

L'emprise énergétique, une façon nouvelle de regarder la consommation d'énergie.

Prabodh POUROUCHOTTAMIN EDF R&D

Table des matières

1. Introduction	4
2. L'emprise énergétique	5
2.1. Pourquoi ?.....	5
2.2. Comment ?.....	6
2.3. Définition	8
3. Bases méthodologiques	9
3.1. Évaluations des impacts environnementaux à partir des tableaux "entrées-sorties"	9
3.1.a. L'équation de LÉONTIEF pour une région.....	10
3.1.b. Pour R régions (approche multirégionale)	10
3.2. Application à l'énergie	11
3.2.a. L'énergie grise par secteurs	11
3.2.b. Énergie grise par "usage"	11
3.2.c. Emprises énergétiques par "usage".....	12
3.2.d. L'emprise énergétique des consommations dans chaque région.....	12
3.3. Simplification des flux d'échanges bilatéraux:.....	12
4. Hypothèses de travail	13
4.1. Bases de données retenues : GTAP et INSEE.....	13
4.2. Qualification des données énergétiques de GTAP	13
4.3. Représentation mondiale.....	14
4.3.a. Découpage régional: 11+1 régions.....	14
5. Perspective mondiale : premiers résultats	15
5.1. Structure de l'emprise mondiale	15
5.1.a. Structure de l'emprise au niveau des régions	15
5.1.b. Comparaison de l'emprise au bilan classique AIE	16
5.1.c. Évaluation des biais de la méthodologie utilisée.....	17
5.2. Analyse des emprises par habitant.....	18
Emprise par habitant	18
6. Application aux usages en France.....	19
6.1. Aller au delà des grandes moyennes.....	19
6.2. Introduire de l'hétérogénéité dans la comptabilité nationale	19
6.2.a. Identifier la consommation des ménages	19
6.2.b. Groupes de population	20
6.2.c. Consommation nationale.....	20
6.2.d. Année et périmètre géographique de travail.....	20
6.3. Reconstitution des usages,	21
6.3.a. La "COICOP"	21
6.3.b. Passage des données INSEE en COICOP	21
6.3.c. Passage du format GTAP 57 au NES 118 de l'INSEE.....	22

6.4.	Élaboration des "énergies grises" par COICOP	23
6.5.	Traitement de l'énergie d'usage	23
6.6.	Prise en compte des importations	23
6.7.	La démarche en dix points	24
7.	Emprise par usage français : premiers résultats	25
7.1.	Bilan énergétique national	25
7.2.	Emprises moyennes par usage	25
7.3.	Emprises énergétique par quintile de revenu.....	25
7.4.	Emprises énergétiques par quintile et usage	26
8.	Suites, approfondissements, améliorations,	27
8.1.	Globalement sur la méthode	27
8.2.	Au niveau des données d'entrée énergétiques.....	27
8.3.	Au niveau de la finesse/granularité de la description	27
8.3.a.	consolider la notion d'usage	27
8.3.b.	Quels groupes de population.....	28
8.4.	Pour la prospective.....	28
8.4.a.	Analyse rétrospective.....	28
8.4.b.	Construction de scénario.....	28
9.	Conclusions.....	29
10.	Bibliographie	31
11.	Annexes.....	34
11.1.	Annexe 1 Qualification des données énergétiques GTAP	34
11.2.	Annexe 2	37
11.3.	Annexe 3 : Nomenclature fonctionnelle COICOP désagrégée	38
	Analyse par fonction: Définition.....	38
11.4.	Annexe 4 : correspondance secteurs NES 118 – GTAP 56	41
11.5.	Annexe 5 : Découpage régional.....	44

1. Introduction

Le groupe Prospective Énergétique et Appui Stratégique de la R&D d'EDF réfléchit depuis quelques temps à l'élaboration d'une nouvelle représentation de la demande énergétique. En effet, la segmentation actuelle des bilans énergétiques, entre les secteurs productifs et consommateurs, ne permet pas de mesurer toute l'énergie réellement nécessaire à la satisfaction de nos besoins.

Pour cela il faut élaborer une "emprise énergétique" qui serait la somme de l'énergie utilisée directement par le consommateur (l'énergie d'usage) et de toute celle nécessaire en amont pour la satisfaction du besoin (l'énergie "grise") ; soit pour un déplacement en voiture, l'énergie brûlée dans le moteur pour la faire rouler plus celle qui a permis sa fabrication.

Cette nouvelle représentation bouleverse quelque peu la vision classique des consommations d'énergie. En effet, l'énergie d'usage représente moins du quart de la consommation énergétique totale au niveau mondial ; une part qui varie beaucoup selon le niveau de richesse des consommateurs.

De plus, elle permet d'évaluer les besoins énergétiques au delà du strict périmètre du pays consommateur, ce qui, dans le contexte actuel de globalisation économique est très instructif.

Ce besoin d'une nouvelle représentation est largement reconnu aujourd'hui au niveau des gaz à effet de serre (GES) mais encore peu sur le plan énergétique. Pour cette raison, notre équipe s'est attelée à l'adaptation à l'énergie de méthodologies déjà utilisées pour les études des enjeux climatiques.

Le chantier ouvert est très vaste et nous n'en sommes qu'aux débuts.

Nous avons d'abord réalisé un exercice mondial sur quelques grandes sous-régions pour valider la bonne prise en compte des flux internationaux et l'intérêt de l'éclairage apporté aux enjeux internationaux.

Puis nous avons effectué un travail plus précis sur la consommation de différents groupes de population en France, pour explorer les potentiels de cette nouvelle approche.

Nous présentons ici un premier exercice de reconstruction équilibré, autant que possible, qui met bien en lumière la nécessité, pour notre équipe, de nous appuyer sur l'expertise de la communauté des chercheurs "économistes et/ou statisticiens" pour consolider et valider l'approche.

Sont développées ici, les premières pistes de réflexion, même si elles restent à approfondir et à ce stade peu de qualifications techniques ou quantifications économiques précises ont été effectuées. Elles suffisent, néanmoins, à montrer qu'il existe un intérêt, pour un énergéticien, à développer ce type d'activités et à les partager plus largement.

L'objet de cette note, au delà de ces premiers résultats, est de bien mettre en évidence les difficultés auxquelles se heurte un utilisateur de données statistiques non affranchi surtout lorsqu'il veut les utiliser en dehors de leur cadre habituel. Or dans le contexte actuel où les interactions entre secteurs et pays se renforcent, cette capacité à savoir sortir de son champ d'expertise pour pouvoir réaliser les analyses transverses devient indispensable pour envisager la résolution des grands problèmes auxquels nous sommes confrontés. Cet apprentissage nous semble essentiel pour bien nous préparer à l'avenir.

Le champ d'investigation étant très vaste, équilibrer profondeur et largeur d'analyse a été très difficile dans cette note, aux dépens parfois de la concision du propos. L'auteur s'en excuse, mais il n'a pas su mieux faire.

2. L'emprise énergétique

2.1. Pourquoi ?

L'intérêt de notre équipe pour l'élaboration d'une nouvelle représentation de la demande énergétique est le résultat de l'analyse des évolutions les plus plausibles des paysages énergétiques qui montrent que les questions d'épuisement des énergies fossiles, de sécurité d'approvisionnement et de réchauffement planétaire sont aujourd'hui aussi incontournables que non résolues.

Le temps de l'accès facile à l'énergie, qui a été l'un des principaux moteurs du développement économique depuis un siècle, est en train de passer. Cette transition sera un facteur majeur de tension dans le monde à un moment où l'aspiration des pays émergents et en développement à accéder au niveau de vie des pays riches grandit légitimement. L'enjeu énergétique est de plus en plus global.

Depuis que le développement soutenable a été reconnu comme un enjeu politique majeur, il y a une bonne trentaine d'années, nombre de politiques, régulations et normes, ont été développées qui ont contribué à réduire unitairement les nuisances environnementales, sans suffire pour approcher vraiment la "soutenabilité". Toutes s'appliquaient aux systèmes productifs, tant parce que les mises en œuvre étaient plus simples que parce qu'il n'était pas politiquement correct de "toucher aux comportements".

L'insuffisance de ces mesures pour atteindre la "soutenabilité" localement ou globalement, que ce soit à cause des "effets rebonds" ou des délocalisations, conduit de plus en plus, les décideurs, politiques ou d'entreprise, à s'interroger sur la prise en compte des choix et actes des individus dans l'élaboration de leurs politiques. La demande des scénarios de sobriété énergétique qui, au delà de l'amélioration des procédés de production prennent en compte les consommations finales¹ réelles, se fait grandissante.

L'énergie étant nécessaire tout le long des chaînes de production, pour choisir les actions ou politiques publiques de maîtrise de la consommation les plus efficaces, il faut pouvoir rattacher aux consommations finales toute l'énergie qu'elles mobilisent, ce que ne permet pas l'actuelle représentation.

Ainsi, dans un contexte où les échanges commerciaux sont de plus en plus mondialisés, une partie croissante de toute l'énergie qui permet la consommation finale dans un pays n'apparaît pas dans son bilan énergétique national. Une décision prise à l'échelle nationale peut avoir des conséquences inattendues, voire opposées, au niveau mondial, au travers d'une externalisation induite des problèmes ; une baisse apparente de l'intensité énergétique² du système productif français peut traduire autant une augmentation de l'efficacité des procédés qu'une délocalisation à l'étranger des outils de production.

Une telle perspective systémique manque singulièrement à un moment où la gestion raisonnée des ressources énergétiques est de plus en plus à l'ordre du jour, particulièrement pour l'Europe qui est l'une des régions les moins pourvues³ en énergie. Elle est incontournable pour envisager réellement des politiques de consommation "soutenable" car elle permettrait d'analyser l'impact sur les besoins énergétiques de toute modification de la structure des consommations.

En tant qu'énergéticien, il était naturel qu'EDF s'intéresse à la façon dont les consommations d'énergie se répartissent dans le circuit économique et aux contenus en énergie des consommations finales. La

¹ Dans cet exercice, la consommation finale correspondra aux "emplois finaux" de la Comptabilité Nationale; c'est à dire essentiellement la dépense monétaire des ménages et administrations, les exportations. Y sont inclus aussi normalement la formation brute de capital ainsi que d'autres agrégats. Le consommateur final regroupera les ménages et les administrations dans l'analyse mondiale, et juste les ménages dans l'analyse française.

² L'intensité énergétique d'une activité ou d'une zone géographique est la quantité d'énergie nécessaire à la création d'une unité de richesse à l'échelle d'une année et sur un périmètre défini. Sous un même nom peuvent se cacher bien des définitions : intensité primaire ou finale, par rapport au PIB (produit intérieur brut) en taux de change du marché ou en parité de pouvoir d'achat, par rapport à la valeur ajoutée...

³ voir [roadmap to a resource-efficient Europe](#) et [Communication on a resource-efficient Europe](#)

compréhension de ces flux d'énergie directs et indirects enrichit le développement d'outils d'analyse et de prévision de consommation pour EDF.

Cela est encore plus important dans le contexte économique et environnemental actuel, où il est nécessaire de prendre en compte à la fois des interdépendances entre secteurs industriels mais également entre nations. Ainsi un changement technologique ou géographique dans un secteur particulier influe non seulement sur son périmètre mais aussi sur tous les secteurs et consommateurs en amont ou en aval. Inversement, un changement des comportements dans la population peut modifier la production et la consommation énergétique de l'économie nationale et internationale.

Remettre ainsi le consommateur final au centre de l'analyse permet de mieux rendre compte du fait que toute offre ne vise qu'à satisfaire une demande de consommation. Cela permet également de rendre compte de toute l'énergie dont un ménage a réellement besoin sur chaque poste de consommation.

LEXIQUE

Consommateur final: au sens de la comptabilité nationale les ménages, administrations publiques et formation de capital fixe.

Consommation finale: valeur monétaire des biens et services "achetés" par les consommateurs finaux; peut intégrer les exports dans certains cas.

Usage: regroupement, élaboré dans le cadre de cette étude, de biens ou services qui contribuent à la satisfaction d'un besoin du consommateur final. Les "usages", ainsi définis, s'apparentent, sans pour autant s'y identifier systématiquement, à la "classification des fonctions de consommation des ménages" ([COICOP](#)) (voir Annexe 3 : Nomenclature fonctionnelle COICOP désagrégée). La constitution de ces usages sera affinée au fur et à mesure des travaux.

Emprise énergétique d'un usage: total des énergies nécessaires à la réalisation/satisfaction d'un usage qui permet de lier les consommations finales à l'ensemble du besoin énergétique qu'elles créent; aussi appelée bilan énergétique intégré

Énergie grise: énergie nécessaire pour permettre la mise à disposition du bien ou de l'offre de service au consommateur final, en amont de l'usage: l'énergie nécessaire à la fabrication et l'acheminement à la maison des équipements et aliments, à la construction de la maison, etc.... Appelée aussi contenu énergétique. L'énergie grise de l'énergie finale correspond à la part d'énergie dépensée en amont pour élaborer

Cette démarche s'inscrit dans le mouvement actuel de développement de nouveaux indicateurs rappelé par exemple par la Commission "Stiglitz – Sen - Fitoussi" (STIGLITZ, SEN, & FITOUSSI, 2009) qui recommande le choix d'indicateurs pouvant être interprétés comme des variations de stocks pour mesurer les "prélèvements globaux sur la nature".

Aujourd'hui la question n'est plus sur l'intérêt de ce type de bilan, mais sur sa faisabilité à partir des données accessibles, de façon suffisamment claire et transparente pour qu'il puisse être largement partagé. C'est tout l'objet de la réflexion engagée.

2.2. Comment ?

Pour élaborer cette représentation de la demande énergétique mondiale rattachée aux consommations finales, il faut sortir des limites de la comptabilité sectorielle classique qui n'est que le reflet de l'énergie consommée sur un territoire et non de celle correspondant aux consommations effectives du territoire. Comme la prise en compte des imports et exports est requise, la seule manière d'en valider la qualité est de la réaliser à l'échelle mondiale.

Pour faire un bilan intégré, on pense en général d'abord aux analyses de cycles de vie (ACV). C'est effectivement la méthode qui permet une reconstruction élémentaire la plus précise et rigoureuse.

Malheureusement, elle requiert une connaissance précise de toutes les étapes (fabrication et mise à disposition) pour chaque produit à chaque instant, et il est bien difficile de trouver, qualifier, utiliser et maintenir une base de données qui couvrirait l'ensemble des consommations mondiales.

De plus, cette méthode est adaptée à l'analyse des procédés "standards" mais moins aux calculs des consommations réelles avec prise en compte de toutes les déviations de la norme (erreurs de production, surconsommations pour mauvais fonctionnement, diversité des produits, aléas conjoncturels, ...) qui surviennent toujours dans la réalité à l'échelle globale.

Les méthodes ACV sont par exemple utiles pour comparer le contenu énergétique d'un produit particulier par rapport à un autre, mais moins pertinentes pour des analyses macro-économiques, multirégionales, qui incluent les flux d'imports et exports, ou multisectorielles à l'échelle mondiale.

L'approche dite de LÉONTIEF (Modèle Entrées-Sorties : MES) nous a semblé plus adaptée. Elle s'appuie sur une représentation des interrelations économiques dérivées de la comptabilité nationale. Le MES décrit les échanges sectoriels et internationaux sous forme matricielle. Il permet ainsi, à l'aide d'une algèbre élémentaire, de déterminer toutes les consommations physiques ou pollutions attribuables, directement ou indirectement, à un besoin économique donné. Des bilans intégrés globaux peuvent ainsi être construits non pas de manière élémentaire, mais au niveau "macroscopique". Ces modèles utilisent les tableaux entrées-sorties (TES) classiques de la comptabilité nationale (CN), pour allouer aux consommations finales des contenus physiques ou environnementaux au travers des flux monétaires induits; l'économie informelle n'est donc bien évidemment pas prise en compte. Cette approche se prête bien à des analyses globales puisqu'il existe des bases de TES bien renseignées à l'échelle mondiale et couramment utilisées pour les études économiques. Cette approche permet en outre une vérification par comparaison avec les bilans classiques annuels, ce qui n'est pas le cas d'une méthode de type ACV qui peut intégrer des consommations sur plusieurs années.

Ces dernières années, un certain nombre de modèles multirégionaux de couverture mondiale, utilisant les tableaux d'entrées-sortie et l'équation de LÉONTIEF, ont été réalisés pour étudier l'impact environnemental des consommations des ménages et du commerce international par de nombreux auteurs: en France par Jean-Louis Pasquier et à l'international par Glen P. Peters, Edgar Hertwich, Tim Jackson, Christopher L. Weber, Thomas Wiedmann, Davis & Caldeira, S. Nakano et al, etc.

Cette approche a été largement appliquée avec succès pour estimer des "empreintes GES", mais beaucoup plus rarement, à notre connaissance, à l'énergie. Pourtant, non seulement l'énergie est un passage obligé pour élaborer les bilans/contenus en CO₂, mais en plus, si on veut pouvoir utiliser cette représentation en prospective, il faut être au niveau de l'énergie pour pouvoir modéliser l'effet de choix d'évolution des "mix-énergétiques".

Il nous a semblé, dès lors, utile d'explorer cette voie afin d'appréhender plus précisément les enjeux de politiques énergétique et climatique associés au rôle des échanges internationaux ainsi que les éventuelles révisions à apporter à notre vision traditionnelle. Pour cette raison, notre équipe s'est attelée à l'adaptation à l'énergie des méthodologies utilisées dans les études citées précédemment.

Une première analyse a été faite en 2008 avec Mme. Cristina de la FUENTE (POUROUCHOTTAMIN & De la FUENTE, 2009) puis une seconde en 2011 avec Mme. Marion LABATUT (POUROUCHOTTAMIN & M LABATUT, 2011). Ces deux stagiaires ont posé les premières bases de la réflexion développée aujourd'hui, qu'elles en soient ici remerciées.

Le principe méthodologique de la modélisation, développé dans le chapitre suivant, est relativement simple. Le passage au calcul réel est plus délicat; comme souvent, notre vraie difficulté a été le travail d'adéquation de la modélisation aux données accessibles, et vice-versa, au travers des incontournables simplifications méthodologiques et approximations.

Les écarts de périmètres et de segmentations entre les deux systèmes de données, économiques et énergétiques, construits dans des cadres d'analyses statistiques différents ainsi que les implications des choix de représentations faits dans la comptabilité nationale ont rendu l'exercice très périlleux. L'exercice d'hybridation des données économiques classiques avec les différents bilans énergétiques disponibles a imposé des compromis, sources d'imprécisions, mais était la seule voie pour faire les premiers pas et se convaincre de l'intérêt d'aller plus en avant, proprement.

Une thèse, sur l'étude de l'impact des prix de l'énergie et de la régulation environnementale sur la compétitivité de l'industrie manufacturière et réalisée par Mathieu BORDIGONI, en cours à EDF R&D en collaboration avec le CERNA (Centre d'Economie Industrielle et de Finance, MINES ParisTech) sera

finalisée à l'été 2012. Son ambition est d'identifier et de délimiter l'influence globale des prix de l'énergie sur la compétitivité de l'industrie en intégrant les flux énergétiques internationaux induits.

2.3. Définition

L'emprise énergétique est la réallocation des énergies produites à un instant en fonction de leur "utilité". Elle n'a pas l'ambition d'être une mesure exacte, au même titre qu'une ACV, mais plutôt un indicateur qui donne une représentation de l'ensemble de la demande énergétique d'un système économique à un instant, ramené aux consommations finales qui en sont la cause. Nous avons choisi ce terme car celui "d'empreinte", qui peut dépendre de consommations passées nous semblait trompeur.

Elle se compose de la consommation énergétique finale directe, que nous appellerons énergie d'usage, et des consommations (intermédiaires et finales) énergétiques des systèmes productifs nécessaires à la mise à disposition des biens et services aux consommateurs finaux, qui constitueront l'énergie grise.

$$\text{emprise} = \text{énergie grise}^{(*)} + \text{énergie d'usage}^{(**)}$$

*ensemble de l'énergie mobilisée de manière directe et indirecte pour fournir un produit ou service

** Énergie consommée lors de l'usage final

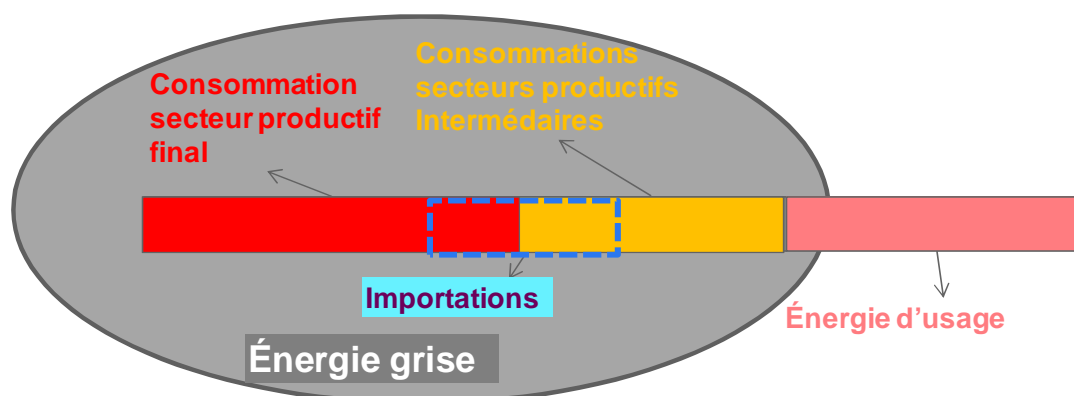


Figure 1 définition de l'emprise énergétique

De nombreuses études qui adoptent cette nouvelle approche se limitent encore à la seule part domestique de l'énergie grise. Cela revient à ne pas prendre en compte l'énergie consommée à l'étranger pour satisfaire des besoins sur le sol national ou compter celle consommée sur le territoire pour des produits exportés ce qui est insatisfaisant dans le cadre d'un accroissement des échanges internationaux. Des approches plus élaborées permettent de prendre en compte les imports et exports. Deux options sont alors possibles : soit en leur attribuant un contenu égal au contenu domestique pour calculer les consommations évitées, soit en leur attribuant les contenus réels pour avoir les consommations réelles. L'approche développée à EDF R&D que nous présentons ici correspond à la seconde option.

3. Bases méthodologiques

3.1. Évaluations des impacts environnementaux à partir des tableaux "entrées-sorties"

La prise en compte de l'impact des activités économiques sur l'environnement et des effets des politiques environnementales sur l'économie est devenue une priorité dans de nombreux pays.

La connaissance des prélèvements et des rejets dans le milieu naturel doit ainsi être complétée par une comptabilisation physique quantitative, et parfois qualitative, des ressources naturelles. Des tableaux entrées-sorties physiques sont donc construits et peuvent être mis en relation avec le Tableau entrées-sorties monétaire de la Comptabilité Nationale (CN). En France, la contribution comptable des actions de protection de l'environnement à l'économie nationale est mesurée dans le cadre d'un *compte satellite de la dépense de protection de l'environnement*.

Relier ainsi les données physiques et monétaires est l'objectif du System of Integrated Environmental and Economic Accounting (SEEA) développé par les Nations Unies dans un souci d'homogénéisation des nomenclatures.

Dans le cadre du SEEA, de nombreux comptes sont donc construits. Par exemple, les comptes des matières résiduelles solides représentent leurs mouvements entre les secteurs d'activités économiques et l'environnement. Autre exemple, les comptes de flux de matières (Material Flow Analysis) dressent un portrait global des intrants et des extrants physiques qui relie une économie nationale à son environnement. Il s'agit là d'une approche nouvelle. L'accès à des données précises et détaillées sur ces sujets est donc encore rare, car les bases homogènes à l'échelle mondiale commencent juste à être construites.

Dans cet esprit, l'élaboration des bases de données NAMEAs (National Accounting Matrix including Environmental Accounts) (Ifen, 2006) est en cours dans plusieurs pays, en particulier au sein de l'Union Européenne. Créé à la fin des années 1990 par Statistics Netherlands, NAMEA est un système statistique hybride, monétaire et physique, combinant la comptabilité nationale et les comptes environnementaux. L'information monétaire provenant des comptes nationaux est associée à des tableaux ressources-emplois physiques (PSUT). Les comptes physiques sont combinés aux comptes monétaires en une seule matrice, généralement représentée sous la forme d'un tableau entrées-sorties. Les premières NAMEAs concernent les émissions de CO₂, mais d'autres sont en cours de construction pour l'eau, l'énergie et d'autres ressources naturelles et matières premières. Les NAMEAs, dont l'élaboration s'avère très complexe, sont réalisées au niveau national ; il n'existe pas encore de bouclage régional ou mondial des NAMEAs, même si des travaux sont en cours dans ce domaine.

Au Ministère de l'environnement, le service de l'observation et des statistiques (SOeS), s'intéresse à la construction de telles bases de données pour la France. Il s'agira dans un premier temps d'une NAMEA-GES, puis d'une NAMEA-énergie et une NAMEA-eau. M. Jean-Louis Pasquier, co-auteur de l'étude « Les émissions de CO₂ du circuit économique » français (PASQUIER, LENGART, & LESIEUR, 2009), est le responsable de ces projets.

Le projet EXIOPOL⁴ piloté par EUROSTAT et financé par la Commission Européenne vise à compiler les TES au niveau mondial et à les coupler avec des comptes physiques et environnementaux, ce qui revient à construire et à coupler les bases NAMEAs des pays. Avec 38 centres de recherche et universités partenaires, l'objectif d'EXIOPOL est très ambitieux. Il vise à permettre un calcul précis des externalités occasionnées par les activités économiques au niveau mondial et, en bout de chaîne, induites par les consommations finales.

Pour le moment, à notre connaissance, il n'existe pas de bases NAMEAs pour l'énergie. Nous avons donc essayé d'élaborer un outil pour reconstituer un bilan énergétique mondial intégré aux consommations finales.

La description méthodologique faite ici est très succincte car ce n'est clairement pas l'objet de cette note. D'ailleurs en toute honnêteté, nous n'avons rien apporté de nouveau sur ce point par rapport à tout

⁴ Projet EXOPIOL : <http://www.feem-project.net/exiopol/>

ce qui existe dans la littérature et renvoyons les lecteurs intéressés aux diverses études en Bibliographie des auteurs signalés dans le § 2.2, qui sont très bien documentées.

3.1.a. L'équation de LÉONTIEF pour une région

L'équation de LÉONTIEF permet de formaliser, à partir de la connaissance des flux monétaires, les relations et équilibres entre production et consommation au sein des économies.

La relation entre secteurs de l'économie dans une région en effet peut être énoncée ainsi :

Pour i secteurs producteurs des biens et services d'une économie ($i=1, \dots, n$), avec une production (ou ressource) x_i par secteur i qui satisfait une demande (consommation ou emploi) finale y_i en produits du secteur i et des demandes intermédiaire (x_{ij}) des autres secteurs j ($j=1, \dots, n$) en produits du secteur i , on peut écrire :

	Emplois = CI + Y	=	Ressources/Productions	
Côté emplois il faut rajouter la FBCF, les variations de stocks (VS) et les exports	$ \begin{aligned} &X_{11} + X_{12} + X_{13} + \dots + X_{1n} + y_1 \\ &X_{21} + X_{22} + X_{23} + \dots + X_{2n} + y_2 \\ &\dots \\ &X_{n1} + X_{n2} + X_{n3} + \dots + X_{nn} + y_n \end{aligned} $	=	$ \begin{aligned} &X_1 \\ &X_2 \\ &\dots \\ &X_n \end{aligned} $	Côté ressources (dom+imports) il faut rajouter les marges, commerciales et de transport, les impôts (-subventions)

et avec :

$X = (x_i)$ le vecteur production de la région r avec, x_i = production du secteur i dans la région r .

$Y = (y_i)$ le vecteur consommation finale de la région par secteurs i ; y_i = demande finale de produits du secteur i qui comprend la consommation finale domestique (yc. les imports) des ménages et des administrations publiques, avec les variations des stocks et la formation brute de capital fixe.

$A = [a_{ij}]$ la matrice ($n \times n$) des coefficients techniques des entrées intermédiaires; $a_{ij} = x_{ij} / x_j = x_{ij} / (\sum_i x_{ij} + y_j)$ quantité de produits du secteur i utilisés par le secteur j pour une unité de sa production.

On obtient

$$X = A X + Y \quad \rightarrow \quad X = (I - A)^{-1} Y \quad (\text{Équation de Leontief})$$

L'équation peut se généraliser pour une demande "arbitraire" (production induite dans chaque secteur par la hausse de la consommation d'un produit donné), ainsi : $\Delta X = (I - A)^{-1} \Delta Y$

3.1.b. Pour R régions (approche multirégionale)

Pour le monde divisé en R régions, pour chaque région r ($r = 1, \dots, R$), l'équation devient pour chaque région r , avec les notations suivantes:

$X_r = (x^r_i)$	production domestique de la région r , par secteur i , avec x^r_i = production du secteur i de la région r .
$Y_{rr} = (y^r_i)$	demande finale domestique de la région r , par secteur i , avec y^r_i = demande finale de produits du secteur i , de la région r .
$Y_{zr} = (y^{zr}_i)$	Flux de produits, venant de la région z et consommés dans la région r
$A_{rr} = [a^{rr}_{ij}]$	matrice intermédiaire domestique de la région r , avec a^{rr}_{ij} = quantité de produits domestiques i (du secteur i) utilisés par le secteur j dans la région r pour sa production par unité de production du secteur j ; i et j variant de 1 à n .
$A_{zr} = [a^{zr}_{ij}]$	matrice intermédiaire, avec a^{zr}_{ij} = quantité de produits du secteur i de la région z utilisés par le secteur j de la région r pour sa production par unité de production.

On peut représenter l'ensemble des productions nécessaires, dans le monde, pour la demande "arbitraire" de la seule région r, avec R équations, avec m (m = 1, ..., R), avec :

Pour la région r ;

$$X_r = A_{rr} X_r + Y_{rr} + \sum_{z \neq r}^R (A_{rz} X_z + Y_{rz})$$

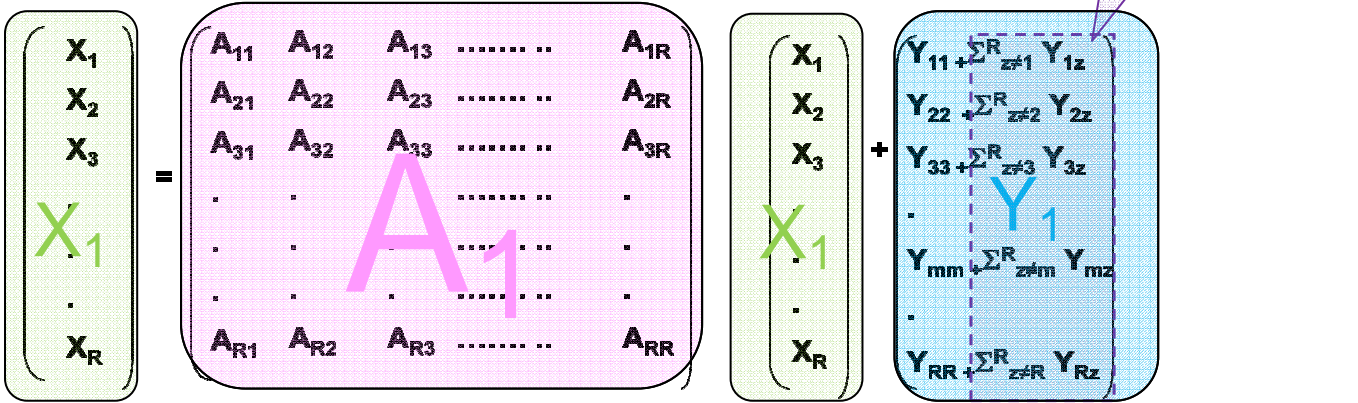
Pour les régions m ≠ r ;

$$X_m = A_{mm} X_m + Y_{mm} + \sum_{z \neq m}^R (A_{mz} X_z + Y_{mz})$$

Avec $Y_{mm} = 0$ pour $m \neq r$, l'équation se généralise comme suit:

$$X_m = A_{mm} X_m + Y_{mm} + \sum_{z \neq m}^R (A_{mz} X_z + Y_{mz})$$

L'ensemble des équations sous forme matricielle devient pour le cas r=1 :



Finalement, plus généralement pour une région r, on obtient une "méta-équation" de Leontief :

$$(X_r) = [A_r] (X_r) + (Y_r) \Rightarrow (X_r) = (I - [A_r])^{-1} (Y_r)$$

En additionnant les "méta-équations" relatives aux besoins induits par les consommations de toutes les régions on obtient les besoins pour l'ensemble de la consommation du monde.

L'écriture algébrique de l'équation matricielle décomposée permet de passer par une formulation qui identifie les différents secteurs productifs qui contribuent à la fabrication des produits (X_r) ; soit pour chaque région:

$$(X_r) = {}^t(1) * [I - A_r]^{-1} * [\text{diag}(Y_r)] ;$$

avec $[\text{diag}(Y_r)] = [y'_{ii}]$ la matrice diagonalisée de (Y_r) avec $y_{ii} = y_i$ et (1) le vecteur unité

3.2. Application à l'énergie

Il est alors possible d'affecter à chaque produit final, l'énergie qui aura été nécessaire à chaque étape de son élaboration, par secteur i et région r, en multipliant la valeur monétaire de chaque étape par la consommation énergétique unitaire de la production de l'étape en question

3.2.a. L'énergie grise par secteurs

On peut alors calculer l'énergie grise, contenu énergétique, de la production finale de chaque secteur :

$$(E^{Cr}) = (e^{Cr}_i) = {}^t(e^r_i) * [I - A_r]^{-1} * [\text{diag}(Y_r)] ;$$

avec (e^r_i) vecteur colonne : $e^r_i = \frac{\text{consommation d'énergie du secteur } i \text{ dans la région } r}{\text{valeur monétaire de toute sa production du secteur } i \text{ dans la région } r}$

3.2.b. Énergie grise par "usage"

Une fois ce contenu énergétique, ou énergie grise, par secteurs calculé, il est possible d'établir un contenu par usage U à condition de savoir comment agréger les secteurs impliqués, soit :

$$\text{par usage } U : E^{CU}_r = \sum_{j=u_0}^{u_f} e^{Cr}_j ;$$

Avec $\{u_0 ; u_f\}$ = les produits nécessaires à la satisfaction de l'usage U.

3.2.c. Emprises énergétiques par "usage"

Il est possible, ensuite, d'ajouter à l'énergie grise (E^{CUr}) de l'usage U, l'énergie consommée au moment de la satisfaction de l'usage U (énergie d'usage) dans la région r (E^{DUr}), pour avoir l'emprise énergétique d'un usage U dans la région r (E^{Ur}), soit :

$$\text{par usage U: } E^{Ur} = \sum_{j=U_0}^{U_f} e_j^r + E^{DUr}$$

Avec $\{U_0 ; U_f\}$ = les produits nécessaires à la satisfaction de l'usage U.

3.2.d. L'emprise énergétique des consommations dans chaque région

L'emprise énergétique des consommations totales de chaque région devient alors:

$$E_r = \sum_{U=1}^T E^{Ur}$$

Avec T = l'ensemble des usages U dans la région r

3.3. Simplification des flux d'échanges bilatéraux:

Les matrices $[A_{mr}]$ et vecteurs (Y_{mr}) qui fournissent pour chaque secteur la provenance des imports, de la région m vers la région r, différenciés à la fois par secteurs et régions de provenance sont rarement disponibles dans les bases de données mondiales de TES. En général, les bases des données fournissent plutôt :

- la matrice $[A^{IMr}] = \sum_{m \neq r}^R [A_{mr}]$, qui est la somme, par secteur, sur toutes les régions, de tous les imports qui arrivent d'un même secteur dans la région r. A^{IMr} donne, par secteur, l'ensemble des importations des consommations intermédiaires par secteur d'origine, mais sans la répartition par région d'origine de ces importations.
- Le vecteur $(Y_r^I) = \sum_{m \neq r}^R (Y_{mr})$, qui est la somme, par secteur, sur toutes les régions, de tous les imports qui arrivent dans la région r. (Y_r^I) donne, par secteur, l'ensemble des importations directes différenciés par secteur d'origine, mais sans la répartition par région d'origine de ces importations.
- Et la matrice $[P^r] = [p_{im}^r]$ matrice (totale) de la répartition par région m (m) de l'ensemble des importations (directes + consommations intermédiaires) de chaque secteur i, avec p_{iz}^i qui représente pour le secteur i du pays r, la part de toutes ses importations, quels que soient les secteurs d'origine, venant de la région m.

Nous avons choisi de faire l'hypothèse que la répartition régionale des provenances des imports de chaque produit est la même :

- pour chaque secteur: chaque secteur de la région r importe la même proportion du total de ses importations de produits de tous les secteurs de la région m. Ce qui revient à dire par exemple, que si 70% de l'énergie importée globalement par la France vient du Moyen-Orient, 70% de l'énergie importé par la sidérurgie vient du Moyen-Orient même si en réalité ce secteur importe surtout du charbon et donc en fait très peu d'énergie du Moyen-Orient; dans ce cas on augmenterait la part des exports du Moyen-Orient!
- pour les imports consommés directement (imports directs) et pour les consommations intermédiaires (CI).

Ce n'est bien sûr pas vrai, mais les informations disponibles rendent cette approximation incontournable à ce stade de la réflexion pour pouvoir réaliser le calcul "réel". Cette approximation explique l'écart que nous trouvons entre le bilan énergétique total de la modélisation et la valeur attendue (cf § 5.1.c).

Les matrices A_{mr} et Y_{mr} peuvent alors être "approximées", en pondérant les coefficients de la matrice A^{IMr} et du vecteur Y_r^I , des parts relatives des imports globales de chaque par régions issues de P^r . On obtient:

$$[A_{mr}] = [P^r_m] \times [A^{IMr}] \text{ et } (Y_{mr}) = [P^r_m] \times (Y_r^I)$$

avec $[P^r_m] = [\text{Diag}(p_{im}^i)]$ la matrice diagonalisée du vecteur (p_{im}^i) = la colonne m de la matrice $[P^r]$ qui représente la part de toutes importations pour les n secteurs "i" de la région r en provenance de la région m

Les $[A_{mm}]$, $[P^r]$, $[A^{IMr}]$, (Y_r^I) , (Y_{mr}) , étant des données accessibles, l'application numérique peut se faire.

4. Hypothèses de travail

4.1. Bases de données retenues : GTAP et INSEE

Au niveau mondial, les deux grandes bases de données internationales de référence permettant ce type d'analyse mondiale, sont celles de l'OCDE et de GTAP⁵ (voir description Annexe 2). Nous avons retenu GTAP car c'est celle qui se prêtait le mieux aux exploitations que nous souhaitons en faire.

La base de données GTAP est l'une des plus complètes et des plus pratiques. Dans la version utilisée, GTAP7, cette base de données collaborative, développée à l'Université de Purdue (USA), regroupe pour l'année 2004, les TES monétaires de 113 pays, avec un découpage sectoriel de 57 secteurs. Une nouvelle version vient de sortir, GTAP8 mais nous ne l'avons pas utilisée pour ces travaux.

Elle est surtout reconnue pour l'homogénéisation des données internationales qui leur donne une cohérence globale et permet d'assurer un bouclage mondial, mais ce n'est pas une base de données économiques conventionnelle, mise à jour tous les ans, comme celle de l'OCDE. Elle est aujourd'hui fréquemment utilisée pour mener des études multirégionales unilatérales ou multilatérales.

La base GTAP est fournie avec un logiciel qui permet d'automatiser des regroupements sectoriels ou de pays ce qui est très pratique pour le type d'études que nous souhaitons faire. Dans cette version, il existait un léger défaut de reconstruction des imports, qui a pu être corrigé grâce à un moteur d'agrégation rectifié développé par le CIREN (Hamdi-Cherif, 2011) pour corriger cette erreur de GTAP.

En outre, depuis la version 7 des données physiques et environnementales ont été adossées à la base de données monétaire. C'est le cas pour l'énergie : les consommations intermédiaires en énergie de chaque secteur sont disponibles. Cet ajout facilite le calcul des "emprises" énergétiques.

Au niveau français nous nous sommes naturellement appuyés sur les données statistiques de l'INSEE.

4.2. Qualification des données énergétiques de GTAP

L'allocation des consommations d'énergie primaire aux différentes entités consommatrices de la base GTAP, a été faite à partir des informations de la base AIE pour l'année 2004. La confrontation des données brutes des deux bases a fait apparaître des écarts importants.

Pour le monde l'écart entre GTAP et l'AIE (avec les "soutes⁶") dépasse 30% ($3,9 = 15,1 - 11,2$ Gtep)

Des échanges avec les concepteurs de GTAP ont permis de confirmer le problème, d'en identifier les causes et d'élaborer les premiers correctifs les plus adaptés (voir les détails en annexe 11.1).

Après ce premier recalage, le bilan énergétique mondial devient plus cohérent.

Tableau 1 Recalage du bilan énergétique global 2004 dans GTAP

Bilan énergétique global de l'AIE pour 2004 (avec les soutes)	11 277 Mtep	Écart (%)
Bilan énergétique global de GTAP 7 original	15 146 Mtep	3869 Mtep (≈34%)
À retirer des consommations du secteur "transformation"	-5 881 Mtep	
À ajouter à l'équivalent énergie primaire des vecteurs non fossiles	+1 156 Mtep	
À ajouter la biomasse traditionnelle	+ 942 Mtep	
Bilan énergétique global de GTAP 7 recalé	11 664 Mtep	386 Mtep (≈3%)

Les écarts restant ainsi que ceux au niveau régional (voir annexe 11.1) imposent pour la suite, une meilleure compréhension de la répartition dans GTAP des soutes, de la biomasse traditionnelle et autres sources d'écarts. Il nous faudra préalablement faire une mise à jour des calculs avec la nouvelle version de GTAP avant d'essayer d'en discuter avec les concepteurs de la base GTAP.

⁵ Global Trade Analysis de Université Purdue

⁶ Comprend tous les approvisionnements, en énergie, des flottes maritimes et aériennes internationales

4.3. Représentation mondiale

Établir au niveau mondial un regroupement sectoriel pour reconstituer des usages est une tâche délicate compte tenu de l'hétérogénéité des pratiques dans le monde. Nous avons donc choisi pour l'analyse mondiale de rester au niveau global : consommation d'usage et consommation des secteurs productifs (domestiques ou importateurs).

Une reconstitution des usages sera faite dans l'analyse plus détaillée, qui suit, faite sur la France.

4.3.a. Découpage régional: 11+1 régions

Le monde a été découpé en onze régions homogènes du point de vue économique, autant que possible, et représentatives pour analyser les échanges commerciaux internationaux, plus la France (détails dans l'Annexe 5 : Découpage régional). Il s'agit là juste d'un exemple pour illustrer ce que permet de faire l'outil, toutes les évolutions sont envisageables.

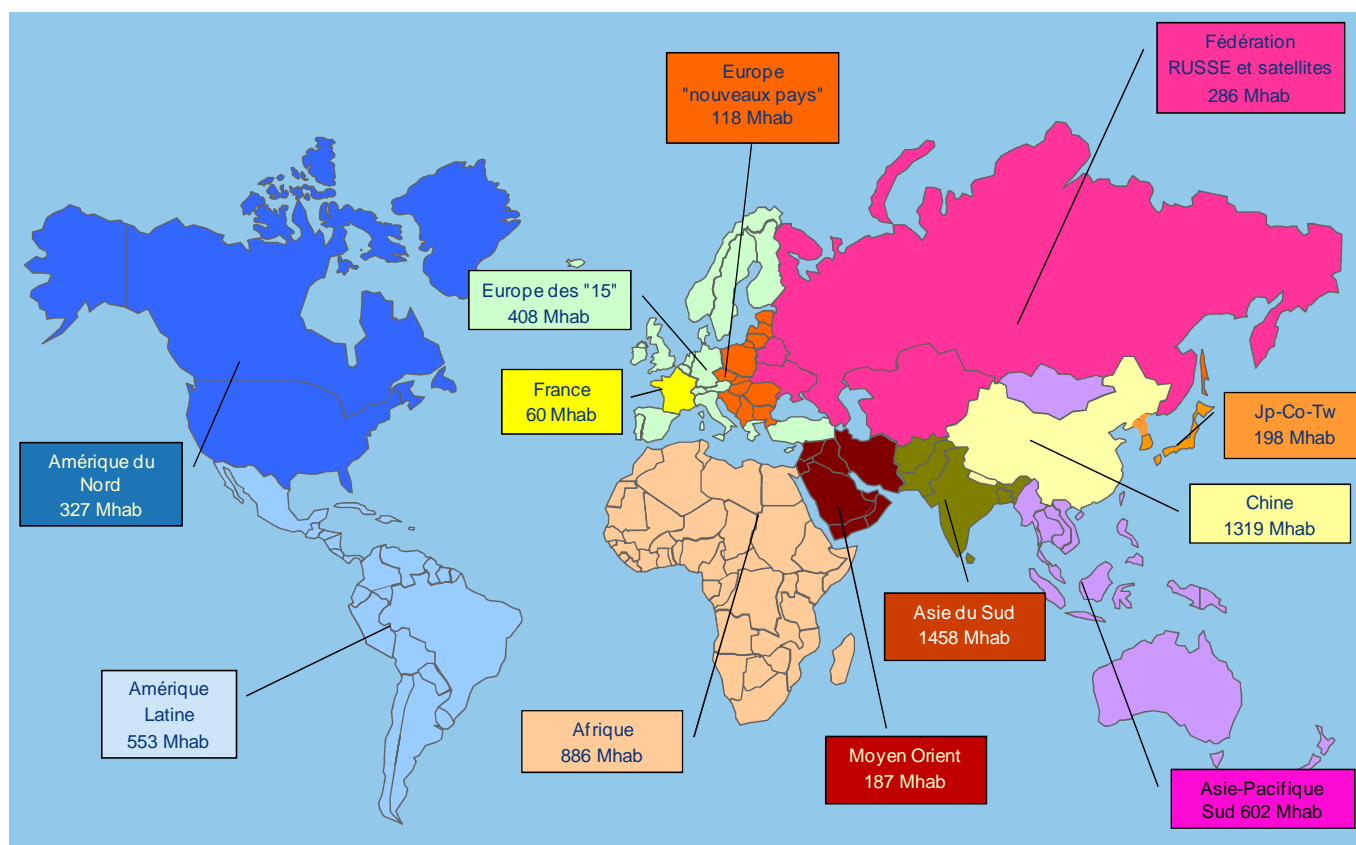


Figure 2 Les douze régions du modèle

Nous avons fait les regroupements suivants, avec les noms utilisés dans le modèle :

Tableau 2 Détails régionaux

Nom du groupe	Description sommaire	Nom du groupe	Description sommaire
EU15	<i>Pays de l'Europe "des 15" (sans la France) avec Norvège, Suisse, Islande, Turquie</i>	ExURSS	<i>Tous les anciens pays restant de l'ancien "bloc soviétique"</i>
EuNew	Nouveaux pays entrants	AmLat	Pays d'Amérique Latine
AmNord	USA et CANADA	Afrique	Pays Africains
JpCo	Japon, Corée et Tawaïn,	MoOrient	Pays du Moyen-Orient
AsiSud	Asie du Sud (sous continent indien)	PaciSud	Asie-Pacifique Sud
Chine	Chine, Hong-Kong et Singapour	France	France

Un découpage plus fin aurait représenté un effort supplémentaire pas nécessaire à ce stade de la réflexion.

5. Perspective mondiale : premiers résultats

Il s'agit là des premiers résultats du modèle, une réflexion plus approfondie sur les données d'entrée pour bien les qualifier ainsi que sur la méthode reste nécessaire mais la validité des ordres de grandeur a été vérifiée.

5.1. Structure de l'emprise mondiale

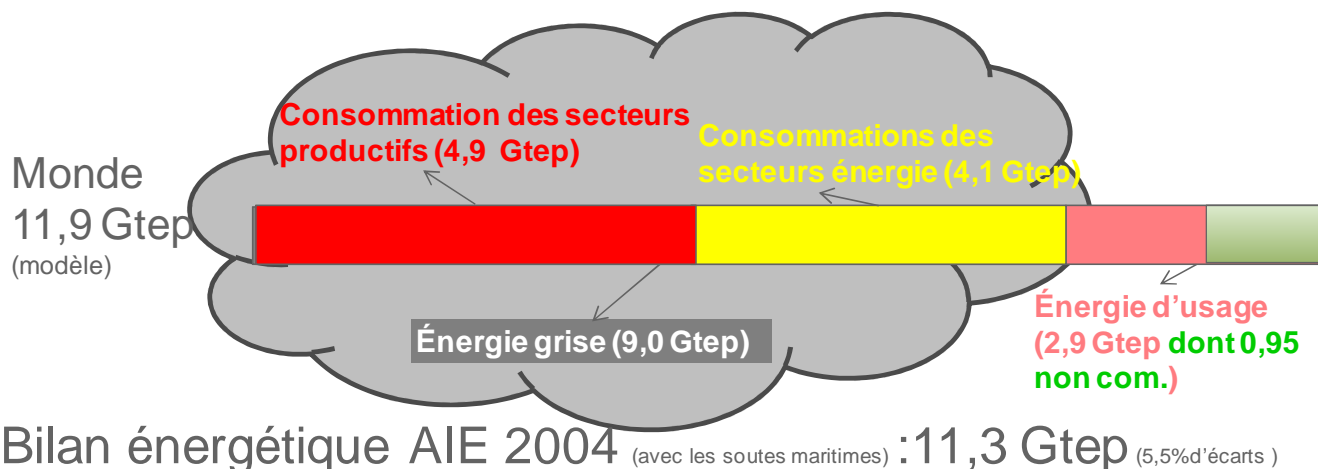


Figure 3 Décomposition de l'emprise énergétique au niveau mondial en 2004

Une première constatation intéressante est le faible poids de la consommation directe des ménages pour la satisfaction de leurs besoins (énergie d'usage) : moins d'un ¼ en y intégrant toute l'énergie non-commerciale. C'est donc ¾ de la consommation d'énergie totale qui n'est pas "vue" par l'utilisateur final: c'est le poids caché de l'énergie de nos consommations!

Cette énergie grise se répartit à peu près également entre les secteurs productifs de l'économie (54%) les secteurs producteurs d'énergie (46%)

5.1.a. Structure de l'emprise au niveau des régions

Le modèle permet de constater, sans surprise, que par "région", le poids respectif de l'énergie d'usage dans les emprises baisse avec le niveau d'industrialisation. Le poids de l'énergie grise semble, naturellement, plus important dans les régions les plus développées. Mais, cette observation doit être pondérée du fait que tout ce qui relève de l'économie informelle manque à l'analyse et qu'une partie des énergies non commerciales, intégrées à l'énergie d'usage, contribue certainement à de la production. Il faudrait pouvoir évaluer le poids de cette économie informelle pour faire une analyse plus pertinente.

Tableau 3 Emprise énergétique selon les régions en 2004

Mtep	Eu15	France	EuNew	Chine	JpCo	AsiSud	PaciSud	AmNord	AmLat	MoOrient	Afrique	ExURSS	Monde
Emprise énergétique	1 989	351	310	1 354	1 006	657	643	3 057	720	462	584	764	11 898
Énergie grise	1 624	284	239	1 000	885	385	453	2 446	537	359	295	532	9 039
énergie d'usage	365	66	71	355	121	273	189	611	183	103	289	233	2 859
usage/emprise	18%	19%	23%	26%	12%	42%	29%	20%	25%	22%	50%	30%	24,0%
énergie non com	35	9	13	217	2	202	111	49	68	1	231	4	942
non com/emprise	2%	3%	4%	16%	0%	31%	17%	2%	9%	0%	40%	1%	7,9%

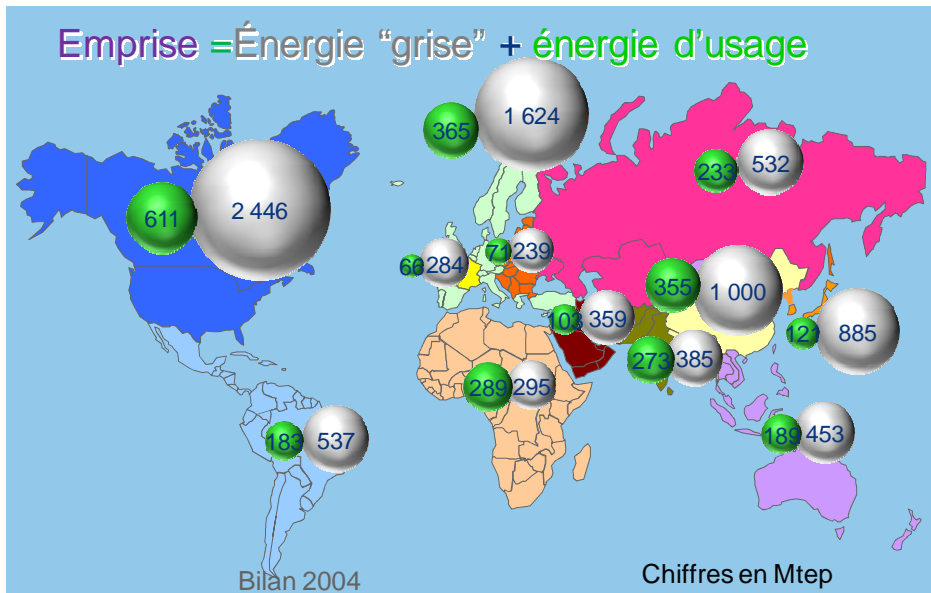


Figure 4 Décomposition de l'emprise énergétique selon les régions en 2004

5.1.b. Comparaison de l'emprise au bilan classique AIE

L'emprise énergétique des régions les plus économiquement développées est supérieure à leur consommation domestique, et inversement pour les autres.

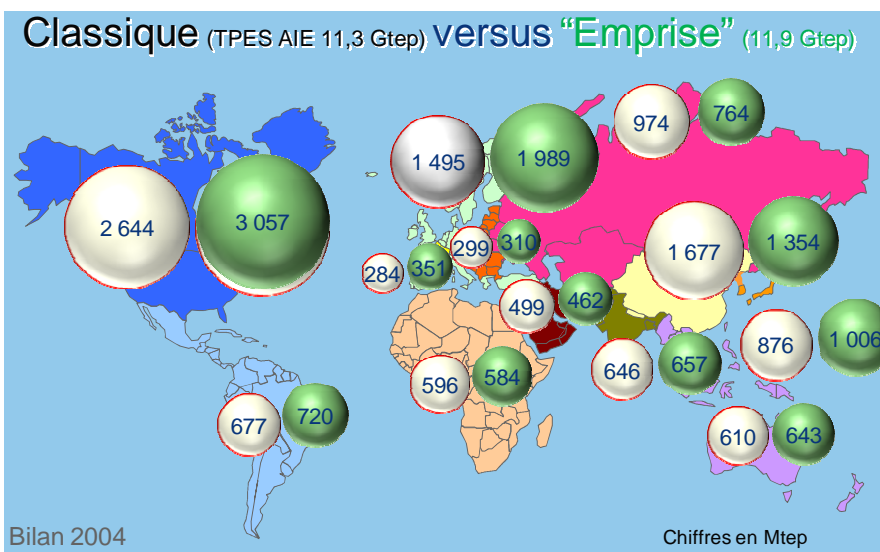


Figure 5 Comparaison des emprises avec les bilans classiques (AIE) en 2004

Le calcul de l'emprise met en évidence que les régions aux niveaux de vie les plus élevés externalisent une partie de leurs besoins en énergie dans des régions à niveau moins élevé.

Tableau 4 Comparaisons régionales de l'Emprise énergétique et du bilan AIE

Mtep	Eu15	France	EuNew	Chine	JpCo	AsiSud	PaciSud	AmNord	AmLat	MoOrient	Afrique	ExURSS	Monde
AIE (avec les soutes)	1 495	284	299	1 677	876	646	610	2 644	677	499	596	974	11 277
Emprise énergétique	1 989	351	310	1 354	1 006	657	643	3 057	720	462	584	764	11 898
écart modèle-AIE	33%	24%	4%	-19%	15%	2%	5%	16%	6%	-8%	-2%	-22%	5,5%

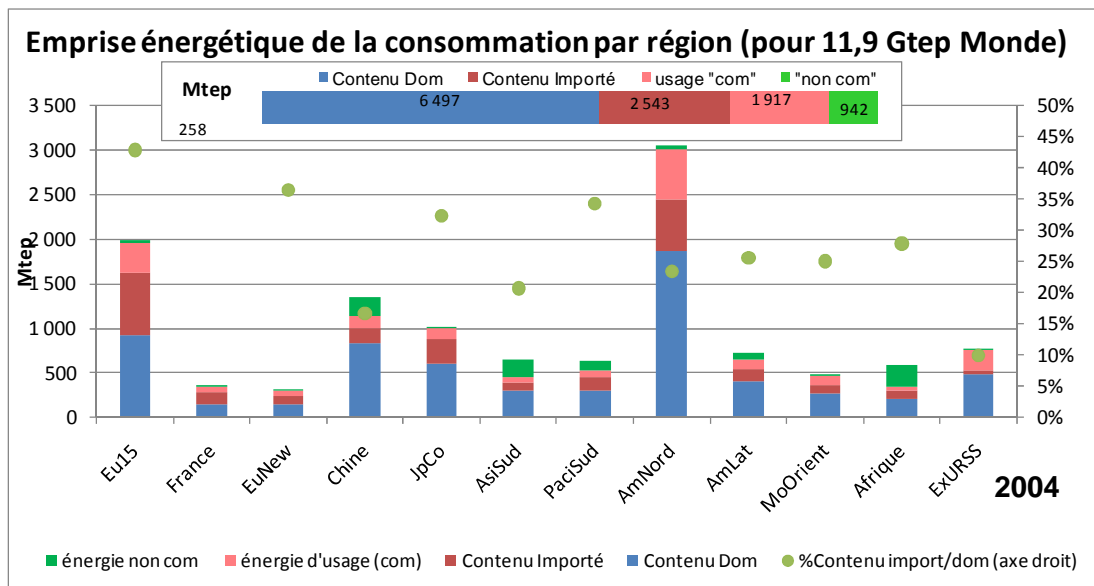


Figure 6 Comparaison des emprises régionales avec les données de l'AIE en 2004

Quelques résultats plus fins permettent des analyses plus détaillées. Sont ainsi naturellement bien mis en évidence la dimension exportatrice de la Chine dont un quart de l'énergie utilisée sur son sol ne sert qu'à satisfaire des demandes de consommation étrangères ; on retrouve les mêmes valeurs pour l'Ex-URSS et Moyen-Orient, mais dans ce cas l'explication vient plus des ressources énergétiques locales.

Par contre, la France qui est plus importatrice de "contenus énergétiques" que le groupe "EU15" est aussi plus exportatrice ; au final la consommation française est un peu moins tributaire des imports.

Mtep	Eu15	France	EuNew	Chine	JpCo	AsiSud	PaciSud	AmNord	AmLat	MoOrient	Afrique	ExURSS	Monde
Emprise énergétique	1 989	351	310	1 354	1 006	657	643	3 057	720	462	584	764	11 898
Imports ConsoDom	696	134	87	167	286	80	156	574	138	90	82	53	2 543
Imports/emprise	35%	38%	28%	12%	28%	12%	24%	19%	19%	20%	14%	7%	21,4%
Exports "nets"	254	70	85	586	210	75	161	300	161	217	110	314	2 543
Exports/emprise	13%	20%	27%	43%	21%	11%	25%	10%	22%	47%	19%	41%	21,4%
(Imports-Exports)"nets"	442	64	2	-419	76	5	-6	274	-23	-127	-28	-261	0
(Imp-Exp)"nets"/emprise	22%	18%	1%	-31%	8%	1%	-1%	9%	-3%	-27%	-5%	-34%	0,0%
(Imp-Exp)"nets"/AIE	30%	23%	1%	-25%	9%	1%	-1%	10%	-3%	-25%	-5%	-27%	0,0%

Une analyse plus fine des importations d'un pays permet d'isoler leur part utilisée pour des exports et non pour la consommation domestique et met en évidence la spécialisation de l'outil de production de régions comme la Chine ("assembleur") dont plus du tiers des de l'énergie importée sert aux exports .

Tableau 5 poids des imports pour l'exportation en 2004

Mtep	Eu15	France	EuNew	Chine	JpCo	AsiSud	PaciSud	AmNord	AmLat	MoOrient	Afrique	ExURSS	Monde
Tot Imports	696	134	87	167	286	80	156	574	138	90	82	53	2 543
Imp pour exp	38	9	18	60	49	5	46	0	16	16	8	4	258
Imp pour Exp/totImp	6%	7%	21%	36%	17%	6%	30%	0%	12%	18%	10%	8%	10,1%

Attention, ce bilan énergétique ne suffit pas pour établir le niveau de dépendance énergétique, car il ne tient compte que des lieux de consommation énergétique et non de l'origine des ressources, mais fournit un nouvel élément de compréhension des taux de dépendance habituels.

5.1.c. Évaluation des biais de la méthodologie utilisée

La comparaison des résultats du modèle (11 898 Mtep) au bilan énergétique GTAP corrigé (11 664 Mtep) fait apparaître un écart de 234 Mtep (2.0%), reflet des biais méthodologiques.

En reconstruisant à partir du modèle une représentation des productions d'énergie dans chaque région pour se ramener au périmètre classique des bilans énergétiques on peut suivre régionalement cet écart qui donne une mesure du biais introduit par les simplifications des flux d'échanges bilatéraux expliquées au paragraphe relatif à la simplification des flux d'échanges bilatéraux page 12). On vérifie que, même au niveau régional, le biais méthodologique reste faible, puisqu'il ne dépasse jamais 4% (8,4 Mtep pour la France).

Mtep	Eu15	France	EuNew	Chine	JpCo	AsiSud	PaciSud	AmNord	AmLat	MoOrient	Afrique	ExURSS	Monde
GTAP recalé	1 528	278	306	1 711	926	641	643	2 725	731	576	603	995	11 664
Prod Modèle	1 548	286	308	1 773	930	652	648	2 783	743	588	612	1 025	11 898
prod modèle-GTAP	1,3%	3,0%	0,7%	3,6%	0,5%	1,7%	0,8%	2,1%	1,7%	2,2%	1,5%	3,0%	2,0%

Tableau 6 écarts relatifs à la méthode

Une première piste pour réduire ce biais est de travailler avec les 56 secteurs de GTAP sans les agréger en macro-secteurs comme cela a été fait pour cet exercice afin d'alléger les temps de calculs. Une reconstitution précise et différenciée des flux d'échanges bilatéraux ne sera envisagée qu'ultérieurement.

5.2. Analyse des emprises par habitant

Au delà de ces visions globales, l'outil permet aussi une observation plus fine, par habitant.

Emprise par habitant

L'emprise par habitant, qui tient compte des différences démographiques très importantes entre les régions, est plus intéressante pour analyser les emprises par usage et envisager les différences de comportements des consommateurs.

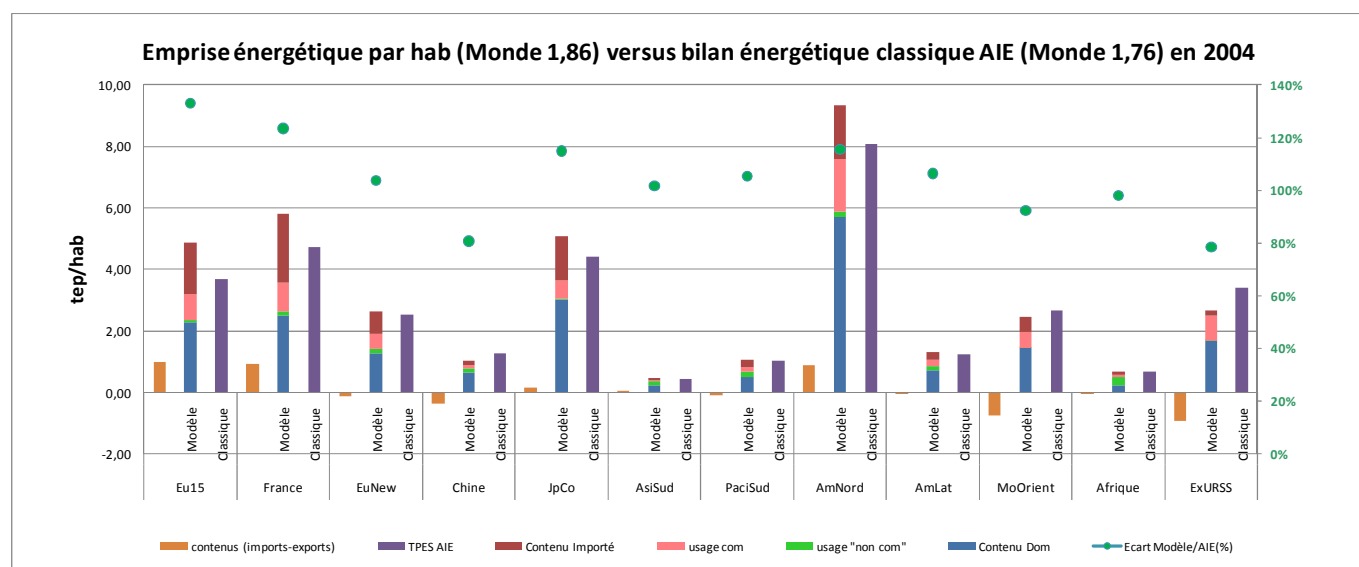


Figure 7 Emprises énergétiques régionales par habitant versus bilan AIE par habitant en 2004

Cette représentation accentue clairement, par rapport à la représentation classique, les écarts de niveau de consommation entre régions.

En 2004, les parts seules d'énergie importée par habitant pour leur consommation dans les régions riches sont du même ordre que toute l'énergie nécessaire à la consommation par habitant de régions moins riches, Chine et Amérique latine comprises !

Pour aller plus loin dans l'analyse il faudrait différencier plus cette emprise par usage, voire par groupe de population, mais l'entreprise est bien délicate à réaliser à l'échelle mondiale.

L'intérêt d'un tel approfondissement sera développé dans le chapitre suivant, dans le cas français.

6. Application aux usages en France

6.1. Aller au delà des grandes moyennes

Les résultats présentés jusqu'à présent fournissent des valeurs moyennes, révélatrices, mais pour vraiment analyser la consommation il faut aller au delà car la moyenne n'est pas révélatrice de toutes les évolutions de comportement et des disparités entre les groupes de population.

Les indicateurs moyens, comme le revenu moyen, la consommation moyenne et la richesse moyenne sont des données statistiques importantes mais insuffisantes pour appréhender en détail les niveaux de vie. Par exemple, une augmentation du revenu moyen peut avoir des causes très différentes. Ces moyennes doivent être complétées par des indicateurs qui reflètent leur répartition. La médiane permet déjà des analyses plus fines, mais il peut être utile, en fonction de ce que l'on cherche, de définir des catégories plus fines, telles que les quintiles, les déciles ou encore en fonction de déterminants sociaux.

Cette nécessité d'introduire plus d'hétérogénéité dans les grands agrégats statistiques pour mettre en lumière des comportements différents est un nouvel enjeu important de la réflexion de la R&D d'EDF. La thèse de J.-M. Cayla sur les déterminants de la consommation dans le secteur résidentiel (CAYLA, J.-M. 2011,) en est un parfait exemple.

L'objet de cette étude est d'aller dans ce sens en analysant l'emprise énergétique de différents groupes de population juste sur la France en utilisant pour les flux d'imports et exports les valeurs issues des travaux précédents.

6.2. Introduire de l'hétérogénéité dans la comptabilité nationale

Les données économiques utilisées par l'outil de calcul développé, les TES, sont globales, donc indifférenciées, par pays.

Pour différencier par groupe de population, il faut donc croiser ces données avec d'autres plus individualisées, résultats d'enquêtes détaillées auprès des ménages.

Pour différencier par usage, au delà de la constitution des "bons" regroupements, il est souhaitable d'intégrer tous les transferts sociaux si on veut bien rendre compte des écarts réels de consommation.

C'est là un travail d'ampleur et complexe, de croisement de l'approche macro-économique de la comptabilité nationale avec des analyses microéconomiques de consommations, et de mise en cohérence des informations, que nous étions bien incapables d'effectuer nous même.

Heureusement, nous avons pu nous appuyer sur une étude réalisée en 2009 par l'Insee pour l'année 2003 : "Une décomposition du compte des ménages de la comptabilité nationale par catégorie de ménage en 2003" (BELLAMY et al. 2009). Elle présente les données de consommation finale, de transferts sociaux en nature et de consommation effective structurées par fonction de consommation des ménages. Dans l'étude, ont été croisées et mises en cohérence les données suivantes: les tableaux entrées-sorties (TES), le compte des ménages du Tableau économique d'Ensemble (TEE) et les 5 enquêtes suivantes : Statistiques sur les Ressources et les Conditions de Vie des ménages (SRCV), Revenus Fiscaux (ERF), Budget de Famille (BdF), Enquête Logement (EL) et Enquête Santé (ES).

Notre travail a consisté, une fois de plus, à l'adaptation des formats et périmètres des résultats de l'étude INSEE (BELLAMY et al. 2009) aux besoins de notre outil.

6.2.a. Identifier la consommation des ménages

Dans les comptes nationaux, la consommation des ménages est présentée selon deux approches : les dépenses de consommation finale si on se limite à ce qui est payé directement par les ménages ou la consommation effective si on y ajoute ce qui leur est fourni par les administrations publiques (APU) et les institutions sans but lucratif de services aux ménages (ISBLSM).

A ces deux notions de consommation sont associées deux notions du revenu : le revenu disponible et le revenu disponible ajusté. Le revenu disponible ajusté est égal au revenu disponible auquel on ajoute les transferts sociaux en nature.

Dans le revenu disponible sont inclus des revenus "imputés" qui ne correspondent pas à une dépense réelle mais représentent une dépense "évitée" ; par exemple les loyers "imputés" correspondent aux loyers que devraient acquitter les propriétaires de logements s'ils étaient locataires. Cette convention de la comptabilité nationale permet d'identifier des champs de la consommation qui n'apparaissent pas directement dans les flux monétaires.

La consommation finale des APU est divisée en dépenses de consommation finale individualisable (celle dont le consommateur effectif est identifiable individuellement : santé, éducation) et dépenses de consommation collective (fonctions régaliennes de l'administration : justice, défense, police, etc.).

Pour passer de la dépense de consommation finale des ménages à la consommation effective il faut donc lui ajouter la part individualisable des APU et les ISBLSM.

Dans notre exercice c'est la consommation effective des ménages que nous suivrons.

6.2.b. Groupes de population

L'étude INSEE fournit les données différenciées selon le niveau de vie, la catégorie socioprofessionnelle ou l'âge de la personne de référence, et la composition du ménage.

Nous présentons l'application du calcul de l'emprise énergétique des ménages selon leurs niveaux de vie car c'est la différenciation qui s'interprète le plus facilement au niveau énergétique.

6.2.c. Consommation nationale

Comme nous souhaitons analyser l'ensemble de la consommation française pour vérifier le bon calage énergétique par rapport au bilan national, nous ne pouvions nous contenter de la seule consommation des ménages, il nous fallait intégrer les composantes restantes des emplois, principalement les APU collectifs et la formation brute de capital (FBCF).

Nous avons choisi de les répartir de façon homogène entre chaque ménage ; ce n'est pas forcément exact mais n'avons pas trouvé de meilleure façon de le faire.

Concernant la FBCF, une voie d'amélioration serait d'obtenir le tableau de formation de cette FBCF ce qui nous permettrait de mieux la répartir entre les différents secteurs. Il nous faudra voir avec l'INSEE si un tel tableau existe.

6.2.d. Année et périmètre géographique de travail

L'étude INSEE (BELLAMY et al. 2009) était calée sur 2003, les données globales l'étaient sur 2004. Le plus simple a été de ramener "grossièrement" l'étude à l'année 2004 en augmentant globalement les résultats de l'augmentation du PIB en France de 2003 à 2004. En faisant cette hypothèse nous avons supposé que les structures de consommations restaient inchangées ce qui n'est pas vrai mais avons estimé que l'erreur commise n'était pas importante au regard de ce que nous cherchions.

L'étude était faite au périmètre de la France métropolitaine alors que les données globales et énergétiques correspondent au territoire français total. Nous avons intégré la population des départements d'Outre-mer (Dom) en supposant qu'ils avaient les mêmes consommations qu'en métropole. Ce n'est bien sûr pas vrai car la structure démographique des populations ainsi que les transferts sociaux sont très différents, mais là encore nous avons considéré que l'erreur introduite ainsi restait faible par rapport aux grandeurs que nous voulions identifier.

Nous avons confirmé ces choix suite à une discussion avec l'un des auteurs de l'étude, Mme Maryse FESSEAU.

6.3. Reconstitution des usages,

La question du passage des secteurs productifs à des usages plus représentatifs de la consommation des ménages n'est pas nouvelle. Une solution bien adaptée aux bases de données économiques de références est le passage par une nomenclature fonctionnelle d'usages de consommation comme la classification des fonctions de consommation des ménages COICOP (Classification of Individual Consumption by Purpose). Les résultats de l'étude INSEE sur laquelle nous nous appuyons, donne d'ailleurs les résultats en COICOP (voir Annexe 2).

Quoiqu'il en soit, il n'y a pas de choix définitif de regroupement. La pertinence et le choix du découpage de la consommation en usage, selon les possibilités qu'offre la base GTAP, dépendent avant tout des besoins d'analyse. Celui présenté ci-après a été dicté par la meilleure adéquation possible à une reconstitution des fonctions de consommation (COICOP) utilisées par l'INSEE. En fonction du type de consommations ou d'énergie que l'on souhaite analyser il peut être amené à évoluer.

6.3.a. La "COICOP"

Il s'agit d'une nomenclature «fonctionnelle» du Système de Comptabilité Nationale (SCN) développée par EUROSTAT. Elle sert à classer les transactions effectuées entre les producteurs et le secteur institutionnel des ménages. Elle permet donc de connaître les dépenses que les ménages consacrent à l'alimentation, à la santé, à l'éducation etc. L'OCDE étudie actuellement cette classification afin de déterminer si elle l'adoptera de façon plus large.

Cette classification présente, dans sa version agrégée, douze secteurs « standards » auxquels s'ajoutent un ou deux secteurs qui concernent les dépenses des administrations (dépenses individualisables des administrations) et des entités non lucratives au bénéfice des ménages (ISBLSM⁷). Ces secteurs complémentaires représentent les transferts en nature entre le secteur institutionnel des administrations et les ménages.

Il existe également un niveau de désagrégation plus fin, qui présente 47 sous-fonctions de consommations réparties dans les 12 ou 14 postes principaux.

Dans le cadre d'études sur la consommation effective des ménages, les postes 13 et 14 peuvent être réalloués sur les 12 premiers postes. Voici l'intitulé des postes au niveau 1⁸:

- 01 - Produits alimentaires et boissons non alcoolisées
- 02 - Boissons alcoolisées, tabacs et stupéfiants
- 03 - Articles d'habillement et chaussures
- 04 - Logement, eau, gaz, électricité et autres combustibles
- 05 - Ameublement, équipement ménager et entretien courant de la maison
- 07 - Transports
- 08 - Communications
- 09 - Loisirs et culture
- 10 - Enseignement
- 11 - Hôtels, restaurants, cafés
- 12 - Autres biens et services
- 13 – *Consommations individualisables des institutions non-lucratives à destination des ménages*
- 14 – *Consommations individualisables des administrations à destination des ménages*

6.3.b. Passage des données INSEE en COICOP

Mais les TES que nous devons utiliser pour élaborer l'emprise sont dans la nomenclature NES 118⁹ de la comptabilité nationale.

⁷ ISBLSM : Institutions sans but lucratif au service des ménages

⁸ pour le niveau désagrégé dans l'Annexe 3 : Nomenclature fonctionnelle COICOP désagrégée

Pour passer au format des COICOP nous avons utilisé une matrice de passage de la nomenclature NES 118 vers la nomenclature fonctionnelle COICOP en version désagrégée de l'INSEE qui nous a été, très gracieusement, transmise par M. Fabrice LENGART.

Dans le cadre de notre étude, nous n'avons pas utilisé la matrice dans sa version désagrégée (47 postes qui sont le détail des 12 postes principaux)¹⁰. Nous avons ramené les pourcentages d'allocation aux 12 fonctions de consommation principales. En effet, les données de consommation de la décomposition du compte des ménages pour l'année 2003 réalisée par l'INSEE (BELLAMY et al. 2009) ne sont accessibles au public que sous cette répartition en 12 postes principaux de la COICOP. Les données existent pour les 47 postes, mais elles ne sont pas rendues publiques par l'INSEE.

6.3.c. Passage du format GTAP 57 au NES 118 de l'INSEE

Une première étape a été de passer des 57 secteurs GTAP au format NES 118. Nous n'avons pas trouvé de matrice de passage "ad-hoc" et avons reconstruit manuellement les correspondances sur la base des définitions connues des deux bases. Le tableau de correspondance réalisé est consultable en annexe (Annexe 4 : correspondance secteurs NES 118 – GTAP 56).

La seconde étape a permis, en utilisant la matrice NES118-COICOP, d'évaluer les poids respectifs des secteurs GTAP dans chaque COICOP.

Ce travail a été très délicat et reste l'un des gros points de fragilité de la méthode car il n'y avait bien sûr pas de correspondance exacte et nous avons été obligé de faire de nombreuses simplifications¹¹.

Voici un exemple des problèmes rencontrés lors de ce travail de construction des correspondances, pour les matières nucléaires :

- Le secteur 32 de GTAP contient les produits suivants : « Coke, propane, butane, hydrocarbure à l'état gazeux et liquéfié, bitume de pétrole ». Il correspond aux secteurs NES G14 et G15 qui correspondent respectivement à « production de coke de houille, gaz de cokerie, goudrons et production de matières nucléaires (mais pas l'extraction minière qui est dans G11, G12 et G13!) » et « raffinage de pétrole, production de carburants ».
- Dans GTAP, la production de matières nucléaires est affectée au secteur 33 (chimie et plasturgie). Il existe donc ici un décalage dans la correspondance qu'il serait utile d'étudier de plus près car elle introduira un écart dans l'allocation des contenus en énergie!

La construction des secteurs d'activités dans la base de données GTAP se fonde sur deux nomenclatures : CPC¹² et ISIC_{rév3}¹³. Il existe donc des correspondances précises entre les secteurs CPC, ISIC_{rév3} et GTAP. CPC et ISIC étant des nomenclatures utilisées au niveau international, il doit être possible –peut-être auprès de l'INSEE- d'obtenir une correspondance entre ces nomenclatures et la NES 118. Ce point n'a pas été creusé en détail dans le cadre de cette étude et pourrait faire l'objet d'une recherche plus approfondie. En automatisant les correspondances, on doit pouvoir reconstruire de façon plus systématique une correspondance NES 118 – GTAP.

Nous ne sommes néanmoins pas allés aussi loin car la nomenclature NES 118 n'est plus utilisée depuis 2007. Une mise à jour sera donc à faire de toute façon, pour travailler avec la nouvelle nomenclature NACE.

⁹ Nomenclature économique de synthèse : nomenclature d'activités économiques et de produits en 16, 36 et 114 ou 118 positions utilisée par l'INSEE entre 1994 et 2007 :

<http://www.insee.fr/fr/methodes/default.asp?page=nomenclatures/nes2003/nes2003.htm>

¹⁰ <http://unstats.un.org/unsd/cr/registry/regcst.asp?Cl=5>

¹¹ Des coefficients de recalage ont été utilisés pour lisser les écarts dus aux différences de périmètre des secteurs productifs et consommateurs dans GTAP et les TES INSEE

¹² Central Product Classification, est la nomenclature exhaustive des produits des Nations Unies
<http://www.insee.fr/fr/methodes/default.asp?page=definitions/clas-centr-produits-nat-unies.htm>

¹³ International Standard Industrial Classification of All Economic Activities des Nations Unies
<http://unstats.un.org/unsd/cr/registry/regcst.asp?Cl=2>

6.4. Élaboration des "énergies grises" par COICOP

Pour calculer les "énergies grises" des COICOP, comme nous connaissions la dépense effective de consommation, il nous fallait des contenus en énergie unitaires par COICOP.

À partir de l'outil de calcul nous avons les contenus unitaires (domestiques et imports) par secteur GTAP. Connaissant le poids respectifs des différents secteurs de GTAP dans les COICOP nous avons pu reconstruire un contenu en énergie unitaire pour chaque COICOP.

6.5. Traitement de l'énergie d'usage

L'énergie d'usage est l'énergie finale consommée par les ménages ; le détail de ces dépenses (deuxième niveau de la COICOP) est accessible par quintile sur le site de l'INSEE.

L'information dans la base GTAP ne nous permettant pas de différencier le fioul des carburants automobiles, nous avons choisi d'utiliser les données statistiques du Ministère en charge de l'énergie, et donc d'hybrider les informations énergétiques GTAP et les données nationales (SOeS). GTAP introduit une décomposition importée et domestique de cette énergie d'usage, ce qui n'est pas le cas dans les statistiques nationales : on passe de 66 Mtep d'énergie d'usage à 72 Mtep côté SOeS, ce qui ajoutera 6 Mtep (6,2) au bilan issu du calcul par rapport au bilan réel.

Dans le cadre de notre étude, nous avons considéré que toute l'énergie d'usage était domestique.

Dans cet exercice nous avons alloué toutes les dépenses de carburant au COICOP transport et toute l'énergie résidentielle au COICOP logement, au prorata des dépenses précises.

À terme, l'énergie résidentielle devra être répartie entre les fonctions "alimentation", "communication", "loisir", "habillement" au delà de la fonction "logement". Mais cette opération est trop délicate pour être réalisée maintenant. En effet, il n'existe pas aujourd'hui de données statistiques qui permettent de le faire. Ce travail de différenciation par usage des consommations finales est loin d'être évident et demande une expertise importante. C'est l'objet d'un autre chantier.

6.6. Prise en compte des importations

La différenciation en énergie grise domestique et importée se fait automatiquement via l'outil d'élaboration à partir de GTAP, car toutes les données des GTAP sont différenciées selon qu'elles soient domestiques ou pas. C'est d'ailleurs l'un des grands intérêts de l'approche.

Par contre, pour ce qui est de la consommation finale de produits consommés directement, les données de l'étude INSEE ne spécifient pas la provenance des biens consommés ; en effet étant issues d'enquêtes et les consommateurs ne pouvant faire la distinction de l'origine de tous les produits, cette information n'est pas retranscrite.

Il nous fallait donc reconstruire les parts "importées" et "domestiques" des fonctions de la COICOP.

Nous avons décidé d'appliquer aux différentes dépenses de consommations en COICOP, la répartition moyenne des demandes finales en NES 118. C'est là une hypothèse forte car il n'y a aucune raison que la part d'achats de produits importés soit la même pour tous les groupes de population, mais nous n'avons pas d'autres éléments nous permettant de faire mieux. Nous avons donc ainsi introduit un facteur de lissage des écarts qu'il nous faudra corriger ultérieurement.

Comme ces détails sur les importations n'étaient pas disponibles dans le TES en NES118, nous les avons reconstruites à partir d'un TES plus agrégé en NACE60¹⁴.

¹⁴ Cette opération a imposé des ajustements car la distinction entre ménages, APU n'apparaît pas en NACE60 et nous n'avons pas de matrice de transfert NACE60-COICOP.

Tableau 7 Répartition dans les COICOP des productions domestiques et importées (directement)

COICOP	Alimenta- tion 1	Alcool - Tabac 2	Habits - chaussures 3	Logem- ent 4	Équipements ménagers 5	Santé 6	Transp- ort 7	Commu- nication 8	Loisirs - culture 9	Éduc- ation 10	Restaura- nts - hotels 11	Autres services 12
DOM	79%	52%	36%	98%	61%	90%	69%	92%	78%	100%	100%	86%
IMP	21%	48%	64%	2%	39%	10%	31%	8%	22%	0%	0%	14%

6.7. La démarche en dix points

Pour résumer la démarche, nous avons :

- (1) Ramené les COICOP de consommation par quintile de l'étude "INSEE" sur la France métropolitaine à des valeurs pour toute la France en €2004 => $\text{€}_{2004}/\text{COICOP}(Q_F)$,
- (2) Ramené les contenus en énergie par millions de dollars de 2004 de production des secteurs GTAP issus de l'outil de calcul à des contenus en millions d'euros de 2004, différents selon les consommations intermédiaires domestiques ou importées, les imports directs et les exports => $\text{tep}/\text{M€}_{2004} (S_{\text{GTAP}}, \text{ImpD}, \text{CIDom}, \text{CIImp}, \text{Exp})$,
- (3) Utilisé les TES 2004 en NES118 pour reconstituer l'ensemble de la consommation finale ("emplois") en 2004 en rajoutant les composantes APU collectifs, ISBLM, FBCF et exports à la consommation effective décrite dans l'étude "INSEE",
- (4) Utilisé la matrice de passage NES118-COICOP pour avoir le poids des secteurs NES118 dans chaque COICOP,
- (5) Utilisé les informations du TES_{NACE60} pour identifier les parts de consommations finales du TES_{NES118} issues directement d'importations et traduit, à l'aide du (4) et du (3), cette information au niveau des résultats du (1) d'où => $\text{€}_{2004}/\text{COICOP}(Q_F, \text{ImpD}, \text{CIDom}, \text{CIImp})$,
- (6) Construit un tableau de correspondance entre les secteurs en NES118 et ceux de GTAP,
- (7) Utilisé le (6) et le (4) pour avoir les poids des secteurs GTAP dans chaque COICOP
- (8) Utilisé le (7) et le (2) pour obtenir des contenus unitaires d'énergie par COICOP => $\text{tep}/\text{M€}_{2004} (\text{COICOP}, \text{ImpD}, \text{CIDom}, \text{CIImp}, \text{Exp})$
- (9) Utilisé les bilans énergétiques 2004 du SOeS et les valeurs détaillées des dépenses de consommation d'énergie par quintile de l'INSEE pour évaluer l'énergie utilisée directement par chaque quintile dans chaque COICOP => $\text{tep}/\text{M€}_{2004} (\text{COICOP}, Q, \text{NRJ}_{\text{uti}})$
- (10) Appliqué les (8) et (9) au (1) pour obtenir pour chaque quintile, Q, l'emprise énergétique par COICOP de la consommation finale => $\text{tep}/\text{M€}_{2004} (\text{COICOP}, Q, \text{ImpD}, \text{CIDom}, \text{CIImp}, \text{Exp}, \text{NRJ}_{\text{uti}})$

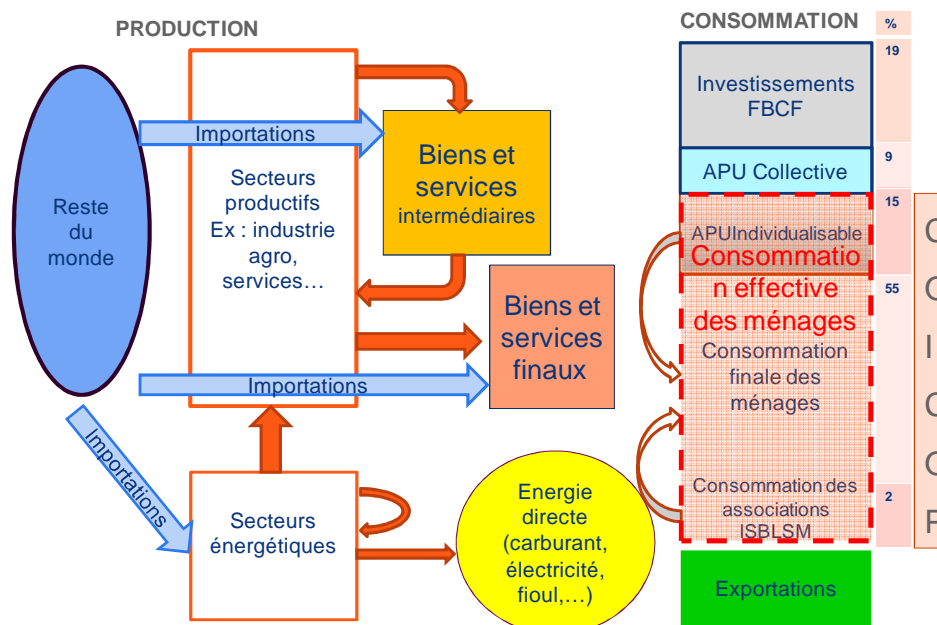


Figure 8 Maquette d'élaboration de l'emprise énergétique en France

7. Emprise par usage français : premiers résultats

7.1. Bilan énergétique national

La première opération a été de vérifier qu'en reconstituant la demande nationale au périmètre "classique" à partir des éléments (NES118) de l'emprise on obtenait un bilan cohérent.

Pour reconstituer le bilan au périmètre classique nous avons retiré à l'emprise les composantes importées et ajouté le contenu des exports. On obtient 293 Mtep soit un écart de 15 Mtep avec la valeur origine du bilan GTAP-AIE, qui correspond bien à la somme du biais de modélisation de l'outil "emprise-GTAP" (8,4 Mtep voir Évaluation des biais de la méthodologie utilisée) et du changement de la valeur de l'énergie d'usage (6.2 Mtep voir Traitement de l'énergie d'usage). Le calage est bon.

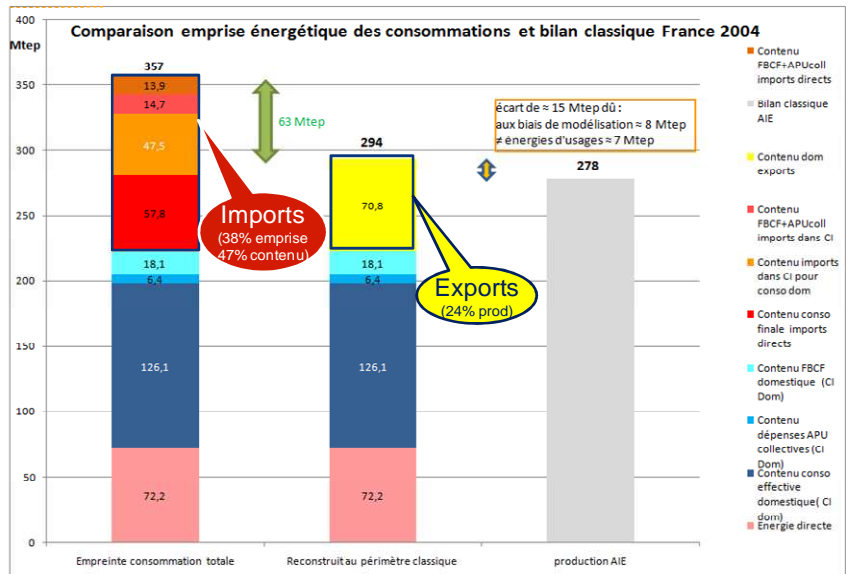


Figure 9 Emprise énergétique française et bilan AIE en 2004

7.2. Emprises moyennes par usage

Les emprises moyennes "France" par usage¹⁵ sont déjà instructives et justifient tout l'intérêt de cette nouvelle perspective

On constate que l'énergie d'usage (orange sur le graphe) ne représente que 12% de l'emprise totale. Plus précisément, par fonction de consommation, pour les fonctions "habiter" et "se déplacer" la part des énergies directement payées ("vues") sont inférieures à toutes celles cachées dans le reste de l'emprise¹⁶. Même dans ces deux cas, plus de la moitié de l'impact d'une hausse des prix de l'énergie sera incontrôlable pour le consommateur final. La part d'énergie d'usage résidentielle est environ le double de celle pour la mobilité.

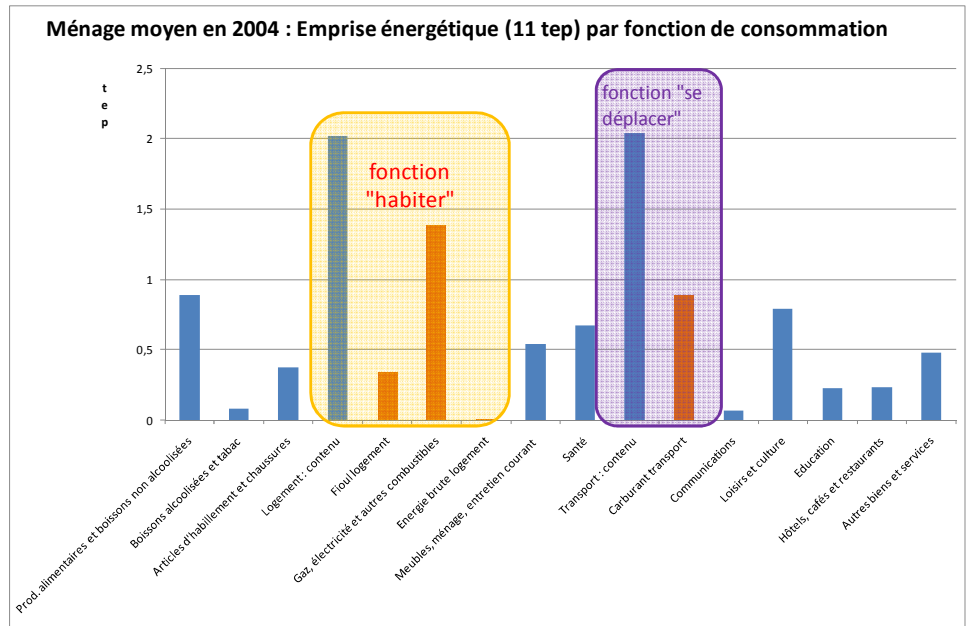


Figure 10 Emprise énergétique du ménage français moyen par usage en 2004

7.3. Emprises énergétique par quintile de revenu

La représentation des emprises par quintile de revenu donne sans surprise une augmentation de l'emprise qui suit celle des revenus, mais si l'on compare avec ce qu'on aurait obtenu avec des "paniers"

¹⁵ Sans la FBCF, ni les exports

¹⁶ Dans la partie "contenu" de ces fonctions de consommation se trouve aussi le "contenu" de l'énergie d'usage.

de consommation non différenciées ("à structure constante" du panier moyen) on constate que la différenciation accentue les écarts. Les "paniers" des quintiles les moins riches semblent être constitués de produits moins "énergivores".

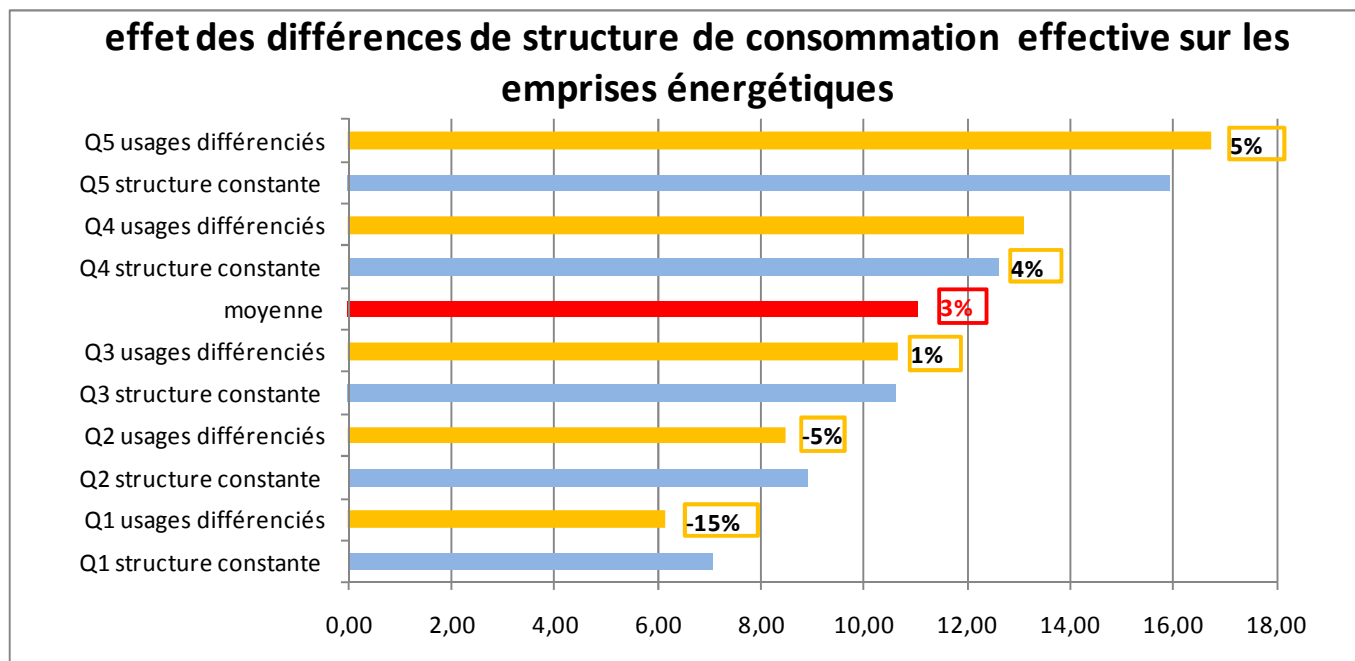


Figure 11 Effet des différences de structure de consommation effective des ménages français sur les emprises énergétiques par quintile en 2004

Par ailleurs, il est notable que la médiane est plus faible que la moyenne (Q3= moyenne -3%), ce qui peut donner le sentiment que cette empreinte énergétique se traduit un peu dans les prix. Au delà de ce sentiment, une analyse plus fine serait nécessaire néanmoins pour être plus affirmatif.

7.4. Emprises énergétiques par quintile et usage

Pour analyser l'effet de la différenciation par quintile et usage, le plus simple est de comparer l'évolution des parts d'empreinte par usage en fonction des quintiles.

À première vue, il semble qu'il y a des secteurs où il y a des effets de saturation, comme par exemple l'alimentation ou l'habillement, voire le transport, car on voit les parts relatives augmenter avec l'élévation du revenu puis se stabiliser.

Mais il n'y a là aucune spécificité énergétique car nous travaillons avec des coefficients de contenus énergétiques unitaires identiques pour tous les quintiles.

Des études économétriques et de sociologie beaucoup plus fouillées sont nécessaires pour comprendre et interpréter ces résultats.

Par contre, la traduction de ces analyses sur les emprises énergétiques serait riche d'enseignement pour la réflexion sur les politiques globales énergétiques !

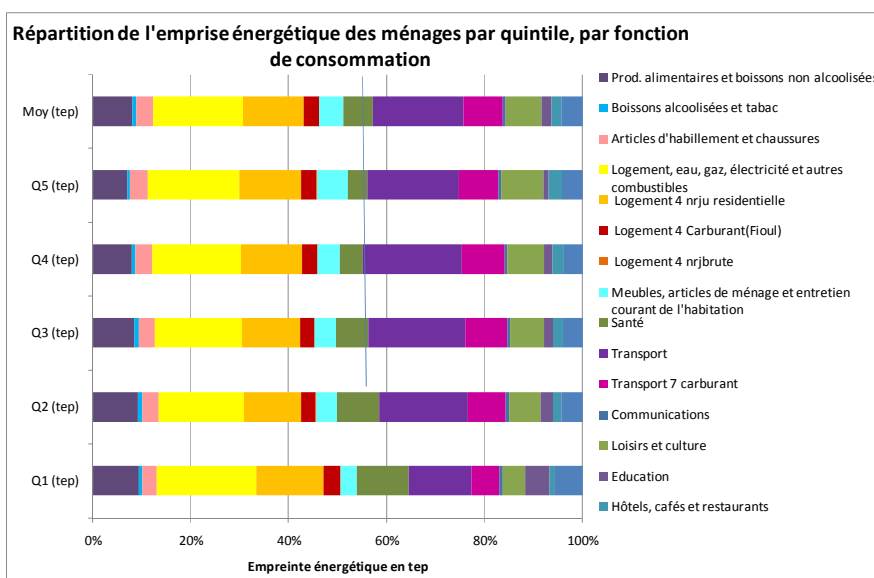


Figure 12 Répartition de l'empreinte énergétique des ménages français par quintile et usage en 2004

8. Suites, approfondissements, améliorations, ...

Comme nous sommes aux débuts du chantier les questions en suspens sont aussi nombreuses que les points d'approfondissement nécessaires ; en voici une liste, non exhaustive, à ce stade de la réflexion.

8.1. Globalement sur la méthode

L'emprise est la traduction en énergie de valeurs monétaires; le modèle attribue ainsi une plus grande emprise à une cravate de luxe qu'un manteau bas de gamme. De ce fait, une réflexion sur les effets prix/qualité versus prix/quantité est nécessaire. Cette question de compréhension générale de la consommation peut avoir des implications énergétiques supplémentaires : un fruit bio moins lourd en intrants coûte plus que son pendant issu de l'agriculture industrielle et a donc, dans le modèle, une emprise énergétique plus importante.

Dans le même ordre d'idée, l'affectation du poids de la FBCF à partir du tableau de formation de cette FBCF(cf.6.2.c) permettrait d'introduire un élément de différenciation de l'emprise non négligeable.

La question des flux bilatéraux évoquée au § 3.3, qui introduit un biais faible (cf § 5.1.c) mais non forcément négligeable, surtout pour des analyses sectorielles à des niveaux plus fins, devra être étudiée et des solutions envisagées.

De même, il conviendra de mesurer l'effet des choix faits d'agrégation, géographiques ou sectoriels, sur les résultats. En effet l'agrégation de secteurs ou pays très hétérogènes introduit un facteur de "lissage" qui peut biaiser des analyses.

Enfin il nous faudra réfléchir aux possibilités d'aller au delà des limites sectorielles de GTAP. Ainsi, dans GTAP, la production de matières nucléaires est affectée au secteur 33 (chimie et plasturgie) alors qu'il serait utile de l'isoler pour identifier son rôle dans la dépendance énergétique. De même, réussir à extraire la partie consacrée à la fabrication des intrants agricoles du secteur chimie serait intéressant pour des études sur les enjeux alimentaires par exemple.

8.2. Au niveau des données d'entrée énergétiques

Pour réduire les écarts restants (§ 4.2) avec les données sources de l'AIE et approfondir les options de répartition des consommations AIE dans la base GTAP, suite aux premiers recalages effectués, il faudra prendre contact avec les concepteurs de la base; après intégration de la dernière version de GTAP.

L'emprise énergétique présentée ici est globale en énergie primaire. La différencier selon les vecteurs (pétrole, gaz, électricité, chaleur, ...) enrichirait les analyses compte tenu des différences entre les chaînes de production de ces vecteurs. C'est le prochain chantier que nous allons engager, en sachant que là encore, c'est l'accessibilité aux données adéquates, "bien regroupées" qui pose problème.

8.3. Au niveau de la finesse/granularité de la description

Pour pouvoir différencier l'emprise par usage et groupes de population, un important travail de collecte et d'analyse de données reste nécessaire pour pouvoir les croiser et les utiliser dans le modèle.

8.3.a. consolider la notion d'usage

La question de l'adéquation de la définition des usages retenue pour l'analyse socio économique avec l'utilisation faite pour une analyse énergétique se pose.

Ainsi, pour ce premier exercice, comme cela a été signalé au § 6.5, les énergies de cuisson ne sont pas intégrées à l'usage alimentation. De même, dans l'usage "transport" l'énergie nécessaire à la fabrication des infrastructures n'est pas prise en compte non plus.

En ce qui concerne l'usage "habiter" il faudra travailler sur les coûts retenus dans l'approche économique pour évaluer dans quelle mesure ils font sens d'un point de vue énergétique. Le sens énergétique de la valeur des loyers, en particulier ceux imputés, devra être compris.

Enfin d'autres questions se posent comme celles de l'allocation de la part énergétique du coût de fonctionnement des services touristiques consommés par les étrangers, de la réattribution aux bénéficiaires des "avantages professionnels" (voiture de fonction, parking, logement, etc.)

8.3.b. Quels groupes de population

Nous avons choisi de travailler sur des groupes de population différenciés par niveau de revenu mais il pourrait être intéressant d'observer l'effet d'autres découpages; les autres catégories classiquement proposées (âge ou "profession et catégorie socioprofessionnelle" de la personne de référence du ménage, composition famille, ...) ne nous semblent pas simples à interpréter du point de vue énergétique. Par contre, une différenciation selon la location géographique du ménage, qui a un impact tant sur son besoin de mobilité que sur les produits de consommation auxquels il a accès, serait plus instructive. C'est un travail qui reste à faire ...

La question des bons regroupements au sein de chaque groupe de population se pose aussi. Pour l'analyse par quintile, nous sommes restés sur des valeurs par ménage, car les tailles de ménage entre quintile étaient relativement homogènes, mais se pose la question de l'intérêt pour l'analyse énergétique de raisonner par habitant ou par unités de consommation, voire imaginer une nouvelle unité de consommation "énergétique".

8.4. Pour la prospective

L'emprise est une représentation instantanée de la consommation d'énergie. Au delà, notre objectif est de pouvoir faire évoluer des emprises énergétiques dans des scénarios prospectifs. Pour cela, il nous faut encore progresser sur certains points.

8.4.a. Analyse rétrospective.

L'outil permet aujourd'hui de faire une analyse de la situation en 2004. Pour avoir une compréhension de ce qui détermine les niveaux et répartitions et envisager des modalités de projection dans le futur, une analyse rétrospective de leurs évolutions historiques et régionales est indispensable.

Il nous faudrait pour cela trouver, voire reconstruire, des données historiques suffisamment détaillées pour qu'elles puissent être intégrées, après adaptation, dans l'outil.

8.4.b. Construction de scénario

Dans un premier temps, bien sûr, l'exercice pourra être effectué sur des scénarios tendanciels en faisant l'hypothèse que les structures des économies n'évoluent que marginalement.

Mais, la reconfiguration des économies étant dans tous les esprits, l'enjeu principal est de pouvoir prendre en compte des modifications des structures de l'économie, en fonction des hypothèses de contextes retenues: (dé)croissance du PIB, prise en compte des contraintes énergétiques et environnementales, rééquilibrages mondiaux des poids économiques, évolution des productivités (énergétique ou du travail), etc.

Cela implique de réfléchir à tous les mécanismes de bouclage nécessaires pour garantir les équilibres économiques globaux ; par exemple, moins de consommation et donc d'importation dans une région suppose de tenir compte de l'impact de cette réduction sur la croissance des régions exportatrices.

Plus finement :

- une utilisation plus importante des transports en commun peut se traduire par plus de temps passé dans les transports donc moins de temps pour travailler ou consommer ;
- ou une réduction des coûts de fonctionnement des bureaux due à une augmentation du télétravail peut se traduire par une augmentation plus importante des consommations résidentielles à ne pas oublier.

Enfin, pour un travail de prospective vraiment utile, il faut introduire plus de différenciation que ne l'autorise la taille des secteurs de GTAP ou de la comptabilité nationale. Pour cela, une "hybridation" de l'approche MES avec des approches ACV nous semble être une piste de réflexion à creuser.

9. Conclusions

Dans le contexte actuel de tensions sur les réserves fossiles et de renforcement de la contrainte climatique, où la hausse des coûts d'accès à l'énergie est inéluctable, il devient essentiel de remettre les besoins au cœur du débat. Il faut pouvoir évaluer les demandes énergétiques dans leur globalité, avant de se poser la question de leur satisfaction. Ce n'est qu'après cette analyse que peuvent se poser les questions du choix des ressources (vecteurs, minerais, filières, ...), de la gestion des nuisances induites (environnementales, économiques, politiques, ...), de l'infrastructure support (réseau, centrales, mines, ...), de l'organisation (garanties de services, accès universel, concurrence ou monopole, ...) et des modalités de financement (investissement, tarifs, ...)

Mais, aujourd'hui le discours politique se focalise, en général, uniquement sur l'impact d'une hausse des prix sur les consommations directes. C'est, hélas, oublier le rôle systémique de l'énergie dans nos économies. Trois quart de l'énergie consommée aujourd'hui n'est pas "vue" par le consommateur final.

Notre ambition, avec l'emprise énergétique, est d'aider à l'orientation des politiques et comportements par un signal adressé à tous les citoyens, qui intègre au mieux les impacts de l'ensemble de la chaîne de production, sans oublier ceux externalisés au travers des flux commerciaux internationaux.

Il ne s'agit pas, bien sûr, de faire peser toute la responsabilité des problèmes énergétiques sur les consommateurs finaux, qui ne peuvent pas influencer directement sur les méthodes de production des différents secteurs productifs, mais de bien rappeler que demande et offre sont imbriquées. Il s'agit en fait d'essayer de faire prendre conscience des impacts des différents modes de consommation sur les besoins globaux en énergie du système économique et mieux éclairer les choix.

L'enjeu est de permettre aux décideurs, politiques ou d'entreprises, de mesurer l'impact global sur la consommation d'une contrainte, physique ou économique, forte et durable sur l'énergie et d'anticiper les évolutions nécessaires à la société, pour la "rendre supportable".

En donnant au consommateur final qui est toujours, in fine, le moteur de toutes les demandes, un tel signal sur la répartition de l'emprise énergétique de ses choix ainsi qu'une indication sur les arbitrages qu'il peut faire, l'aiderait dans ses choix citoyens.

Cette représentation n'a pas vocation à remplacer les bilans énergétiques actuels, qui au delà de leur simplicité de mise en œuvre, répondent parfaitement à une grande partie des besoins. Elle vient s'ajouter pour mieux mettre en perspective l'intégration grandissante des processus dans nos sociétés. Ce qui est intéressant, pour une évaluation globale des contraintes induites par des politiques d'amélioration de l'efficacité énergétique, tant pour leur ampleur que pour leurs modalités de mise en œuvre. Elle introduit une dimension supplémentaire dans l'analyse des dépendances énergétiques.

Le calcul de cette emprise énergétique s'inscrit parfaitement dans les efforts actuels de construction d'indicateurs de "contenu carbone", "d'eau virtuelle" ou autres "empreintes" environnementales ou écologiques. Efforts dont l'objet est plus d'aider à mieux identifier les enjeux énergétiques globaux pour élaborer des réponses politiques globales les plus efficaces qu'à être utilisés directement dans des réglementations précises. En effet, la multiplicité actuelle des processus de fabrication des produits de consommation rend illusoire la possibilité de renseigner de façon pertinente et fiable des "étiquettes-énergie" (ou GES) des produits finaux, et plaide pour le principe d'une taxation à la source.

L'intérêt de ce type d'approche pourrait également être, d'affiner le concept de précarité énergétique. Les mesures actuelles n'appréhendent pas l'ensemble de la charge énergétique qui pèse sur un ménage. Déjà aujourd'hui, le plus souvent, la précarité énergétique ne concerne que les consommations résidentielles ; l'ajout de l'énergie achetée pour satisfaire les besoins de mobilité rajouterait environ 50%. Prendre en compte toute l'emprise bouleverserait les ordres de grandeur. Dans un contexte de contrainte énergétique forte, l'approche permettrait, à partir d'une connaissance fine des paniers de consommation et de leur contenu énergétique total, d'organiser un débat citoyen sur le niveau d'emprise énergétique "de base" à garantir socialement. Elle donnerait au Politique des éléments précieux sur les mécanismes de redistribution qui devraient accompagner une forte hausse des prix de l'énergie.

10. Bibliographie

- BELLAMY et al. : BELLAMY, V., CONSALES, G., FESSEAU, M., LELAIDIER, S., & RAYNAUD, E. (2011). *Une décomposition du compte des ménages de la comptabilité nationale par catégorie de ménage en 2003*. INSEE, Direction des Etudes et des Synthèses Economiques. INSEE.
- M. BORDIGONI et al. (2011): Mathieu BORDIGONI, Alain HITA, Gilles LE BLANC 2011 Energy Policy, Role of embodied energy in the European manufacturing industry: Application to short-term impacts of a carbon tax
- M. BRAIBANT, C. (Juillet 2008). *La synthèse du tableau entrées-sorties en année courante Base 2000*. INSEE, Note méthodologique N°13.
- DAVIS, S.J., CALDEIRA, K., 2010. Consumption-based accounting of CO emissions. Proceedings of the National Academy of Science, 107, 5687-5692.
- DAVIS, S.J., PETERS, G.P., CALDEIRA, K., 2011. The supply chain of CO2 emissions. Proceedings of the National Academy of Science, 108, 18554-18559.
- CAYLA, J.-M. (2011, Mars). "Les ménages sous la contrainte carbone. Exercice de modélisation des secteurs résidentiel et transports avec TIMES", soutenue le 3 mars 2011
- GTAP, Purdue University Global Trade Analysis Project: <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/>
- HAMDI-CHERIF. (2011). "Addressing a 'self-trade' issue in GTAPAgg" ; Presented at the 14th Annual Conference on Global Economic Analysis, Venice, Italy. CIREA.
- HERTWICH, E. G., & PETERS, G. P. (2009). Carbon Footprint of Nations: A global Trade-Linked Analysis. *Environmental Science & Technology* .
- HERTWICH, E. G., & PETERS, G. P. (2008). Supporting information for the Carbon Footprint of Nations. A global, trade-linked analysis. *Environmental Science & Technology*.
- IFEN. (2006). *NAMEA, un outil pour relier activités économiques et pressions environnementales*. Les dossiers.
- INSEE. (2009). *Cinquante ans de consommation en France*. Insee Références.
- INSEE. (2010). *Effet du traitement des Sifim sur le revenu disponible des ménages et leur pouvoir d'achat*.
- INSEE. (s.d.). *Décomposition du compte des ménages pour l'année 2003*. Consulté le septembre 2011, sur INSEE: http://www.insee.fr/fr/themes/theme.asp?theme=16&sous_theme=2.2
- LE LAIDIER, S. (juin 2009). *Les transferts en nature atténuent les inégalités de revenus*. INSEE Première N°1264.
- CGDD-SOeS, 2010. « CO2 et activités économiques de la France - Tendances 1990-2007 et facteurs d'évolution », *Études & documents*, n° 27, août 2010, 47 p. <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/> , rubrique Publications
- CGDD-SOeS, 2012. « L'empreinte carbone de la consommation des Français : évolution de 1990 à 2007 », *Le Point Sur* n° 114, 4 p. <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/publications/p/1939/1178/lempreinte-carbone-consommation-francais-evolution-1990.html>

- LENGLART F., LESIEUR C., PASQUIER J.-L., 2010. « Les émissions de CO2 du circuit économique en France », L'économie française, Insee Références, édition 2010, juillet 2010. pp. 101-125. <http://www.insee.fr> , rubrique Publications > Collections nationales > Insee Références
- MERCERON, & THEULIÈRE. (Octobre 2010). *Les dépenses d'énergie des ménages depuis 20 ans : une part moyenne stable dans le budget, des inégalités accrues*. INSEE, division Conditions de vie des ménages, N°1315.
- OFCE. (2009). *Consommation et importations*.
- JACKSON, T. (2005). *Motivating Sustainable consumption, a review of evidence on consumer behaviour and behavioural change*. A report to the sustainable development network.
- NAKANO, S., OKAMURA, A., SAKURAI, N., SUZUKI, M., TOJO, Y., & YAMANO, N. (2009). *The measurement of CO2 embodiments in international trade: Evidence from the harmonised input-output and bilateral trade database*. Statistical Analysis of Science, Technology and Industry.
- Note du COMMISSARIAT GÉNÉRAL AU DÉVELOPPEMENT DURABLE, le point sur: "[Un an de mise en œuvre des recommandations de la Commission Stiglitz: Vers une nouvelle génération d'indicateurs](#)" N°64 Septembre 2010.
- PAILLAT E, ADAM J., WILMOTTE J.-Y. (2011). « Empreinte carbone : en 20 ans, les Français ont pris du poids ! », *Lettre du carbone* n° 2, Carbone 4, 8 p. <http://www.carbone4.com/fr>
- PASQUIER, J.-L., LENGLART, F., & LESIEUR, C. (2009). *Les émissions de CO2 du circuit économique français*. INSEE, SOeS.
- PASQUIER, 2012 "L'empreinte carbone de la consommation des Français : évolution de 1990 à 2007" SOeS, Le point sur n°114 - mars 2012.
- PETERS, G. P. (2008). *database, Opportunities and challenges for environmental MRIO modelling: Illustrations with the GTAP*. Trondheim, Norvège: Industrial Ecology Programme, Norwegian University of Science and Technology (NTNU).
- PETERS, G. P., & HERTWICH, E. G. (2008, Janvier 30). CO Embodied in international trade with implications for global climate policy. *Environmental Science & Technology* , pp. 1401-1407.
- Peters G., Minx J., Weber C, and Edenhofer O. (2011). "Growth in emission transfers via international trade from 1990 to 2008", Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America, 6 p. + Excel worksheets. <http://www.pnas.org/content/early/2011/04/19/1006388108.abstract>
- PIRIOU, J.-P. (2008). *La comptabilité nationale*. La découverte.
- POUROUCHOTTAMIN, P., & De LA FUENTE, C. (2009). *Méthodologie de calcul du contenu énergétique des usages*. note EDF R&D H-E21-2009-03980-FR.
- POUROUCHOTTAMIN, P., & LABATUT, M. (2011 " élaboration d'une méthodologie de calcul d'empreinte énergétique différenciée selon les catégories de ménages en France", note)EDF R&D : H-E21-2011-02960-FR,
- QUINET, A. (2008). *Rapport de la Commission sur la mesure du pouvoir d'achat des ménages*. Ministère de l'économie.
- SÉNAT, délégation de la planification. (2009). *Rapport d'information sur la relation économique entre la consommation des ménages et les importations*.
- STIGLITZ, J., SEN, A., & FITOUSSI, J. (2009). *Rapport de la Commission sur la mesure des performances économiques et du progrès social*.
- TURNER, K., LENZEN, M., & WIEDMANN, T. (2007). Examining the global environmental impact of regional consumption activities: Part 1 & Part 2. *Ecological Economics* , 37-44.
- Prabodh Pourouchottamin EDF R&D, le 1er octobre 2012 ; "Emprise énergétique de la consommation". 32/46

- WEBER, C. L. (2008). *Uncertainties in Constructing environmental multiregional Input-Output Models*. Pittsburgh, PA, USA: Carnegie Mellon University.
- WEBER, C. L., & MATTHEWS, H. S. (2008). Quantifying the global and distributional aspects of American household carbon footprint. *Ecological Economics* , 66 379-391.
- WIEDMANN, T. (2009). A review of recent multi-region input-output models used for consumption-based emission and resource accounting. *Ecological Economics* , doi:10.1016/j.ecolecon.2009.08.026.
- WIEDMANN, T. (2006). Allocating ecological footprints to final consumption categories with input-output analysis. *Science Direct* , 28-48.
- WIEDMANN, T. e. (2007). *Multiregional Input-Output Modelling Opens New Opportunities for the Estimation of Ecological Footprints Embedded in International Trade*. Papier pour International Ecological Footprint Conference, Cardiff.

11. Annexes

11.1. Annexe 1 Qualification des données énergétiques GTAP

L'allocation des consommations d'énergie primaire aux différentes entités consommatrices de la base GTAP, a été faite à partir des informations de la base AIE pour l'année 2004. La confrontation des données brutes des deux bases a fait apparaître des écarts importants.

En effet, le total GTAP des consommations des entreprises (13229 Mtep) et des ménages (1917 Mtep) fait 15146 Mtep alors que le total AIE est de 11227 Mtep (avec les "soutes") soit **un écart supérieur au 1/3** (3 869 Mtep)!

Des échanges avec les concepteurs de GTAP ont permis de confirmer le problème, d'en identifier les causes et d'élaborer les premiers correctifs les plus adaptés.

Pour cela, il est nécessaire de comprendre la structure de la base AIE ainsi que la méthode de reconstruction utilisée par les concepteurs de GTAP.

Dans la base AIE les données sont représentées en "produits" (primaires ou secondaire) alloués à certains secteurs (de l'économie) qui s'échangent des "flux" (d'énergie): rentrants assimilés à un achat ou une consommation, affecté d'un signe négatif ("input"; <0) ou sortants assimilés à une vente, affecté d'un signe positif ("output"; >0); ces flux sont ceux repris dans GTAP.

L'AIE définit par pays une grandeur "TPES" (Total Primary Energy Supply) qui représente la production d'énergie primaire d'un pays, à laquelle il faut ajouter les flux imports (>0) ou exports(<0), les variations de stocks et les soutes maritimes (<0) pour avoir une image de l'énergie primaire consommée dans le pays. L'ensemble des utilisateurs de cette énergie est regroupé en 3 parties: les consommateurs finaux, un secteur "énergie" (fournisseurs d'énergie finale) et un secteur "transformation" (où la ressource énergétique brute est transformée en vecteur utilisable).

On a : $\{0\} \text{ TPES} = \text{TFC} - ([\text{TS}] + [\text{ES}] + \Delta)$, (avec $\Delta = \text{DL}$ (Distribution Loss ou pertes) + T (transferts) + SD (statistical differences ou écarts statistiques))

Soit: l'ensemble de la production primaire = la consommation finale – (l'énergie "perdue" dans les transformations des produits énergétiques (<0) + les consommations du secteur énergie (<0)) + les pertes (<0) (– les écarts statistiques - les transferts (reclassements comptables, ...)]

" Δ " représentant la somme algébrique des éléments constitutifs de l'écart

Dans sa base, l'AIE ne compte pas les achats de combustibles des "utilities" (électriciens et producteurs de chaleur) pour leur revente d'énergie dans le secteur "énergie" mais dans le secteur "transformation".

Lors de l'introduction de la dimension énergétique dans GTAP, les concepteurs ont été confrontés à deux difficultés.

La première relative aux différences de découpage sectoriel entre les deux bases est classique et assez facile à circonscrire ce qui ne signifie pas qu'elle soit facile à mettre en œuvre pour autant.

La seconde, plus délicate, concerne la comptabilité énergétique, qui du côté GTAP s'est attachée à allouer à chaque flux monétaire sectoriel un flux énergétique. Or tous les "produits" énergétiques ne sont pas explicitement consommés: certains disparaissent simplement lors de transformation (chaleur, ...) sans que ce ne soit explicitement identifié comme une consommation d'un secteur, voire ne sont des conséquences du choix des conventions statistiques (pour les énergies non-fossiles par exemple). Du coup, certains flux énergétiques sont difficiles à allouer à un flux monétaire.

Pour GTAP, en considérant les flux énergétiques ça donne pour le secteur "transformation":

[TS] = -ITS + OTS, (les transformations correspondent à l'écart entre les valeurs absolues ce qui rentre et sort du secteur transformation pour être consommé/acheté par d'autres secteurs)

Et pour le secteur "énergie": [ES] = -IES + OES, (les consommations du secteur énergie avec OES=0 pour l'AIE)

{0} devient {0'} **TPES = TFC + IES + ITS - OTS - "Δ"**. (consoPrimaire = consofinale +entréesSecteurEnergie + entréesTransfo - sortiesTransfo- les pertes - les transferts - les différences statistiques)

Ou {0''} **TPES = TFC + IES + ITS - OTS - ("Δ")** (consoPrimaire = consofinale +entréesSecteurEnergie + entréesTransfo -sortiesTransfo- les écarts)

D'où

$$\{i\} \quad \mathbf{TFC + IES + ITS = TPES + OTS + ("Δ")}$$

Avec chaque fois les "trigrammes" (TFC, IES, ITS et OTS) étant les valeurs absolues des flux.

Or dans GTAP, qui repose sur les flux monétaires, le bilan énergie total (E_{GTAP}) apparaît comme la somme des consommations énergétiques des secteurs productifs (EVF) et des ménages (EVH), soit:

$$E_{GTAP} = [EVF + EVH] = TFC + IES + ITS - \mathbf{ITSnf}$$

(consommation finale+consommation du secteur "Énergie" + consommation du secteur "transformation" - inputs non fossiles qui ne correspondent pas à des achats réels d'énergie et ne peuvent pas apparaître dans GTAP)

{i} devient : **TPES = $E_{GTAP} - OTS - ("Δ") + \mathbf{ITSnf}$** . Avec **$ITSnf = 1156$ Mtep** et **$OTS = 5581$ Mtep**

L'écart entre le bilan AIE et GTAP correspond aux productions ("output") du secteur "transformation", qui seraient comptées 2 fois dans GTAP: une fois au niveau du secteur transformation et encore dans ce qui rentre dans le secteur énergie, alors que du point de la comptabilité il s'agit d'une même entité souvent!); le tout corrigé les "inputs" non-fossiles non comptabilisés dans GTAP. Cette correction qui permet de recalculer les niveaux globaux d'énergie peut avoir un impact sur le suivi des imports/exports des ressources énergétiques ; un travail d'analyse reste à faire.

Et plus précisément en tenant compte de la **biomasse traditionnelle (EBT= 942 Mtep)** qui ne doit pas apparaître dans les TES, **on obtient :**

$$\mathbf{E_{GTAP} = EVF + EVH = TFC + IES + ITS - ITSnf - EBT + "Δ"}$$

Soit: $\{i\} \quad \mathbf{E_{GTAP} = TPES + OTS - ITSnf - EBT + ("Δ")}$

Ce recalage effectué, le bilan énergétique mondial devient plus cohérent.

Bilan énergétique global de l'AIE pour 2004 (sans les soutes)	10 980 Mtep	
Bilan énergétique global de l'AIE pour 2004 (avec les soutes)	11 277 Mtep	Écart (%)
Bilan énergétique global de GTAP 7 original	15 146 Mtep	3869 Mtep (≈34%)
À retirer des consommations du secteur "transformation"	-5 881 Mtep	
À ajouter à l'équivalent énergie primaire des vecteurs non fossiles	+1 156 Mtep	
À ajouter la biomasse traditionnelle	+ 942 Mtep	
Bilan énergétique global de GTAP 7 recalé	11 664 Mtep	386 Mtep (≈3%)

Tableau 8. Recalage du bilan énergétique global dans GTAP

Le tableau suivant montre que des investigations plus fines au niveau régional seront aussi nécessaires pour bien consolider les résultats particulièrement pour le Moyen-Orient (traitement du pétrole?), l'Amérique Latine (effet du poids de la ressource biomasse?), etc.

Tableau 9

sur les 12 régions	TPES AIE avec Soutes	GTAP0 = Bilan énergie GTAP initial	GTAP0 -AIE (%)	OTS = outputs secteur transformation mtep	ITSnf = input secteur transfo non fossile	GTAP1= GTAP0 - OTS +ITSnF	GTAP1 -AIE (%)	EBt = Primary solid biomass TFC	GTAP2= GTAP1 +EBT	GTAP2 -AIE (%)
Europe15+	1495	2 169	-45%	875	-200	1494	0%	35	1528	-2%
France	284	286	-1%	142	-124	269	5%	9	278	2%
EuropeNew	299	409	-37%	148	-32	293	2%	13	306	-2%
Chine	1677	2 083	-24%	634	-45	1494	11%	217	1711	-2%
JaponCoree	876	1 300	-48%	512	-135	923	-5%	2	926	-6%
AsieduSud	639	629	1%	207	-17	440	31%	202	641	0%
PacifiqueSud	617	718	-16%	230	-44	533	14%	111	643	-4%
Namerica	2644	3 716	-41%	1 362	-323	2676	-1%	49	2725	-3%
LatinAmer	677	977	-44%	402	-88	663	2%	68	731	-8%
MoyenOrient	499	897	-80%	323	-2	575	-15%	1	576	-15%
Afrique	596	484	19%	170	-58	372	38%	231	603	-1%
ExURSS	974	1 478	-52%	576	-88	991	-2%	4	995	-2%
total monde	11277	15 146	-34%	5 581	-1 156	10722	4,9%	942	11664	-3,4%

Tant au niveau global que régional, une discussion avec les concepteurs de la base GTAP sera nécessaire pour savoir exactement la répartition faite dans GTAP des soutes et de la biomasse traditionnelle ainsi que des éléments constitutifs de la grandeur " Δ " (qui valent en 2004 respectivement -183 Mtep pour *DL*, +19 Mtep pour *T* et -21 Mtep pour *SD*). Ils ne sont pas intégrés dans les corrections pour cette étude.

Il faudra d'abord actualiser les résultats avec la nouvelle version de la base GTAP.

11.2. Annexe 2

On trouve donc sur le site de l'INSEE les données ainsi organisées pour les quatre types de catégories de ménages. Ci-dessous la décomposition du compte par quintiles de niveau de vie.

Dépenses de consommation, transferts sociaux en nature et consommation finale effective des ménages ordinaires de métropole (*) en 2003 selon l'échelle des niveaux de vie, montant annuel moyen par ménage et par unité de consommation

		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Ensemble Ménages ordinaires métropole
<i>Montant moyen annuel par ménage 2003, en euros</i>							
P3 (**)	Dépense de consommation finale						
01	Prod. alimentaires et boissons non alcoolisées	3 021	4 115	4 825	5 452	6 253	4 733
02	Boissons alcoolisées et tabac	762	1 089	1 226	1 299	1 314	1 138
03	Articles d'habillement et chaussures	770	1 224	1 612	2 079	2 696	1 676
04	Logement, eau, gaz, électricité et autres combustibles	3 719	5 630	7 666	9 828	12 919	7 953
05	Meubles, articles de ménage et entretien courant de l'habitation	761	1 339	1 718	2 231	3 898	1 989
06	Santé	784	1 089	1 187	1 162	1 338	1 112
07	Transport	1 737	3 366	4 664	5 827	6 935	4 506
08	Communications	621	812	919	1 089	1 117	911
09	Loisirs et culture	1 093	1 993	2 702	3 591	5 336	2 943
10	Education	78	117	176	303	426	220
11	Hôtels, cafés et restaurants	637	1 275	1 876	2 905	4 406	2 220
12	Autres biens et services	1 260	2 043	2 650	3 328	5 077	2 872
TOTAL	Dépense de consommation par ménage	15 242	24 093	31 220	39 096	51 716	32 274
	Dépense de consommation par unité de consommation	9 927	15 220	19 335	23 863	33 507	20 388
D63	Transferts sociaux en nature						
01	Prod. alimentaires et boissons non alcoolisées						
02	Boissons alcoolisées et tabac						
03	Articles d'habillement et chaussures						
04	Logement, eau, gaz, électricité et autres combustibles	1 433	462	103	27	12	408
05	Meubles, articles de ménage et entretien courant de l'habitation						
06	Santé	3 945	4 270	3 985	3 464	3 550	3 843
07	Transport	35	36	36	37	35	36
08	Communications						
09	Loisirs et culture	182	419	615	805	1 156	636
10	Education	4 223	3 059	2 785	2 698	2 321	3 017
11	Hôtels, cafés et restaurants						
12	Autres biens et services	1 864	1 317	1 259	1 269	1 134	1 368
	<i>Dont : Administration</i>	841	867	884	897	845	867
	<i>Aide aux handicapés</i>	520	83	32	25	14	135
	<i>Personnes âgées, dépendantes</i>	339	154	47	21	9	114
	<i>Garde d'enfants, crèches</i>	34	103	201	239	200	155
	<i>Aide sociale à l'enfance (AS)</i>	130	109	94	88	66	97
TOTAL	Transferts sociaux en nature par ménage	11 681	9 562	8 784	8 300	8 208	9 307
	Transferts sociaux en nature par unité de consommation	7 607	6 040	5 440	5 066	5 318	5 879
P4	Consommation finale effective						
01	Prod. alimentaires et boissons non alcoolisées	3 021	4 115	4 825	5 452	6 253	4 733
02	Boissons alcoolisées et tabac	762	1 089	1 226	1 299	1 314	1 138
03	Articles d'habillement et chaussures	770	1 224	1 612	2 079	2 696	1 676
04	Logement, eau, gaz, électricité et autres combustibles	5 153	6 092	7 769	9 856	12 932	8 360
05	Meubles, articles de ménage et entretien courant de l'habitation	761	1 339	1 718	2 231	3 898	1 989
06	Santé	4 728	5 359	5 173	4 626	4 888	4 955
07	Transport	1 771	3 402	4 700	5 864	6 970	4 541
08	Communications	621	812	919	1 089	1 117	911
09	Loisirs et culture	1 275	2 412	3 317	4 396	6 492	3 578
10	Education	4 301	3 176	2 961	3 001	2 747	3 237
11	Hôtels, cafés et restaurants	637	1 275	1 876	2 905	4 406	2 220
12	Autres biens et services	3 123	3 360	3 908	4 598	6 211	4 240
TOTAL	Dépense de consommation par ménage après transferts sociaux en nature	26 923	33 655	40 004	47 396	59 923	41 580
	Dépense de consommation par ménage après transferts sociaux en nature par unité de consommation	17 534	21 261	24 775	28 928	38 825	26 267
	Nombre de ménages (***)	5 051 622	5 051 622	5 051 622	5 051 622	5 051 622	25 258 111
	Nombre moyen d'unités de consommation	1,54	1,58	1,61	1,64	1,54	1,58

Source : http://www.insee.fr/fr/themes/theme.asp?theme=16&sous_theme=2.2

Champ : ménages ordinaires de métropole, hors Sifim¹⁷

(*) Ménages ordinaires de métropole (hors DOM, hors personnes vivant en collectivité) y compris entrepreneurs individuels

(**) Pour les ménages P3 est égal à P31

(***) Le nombre de ménages est issu du compte satellite du logement ; le nombre moyen d'unités de consommation par catégorie des enquêtes emploi en continu et revenus fiscaux

¹⁷ Sifim : Services d'intermédiation financière indirectement mesurés

11.3. Annexe 3 : Nomenclature fonctionnelle COICOP désagrégée

Analyse par fonction: Définition

L'analyse par fonction vise à donner une vue globale de la production réalisée par une unité donnée. Certaines activités de production ne donnent pas lieu à facturation et ne sont donc normalement pas enregistrées ou mesurées à des fins statistiques. Elles ne se prêtent dès lors pas à une [analyse par secteur d'activité](#) ou par production. L'analyse par fonction s'intéresse à l'étude de toutes les activités facturées et non facturées.

Dans les statistiques sur les [entreprises](#), une distinction peut être faite entre les fonctions suivantes: production, achats, recherche-développement, ventes et marketing, administration, comptabilité, gestion, transports (internes), réparations, [commerce](#), etc. Lorsque ces fonctions sont des activités auxiliaires (activités exercées à l'intérieur d'une entreprise pour pouvoir exercer d'autres activités), elles ne sont généralement pas facturées.

Une autre définition de l'analyse par fonction consiste dans le regroupement de toutes les activités productives concourant à la satisfaction d'un besoin donné. Les fonctions suivantes peuvent être distinguées: éducation, défense, logement, habillement, marketing, transports, comptabilité, commerce, etc. Une analyse par fonction peut dès lors couvrir de nombreux secteurs d'activité. Le but de l'analyse est d'observer comment un besoin donné (par exemple l'éducation) est satisfait par les différents secteurs d'activité.

L'analyse par fonction est à l'origine de certaines nomenclatures spécifiques :

- la [COICOP](#) (nomenclature des fonctions de la consommation individuelle des [ménages](#)) pour les [dépenses des ménages](#)
- la [COFOG](#) (nomenclature des fonctions des [administrations publiques](#)) pour les dépenses des administrations publiques.
- La [COPNI](#) nomenclature des fonctions des institutions sans but lucratif au service des ménages.
- La [COPP](#) nomenclature des dépenses des producteurs par fonction.

Classification des fonctions de consommation des ménages (COICOP)

- 01 - Produits alimentaires et boissons non alcoolisées
 - 01.1 - Produits alimentaires
 - 01.2 - Boissons non alcoolisées
- 02 - Boissons alcoolisées, tabac et stupéfiants
 - 02.1 - Boissons alcoolisées
 - 02.2 - Tabac
 - 02.3 - Stupéfiants
- 03 - Articles d'habillement et chaussures
 - 03.1 - Articles d'habillement
 - 03.2 - Chaussures
- 04 - Logement, eau, gaz, électricité et autres combustibles
 - 04.1 - Loyers effectifs
 - 04.2 - Loyers fictifs
 - 04.3 - Entretien et réparation des logements
 - 04.4 - Alimentation en eau et services divers liés au logement
 - 04.5 - Électricité, gaz et autres combustibles

- 05 - Meubles, articles de ménage et entretien courant du foyer
 - 05.1 - Meubles, articles d'ameublement, tapis et autres revêtements de sol
 - 05.2 - Articles de ménage en textiles
 - 05.3 - Appareils ménagers
 - 05.4 - Verrerie, vaisselle et ustensiles de ménage
 - 05.5 - Outillage et autre matériel pour la maison et le jardin
 - 05.6 - Biens et services liés à l'entretien courant du foyer
- 06 - Santé
 - 06.1 - Produits, appareils et matériels médicaux
 - 06.2 - Services ambulatoires
 - 06.3 - Services hospitaliers
- 07 - Transports
 - 07.1 - Achat de véhicules
 - 07.2 - Dépenses d'utilisation des véhicules
 - 07.3 - Services de transport
- 08 - Communications
 - 08.1 - Services postaux
 - 08.2 - Matériel de téléphonie et de télécopie
 - 08.3 - Services de téléphonie et de télécopie
- 09 - Loisirs et culture
 - 09.1 - Matériel audiovisuel, photographique et de traitement de l'information
 - 09.2 - Autres biens durables à fonction récréative et culturelle
 - 09.3 - Autres articles et matériel de loisirs, de jardinage et animaux de compagnie
 - 09.4 - Services récréatifs et culturels
 - 09.5 - Journaux, livres et articles de papeterie
 - 09.6 - Forfaits touristiques
- 10 - Enseignement
 - 10.1 - Enseignement préélémentaire et primaire
 - 10.2 - Enseignement secondaire
 - 10.3 - Enseignement postsecondaire non supérieur
 - 10.4 - Enseignement supérieur
 - 10.5 - Enseignement non défini par niveau
- 11 - Restaurants et hôtels
 - 11.1 - Services de restauration
 - 11.2 - Services d'hébergement
- 12 - Biens et services divers
 - 12.1 - Soins corporels
 - 12.2 - Prostitution
 - 12.3 - Effets personnels n.c.a.
 - 12.4 - Protection sociale
 - 12.5 - Assurance
 - 12.6 - Services financiers n.c.a.
 - 12.7 - Autres services n.c.a.

Fonctions de consommation correspondant aux transferts sociaux en nature

- 13 - Dépenses de consommation individuelle à la charge des institutions sans but lucratif au service des ménages (ISBLSM)
 - 13.1 - Logement
 - 13.2 - Santé
 - 13.3 - Loisirs et culture
 - 13.4 - Enseignement

- 13.5 - Protection sociale
- 13.6 - Autres services
- 14 - Dépenses de consommation individuelle à la charge des administrations publiques
 - 14.1 - Logement
 - 14.2 - Santé
 - 14.3 - Loisirs et culture
 - 14.4 - Enseignement
 - 14.5 - Protection sociale

version désagrégée (47 postes qui sont le détail des 12 postes principaux)¹⁸.

¹⁸ <http://unstats.un.org/unsd/cr/registry/regcst.asp?CI=5>

11.4. Annexe 4 : correspondance secteurs NES 118 – GTAP 56

Agriculture, sylviculture, pêche		GTAP
A01	Agriculture, chasse, services annexes, élevage	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12
A02	Sylviculture, exploitation forestière, services annexes	13
A03	Pêche, aquaculture	14
Industries agricoles et alimentaires		
B01	Industrie des viandes	19, 20
B02	Industrie du lait	22
B03	Industrie des boissons	26
B04	Travail du grain ; fabrication d'aliments pour animaux	23
B05	Industries alimentaires diverses	21,24,25
B06	Industrie du tabac	26
Habillement, cuir		
C11	Industrie de l'habillement et des fourrures	28
C12	Industrie du cuir et de la chaussure	29
Édition, imprimerie, reproduction		
C20	Edition, imprimerie, reproduction	31
Pharmacie, parfumerie et entretien		
C31	Industrie pharmaceutique	33
C32	Fabrication de savons, de parfums et de produits d'entr	33
Industries des équipements du foyer		
C41	Fabrication de meubles	30
C42	Bijouterie et fabrication d'instruments de musique	42
C43	Fabrication d'articles de sport, de jeux et industries div	42
C44	Fabrication d'appareils domestiques	41
C45	Fabrication d'appareils de réception, d'enregistrement e	40
C46	Fabrication de matériel optique et photographique, horlo	41
Industrie automobile		
D01	Construction automobile	38
D02	Fabrication d'équipements automobiles	38
Construction navale, aéronautique et ferroviaire		
E11	Construction navale	39
E12	Construction de matériel ferroviaire roulant	39
E13	Construction aéronautique et spatiale	39
E14	Fabrication de cycles, motocycles, matériel de transpo	39
Industries des équipements mécaniques		
E21	Fabrication d'éléments en métal pour la construction	37
E22	Chaudronnerie, fabrication de réservoirs métalliques et	35
E23	Fabrication d'équipements mécaniques	41
E24	Fabrication de machines d'usage général	41
E25	Fabrication de machines agricoles	41
E26	Fabrication de machines-outils	41
E27	Fabrication d'autres machines d'usage spécifique	41
E28	Fabrication d'armes et de munitions	41
Industries des équipements électriques et électroniques		
E31	Fabrication de machines de bureau et de matériel infor	40
E32	Fabrication de moteurs, génératrices et transformateurs	41
E33	Fabrication d'appareils d'émission et de transmission	40
E34	Fabrication de matériel médicochirurgical et d'orthopédi	41
E35	Fabrication de matériel de mesure et de contrôle	41

Industries des produits minéraux			
F11	Extraction de minerais métalliques		18
F12	Autres industries extractives		18
F13	Fabrication de verre et d'articles en verre		34
F14	Fabrication de produits céramiques et de matériaux de		34
Industrie textile			
F21	Filature et tissage		27
F22	Fabrication de produits textiles		27
F23	Fabrication d'étoffes et d'articles à maille		27
Industries du bois et du papier			
F31	Travail du bois et fabrication d'articles en bois		30
F32	Fabrication de pâte à papier, de papier et de carton		31
F33	Fabrication d'articles en papier ou en carton		31
Chimie, caoutchouc, plastiques			
F41	Industrie chimique minérale		33
F42	Industrie chimique organique		33
F43	Parachimie		33
F44	Fabrication de fibres artificielles ou synthétiques		33
F45	Industrie du caoutchouc		33
F46	Transformation des matières plastiques		33
Métallurgie et transformation des métaux			
F51	Sidérurgie et première transformation de l'acier		35
F52	Production de métaux non ferreux		36
F53	Fonderie		35
F54	Services industriels du travail des métaux		35
F55	Fabrication de produits métalliques		37
F56	Récupération		35
Industrie des composants électriques et électroniques			
F61	Fabrication de matériel électrique		41
F62	Fabrication de composants électroniques		41
Production de combustibles et de carburants			
G11	Extraction de houille, de lignite et de tourbe		15
G12	Extraction d'hydrocarbures ; services annexes		16 et 17
G13	Extraction de minerais d'uranium		18
G14	Cokéfaction et industrie nucléaire		32
G15	Raffinage de pétrole		32
Eau, gaz, électricité			43 et 44
G21	Production et distribution d'électricité, de gaz et de cha		43 et 44
G22	Captage, traitement et distribution d'eau		45
Construction			
H01	Bâtiment		46
H02	Travaux publics		46
Commerce et réparation automobile			
J10	Commerce et réparation automobile		47
Commerce de gros, intermédiaires			
J20	Commerce de gros, intermédiaires		47
Commerce de détail, réparations			
J31	Grandes surfaces à prédominance alimentaire		47

J32	Magasins d'alimentation, spécialisés ou non	47
J33	Autres commerces de détail, en magasin ou non, répar	47
Transports		
K01	Transports ferroviaires	48
K02	Transport routier de voyageurs	48
K03	Transport routier (ou par conduites) de marchandises	48
K04	Transports par eau	49
K05	Transports aériens	50
K06	Transport spatial	50
K07	Manutention, entreposage, gestion d'infrastructures	48
K08	Agences de voyage	48
K09	Organisation du transport de fret	48
Activités financières		
L01	Intermédiation financière	52
L02	Assurance	53
L03	Auxiliaires financiers et d'assurance	52
Activités immobilières		
M01	Promotion, gestion immobilière	54 et 57
M02	Location immobilière	54 et 57
Postes et télécommunications		
N11	Activités de poste et de courrier	51
N12	Télécommunications	51
Conseils et assistance		
N21	Activités informatiques	54 et 57
N22	Services professionnels	54 et 57
N23	Administration d'entreprises	54 et 57
N24	Publicité et études de marché	54 et 57
N25	Architecture, ingénierie, contrôle	54 et 57
Services opérationnels		
N31	Location sans opérateur	54 et 57
N32	Sélection et fourniture de personnel	54 et 57
N33	Sécurité, nettoyage et services divers aux entreprises	54 et 57
N34	Assainissement, voirie et gestion des déchets	56
Recherche et développement		
N40	Recherche et développement	54 et 57
Hôtels et restaurants		
P10	Hôtels et restaurants	47
Activités récréatives, culturelles et sportives		
P21	Activités audiovisuelles	55
P22	Autres activités récréatives, culturelles et sportives	55
Services personnels et domestiques		
P31	Services personnels	55
P32	Services domestiques	55
Éducation		
Q10	Education	56
Santé, action sociale		
Q21	Activités relatives à la santé	56
Q22	Action sociale	56
Administration publique		
R10	Administration publique	56
Activités associatives et extra-territoriales		
R21	Activités associatives	?
	91.1A Organisations patronales et consulaires	
	91.1C Organisations professionnelles	
	91.2Z Syndicats de salariés	
	91.3A Organisations religieuses	
	91.3C Organisations politiques	
	91.3E Organisations associatives n.c.a.	
R22	Activités extra-territoriales	
	99.0Z Activités extra-territoriales	

11.5. Annexe 5 : Découpage régional

N° Région	Région	Description	Pays	Nom	N° GTAP
1	Europe15	Europe des 15 sauf France +Tur	AUT	Austria	46
1	Europe15	Europe des 15 sauf France +Tur	BEL	Belgium	47
1	Europe15	Europe des 15 sauf France +Tur	DNK	Denmark	50
1	Europe15	Europe des 15 sauf France +Tur	FIN	Finland	52
1	Europe15	Europe des 15 sauf France +Tur	DEU	Germany	54
1	Europe15	Europe des 15 sauf France +Tur	GRC	Greece	55
1	Europe15	Europe des 15 sauf France +Tur	IRL	Ireland	57
1	Europe15	Europe des 15 sauf France +Tur	ITA	Italy	58
1	Europe15	Europe des 15 sauf France +Tur	LUX	Luxembourg	61
1	Europe15	Europe des 15 sauf France +Tur	NLD	Netherlands	63
1	Europe15	Europe des 15 sauf France +Tur	PRT	Portugal	65
1	Europe15	Europe des 15 sauf France +Tur	ESP	Spain	68
1	Europe15	Europe des 15 sauf France +Tur	SWE	Sweden	69
1	Europe15	Europe des 15 sauf France +Tur	GBR	United Kingdom	70
1	Europe15	Europe des 15 sauf France +Tur	CHE	Switzerland	71
1	Europe15	Europe des 15 sauf France +Tur	NOR	Norway	72
1	Europe15	Europe des 15 sauf France +Tur	XEF	Rest of EFTA	73
1	Europe15	Europe des 15 sauf France +Tur	TUR	Turkey	90
2	France	France	FRA	France	53
3	EuropeNew	EUrope nouveaux entrants	CYP	Cyprus	48
3	EuropeNew	EUrope nouveaux entrants	CZE	Czech Republic	49
3	EuropeNew	EUrope nouveaux entrants	EST	Estonia	51
3	EuropeNew	EUrope nouveaux entrants	HUN	Hungary	56
3	EuropeNew	EUrope nouveaux entrants	LVA	Latvia	59
3	EuropeNew	EUrope nouveaux entrants	LTU	Lithuania	60
3	EuropeNew	EUrope nouveaux entrants	MLT	Malta	62
3	EuropeNew	EUrope nouveaux entrants	POL	Poland	64
3	EuropeNew	EUrope nouveaux entrants	SVK	Slovakia	66
3	EuropeNew	EUrope nouveaux entrants	SVN	Slovenia	67
3	EuropeNew	EUrope nouveaux entrants	BGR	Bulgaria	75
3	EuropeNew	EUrope nouveaux entrants	ROU	Romania	78
3	EuropeNew	EUrope nouveaux entrants	XER	Rest of Europe	82
4	Chine	Chine HKG Singapour	CHN	China	4
4	Chine	Chine HKG Singapour	HKG	Hong Kong	5
4	Chine	Chine HKG Singapour	SGP	Singapore	16
5	JaponCoree	Japon et Cor e, et Ta wan	JPN	Japan	6
5	JaponCoree	Japon et Cor e, et Ta wan	KOR	Korea	7
5	JaponCoree	Japon et Cor e, et Ta wan	TWN	Taiwan	8
6	AsieduSud	Sous continent Indien	BGD	Bangladesh	20
6	AsieduSud	Sous continent Indien	IND	India	21
6	AsieduSud	Sous continent Indien	PAK	Pakistan	22
6	AsieduSud	Sous continent Indien	LKA	Sri Lanka	23

6	AsieduSud	Sous continent Indien	XSA	Rest of South Asia	24
7	PacifiqueSud	Southeast Asia	AUS	Australia	1
7	PacifiqueSud	Southeast Asia	NZL	New Zealand	2
7	PacifiqueSud	Southeast Asia	XOC	Rest of Oceania	3
7	PacifiqueSud	Southeast Asia	XEA	Rest of East Asia	9
7	PacifiqueSud	Southeast Asia	KHM	Cambodia	10
7	PacifiqueSud	Southeast Asia	IDN	Indonesia	11
7	PacifiqueSud	Southeast Asia	LAO	Lao People's Democratic Republ	12
7	PacifiqueSud	Southeast Asia	MMR	Myanmar	13
7	PacifiqueSud	Southeast Asia	MYS	Malaysia	14
7	PacifiqueSud	Southeast Asia	PHL	Philippines	15
7	PacifiqueSud	Southeast Asia	THA	Thailand	17
7	PacifiqueSud	Southeast Asia	VNM	Viet Nam	18
7	PacifiqueSud	Southeast Asia	XSE	Rest of Southeast Asia	19
8	NAmerica	North America	CAN	Canada	25
8	NAmerica	North America	USA	United States of America	26
8	NAmerica	North America	XNA	Rest of North America	28
9	LatinAmer	Latin America	MEX	Mexico	27
9	LatinAmer	Latin America	ARG	Argentina	29
9	LatinAmer	Latin America	BOL	Bolivia	30
9	LatinAmer	Latin America	BRA	Brazil	31
9	LatinAmer	Latin America	CHL	Chile	32
9	LatinAmer	Latin America	COL	Colombia	33
9	LatinAmer	Latin America	ECU	Ecuador	34
9	LatinAmer	Latin America	PRY	Paraguay	35
9	LatinAmer	Latin America	PER	Peru	36
9	LatinAmer	Latin America	URY	Uruguay	37
9	LatinAmer	Latin America	VEN	Venezuela	38
9	LatinAmer	Latin America	XSM	Rest of South America	39
9	LatinAmer	Latin America	CRI	Costa Rica	40
9	LatinAmer	Latin America	GTM	Guatemala	41
9	LatinAmer	Latin America	NIC	Nicaragua	42
9	LatinAmer	Latin America	PAN	Panama	43
9	LatinAmer	Latin America	XCA	Rest of Central America	44
9	LatinAmer	Latin America	XCB	Caribbean	45
10	MoyenOrient		IRN	Iran Islamic Republic of	89
10	MoyenOrient		XWS	Rest of Western Asia	91
11	Afrique	Sub-Saharan Africa	EGY	Egypt	92
11	Afrique	Sub-Saharan Africa	MAR	Morocco	93
11	Afrique	Sub-Saharan Africa	TUN	Tunisia	94
11	Afrique	Sub-Saharan Africa	XNF	Rest of North Africa	95
11	Afrique	Sub-Saharan Africa	NGA	Nigeria	96
11	Afrique	Sub-Saharan Africa	SEN	Senegal	97
11	Afrique	Sub-Saharan Africa	XWF	Rest of Western Africa	98
11	Afrique	Sub-Saharan Africa	XCF	Central Africa	99
11	Afrique	Sub-Saharan Africa	XAC	South Central Africa	100

11	Afrique	Sub-Saharan Africa	ETH	Ethiopia	101
11	Afrique	Sub-Saharan Africa	MDG	Madagascar	102
11	Afrique	Sub-Saharan Africa	MWI	Malawi	103
11	Afrique	Sub-Saharan Africa	MUS	Mauritius	104
11	Afrique	Sub-Saharan Africa	MOZ	Mozambique	105
11	Afrique	Sub-Saharan Africa	TZA	Tanzania	106
11	Afrique	Sub-Saharan Africa	UGA	Uganda	107
11	Afrique	Sub-Saharan Africa	ZMB	Zambia	108
11	Afrique	Sub-Saharan Africa	ZWE	Zimbabwe	109
11	Afrique	Sub-Saharan Africa	XEC	Rest of Eastern Africa	110
11	Afrique	Sub-Saharan Africa	BWA	Botswana	111
11	Afrique	Sub-Saharan Africa	ZAF	South Africa	112
11	Afrique	Sub-Saharan Africa	XSC	Rest of South African Customs	113
12	ExURSS	anciens pays "sovietiques"	ALB	Albania	74
12	ExURSS	anciens pays "sovietiques"	BLR	Belarus	76
12	ExURSS	anciens pays "sovietiques"	HRV	Croatia	77
12	ExURSS	anciens pays "sovietiques"	RUS	Russian Federation	79
12	ExURSS	anciens pays "sovietiques"	UKR	Ukraine	80
12	ExURSS	anciens pays "sovietiques"	XEE	Rest of Eastern Europe	81
12	ExURSS	anciens pays "sovietiques"	KAZ	Kazakhstan	83
12	ExURSS	anciens pays "sovietiques"	KGZ	Kyrgyztan	84
12	ExURSS	anciens pays "sovietiques"	XSU	Rest of Former Soviet Union	85
12	ExURSS	anciens pays "sovietiques"	ARM	Armenia	86
12	ExURSS	anciens pays "sovietiques"	AZE	Azerbaijan	87
12	ExURSS	anciens pays "sovietiques"	GEO	Georgia	88