

Note au sujet de la terminologie Input-Output :

La traduction française Entrée-sorties donne en anglais Input-Output.

On passe de la terminologie Input-Output à Make Use (dans les slides HS) ou Supply Use (dans Forwast) pour marquer l'extension au multiproduit.

Hors dans la littérature Supply et Use ne sont utilisés que lorsqu'il s'agit de tables distinctes. Dès que ces deux tables sont regroupées, on repasse à la terminologie Input-Output ce qui ne supprime pas la notion de multiproduit.

La construction des ces tables, l'utilisation des données et les illustrations sont présentées dans un manuel de 592pages publié par EUROSTAT et cité au début de Forwast.

Ce qui est présenté ici est un résumé du chapitre du "Handbook on Input-Output Economics in Industrial Ecology" de Gijum et Hubacek, qui explique uniquement de manière théorique l'intérêt des PIOTs afin de suppléer les limites des MFAs et des MIOTs pour l'intégration de l'environnement dans les modèles économiques plus complets, objectif principal de l'ANR. Entrée-Sorties Pysiques (ESP de ESPEER) se traduit par Physical Input-Output (PIO).

INTRODUCTION

Le lien entre croissance économique et dégradation environnementale a été montré dans de nombreuses études empiriques (par exemple, WWF et al., 2004). Afin de couper ce lien, il est avant tout nécessaire de comprendre les relations entre activités socio économiques et conséquences environnementales.

La principale méthode utilisée au niveau macroéconomique est la comptabilité des flux de matières à l'échelle de l'économie entière, en anglais Material Flow Accounting, et résumé par la suite par l'acronyme MFA, peut être directement liée aux schémas de comptabilité économiques existants, en particulier au Système de Comptabilité Nationale (SNA de System of National Accounts). Ceci permet une intégration cohérente des informations monétaires et physiques dans un seul et même modèle et permet la compilation de bases de données complètes pour analyser les interactions entre l'économie et l'environnement.

L'utilité de ces systèmes comptables intégrés est de plus en plus mise en évidence sur le plan international, résultant par exemple dans la publication de « System for Integrated Environmental-Economic Accounting (SEEA) » des Nations Unies (Système pour la comptabilité intégrée d'Environnement et de l'Economie) (pour la dernière version, voir United Nations, 2003).

Depuis le début des années 1990, d'importants efforts ont été faits pour harmoniser des diverses approches méthodologiques dans le domaine de la MFA, ce qui a finalement abouti à la standardisation de la comptabilité des flux de matières à travers d'un guide de méthodologie publié par l'Office Européen de Statistique (European Statistical Office) (Eurostat 2001).

La MFA est un outil qui permet de quantifier les entrées et sorties de ressources agrégées des systèmes économiques. De nombreuses catégories de matériaux sont intégrées dans les comptes de la MFA et les données sont disponibles dans les statistiques nationales ou internationales.

Cependant, l'utilité de la MFA pour les évaluations environnementales et économiques est limitée. En effet, le concept de la MFA à l'échelle d'une économie traite l'économie nationale comme une boîte noire et ne distingue que l'extraction domestique des ressources et les importations physiques en tant qu'entrées et les exportations physiques et les émissions et les déchets agrégés en tant que sorties, avec des changements dans le stock physique équilibrant ces comptes (voir Fig. 1).

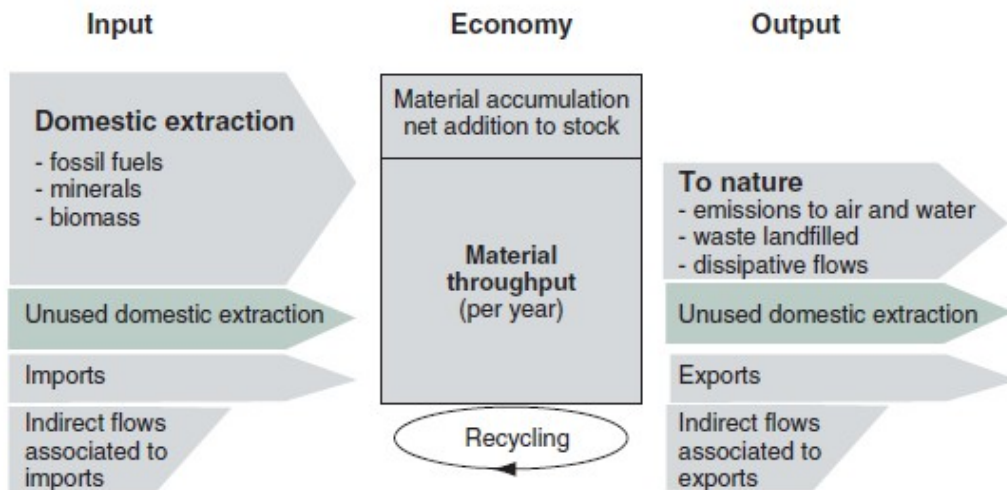


Figure 1 : Le schéma général de la MFA à l'échelle de l'économie, les flux de l'eau et de l'air exclus

Cela signifie que les comptes de la MFA ne fournissent pas des informations sur les flux de matières au niveau des secteurs économiques, en particulier au niveau des relations entre les industries et ne séparent pas les entrées matérielles utilisées dans les procédés de production de celles qui sont directement livrées à la demande finale. Ainsi, les comptes de la MFA et les indicateurs dérivés ne permettent pas d'analyser les implications du changement structurel et technologique d'utilisation des ressources, des changements dans les comportements de consommation et dans les styles de vie, de la migration et de l'urbanisation. De ce point de vue, les tables physiques d'entrée-sortie peuvent être considérées comme un nouveau développement crucial des comptes de flux de matières, effaçant les limites des comptes agrégés de la MFA.

CONCEPTS DE BASE DES TABLES ENTREES SORTIES PYSIQUES

Les tableaux d'entrées-sorties physiques, en anglais Physical Input-Output Tables, et résumé par la suite par l'acronyme PIOTs, donnent une description complète des émissions des flux de

matières suivant le principe de bilan matières. Un PIOT décrit tous les flux de matières entre le système économique et l'environnement. De plus, un PIOT ouvre la boîte noire et illustre les flux entre les différents secteurs et à différents types de consommation finale dans un système économique. En outre, la sphère de la production est séparée de la demande finale et des changements de stocks physiques sont comptabilisés au niveau du secteur. Dans la partie suivante, nous décrivons la structure de la comptabilité générale d'un PIOT.

Structure générale de la comptabilité d'un PIOT

MIOT (en termes monétaires)		PIOT (en termes physiques)	
1er Quadrant	2ème Quadrant	1er Quadrant	2ème Quadrant
Flux Inter industriels	Demande finale	Flux Inter industriels	Demande finale Résidus
3ème Quadrant		3ème Quadrant	
Valeur Ajoutée Importations		Entrée de ressources primaires Importations	

Figure 2 : Structure simplifiée de MIOT et de PIOT

Source : Hubacek et Gijum, 2003

Les tableaux entrées-sorties prennent une place centrale pour analyser la relation entre l'économie et l'environnement et ventiler les activités économiques des secteurs. En ce qui concerne les flux de produits intermédiaires au sein de l'économie (premier quadrant), les PIOTs sont directement comparable à des tableaux d'entrées-sorties monétaires (MIOTs), mais avec les produits de commerce intra-branche cotés en unités physiques (généralement en tonnes) à la place de la valeur monétaire (Fig. 2). L'extension la plus large de PIOTs par rapport à MIOTs est l'inclusion de l'environnement comme une source de matières premières sur la partie des entrées (troisième quadrant) et en tant que puits de résidus (déchets solides, émissions dans l'eau et de l'air) sur la partie des sorties de l'économie (deuxième quadrant) (Stahmer et al. 1996, 1997).

Ainsi également les flux de ressources qui n'ont pas de valeur économique et sont donc omis dans un MIOT sont intégrés dans les PIOTs. Pour chaque secteur, la somme de toutes les entrées

physiques doit être égal à la somme de toutes les sorties des autres secteurs économiques et à la consommation finale (par exemple, les ménages privés), plus les déchets et les émissions. En ce qui concerne les variations des actifs fixes et les interrelations avec le reste du monde, l'accumulation de matières et la balance commerciale physique donnent des informations sur la différence nette. Par définition, l'accumulation physique plus les excédents ou déficits commerciaux physiques doivent être égales à zéro (Stahmer et al. 1997).

Une autre différence importante entre MIOT et PIOT est que l'extraction nationale des ressources de matières primaires ne fait plus partie de la matrice des usages intermédiaires comme dans un MIOT, mais est incorporée dans la matrice d'entrée de facteurs. Dans la logique des MOITs, les produits environnementaux (aussi longtemps qu'il y a des valeurs monétaires) sont générés dans le système économique, alors que dans un PIOT ils sont intégrés dans l'économie du système environnemental (Giljum et al., 2004).

Les différences dans la construction rend impossible d'avoir une conversion d'unité simple, entre MIOT et PIOT, c'est à dire de considérer que la PIOT est dérivée uniquement en multipliant la MIOT avec un vecteur de prix par tonnes de matériel d'entrée pour chaque cellule. C'est principalement dû en raison de l'agrégation des secteurs non-homogènes (Weisz et Duchin 2005), ainsi que des différences de prix pour les différents consommateurs des produits et enfin des méthodes différentes entre l'établissement de flux de matières contre les flux d'argent. En pratique, cependant, les quantités physiques de certaines entrées dans un PIOT doivent être estimées en divisant les données monétaires par les prix appropriés à l'aide de la masse monétaire et les tableaux des emplois (Nations Unis 2003).

Il est également important de noter que les identités de base de valeurs monétaires d'une part et les termes physiques d'autre part pour chacun des secteurs sont différents (Konjin et al. 1995).
Considérant que l'identité

Output total = entrée totale de biens et de services + valeur ajoutée
(le tout en termes monétaires)

est vrai pour la MIOT, l'identité concernant les entrées et sorties physiques totales n'est pas donnée, comme - dans le premier quadrant. Seules les entrées incarnées dans la sortie sont prises en compte. Pour permettre un équilibrage de la matière au niveau sectoriel, on a donc ajouté les déchets et les

émissions résultant de la production (troisième quadrant). La balance matérielle est alors égale à

Output total = entrée de matières premières + quantité totale d'entrée de biens et services - déchets et émissions

(le tout en termes physiques)

L'ensemble complet d'un PIOT comprend un certain nombre de sous-tables. La table d'entrée physique qui explique quels matériaux (matières premières, produits ou résidus) sont utilisés comme entrées pour quelles activités économiques (production, consommation privée, les changements dans les stocks et les échanges avec le reste du monde). Les sorties (produits et déchets et les émissions) de chacune des activités économiques sont répertoriés dans la table sortie physique. La table des entrées physiques et la table de sorties sont asymétriques, avec les produits ou matériaux (entrées ou sorties) cotées sur un axe et les différents domaines d'activités économiques (par exemple industries) d'autre part. L'intégration de ces deux sous-tableaux donne un tableau d'entrée-sortie physique symétrique. Un PIOT complet peut donc montrer les flux de matériaux entre les différents secteurs (tables industries par industries) ou les matériaux nécessaires pour transformer d'autres matières dans le processus de production des matériaux par des matériaux (tables matériel par matériel) (Eurostat, 2001).

Le tableau entrées-sorties symétrique peut à nouveau être composé d'autres sous-tableaux, qui décrivent séparément les flux de groupes de produits spécifiques, de différents matériaux ou résidus (Gravgaard, 1999; Stahmer et al., 1996). La plupart des sources de données pour la compilation de PIOTs comprennent les statistiques de production, les statistiques du commerce international, les comptes de l'énergie, les comptes de l'utilisation de matériaux et les déchets et statistiques sur les émissions.

Compilation des PIOTs

Lors de l'établissement des bilans matières et du calcul des entrées totales de matérielles pour les activités économiques, il faut faire la distinction entre les échelles : l'économie entière ou sectorielle.

Le quadrant d'entrée (troisième quadrant) contient toutes les entrées des matériaux primaires dans le système économique. Il s'agit de l'extraction primaire au niveau domestique et des

importations physiques. Le quadrant de traitement (le premier quadrant) de la PIOT répertorie les flux des produits intermédiaires et donc comprend tous les flux de matières dans la partie intersectorielle du système économique. Dans la période de référence (généralement 1 an), tous les produits du premier quadrant sont faits de matériaux qui avant devaient être extraits de la nature ou importés comme intrants primaires ou pris des stocks physiques. Le total des apports de matières dans le système économique est donc égal au total des entrées primaires (quadrant 3) plus les variations de stocks (indiquées dans le quadrant 2). Au niveau du secteur, toutefois, les intrants matériels sont les entrées primaires plus les entrées secondaires des autres secteurs.

Les PIOTs existent pour six pays : Pays-Bas, Allemagne, Autriche, Danemark, Italie et Finlande. Cependant il existe un PIOT préliminaire pour l'Union Européenne basée sur l'information des PIOTs Allemand et Danois et mis à l'échelle de l'UE

Dans la plupart des PIOTs publiés à ce jour, cette distinction n'est pas clairement établie. Les PIOTs pour l'Allemagne (Stahmer et al 1997; Statistisches Bundesamt, 2001) et pour le Danemark (Gravgaard Pedersen, 1999), les entrées primaires et secondaires sont résumées à tort à une valeur agrégée, en PIOT allemande appelée «l'usage total des matériaux". Toutefois, dans l'approche méthodologique développée pour la PIOT autrichienne (appelé OMEN - Operating Matrix form material interrelations between Economy and Environment) la différence entre les bilans de matières des secteurs et de l'économie entière est réalisée le plus précisément (Weisz et al., 1999).

Les PIOTs complètes désagrègent les tables d'entrées, sorties et les tableaux entrée-sorties symétriques en plusieurs catégories de matières. La PIOT allemande contient de manière séparé l'approvisionnement et utilise les tables pour trois grands groupes de matériaux: l'eau, l'énergie et d'autres matières. Chacun de ces tableaux décompose ensuite neuf catégories de matières sur le côté des entrées et 17 catégories des sorties, en séparant les différents flux de déchets solides, des eaux usées et des émissions atmosphériques. A partir de ces sous-tables PIOTs symétriques agrégées sont construits dans une approche « bottom-up ». Cette procédure est nécessaire pour assurer l'intégration correcte des procédés de transformation de matériaux, tels que la transformation d'un produit (par exemple, le porteur de l'énergie fossile) en une émission (par exemple CO₂) au cours des processus de combustion (Statistisches Bundesamt, 2001). Dans les PIOTs publiées pour le Danemark (Gravgaard Pedersen, 1999), des tableaux entrées-sorties symétriques séparés pour neuf groupes de matériaux différents sont présentés: des produits végétaux et animaliers, la pierre, le gravier et des matériaux de construction, l'énergie, le bois et le papier, des métaux et des machines, des produits chimiques et des engrais, des matériaux d'emballage et la teneur des produits en azote. La ventilation en sous-PIOTs est d'une importance cruciale pour que la PIOT soit un outil utile pour

l'analyse des politiques, car il permet la réalisation de calculs séparés des entrées-sorties pour les groupes de matériaux liés à des problèmes spécifiques de l'environnement (voir aussi Hoekstra 2003).

Limites des PIOTs

La principale limite est que tous les flux de matériaux doivent être ramenés à la même unité, qui dans la plupart des cas est la tonne.

CITATIONS :

EUROSTAT (2001). *Economy-wide material flow accounts and derived indicators. A methodological guide*. Luxembourg, Europe: Statistical Office of the European Union.

Giljum, S., & Hubacek, K. (2001). *International trade, material flows and land use: Developing a physical trade balance for the European Union* (Interim Report No. 01–059). Laxenburg, Austria: IIASA.

Giljum, S., Hubacek, K., & Sun, L. (2004). Beyond the simple material balance: A reply to Sangwong Suh's note on physical input-output analysis. *Ecological Economics*, 48(1), 19–22.

Gravgaard, P. O. (1999). *Physical input-output tables for Denmark. Products and materials 1990. Air emissions 1990–92*. Copenhagen: Statistics Denmark.

Hoekstra, R. (2003). *Structural change of the physical economy. Decomposition analysis of physical and hybrid-unit input-output tables*. Amsterdam: Tinbergen Institute.

Hubacek, K., & Giljum, S. (2003). Applying physical input-output analysis to estimate land appropriation (ecological footprints) of international trade activities [unpublished manuscript]. *Ecological Economics*, 44(1), 137–151.

Hubacek, K., Giljum, S., & Meier, A. (2004). The environmental impacts of material flows: Linking approaches of life cycle assessment (LCA) with physical input-output tables (PIOTs). Presentation at the 8th Biennial Scientific Conference for the International Society for Ecological Economics. ISEE

2004 Montr'eal. July 11–14.

Konjin, P. J. A., de Boer, S., & van Dalen, J. (1995). *Material flows, energy use and the structure of the economy* (National Accounts Occasional Paper No. Nr. NA-077). Voorburg, The Netherlands: Statistics Netherlands.

Stahmer, C., Kuhn, M., & Braun, N. (1996). *Physical input-output tables. German experiences*. Paper presented at the London Group Meeting on Environmental Accounting, Stockholm.

Stahmer, C., Kuhn, M., & Braun, N. (1997). *Physische Input-Output-Tabellen 1990*. Wiesbaden, Germany: Statistisches Bundesamt. Statistisches Bundesamt (2001). *A physical input-output table for Germany 1995*. Wiesbaden, Germany: Statistisches Bundesamt Deutschland.

United Nations (2003). *Integrated environmental and economic accounting 2003*. New York: United Nations

Weisz, H., & Duchin, F. (2005). Physical and monetary input-output analysis: What makes the difference?. *Ecological Economics*, 57(3), 534–541.

Weisz, H., Schandl, H., & Fischer-Kowalski, M. (1999). OMEN – an operating matrix for material interrelations between the Economy and Nature. How to make material balances consistent. Printed in R. Kleijn, M. Fischer-Kowalski & V. Palm (Eds.), *Ecologizing societal metabolism: Designing scenarios for sustainable materials management*. CML, Leiden University: Leiden.

WWF, UNEP and Global Footprint Network (2004). *Living planet report 2004*. Gland, Switzerland: WWF.