'autres méthodes de calculs pourraient révéler des résultats différents.

La moyenne des 2.33 gha de terres bioproductives demandées *per capita* cache donc d'énormes disparités.

b) Distribution de l'empreinte écologique

Selon une étude récente (White, 2007), le but d'une économie écologique serait une allocation efficace des ressources ainsi qu'une distribution juste et durable de celles-ci. L'économie néoclassique s'attarde surtout à l'efficacité, moins axée sur une distribution équitable. La croissance économique sert à augmenter le niveau de vie global sans forcément regarder sa distribution au sein de la population.

En générale, les recherches dans le domaine des distributions s'axent prioritairement sur les revenus et la santé. L'écologie économique étudie également des distributions qui incluent des valeurs non monétaires.

Ce qui nous intéresse plus particulièrement ici, toujours dans une perspective d'équité, est de connaître la distribution de l'empreinte écologique. Le WWF (Hails *et al.*, 2006) révèle des inégalités au niveau de l'utilisation des ressources entre les nations. Parmi les plus élevées de la planète, les Émirats Arabes Unis ont une empreinte écologique de 11,87 gha *per capita*, les États-Unis de 9,59 gha *per capita*, la France 5,63 gha *per capita*. Rappelons que l'espace de terres bioproductives disponible est de 1,8 gha *per capita* (White, 2007). Parmi les empreintes les plus faibles, on trouve le Bangladesh avec 0,52 gha *per capita*, Haïti avec 0,56 gha *per capita* ainsi que la République Démocratique du

Congo avec 0,58 gha *per capita*. La carte de la figure 6 nous montre la distribution des pays en déficit écologique, principalement issues du nord économique, et les pays qui vivent à l'intérieur de leur biocapacité : des pays du sud économique « prêtent » des surfaces écologiquement productives.

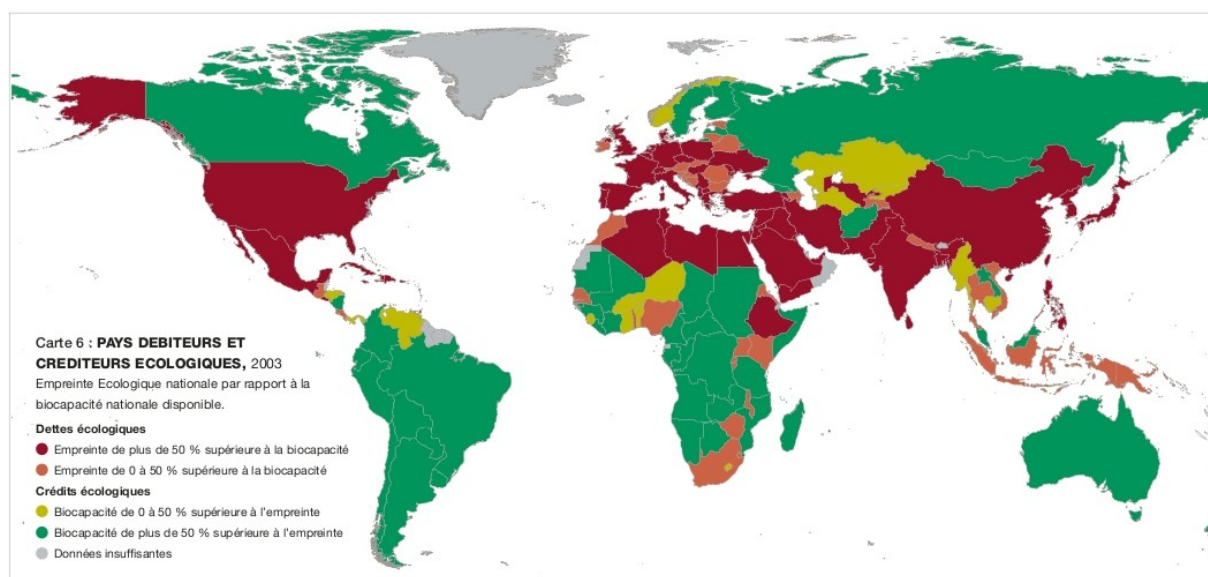


Figure 6 : Planisphère des pays qui dépassent leur biocapacité et des pays qui restent dans le cadre de la capacité de la biosphère à se régénérer. (Hails et al., 2006)

D'autres inégalités sont observables lorsqu'on compare l'utilisation des ressources en fonction de 4 composantes de l'empreinte écologique présentées dans le tableau III-a : l'énergie, la nourriture, la forêt et les terres construites.

Tableau III : Inégalités des distributions des 4 principales composantes de l'empreinte écologique (modifié d'après White, 2007)

Component	Total (millions of gha)	Per capita (gha/cap)	Share of Total Footprint (%)	<i>b)</i>	
				Gini coefficient	
Energy	7315.3	1.18	53.7	0.553	
Food	4691.5	0.76	34.4	0.272	
Forest	1058.3	0.17	7.8	0.663	
Built	553.8	0.09	4.1	0.390	
Total	13619.0	2.20	100.0	0.446	

Source: WWF (2006) and author's calculations. The values in this table are the author's calculations using the national estimates of per capita Ecological Footprint of the 140 nations included in the study.

L'espace nécessaire à la séquestration du carbone rejeté par la combustion des énergies fossiles représente plus de la moitié de l'empreinte écologique tandis que la nourriture n'occupe qu'un seul tiers de l'espace. L'exploitation du bois et la superficie de sol construit occupe chacun moins de 10 % de l'empreinte totale.

Coefficient de Gini

Le coefficient de Gini est couramment utilisé pour calculer le degré d'inégalité des revenus. Le

coefficient se situe entre 0 et 1, 0 étant le degré d'égalité complet et 1 celui de complète inégalité. Cette même méthodologie peut être appliquée à des distributions qui impliquent d'autres variables comme l'empreinte écologique. Les résultats, notés dans le tableau 2-b, révèlent de grandes inégalités de distribution d'utilisation de superficie de forêt et d'énergie avec respectivement un coefficient de 0,663 et 0,553. Les surfaces dédiées aux constructions et à la nourriture semblent être réparties plus équitablement, avec respectivement pour coefficient 0,390 et 0,273.

Appliquée à l'empreinte totale, la méthode donne 0,446, ce qui signifie que la demande totale sur les terres bioproductives est donc plus également distribuée que les forêts et l'énergie, mais moins que le reste des composantes de l'empreinte.

Mais cela suppose que la répartition des empreintes au sein des nations est homogène, ce qui n'est pas le cas.

Le coefficient de l'empreinte totale a ses limites : ce n'est pas une moyenne des coefficients de ses composants. En effet, on peut trouver une complète égalité des distributions (coefficient de Gini=0) avec une inégalité de distribution des composantes de l'empreinte. Une nation peut avoir un degré élevé d'égalité d'un composant et un faible degré pour le reste des composants, tandis que pour une autre nation qui présente le schéma inverse, le coefficient de Gini montre alors une forte égalité de distribution.

Le calcul d'un index de concentration pour chaque composante, similaire au coefficient de Gini, permet de corriger ce biais. Voici la relation entre ces deux variables :

$$G_s = \sum_{i=1}^n w_i \cdot C_{si}$$

avec G_s l'index de Gini ; S l'empreinte totale ; s_i une composante de S ; C_i l'index de concentration ;
et w_i la part de S attribué à chaque s_i

Les résultats de ce calcul révèlent que la composante forêt de l'empreinte est la plus inégalitaire, avec une concentration de 0,641, mais seulement 11,2% des inégalités dans la distribution de toutes les ressources. Ces résultats diffèrent avec les précédents. En effet, le coefficient de Gini ne prend pas en compte la petite part de la surface de forêt dans l'empreinte totale.

Le coefficient de Gini et l'index de concentration montre un aperçu de l'influence du degré d'inégalité des différentes composantes de l'empreinte dans la demande humaine sur les terres bioproductives.

Tableau IV : Inégalités de distribution des empreintes en fonction de la composante énergie et alimentation, à partir des données de White, 2007

	part de l'empreinte écologique totale	part dans la mesure d'inégalité de distribution de l'empreinte
surface dédié à l'Énergie	54 %	65 %
surface dédié à l'Alimentation	34%	20%

L'application du coefficient de Gini, comme indiqué dans le tableau IV, indique qu'une réduction des consommations d'énergies utilisées par les nations de gros consommateurs rendrait plus juste la

distribution de l'empreinte écologique vers un monde plus durable (White, 2007).

L'Index d'Atkinson

Ce concept part du postulat que le niveau de revenu *per capita*, s'il est uniformément distribué, va générer le même niveau de « bien-être » social que l'actuelle distribution des revenus.

Au plus haut niveau d'inégalité, l'index sera de 1 et de 0 si tous les revenus sont similaires.

L'Index d'Atkinson, comme le coefficient de Gini, peut être utilisé avec l'empreinte écologique comme variable à la place des revenus. Les résultats révèlent une distribution des surfaces de forêt très inégale, suivie des surfaces nécessaires à la séquestration de carbone. D'autre part, contrairement aux résultats obtenus avec l'utilisation du coefficient de Gini, les surfaces occupées par les infrastructures sont plus inégalement réparties que celles dédiées à l'alimentation .

Ces contradictions illustrent le fait que différents indices mesurent divers aspects d'inégalité de distribution. L'index d'Atkinson peut être utilisé pour montrer comment les inégalités au sein de l'empreinte sont influencées par le degré d'inégalité d'autres facteurs, comme les revenus et « l'intensité environnementale », qui réfère à l'empreinte écologique par unité de revenu.

Tableau V : Inégalités des distributions selon l'index de Atkinson de l'empreinte écologique totale, du revenu per capita et de l'intensité environnementale. Ici, 1 est le degré d'égalité complet. (White, 2007)

Total Footprint ^a		Income per capita ^b		Environmental intensity ^{a,b,c}	
(1-A _s)	Mean, μ _s (global ha/person)	(1-A _y)	Mean, μ _y (2003 dollars)	(1-A _E)	Mean, μ _E (footprint per \$1000 of income)
Total	0.721 2.20	0.273	\$5800.74	0.738	1.356

^a Source: WWF (2006).
^b Real GDP per capita. Source: United Nations Statistics Division (2006).
^c Author's calculation, based on s/y (Total Footprint per unit of income).

Les résultats, inscrits dans le tableau V, révèlent que la distribution des revenus est plus inégalitaire (index de 0,273) que l'empreinte totale (0,721) et l'intensité environnementale (0,738)

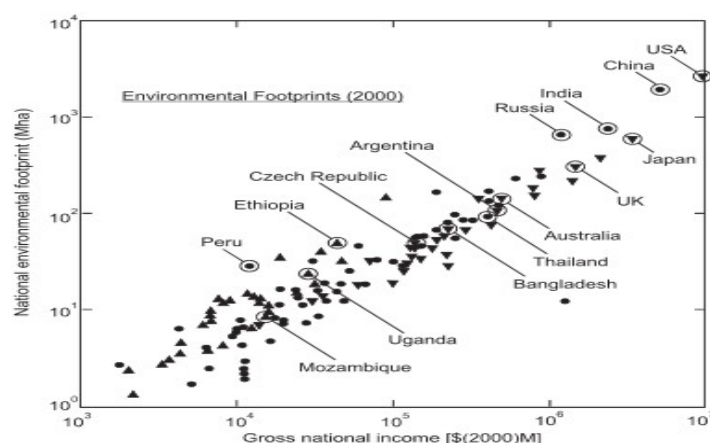


Figure 7 : Empreinte écologique nationale en fonction du PNB de 145 pays (Hammond, 2006)

La réduction des inégalités au niveau de l'intensité environnementale, le facteur le plus facile à redistribuer par la politique, ne va probablement pas conduire à réduire largement les inégalités de l'empreinte écologique totale sans passer par une logique d'une redistribution des revenus.

La corrélation entre l'empreinte écologique nationale totale et le Produit National Brut (PNB) est présentée en figure 7 . Le pays qui présente le plus gros impact environnemental est les Etats-Unis, associé à une population élevée et un haut niveau de revenu. Ainsi, 4,5% de la population mondiale contribue à 23% des émissions de carbone de l'humanité (Hammond, 2006). Peu après, la Chine et l'Inde, qui représentent respectivement 21% et 16,4% de la population mondiale, ont ainsi un rôle plus important dans la pression de la biosphère que certains pays dit industrialisés, comme le Japon, la Russie ou la Grande Bretagne. En outre, les petits pays à faible population ont, de ce fait, un faible impact sur la Terre.

La relation entre l'empreinte nationale *per capita*, associée à la densité de population, avec le PNB par habitant révèle une pression environnementale très forte en fonction du niveau de vie de la population comme l'illustre la figure 8. (cf annexe 3 figure 3)

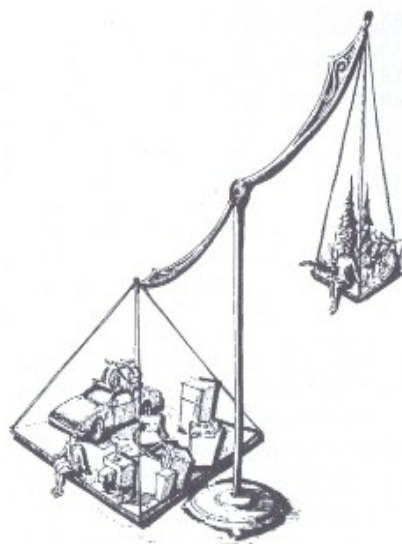


Figure 8 : Inégalités d'empreintes liées au niveau de vie (Wackernagel et Rees, 1999)

Empreinte et Indice de Développement Humain (IDH)

Une façon de concevoir la durabilité est de combiner IDH et empreinte écologique. Ainsi, la figure 1 de l'annexe1 montre que le système global peut être durable si l'ensemble des pays atteignent un IDH supérieur à 0,8 et que leur empreinte n'excède pas les 1,78 gha (cf chapitre I-3).

Seul Cuba remplit ces critères d'après les données des Nations Unies (Hails *et al.*, 2006). L'Asie-Pacifique et l'Afrique sont créditeurs écologiques en 2003 sans dépasser la biocapacité moyenne *per capita*, tandis que l'Union européenne et l'Amérique du Nord dépasse le seuil de l'IDH établi tout en dépassant la biocapacité.

Certaines nations, comme la Chine et l'Inde, ont su augmenter leur IDH de 50% entre 1975 et 2003, tout en restant à l'intérieur des limites biophysiques de la planète. D'autres pays, comme les États-Unis, ont en 28 ans élevé leur IDH de moins d'une unité tout en élevant de 40% leur empreinte *per capita*.

III - Prise de conscience vers un monde durable et équitable : émergence de l'empreinte écologique et ses limites

1 - Le développement durable tend-il vers la durabilité ?

La politique de « développement durable » est apparue dans *Notre avenir à tous*, publié par la commission mondiale sur l'environnement et le développement de 1987, dirigé par la Norvégienne Gro Harlem Brundtland. Il est nécessaire de se plonger dans les fondements de cette notion, revendiquée par la majorité des politiques et des citoyens.

Il commence ainsi : « La Terre est une; le monde, lui ne l'est pas. Nous n'avons qu'une seule et unique biosphère pour nous faire vivre [...] D'aucuns consomment les ressources de la planète à un rythme qui entame l'héritage des générations à venir. D'autres, bien plus nombreux, consomment peu, trop peu, et connaissent une vie marquée par la faim et la misère noire, la maladie et la mort prématurée. » (WCED, 1987)

Le rapport dresse un état des lieux de la planète, conscient de ses limites biophysiques et des inégalités d'accès aux ressources. Il s'appuie sur ce constat dans le but de proposer une stratégie politique durable.

Cependant, le terme « développement » est ambiguë. Sous entend-il une amélioration de la qualité de vie ? Une croissance économique ?

Le dépassement depuis les années 70 de la capacité de régénération de la biosphère, ainsi que l'appropriation de capacité de porter par les pays à fort PIB là où des êtres humains ont faim, a été étudié précédemment (chapitre II-2. a). Cependant, le rapport préconise le développement durable : « Il ne s'agit en aucun cas de mettre fin à la croissance économique, au contraire. Inhérente à cette notion est la conviction que nous ne pourrions jamais résoudre les problèmes de pauvreté et de sous-développement si nous n'entrons pas dans une nouvelle période de croissance dans le cadre de laquelle les pays en développement auront une large part et pourront en tirer de larges avantages. » (WCED, 1987) Ainsi, le rapport préconise à plusieurs reprises une croissance du niveau du PIB en l'associant à l'efficacité d'utilisation des ressources et la redistribution des richesses. Le capital naturel ainsi préservé permet de soutenir une croissance nécessaire à l'augmentation du niveau de vie dans les pays dits en développement, qui passe par celle des pays riches.

Au chapitre I-1, le dogme d'une croissance économique et matérielle infinie n'a pas de sens au sein d'un monde borné par des limites biophysiques. En outre, la partie III-3.a) révèle une empreinte écologique qui suit de près la croissance économique.

Comme le souligne Wackernagel et Rees (1999), les gains d'efficacité peuvent facilement être compensés par une augmentation de la consommation des ressources naturelles. Ainsi, l'efficacité accélère la concurrence et incite à la consommation en diminuant les prix et intervient pour 75% dans la croissance, augmentant ainsi l'empreinte et le déficit écologique.

« Tous ces pays [en développement] ont besoin d'accroître fortement leurs exportations – surtout celles de produits non traditionnels – pour financer leurs importations, dont la demande va s'accroître avec la rapidité du développement ». Néanmoins, les chapitres I-2 et I-3 montrent que le commerce et les échanges à longues distances ignorent la capacité de porter, ce qui favorise inévitablement l'augmentation de l'empreinte et la déperdition du capital naturel.

Ainsi, la commission préconise un « un accès plus libre aux marchés pour les produits des pays en développement, des taux d'intérêt plus faibles, davantage de transferts de technologie et une augmentation appréciable des flux de capitaux tant concessionnels que commerciaux. » Le libre échange, la diminution des barrières douanières des produits manufacturés, une coopération des états avec les sociétés transnationales sont le cheval de Troie du développement durable.

La majorité des auteurs qui travaillent sur l'empreinte écologique, comme l'avait énoncé William Rees en 1992, préconisent l'autosuffisance et l'indépendance par l'émergence du biorégionalisme et non la recherche de l'extension du commerce par une mondialisation économique.

En vue des connaissances actuelles sur l'état de la planète et des dégâts humains que l'idéologie dominante actuelle a engendré, la rapide sortie de la société de surconsommation ainsi que de son paradigme est une nécessité pour éviter l'effondrement des écosystèmes et rétablir la justice sociale. Les sociétés devraient rechercher la durabilité, non l'impasse du développement durable et de ses contradictions.

2 - Un outil au service des citoyens et des politiques

L'empreinte écologique est avant tout un instrument pédagogique qui, en traduisant métaphoriquement les niveaux d'offre et de demande en ressources naturelles, révèle les liens du caractère plus ou moins soutenable du développement avec l'accroissement des inégalités.

Elle peut montrer la dépendance d'un territoire par rapport à d'autres souvent plus pauvres, pour rétablir des rapports plus justes et équitables dans une société durable.

Le World Wildlife Fund (WWF) international publie tous les deux ans depuis 1998 les « *rapport planète vivante* », qui dresse un état de la planète, avec 2 indicateurs : l'indice « planète vivante », qui représente l'état des lieux de la biodiversité, et l'empreinte écologique.

Cet outil a pour but, entre autre, de populariser le concept d'empreinte et de servir aux décideurs. Ainsi, le WWF et ses partenaires élaborent des *scenarii* à partir d'extrapolations de données d'empreintes écologiques actuelles.

Les données actuelles vues précédemment montrent ainsi que les ressources naturelles sont

surexploitées. La conséquence est une perte de biodiversité ainsi que des dégâts sur les écosystèmes qui fournissent ressources et services à l'humanité. Il faut donc éliminer cette surexploitation : réduire l'empreinte écologique globale et augmenter la biocapacité de terres bioproductives pour supprimer l'écart entre ces surfaces.

Le dernier rapport utilise 5 facteurs pour déterminer la surexploitation : la taille de la population ; la consommation de biens et services par personne ; l'intensité de l'empreinte ; la surface bioproductive et la bioproduktivité par hectare. Cette aide aux prises de décision conscientes en vue de réduire la charge de l'économie sur la biosphère se base sur trois *scenarii*.

1) Le scénario "business as usual" se base sur les données de l'ONU qui prévoient une croissance lente des consommations et de la population mondiale. La biocapacité va croître lentement grâce à l'augmentation des rendements pour enfin être diminuée au-dessous du niveau de 1931 par une surexploitation de la biosphère. L'empreinte passera de 2,2 à 2,6 ha *per capita* d'ici 2050, tout en accumulant une dette écologique de façon dangereusement linéaire correspondant à 36 années de production biologique planétaire. La dette écologique est donc une mesure du « risque que les ressources et services écologiques ne soient plus disponibles pour répondre aux demandes de l'humanité dans le futur ».

2) Le scénario « modification progressive » correspond à une volonté d'éliminer la surexploitation d'ici 2100. Il devra être accompagné d'une réduction de 50% des émissions de gaz à effet de serre ainsi que de 50% de la pêche sauvage. Une diminution de la consommation de viande devra être opérée pour libérer des terres cultivables à plus fort rendement tandis que la consommation de terres forestières augmentera de 50% pour stocker le carbone. Le but serait d'arriver à une empreinte de 1,5 ha *per capita* d'ici 2050, couplé à une augmentation de la biocapacité, libérant ainsi de l'espace pour les autres espèces à hauteur de 10%.

Il est à noter que toute forme de production d'énergie possède une empreinte écologique : le tout étant de ne pas transférer l'empreinte des combustions fossiles sur celles des énergies renouvelables.

3) Le scénario de « réduction drastique » ramène l'échéance à 2050 pour sortir de la surexploitation pour aboutir à une empreinte 30% inférieure à 2003. Pour la restauration des populations d'espèces sauvages et de leur habitat, un tampon de biocapacité serait atteint en 2100 à hauteur de 30%. S'impose alors une réduction de 70% des rejets de CO₂ d'ici 2100 et de 23% pour les surfaces dédiées aux pâturages et aux récoltes. Ceci est en partie possible en diminuant les calories animales de l'alimentation. En effet, 7 Kg de protéines végétales sont nécessaires pour la production de 1 Kg de boeuf, et 2 Kg pour 1 Kg de poulet (site internet de l'ADEME).

Pour éliminer le déficit écologique, Haberl *et al.* (2001) proposent un remaniement des terres utilisées.

En effet, la productivité des cultures est forte, celle des forêts moyenne, celle des pâturages faible. Si une région dispose de 20% de cultures, 40% de pâturages et 40% de forêt, il serait judicieux de transformer une moitié des pâturages en espaces cultivés, l'autre en surface boisée. Ainsi, la capacité d'absorption de carbone augmente de 20% : 40% de cultures et 40% de forêt et 20% d'espace de stockage supplémentaire.

3 - Limites et controverse

Limites de la notion de « biocapacité »

La biocapacité met en évidence les limites écologiques ainsi que l'indépendance de l'activité humaine vis-à-vis de la biosphère. L'augmentation du niveau de la mer, qui résulte du réchauffement climatique, couplé à une variation de la bioproduktivité par la dégradation du sol et la technologie, aboutit à une variation de la biocapacité. Ainsi, la biocapacité déterminée par des conditions écologiques et socio-économiques n'est pas forcément un bon indicateur (Haberl *et al.*, 2001) : elle n'est qu'une métaphore pour visualiser le potentiel de production durable de biomasse et d'absorption de carbone à un temps donné. Il serait judicieux, toujours selon les auteurs, d'associer cette surface au potentiel de productivité primaire par unité de surface.

Une histoire d'échelle

Jongler avec les empreintes écologiques peut donner des résultats surprenants. Des résultats contradictoires semblent apparaître si on modifie l'échelle d'étude. Ainsi, un pays qui dépasse sa capacité de porter peut avoir une empreinte écologique *per capita* très faible. Prenons l'exemple de l'Inde.

La figure 6 nous présente les pays débiteurs et créditeurs écologiques, c'est à dire si leur empreinte dépasse la superficie de leur propre frontière. L'Inde dépasse ainsi de 50% sa biocapacité.

Sur la figure 1 de l'annexe1, l'empreinte moyenne *per capita*, calculée en divisant l'empreinte totale par le nombre d'habitants, est comparée cette fois à la capacité moyenne mondiale *per capita*, et non selon l'échelle nationale. L'Inde se trouve alors parmi les pays qui ont l'impact par habitant le plus faible sur la biosphère

Dans un cas l'analyse de l'empreinte nationale est comparée par rapport à ses propres capacités, dans l'autre cas l'empreinte *per capita* est comparée avec la biocapacité moyenne planétaire.

Objection et autres indicateurs de durabilité

Dans l'article *The ecological footprint : measuring rod or metaphor ?* parue en 2000, Opschoor affirme que l'empreinte écologique n'est pas un outil adapté pour évaluer l'impact d'une personne ou d'une activité sur l'environnement. La pression sur l'environnement, jusqu'à un certain degré, ne devrait pas mettre en péril les disponibilités en capital naturel. En effet, avec le paradigme idéologique de « faible durabilité », soutenu par l'économie théorique classique (*cf* chapitre I-2), le capital naturel peut être substitué par le capital fabriqué humain. Cette vision, en opposition à la « forte durabilité », néglige le rôle du capital naturel : il permet des services écologiques et le soutien de la vie (Wackernagel et Rees, 1999).

Ainsi, certains pays pauvres ont le choix entre stopper l'exportation des ressources par les grandes firmes, ou, dans les règles du commerce international, exploiter leurs ressources naturelles pour l'exportation. Ces pays vont donc souffrir du prix environnemental assumé, et bénéficier des gains commerciaux utilisables pour leur développement. La pression environnementale peut être incorporée à travers des indicateurs.

En politique économique traditionnelle, le Produit Intérieur Brut (PIB) est généralement utilisé comme indicateur de « bien être » national. Certains incluent le capital environnemental et la durabilité économique, mais le PIB reste un indicateur unidimensionnel qui pose des problèmes dans la mesure du « bien-être ». L'auteur (Opschoor, 2000) préfère donc l'usage d'indicateurs multidimensionnels, comme l'Indice de Développement Humain, qui inclut la santé, l'éducation et le PIB. L'environnement n'est pas pris en compte. L' "Index of Sustainable Economic Welfare" (ISEW) intègre les coûts environnementaux et la dépréciation du capital naturel, mais est très difficile à quantifier.

CONCLUSION

L'empreinte écologique, en mesurant la pression de l'homme sur la biosphère, peut être utilisée comme indicateur de durabilité dans un monde dont les frontières biophysiques ne peuvent s'étendre indéfiniment. Les représentations multiples de cette métaphore en surface ou en nombre de Terres consommées contribue à la mise en évidence des injustices et d'une certaine catastrophe écologique.

Depuis les années 1970, l'entreprise humaine consomme les ressources naturelles plus rapidement que la capacité de régénération de la biosphère. Le déficit écologique mondial s'accroît, pour atteindre un dépassement entre 20% et 30% en 1999. Ainsi, le confort matériel d'une petite portion de l'humanité repose sur des planètes fantômes.

L'empreinte *per capita* augmente au fur et à mesure des années, pour atteindre les 2,33 gha *per capita* en 2003 alors que la biocapacité n'atteint que les 1,78 gha. Plus un pays se développe économiquement, par une augmentation de la croissance économique et matérielle qui gonfle son Produit Intérieur Brut, plus son empreinte sera grande. D'énormes superficies de terres écologiquement productives occupées ne signifie pas qu'elles sont réparties équitablement au sein d'une population.

Ainsi, les pays « riches » dépassent leur biocapacité notamment par le biais du commerce : les pays à fort PIB s'octroient de la capacité de porter aux quatre coins de la planète, généralement dans les pays dits « en développement ».

Les pays industrialisés, moteurs de la croissance et de l'épuisement des ressources mondiales à grande échelle, ont une double dette écologique : envers les générations futures qui se verront léguer une terre souillée aux biocapacités réduites, et envers les pays à faible revenu qui prêtent leur stock naturel alors indisponibles pour satisfaire leurs besoins fondamentaux.

L'empreinte écologique n'est pas un outil de prédiction, mais permet de faire un bilan. Son utilisation peut permettre l'extrapolation de différents *scenarii* en fonction des potentielles prises de décisions politiques et économiques. Ces planifications prennent en compte d'autres facteurs globaux, comme l'évolution démographique, la part de terres arables disponible, la déforestation, et les données du réchauffement climatique.

Une approche holistique du monde et pluridisciplinaire est donc nécessaire. En effet, à l'instar du dépassement des simples frontières nationales, les bornes purement écologiques, économiques, et politiques sont levées, ce qui rend l'étude complexe.

Les résultats peuvent varier en fonction de la méthode de calcul et de l'échelle utilisée, qu'elle soit au niveau individuelle, d'un bien de consommation ou d'un service, d'une région ou à l'échelle de la biosphère.

A long terme, si une réelle volonté politique de réduction de l'empreinte n'est pas mise en place, accompagnée d'une augmentation de la biocapacité, le risque d'effondrement d'écosystèmes s'agrandit. Le fond mondial pour l'environnement, le WWF, met à disposition des planifications en fonction de différents *scenarii*. D'autres préconisent la sortie de la société de surconsommation en relocalisant l'économie et en internalisant les coûts environnementaux dans les prix.

Au vue de cette étude, la réduction de l'impact de l'humanité sur la nature, dont l'entreprise humaine fait partie, passera nécessairement par une redéfinition des réels besoins ainsi que du sens de l'existence de nos sociétés.

Ainsi, une réelle prise de conscience générale est en marche, sur des bases scientifiques, soulevées par des écologues, reprise politiquement par les écologistes.

« vivre simplement pour que tous puissent simplement vivre », Mohandas Karamchand Gandhi

Glossaire

Besoins fondamentaux : éléments indispensables à la survie : se loger, respirer, boire, manger, se protéger du froid et de la chaleur, se défendre contre les agressions,...

Biocapacité : superficie de sol écologiquement productif.

Biodiversité : « c'est toute la variété du vivant étudiée à trois niveaux : les écosystèmes, les espèces qui composent les écosystèmes et, enfin, les gènes que l'on retrouve dans chaque espèce. » (Wilson, 2007)

Capacité de porter : densité maximale de population d'une espèce donnée qu'une superficie peut faire vivre sans réduire sa capacité de faire vivre la même espèce dans l'avenir. (Rees, 1992 ; Wackernagel et Rees, 1999) La croissance au delà de la capacité de porter est le « dépassement ».

Capital fabriqué : fait référence aux biens produits par l'homme.

Capital naturel : « réfère à tout stock d'avoirs naturels qui rapportera une récolte de précieux biens ou services dans l'avenir ». Il existe trois catégories de capital naturel : renouvelable, remplaçable et non renouvelable. (Wackernagel et Rees, 1999)

Eau virtuelle : associe à un bien de consommation ou intermédiaire la quantité d'eau nécessaire à sa fabrication.

Empreinte écologique : désigne la superficie de sol (et d'eau) qui serait requise pour soutenir indéfiniment une population humaine et des niveaux de vie donnés, pendant un temps illimité. (Wackernagel et Rees, 1999)

Facteurs d'équivalence de rendement : permet d'inclure dans l'empreinte écologique les productivités du sol. « Ces facteurs représentent la productivité locale divisée par la productivité moyenne mondiale. La moyenne mondiale de la terre arable a un facteur de 7. » (Wackernagel et Rees, 1999)

Niveau de vie : mesuré généralement par le revenu par habitant réel par personne.

Per capita : signifie littéralement « par tête ». On divise la valeur absolue de la quantité considérée par le nombre d'individus pour obtenir une moyenne *per capita*.

Productivité biologique (ou bioproductivité) : « ce terme renvoie à la capacité de la nature de se reproduire et de se régénérer, ce qui lui permet d'accumuler la biomasse. Pour déterminer la productivité biologique d'une catégorie donnée de sol, on divise la production biologique totale par la superficie des sols disponibles dans cette catégorie. » (Wackernagel et Rees, 1999)

Sol biologiquement productif : « un sol suffisamment fertile pour accommoder les forêts ou l'agriculture, c'est-à-dire qui permet une production primaire nette. » (Wackernagel et Rees, 1999)

Bibliographie

- AGENCE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA MAÎTRISE DE L'ENERGIE (2007)
<http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=20713&m=3&catid=20717>
- BARBAULT R. (1997) *Biodiversité*. Hachette, Paris, 140 p.
- CHAPAGAIN A. and HOEKSTRA A.(2007) The water footprint of coffee and tea consumption in the Netherlands. *Ecological Economics* **64**, 109-118
- FERNG J.J. (2002) Toward a scenario analysis framework for energy footprints. *Ecological Economics* **40**, 53-69
- GLOBAL FOOTPRINT NETWORK (2006) *Annual Report*
<http://www.footprintnetwork.org/download.php?id=104>
- HABERL H., ERB K.H., KRAUSMANN F. (2001) How to calculate and interpret ecological footprints for long periods of times : the case of Austria 1926-1995. *Ecological Economics* **38**, 25-45
- HAILS C., LOH J., GOLDFINGER S. (2006) Living planet report 2006 ou rapport planète vivante 2006. *World Wide Fund for Nature International (WWF), Zoological Society of London (ZSL), Global Footprint Network*
- HAMMOND G. (2006) 'People, planet and prosperity': The determinants of humanity's environmental footprint. *Natural Resources Forum* **30**, 27-36
- OPSCHOOR H. (2000) The ecological footprint : measuring rod or metaphor ? *Ecological Economics* **32**, P 363-365
- REES W. (1992) Ecological footprints and appropriated carrying capacity : what urban economics leaves out. *Environment and Urbanization* **4**, 121-130
- WACKERNAGEL M. and REES W. (1999 pour l'édition française) *Notre empreinte écologique*. Écosociété, Montréal, 216 p.
- WACKERNAGEL M., SCHULZ N., DEUMLING D., LINARES A., JENKINS M., KAPOV V., MONFREDA C., LOH J., MYERS N., NORGAARD R., RANDERS J. (2002) Tracking the ecological overshoot of the human economy. *Proceedings of the National of Sciences of the United States of America* **14**, 9266 -9271
- WHITE T. (2007) Sharing resources The global distribution of the Ecological Footprint. *Ecological Economics* **64**, 402 -410
- Wilson O. (2007) Une extinction massive se prépare. *Les dossiers de la recherche* **28**, 6-9
- WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (1987) *Our Common Future*. <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>
- WWF-FRANCE ET REDEFINING PROGRESS (2002) L'empreinte écologique en France, WWF

Résumé

L'empreinte écologique, telle que définie initialement par Mathis Wackernagel et William Rees, estime la superficie de terres écologiquement productives nécessaires pour soutenir indéfiniment une population. Cette métaphore rend compte de la pression qu'exerce l'homme sur la biosphère, dont il fait intégralement parti.

Cette recherche bibliographique étudie le mode de calcul de l'empreinte à travers 4 catégories de surface utilisées : l'énergie, les cultures, les pâturages et le bois.

Le ratio entre l'empreinte écologique globale et la biocapacité permet de mesurer si l'entreprise humaine vie à l'intérieur de la capacité de porter de la planète. Ainsi, depuis les années 70, l'humanité a dépassé les capacités de régénération de la biosphère pour atteindre 120 % d'exploitation en 1999 (Wackernagel et Rees, 1999). L'empreinte moyenne en 2003 atteint 2,3 ha *per capita* contre 1,78 disponibles (Hails *et al.*, 2006)

La comparaison des empreintes entre régions et la biocapacité moyenne met en évidence les inégalités d'utilisation des ressources naturelles. L'augmentation de l'empreinte écologique suit la croissance économique, responsable de l'épuisement du capital naturel qui ne peut être remplacé par du capital fabriqué. Ainsi, les empreintes extrêmes s'élèvent à 11,87 gha *per capita* aux Émirats Arabes Unis et à 0,52 au Bangladesh, pour une biocapacité moyenne de 1,8 ha *per capita* (White, 2007). Ainsi, le commerce international permet aux pays riches de s'approprier de l'espace bioproduitif des pays à faible revenu.

Certains pays accumulent donc une double dette écologique : envers les générations futures, et envers les pays à faible revenu.

L'empreinte écologique est avant tout un outil de planification au service des citoyens et des politiques en vue de réduire l'impact de l'humanité sur l'écosphère. Ainsi, le WWF publie des *scenarii* d'évolution de l'empreinte en fonction des prises de décisions politiques.

Mots clés : empreinte écologique, capacité de porter, déficit écologique, biocapacité.

Abstract

Ecological footprint, defined initially by M. Wackernagel and W. Rees, estimates the productive ecological area needed to sustain indefinitely a population. The metaphor gives humanity's pressure on biosphere of which he is fully a part.

This bibliographical research studies the different calculation of footprint through his components: energy, crop, grassland and wood.

Ratio between ecological footprint and biocapacity allows to measure if humanity lives inside the carrying capacity of the earth. So, since 70's, humanity accumulates an ecological deficit. The overshoot reaches 20% in 1999 (Wackernagel et Rees, 1999). The ecological footprint average reaches 2.3 ha per capita in 2003 vs 1,78 available (Hails *et al.*, 2006).

Comparison between regional footprints and the average biocapacity shows inequalities in using natural resource. The growing of ecological footprint follows economic growth. Natural capital exhaustion cannot be changed by made capital. So, international trade allows the rich countries to appropriate the bioproduit area of the poorest countries.

Rich countries accumulate a double ecological debt: for future generations and for poor countries.

Ecological Footprint is a planification tool for citizens and politics in order to reduce humanity's impact on ecosphere. So, WWF publishes the evolutions of ecological footprint with different politics decisions.

Key words : ecological footprint, carrying capacity, ecological deficit, biocapacity