Etude de faisabilité d'un calcul d'empreinte écologique à l'échelle des régions françaises

Aurélien Boutaud, Natacha Gondran

▶ **To cite this version:**

Aurélien Boutaud, Natacha Gondran. Etude de faisabilité d'un calcul d'empreinte écologique à l'échelle des régions françaises. 2011. emse-00765528

HAL Id: emse-00765528

https://hal-emse.ccsd.cnrs.fr/emse-00765528

Submitted on 14 Dec 2012

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Etude de faisabilité d'un calcul d'empreinte écologique à l'échelle des régions françaises

Rapport final

Une étude réalisée par
Aurélien Boutaud Consultant indépendant
& Natacha Gondran Institut Fayol – Ecole Nationale Supérieure des Mines de St-Etienne

Sommaire

Introduction : Rappel des finalités de l'étude en 5 questions..... 4
1. Qu'est-ce que l'empreinte écologique ?..... 5
1.1. Les termes du débat : soutenabilité et capital naturel..... 5
1.2. Objectif : comparer l'offre et la demande de capacités régénératives du « capital naturel critique »..... 6
2. Quelles sont les principales difficultés d'un calcul régional d'empreinte écologique ?..... 10
2.1. L'empreinte écologique : une méthode standardisée à l'échelle des nations..10
2.2. Principales difficultés de calcul à l'échelle infranationale 11
3. Quels outils/méthodes sont aujourd'hui utilisés à l'échelle locale ?..... 13
3.1. Les approches « bottom up » ou par composantes : une méthode progressivement abandonnée.....13
3.2. Les approches "top down" ou composées : compétition entre deux familles d'outils.....14
Principe général : l'utilisation des Matrices d'Utilisation des Sols pour la Consommation (MUSC).....14
La méthode composée ACV / GFN 15
La méthode composée par tableau entrée-sortie (TES) / SEI.....16
Synthèse des principales différences entre les deux méthodes composées (ACV/GFN *vs* TES/SEI).....21
4. Quelles données statistiques sont nécessaires pour utiliser ces outils/méthodes ?..... 26
4.1. A propos des calculs réalisés en France dans les années 2000 26
4.2. Données nécessaires pour un calcul avec les méthodes composées (MUSC GFN ou TES / SEI).....26
Un mot sur les matrices nationales 27
Liste des données locales nécessaires pour alimenter les matrices régionales...27
Synthèse : Interview de Mathis Wackernagel 31
5. Conclusion : quelles conditions réunir pour calculer l'empreinte écologique des régions françaises ?..... 34
5.1. Un calcul d'empreinte écologique à l'échelle des régions françaises est faisable… 34
5.2. …plusieurs scénarios sont possibles.....35
Scénario 1 : utilisation d'une approche composée de type MUSC / GFN 35
Scénario 2 : utilisation d'une approche composée de type TES / SEI.....36
ANNEXE 1..... 41
ANNEXE 2..... 46

Introduction : Rappel des finalités de l'étude en 5 questions

Apparue dans le courant des années 1990, l'empreinte écologique vise à mesurer le poids qu'une société exerce sur la nature du fait de sa consommation, sous la forme d'une surface de terre ou de mer biologiquement productive qu'il convient de mobiliser pour répondre à ce besoin.

Du fait de son aspect pédagogique, le système de comptabilité de l'empreinte écologique a connu un succès retentissant au cours des deux dernières décennies. Il a notamment permis de renforcer la prise de conscience de la finitude des ressources naturelles et de leur dangereuse surexploitation. Pourtant, malgré l'engouement de la société civile à son égard, l'empreinte écologique a encore du mal à être considérée officiellement par les preneurs de décision. En France, suite au Grenelle de l'environnement et sous la pression de la société civile et des ONG, plusieurs études ont récemment été menées[1][2], montrant la pertinence de l'empreinte écologique, sans pour autant parvenir à imposer l'outil dans la statistique officielle de l'Etat.

L'empreinte écologique a connu un succès retentissant. Mais quelles sont les conditions de réalisation d'un calcul d'empreinte écologique à l'échelle des régions françaises ?

Forts des expériences menées à l'échelle de certaines Régions françaises, et persuadés de l'importance des indicateurs synthétiques dans une perspective de développement durable, le Conseil régional Nord-Pas de Calais et l'ARF désirent aujourd'hui interroger la possibilité d'un calcul d'empreinte écologique à l'échelle des régions.

Cette étude vise donc à répondre à cette question : **Quelles sont les conditions de réalisation d'un calcul d'empreinte écologique des Régions françaises ?**

Plus particulièrement, plusieurs sous-questions se posent :

1. *Qu'est-ce que l'empreinte écologique ? (Rappels)*
2. *Quelles sont les principales difficultés d'un calcul d'empreinte écologique à l'échelle infranationale ?*
3. *Quels outils/méthodes sont aujourd'hui utilisés en France et à l'étranger pour le calcul d'empreinte écologique à l'échelle infranationale ?*
4. *Quelles données statistiques sont nécessaires pour utiliser ces outils/méthodes ? et quelles données sont effectivement disponibles en France à l'échelle des régions ? Auprès de quels organismes ?*
5. *Enfin, quelles autres conditions faut-il réunir pour calculer l'empreinte écologique des Régions françaises ?*

Ce rapport de synthèse apporte des réponses argumentées à chacune de ces cinq questions.

[1] Le Clézio P., (Réd.), 2009. *Les indicateurs de développement durable et l'empreinte écologique, Avis du Conseil économique sociale et environnemental*. Direction des Journaux Officiels, Paris.
[2] Trégouet B., (Dir.), 2010. *Une expertise de l'empreinte écologique*. Etudes et documents n° 16, Service de l'Observation et des Statistiques, Commissariat Général au Développement Durable, Paris.

1. Qu'est-ce que l'empreinte écologique ?

1.1. Les termes du débat : soutenabilité et capital naturel

La soutenabilité - L'empreinte écologique est apparue dans le courant des années 1990, à un moment où faisait rage un débat autour de la notion de soutenabilité (ou durabilité) écologique. Toujours d'actualité, cette controverse oppose les tenants d'une soutenabilité dite *faible* et ceux d'une soutenabilité *forte*. Ces deux courants de pensée s'entendent pour définir la soutenabilité comme un principe de solidarité des générations présentes envers les générations futures ; mais les divergences apparaissent lorsqu'il s'agit d'aborder plus précisément le contenu de ce qui doit être transmis aux générations futures.

Ainsi, les tenants d'une soutenabilité faible considèrent que le capital naturel est en grande partie (si ce n'est totalement) substituable par du capital artificiel ; c'est à dire que la dégradation de ce capital naturel n'est pas en soi un problème puisqu'elle peut être compensée par l'augmentation d'une autre forme de capital (technique, technologique, financier) : l'essentiel étant alors de léguer une même somme de capital total aux générations futures. Les tenants de la soutenabilité faible ont donc une grande confiance en la capacité de la technologie à faire face aux conséquences des dégradations environnementales. Ce point de vue n'est évidemment pas partagé par les tenants d'une soutenabilité forte, qui considèrent au contraire le capital naturel comme le support indispensable à toute activité et qui, à ce titre, ne peut pas être substitué par du capital artificiel. Dans cette acception forte de la soutenabilté, le capital naturel doit donc être préservé afin d'être légué aux générations futures.

L'empreinte écologique est un indicateur de soutenabilité…

Le capital naturel critique – Le débat de la soutenabilité tourne donc autour de cette notion économique centrale : le capital naturel. Celui-ci peut être défini comme l'ensemble des aspects naturels matériels de la planète nécessaires à l'humanité, avant leur transformation par les activités humaines.

Les aspects les plus critiques de ce capital naturel concernent la biosphère (la partie vivante de l'écosystème terrestre), dont le maintien dans le temps dépend de sa capacité de charge… elle-même caractérisée par deux fonctions essentielles : sa capacité de renouvellement des ressources issues de la biomasse, et sa capacité d'assimilation des déchets. C'est donc cette partie du *capital naturel critique* que l'empreinte écologique s'attache à représenter : la quantité de « nature » (plus précisément, la quantité de capacité régénérative de l'écosystème) qu'il faut mobiliser pour faire fonctionner l'économie humaine. On notera au passage que les éléments du capital naturel sortant de ce cadre sont exclus : c'est par exemple le cas des minerais issus de la lithosphère (non renouvelables), des éléments toxiques et radioactifs (non assimilables par les écosystèmes), etc.

…l'empreinte évalue la quantité de capital naturel critique (c'est à dire les capacités régénératives de la nature) dont nous avons besoin pour répondre à nos besoins.

1.2. Objectif : comparer l'offre et la demande de capacités régénératives du « capital naturel critique »

L'empreinte écologique est un outil qui cherche à quantifier la soutenabilité, en comptabilisant les capacités régénératives du « capital naturel critique ». Pour ce faire, l'empreinte écologique part du principe que la plupart des consommations peuvent être évaluées sous la forme d'une surface (de terre ou de mer) biologiquement productive qu'il convient de mobiliser pour produire ce bien ou ce service.

Il faut mobiliser une surface de biosphère pour répondre à nos besoins de consommation quotidiens.

Biocapacité – En effet, l'essentiel des services biologiques qui permettent d'assouvir les besoins de l'humanité trouve son origine dans le processus de photosynthèse. La quantité de services que la biosphère peut rendre (production de ressources renouvelables, épuration et séquestration de nos déchets) dépend donc de la surface disponible sur Terre pour capter la lumière du soleil par ce biais. Les surfaces de sol et de mer dotées de cette capacité (et potentiellement utilisables par l'homme) sont qualifiées de « surfaces bioproductives ». La somme de ces surfaces disponibles représente ce qu'on nomme la « biocapacité ». En 2007, la biocapacité mondiale était estimée à environ 11,9 milliards d'hectares (soit 1,8 ha/hab).

Les surfaces disponibles sont nommées biocapacité (l'offre)…

Empreinte écologique - Chaque type de consommation peut donc être évalué sous la forme d'une surface bioproductive qu'il convient de mobiliser pour produire ce service. Par exemple, il faut une certaine surface de pâturages pour produire chaque année une tonne de viande, ou une certaine surface d'espaces marins pour produire une tonne de sardines, ou encore une certaine surface pour séquestrer le CO_2 que nous émettons. L'ensemble des surfaces nécessaires aux besoins humains représente l'empreinte écologique. En 2007, l'empreinte écologique de l'humanité était estimée à environ 18 milliards d'hectares (soit 2,7 ha/hab).

…et les surfaces dont nous avons besoin correspondent à l'empreinte écologique (la demande).

La comparaison entre biocapacité et empreinte écologique permet ensuite de déterminer l'état des stocks de capital naturel. En 2007, on constate aisément qu'au niveau mondial l'empreinte écologique était supérieure à la biocapacité mondiale, traduisant un déficit écologique global. Celui-ci traduit concrètement deux phénomènes :

- une consommation de ressources renouvelables supérieure à leur rythme de renouvellement, ce qui signifie un épuisement progressif des stocks (c'est le cas notamment des ressources halieutiques) ;
- des émissions de CO_2 supérieures à la capacité de séquestration de la biosphère, ce qui signifie une accumulation de carbone dans l'atmosphère… et donc un risque de dérèglement climatique.

La comparaison entre empreinte et biocapacité permet de savoir si nous préservons ou non le stock de capital naturel pour les générations futures.

Note de cadrage. L'empreinte écologique : quelques éléments de compréhension complémentaires

Le principe du système comptable de l'empreinte écologique est à la fois très simple… et très compliqué. Car les difficultés pour parvenir à établir une telle comptabilité des ressources sont nombreuses.

Le principe d'imputabilité au consommateur final – Le principe fondamental de l'empreinte écologique – comme de l'empreinte eau ou de l'empreinte carbone – consiste à imputer la responsabilité de l'impact écologique d'un bien ou d'un service à son consommateur final, et non à son (ou ses) producteur(s) (Cf. note de cadrage suivante). On parle, pour un pays, de « consommation nette ». Celle-ci est calculée en retranchant de la production d'un pays ses exportations, avant d'y ajouter les importations. Un même produit peut ainsi avoir des empreintes de production dans plusieurs pays, son empreinte écologique finale de consommation n'est imputable qu'au consommateur final.

L'hectare global – L'autre principe fondamental consiste à comptabiliser les consommations sous la forme d'une surface de terre ou de mer biologiquement productive. Or ces surfaces bioproductives présentes sur Terre sont de natures fort diverses et présentent des productivités biologiques très hétérogènes. Pour pouvoir agréger ces surfaces et les comparer d'un pays à l'autre, il faut donc leur donner une valeur de productivité égale. Le système comptable de l'empreinte écologique pondère chaque surface en fonction de sa productivité de biomasse utilisable, et les surfaces ainsi standardisées sont baptisées « hectares globaux » (hag). L'hectare global est donc un hectare de surface bioproductive ayant une productivité de biomasse utilisable équivalant à la moyenne mondiale constatée sur une année donnée. Autrement dit, l'empreinte écologique nous informe sur la surface de planète « moyenne » qu'il faut mobiliser pour répondre à nos besoins.

Les facteurs d'équivalence et de rendement – Pour chaque type d'empreinte (cf. ci après), la conversion entre hectares réels et hectares globaux est opérée en utilisant :
- des *facteurs d'équivalence* qui reflètent les variations de productivité entre les différentes catégories de surfaces (champs cultivés, pâturages, forêts, espaces marins, sols construits et « sols carbone ») ;
- et des *facteurs de rendement ou de récolte* qui reflètent les différences de productivité entre chaque catégorie de surface nationale et la moyenne mondiale de cette catégorie.

Les différents types de consommation considérés - Partant de là, on prend en compte trois types d'empreinte écologique :

1) l'empreinte écologique liée aux consommations de ressources renouvelables : il s'agit des surfaces bioproductives tels des champs cultivés pour fournir les céréales, les légumes, les fibres textiles, le tabac, etc. (plus de 400 types de productions issues des champs cultivés sont pris en compte) ; mais aussi des pâturages (pour produire le lait et les produits laitiers, la viande…) ; des surfaces de mer et d'océans (pour produire les poissons et autres ressources halieutiques) ; ou encore des espaces forestiers (pour fournir le bois nécessaire aux constructions, au chauffage des bâtiments ou encore à la fabrication du papier) ;
Au niveau des nations, le mode de calcul des ressources renouvelables est le suivant :
Empreinte (hag) = [consommation (t/an) / rendement mondial (t/ha/an)] x facteur d'équivalence (hag/ha)

2) l'empreinte écologique des surfaces urbanisées : il s'agit des surfaces utilisées pour les infrastructures dédiées au logement, au travail, au commerce, aux loisirs, aux transports ou encore à la production d'énergie renouvelable (surfaces noyées pour la production d'hydroélectricité) ; la plupart du temps ces surfaces sont considérées comme empiétant sur des surfaces de champs cultivés – sauf exception, comme certains barrages hydroélectriques de montagne. La conversion entre hectares réels et hectares globaux se base donc sur les facteurs d'équivalence et de récolte des terres arables.

3) l'empreinte écologique liée à la combustion des énergies fossiles : il s'agit des surfaces de forêt nécessaires à la séquestration du carbone émis par la combustion des énergies fossiles, partant du principe que la préservation du climat tel que nous le connaissons aujourd'hui nécessite de solliciter, en plus des océans, la biosphère terrestre pour jouer un rôle de puits de carbone – pour éviter son accumulation dans l'atmosphère. Il s'agit donc de surfaces « théoriques », dont il faudrait disposer pour éviter le changement climatique.
Le mode calcul s'opère en deux temps :

Surfaces fossiles (ha) = [émissions de CO2 (tonnes) – part absorbée par les océans (tonnes)] / ratio de séquestration des forêts (tonnesCO2/ha)
puis
Empreinte fossile (hag) = surface fossile (ha) x facteur d'équivalence forestier (hag/ha)

Principe général des indicateurs de la famille des empreintes : l'imputation de l'impact au consommateur final – Enfin, il faut préciser qu'il existe plusieurs types d'empreinte : empreinte eau, empreinte carbone, empreinte écologique… Le point commun entre ces indicateurs est qu'ils imputent au consommateur final l'intégralité des impacts liés à la production et à l'acheminement d'un bien ou d'un service donné. Prenons le cas d'un tee-shirt dont le coton a été produit en Inde, puis tissé en Chine avant d'être transporté puis commercialisé en France. Le seul impact ayant eu lieu sur le territoire français concerne les consommations d'énergie et les émissions de CO_2 liées au commerce de ce tee-shirt : autant dire pas grand chose. Pourtant, sa production a eu bien d'autres impacts – notamment en Inde et en Chine. Le principe de l'empreinte consiste donc à comptabiliser tous les impacts liés à la production de ce tee-shirt pour les réimputer au territoire consommateur.

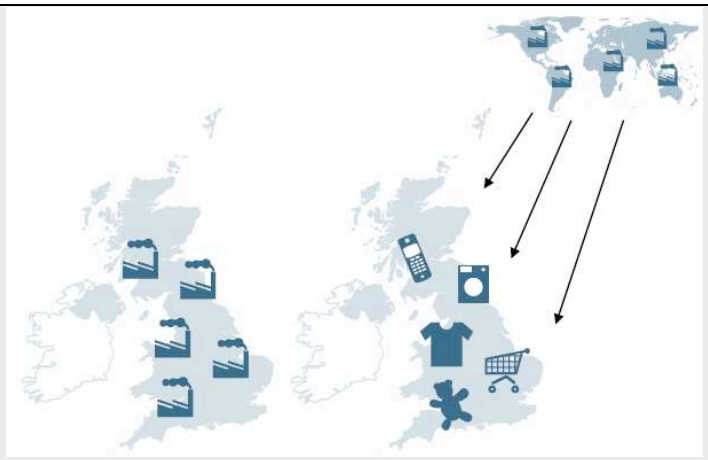
Le principe des indicateurs de type empreinte consiste à imputer les impacts au consommateur final d'un produit ou d'un service donné.

Note de cadrage. Un principe fondamental de l'empreinte : imputer l'impact au consommateur final

Le principe de l'empreinte consiste à imputer l'impact environnemental étudié au consommateur final, et non au producteur. Ce principe est très important et il mérite que l'on s'y attarde quelque peu.

Analyses territoriales - Les outils traditionnels de comptabilité environnementale sont généralement basés sur une analyse territoriale ou cadastrale, dans laquelle sont considérées les impacts directs de toutes les activités qui ont lieu sur un territoire. Par exemple, pour les émissions de gaz à effets de serre (GES), on comptabilisera toutes les émissions directes : aussi bien les émissions liées à la production des entreprises du territoire (usines, bureaux, exploitations agricoles, etc.) que celles liées à la consommation des ménages (déplacements, chauffage ou autre). C'est sur cette forme de comptabilité que sont basés les engagements internationaux du protocole de Kyoto. Cette manière de compter est donc indispensable, mais elle présente un défaut majeur : elle ignore les transferts de charge environnementale qui apparaissent par exemple lorsque des entreprises sont délocalisées. Par exemple, elle peut laisser imaginer qu'un pays ou une région fortement tertiarisé est parvenu à réduire son impact environnemental, alors que cette réduction n'est peut-être due qu'à la délocalisation de certaines activités de production…

Analyses par la consommation (empreintes) – Pour contourner ce problème, se sont développées depuis une quinzaine d'années des méthodes de comptabilité environnementale liées à la consommation (les anglo-saxons parlent de *consumption based emission and resource accounting*). On parle également d'impact (ou émissions) indirect(e)s, ou incorporé(e)s. Le principe consiste cette fois-ci à imputer l'ensemble des émissions ou des impacts d'un produit ou d'un service à son consommateur final. Par exemple, un ordinateur fabriqué en Chine mais acheté en Grande-Bretagne aura émis des GES à différents stades de sa production (extraction des matières premières, productions des pièces détachées, assemblage, acheminement, etc.) ; avec l'approche par la consommation, l'empreinte carbone incorporée (*embedded*) dans le produit sera imputée en intégralité au pays consommateur : la Grande-Bretagne.



Emissions territoriales *vs* émissions liées à la consommation : l'exemple du Royaume-Uni
Source : Dawkins et coll., 2010[3].

En France, un rapport du Commissariat Général au Développement Durable paru en 2010[4] montrait ainsi que les émissions territoriales directes de la France se chiffraient à environ 6,7 t de CO_2/hab en 2007. L'empreinte carbone était quant à elle estimée pour cette même année à environ 9 t/hab. Il faut en conclure que la stabilisation des émissions territoriales à laquelle nous sommes parvenus avec difficulté depuis les années 1990 cache sans doute un transfert de charge environnementale vers d'autres régions du monde, du fait de la délocalisation de certaines industries polluantes. Ce constat est en tout cas largement documenté dans le cas de la Grande-Bretagne[5].

[3] Dawkins E., Roelich K., Owen A., 2010. *A Consumption Approach for Emissions Accounting - the REAP Tool and REAP Data for 2006*, Stockholm Environment Institute, Stockholm.
[4] Pasquier, J.L., 2010. *CO2 et activités économiques de la France - Tendances 1990-2007 et facteurs d'évolution*. Rapport du Commissariat Général au Développement Durable, SOES, Paris.
[5] Pour une synthèse des études menées dans différents pays sur les analyses multi-régionales entrées-sorties, voir notamment : Wiedmann T., 2009. « A review of recent multi-regional Input-Output models used for consumption based emission and resource accounting », in *Ecological Economics*, n°69, pp. 211-222.

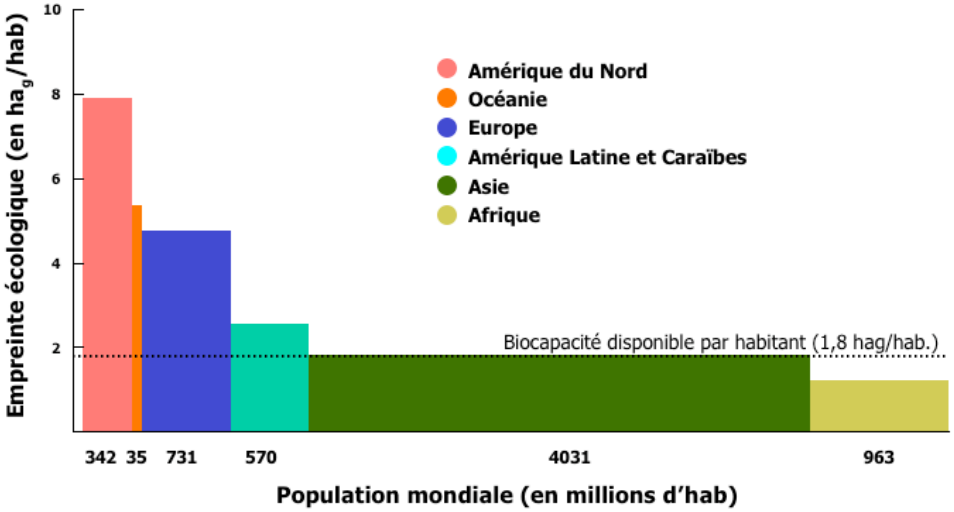
2. Quelles sont les principales difficultés d'un calcul régional d'empreinte écologique ?

2.1. L'empreinte écologique : une méthode standardisée à l'échelle des nations

Comme nous l'avons évoqué, l'empreinte écologique part du principe que la plupart des consommations peuvent être évaluées sous la forme d'une surface (de terre ou de mer) biologiquement productive qu'il convient de mobiliser pour produire ce bien ou ce service. Par exemple, il faut une certaine surface de pâturages pour produire chaque année une tonne de viande, ou une certaine surface d'espaces marins pour produire une tonne de sardines, ou encore une certaine surface de biosphère pour séquestrer le CO_2 que nous émettons.

L'empreinte écologique fait l'objet de calculs standardisés à l'échelle des nations, sous l'égide du* Global Footprint Network *(GFN).

L'empreinte écologique fait l'objet de calculs à l'échelle des continents et des nations. Ces calculs sont aujourd'hui réalisés par un organisme dont la vocation est de coordonner les efforts de recherche et de développement autour de l'empreinte écologique : le *Global Footprint Network* (GFN). Les calculs à cette échelle ont l'avantage d'être homogènes, intégrant pour chaque nation plusieurs milliers de données statistiques provenant pour la plupart d'organismes internationaux. Ces données sont exprimées pour l'essentiel en unités de mesure physique (tonnes, GWh, Gjoules, etc.). Elles sont ensuite converties en hectares globaux selon une méthode bien établie (Cf. encart pages précédentes) à partir de coefficients de transfert qui sont réactualisés tous les deux ans, en fonction notamment de la productivité constatée des différents types de sols.



L'empreinte écologique par continents en 2007 (Source : GFN, 2010)

Il faut toutefois préciser ici que la méthode de calcul de l'empreinte écologique n'est pas figée (en fait, elle ne cesse d'évoluer et de s'améliorer)[6]. Le *Global Footprint Network*[7] (GFN), fondé par Mathis Wackernagel, a par exemple mis en place un comité de standardisation qui réunit régulièrement des experts du monde entier travaillant sur l'empreinte écologique. Mais cela n'empêche pas d'autres acteurs de proposer des voies novatrices. Il existe ainsi aujourd'hui au moins deux manières de calculer l'empreinte écologique à l'échelle des nations, qui diffèrent notamment dans la manière de prendre en compte les échanges commerciaux. La méthode la plus connue, celle du GFN, se base sur des analyses de cycles de vie (ACV) des produits ; tandis que l'autre méthode promue par le *Stockholm Environment Institute* (SEI) utilisée uniquement dans quelques pays (dont le Grande-Bretagne), se fonde sur des méthodes macroéconomiques utilisant des tableaux entrée sortie. Nous aurons l'occasion de revenir sur ces différences importantes dans les pages suivantes.

2.2. Principales difficultés de calcul à l'échelle infranationale

A l'échelle de territoires infranationaux, en revanche, les difficultés de calcul d'empreinte écologique sont nombreuses, et ce pour plusieurs raisons.

A une échelle infranationale, le calcul est plus difficile : on dispose de moins de données, il est plus délicat d'obtenir des informations sur les consommations finales, et enfin les outils et méthodes existants sont moins facilement accessibles et peu standardisés…

Moindre disponibilité des données – Premièrement, les données statistiques disponibles à cette échelle sont moins nombreuses qu'à l'échelle des nations. Cela signifie d'emblée que les calculs ne peuvent pas être aussi précis et rigoureux à une échelle régionale que nationale. Cela signifie également que les méthodes de calcul doivent être adaptées et ne peuvent directement être répliquées à partir des calculateurs nationaux. Enfin, la disponibilité des données régionales étant variables selon les pays, la transposition directe d'une méthode d'un pays vers un autre nécessite des adaptations méthodologiques conséquentes.

Difficulté d'attribution de l'impact au consommateur final - Deuxièmement, l'empreinte écologique repose sur un principe de consommation nette qui consiste à imputer la responsabilité d'un impact au consommateur final : c'est à dire l'habitant. Or, à l'échelle régionale, la plupart des données statistiques environnementales disponibles sont relatives à des territoires : elles englobent à la fois la consommation des entreprises, des administrations et des ménages. Idéalement l'empreinte des productions exportées vers d'autres pays ou régions doit être retranchée ; et l'empreinte écologique des produits et services importés doit être ajoutée. Il faudrait donc pouvoir disposer de tableaux entrée-sortie pour chaque type de consommation pour réaliser les calculs, ce qui n'est pas évident à l'échelle régionale. Une autre solution consiste à disposer de données précises sur les consommations finales des ménages, mais ces données sont souvent peu nombreuses et exprimées en unités monétaires.

[6] Voir en particulier les perspectives de développement de l'empreinte écologique initiées par le Global Footprint Network est ses partenaires institutionnels à travers le *National Accounts Improvement project* : http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/footprint_science_introduction/

[7] Pour une explication détaillée de la méthode développée par le GFN : Ewing B., Moore D., Goldfinger S., Oursler S., Reed A., Wackernagel M., 2010. *Ecological Footpint Atlas 2010*, Ed. Global Footprint Network, Oakland.

Disponibilité des méthodes & outils - Enfin, une question très concrète concerne la disponibilité des outils de calcul à l'échelle régionale. Nous allons voir qu'il existe en effet à l'étranger plusieurs outils, basés sur des méthodes différentes. Mais savoir si ces outils sont adaptés ou adaptables au cas français ne suffit pas ; il faut également savoir dans quelle mesure et à quelles conditions ils sont utilisables (notamment en termes de droits d'exploitation). Liée à la disponibilité, la question du coût tant au niveau de la création du calculateur que de sa mise à jour et de la collecte des données (issues de sources multiples et hétérogènes) se posera donc à nous.

---

3. Quels outils/méthodes sont aujourd'hui utilisés à l'échelle locale ?

Il existe de nombreuses études de calcul d'empreinte écologique à l'échelle de localités : le GFN en recense plus de 100 à travers le Monde. Deux grandes familles de méthodologie se distinguent : les approches « *bottom up* » ou par composantes ; et les approches « *top down* » ou composées (elles-mêmes subdivisées en deux sous-familles).

3.1. Les approches « bottom up » ou par composantes : une méthode progressivement abandonnée

Les approches par composante reposent sur les ACV de centaines de produits et services, qui permettent de calculer leur empreinte écologique. Ces empreintes sont ensuite agrégées en fonction des consommations constatées sur un territoire donné.

La première approche (« *bottom up* » ou par composantes) a été développée à la fin des années 1990 sous l'impulsion de bureaux d'études britanniques (*Best Foot Forward* notamment). Le principe consiste à estimer l'empreinte écologique de chaque type de bien ou de services consommé par une population donnée, puis de sommer toutes ces empreintes. Il faut donc avant tout connaître l'empreinte écologique d'une multitude de produits et services à partir de leur analyse de cycle de vie (ACV) – ce qui suppose de disposer d'une banque de données comprenant des centaines voire des milliers d'études d'ACV. Puis il faut ensuite faire la somme des empreintes des produits consommés sur le territoire – ce qui suppose également de disposer des données concernant les flux de matière et d'énergie qui entrent et sortent d'un territoire, pour en déduire ce qui y est effectivement consommé par les résidents (analyse de flux territorial).

Ces analyses ont l'avantage d'être détaillées et flexibles. Mais elles souffrent également de nombreuses lacunes. Par exemple :

- Tous les biens et services consommés ne peuvent être comptabilisés de manière exhaustive.
- Certains doubles comptages sont possibles (voire inévitables) car il est difficile de s'assurer que les périmètres des analyses de cycle de vie (ACV) de chaque produit et service pris en compte ne se chevauchent pas.
- Les bilans nets de flux de matière et d'énergie sont difficile à réaliser à l'échelle de territoires infranationaux.
- Les calculs restent imprécis, car on ne connaît pas exactement l'empreinte écologique liée à la fabrication et à l'acheminement de chaque item consommé par une population donnée[8]. Par exemple, un même type de produit (ex. un ordinateur) fabriqué par deux entreprises différentes peut avoir une empreinte écologique très variable selon le processus de fabrication.

Pour les raisons évoquées, ce type de calcul a progressivement été délaissé.

Cette méthode souffre de lacunes et a progressivement été abandonnée.

[8] Global Footprint Network (GFN), 2009. *Ecological Footprint Standards 2009*.

3.2. Les approches "top down" ou composées : compétition entre deux familles d'outils

Une seconde méthode (« *top down* » ou composée) a été développée dans le courant des années 2000, notamment par le *Stockholm Environment Institute* en partenariat avec le *Centre for Integrated Sustainability Analysis (ISA)* de l'Université de Sydney[9] et le *Global Footprint Network*[10]*.* Cette seconde approche est celle qui est favorisée à l'heure actuelle ; c'est la seule qui peut être reconnue comme conforme aux standards 2009 de calcul d'empreinte écologique à l'échelle des territoires, produits ou organisations. Par exemple, le *Stockholm Environment Institute*, qui utilisait pour ses premières études territoriales (ville de York, par exemple) une approche par composantes, a développé avec *le Centre for Integrated Sustainability Analysis (ISA)* de l'Université de Sydney une approche composée qu'il a appliquée à des territoires australiens et anglais.

Principe général : l'utilisation des Matrices d'Utilisation des Sols pour la Consommation (MUSC)

Le point de départ de cette approche composée est la matrice des Comptes Nationaux d'empreinte écologique du pays dans lequel se situe le territoire étudié. Pour les régions françaises, par exemple, on se basera sur les résultats détaillés de l'empreinte écologique de la France. L'empreinte écologique du territoire infranational est ensuite dérivée de ces calculs nationaux au prorata des consommations réelles du territoire étudié. Par exemple, si sur un territoire donné les ménages consomment dix fois moins d'électricité que le pays entier, l'empreinte écologique liée aux consommations électriques des ménages sera égale au dixième de l'empreinte écologique nationale liée à l'électricité (Cf. encart page suivante).

La méthode composée se base sur la matrice de calcul des comptes nationaux d'empreinte écologique du pays considéré. L'empreinte nationale est réimputée aux localités au prorata de leur consommation finale.

Généralement, les méthodes de calcul d'empreinte écologique au niveau territorial utilisent donc une Matrice d'Utilisation des Sols pour la Consommation (MUSC) (en anglais «*Consumption Land Use Matrix (CLUM)*»). Cette matrice MUSC répartit, en colonne, les empreintes écologiques liées aux six principaux types d'usage du sol (surfaces artificialisées, sol carbone, champs cultivés, pâturages, forêts, pêcheries) pour chacune des cinq catégories de postes de consommation (alimentation, logement, mobilité, biens et services). Chaque poste de consommation peut être détaillé afin de fournir une information complémentaire : par exemple le poste alimentation peut être décliné en plusieurs dizaines, voire plusieurs centaines de produits de consommation, auxquels correspond à chaque fois une surface spécifique. La valeur de chaque cellule de la matrice, qui correspond à la moyenne nationale, est alors ajustée en fonction d'un certain nombre de variables d'ajustement dont la valeur est connue pour le territoire étudié.

[9] Wiedmann, T., Wood, R., Barrett, J., Lenzen, M., Clay, R., 2008. *The Ecological Footprint of Consumption in Victoria*.
[10] Stechbart, M., Wilson, J., 2010. P*rovince of Ontario - Ecologival footprint and biocapacity analysis*.

	Cultures	Pâtures	Forêts	Espaces de pêche	Surface énergie	Surfaces construites	TOTAL
Alimentation	x	x		x	x	x	**X**
Logement			x		x	x	**X**
Mobilité					x	x	**X**
Biens	x		x		x	x	**X**
Services					x	x	**X**
TOTAL	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**

Matrice d'utilisation des sols pour la consommation – MUSC (*Consumption land Use Matrix* – CLUM) (GFN, 2011)

Afin d'élaborer ces matrices, valables au niveau national, deux méthodes sont à nouveau possibles.

La méthode composée ACV / GFN

L'approche privilégiée jusqu'à aujourd'hui consiste à estimer les coefficients de ces matrices à partir d'analyses de cycle de vie (ACV) de produits et de diverses sources de statistiques de consommations disponibles sur le territoire. Certaines de ces données sont directement exprimées en unités physiques par habitant (tonnes de produits agricoles produits et consommés, consommations d'électricité, de gaz et autres énergies, déplacements, occupation du sol, etc.) tandis que d'autres sont connues en unités monétaires par habitant. Dans ce second cas de figure, les données monétaires de consommation finale sont utilisées pour en déduire des consommations physiques (dépenses alimentaires des ménages, dépenses en biens d'équipement et en services, etc.) au prorata de la consommation nationale en général. Cette approche peut s'avérer fastidieuse au stade de la collecte des données, mais elle est relativement facile à appréhender d'un point de vue méthodologique (Cf. encart ci-après). Elle est également flexible et permet d'utiliser des études et données spécifiques au territoire étudié. Cependant, du fait de l'hétérogénéité des sources de données (tant au sein d'une même région qu'entre différentes régions), cette approche peut difficilement être mise en œuvre de façon systématique et reproductible d'un pays à l'autre. En effet, les données disponibles en France à l'échelle des régions ne sont pas forcément exactement les mêmes que celles disponibles ailleurs en Europe à cette même échelle : il faut donc adapter les outils en fonction de ces données.

La méthode composée hybride utilise des données territoriales hétérogènes qui, selon les sources disponibles, sont exprimées en unités de mesure physiques (tonnes, GWh, etc.) ou monétaires (euros).

Depuis quelques années, toutefois, les données de consommation finale tendent à s'homogénéiser dans certains domaines, notamment en ce qui concerne les données de consommation exprimées en flux monétaires. La classification internationale COICOP (*Classification of Individual Consumption According to Purpose*) est par exemple utilisée aujourd'hui par le GFN pour organiser les postes de consommation de l'empreinte écologique (dans les MUSC) ; et c'est aussi cette classification qui est utilisée en France pour les consommations finales des ménages (par exemple dans l'enquête budget des familles de l'INSEE). Il est donc possible d'alimenter la matrice de calcul territoriale en se basant quasi exclusivement sur des données monétaires (qui donnent une indication de la répartition de la consommation entre territoires).

Notons enfin que cette méthode d'ajustement permet d'avoir des résultats pouvant être comparés aux calculs nationaux d'empreinte écologique publiés par le GFN / WWF. Elle évite également de reprendre tous les calculs de rendements, calculs complexes effectués tous les deux ans par le GFN à partir de statistiques mondiales. Mais cela implique un partenariat avec *le Global Footprint Network* afin de disposer de la feuille de calcul de la France mise à jour (pour un coût de 5.000 US $).

Note de cadrage. La méthode composée ACV / GFN

La méthode « *top down* » est basée sur les matrices d'utilisation des sols pour la consommation (MUSC) nationales fournies par le *Global Footprint Network.* Ces matrices comportent des éléments de consommation ayant un impact direct (par exemple les émissions de CO2 des voitures) ou indirect (par exemple le CO2 incorporé dans les voitures, émis lors de leur fabrication). Pour prendre en compte l'impact indirect des produits, le GFN se base sur des analyses de cycle de vie (ACV) réalisées sur des centaines de produits.

Le principe consiste ensuite à réaffecter l'empreinte écologique nationale ainsi obtenue à chaque territoire en fonction de la consommation finale propre à ce territoire. Par exemple : si la consommation d'électricité par habitant d'un secteur est supérieure de 2% à la moyenne nationale, l'empreinte écologique (par habitant) de ce secteur sera de 2% supérieure à celle de la France. Cette réaffectation peut se faire à un niveau plus ou moins précis de chaque poste de consommation de l'empreinte écologique, selon le détail des données disponibles à cette échelle. Par exemple, pour le poste de consommation de l'alimentation, on ne va pas considérer la part régionale de l'ensemble de ce poste de consommation, mais la part des différentes sous-catégories qui le constituent, comme par exemple « pain & céréales », « viande », « poisson & crustacés », etc. (sous-catégories dont les empreintes sont très différentes).

Selon les cas, à l'échelle régionale, les données de consommation finale des ménages peuvent être disponibles directement en unités physiques ou en unités monétaires.

Par exemple, les consommations d'énergie des ménages sont parfois disponibles directement en unité physique (kWh ou CO_2) : c'est le cas le plus souvent des consommations du logement. Les consommations d'énergie liées au transport individuel sont quant à elles estimées indirectement sur la base, par exemple, d'enquêtes déplacement.

Enfin, certaines données de consommation finale ne peuvent être estimées que sur la base d'une valeur monétaire : c'est par exemple le cas en général de l'alimentation et des biens de consommation. Ceux-ci sont estimés sur la base d'enquête sur la consommation des ménages (ou budget des familles) qui permettent de déterminer assez précisément quelle est la consommation finale de telle ou telle catégorie ou sous-catégorie de biens ou services. On répartit alors l'empreinte écologique nationale de chaque poste de consommation en fonction de la part (en argent) que représente la consommation constatée de ce poste à l'échelle locale. Par exemple, si la consommation en euros par habitant du poste « pain et céréales » est dans une région donnée de 5% supérieure à la moyenne nationale, on considérera que la consommation « physique » de ce bien (en kg par habitant, par exemple) est en moyenne de 5% supérieure à celle de la nation ; et on attribuera donc à ce poste une empreinte écologique par habitant de 5% supérieure à l'empreinte écologique nationale. Evidemment, cette estimation peut être faussée en cas de différences dans le coût de la vie entre plusieurs régions.

La méthode composée par tableau entrée-sortie (TES) / SEI

L'approche qui se développe depuis peu, tant en termes de publications scientifiques que d'outils utilisables de façon opérationnelle est l'analyse des tableaux entrées sorties (analyse TES, ou *input – output analysis*). Elle a notamment été développée par Hertvich et Peters[11] pour le calcul d'empreinte carbone des nations et étendue à l'empreinte écologique par le *Stockholm Environment Institute* (SEI). La principale différence avec la méthode précédente tient à la prise en compte de l'empreinte indirecte (ou incorporée) des produits et services. Pour estimer le contenu en

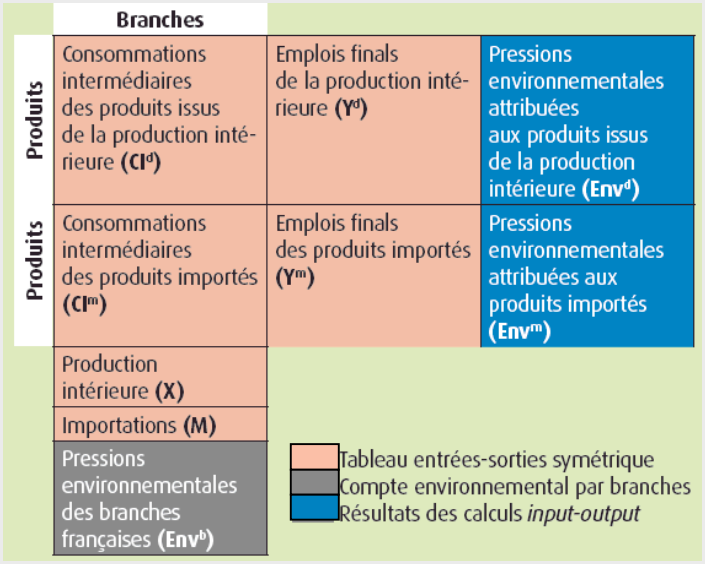
[11] Hertwich, E.G. Peters G.P., 2009. "Carbon Footprint of Nations: A Global, Trade-Linked Analysis". *Environmental Science & Technology*, 43, 6414–6420.

empreinte écologique des produits transformés, plutôt qu'une approche microéconomique basée sur l'ACV des produits, il s'agit ici d'utiliser une approche macroéconomique qui consiste à retracer très précisément les échanges entre secteurs économiques au sein d'un pays donné (et avec les autres régions du monde), afin de déterminer la manière dont sont répartis les impacts environnementaux liés à ces chapînes de production complexes.

Note de cadrage. Les tableaux entrées-sorties (TES)

Les *matrices Input / output* (tableaux entrées-sorties en Français (TES)), proposées par l'économiste Wassili Leontief (1930), avaient initialement pour objectif de représenter, dans la comptabilité nationale, les échanges interindustriels puis les échanges de biens et services à l'intérieur d'une économie. Leur principe est donc d'inventorier les achats effectués par chaque secteur d'activité auprès de chaque autre secteur. Il s'agissait initialement d'identifier les interdépendances entre les différents secteurs d'activité. Aujourd'hui, grâce aux capacités de calculs informatiques qui se sont démultipliées, des modèles mixtes économiques-environnementaux utilisent l'analyse E/S pour suivre les impacts environnementaux directs et indirects des activités industrielles tout au long de la chaîne de production, ou pour répartir ces impacts sur les différentes catégories de consommation finale. L'analyse E/S peut donc être utilisée pour répartir l'empreinte écologique entre les différentes activités de production, ou entre les différentes catégories de consommation finale. Si de telles données sont disponibles au niveau territorial, elles peuvent donc permettre d'identifier plus précisément les consommations propres au territoire étudié et renseigner les matrices d'utilisation des sols pour la consommation.

La combinaison des comptes d'émissions polluantes avec les TES permet par exemple d'estimer les émissions qui sont associées aux différents produits et composantes de la demande finale. L'approche ***Namea (National Accounting Matrix including Environmental Accounts)*** consiste ainsi à combiner le tableau entrées-sorties de la comptabilité nationale avec des comptes environnementaux (physiques) ventilés par activités économiques. Le rapprochement entre TES et comptes environnementaux par branches vise à permettre l'étude des responsabilités respectives des différentes activités économiques en termes de pression environnementale. C'est cette approche qui a été utilisée par le CGDD pour son rapport « CO_2 et activités économiques de la France - Tendances 1990-2007 et facteurs d'évolution »[12]. (voir le schéma ci-dessous).



Les branches sont classées selon la nomenclature NAF des activités industrielles tandis que les catégories de produits peuvent être regroupées selon différentes nomenclatures, dont la nomenclature COICOP des consommations individuelles (Cf. plus loin).

Se développent également les ***analyses multi-régionales d'entrées-sorties*** (MRIO pour *Mutli-regional Input output matrix*) qui croisent à la fois les échanges entre secteurs, mais aussi les échanges d'un territoire donné avec les secteurs industriels des grandes régions du monde (Asie, Amérique, etc.). Les analyses Multirégionales

[12] Pasquier, J.L., 2010. *CO2 et activités économiques de la France - Tendances 1990-2007 et facteurs d'évolution*. Rapport du Commissariat Général au Développement Durable.

entrées-sorties (MRIO en anglais) sont de plus en plus utilisées pour analyser les conséquences environnementales de la consommation et des échanges internationaux, que ce soit pour estimer les émissions de gaz à effet de serre, l'utilisation des sols ou de l'eau. C'est cette méthode qui est utilisée, par exemple, par Hertvich et Peters[13] pour estimer que 22 % des émissions de gaz à effet de serre mondiales sont liées à la production de biens échangés sur le marché international. Ainsi, bien qu'associés à des méthodes de calcul complexes, les tableaux multirégionaux d'entrées sorties, inventoriant les échanges internationaux entre pays, promettent d'intéressantes perspectives pour représenter les aspects mondiaux de nos modes de consommation.

L'application des tableaux entrées-sorties aux calculs d'empreinte écologique génère donc des matrices qui inventorient les échanges, par types de sols de l'empreinte écologique, entre les différents secteurs d'activité. Ces coefficients sont obtenus en combinant les analyses entrées-sorties avec les données sur les émissions ou les sols consommés des différents secteurs d'activité, voire, pour certains auteurs, des analyses de cycle de vie (On parle alors de *LCA-Input/output analysis* (ACV - tableaux entrées sorties)). Ainsi, cette méthode permet d'alimenter, avec des valeurs de consommation nette plus homogènes que si elles étaient tirées de différentes sources, la matrice d'utilisation des sols pour la consommation (MUSC) qui permet de calculer l'empreinte écologique. Chaque case de la matrice est ainsi issue de calculs matriciels tirés de l'analyse des tableaux entrée-sorties. C'est à dire que, à chaque euro de demande finale d'un type de biens de consommation donné, sont associées les émissions générées directement par la branche ayant mis *in fine* sur le marché le bien considéré, ainsi que les émissions indirectes associées aux consommations intermédiaires de cette branche, ainsi que celles des branches approvisionnant cette dernière, etc.[14] On parle d'analyse entrée –sortie multi-régionale lorsque les échanges internationaux sont pris en compte pour pondérer les facteurs d'émissions (lorsque les études et les données sont disponibles pour le faire).

La méthode par tableaux entrée sortie (TES) permet de retracer beaucoup plus précisément les échanges entre secteurs industriels, et donc les transferts de charge environnementale entre ces secteurs.

Note de cadrage. La méthode composée par Tableau entrée-sortie (TES) utilisée par le SEI

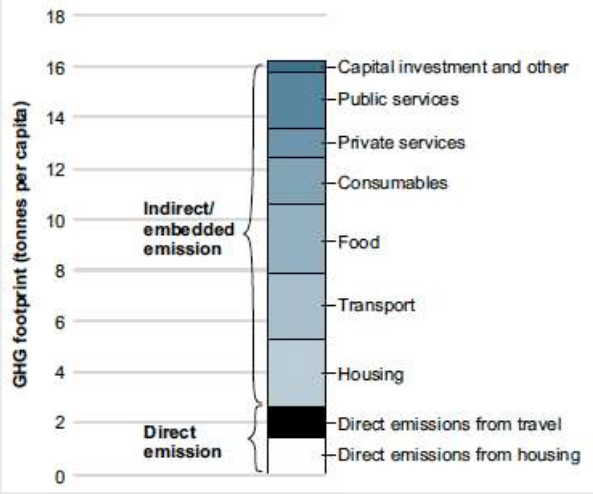
Cette méthode de calcul d'empreinte écologique à l'échelle régionale a été proposée dès la fin des années 1990 puis dans le courant des années 2000 à titre expérimental, faisant alors l'objet de quelques publications scientifiques[15]. A la fin des années 2000, la méthode a finalement été adoptée par des acteurs publics en Grande-Bretagne, dans le cadre d'un ambitieux programme de recherche-action intitulé *Ressources and Energy Analysis Programme* (REAP) piloté notamment par le *Stockholm Environment Institute* (SEI).

Afin de comprendre le principe général, prenons le cas de l'empreinte carbone d'un britannique. Celle-ci se divise en deux types d'empreinte : celle liée aux émissions directes de GES, comme la combustion directe d'énergie liée au chauffage ou aux carburants (ex. : essence pour faire fonctionner une voiture) ; et celle liées aux émissions indirectes, c'est à dire les émissions nécessaires à la fabrication des produits et services consommés (ex : émissions de gaz à effet de serre générées pour fabriquer une voiture).

[13] Hertvitch, E.G., Peters, G.P., 2010. Multiregional Input-Output Database. Juin 2010, OPEN EU: One Planet Economy Network

[14] Pasquier, J.L., 2010, op. cit.

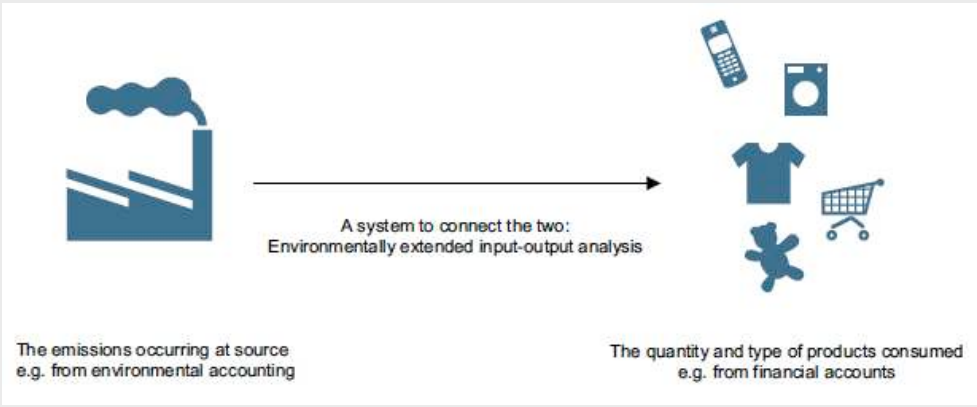
[15] En particulier, K Turner, M Lenzen, T Wiedmann, J Barrett. Examining the global environmental impact of regional consumption activities — Part 1: A technical note on combining input–output and ecological footprint analysis, Ecol.Econ. 62 (2007) 37-44 et T Wiedmann, M Lenzen, K Turner, J Barrett. Examining the global environmental impact of regional consumption activities — Part 2: Review of input–output models for the assessment of environmental impacts embodied in trade, Ecol.Econ. 61 (2007) 15-26.



Parts respectives des émissions directes et indirectes de GES dans l'empreinte carbone d'un habitant du Royaume-Uni (source : Dawkins et coll., 2010 [16])

Les émissions directes représentent seulement 15% de l'empreinte carbone d'un britannique. Elles sont mesurées de la même manière qu'avec la méthode du GFN, c'est à dire directement à partir des données physiques disponibles dans les statistiques environnementales. Il s'agit en général des données de consommation nationales, qui sont réimputées aux territoires au prorata de leur consommation estimée sur la base de données de consommation finale des ménages (enquêtes déplacement, enquêtes ménages, etc.).

Les émissions indirectes représentent 85% de l'empreinte carbone d'un britannique. Pour les prendre en compte, le GFN se base sur des analyses de cycle de vie réalisées sur des produits (approche microéconomique). De son côté, le SEI utilise une approche macroéconomique dont le principe général consiste à associer deux bases de données distinctes : les bases de données économiques relatives aux échanges monétaires entre secteurs (TES) ; et celles relatives à l'impact environnemental des différentes secteurs industriels, issues des outils de la comptabilité environnementale nationale (ici en tonnes équivalent CO_2).



Principe de calcul des émissions indirectes : réimputer les émissions des industries aux consommations finales (source : Dawkins et coll., 2010)

Le principe consiste ensuite à réaffecter les émissions des industries aux produits et services fournis en bout de chaîne, en prenant en compte tous les intermédiaires de la chaîne logistique de production – grâce aux tableaux entrée-sortie qui permettent de retracer cette chaîne. *Grosso modo*, pour l'empreinte carbone, il s'agit donc dans un premier temps d'évaluer l'intensité carbone de chaque secteur industriel (par ex. en tonnes de CO_2 / euro) ; puis dans un second temps de retracer les échanges entre secteurs sur une base monétaire afin de réaffecter sur cette base les émissions de gaz à effet de serre générées pour chaque type de production. Ensuite, on regarde combien chaque type de production pèse dans la consommation finale (en base monétaire) et on en déduit l'empreinte carbone ou écologique liée à cette consommation.

Prenons l'exemple d'une catégorie de produit *P* (*P* est donc l'*output*). *P* nécessite trois types d'*input*, c'est à dire trois catégories de production intermédiaire : *A* (matière première) *B* (manufacture) et *C* (vente). *A* appartient à

[16] Dawkins E., Roelich K., Owen A., 2010. *A Consumption Approach for Emissions Accounting - the REAP Tool and REAP Data for 2006*, Stockholm Environment Institute, Stockholm.

un secteur qui émet en moyenne 40 g de CO_2 par euro généré (hors taxes) ; *B* émet 100 g/euro ; et *C* émet 10 g/euro. Pour simplifier, imaginons que *A*, *B* et *C* se partagent équitablement le prix final du produit *P*. Chaque euro généré pour la production et la vente de cette catégorie de produit *P* émet donc (40 + 100 + 10)/3 = 50 g de CO_2/euro. Il « suffit » ensuite de multiplier ce ratio par la consommation constatée de ce type de bien ou service (en euros) par une population donnée, pour ainsi obtenir l'empreinte carbone de la consommation de ce bien par la population en question. Evidemment, au lieu de l'empreinte carbone, on peut également suivre ce processus pour connaître l'empreinte écologique : il faut alors estimer, pour chaque secteur industriel, l'utilisation des sols (au lieu des émissions de GES), les consommations de ressources cultivées (pour le sol cultivable), de produits animaux (sols pâturages et pêcheries) ou de bois (sols forêts).

On notera que l'opération est en fait plus compliquée, puisqu'il faut également opérer une différenciation entre lieux de production, ce qui nécessite de connaître autant que possible l'intensité de chaque secteur industriel dans chaque région du monde. Au final, un tel calcul nécessite donc de disposer d'informations sur les consommations des ménages, la structure de l'économie, les importations et exportations ainsi que l'intensité carbone (ou écologique) de chaque catégorie d'industrie au sein du pays considéré et à l'étranger.

Cette méthode par TES aboutit à des résultats différents de ceux du GFN à l'échelle nationale.

Pour conclure, il faut préciser que les résultats d'empreinte écologique obtenus avec la méthode REAP du SEI et la méthode traditionnelle du GFN varient notablement. Au Royaume-Uni, les résultats obtenus pour les années allant de 1992 à 2005 pour l'ensemble du pays sont de 5 à 15 % supérieurs avec la méthode du GFN, par rapport aux résultats obtenus par le SEI. Cette différence est essentiellement liée à la différence d'approche dans la prise en compte des échanges commerciaux (l'empreinte incorporée)[17].

Note de cadrage. Méthodes GFN *vs* SEI : résumé des principales différences dans la prise en compte des biens de consommation

Les différences entre les méthodes utilisées par le GFN et le SEI concernent essentiellement l'empreinte écologique (ou les émissions) indirecte(s), c'est à dire celles incluses dans les produits et services échangés. Or, nous l'avons évoqué, ces impacts indirects peuvent représenter plus de 80% de l'empreinte de la consommation finale. D'un point de vue méthodologique, il y a deux façons de procéder pour prendre en compte l'empreinte écologique indirecte :

1. **Méthode MUSC (Matrice d'Utilisation des Sols pour la Consommation) /ACV** - Le GFN utilise des données physiques (volumes des échanges) combinées à des coefficients tirés d'analyses de cycle de vie (ACV) qui estiment l'impact de différentes catégories de produits et services. Les ACV permettent ainsi de construire une matrice d'utilisation des sols des consommations, ou MUSC (*Product Land Use Matrix*, ou *PLUM*) ; ainsi, dans la MUSC, à chaque catégorie de produit correspond un coefficient de rendement (en tonnes de produit / ha) mobilisant les quatre principaux types de sols (sols cultivés, pâturages, forêt et pêcherie), construite sur la base d'une ou plusieurs ACV et des comptes nationaux d'empreinte écologique. Le GFN ne prend pas en compte le sol artificialisé dans le commerce international. L'artificialisation des sols liés à l'industrie est donc seulement prise en compte dans le pays ou se situent les entreprises. On multiplie ensuite le volume consommé de ce produit par ce facteur de rendement ainsi estimée à partir d'ACV. Les consommations sont issues de la base de données COMTTRADE qui propose certaines valeurs de consommations en poids de biens échangés. Certaines données ne sont disponibles qu'en dollars, et non en poids. Dans ce cas, des estimations du coût du produit par tonne ($/t) sont réalisées à partir des prix d'échange de la commodité en question sur les marchés internationaux.

2. **Méthode TES Multirégion** - Le SEI utilise des données monétaires (valeurs des échanges) entre secteurs industriels, en se basant sur les tableaux entrées-sorties. L'empreinte écologique « directe » des secteurs de production est réaffectée au produit final en suivant les échanges complexes opérés entre producteurs, afin de réaffecter l'impact « indirect » dans la consommation finale (Cf. encart précédent).

Au final, la méthode du GFN utilise des sources hétérogènes pour établir ses coefficients d'empreinte écologique, là où le SEI utilise une source homogène en réaffectant l'empreinte écologique directe de production (l'empreinte écologique de chaque secteur de production) à l'empreinte écologique indirecte de consommation (l'empreinte écologique incorporée dans le produit final).

[17] Wiedmann, T., 2009. « A first empirical comparison of energy Footprints embodied in trade – MRIO versu PLUM », in *Ecological Economics*, n° 68(7)

Si on en croit le SEI, le premier problème posé par la méthode du GFN est qu'elle suppose que les modes de production ont globalement le même impact selon les pays, sans différence d'intensité ou d'efficacité écologique – les ACV utilisées sont les mêmes. Un autre problème vient du fait que différents produits et sous-produits peuvent se chevaucher, menant à des double comptages (par exemple, si des échanges de pain et de farine ont lieu entre deux pays, les produits peuvent se recouper et la farine être comptée deux fois). Enfin, « l*'approche du GFN prend en compte les chaînes logistique de production en affectant une partie de l'empreinte écologique d'un produit primaire utilisé pour fabriquer un produit manufacturé secondaire (…) au produit secondaire. Cette procédure ne peut pas être appliquée à des produits manufacturés plus complexes, comme les équipements électriques ou les services (…). Cela conduit à une surestimation de l'énergie incorporée dans la plupart des matières premières et produits manufacturés, et une sous-estimation de l'impact des services* [18]*.* »

En revanche, du fait des nomenclatures actuelles, la méthode du SEI ne peut considérer que des catégories de produits assez larges. Il est donc considéré que tous les produits d'une même catégorie sont composés de façon identique. Ainsi, il est par exemple supposé que la quantité de consommation intermédiaire de plastique pour la production d'une automobile de loisir est la même que pour des véhicules de livraison[19]. D'autre part, les TES ne sont aujourd'hui disponibles (auprès de l'Eurostat et OCDE) que pour un nombre limité de pays. Hors, cette analyse nécessiterait en théorie que tous les pays avec lesquels la France a des échanges internationaux aient mis en place des TES, ce qui n'est pas le cas. En effet, si les TES de l'Allemagne, l'Italie, la Belgique sont disponibles et représentent près de 40 % des importations françaises en provenance de l'Europe, pour le reste des importations européennes, seule la moyenne appliquée à l'UE27 peut être utilisée. En ce qui concerne les importations hors Europe, il est plus difficile encore de trouver des données homogènes (l'OCDE commence à proposer en ligne des données, mais les TES sont exprimés selon les devises nationales, ce qui rend difficile les équivalences). Pour pallier à cette carence, il est possible d'utiliser des TES européen complet (TES allemand, par exemple) et d'y appliquer l'intensité en CO_2 propre à chaque pays (sauf pour des pays très nucléarisés tels que le Japon où le TES français peut être utilisé).

Enfin, la plupart des TES sont disponibles seulement en unités monétaires, et non physiques, obligeant à faire des hypothèses sur les proportionnalités entre flux physiques et monétaires[20].

Synthèse des principales différences entre les deux méthodes composées (ACV/GFN *vs* TES/SEI)

L'approche la plus généralement utilisée aujourd'hui par les collectivités territoriales semble être l'approche utilisant des MUSC fournies par le GFN (ou ses partenaires), associées à des données locales de flux physiques et monétaires liées à la consommation des ménages. C'est cette méthode qui a été utilisée en France par exemple dans les calculs d'empreinte écologique les plus récents à l'échelle locale. Elle prend comme base les matrices MUSC nationales fournies par le GFN.

La méthode MUSC utilise les matrices du GFN et semble plus facile à mettre en œuvre…

La méthode utilisant les tableaux entrées sorties a pour l'instant essentiellement été développée en Australie et surtout en Grande-Bretagne, où la disponibilité des données a permis de décliner le calcul de l'empreinte écologique à l'échelle de tous les *councils* (environ 400 territoires infranationaux, Cf. note de cadrage ci-dessus). Elle prend comme base les matrices recalculées par le SEI à partir des TES.

[18] Dawkins E., Roelich K., Owen A., 2010. *A Consumption Approach for Emissions Accounting - the REAP Tool and REAP Data for 2006*, Stockholm Environment Institute, Stockholm.

[19] F. Lenglart, C. Lesieur, J.-L. Pasquier, 2010. *Les émissions de CO2 du circuit économique en France. L'économie française - Comptes et dossiers* - Insee Références - Édition 2010

[20] Moran D., Wackernagel M., Kitzes J., Heumann B., Phan D., Golfinger S., 2009. « Trading spaces : calculating embodied ecological footprint in international trade using a Product Land Use Matrix (PLUM) », in *Ecological Economics*, n° 68, pp. 1938-1951

En conclusion, on constate que se distinguent actuellement, au niveau international, deux méthodes de calcul d'empreinte écologique composée (« *top down* ») qui peuvent ensuite être déclinées à l'échelle locale :

- La méthode basée sur la Matrice d'Utilisation des Sols pour la Consommation du GFN, qui prend en compte l'empreinte incorporée des biens transformés sur la base d'ACV, et qui semble être la plus facile à mettre en place. Dans ce cas, les résultats des données de consommation des ménages au niveau régional permettent d'ajuster chaque composante de la matrice en fonction de la consommation spécifique de chaque région. La matrice peut être fournie par le GFN. Les résultats obtenus seront donc davantage comparables avec les résultats d'empreinte écologique des nations publiés par le GFN.

- La méthode basée sur les tableaux entrée sortie (utilisée par le SEI dans le cadre du projet REAP) est la méthode qui est la plus compatible avec la méthode NAMEA (*National Accounting Matrix with Environmental Accounts*) qui consiste à construire des matrices des comptes nationaux incluant des comptes environnementaux. Son objectif est de rapprocher données économiques et données physiques par branche d'activité. Cette méthode se développe dans le cadre des comptes environnementaux nationaux car elle est promue par EUROSTAT. En France, le service de l'Observation et de l'Environnement Statistique utilise cette méthode pour estimer l'empreinte carbone de la France[21]. Le SOeS ne travaille pour l'instant pas à l'échelle régionale et ne prend en compte que la partie « empreinte carbone » de l'empreinte écologique. Pour adapter cette méthode au cas de l'empreinte écologique des régions, un travail important d'adaptation des méthodologies existantes semble donc nécessaire, à l'instar de ce qui a été réalisé en Grande-Bretagne :

La méthode composée basée sur les TES est conforme à la démarche promue par EUROSTAT et le SOeS en France pour l'empreinte carbone. Mais une adaptation régionale semble plus complexe.

  - Elargir les résultats de l'analyse entrées sorties nationale aux autres composantes de l'empreinte écologique que l'empreinte carbone (sols cultivables, sols forêts, surfaces artificialisées, pêcheries).
  - Mettre en place une correspondance entre la classification des tableaux entrées-sorties et les données disponibles au niveau régional.
  - Ajuster l'analyse entrées-sorties nationale en fonction des données spécifiques à chaque région.

Cependant, une fois ce travail réalisé, on peut espérer que les résultats seront davantage compatibles avec les démarches en cours de développement au sein des instituts statistiques à l'échelle nationale ou européenne.

[21] F. Lenglart, C. Lesieur, J.-L. Pasquier, 2010. *Les émissions de CO2 du circuit économique en France. L'économie française - Comptes et dossiers* - Insee Références - Édition 2010

Note de cadrage : TES et analyse multirégionale dans les statistiques nationales et européennes en matière d'environnement : un *work in progress*

De nombreuses agences statistiques nationales produisent des tableaux entrées – sorties basés sur les transactions monétaires[22] et publient leurs données : les USA, l'Autriche, le Danemark, le Canada, Eurostat, l'Australie. Afin de représenter les échanges internationaux et les structures économiques impliquées dans la production des biens importés, il est nécessaire de combiner les flux nationaux *input-output* avec des données concernant les échanges internationaux. Ces tableaux internationaux (MRIO : *Multiregional Input Output*) retracent les interdépendances entre secteurs domestiques et étrangers, et permettent la prise en compte des différences de technologies de production, d'utilisation des ressources et d'intensités de pollution selon les grandes régions du Monde. Ce modèle est considéré comme méthodologiquement fiable pour identifier les impacts environnementaux liés à la consommation[23]. Les modèles MRIO étendus à l'environnement peuvent ainsi définir les impacts associés à une catégorie de produits donnée tout au long de leur chaîne de fabrication.

Outre les données des pays européens répertoriés par Eurostat[24], la base de données GTAP (*Global Trade Analysis Project*)[25] est aujourd'hui l'une des plus complètes pour établir des modèles MRIO. Elle est basée sur des jeux de données produits par un réseau mondial de fournisseurs nationaux de données statistiques ainsi que par la base de données COMTRADE de l'ONU[26].

T. Wiedmann[27] présente un état de l'art des modèles MRIO utilisés pour comptabiliser les pressions sur les ressources et autres impacts environnementaux liés à la consommation. Les modèles MRIO semblent bien adaptés à une analyse environnementale simplifiée des systèmes complexes de production et consommation. En effet, les jeux de données d'entrée sorties sont déjà disponibles auprès de nombreux offices statistiques nationaux, contrairement aux données d'inventaires de cycle de vie qui sont difficiles à analyser et souvent confidentielles. Si la matrice nationale précisant les impacts environnementaux des différentes catégories de produits est complexe à obtenir, une fois générée, elle peut être utilisée facilement pour n'importe quel profil de consommation. De surcroît, les tableaux entrées – sorties couvrent l'économie dans son ensemble (sous réserve de flux monétaires et de disponibilité des données sur les émissions directes générées par chaque secteur), ce qui permet une meilleure allocation des pressions environnementales causées par chaque activité économique. Des modèles MRIO de comptabilité environnementale liés à la consommation sont déjà introduits dans les discussions internationales sur les changements climatiques pour mieux cerner les responsabilités des différents pays[28]. Cette approche est en effet pertinente dans le corpus méthodologique des indicateurs « d'empreinte » et est compatible avec les standards actuels de comptabilité de l'ONU.

Les méthodes d'analyse entrées – sorties présentent toutefois aussi quelques inconvénients. Tout d'abord, l'agrégation par secteurs d'activité assez large peut introduire des erreurs sur les impacts d'un type de produits spécifique (ceci est particulièrement vrai pour le secteur agricole qui représente un fort poids dans l'empreinte écologique). Une autre difficulté provient des dates d'actualisation des données. Il serait en effet souhaitable de conduire les analyses sur des données très récentes, mais les données disponibles publiquement sont généralement datées de 3 à 5 ans auparavant. Enfin, la troisième limite provident de l'utilisation de données monétaires comme proxy pour les flux physiques. Notons cependant que l'allocation monétaire est également utilisée dans la méthodologie "GFN" de l'empreinte écologique ainsi que par les ACV.

[22] Jan Weinzettel, Kjartan Steen-Olsen, Alessandro Galli, Gemma Cranston, Ertug Ercin, Troy Hawkins, Tommy Wiedmann, Edgar Hertwich, 2011. *Footprint Family Technical Report: Integration into MRIO model, OPEN : EU project*, 7 février 2011, disponible sur http://www.oneplaneteconomynetwork.org/resources/programme-documents/OPEN_EU_WP2_EC_Deliverable_Technical_Document.pdf

[23] Wiedmann, T. 2009. A review of recent multi-region input-output models used for consumption-based emission and resource accounting. *Ecological Economics* 69(2): 211-222

[24] http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/EDCNRP_-_Eurostat_SUIOTs

[25] https://www.gtap.agecon.purdue.edu/about/project.asp

[26] http://comtrade.un.org/db/

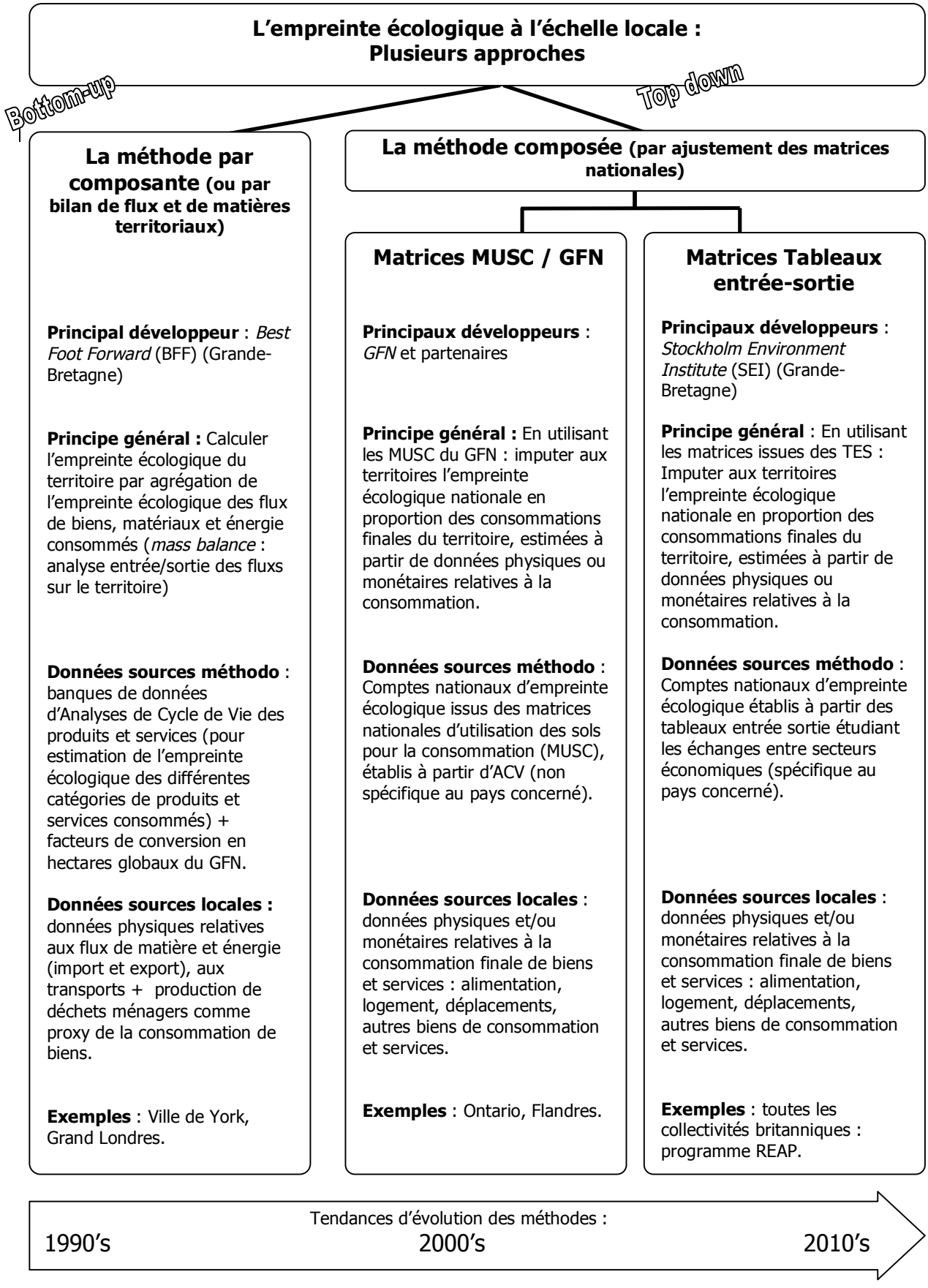
[27] T. Wiedmann, 2009. op. cit.

[28] Voir en particulier les travaux de Peters, G. P. and Hertwich, E. G., 2008. « Post-Kyoto greenhouse gas inventories: production versus consumption ». *Climatic Change*, 86, 51-66. http://dx.doi.org/10.1007/s10584-007-9280-1

Comparaison des méthodologies de calcul d'empreinte écologique (Source : Dawkins et coll., 2010 [29])

Best Foot Forward	Global Footprint Network	SEI (REAP)
Analyse de flux de matières et d'énergie : - Les flux physiques (entrant et sortant) d'énergie, de matières premières, de produits transformés, de transport et de déchets (pour l'estimation des consommations de biens) sont collectés. - Les coefficients de transfert du GFN sont appliqués à ces flux, complétés lorsque nécessaire par d'autres coefficients d'ACV.	**Flux physiques et Analyses de Cycle de Vie** : - Les données concernant les ACV de différents produits sont collectées. Ces données ne sont pas spécifiques au pays concerné. - Les ACV fournissent des estimations de l'empreinte écologique incorporée. - Les coefficients d'émissions incorporées sont multipliés par les volumes d'échange du pays concerné.	**Méthode Tableaux entrée-sortie** : - L'empreinte écologique directe des secteurs économiques (production) est réaffectée aux catégories finales de produits en utilisant les Tableaux entrée-sortie (TES). - L'empreinte écologique des secteurs de production est directement liée aux produits, en utilisant des données nationales. - Les échanges entre secteurs (donc l'empreinte incorporée dans les produits) sont spécifiques au pays concerné.

[29] Dawkins E., Roelich K., Owen A., 2010. *A Consumption Approach for Emissions Accounting - the REAP Tool and REAP Data for 2006*, Stockholm Environment Institute, Stockholm.


L'empreinte écologique à l'échelle locale :
Plusieurs approches
Bottom-up
Top down
La méthode par composante (ou par bilan de flux et de matières territoriaux)
Principal développeur : Best Foot Forward (BFF) (Grande-Bretagne)
Principe général : Calculer l'empreinte écologique du territoire par agrégation de l'empreinte écologique des flux de biens, matériaux et énergie consommés (mass balance : analyse entrée/sortie des fluxs sur le territoire)
Données sources méthodo : banques de données d'Analyses de Cycle de Vie des produits et services (pour estimation de l'empreinte écologique des différentes catégories de produits et services consommés) + facteurs de conversion en hectares globaux du GFN.
Données sources locales : données physiques relatives aux flux de matière et énergie (import et export), aux transports + production de déchets ménagers comme proxy de la consommation de biens.
Exemples : Ville de York, Grand Londres.
La méthode composée (par ajustement des matrices nationales)
Matrices MUSC / GFN
Principaux développeurs : GFN et partenaires
Principe général : En utilisant les MUSC du GFN : imputer aux territoires l'empreinte écologique nationale en proportion des consommations finales du territoire, estimées à partir de données physiques ou monétaires relatives à la consommation.
Données sources méthodo : Comptes nationaux d'empreinte écologique issus des matrices nationales d'utilisation des sols pour la consommation (MUSC), établis à partir d'ACV (non spécifique au pays concerné).
Données sources locales : données physiques et/ou monétaires relatives à la consommation finale de biens et services : alimentation, logement, déplacements, autres biens de consommation et services.
Exemples : Ontario, Flandres.
Matrices Tableaux entrée-sortie
Principaux développeurs : Stockholm Environment Institute (SEI) (Grande-Bretagne)
Principe général : En utilisant les matrices issues des TES : Imputer aux territoires l'empreinte écologique nationale en proportion des consommations finales du territoire, estimées à partir de données physiques ou monétaires relatives à la consommation.
Données sources méthodo : Comptes nationaux d'empreinte écologique établis à partir des tableaux entrée sortie étudiant les échanges entre secteurs économiques (spécifique au pays concerné).
Données sources locales : données physiques et/ou monétaires relatives à la consommation finale de biens et services : alimentation, logement, déplacements, autres biens de consommation et services.
Exemples : toutes les collectivités britanniques : programme REAP.
Tendances d'évolution des méthodes :
1990's
2000's
2010's

4. Quelles données statistiques sont nécessaires pour utiliser ces outils/méthodes ?

4.1. A propos des calculs réalisés en France dans les années 2000

Les études réalisées en France au début des années 2000 utilisaient une méthode par composante…

Précisions d'emblée qu'il est très difficile d'obtenir des détails sur les études d'empreinte écologique qui ont été réalisées à l'échelle des localités françaises dans les années 2000. Pour la plupart d'entre eux, il semble que les calculs opérés à cette échelle faisaient jusqu'à présent appel à l'utilisation d'une méthode par composantes basée sur des bilans de flux et de matières territoriaux. Une telle approche nécessitait de disposer de deux types de données :

- des données « méthodologiques nationales », qui provenaient alors d'un logiciel commercialisé par le bureau d'études britannique *Best Foot Forward* – BFF, et qui reprenaient des données du *Global Footprint Network,* en particulier pour le détail de l'empreinte écologique de la France ;
- des données « régionales », provenant de sources de données souvent hétérogènes, exprimées soit en unités de mesure physique (kWh, tonnes, etc.), soit en unités de mesure monétaire (euros).

…les études plus récentes s'orientent vers les méthodes composées, sur lesquelles nous allons par conséquent concentré notre attention ici.

Ces calculs étaient donc réalisés principalement à partir de données statistiques physiques, parfois complétées par des données monétaires. Certaines données de consommation finale étaient par exemple évaluées très indirectement sur la base des volumes de déchets ménagers, ou sur la base des revenus des ménages.

La méthode de calcul par composantes étant de plus en plus délaissée, et les données sources nécessaires à son établissement étant difficiles à identifier de manière exhaustive, nous avons donc préféré concentrer notre attention sur l'identification des données statistiques dont il faut disposer pour élaborer un calcul à partir des méthodes composées, de type MUSC. Il semble d'ailleurs que les calculs régionaux les plus récents réalisés en France aient évolué dans ce sens – en utilisant une méthode composée basée sur l'utilisation d'une MUSC nationale.

4.2. Données nécessaires pour un calcul avec les méthodes composées (MUSC GFN ou TES / SEI)

Avec cette méthode, le calcul d'empreinte écologique à l'échelle de localités nécessite de disposer de deux types de données : une matrice nationale (de type MUSC) ; et des données de consommation régionales qui permettent de réaffecter l'empreinte nationale à l'échelle des territoires.

Un mot sur les matrices nationales

Méthode MUSC ACV / GFN. Pour utiliser la méthode mobilisant des Matrices d'utilisation des sols pour la consommation (MUSC) du GFN, basées sur des ACV, il faut disposer de la MUSC du pays concerné. A l'heure actuelle, ces MUSC sont fournies en détail par le *Global Footprint Network* pour un prix de 5.000 US$.

Méthode TES / SEI. Pour utiliser la méthode basée sur des tableaux entrée-sortie, il faut refaire le calcul d'empreinte écologique (donc les matrices) à l'échelle nationale sur la base de cette méthode. Comme évoqué plus haut, cela nécessite un important travail afin de combiner les TES avec les pressions environnementales des différentes branches d'activité (regroupées selon la nomenclature NAF) dans l'objectif d'élaborer des coefficients techniques correspondant à l'empreinte par euro de consommation finale, selon les différents types de sols étudiés, pour chaque catégorie de produits (pouvant être classés selon la nomenclature COICOP).

Liste des données locales nécessaires pour alimenter les matrices régionales

Quel que soit le modèle choisi, il faut ensuite recueillir un certain nombre de données régionales concernant cette fois-ci les consommations finales des ménages, par familles de produits, dans les catégories considérées par l'empreinte écologique, à savoir :

- l'alimentation ;
- le logement ;
- les transports de personne ;
- les biens d'équipement ;
- les services.

Il faut également ajouter à ces données de consommation des informations génériques sur la population et le nombre de ménages, afin de pouvoir exprimer l'empreinte écologique en hectares par habitant.

Les données locales nécessaires pour alimenter les matrices peuvent provenir de sources hétérogènes (plusieurs sources statistiques) ou homogènes (une seule source, en général liée à la consommation finale des ménages).

Deux approches sont envisageables pour le recueil des données de consommation régionales :

a) soit le recueil de données statistiques hétérogènes provenant de différentes sources et exprimées en différentes unités (volumes, poids, euros) ;

b) soit le recueil de données homogènes issues des enquêtes de consommation des ménages (enquête « budget des familles » par exemple), qui sont exprimées en unités monétaires et qui correspondent à la nomenclature COICOP qui est depuis peu utilisée par le GFN pour structurer les comptes nationaux d'empreinte écologique.

Données hétérogènes – En Grande-Bretagne, par exemple, pour allouer les impacts générés par les différents secteurs d'activités aux consommations des différents

territoires étudiés, le REAP utilise quatre principales sources de données spécifiques aux territoires étudiés[30] :

- l'enquête de budget des familles des regions étudiées ;
- le taux d'occupation et la distance moyenne réalisées par les véhicules de chaque région (enquête déplacements) ;
- les bases de données *Mosaic*[31], développées par Experian, qui suit les changements de comportements des consommateurs et propose des classifications des modes de consommations ;
- les consommations d'énergie des ménages

Les calculs d'empreinte écologique les plus récents réalisés dans les régions françaises mobilisaient semble-t-il également des données statistiques hétérogènes, provenant de différentes sources. Nous considérerons ici qu'il s'agit des données régionales nécessaires *a minima* afin de mener à bien un calcul régional – et ce quelles que soient le modèle composé choisi : GFN ou SEI. Ces données sont listées dans les tableaux de **l'ANNEXE 1**, avec une mention des sources et une description du calcul qu'il faut éventuellement réaliser pour les obtenir. La dernière année de disponibilité de la donnée est indiquée (par ex. 2009), ainsi que le temps moyen de réactualisation de la donnée à l'échelle régionale (par ex. 3 ans)

Note de cadrage : à propos des données hétérogènes

Il faut noter que l'hétérogénéité des données peut poser un problème lors de comparaisons entre régions. En effet, si certaines données (celles de l'INSEE, par exemple) sont disponibles pour toutes les régions de France et avec les mêmes méthodes de calcul, d'autres données peuvent être issues d'études spécifiques qui pourraient ne pas être disponibles dans toutes les régions – ou alors sur la base de méthodologies différentes. C'est typiquement le cas concernant certaines données relatives aux émissions directes de CO_2, qui dans certaines régions sont précisément estimées pour les transports et le logement, mais dans d'autres ne le sont peut-être pas (ou pas aussi précisément). La question se posera de savoir si seules les données disponibles de façon homogène dans toutes les régions seront utilisées (au détriment de la précision des calculs mais au profit de leur comparabilité) ou si des données issues d'études spécifiques à différentes régions pourront être intégrées au calcul.

Données homogènes - Une seconde possibilité peut consister à utiliser en plus grande proportion des données homogènes de consommation finale des ménages telles qu'elles sont fournies par les enquêtes de consommation.

Les données issues des enquêtes de consommation des ménages ont l'avantage d'être homogènes. Mais elles sont exprimées en unités monétaires…

Le gros avantage de cette option est qu'elle permet alors d'utiliser essentiellement des données de consommation finale qui sont issues des mêmes enquêtes, réalisées en France par l'INSEE. Qui plus est, ces consommations sont structurées autour de la nomenclature des fonctions de la consommation individuelle COICOP. Cette nomenclature COICOP a l'avantage de correspondre à un standard international ; mais surtout, c'est autour de cette nomenclature que les standards d'empreinte écologique sont aujourd'hui réorganisés, suite à un remaniement des comptes nationaux par le GFN[32].

[30] SEI. Footprint Results For Local Authorities With background methodology and explanation
[31] http://www.experian.co.uk/business-strategies/mosaic-uk-2009.html
[32] Voir notamment Moran D., Wackernagel M., Kitzes J., Heumann B., Phan D., Goldfinger S., 2009. « Trading spaces : Calculating embodied ecological footprints in international trade using a Product Land Use Matrix » in *Ecological Economics*, n° 68, pp. 1938-1951

L'inconvénient est alors qu'on ne dispose que de données monétaires, à partir desquelles on va estimer indirectement des quantités physiques équivalent à telle ou telle catégorie de biens et services. *Grosso modo*, on part du principe que la proportion de chaque bien ou service consommée en valeur monétaire équivaut à la proportion consommée en quantité physique (quantités dont on connaît les quantités globales à l'échelle nationale, et qu'on réaffecte ensuite aux territoires infranationaux).

Enfin, il faut noter que ces données issues de l'enquête « budget des familles » sont disponibles gratuitement à l'échelle des Zones d'Etudes et d'Aménagement du Territoire (ZEAT), qui subdivisent la France métropolitaine en 8 territoires. Pour envisager un calcul régional sur la base de ces données, il faut donc disposer des résultats des enquêtes de consommation des ménages à l'échelle des 22 régions métropolitaines – ce qui peut poser problème si le calibrage des échantillons a été réalisé à l'échelle des ZEAT, ce qui semble être le cas. Une solution peut alors consister à analyser les variables explicatives qui génèrent des différences afin d'établir un modèle de répartition entre régions au sein des ZEAT.

Note de cadrage : les enquêtes sur le budget des familles et la nomenclature COICOP

Les enquêtes «Budget de famille» sont réalisées en France depuis 1979 sur un rythme quinquennal. La dernière enquête dont les résultats ont été traités date de 2006, et une enquête est actuellement en train d'être terminée pour l'année 2011. Ces enquêtes fournissent une estimation de la consommation moyenne des différents biens et services par les ménages français ; plusieurs milliers de ménages sont ainsi interrogés de manière très détaillée sur leurs consommations (en métropole et dans les DOM). Ces enquêtes contribuent donc à construire certains indices tels l'indice des prix à la consommation. « *L'intérêt essentiel de ces enquêtes est qu'elles permettent de comparer les niveaux de vie et les choix de consommation des diverses catégories de ménages.* [33]» L'autre intérêt de l'enquête est qu'elle recueille également des éléments d'information sur les consommations qui ne donnent pas lieu à une dépense monétaire à proprement parler, comme l'autoconsommation alimentaire (potagers par exemple) ou les avantages en nature fournis par l'employeur ou une autre personne.

Depuis les années 1990, ces enquêtes répondent également à une volonté européenne de convergence des enquêtes ménages entre pays membres de l'Union Européenne. Un guide de recommandations a été publié à cet effet en 1993, et une nomenclature commune de classification des dépenses a été choisie : la nomenclature internationale COICOP (*classification of individual consumption by purpose*). Cette nomenclature est utilisée dans d'autres pays en dehors de l'Union Européenne, si bien que le *Global Footprint Network* a décidé de refonder la structure des comptes nationaux d'empreinte écologique en se basant sur les catégories de la COICOP.

En guise d'illustration, le tableau présenté en **ANNEXE 2** liste les catégories de biens et services de la COICOP tels qu'ils apparaissent dans les enquêtes sur la consommation des ménages réalisées par l'INSEE. Les valeurs sont exprimées en euros, pour l'ensemble de la France métropolitaine et à l'échelle des huit ZEAP qui la composent. A ces dépenses, il faut ajouter les dépenses administratives réalisées sur le territoire.

Note de cadrage : les ZEAT et les régions françaises

Les résultats des enquêtes sur les budgets des familles sont disponibles à l'échelle de la France métropolitaine et des 8 Zones d'Etudes et d'Aménagement du Territoire (ZEAT) qui la constituent ; les 22 régions françaises sont réparties au sein des ces 8 zones de la manière suivante :

[33] http://www.insee.fr/fr/publications-et-services/irweb.asp?id=bdf06

REGION PARISIENNE - Ile de France
BASSIN PARISIEN - Bourgogne, Centre, Champagne-Ardenne, Basse et Haute Normandie, Picardie
NORD - Nord Pas-de-Calais
EST - Alsace, Franche-Comté, Lorraine
OUEST - Bretagne, Pays de la Loire, Poitou-Charentes
SUD-OUEST - Aquitaine, Limousin, Midi-Pyrénées
CENTRE-EST - Auvergne, Rhône-Alpes
MEDITERRANEE - Languedoc-Roussillon, Provence-Alpes-Côte d'Azur, Corse

Seules deux ZEAT correspondent à des régions administratives (Région parisienne = Île-de-France ; et Nord = Nord-Pas de Calais). Pour obtenir des données pour les autres régions, il faut donc soit demander un traitement spécifique à l'INSEE (si tant est que l'échantillon de population soit jugé représentatif à l'échelle régionale, ce qui ne semble pas être le cas) ; soit analyser les variables explicatives qui génèrent des différences afin d'établir un modèle de répartition au sein des ZEAT, à partir de données dont on dispose à l'échelle régionale.

Quelles que soient les données prioritairement utilisées, il apparaît au final qu'une estimation de l'empreinte écologique des régions françaises est tout à fait envisageable en utilisant une méthode de calcul composée. En se basant sur des sources hétérogènes, il faut toutefois accepter d'utiliser des jeux de données provenant de sources diverses et se référant à des années légèrement différentes (par exemple pour l'année 2010, les variables peuvent provenir d'enquêtes réalisées entre 2008 et 2011). Au final, un renouvellement du calcul nous semble opportun tous les 5 ans – à l'instar de l'enquête sur le budget des familles, qui est une source prioritaire de données.

Au vu des données disponibles, une estimation fiable de l'empreinte écologique des Régions françaises semble pouvoir être réalisée tous les 5 ans.

Synthèse : Interview de Mathis Wackernagel

« Les Régions ne peuvent plus se permettre d'ignorer de combien de ressources naturelles elles disposent et combien elles en utilisent »

Co-inventeur de l'empreinte écologique avec le professeur William Rees, Mathis Wackernagel est aujourd'hui Directeur du *Global Footprint Network*. Dans l'interview qu'il a bien voulu nous accorder en exclusivité dans le cadre de cette étude, il nous donne son point de vue sur l'intérêt de l'empreinte écologique dans une perspective d'aide à la décision. Il nous présente également les différentes options qui se présentent pour réaliser un calcul d'empreinte écologique à l'échelle des régions françaises.

Question : De nombreuses collectivités locales engagées dans des démarches de développement durable semblent s'intéresser à l'empreinte écologique. Pouvez-vous nous expliquer l'intérêt d'un tel calcul à l'échelle d'un territoire infranational ?

Mathis Wackernagel : *Nous entrons dans une nouvelle ère : l'ère de la raréfaction des ressources naturelles. Aujourd'hui, 80 % de la population mondiale vit dans des pays qui consomment davantage de services écologiques que les écosystèmes de leur territoire ne peuvent en régénérer, en termes nets. Au niveau mondial, nous utilisons ainsi 40 % de ressources en plus par rapport à ce que la planète peut en fournir durablement. Cette situation peut certes se prolonger pendant encore quelques années ; mais elle n'est que temporaire puisque les stocks de ressources s'épuisent et les capacités d'assimilation de nos pollutions arrivent à saturation. Les pays, régions et villes qui ne sont pas prêts à affronter cette raréfaction des ressources seront également les plus affectés. Ceux qui sont prêts et qui sont capables de réduire leurs déficits écologiques, seront aussi ceux qui sauront s'en sortir et gagner des avantages compétitifs.*

« Nous entrons dans une nouvelle ère : l'ère de la raréfaction des ressources naturelles. »

Aujourd'hui, la plupart des régions du monde à hauts revenus considèrent les ressources naturelles comme un enjeu secondaire. Pourtant, cela nous prendra du temps pour nous sevrer de cette dépendance aux ressources naturelles ; et le coût de ces ressources est à la fois volatile et en hausse continue. Les villes doivent donc investir dans des infrastructures qui les aident à vivre bien tout en consommant moins de ressources.

Finalement c'est assez simple à comprendre : si la valeur d'un bien – tel que l'infrastructure d'une ville, ou ses différentes constructions – dépend de ressources abondantes et bon marché (par exemple un faible coût de l'énergie) ces biens vont perdre de leur valeur lorsque ces ressources deviendront plus chères. A partir de là, l'économie dans son ensemble deviendra plus précaire. Les villes ne peuvent pas se permettre de créer des infrastructures qui perdent de leur valeur au moment même où la situation économique se dégrade elle aussi. Cette approche insoutenable les rend doublement vulnérables. Au contraire, il faudrait se concentrer sur les façons de s'adapter à cette nouvelle ère de contraintes sur les ressources.

Alors, quel est le lien avec l'empreinte écologique ? Evidemment, pour comprendre ces contraintes sur les ressources – au niveau mondial comme local – et afin d'identifier quelles sont les actions les plus efficaces, nous avons besoin d'outils de mesures. Mais

identifier les questions clés pour lesquelles il est nécessaire d'apporter des réponses est encore plus important que développer des outils de mesure. Si vous vous sentez concernés par la raréfaction des ressources naturelles, une question clé à laquelle vous avez besoin de répondre est la suivante : quelle quantité de services issus de la nature utilisez-vous ? De quelle capacités naturelles disposez-vous ? C'est précisément à cette question que l'empreinte écologique répond.

« afin d'identifier quelles sont les actions les plus efficaces, nous avons besoin d'outils de mesures. »

Question : Le calcul de l'empreinte écologique a surtout été développé à l'échelle des nations. Un calcul régional est-il aussi précis ? Quelles sont les principales difficultés rencontrées lors du calcul de l'empreinte écologique à l'échelle d'un tel territoire ?

MW : *La précision des évaluations dépend de la disponibilité des données. Il y a toujours plusieurs façons possibles d'utiliser des sources de données afin de réaliser un calcul – y compris pour les calculs d'empreinte écologique. Les évaluations nationales sont utilisées comme données de référence, et cela peut faciliter les évaluations régionales même en l'absence de données statistiques détaillées au niveau local. En théorie, oui, l'empreinte écologique locale peut être évaluée ; mais selon les cas la résolution et la précision du calcul peuvent ne pas être très bonnes.*

Toutefois, les évaluations ne doivent pas se limiter aux données disponibles. Il faut aussi mettre en évidence les thèmes sur lesquels les données statistiques manquent cruellement. Nous nous comportons comme une personne qui aurait perdu ses clés dans une allée sombre, mais qui ne les chercherait que sous les lampadaires de la rue parce que c'est trop sombre ailleurs. En d'autres termes, si les Régions ne sont pas satisfaites du niveau actuel de détail des calculs d'empreinte écologique, c'est vraiment à elles de s'assurer que les données peuvent être fournies afin d'effectuer de meilleures évaluations. Je pense que les Régions ne peuvent plus se permettre d'ignorer de combien de ressources naturelles elles disposent et combien elles en utilisent.

A l'échelle locale, « la précision des évaluations dépend de la disponibilité des données. »

Question : Il existe plusieurs façons de calculer l'empreinte écologique. Pouvez-vous nous expliquer les différences entre ces approches (TES vs MUSC), ainsi que leurs principaux avantages et inconvénients ?

MW : *Il y a plusieurs façons de calculer une empreinte écologique régionale : de bas en haut (bottom up), en inventoriant tous les flux de ressources et en les traduisant en surfaces. Ou de haut en bas (top down) : en se référant à l'empreinte écologique nationale et en estimant les variations des consommations régionales par rapport aux moyennes nationales.*

La seconde méthode est probablement plus simple et plus sûre. Au sein même de cette seconde méthode, plusieurs options sont possibles. On peut utiliser les tableaux entrées sorties ou mieux, des modèles multirégionaux d'analyses entrée sorties, afin de décomposer les évaluations nationales en catégories d'activités plus précises. Cela peut faciliter les évaluations régionales. Toutefois, cette décomposition peut également être réalisée grâce à des jeux de données statistiques classiques sur la consommation. Si

La méthode de calcul top down « est probablement plus simple et plus sûre. »

les modèles multirégionaux d'analyses entrée sorties sont plus robustes mathématiquement, ils ont souvent une résolution plus faible et dépendent de la traduction de flux de ressources physiques en flux monétaires, ce qui peut fausser significativement la réalité. Il y a encore beaucoup de recherche à réaliser pour s'assurer que ces méthodes produisent des résultats les plus justes possibles.

Question : Que pensez-vous du potentiel de développement de l'empreinte écologique en France ? Encourageriez-vous les Régions françaises à calculer leur empreinte écologique dans un tel contexte ?

MW : *La France a des institutions statistiques très solides, ainsi qu'une certaine tradition d'évaluation des politiques publiques. De ce fait, la France pourrait être un leader pour développer ce type de réflexions. Mais cela ne doit pas être la seule motivation. Les enjeux sont beaucoup plus vastes. La France est mieux dotée en ressources naturelles que la plupart des autres pays européens, mais elle présente toutefois une situation de déficit écologique. Si la France veut réussir dans un monde dans lequel les contraintes sur les ressources sont fortes, elle a besoin de bons indicateurs pour identifier ses vulnérabilités et ses opportunités. Qui plus est, l'aménagement du territoire et le développement local affectent fortement la plupart des décisions concernant les ressources naturelles ; par conséquent des évaluations et des décisions prises aux échelles régionales et locales peuvent être parmi les plus efficaces et pertinentes, en complément du cadre d'action et d'évaluation national. Ce n'est pas une obligation morale. C'est un besoin aussi pragmatique que celui qui consiste à savoir si les dépenses de votre ménage sont supérieures à vos revenus. Si tel est le cas pendant un certain temps, vous courrez à la faillite !*

« Des évaluations et des décisions prises aux échelles régionales et locales peuvent être parmi les plus efficaces et pertinentes. »

Propos recueillis et traduits par Natcha Gondran et Aurélien Boutaud, août 2011.

5. Conclusion : quelles conditions réunir pour calculer l'empreinte écologique des régions françaises ?

Pour conclure, nous proposons dans ce chapitre une synthèse des chapitres précédents ainsi qu'une mise en perspective présentant les scénarios possibles pour mener à bien un calcul d'empreinte écologique à l'échelle des régions françaises.

5.1. Un calcul d'empreinte écologique à l'échelle des régions françaises est faisable…

En résumé : ce rapport avait pour objet d'évaluer la faisabilité d'un calcul d'empreinte écologique à l'échelle des régions françaises. Après avoir rappelé les tenants et aboutissants de l'empreinte écologique (partie 1) nous avons pu constater que cet outil avait essentiellement été développé à l'échelle des nations. L'intérêt grandissant pour l'empreinte écologique a toutefois amené de nombreux acteurs à réaliser des estimations d'empreinte écologique à des échelles territoriales plus fines : villes, agglomérations ou régions. A ces niveaux de territoires, toutefois, plusieurs difficultés apparaissent rapidement ; en particulier, les données statistiques sont moins homogènes et moins nombreuses à l'échelle des régions qu'à celle des nations, ce qui oblige à adapter les méthodes de calcul (partie 2).

Depuis la fin des années 1990, se sont ainsi développées plusieurs méthodes de calcul à l'échelle infranationale (partie 3). **On distingue généralement deux grandes familles d'outil** :

A) **les approches par composantes** (*bottom up*, ou encore « par en bas ») qui consistent à réaliser des bilans entrée sortie de flux et de matières sur les territoires. On détermine ensuite l'empreinte écologique liée à la consommation finale de chaque bien et service identifié (sur la base des analyse de cycles de vie connues pour ces produits ou services) ; l'agrégation de ces empreintes écologiques permet de déterminer l'empreinte écologique totale du territoire ;
B) **Les approches composées** (*top down*, ou encore « par en haut ») qui consistent à utiliser les comptes nationaux d'empreinte écologique, avant de réimputer aux territoires infra-nationaux cette empreinte écologique nationale en proportion de leur consommation constatée pour différents types de consommation (sur base de données monétaires et/ou physiques).

La première famille d'outils (par composantes) a progressivement été abandonnée au détriment de la seconde (composée). Mais **au sein de cette seconde famille, il faut encore distinguer deux types d'approches différentes** :

> B1) **les approches composées utilisant directement les MUSC du GFN** (Matrices d'Utilisation des Sols Consommés fournies pour chaque nation par le *Global Footprint Network*) ; ces MUSC prennent en compte l'empreinte indirecte (ou incorporée) des produits et services sur la base d'études d'analyses de cycle de vie ;
> B2) **les approches composées basés sur des TES** (tableaux entrée sortie), qui analysent les échanges entre secteurs de production afin de déterminer plus finement le contenu en empreinte écologique des biens et services consommés. Cette approche nécessite un important travail en amont consistant à recalculer

l'intégralité de l'empreinte écologique des nations, en prenant notamment comme base les consommations de sol de chaque secteur de production, puis les échanges avec d'autres régions du monde, pour réaffecter plus précisément cette empreinte écologique dans les biens et services finalement consommés, sur la base des TES.

La première famille d'outils utilisant des MUSC du GFN (B1) a l'avantage d'être plus facile à mettre en œuvre, notamment parce que les MUSC nationales existent déjà : c'est donc cette méthode qui a le plus été utilisée ces dernières années. La seconde méthode (B2) semble plus précise et compatible avec les standards nationaux et internationaux (EUROSTAT) de comptabilité nationale, mais elle nécessite un très important travail de redéfinition des matrices de calcul à l'échelle nationale ; ce travail a été réalisé en Grande-Bretagne puis décliné à l'échelle de tous les *councils* britanniques par le *Stockholm Environment Institute*, après de longues années de développement.

Enfin, pour réaliser des calculs régionaux, ces deux familles d'outils composés nécessitent de mobiliser des données régionales de consommation finale très similaires, utilisant des sources plus ou moins homogènes selon les cas (partie 4). Nous avons identifié suffisamment de variables disponibles pour pouvoir envisager un calcul d'empreinte écologique à l'échelle régionale, sur la base d'un renouvellement du calcul environ tous les 5 ans : soit à partir de données hétérogènes (**Annexe 1**) soit sur la base de sources homogènes (**Annexe 2**) ; et ce en pour l'une ou l'autre des ces méthodes composées.

5.2. …plusieurs scénarios sont possibles

Au regard des données disponibles, une estimation fiable de l'empreinte écologique des régions françaises est donc tout à fait envisageable, en utilisant l'une ou l'autre des méthodes dites composées. Mais quelle méthode choisir ? Et comment disposer des outils et compétences nécessaires pour mener à bien un tel travail ?

Scénario 1 : utilisation d'une approche composée de type MUSC / GFN

La première possibilité consiste à mobiliser des outils issus de l'approche composée utilisant les Matrices d'Utilisation des Sols Consommés (MUSC) provenant des comptes nationaux d'empreinte écologique réalisés par le *Global Footprint Network*.

Etape 1 : Accéder à la licence des comptes nationaux d'empreinte écologique de la France – La première étape consiste donc à disposer de la MUSC de la France pour l'année considérée (2008 par exemple). Aujourd'hui, l'accès à cette MUSC n'est pas libre de droit. Il faut donc en faire une demande d'accès auprès du GFN qui la cède pour un prix de 5.000 US$. Cela signifie au passage que la réactualisation des calculs tous les 5 ans nécessitera d'acquérir les droits d'accès à cette MUSC tous les 5 ans (soit 1000 euros par an à partager entre les 22 régions métropolitaines).

Etape 2 : Disposer d'un outil permettant l'affectation des sols nationaux aux régions – Selon le degré d'autonomie désiré par les Régions dans la réalisation des calculs d'empreinte écologique, il faut ensuite :

- soit confier le calcul régional à une organisation qui dispose déjà d'un outil permettant de réaffecter l'empreinte écologique de la France aux régions au prorata des consommations constatées sur ces territoires ;
- soit acheter un tel outil auprès d'un organisme qui en dispose ;
- soit construire sur mesure un tel outil permettant de faire ce travail de réaffectation de l'empreinte écologique nationale aux régions.

Etape 3 : Alimenter l'outil permettant l'affectation des sols nationaux aux régions avec les bases de données régionales de consommation – Enfin, il faut collecter les données de consommation finale pour chaque région (au minimum les données présentées en **ANNEXES 1** ou **2**) afin d'alimenter l'outil de calcul régional. Là encore, le travail peut être plus ou moins délégué selon le degré d'autonomie désiré par les Régions françaises.

⇨ Ces trois étapes doivent permettre au final d'obtenir les résultats d'empreinte écologique des 22 régions françaises.

Scénario 2 : utilisation d'une approche composée de type TES / SEI

Le second scénario est plus complexe puisqu'il consiste à utiliser une approche composée basée sur des tableaux entrée sortie (TES), à l'instar de ce qui a été réalisé en Grande-Bretagne dans le cadre du projet REAP par le *Stockholm Environment Institute*. Cela nécessite un travail en amont beaucoup plus important ; mais c'est également une démarche qui correspond à ce qui semble émerger à l'échelle de la statistique nationale et européenne.

Etape 0 : Disposer des données permettant d'estimer l'empreinte écologique des différents secteurs d'activité, au niveau national – Il s'agit dans un premier temps de collecter les données qui permettront d'identifier les pressions environnementales générées par les différents secteurs d'activité économique. Pour cela, il semble nécessaire de collecter :

- la matrice nationale d'utilisation des sols liés à la consommation pour la France (même si, in fine, la méthode d'affectation de l'empreinte écologique par secteurs de consommation finale diffère de celle du GFN, il faut que les résultats des calculs soient cohérents avec les résultats d'empreinte écologique mesurés par le GFN sur les autres points méthodologiques) ;
- les comptes environnementaux physiques, établis par activités. Le principe de ces comptes est de regrouper, par activités économiques, les émissions directes réalisées par chaque établissement français. Pour les émissions de CO_2, par exemple, ces comptes sont aujourd'hui réalisés par le CITEPA sur commande spécifique du SOeS ;
- le tableau entrée sortie (TES) de la France séparant importation, exportation et demande finale. Il est disponible sur le site d'Eurostat (NAMEA) pour les pays européens. La ventilation est faite selon la nomenclature NAF (60 branches d'activité)[34].

[34] http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database

Etape 1 : Construire une matrice nationale de l'empreinte écologique des catégories de consommations – Il faut ensuite affecter l'empreinte écologique de la France à chaque secteur d'activité, sur la base des données concernant les échanges entre secteurs industriels tels que retracés dans les tableaux entrée-sortie. Il faut ensuite, grâce à des tables de correspondance entre nomenclatures de secteurs d'activité (NAF) et de consommation (COICOP), construire la matrice d'empreinte écologique par catégorie de consommation finale. En Grande-Bretagne, le SEI a par exemple croisé des données environnementales (concernant les émissions de CO_2 et les sols consommés) de chaque secteur industriel, avec les données retraçant les échanges entre les secteurs fournies par les TES (en y ajoutant des données concernant les échanges avec les autres régions du monde). Au final, on obtient un résultat d'empreinte écologique sensiblement différent de celui obtenu avec la méthode GFN, puisque l'empreinte incorporée dans les productions issues de chaque secteur est plus précisément détaillée avec cette méthode. Il faut ensuite utiliser les coefficients de transfert du *Global Footprint Network* pour transformer ces données physiques (surfaces et émissions de CO_2) en hectares globaux[35].

Etape 2 : Construire un outil permettant l'affectation des sols nationaux aux régions – L'étape suivante est à peu près la même que pour la méthode utilisant les MUSC du GFN. Une fois la matrice nationale recalculée sur de nouvelles bases, il faut donc construire sur mesure un tel outil permettant de faire ce travail de réaffectation de l'empreinte écologique nationale aux régions, en proportion de la consommation finale de ces dernières.

Etape 3 : Alimenter l'outil permettant l'affectation des sols nationaux aux régions avec les bases de données régionales de consommation – Là encore, la démarche est sensiblement la même que pour la méthode précédente : il faut collecter les données de consommation finale pour chaque région afin d'alimenter l'outil de calcul régional.

⇨ On obtient alors l'empreinte écologique des régions sur une base qui est plus solide sur le plan mathématique et qui correspond à la tendance des travaux menés sur le plan académique et statistique ; mais cette empreinte écologique n'est pas directement comparable avec les résultats des nations tels que calculés aujourd'hui par le GFN.

[35] Note : Pour réaliser ces deux étapes préliminaires, il faut faire appel à un prestataire, ou groupement de prestataires, faisant preuve de compétences pluridisciplinaires : compétences scientifiques sur l'empreinte écologique et sur la comptabilité nationale, compétences informatiques pour assurer la pérennité de l'outil (gestion d'interfaces diverses de mise à disposition des données) et sa mise à jour, compétences en ergonomie informatique afin de mettre en place un outil convivial et facile d'usage. Deux scénarios sont imaginables :
-faire appel à des organismes étrangers ayant déjà cette expérience (SEI notamment) ;
-développer une compétence nationale avec le recours à des organismes universitaires ou institutionnels liés à la statistique publique (SOeS par exemple).

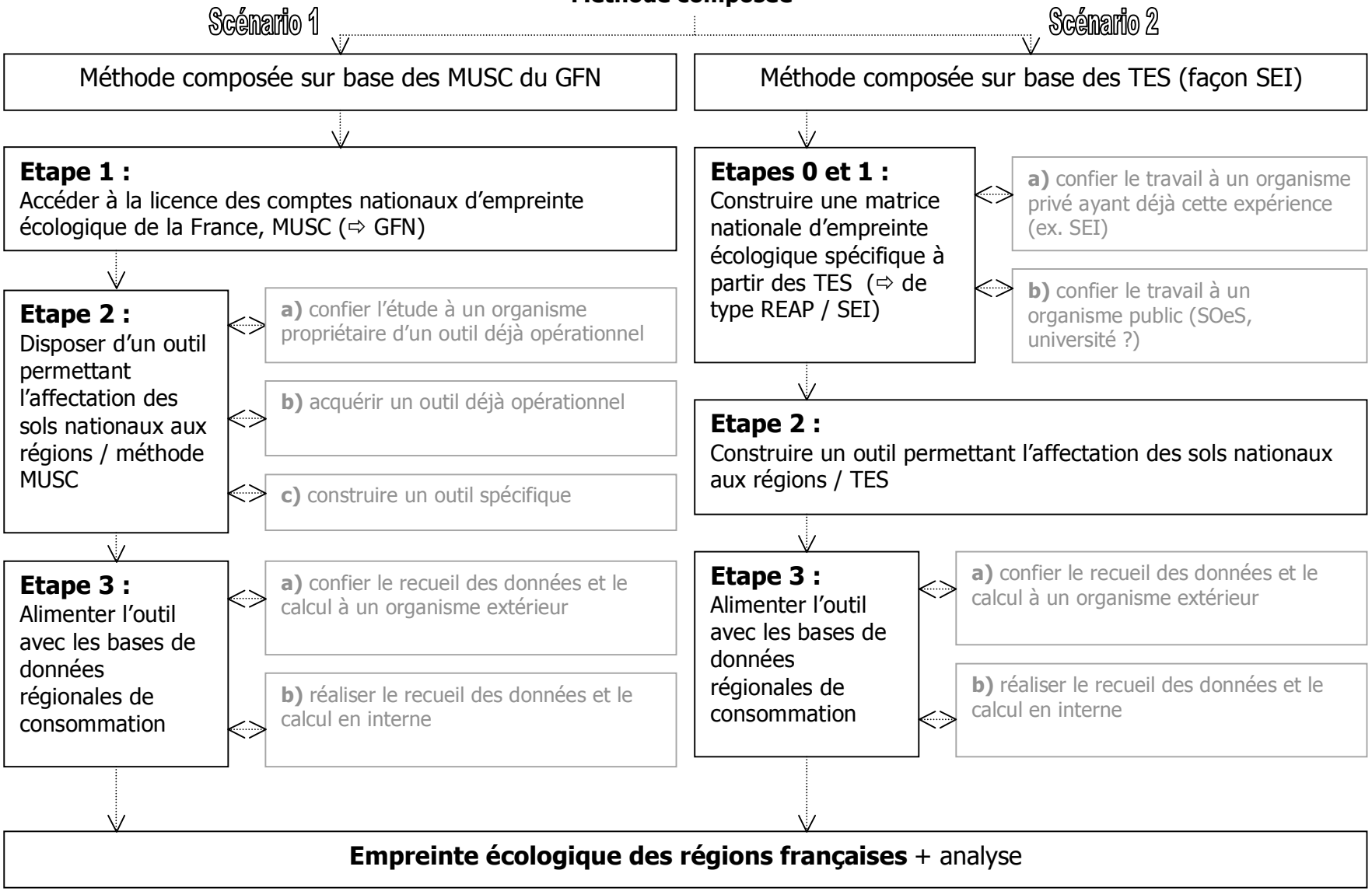
Tableau de synthèse présentant les deux méthodes composées :

Intitulés méthode :	Composée de type MUSC/GFN (Matrice d'Utilisation des Sols pour la Consommation)	Composée de type TES/SEI (Tableaux Entrée-Sortie)
Principal développeur :	Global Footprint Network	Stockholm Environment Institute
Principe général :	Les comptes nationaux d'empreinte écologique sont utilisés comme base (MUSC nationale, dans lesquelles l'empreinte des produits et services est estimée sur base d'Analyses de Cycle de Vie des produits). Pour obtenir une empreinte locale, les résultats de la MUSC nationale sont ventilés au pro-rata de la consommation régionale de chaque catégorie de bien ou service identifiée dans les MUSC.	Les consommations de sols directs de chaque secteur économique sont ventilées au gré des échanges entre secteurs, jusqu'aux catégories de produit final. L'empreinte écologique nationale est obtenue avec cette méthode (et pas avec des ACV). Pour obtenir une empreinte locale, l'empreinte écologique nationale est ensuite ventilée au pro-rata de la consommation régionale finale de chaque type de bien ou service.
Disponibilité des comptes nationaux pour la France :	Disponible directement ⇨Les MUSC nationales sont disponibles pour une année auprès du GFN pour un coût de 5.000 US$	Non disponible directement ⇨Le travail de croisement des données environnementales avec les tableaux entrée sortie doit être réalisé pour la France
Compatibilité avec les modèles internationaux :	Méthode correspondant aux comptes nationaux d'empreinte écologique du GFN	Méthode proche des modèles progressivement développés par Eurostat et le SOeS (pour l'empreinte carbone)
Principaux avantages[36] :	Meilleure distinction des différents types de produits et de leur origine	L'analyse entrée –sortie environnementale permet une meilleure homogénéité, et exhaustivité des ressources utilisées, dans la définition des coefficients techniques de la matrice nationale d'empreinte des consommations. Prend en compte les échanges internationaux de services (centre d'appels, recherche et développement, par exemple)
Principaux inconvénients[37] :	La méthode d'élaboration de la MUSC peut être critiquée par les tenants de la comptabilité nationale traditionnelle car les facteurs de conversion utilisés par le GFN sont basés sur des sources de données hétérogènes, susceptibles de présenter des périmètres d'études variables (par exemple, si des ressources telles que le carton ne sont pas nécessaire dans le produit final, mais son nécessaire à sa mise sur le marché, elles ne seront pas considérées). Ne prend pas en compte les échanges internationaux de services	Les produits sont considérés comme homogènes, mais par regroupements assez larges de produits, ce qui empêche une différenciation par produit.

[36] T. Wiedmann, 2009, op. cit.
[37] T. Wiedmann, 2009, op. cit.

Le graphique de synthèse présenté page suivante résume les principaux scénarios possibles pour réaliser un calcul d'empreinte écologique à l'échelle régionale à partir des deux méthodes composées, avec leurs variantes. Le choix du cheminement à suivre doit à présent être réalisé par les Régions.

Résumé des cheminements pouvant mener au calcul d'une empreinte écologique des régions françaises
Méthode composée



ANNEXE 1

Données mobilisables *a minima* pour le calcul de l'empreinte écologique des régions françaises (bases de données hétérogènes)

DONNEES AMONT	***1) Donnée nécessaire au calcul d'empreinte écologique***	***2) Donnée de base***	***Méthode pour passer de 2) à 1)***	***Sources identifiées***	***Dernière année de disponibilité***	***Rythme de réactualisation***
Population	Nombre de personnes résidant sur le territoire	Nombre de personnes résidant sur le territoire	-	Insee - Enquêtes annuelles de recensement ; RP2007 ; ou ELP pour 2010	2010 2007 2010	EAR annuelles depuis 2004. RP tous les 5 ans. ELP 1990-2010
Ménages	Nombre moyen de personnes par ménage	Nombre de ménages & Population	Population / nombre de ménages	Insee - Enquêtes annuelles de recensement ; RP2007 (base de chiffres clés, fichier familes-situations matrimoniales) OU Chercher par Région (ex. Rhône-Alpes)	2010 2007 - 2008	EAR annuelles depuis 2004. RP tous les 5 ans.

ALIMENTATION	***1) Donnée nécessaire au calcul d'empreinte écologique***	***2) Donnée de base***	***Méthode pour passer de 2) à 1)***	***Sources identifiées***		
Pain et céréales	Consommation annuelle moyenne par individu en kg	Consommations régionale et nationale de ce secteur exprimées en euros & Consommation nationale exprimée en kg.	La consommation régionale (en euros) est exprimée en % de la consommation nationale ; ce % est appliqué à la consommation nationale dont on connaît la valeur en kg. *Note : attention, la conso. peut être exprimée par ménage, auquel cas on ajuste « par personne » en fonction du nombre moyen de personnes par ménage.*	Données nationales en kg : Insee - Tableau de l'économie Française, Edition 2011 Données nationales et « régionales » (ZEAT : 8 zones) en euros : Insee - Dépenses annuelles moyennes par ménage selon la ZEAT	2011 : données de 2009 2006	Dépenses annuelles moyennes par ménage selon la ZEAT : tous les 5 ans
Viandes	Consommation annuelle moyenne par individu en kg	idem	Idem	Idem	Idem	Idem
Poissons et crustacés	Consommation annuelle moyenne par individu en kg	idem	Idem	Idem	Idem	Idem
Laits, fromages et oeufs	Consommation annuelle moyenne par individu en kg	idem	Idem	Idem	Idem	Idem
Fruits et légumes	Consommation annuelle moyenne par individu en kg	idem	Idem	Idem	Idem	Idem
Boissons non alcoolisées	Consommation annuelle moyenne par individu en litres	idem	Idem	Idem	Idem	Idem
Autres produits alimentaires	Consommation annuelle moyenne par individu en kg	idem	Idem	Idem	Idem	Idem
Boissons alcoolisées	Consommation annuelle	idem	Idem	Idem	Idem	Idem

	moyenne par individu en litres					
Tabac	Consommation annuelle moyenne par individu en kg	idem	Idem	Idem	Idem	Idem

LOGEMENT	***1) Donnée nécessaire au calcul d'empreinte écologique***	***2) Donnée de base***	***Méthode pour passer de 2) à 1)***	***Sources identifiées***		
Superficie logement	Surface de logement moyenne par individu en m²	Nombre et surface des résidences principales	Total de la surface des résidences principales / nombre d'habitants *Note : il faut voir ce qui est disponible… il semble que certaines régions ont déjà un ratio surface/hab. ou surface moyenne des logements (à mettre ensuite en relation au taux d'occupation). Sinon on a le nombre de résidences par catégorie de résidences (appartement et maisons) et fourchettes de surfaces… on peut prendre la valeur moyenne des fourchettes (ex. 25 à 50 m2 => 37,5) pour estimer les surfaces…*	Insee - Enquêtes annuelles de recensement ; RP2007 Exemple Rhône-Alpes	2010 2007	EAR annuelles depuis 2004. RP tous les 5 ans.
Electricité	Consommation annuelle moyenne par individu en kWh	Consommation finale du territoire pour le résidentiel et le tertiaire, en ktep.	Détermination de la part du résidentiel seul (dispo à l'échelle nationale au moins ?). Puis transformation des tep en kWh, puis division par le nombre d'habitants du territoire. *Note : pour obtenir la part du résidentiel, il faut connaître la répartition résidentiel // tertiaire… Comment faire à l'échelle régionale ? (ratio national par défaut ?)* *Attention : résidentiel « logement principal »*	DGEMP Observatoire de l'énergie Aussi : SOeS, Eider, base de données régionales SOeS NOTE : les observatoires régionaux peuvent (doivent ?) avoir les données pour le résidentiel seul !	Préférer Eider, séries longues 2009	Annuelle depuis 2004
Fioul	Consommation annuelle moyenne par individu en kWh	Idem	Idem	Idem	Idem	Idem
Gaz	Consommation annuelle moyenne par individu en kWh	Idem	Idem	Idem	Idem	Idem
Charbon	Consommation annuelle moyenne par individu en kWh	Idem	Idem	Idem	Idem	Idem
Energies	Consommation annuelle	Idem	Idem	Idem	Idem	Idem

renouvelables (hydraulique)	moyenne par individu en kWh					

MOBILITÉ	***1) Donnée nécessaire au calcul d'empreinte écologique***	***2) Donnée de base***	***Méthode pour passer de 2) à 1)***	***Sources identifiées***		
Voitures particulières	Distance moyenne par individu parcourue par an en km	Nombre de km parcourus par an avec ce mode (France) & Part de ce mode dans les déplacements (région)	Nombre de km parcourus divisé par le nombre d'habitants (France) ; puis ajustement valeur France par différentiel entre France et région pour les déplacements domicile-travail	Répartition déplacements domicile travail / Région : Insee, RP2007, base de données régionales SOeS Ou Part de la voiture et des TC dans les déplacements : Insee, Inrets, Enquête Nationale Transports et Déplacements (cf CGDD, 2010 : La mobilité des français). Km parcourus (France) : Insee, Inrets, Enquête Nationale Transports et Déplacements Autres possibilités : émissions de GES des véhicules ? conso. de carburant (ligne 07221 du fichier dépenses ménages ZEAT).	2010 2007-2008	Prévu environ tous les 10 ans
Autobus, cars	Distance moyenne par individu parcourue par an en km	Idem	Idem	Idem	Idem	Idem
Transports ferrés	Distance moyenne par individu parcourue par an en km	Idem	Idem	Idem	Idem	Idem
Transports aériens	Distance moyenne par individu parcourue par an en km	Idem	Idem	Idem	Idem	Idem
Bateaux	Distance moyenne par individu parcourue par an en km	Idem	Idem	Idem	Idem	Idem

BIENS D'ÉQUIPEMENT	***1) Donnée nécessaire au calcul d'empreinte écologique***	***2) Donnée de base***	***Méthode pour passer de 2) à 1)***	***Sources identifiées***		
Articles d'habillement et chaussures	Dépense annuelle moyenne par individu en €	Dépense annuelle moyenne par ménage	Dépense annuelle moyenne par ménage / nombre moyen d'habitants par ménage Ligne 03 *Note : les données ne sont pas régionalisées mais réparties en 8 grandes zones pour la France métropolitaine.*	Insee – enquête budget familles 2006 Dépenses annuelles moyennes par ménage selon la ZEAT	2006	Tous les 5 ans

Equipement du logement	Dépense annuelle moyenne par individu en €	Idem	Idem Ligne 05	Idem	2006	Tous les 5 ans
Achat de véhicules	Dépense annuelle moyenne par individu en €	Idem	Idem Lignes 0711 à 0714	Idem	2006	Tous les 5 ans

SERVICES	***1) Donnée nécessaire au calcul d'empreinte écologique***	***2) Donnée de base***	***Méthode pour passer de 2) à 1)***	***Sources identifiées***		
Santé	Dépense annuelle moyenne par individu en €	Dépense annuelle moyenne par ménage	Dépense annuelle moyenne par ménage / nombre moyen d'habitants par ménage Ligne 03 *Note : les données ne sont pas régionalisées mais réparties en 8 grandes zones pour la France métropolitaine.*	Insee – enquête budget familles 2006 Dépenses annuelles moyennes par ménage selon la ZEAT	2006	Tous les 5 ans
Communications	Dépense annuelle moyenne par individu en €	Idem	Idem Ligne 08	Idem	2006	Tous les 5 ans
Loisirs et culture	Dépense annuelle moyenne par individu en €	Idem	Idem Ligne 09	Idem	2006	Tous les 5 ans
Éducation	Dépense annuelle moyenne par individu en €	Idem	Idem Ligne 10	Idem	2006	Tous les 5 ans
Hôtels, cafés et restaurants	Dépense annuelle moyenne par individu en €	Idem	Idem Lignes 111 & 112	Idem	2006	Tous les 5 ans

Autres biens et services	Dépense annuelle moyenne par individu en €	Idem	Idem Ligne 12	Idem	2006	Tous les 5 ans

Incertitudes concernant les surfaces urbanisées, ci-après : elles sont imputées par secteur de consommation, mais comment l'ajustement régional se fait-il exactement ?

SURFACES URBANISEES	***1) Donnée nécessaire au calcul d'empreinte écologique***	***2) Donnée de base***	***Méthode pour passer de 2) à 1)***	***Sources identifiées***
Surfaces urbanisées	Surfaces urbanisées par individu en m^2	Totale des surfaces urbanisées / nombre d'habitants	*Totale des surfaces urbanisées*	SOeS – Occupation du territoire, CORINE Land Cover, 2006. Disponible sur Eider base de données régionales SOeS ou en tableaux régionaux (Teruti-Lucas, 2009)

ANNEXE 2

Dépenses annuelles moyennes par ménage en euros – France métropolitaine et ZEAT (2006) selon la catégorisation COICOP

Source : INSEE, enquête budget familles 2006

	ZONE D'ETUDE ET D'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE (ZEAT)								ENSEMBLE
	REGION PARISIENNE	BASSIN PARISIEN	NORD	EST	OUEST	SUD OUEST	CENTRE EST	MEDITERRANEE	
DEPENSE TOTALE - CHAMP COMPTABILITE NATIONALE	**32448**	**25267**	**26342**	**26773**	**24852**	**27022**	**27236**	**26402**	**27267**
Riz et produits à base de riz	35	22	24	23	25	26	25	26	26
Pain et autres produits de boulangerie et de viennoiserie	519	521	543	537	488	536	510	496	517
Pâtes alimentaires sous toutes leurs formes et plats à base de pâtes	54	44	53	52	35	44	50	61	48
Autres pâtisseries, préparation à base de pâte	171	137	167	134	144	140	154	147	149
Autres céréales et produits à base de céréales	62	48	51	55	51	50	60	53	54
PAIN ET CEREALES	**840**	**773**	**838**	**802**	**743**	**795**	**799**	**783**	**795**
Viande bovine fraîche ou surgelée	312	266	336	247	241	261	250	293	274
Viande porcine fraîche ou surgelée	65	98	80	97	80	74	76	58	78
Viande ovine ou caprine fraîche ou surgelée	67	43	36	27	34	40	46	81	49
Viande de volaille fraîche ou surgelée	153	137	146	121	123	158	114	120	135
Viande séchée salée ou fumée, charcuterie et abats, frais ou surgelé	334	381	411	427	340	336	348	320	357
Conserve viande, produit de transformation des viandes, plat préparé à base de viande	114	111	96	86	94	101	96	88	101
Autres viandes comestibles fraîches ou surgelées (cheval, lapin, gibier)	22	29	34	15	14	24	15	28	22
VIANDES	**1066**	**1065**	**1138**	**1020**	**926**	**996**	**946**	**988**	**1015**
POISSONS ET FRUITS DE MER	**302**	**235**	**225**	**178**	**289**	**238**	**213**	**263**	**250**
Lait frais, condensé, en poudre	83	87	96	84	78	83	83	77	83
Fromages et produits laitiers	469	447	500	487	400	426	513	452	457
Œufs	38	29	32	37	30	30	33	42	34
LAIT FROMAGES ŒUFS	**590**	**563**	**628**	**608**	**508**	**540**	**629**	**571**	**574**
Beurre	33	46	54	31	60	30	37	30	40

Huiles alimentaires	29	26	22	34	21	40	32	40	30
Margarine et autres graisses alimentaires	16	20	40	23	20	15	14	11	18
HUILES ET GRAISSES	**78**	**91**	**116**	**88**	**101**	**84**	**83**	**81**	**89**
Agrumes frais	63	39	39	43	41	39	43	43	45
Bananes fraîches	26	20	19	22	20	23	21	21	22
Autres fruits frais	193	145	126	147	137	166	156	166	157
Fruits séchés	30	20	21	27	20	23	20	25	23
Fruits au sirop et fruits surgelés	6	6	5	12	6	7	6	6	6
FRUITS	**318**	**230**	**210**	**250**	**225**	**256**	**246**	**260**	**254**
Légumes frais	265	179	183	174	182	226	218	275	216
Légumes secs	5	3	2	3	3	3	4	7	4
Légumes surgelés	15	11	10	12	11	13	18	14	13
Légumes et plats à base de légumes, en conserve (sans pommes de terre)	55	50	48	47	50	59	52	60	53
Légumes préparés et plats à base de légumes, frais et surgelés	46	32	31	27	36	27	33	36	34
Pomme de terre, autres tubercules, produits à base de pommes de terre et tubercules	69	61	96	61	48	64	59	61	63
LEGUMES	**456**	**336**	**369**	**324**	**330**	**392**	**383**	**454**	**384**
Sucre	19	22	26	22	21	25	23	21	22
Produits a base de sucre et cacao	248	217	262	235	230	208	237	211	229
SUCRE ET PRODUITS A BASE DE SUCRE OU DE CACAO	**266**	**239**	**289**	**256**	**251**	**233**	**260**	**232**	**251**
AUTRES PRODUITS ALIMENTAIRES	**159**	**123**	**155**	**135**	**126**	**116**	**118**	**124**	**132**
Café, thé, plantes a infusion	99	85	85	95	90	90	92	87	91
Cacao et chocolat en poudre	7	9	7	7	9	9	8	7	8
CAFE, THE, CACAO	**105**	**94**	**92**	**102**	**98**	**98**	**99**	**94**	**98**
Eaux minérales	88	84	114	89	72	59	61	69	78
Boissons gazeuses	47	44	77	52	34	31	39	44	44
Jus de fruits et de légumes	92	76	96	79	74	69	75	69	78
EAUX MINERALES, BOISSONS GAZEUSES ET JUS	**226**	**205**	**287**	**219**	**180**	**159**	**175**	**182**	**200**
AUTRES DEPENSES D'ALIMENTATION	**320**	**143**	**152**	**128**	**152**	**128**	**167**	**110**	**172**
Spiritueux et liqueurs	78	128	110	69	91	71	87	80	90

Vins, apéritifs a base de vin, champagne	293	221	291	281	274	190	211	203	244
Bière et boissons à base de bière	28	46	89	57	37	31	29	41	41
BOISSONS ALCOOLISEES	**400**	**395**	**491**	**407**	**402**	**292**	**328**	**323**	**376**
TOTAL PRODUITS ALIMENTAIRES	**5125**	**4492**	**4990**	**4517**	**4330**	**4329**	**4446**	**4465**	**4590**
Restaurants	616	262	326	404	286	372	434	419	397
Cafés bars et assimilés (buffets, buvettes, salons de thé, restauration rapide…)	388	221	358	281	348	292	288	315	310
Cantines	774	368	378	389	424	454	518	419	485
Autres dépenses de restauration	221	104	82	121	109	109	119	100	128
RESTAURATION	**1998**	**956**	**1144**	**1195**	**1167**	**1227**	**1359**	**1253**	**1320**
TOTAL ALIMENTATION	**7123**	**5448**	**6135**	**5712**	**5497**	**5556**	**5805**	**5719**	**5910**
TABAC	**338**	**376**	**341**	**360**	**276**	**246**	**328**	**358**	**328**
Tissus pour vêtements	21	4	6	15	9	5	6	4	9
Vêtements pour hommes, femmes et enfants	1899	1412	1700	1696	1307	1662	1535	1521	1585
Accessoires du vêtement et mercerie	53	29	31	33	37	36	42	29	37
Nettoyage, réparation et location de vêtements	39	14	13	14	12	17	14	9	18
Chaussures pour hommes, femmes et enfants	435	304	379	324	297	379	363	336	353
Réparation et location de chaussures	7	3	5	4	4	2	5	6	5
Autres dépenses d'habillement	153	92	123	107	105	136	155	136	126
HABILLEMENT ET ARTICLES CHAUSSANTS	**2607**	**1859**	**2257**	**2192**	**1770**	**2237**	**2119**	**2042**	**2132**
Loyers et charges des locataires résidence principale	2898	1700	1955	1800	1405	1710	1793	2106	1958
Loyers et charges des locataires autres résidences	48	74	9	56	68	64	125	27	62
Produits destinés aux travaux courants d'entretien et de réparation du logement (hors gros travaux)	108	173	216	208	170	165	139	162	161
Services d'entretien et petites réparations du logement	13	6	6	7	4	5	4	7	7
Autres services relatifs au logement : ordures, assainissement	0	1	1	1	0	0	1	1	1

Factures d'eau résidence principale, autre logement, dépendance, terrain	170	228	273	201	230	218	204	226	214
Charges collectives relatives au logement	1317	382	315	446	354	289	545	508	570
Facture électricité - gaz non dissociable	529	392	654	450	304	435	424	296	424
Electricité	386	559	402	466	559	554	454	575	498
Gaz	90	171	175	231	194	302	163	165	179
Combustibles liquides	87	343	183	428	359	258	350	195	270
Combustibles solides	20	58	76	80	41	56	45	38	48
Autres dépenses d'habitation	55	16	25	34	30	33	57	40	37
LOGEMENT, EAU, GAZ, ELECTRICITE, COMBUSTIBLES	**5721**	**4102**	**4291**	**4409**	**3720**	**4090**	**4303**	**4344**	**4428**
Meubles et articles d'ameublement	773	715	620	741	748	677	634	618	700
Tapis et autres revêtements de sol (yc. pose et réparation de ces articles)	23	20	34	18	17	11	14	8	17
Articles de ménage en textile	134	147	137	161	147	170	182	152	153
Gros appareils électroménagers	204	198	231	186	199	199	191	227	203
Petit électroménager	25	26	28	53	30	30	24	28	30
Réparation et entretien des appareils électroménagers	7	15	10	7	9	8	11	14	10
Verrerie vaisselle et ustensiles ménagers	95	70	78	82	83	95	82	93	85
Gros outillage de bricolage et de jardinage	30	65	73	85	91	88	80	92	72
Petit outillage et accessoires divers	112	116	76	115	93	121	148	107	113
Articles de ménage non durables	239	234	271	242	224	248	207	254	238
Services domestiques pour le logement	315	180	255	214	213	215	198	171	222
Autres dépenses en équipement	160	112	109	178	148	114	157	167	143
AMEUBLEMENT, EQUIPEMENT MENAGER ET ENTRETIEN COURANT DE LA MAISON	**2117**	**1898**	**1922**	**2081**	**2002**	**1975**	**1929**	**1932**	**1986**
Produits et appareils médicaux	488	357	284	378	329	400	418	509	404
Services médicaux	366	280	292	248	246	246	329	308	294
Dentiste, orthodontie	152	160	102	145	99	100	154	168	138
Services paramédicaux	207	101	51	67	117	77	132	81	114

Services et soins hospitaliers	42	16	19	63	13	28	41	20	29
Autres dépenses de santé	2	1	4	2	3	3	1	3	2
SANTE	**1257**	**915**	**753**	**904**	**808**	**853**	**1075**	**1087**	**981**
Achats d'automobiles	1661	1824	1892	2174	1783	2126	1914	1695	1855
Achats de motocycles	79	79	33	90	57	73	58	71	70
Achats de cycles	27	19	27	26	42	32	34	33	30
Achats d'autres véhicules	0	48	82	25	50	176	70	40	57
Pièces détachées et accessoires	59	128	136	137	97	143	182	150	123
Carburants, électricité, huiles, lubrifiants	765	1054	1005	1020	994	1080	1057	1017	987
Réparations, dépannages, révisions, lavage, entretien et contrôle technique	372	317	252	435	424	460	417	360	381
Autres services liés aux véhicules personnels	145	106	68	103	83	195	157	139	127
Services de transport de voyageurs	935	254	276	300	296	340	353	298	414
Autres dépenses de transport	447	200	164	184	207	213	213	170	241
TRANSPORTS	**4490**	**4029**	**3935**	**4493**	**4033**	**4838**	**4455**	**3975**	**4285**
Services postaux	34	34	28	26	29	38	27	28	31
Achats et réparation téléphones, télécopieurs et accessoires	58	50	49	48	32	55	47	52	49
Services de téléphone, télégraphe et télécopie, internet, recharges tél.	1152	815	822	845	801	929	878	918	909
COMMUNICATIONS	**1243**	**899**	**898**	**919**	**862**	**1023**	**952**	**998**	**989**
Appareils de réception, d'enregistrement et reproduction du son et de l'image	109	125	99	79	87	103	80	106	101
Equipement photo. et cinéma., optique	50	43	37	40	41	53	39	43	44
Micro-ordinateurs, matériels et accessoires informatiques, consommables	142	82	73	105	90	110	106	85	102
Supports vierges ou enregistrés pour l'image et le son	128	84	105	76	89	82	85	89	94
Autres biens durables importants du domaine des loisirs et de la culture yc. réparation	29	18	11	18	123	16	33	122	48
Jeux, jouets, articles de sport et loisirs de plein air	161	123	151	180	149	150	147	126	147
Horticulture	166	231	183	181	226	223	210	165	200

Animaux d'agrément	97	134	166	143	113	181	102	142	130
Services sportifs et récréatifs	351	196	203	205	232	278	311	249	260
Services culturels	526	377	377	404	376	437	448	411	425
Jeux de hasard	54	71	95	74	51	63	69	65	65
Livres	150	80	63	86	87	85	77	81	93
Journaux et périodiques	154	170	148	187	185	201	177	147	171
Imprimés divers	17	18	29	27	17	25	18	14	19
Articles de papeterie et de dessin	66	62	73	48	55	50	53	60	59
Voyages à forfait, week-end, excursions… y.c. voyage scolaire	626	278	328	303	257	246	308	235	337
Autres dépenses de loisir	272	138	101	117	145	127	174	165	165
LOISIRS ET CULTURE	**3097**	**2231**	**2241**	**2272**	**2325**	**2430**	**2436**	**2305**	**2460**
Enseignement maternel et primaire	25	7	31	22	12	13	26	22	18
Enseignement secondaire	75	27	79	29	75	43	87	59	59
Enseignement supérieur	133	35	67	51	113	43	83	38	74
Enseignement ne correspondant à aucun niveau particulier	52	16	11	10	23	24	36	28	27
Autres dépenses d'enseignement	2	10	2	3	18	22	11	9	10
ENSEIGNEMENT	**288**	**95**	**190**	**114**	**240**	**145**	**243**	**157**	**189**
SERVICES D'HEBERGEMENT	**315**	**189**	**169**	**183**	**176**	**167**	**177**	**115**	**195**
Salons de coiffure et esthétique corporelle	307	222	206	233	260	240	282	232	253
Appareils, articles, produits de soins personnels	457	363	405	358	340	362	363	412	385
Articles de bijouterie, de joaillerie et d'horlogerie	98	71	68	61	46	53	58	84	69
Autres effets personnels	91	54	43	56	68	70	65	71	67
Services de protection sociale	294	126	140	84	133	95	136	107	150
Assurances vie, décès	36	37	60	71	34	41	65	39	45
Assurance liées au logement	339	280	303	276	240	286	293	280	288
Assurances liées à la santé	850	847	790	799	813	905	891	796	841
Assurances liées aux transports	581	596	601	615	586	653	646	660	614
Autres assurances	167	155	136	175	175	185	162	121	161
Services financiers	117	98	93	95	111	95	95	104	102
Autres services	471	357	357	291	314	438	340	433	382
Autres dépenses occasionnées par une cérémonie	41	20	10	19	24	39	21	33	27

AUTRES BIENS ET SERVICES	**3852**	**3228**	**3212**	**3133**	**3143**	**3461**	**3415**	**3370**	**3384**
TOTAL NON ALIMENTAIRE	**25325**	**19819**	**20208**	**21061**	**19355**	**21466**	**21431**	**20683**	**21357**
Impôts et taxes du logement	944	636	554	530	694	776	743	794	732
Impôts sur le revenu	3070	1199	855	1105	1235	1108	1350	1181	1512
Taxes automobile	36	15	311	9	9	13	15	19	37
Autres impôts et taxes	42	8	5	75	4	16	147	44	41
Gros travaux dans le logement	1578	1446	1143	1623	1706	1129	2031	1407	1530
Remboursements de prêts du logement	2795	1710	1818	1819	2165	1475	2040	1751	2001
Autres remboursements de prêts	1005	1029	1091	1194	1070	947	966	880	1015
Aides et cadeaux en argent offerts par le ménage	1989	1381	1296	1071	1327	1793	1671	1302	1523
Prélèvements par l'employeur	502	346	398	392	438	348	458	333	406
HORS CHAMP DE LA CONSOMMATION FINALE (hors épargne et argent donné au sein du ménage)	**11963**	**7770**	**7470**	**7818**	**8647**	**7605**	**9421**	**7712**	**8798**