

## Forwast – projet, modèle et utilisations

### Introduction

La stratégie thématique de la Commission Européenne sur la prévention et le recyclage des déchets s'appuie sur une réflexion inspirée par le cycle de vie des ressources naturelles<sup>1</sup> (Figure 1)



Figure 1 - le triangle Ressources/produits/déchets, source Story book en référence (1). EAP signifie « Environmental Action Plan »

Le projet FORWAST (Overall mapping of physical flows and stocks of resources to forecast waste quantities in Europe and identify life-cycle environmental stakes of waste prevention and recycling) est bâti suivant cette logique. Il s'inscrit dans la priorité "scientific support to policies" du 6eme programme cadre de R&D de la Commission Européenne. Il doit fournir :

- un inventaire des stocks de matériaux accumulés dans les 27 pays de l'UE et une prévision des quantités de déchets attendues par catégorie de ressource au cours des 25 prochaines années.
- une évaluation des impacts environnementaux de différents scénarios de prévention, de recyclage et de traitement des déchets dans l'UE.

<sup>1</sup> Voir « EU waste policy, the story behind the hierarchy », sur le site [ec.europa.eu/environment/waste/pdf/story\\_book.pdf](http://ec.europa.eu/environment/waste/pdf/story_book.pdf)

## Concept et méthode du projet

### Les tableaux d'entrées/sorties de l'économie.

Les statistiques économiques telles qu'exprimées dans les matrices d'entrées/sorties selon le « European system of accounts - ESA95 » sont constituées de 3 tableaux : la production (supply), la consommation (use), et un tableau symétrique des entrées/sorties.

Le tableau de la production donne la fourniture de biens et services, domestiques et importés, par produit et par activité. Le tableau de la consommation donne l'utilisation des biens et services par produit et activité à la fois pour la consommation intermédiaire des activités et les usages finaux (consommation, formation brute de capital) et les exports. La table de la consommation contient aussi les éléments de la valeur ajoutée des activités (salaires, taxes moins subventions, surplus opératoire).

En utilisant diverses hypothèses sur les « technologies » (en fait, la manière dont on répartit les consommations entre différents co-produits d'une même activité), on peut construire le tableau d'entrées/sorties qui exprime la part des consommations par unité de production<sup>2</sup>.

Ces tables monétaires peuvent être étendues par des « comptes satellites » qui peuvent inclure les ressources consommées par activité et/ou les émissions produites. Cela permet d'élaborer les NAMEAs (National Accounting Matrices including Environmental Accounts). Les réalisations courantes incluent les émissions dans l'air et dans l'eau (voir publications IFEN).

Les tables NAMEAs sont une synthèse de la « charge polluante » des activités économiques et à ce titre représentent un outil important de cadrage des politiques environnementales. Elles comportent cependant des insuffisances à la fois descriptives et conceptuelles pour prendre en compte les déchets :

- la phase « utilisation » du cycle des matières se résume dans les tables à la « demande finale », qui ne distingue pas des modes d'utilisation de différents produits susceptibles de provoquer des émissions différentes,
- la phase « fin de vie » du cycle est trop agrégée : la définition des activités (code NACE) ne distingue pas les activités spécifiques de traitement des déchets. Le « recyclage » englobe tous les flux de matériaux (papier, plastique, fer, aluminium, métaux en général, déchets de construction, etc.) et l'activité « services sanitaires » ne distingue pas les modes de traitement (incinération, compostage, décharge,...),
- les déchets apparaissent pour une part importante APRES la phase d'utilisation des produits, avec un délai qui correspond à leur durée de vie. Les tables sont établies sur une base annuelle et ne permettent pas de relier un historique de la production avec une génération de déchets actuelle,
- les différentes activités économiques ne sont reliées entre elles que par des flux d'échanges monétaires qui n'intègrent pas les contraintes technologiques. Ces contraintes créent des dépendances sur la demande en qualité et quantité de certains produits. Les matrices monétaires n'apportent donc pas de structure « prédictive » pour des phénomènes liés à la dépendance des flux physiques aux contraintes (innovations) technologiques.

C'est pourquoi il n'existe pas aujourd'hui de NAMEA déchets.

---

<sup>2</sup> Leontief, W., Ford, D., 1970. Environmental repercussions and the economic structure: an input-output approach. *Review of Economics and Statistics* 52 (3), 262–271.

## Le modèle Forwast

Pour atteindre ses objectifs, le projet développe un modèle basé sur les outils de l'analyse des données statistiques d'entrées/sorties monétaires, suffisamment désagrégé pour inclure l'ensemble des activités de recyclage et de traitement des déchets.

On double ce modèle avec une matrice des flux physiques en miroir des flux monétaires, à laquelle on ajoute les émissions, les consommations de ressources naturelles, les variations de stocks de matières dans l'économie, la génération de déchets. Pratiquement, on calcule la somme « variation de stock+génération des déchets » comme résultat du bilan « production – consommation – ressources + émissions » et on distribue la somme dans les stocks et les déchets selon la « durée de vie » des produits. La « durée de vie » permet aussi de calculer les déchets générés à partir du stock pour les années futures.

On réalise ainsi un bilan matière complet à l'échelle de l'économie. On renseigne ces matrices avec des données obtenues dans les différents pays de l'UE. Les bilans matière sont vérifiés par des techniques d'analyse des Flux de Matière (MFA).

Le modèle, appliqué à une série temporelle des matrices décrites ci-dessus, donne l'image de la situation des flux de matière et des stocks en Europe.

Des scénarios de gestion des déchets (incluant les politiques de prévention et recyclage ainsi que la gestion des stocks de matières accumulés dans l'économie) permettent ensuite d'obtenir grâce au modèle des indicateurs environnementaux aptes à orienter les politiques de gestion des déchets.

L'élaboration des matrices permet de détailler pour l'ensemble des activités économiques d'un pays et au final de l'Europe « comment » la matière circule, où sont générés les déchets et les émissions (Figure 2).

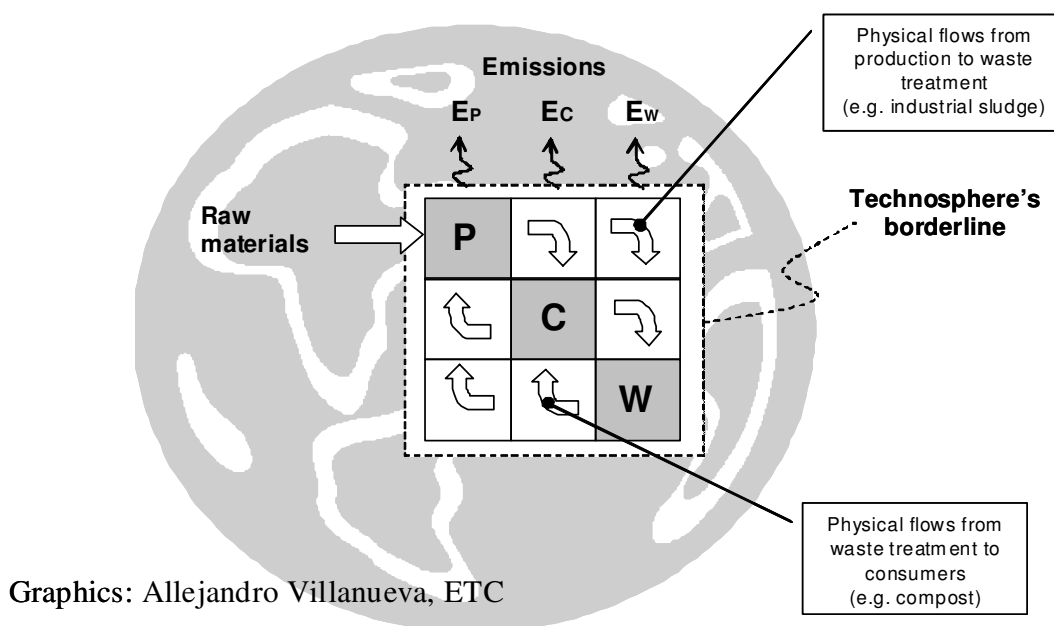


Figure 2 - Expression matricielle de la circulation des flux de matière dans l'économie.

On estime ainsi « combien » de matière est stockée chaque année dans la technosphère. La Figure 3 présente les enjeux de ces estimations : chaque européen consomme chaque année environ 16t de ressources, dont 10t sont stockées et 6t rejetées dans l'environnement. Il y a donc un enjeu considérable à anticiper des systèmes de gestion des déchets capables de prendre en compte d'une part le moment, d'autre part la forme sous laquelle ce stock deviendra déchet. Les matrices du projet permettent d'établir ce bilan pour les principales substances (Al, Carbone fibreux, Carbone alimentaire, Carbone du charbon, Carbone de pétrole et de gaz naturel, Carbone carbonate, Cu, Fe, Autres métaux, Minéraux, Oxygène (inclus dans les produits mais pas dans l'eau), Argile et sols, Sable, graviers et pierre).

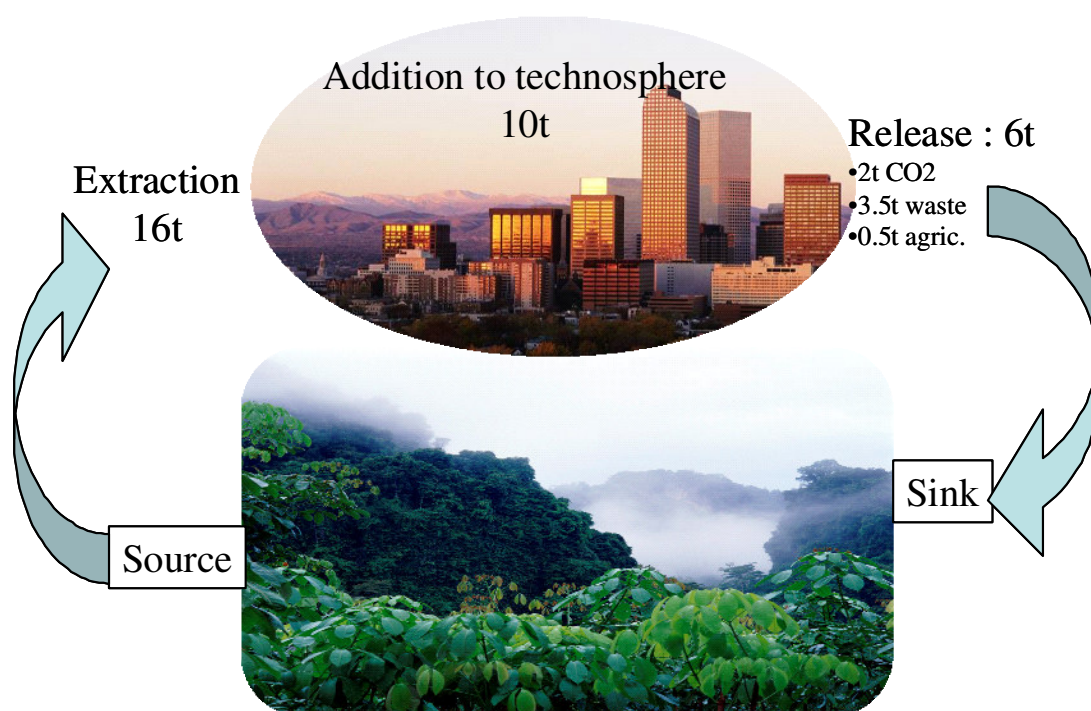


Figure 3 - le bilan environnemental de l'utilisation des ressources en Europe

L'élaboration de scénarios sur l'évolution de l'économie et des technologies de traitement des déchets dans les 25 prochaines années permettra de réaliser des simulations du cycle des matières et des impacts environnementaux associés. Ces simulations apporteront le moyen d'une optimisation économique ET environnementale des politiques européennes sur la prévention des déchets (en particulier sur la consommation et l'éco-conception) et le recyclage (taux de recyclage pour les produits et les matières, comme les DEEE et l'Al).

## Conclusion et perspectives

La démarche du projet s'appuie sur des concepts et des moyens (NAMEAs) utilisés pour des objectifs généraux d'analyse des problèmes environnementaux, d'analyse prospective des effets des politiques, de suivi et d'analyse « ex-post » des effets des politiques<sup>3</sup>. Le JRC IPTS développe en ce moment pour Eurostat des tableaux d'entrées/sorties avec des extensions environnementales de 40 variables (projet SUSPROC). Les déchets y sont inclus comme une « extension environnementale » et ne font (apparemment) pas partie intégrante d'un bilan matière<sup>4</sup>. De plus, le financement par la CE des projets Forwast et surtout EXIOPOL<sup>5</sup> montre l'intérêt de la Commission pour ce genre d'outil en appui à ses politiques.

Le modèle de Forwast a été conçu particulièrement pour introduire les activités liées aux déchets dans les tables d'entrées/sorties. La description des flux de déchets oblige et justifie l'élaboration de tables « physiques » en miroir des tables monétaires. Cela permet en particulier de relier les politiques de recyclage et les consommations de ressources. Ainsi, le modèle propose une conception innovante des tableaux d'entrées/sorties, basée sur un bilan matière qui intègre l'ensemble de ressources, produits, émissions, stocks et déchets. Le projet lui-même reste focalisé sur les questions de recyclage et de traitement des déchets.

Dans le cadre du projet, le modèle fournit :

- les stocks dans la technosphère: ce sont les quantités de matériaux puisées dans l'environnement encore en usage dans les activités humaines à un moment donné, c'est-à-dire non encore dispersés comme émissions ou déchets. Le modèle permet de spécifier ce stock par matériau, par nature du stock (produit), et par localisation (activité, ménage, traitement des déchets).
- les flux de déchets : part de matériaux issus d'une activité qui ne se retrouve pas dans les produits pour l'année considérée, additionnée de la part du stock des produits en fin de vie des années antérieures qui ne se retrouve pas sous forme d'émissions
- les impacts sur l'environnement : le modèle permet de spécifier les pressions, les impacts de ces pressions sur des catégories d'impact intermédiaires, ou sur des dommages sur les aires de protection (humains, écosystèmes, ressources)

Par ailleurs, ce modèle peut avoir d'autres applications. Les résultats du projet peuvent alimenter plusieurs pistes de réflexion sur la gestion des ressources et des déchets comme :

- **l'observation des flux de matières, de l'utilisation des ressources, du recyclage et des déchets** (effet des politiques de prévention et recyclage, dématérialisation de l'économie, évaluation des stocks de matières, anticipation de la génération de déchets,...)
- **analyse des flux de substances** : le modèle inclut une description complète des flux de matière dans l'économie (en termes de débit total sec et de 13 substances/matériaux). Ce cadre permet d'établir le bilan matière de n'importe quelle substance additionnelle, moyennant les informations nécessaires.

<sup>3</sup> Voir "Environmentally extended input-output tables and models for Europe", document du JRC "EUR 22194 EN" sur le site <http://ipts.jrc.ec.europa.eu/publications/pub.cfm?id=1366>

<sup>4</sup> Voir les développements en cours du projet SUSPROC (Sustainable Production and Consumption) à l'adresse <http://susproc.jrc.ec.europa.eu/activities/impactassessment/EEIOTools.htm>

<sup>5</sup> Voir <http://www.feem-project.net/exiopool/>

- **l'élaboration d'un outil ACV (IO LCA) des produits et services de l'économie Française** (connaissant le poids environnemental de la consommation française de biens et services, on peut calculer le poids de la consommation d'une partie de ces biens et services...par exemple, quel est l'impact d'un service ou d'un plan de gestion des déchets?).
- **modélisation entrées/sorties hybride** (incluant des ACV process) pour des ACV génériques sur des procédés/produits particuliers. Les modélisations hybrides permettent de bénéficier de la précision de l'inventaire sur un process particulier tout en s'affranchissant du « critère de coupure » qui limite le système étudié et aboutit au final à de grandes incertitudes. Cela pourrait permettre de peaufiner les ACV des procédés déchets.