

ESPEER Tableaux Entrées

Sorties (TES) à extension ressources (TES physique et MFA)

BRGM – 2014

Contact : j.villeneuve@brgm.fr

Approche Ressources	1
TES physiques	1
TES physique et MFA	3
Flux globaux.....	3
Flux de substances.....	3

Approche Ressources

Les statistiques sur les ressources naturelles sont dispersées car elles sont produites spécifiquement par type de ressource. Avec les progrès dans la compilation des EW-MFA (Economy Wide Material Flows Accounts), fortement poussés par les besoins des politiques de gestion efficace des ressources, les données sont généralement disponibles à un niveau d'agrégation compatible avec celui des TES. Les ressources naturelles sont exploitées par un nombre réduit d'activités (secteur primaire), rendant le travail de constitution de l'extension « ressources » relativement facile.

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 fulfillment	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^o 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.iioa.org/conferences/20th/papers/files/772_20120427051_FullPaper.pdf

TES physique et MFA

Flux globaux

Afin de valider les TES physiques, une comparaison avec la méthodologie EW-MFA (Economy Wide – Materials Flows Accounts) adoptée au niveau de l'Europe dans le cadre de la définition des politiques liées à l'efficacité des ressources nous a paru pertinente.

Les observations sont présentées dans une présentation sur les indicateurs MFA déduits du TES, disponible sur le site web ESPEER (espeer.brgm.fr), voir le fichier « Bilan Matière - base tables ESPEER.pdf

Flux de substances

La thèse de Marie Bonnin (**Optimisation multicritère pour une gestion globale des ressources naturelles : application au cycle du cuivre en France**) s'est particulièrement penchée sur la question du bilan des substances dans l'économie, en s'appuyant sur le cas du cuivre.

« L'amélioration de la gestion des ressources naturelles est nécessaire pour répondre aux nombreux enjeux liés à leur exploitation. Ce travail propose une méthodologie d'optimisation de leur gestion, appliquée au cas du cuivre en France. Quatre critères permettant de juger les stratégies de gestion ont été retenus : le coût, les impacts environnementaux, la consommation énergétique et les pertes de ressources.

La première étape de cette méthodologie est l'analyse de la situation actuelle, grâce à une modélisation du cycle français du cuivre de 2000 à 2009. Cet examen a montré que la France importe la quasi-totalité de ses besoins sous forme de cuivre raffiné, et a une industrie de recyclage peu développée.

Suite à ces premiers résultats, la problématique du traitement des déchets de cuivre, et notamment de leur recyclage, a été étudiée. Une stratégie de modélisation des flux recyclés, basée sur la construction de flowsheets, a été développée. La formulation mathématique générale du problème a ensuite été définie : il s'agit d'un problème mixte, non-linéaire et *a priori* multi-objectif, qui a une contrainte égalité forte (la conservation de la masse). Une étude des méthodes d'optimisation a conduit à choisir un algorithme génétique (AG).

Une alternative a également été envisagée pour résoudre le problème multi-objectif par programmation linéaire en le linéarisant « sous contrainte ».

Ce travail a mis en évidence la nécessité de développer une filière de recyclage efficace des déchets électriques et électroniques en France. Il a de plus montré que le cuivre contenu dans les déchets ne permet pas de couvrir la demande et qu'il est nécessaire d'importer du cuivre, de préférence sous forme de débris »

Thèse et articles

- Bonnin, Marie. [*Optimisation multicritère pour une gestion globale des ressources : application au cycle du cuivre en France*](#). PhD, Institut National Polytechnique de Toulouse, 2013

- Marie Bonnin, Catherine Azzaro-Pantel, Ludovic Montastruc, Luc Pibouleau, Serge Domenech, Jacques Villeneuve, **Development of a Sustainable Copper Scrap Management Model**, In: Andrzej Kraslawski and Ilkka Turunen, Editor(s), Computer Aided Chemical Engineering, Elsevier, 2013, Volume 32, Pages 613-618, ISSN 1570-7946, ISBN 9780444632340, (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444632340501032>)

Abstract: A copper scrap management model at a country level is proposed, taking into account every collected copper scrap stream, with its associated environmental impact and cost. The method is applied on the treatment of printed wiring boards (PWB) in France. Considering the initial physical properties and composition of this scrap, seven flowsheets are constructed to produce refined copper. Then, depending on the ratio of PWB treated in each processing chain, the production rate, energy consumption, operating cost and environmental impact are evaluated. Three bi-objective optimizations are conducted based on a multi-objective genetic algorithm of NSGA II version: production versus energy consumption, production versus operating cost and production versus environmental impact. Pareto fronts are obtained for each optimization that gives the set of non-dominated solutions.

Keywords: Recycling; Resource Management; Copper; Waste; Multi-objective Optimization. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-444-63234-0.50103-2>

- Marie Bonnin, Catherine Azzaro-Pantel, Luc Pibouleau, Serge Domenech, Jacques Villeneuve, **Development and validation of a dynamic material flow analysis model for French copper cycle**, Chemical Engineering Research and Design, Volume 91, Issue 8, August 2013, Pages 1390-1402, ISSN 0263-8762, (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263876213001068>)

Abstract: This study performs a quantitative description of the copper life cycle at the scale of France from 2000 to 2009 with special focus on waste streams. The approach is based on substance flow analysis and includes data reconciliation. The model takes into account the relationships between economic system, resource consumption, product manufacturing, waste generation and pollution, thus broadening the traditional scope of process systems engineering. The more important results concern waste management since France exports most of its collected copper wastes because there is no industry for recycling low-grade scrap. The paper shows the interest of using substance flow analysis methodology coupled with data reconciliation to obtain a precise cartography of a substance flow inside a large area. Indeed, statistic data from institutional organisms and industries may vary from one source to the other, and the utilization of the redundancy of information is an efficient tool for obtaining more precise data. Moreover, the dynamic analysis allows modelling the stock evolution with more accuracy than in previous studies. Finally, the results are compared with existing values for other countries or continents, and some perspectives concerning the use of copper in France are given.

Keywords: Substance flow analysis; Resources management; Copper; Data reconciliation; Stocks and flows. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cherd.2013.03.016>

- Marie Bonnin, Catherine Azzaro-Pantel, Luc Pibouleau, Serge Domenech, Jacques Villeneuve, **Development of a Dynamic Material Flow Analysis Model for French Copper Cycle**, In: Ian David Lockhart Bogle and Michael Fairweather, Editor(s), Computer Aided Chemical Engineering, Elsevier, 2012, Volume 30, Pages 122-126, ISSN 1570-7946, ISBN 9780444594310, (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444595195500253>)

Abstract: Resource depletion leads government and industrials to a crucial question: will one resource still be available at a reasonable price in ten, twenty or even in a hundred years? This work is included in a more general project that addresses this issue by developing a new methodology for optimizing resources management. This study presents its first step, which is applied to the example of copper cycle management in France with the so-called Material Flow Analysis method. This paper shows that copper production and utilization are slowly decreasing while waste production is increasing. Moreover, the recycling rate is lower in France than in the rest of Europe, since there is neither copper extraction nor first transformation industry in France.

Keywords: Material Flow Analysis; Resources Management; Copper; Stocks and Flows, <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-444-59519-5.50025-3>

- Bonnin, Marie and Azzaro-Pantel, Catherine and Domenech, Serge and Pibouleau, Luc and Villeneuve, Jacques *Comparative analysis of environmental assessment methods: application to lead battery cases*. (2011) In: SFGP 2011, 29 Nov - 01 Dec 2011, 29 November 2011 - 1 December 2011, Lille, France (Lille, France).
- Marie Bonnin, Catherine Azzaro-Pantel, Luc Pibouleau, Serge Domenech, Jacques Villeneuve, **Multicriteria optimization of copper scrap management strategy**, Submitted to Resources, Conservation & Recycling.