

# ESPEER Tableaux Entrées – Sorties (TES) à extensions environnementales et à extensions déchets, apport des TES physique et des approches hybrides

BRGM – 2014

Contact : [j.villeneuve@brgm.fr](mailto:j.villeneuve@brgm.fr)

|  |   |
|--|---|
| TES à extensions déchets ou Waste Input Output Analysis .....  | 1 |
| TES à extensions environnementales ou Environmental Input-Output Analysis.....   | 2 |
| Extensions courantes (NAMEA).....  | 2 |
| Prise en compte des extensions environnementale dans les IOT.....  | 2 |
| Développement méthodologique pour élaborer les TES avec extensions environnementales ou<br>extensions déchets : TES physiques ou TES hybrides..... | 5 |
| TES physiques .....  | 5 |
| TES hybrides .....   | 6 |

## TES à extensions déchets ou Waste Input Output Analysis

Il existe en Europe une nomenclature qui décrit les catégories de déchets (European Waste Classification : EWC ). Cette dernière est construite en fonction de typologie des déchets, de leur recyclabilité, de leur dangerosité, du secteur d'activité duquel les déchets sont issus... Cette nomenclature présente le désavantage de n'avoir aucun lien avec la nomenclature produit.

La prise en compte des déchets induit des modifications importantes dans le TES. Les déchets obligent à inclure des flux physiques dans la matrice dans la mesure où le recyclage substitue des matières primaires pour leur équivalent « masse » et non pour leur équivalent « monétaire » (voir chapitre 3 de ce présent document).

### **=> Rendus du projet ESPEER**

Présentation : Description de la méthode « Waste Input Output Analysis », les TES à extension déchets (disponible sur le site web ESPEER ([espeer.brgm.fr](http://espeer.brgm.fr)), voir le fichier TES à extension déchets - Waste IO Analysis.pdf)

## TES à extensions environnementales ou Environmental Input-Output Analysis

### Extensions courantes (NAMEA)

Les inventaires d'émissions atmosphériques sont renseignés en quantités de substances émises dans l'atmosphère et pour différentes activités économiques. Les principaux inventaires disponibles sont l'inventaire des gaz à effet de serre de l'UNFCCC et l'inventaire sur les polluants transfrontalier de l'UNECE.

Ces inventaires sont réalisés selon une nomenclature (NFR09) construite dans une logique qui permet d'identifier les activités « polluantes ». Les activités en relation avec le secteur énergétique sont ainsi très détaillées. Cette nomenclature se focalise également sur les activités reconnue comme polluante telle que la production de ciment, la gestion des déchets ou encore les activités de nettoyage à sec par exemple. Cette nomenclature intègre également des catégories non-économiques en lien avec l'usage des sols ou encore le volcanisme.

Les données sont cependant publiées par Eurostat dans un format compatible avec la NACE<sup>1</sup>

### Prise en compte des extensions environnementale dans les IOT

Les extensions se présentent ainsi comme des attributs liés aux activités (émissions des activités, ressources consommées par les activités).

| Supply      | Metals | Fuel | Plastic | Cars |               | Total supply |
|-------------|--------|------|---------|------|---------------|--------------|
| Metals      | 106    |      |         |      |               | 106          |
| Fuel        |        | 92   |         |      |               | 92           |
| Plastic     |        |      | 30      |      |               | 30           |
| Cars        |        |      |         | 141  |               | 141          |
| Use         | Metals | Fuel | Plastic | Cars | f (final use) | Total use    |
| Metals      | 3      | 5    | 1       | 97   | 0             | 106          |
| Fuel        | 40     | 10   | 10      | 10   | 22            | 92           |
| Plastic     | 0      | 0    | 0       | 15   | 15            | 30           |
| Cars        | 20     | 10   | 15      | 5    | 91            | 141          |
| Work+Avalue | 43     | 67   | 4       | 14   |               |              |
| total       | 106    | 92   | 30      | 141  |               |              |

|            |     |    |   |   |                  |
|------------|-----|----|---|---|------------------|
| Emissions  | 19  | 13 | 4 | 4 | To environment   |
| Ressources | 110 | 89 | 0 | 0 | From environment |

<sup>1</sup> Voir

[http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/environmental\\_accounts/documents/eeSUIOT%20TechDoc%20final%20060411.pdf](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/environmental_accounts/documents/eeSUIOT%20TechDoc%20final%20060411.pdf)

On construit des tables représentant des ratios d'émissions ou de ressources consommées par unité de production des activités (matrice B) :

| B | Metals | Fuel | Plastic | Cars |
|---|--------|------|---------|------|
| E | 0.18   | 0.14 | 0.13    | 0.03 |
| R | 1.04   | 0.97 | 0.00    | 0.00 |

En calculant  $b = B.(I-A)^{-1}.f$ , on représente le total des émissions et des ressources consommées induites par la demande finale f.

En diagonalisant f, on peut calculer la répartition de ces pressions environnementales dans les différentes activités.

Ainsi, pour  $f =$

|         |   |
|---------|---|
| Metals  | 0 |
| Fuel    | 0 |
| Plastic | 0 |
| Cars    | 1 |

, on obtient :  $b =$

|   |      |
|---|------|
| E | 0.32 |
| R | 1.63 |

...ou aussi  $b =$

|   | Metals | Fuel | Plastic | Cars |
|---|--------|------|---------|------|
| E | 0.18   | 0.08 | 0.02    | 0.04 |
| R | 1.05   | 0.58 | 0.00    | 0.00 |

Ainsi, pour « 1 unité monétaire » de consommation finale de « cars », le total des émissions représente 0.32 unités physiques et 1.63 unités physiques de ressources. Ces émissions totales proviennent pour 0.18 de l'activité « metals », pour 0.08 de l'activité « Fuel », etc. Les consommations de ressources quant à elles, proviennent des activités qui consomment directement des ressources (« Metals » et « Fuel »).

De la même manière que pour la valeur ajoutée, la matrice de Léontief permet d'affecter des émissions (resp. des ressources) liées aux activités en des émissions (resp. des ressources) liées aux produits. On peut donc obtenir l'impact de la consommation finale d'un produit dans tous les secteurs de l'économie.

### Observation 1 :

Le TES avec ses extensions environnementales permet l'analyse des pressions environnementales selon deux perspectives<sup>2</sup> :

- une perspective « Production » : la cartographie des pressions directes de tous les secteurs de la production permet de déterminer quelle(s) industrie(s) cause(nt) les pressions les plus importantes.
- une perspective « consommation » : quels sont les produits consommés qui causent, directement et indirectement, les pressions les plus importantes ? Dans cette perspective, il est possible de différencier les consommations finales : consommation intérieure et exports.

<sup>2</sup> EEA technical report n°2/2013 « Environmental pressures from European consumption and production ».

## **Observation 2 :**

Selon la perspective « consommation », l'approche Input-Output constitue la base d'une « Analyse de Cycle de Vie » des produits consommés. Elle réalise un inventaire complet des échanges élémentaires avec l'environnement liés à la production des produits (IO-LCA).

### **=> Rendus du projet ESPEER**

#### **Poster**

Beylot, A., Gautier, A-L., Vaxelaire, S., Villeneuve, J. (2013), Environmental Input-Output Analysis: Hybrid Monetary-Physical vs. Monetary models. Differences highlighted considering French household consumption, SETAC Europe 23rd Annual Meeting. Glasgow. May 2013 (*Poster disponible sur le site web ESPEER (espeer.brgm.fr)*)

#### **Outil utilisateurs : Panorama du TES français en 60\*60.**

Les impacts de l'économie française du point de vue de la production et de la consommation. L'utilisateur définit la consommation finale et peut voir l'effet sur les impacts environnementaux (GWP, Terrestrial Acidification, Marine Eutrophication) et sur la consommation de ressources (Aluminium, Fibre carbon, Food carbon, Coal carbon, Crude oil and natural gas carbon, Carbonate carbon, Minerals n.e.c. (including nitrogen), Oxygen (only in products, but not in H2O), Clay and soil, Sand, gravel and stone, Total materials). (*Outil disponible sur le site web ESPEER (espeer.brgm.fr) : Fichier Monetary Input Output Analysis\_France 2006.xls*)

## Développement méthodologique pour élaborer les TES avec extensions environnementales ou extensions déchets : TES physiques ou TES hybrides

### TES physiques

Tous les flux représentant des quantités de matières dans le TES monétaire (activités liées à la production de produits) sont convertis en flux physiques. Les extensions du TES physique représentent les émissions, les ressources, la génération de déchets, les additions aux stocks et les utilisations de déchets. Les tableaux obtenus se présentent sous la forme :

#### > Monetary tables

| Balanced MSUT  | Activities (a) | Import | Needs fulfilment | Export | Total |
|----------------|----------------|--------|------------------|--------|-------|
| Products (c)   | $V'$           | $N_c$  |                  |        | $q$   |
| Total          | $g'$           |        |                  |        |       |
| Products (c)   | $U$            |        | $y$              | $E_c$  | $q$   |
| Primary inputs | Labour         |        |                  |        |       |
|                | Taxes          |        |                  |        |       |
|                | Profit         |        |                  |        |       |
| Total          | $g'$           |        |                  |        |       |

#### > Physical tables

|                                  |        |        |                      |
|----------------------------------|--------|--------|----------------------|
| Supply matrix ( $V'$ )           | Import |        | Total supply ( $q$ ) |
| Total output from supply ( $g$ ) |        |        |                      |
| Use matrix ( $U_0$ )             |        | Export | Total use ( $q$ )    |
| Stock changes ( $-\Delta S$ )    |        |        |                      |
| Supply of residuals ( $-C_V$ )   |        |        |                      |
| Use of residuals ( $C_U$ )       |        |        |                      |
| Resources ( $R$ )                |        |        |                      |
| Emissions ( $-B$ )               |        |        |                      |

Les données utilisées pour l'élaboration du TES physique (données en flux physiques, prix utilisés pour convertir des flux monétaires en flux physiques, données des douanes, sectorielles, etc.) produisent des tables qui ne respectent pas la cohérence des bilans. Il faut alors réconcilier les données dans les TES. C'est l'objet des travaux présentés dans :

**=> Rendus du projet ESPEER**

#### Articles

Antoine Beylot, Guillermo Hernandez Rodriguez et Jacques Villeneuve (2012), A numerical approach for compiling full Physical Supply-Use Tables (PSUTs) under conflicting information, 12° WORKSHOP APDR | INPUT-OUTPUT MODELS, Feb 2012, Leiria, Portugal.

>>>> <https://hal-brgm.archives-ouvertes.fr/hal-00667407>

HERNANDEZ-RODRIGUEZ G., BEYLOT A., VILLENEUVE J., VAXELAIRE, S. (2012), Estimating consistent Physical Supply-Use Tables (PSUTs) considering data uncertainties, Proceedings of the 20th World Input-Output Conference. Vienna, 2012.

>>>> [http://www.ioa.org/conferences/20th/papers/files/772\\_20120427051\\_FullPaper.pdf](http://www.ioa.org/conferences/20th/papers/files/772_20120427051_FullPaper.pdf)

## TES hybrides

Dans le cadre d'analyses Input-Output orientées « produits » ou « consommation finale », les activités de traitement des déchets des activités économiques (essentiellement incinération avec ou sans valorisation énergétique et enfouissement, c'est-à-dire toutes les activités de traitement hors recyclage) sont généralement agrégées au sein d'une seule et même activité (dans la nomenclature NACE, l'activité 90 « Assainissement, voirie et gestion des déchets »). Les activités de recyclage (métaux, plastiques, etc.) sont agrégées avec les activités de production de matière première primaire correspondantes. Par exemple, l'activité code NACE 27 « Métallurgie » inclut les sous-activités de production de métaux primaire et recyclé (par exemple aluminium primaire et aluminium recyclé). Or, les différentes activités de traitement et de recyclage des déchets se caractérisent par des impacts et bénéfices environnementaux potentiellement très distincts. De plus, et en lien avec la remarque précédente, ces activités sont soumises à des objectifs réglementaires très différents, visant globalement à augmenter le recyclage et à réduire l'élimination. De fait il s'avère nécessaire de distinguer ces différentes possibilités de traitement dans le cadre de l'analyse Input-Output de « scénarios déchets ». La distinction par traitement doit par ailleurs être couplée à la prise en compte de la nature des fractions de déchets (plastiques, papiers, métaux, etc.), qui influence significativement les impacts et bénéfices environnementaux associés à leur traitement.

L'analyse Input-Output déchets (Waste Input Output Analysis ; Nakamura et Kondo, 2002), intègre ces ajustements. Tout d'abord, la table A est construite en distinguant les activités de production de biens et services (autres que le traitement des déchets) et les activités de traitement des déchets :

$$A = \begin{pmatrix} A_{I,I} & A_{I,II} \\ A_{II,I} & A_{II,II} \end{pmatrix}$$

avec  $A_{I,I}$  et  $A_{I,II}$  les tables de coefficients technologiques d'utilisation de biens et services, respectivement par les activités de production de biens et services (I) et par les activités de traitement des déchets (II) ;

$A_{II,I}$  et  $A_{II,II}$  les tables de coefficients technologiques d'utilisation des services de traitement des déchets, respectivement par les activités de production de biens et services (I) et par les activités de traitement des déchets (II).

Les coefficients de chacune des sous-tables sont respectivement reportés dans les unités suivantes :  $A_{I,I}$  (Euros/Euros),  $A_{I,II}$  (Euros/kg déchets traités),  $A_{II,I}$  (kg déchets traités/Euro),  $A_{II,II}$  (kg déchets traités/kg déchets traités).

Par ailleurs, l'analyse Input-Output déchets intègre le fait que les déchets générés par une activité sont pris en charge par différentes activités de recyclage et de traitement, à des taux différents selon les fractions de déchets générés. De fait, le modèle introduit :

- une table S d'allocation des fractions de déchets aux traitements, de coefficients  $s_{ij}$  représentant la part de déchets j traités par l'activité de traitement i. La table S a pour dimensions : en lignes, w fractions de déchets x t traitements de déchets ; en colonnes, w fractions de déchets.
- une table G de coefficients de génération de déchets par les activités économiques (de dimensions w fractions de déchets x n activités économiques), divisée en une matrice  $G_I$  de génération de déchets par les activités de production de biens et services et une matrice  $G_{II}$  de génération de déchets par les activités de traitement des déchets.

Ainsi :  $A_{II,I} = SG_I$  ;  $A_{II,II} = SG_{II}$

C'est cette approche qui est adoptée dans la présente étude, notamment pour la mise en œuvre des scénarios recyclage, avec les développements suivants :

1. les activités de recyclage sont intégrées à l'étude via la table S, de façon similaire à ce qui est fait pour les autres activités de traitement ;
2. les taux de traitement des déchets sont reportés par catégorie de déchets et par activité économique, contrairement à la table de Nakamura et Kondo pour laquelle les taux sont reportés par catégorie de déchets uniquement, c'est-à-dire à valeur fixe pour l'ensemble des activités économiques.

Ces aspects sont complétés dans d'autres documents disponibles à la page résultat du site web ESPEER ([espeer.brgm.fr](http://espeer.brgm.fr)).