

# NOTES TECHNIQUES

## INDICE PLANÈTE VIVANTE

### Récolte des données

Les données de population d'espèces utilisées pour le calcul de l'indice proviennent de différentes sources: publications scientifiques, documentation d'organisations non gouvernementales, sites Internet. Les données utilisées pour la construction de l'indice doivent posséder des séries chronologiques fournissant soit directement la taille d'une population, soit une estimation indirecte de la taille d'une population. Les données peuvent être des estimations de la population totale (comme les comptages de l'entière d'une espèce), des mesures de densité (par exemple les nombres d'oiseaux par kilomètre de transect), des estimations de stock ou de biomasse (en particulier pour les espèces commerciales de poissons) ou encore des données indirectes de taille de population (comme, pour les tortues marines, le nombre de nids sur différentes plages de nidification).

Toutes les séries chronologiques possèdent au moins deux points – la plupart des séries en ont plus – et sont collectées par des méthodes similaires au fil des ans, ce qui permet l'établissement d'une tendance. Deux estimations de population provenant d'enquêtes différentes ne seront utilisées dans une série

chronologique que si les enquêtes se voulaient comparables. Les plantes et invertébrés sont exclus par manque de séries chronologiques disponibles. Nous supposons donc que les tendances des populations de vertébrés indiquent les tendances générales de la biodiversité globale.

### Calcul des indices

Le ratio entre la population de chaque paire d'années consécutives a été calculé pour chaque espèce. Pour calculer l'indice pour une année, la moyenne géométrique de tous les ratios des populations pour cette année et l'année précédente est multipliée par la valeur de l'indice de l'année précédente. Chaque indice est établi à 1,00 en 1970. De ce fait, l'indice démarre à 1,00 puis change en fonction de la moyenne géométrique de tous les changements de population de chaque espèce, d'année en année.

Lorsque les données ont été collectées pour plus d'une population ou lorsque plus d'une série chronologique est disponible pour une même population, la moyenne géométrique de tous les rapports pour ces espèces est utilisée, plutôt que de multiples séries de rapports.

Il y a plus de données de population d'espèces disponibles pour les régions tempérées que pour les

régions tropicales alors que la richesse en espèces est plus grande sous les tropiques. Si l'indice planète vivante était calculé uniquement de la manière décrite plus haut, il ne serait pas représentatif de la diversité mondiale. C'est pourquoi, avant tout calcul, les données sont séparées par biome – terrestre, eau douce ou marin – en fonction de l'habitat principal de l'espèce. Quand une espèce se rencontre communément dans plus d'un biome, son habitat de reproduction détermine l'attribution de son biome. Ensuite, pour chaque biome, les espèces sont subdivisées suivant le domaine biogéographique ou l'océan qu'elles habitent: Afrique tropicale, domaine austral, indo-malaisien, néarctique, néotropical ou paléarctique pour les espèces terrestres et d'eau douce, océan Atlantique/Arctique, océan Indien/Asie du Sud Est, océan Pacifique ou océan Antarctique pour les espèces marines. Certaines espèces se rencontrent dans plusieurs domaines ou plusieurs océans. Dans ce cas, les populations sont ventilées en conséquence. Les nombres totaux d'espèces contribuant à chaque domaine / océan et biome sont disponibles au tableau 4.

Dans un premier temps, des indices séparés sont calculés pour chaque domaine biogéographique (un indice terrestre et un indice d'eau douce par domai-

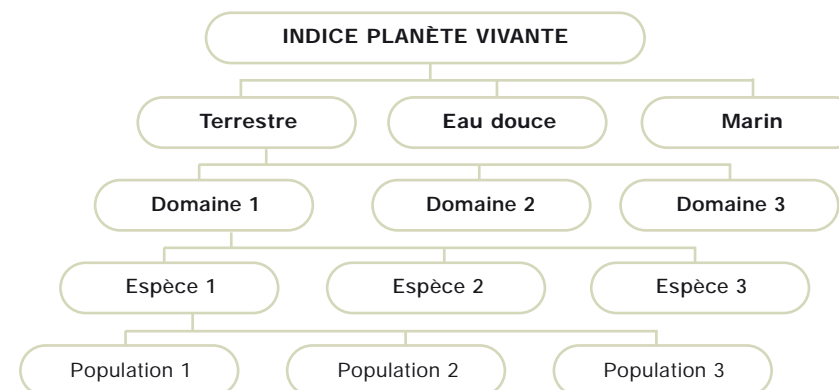
ne) et pour chaque océan. Les indices des espèces terrestres et d'eau douce sont ensuite calculés, pour chaque biome, comme la moyenne géométrique des 6 indices de domaines biogéographiques. L'indice des espèces marines est calculé comme étant la moyenne géométrique des 4 indices d'océans. L'indice des espèces terrestres comprend 555 espèces de mammifères, oiseaux et reptiles de forêts, prairies, savanes, déserts et toundras des écosystèmes du monde entier. L'indice des espèces d'eaux douces comprend 323 espèces de mammifères, oiseaux, reptiles, amphibiens et poissons vivant dans les écosystèmes des rivières, lacs ou zones humides. L'indice des espèces marines inclut 267 espèces de mammifères, oiseaux, reptiles et poissons des océans, mers et écosystèmes côtiers du monde entier.

L'IPV est la moyenne géométrique des indices des espèces terrestres, d'eau douce et marines. La hiérarchie des indices se trouve figure 36. Chaque biome a le même poids au sein de l'indice planète vivante général. Chaque domaine ou océan a le même poids au sein de chaque biome. Chaque espèce a le même poids au sein de chaque domaine ou océan. Chaque population a le même poids que les autres populations de la même espèce.

Table 4: NOMBRE D'ESPÈCES INCLUES DANS L'INDICE PLANÈTE VIVANTE PAR DOMAINE/OCÉAN ET BIOME

Domaine ou océan	Terrestre	Eau douce	Marin
Afrique tropicale	72	12	
Asie australe	15	11	
Indo-Malaisien	28	19	
Néarctique	269	168	
Neotropical	19	12	
Paléarctique	159	101	
Océan Atlantique et Arctique			117
Océan Indien et d'Asie du Sud Est			15
Océan Pacifique			105
Océan antarctique			30
<b>Monde</b>	<b>555</b>	<b>323</b>	<b>267</b>

Fig. 36: HIÉRARCHIE DES INDICES COMPOSANT L'INDICE PLANÈTE VIVANTE



# NOTES TECHNIQUES (SUITE)

## EMPREINTE ÉCOLOGIQUE et BIOCAPACITÉ

### 1. L'empreinte écologique

L'empreinte écologique est la mesure de la surface biologiquement productive de terre et d'eau dont un individu, une ville, un pays, une région ou l'humanité a besoin pour produire les ressources qu'il consomme et absorber les déchets qu'il génère, en utilisant les technologies et les systèmes de gestion des ressources en usage. Cette surface de terre et d'eau peut se trouver n'importe où dans le monde.

Ce rapport décrit les empreintes nationales par tête d'habitant pour 148 pays. Les empreintes peuvent aussi être calculées pour des organisations, des projets d'aménagement urbain, des services et des produits.

L'empreinte écologique est mesurée en hectares globaux. Un hectare global est 1 hectare d'espace biologiquement productif, avec une productivité mondiale moyenne. En 2001 (l'année la plus récente pour laquelle des données sont disponibles), la biosphère possédait 11,3 milliards d'hectares de surface biologiquement productive, soit environ un quart de la surface de la planète. Ces 11,3 milliards d'hectares comprennent 2,3 milliards d'hectares d'eau (océans et eaux intérieures) et 9,0 milliards d'hectares de terres. Cette surface terrestre est composée de 1,5 milliard de terres cultivées, 3,5 milliards d'hectares de pâturages, 3,9 milliards d'hectares de forêts et 0,2 milliard d'hectares de terrains construits.

Dans ce rapport, l'empreinte écologique est calculée pour chaque pays. Elle comprend les ressources contenues dans les biens et services consommés par les individus habitant ce pays ainsi que les déchets liés à cette consommation. Les ressources consommées pour la production de biens et services exportés vers un autre pays sont ajoutées à l'empreinte du pays où les biens et services sont consommés, plutôt qu'au pays où ils ont été produits. Quelques activités consommatrices, comme le tourisme, sont attribuées au pays où ces activités ont lieu plutôt qu'au pays d'origine. Bien que ceci affecte la taille relative de l'empreinte de certains pays, ces attributions erronées n'ont pas d'incidence sur le résultat global.

L'empreinte écologique globale représente la fraction de biosphère productive nécessaire au maintien du flux de production matérielle de l'économie humaine, avec les pratiques de production et de gestion en vigueur. Exprimée typiquement en hectares globaux, l'empreinte écologique peut aussi se mesurer en nombre de planètes, une planète représentant la biocapacité de la Terre pour une année donnée.

L'analyse se fonde principalement sur les données publiées par l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), l'Agence Internationale de l'Énergie (IEA) et le Groupe Intergouvernemental sur le Changement Climatique (GICC). D'autres données proviennent d'études publiées dans des revues scientifiques de références ou de collectes thématiques.

### 2. Biocapacité et bioproduktivité

La biocapacité (ou capacité biologique) est la capacité de production biologique utilisable totale d'une surface biologiquement productive, par exemple dans les limites d'un pays, pour une année donnée. Elle peut être exprimée en hectares globaux.

Une surface biologiquement productive est une zone de terre ou de mer qui a une activité photosynthétique et de production de biomasse importante. Les zones marginales à végétation raréfiée et les zones non productives ne sont pas incluses. Il y a 11,3 milliards d'hectares globaux de terres et de mers biologiquement productives sur la planète. Les trois-quarts restant de la surface de la Terre, déserts, calottes glaciaires, océans à grand fonds, par comparaison, ont de faibles niveaux de bioproduktivité, trop dispersés pour être récoltés.

La bioproduktivité (productivité biologique) est égale à la production biologique par hectare et par an. La productivité biologique se mesure généralement en terme d'accumulation de biomasse.

La biocapacité disponible par personne se calcule comme suit: la division des 11,3 milliards hectares globaux de surface biologiquement productive par le nombre d'individus en vie – 6,15 milliards en 2001 – donne la quantité moyenne de biocapacité par personne sur la planète: 1,8 hectares globaux.

### 3. Hypothèses de calculs

Les calculs de l'empreinte écologique se basent sur les hypothèses suivantes:

- Il est possible de conserver la trace de la plupart des ressources consommées par la population et des déchets qu'elle génère.
- La plupart de ces flux de ressources et de déchets peuvent être mesurés en termes de surfaces biologiquement productives nécessaire à leur maintien. Les ressources et flux de déchets qui ne peuvent être mesurés sont exclus de l'estimation. De ce fait, cette estimation a tendance à sous-estimer l'empreinte écologique véritable.
- En pondérant chaque surface proportionnellement à sa productivité de biomasse utilisable (c'est à dire, sa production annuelle de biomasse utilisable), les différentes surfaces peuvent être exprimées en termes d'hectares productifs moyens. Ces hectares productifs, appelés hectares globaux, représentent les hectares qui ont une productivité de biomasse utilisable égale à la moyenne mondiale de l'année. L'expression "utilisable" se réfère à la portion de la biomasse utilisée par les humains, reflétant les hypothèses anthropocentriques de la mesure de l'empreinte.
- Comme ces surfaces représentent des utilisations mutuellement exclusives et que chaque hectare global représente la même proportion de production potentielle de biomasse pour une année donnée, elles peuvent être additionnées. C'est aussi le cas pour la demande humaine agrégée (l'empreinte écologique) et pour l'offre agrégée de biocapacité.
- La demande humaine exprimée en tant qu'empreinte écologique et l'offre de la nature exprimée en hectares globaux de biocapacité peuvent être directement comparés.
- La demande de surface peut être supérieure à la surface disponible. Ainsi, une forêt qui est exploitée au double de son taux de régénération est représentée, dans les chiffres de l'empreinte, par le double de sa surface. Une utilisation qui excède le taux de régénération de la nature est appelée un dépassement écologique.

### 4. Ce qui n'est PAS pris en compte

Les résultats présentés sous-estiment la demande

humaine envers la nature et surestiment la biocapacité disponible.

- En cas de doute, ce sont les estimations les plus prudentes de l'empreinte qui sont retenues (ex.: les estimations d'absorption du carbone);
  - Les activités humaines pour lesquelles les données sont insuffisantes (ex.: les pluies acides) ne sont pas prises en compte;
  - Les activités qui érodent systématiquement la capacité de régénération de la nature sont exclues. Ces activités sont les suivantes:
    - Utilisation de matériaux pour lesquels la biosphère ne possède pas de capacités d'assimilation significative (ex.: plutonium, polychlorés biphényles (PCB), dioxines, chlorofluorocarbures (CFC))
    - Les processus qui nuisent irréversiblement à la biosphère (ex.: extinctions d'espèces, tarissement aquifère, déforestation, désertification).

Par souci de cohérence et pour garder les chiffres cumulatifs, chaque surface n'a été comptabilisée qu'une seule fois, que ce soit pour l'empreinte ou pour la biocapacité et ce, même si cette surface fournit deux ou plusieurs services écologiques. Comme il a été précisé plus tôt, les chiffres incluent la productivité des terres cultivées au niveau des rendements courants: aucune déduction n'est accordée pour d'éventuelles dégradations. Cependant, si une dégradation a lieu, cela se marquera à l'avenir par des réductions dans les estimations de biocapacité. L'énergie utilisée pour l'agriculture, engrais compris, est reprise dans l'empreinte énergie.

Les calculs de l'empreinte écologique évitent le double comptage – c'est-à-dire évitent de compter la même surface deux fois. Prenons le pain: le blé est cultivé, moulu et cuit pour être finalement mangé sous forme de pain. Les données économiques peuvent suivre ces processus séquentiellement et fournir, à chaque stade, des quantités et des valeurs financières. Cependant, c'est le même grain de blé tout au long du processus de production et lors de la consommation humaine finale. Afin d'éviter un double comptage, le blé n'est compté qu'à un seul stade du processus tandis que l'énergie consommée à chaque stade du processus est additionnée à l'empreinte.

Ce rapport fournit une empreinte de consommation. Au niveau global, l'empreinte de consommation est égale à l'empreinte de production. A l'échelle nationale cependant, les échanges doivent être pris en compte, donc l'empreinte consommation = empreinte production + importations – exportations.

## 5. Méthodologie

La méthodologie de l'empreinte écologique est en perpétuel développement. Elle est améliorée par l'ajout de détails et de meilleures données dès que disponibles. La coordination de cette tâche est effectuée par le Global Footprint Network (GFN, soit Réseau Empreinte Globale). Dans ce rapport, nous avons utilisé la méthodologie de comptabilité nationale la plus récente, en nous basant sur Monfreda et al. (2004). Une copie électronique d'un exemple de fiche technique et des formules qui la sous-tendent est disponible sur [www.footprintnetwork.org](http://www.footprintnetwork.org). Les nouvelles caractéristiques techniques de 2004 comprennent:

- une simplification du calcul des pâturages qui suppose une utilisation complète des pâturages existants à moins que la densité du bétail ne soit de moitié inférieure à la capacité limite du pâturage
- un calcul affiné de la séquestration du CO<sub>2</sub> et de la productivité des forêts qui utilise le modèle FAO d'offre globale de fibres (FAO 2000) et d'autres sources FAO complémentaires
- une source plus complète pour les émissions de CO<sub>2</sub> (IEA 2003)
- de nouvelles sources de données pour les surfaces bâties (FAO/IIASA 2000, EEA 1999).

La consommation d'une nation est calculée en additionnant à la production domestique les importations et en y soustrayant les exportations. Cette production est ajustée pour la production de déchets et, dans le cas des cultures, pour la quantité de graines nécessaires à leur croissance.

Ce solde est calculé pour 148 pays depuis 1961, avec environ 3500 points de données et 10.000 calculs par année et par pays. Plus de 200 catégories sont incluses, notamment les céréales, le bois, la farine de poisson et les fibres. Ces utilisations de ressources sont traduites en hectares globaux en divisant la quan-

tité totale consommée dans chaque catégorie par la productivité globale moyenne, ou rendement. Les rendements de la biomasse, mesurés en poids sec, proviennent de statistiques (FAO 2004b).

Pour associer la productivité des mers à celle des terres, la capacité des pêches à fournir des protéines est égalée à la productivité des pâturages à en fournir.

Les émissions de CO<sub>2</sub> dues aux combustibles fossiles, moins le pourcentage absorbé par l'océan, sont divisées par la capacité d'assimilation du carbone des forêts moyennes mondiales. Certaines de ces catégories de ressources sont principalement des ressources primaires (comme le bois brut et le lait) tandis que d'autres sont des produits manufacturés à partir de ressources primaires (comme le papier et le fromage).

Par exemple, lorsqu'une tonne de porc est exportée, la quantité de céréale de d'énergie nécessaire à la production de cette tonne de porc est traduite en surface biologiquement productive correspondante, puis soustraite de l'empreinte du pays exportateur et ajoutée à l'empreinte du pays importateur.

Malgré ces ajustements liés aux échanges commerciaux entre pays, certaines consommations, telles que le tourisme, sont attribuées au pays où elles ont lieu plutôt qu'au pays d'origine du consommateur, et ce parce que des données pertinentes ne sont pour le moment pas disponibles. Ceci fausse la taille relative de l'empreinte de certains pays mais n'affecte pas le résultat global.

## 6. Types de surface pris en compte dans le calcul de l'empreinte écologique et de la biocapacité

Six principaux types de surfaces productives sont pris en compte. Une fois que les impacts humains ont été exprimés en hectares globaux, ces composantes sont additionnées.

### *Terres cultivées*

Les cultures pour la nourriture humaine, les aliments pour bétail, les fibres et les huiles occupent la terre arable, qui est la surface la plus productive. La FAO estime qu'il y a près de 1,5 milliard d'hectares de terres cultivées à travers le monde. (FAO 2004b). En utilisant les données de la FAO sur les récoltes et les rendements de 74 espèces cultivées, nous obtenons une

estimation de l'utilisation des terres arables pour la production de cultures (FAO 2004b). Ces chiffres sont sous-estimés: en effet, par manque de données, d'autres impacts provenant de pratiques agricoles courantes tels les dommages à long terme dû à l'érosion de la couche arable, la salinisation et la pollution des nappes phréatiques par les produits chimiques agricoles ne sont pas inclus dans ces chiffres. Cependant, ces dommages affecteront la bioproduktivité future que ces calculs prennent en compte.

### *Pâturages*

Les animaux élevés pour leur viande, peau, laine et/ou lait ont besoin de pâturages et de prairies. Il y a 3,5 milliards d'hectares de prairies et de pâturages naturels et semi-naturels à travers le monde. Nous avons calculé la demande en pâturage en supposant que les pâturages sont utilisés à 100%, sauf lorsque ces pâturages produisent plus du double de la ration de nourriture nécessaire au bétail. Dans ce cas, la surface de pâture considérée est doublée par rapport à la surface minimale requise, ce qui signifie que l'empreinte pâturage par unité de produits d'origine animale est limitée au double de l'empreinte pâturage la plus faible par unité de produits d'origine animale. Cela peut conduire à sous-estimer la demande en pâturages puisque, même dans les prairies à faible productivité, les fermiers font généralement paître leurs bêtes sur toute l'étendue disponible et créent ainsi une demande humaine sur l'ensemble des prairies disponibles.

Des profils alimentaires sont créés pour déterminer le mélange des nourritures cultivées, de fourrages, de farines de poissons et d'herbes consommées en pâturage par animal et par pays. Chaque source de nourriture animale est affectée à l'empreinte correspondante (les nourritures cultivées à l'empreinte cultures, la farine de poisson à l'empreinte pêches, etc.). Les terres cultivées et les pâturages sont considérés en combinaison avec les données sur les échanges commerciaux de la FAO (FAO 2004b) pour imputer l'empreinte des produits d'origine animale au pays consommateur.

La séparation entre surfaces de forêts et prairies n'est pas toujours claire. Ainsi, la FAO a inclus des surfaces avec 10% de couvert forestier dans la catégorie forêt, alors que ces terres servent principalement au

pâturage. Quoique la distribution relative entre forêts et prairies ne soit pas toujours correcte, les chiffres ont été construits de manière à s'assurer qu'aucune surface ne soit affectée à plus d'une catégorie.

### *Les forêts*

L'exploitation du bois pour la construction et le papier ainsi que pour le bois de chauffage nécessitent des forêts naturelles ou plantées. D'après les enquêtes les plus récentes de la FAO (FAO 2003), il y a 3,9 milliards d'hectares de forêts dans le monde. Nous estimons les productivités forestières en utilisant différentes sources (FAO 1997b, FAO 2000, FAO/UNECE 2000). Les données de consommation pour le bois d'œuvre et le bois de chauffage proviennent également de la FAO (2004b). L'empreinte de la consommation de bois de chauffage est calculée en utilisant les taux de croissance du bois d'œuvre, ajustés à la hausse afin de refléter le fait que plus de biomasse forestière et des forêts plus jeunes peuvent être utilisées pour produire du bois de chauffage.

### *Pêches*

La pêche nécessite des zones de pêche productives. La majorité de la production des océans est localisée sur les plates-formes continentales. Cet espace représente 1,9 milliard d'hectares, en excluant les eaux inaccessibles ou non productives. Alors que ces zones ne forment qu'une faible partie des 36,3 milliards d'hectares d'océans dans le monde, elles fournissent plus de 95% des pêches marines (Postma and Zijlstra 1988). Les eaux intérieures représentent 0,4 milliard d'hectares de zones de pêches. Sur les 36,6 milliards d'hectares d'eaux marines et intérieures, il n'y a donc que 2,3 milliards de pêcheries potentielles. Nous avons utilisé les données de la FAO (FAO 2004b, FAO 2002) sur les captures de poissons et les avons comparées aux données FAO de "rendement durable" de 93 millions de tonnes par an. (FAO 1997a). Les chiffres incluent les captures de poissons destinés à la consommation humaine et les prises de poissons utilisées pour l'élaboration de farines de poissons. Nous avons également ajoutés les prises accessoires afin de prendre en compte les prises remises à l'eau

# NOTES TECHNIQUES (SUITE)

## Terrains construits

Les infrastructures pour le logement, le transport, la production industrielle et la production d'énergie hydroélectrique occupent les terrains construits. Cet espace est celui pour lequel nous avons le moins d'information car la faible résolution des images satellitiques ne permet pas de visualiser les infrastructures dispersées et les routes. Les données de CORINE (EEA 1999), GAEZ (FAO/IIASA 2000), et GLC (JRC/GVM 2000) ont permis de déterminer un total global de 0,2 milliard d'hectares de terrains construits. Nous supposons que les terrains construits remplacent les terres arables puisque les implantations humaines sont essentiellement situées sur les terres les plus fertiles d'un pays. Pour cette raison, les 0,2 milliard d'hectares de terrains construits sont comptabilisés dans l'empreinte écologique à raison de 0,44 milliard d'hectares globaux.

## "Au Pays de l'énergie"

Brûler des combustibles fossiles ajoute du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. Nous calculons l'empreinte combustible fossile en estimant la surface biologiquement productive nécessaire à la séquestration du CO<sub>2</sub> afin d'éviter une augmentation de la concentration du CO<sub>2</sub> atmosphérique. Comme les océans absorbent environ 1,8 giga tonnes de carbone chaque année (GICC 2001), seules les émissions de carbone restantes sont comptabilisées dans l'empreinte écologique. Le calcul de la capacité moyenne actuelle de séquestration du carbo-

ne des forêts se base sur le modèle global d'offre de fibres de la FAO (Global Fibre Supply Model) (FAO 2000) et est corrigé là où de meilleures données sont disponibles (FAO/UNECE 2000, FAO 1997b, et FAO 2004b). La capacité de séquestration change avec la maturité et la composition d'une forêt. Des changements de bioproduktivité sont aussi dus à de plus fortes concentrations atmosphériques de CO<sub>2</sub> ou sont associés à des changements de températures et de disponibilité en eau. D'autres méthodes de prise en compte de l'utilisation des combustibles fossiles résulteraient en des empreintes encore plus larges (Wackernagel et Monfreda 2004; Duker 2003). Chaque unité thermique d'énergie nucléaire est comptabilisée de la même manière qu'une unité d'énergie fossile. Nous avons choisi cette parité afin de refléter les possibles effets négatifs à long terme des déchets nucléaires.

L'empreinte de l'énergie hydraulique est égale à la surface occupée par les réservoirs et barrages hydro-électriques. Elle est calculée pour chaque pays en utilisant le rapport moyen d'énergie produite par surface inondée de réservoir des 28 barrages les plus grands du monde. (Table 5).

L'énergie nette incluse dans les données du commerce (qui, par définition, s'équilibrent au niveau du globe) est calculée en utilisant les statistiques de commerce ventilées en 109 catégories de produits. Les intensités énergétiques utilisées pour chaque catégorie proviennent de différentes sources (IVEM 1999,

Hofstetter 1992). Ce calcul est basé sur des estimations pour les années 90. A l'avenir, ce segment de l'empreinte écologique sera amélioré en utilisant les balances commerciales nationales et des données d'énergie incluse plus précises. L'énergie incluse se définit comme l'énergie utilisée pendant la durée du cycle de vie d'un produit pour sa fabrication, son transport, son utilisation et son élimination.

## 7. Normalisation des surfaces bioproductives

Les terres cultivées, forêts, prairies et zones de pêches n'ont pas la même bioproduktivité. Afin de fournir une mesure unique de l'empreinte écologique – l'hectare global – les calculs normalisent les surfaces bioproductives pour prendre en compte les différences de productivité entre terre et mer. Nous utilisons des facteurs d'équivalence et des facteurs de rendements pour convertir les différents types de surfaces réelles en leurs équivalents d'hectares globaux. Ces facteurs sont appliqués à la fois aux empreintes et aux capacités biologiques.

Les facteurs d'équivalence établissent un rapport entre les productivités moyennes de biomasse primaire de différents types de surface (terres cultivées, forêts, prairies et zones de pêches) et la productivité globale moyenne de la biomasse primaire, pour une année donnée. Un hectare de productivité mondiale moyenne a un facteur d'équivalence de 1,00.

Chaque année a sa propre série de facteurs d'équivalence, car la productivité relative des types d'utilisation des surfaces varie en fonction des technologies et des systèmes de gestion des ressources. Par exemple, en 2001 (voir tableau 6), chaque hectare de pâturage a un facteur d'équivalence de 0,48 car, cette année-là, les pâturages étaient de moitié moins productif qu'un hectare bioproductif moyen de surface terrestre. Pour une année donnée, les facteurs d'équivalence sont les mêmes pour tous les pays.

Les facteurs de rendement représentent la différence de productivité entre différents pays, pour un même type de surface. Par exemple, un hectare de pâturage en Nouvelle Zélande produira en moyenne plus de viande qu'un hectare de pâturage en Jordanie; par conséquent, le facteur de rendement du pâturage néo-zélandais est supérieur au facteur du pâturage jor-

Table 6: FACTEURS D'ÉQUIVALENCE, 2001

Type de surface	Facteur d'équivalence (ha global/ha)
<i>Productivité mondiale moyenne</i>	1.00
Terres cultivées primaires	2.19
Terres cultivées marginales	1.80
Forêts	1.38
Pâturages	0.48
Mers	0.36
Eaux intérieures	0.36
Terrains construits	2.19

danien. Le facteur de rendement de surface moyenne mondiale de n'importe quel type (dans notre exemple, les pâturages) est de 1. Chaque pays et chaque année dispose de sa propre série de facteurs de rendement. Ceux-ci comparent les productivités nationales aux productivités mondiales, regroupées par types de surface. Ainsi, le tableau 7 montre que les forêts du Guatemala sont 1,4 fois plus productives que la moyenne des forêts mondiales.

Lors du calcul de la biocapacité d'une nation, chaque type de surface bioproductive de cette nation – terres cultivées, forêts, pêches intérieures, pêches océanes, pâturages et terrains construits – est multiplié par son facteur d'équivalence (le même pour tous les pays pour une année donnée) et par son facteur de rendement (spécifique pour chaque pays pour une année donnée)

La surface de productivité ajustée est la surface biologiquement productive exprimée en productivité mondiale moyenne. Elle est calculée en multipliant la surface physique par les facteurs de rendement et d'équivalence, ce qui fournit un résultat en hectares globaux. Au niveau du globe, le nombre d'hectares biologiquement productifs et le nombre d'hectares globaux est équivalent.

## 8. Prélèvements d'eau

L'empreinte nationale et les chiffres de biocapacité ne comprennent pas pour le moment, les utilisations d'eau douce et les disponibilités en eau parce que le

Table 5: LES PLUS GRAND BARRAGES HYDROÉLECTRIQUES DU MONDE

Aguamilpa, Mexique	Guri, Venezuela	Sayanskaya, Fédération de Russie
Akosombo, Ghana	Ilha Solteira, Brésil	Sobradinho, Brésil
Aswan High Dam, Égypte	Itaipu, Brésil et Paraguay	Three Gorges, Chine
Balbina, Brésil	Jupia, Brésil	Três Marias, Brésil
Brokopondo, Surinam	Kariba, Zimbabwe et Zambie	Tucurui, Brésil
Carbora Bassa, Mozambique	Paredao, Brésil	Urta I and II, Colombie
Churchill Falls, Canada	Paulo Alfonso, Brésil	
Curua-una, Brésil	Pehuenche, Chili	
Furnas, Brésil	Rio Grande II, Colombie	
Grand Coulee, États-Unis	Samuel, Brésil	
Guavio, Colombie	Sao Simao, Brésil	

Source: Goodland 1990 et WWF International 2000.