

Des outils numériques d'aide à la décision pour la conception et l'évaluation participative d'organisations alternatives de l'économie

Jean-Yves Courtonne¹, Mathilde Boissier¹, Alexandre Borthomieu¹,
Léon Fauste¹, Vincent Jost², Emmanuel Krieger¹, Guillaume Mandil¹,
Mathieu Mangeot¹, Olivier Mauviel¹, Christine Solnon³, Peter Sturm¹

¹ Équipe STEEP, Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Inria, Grenoble INP, LJK, 38000 Grenoble, France
{jean-yves.courtonne@inria.fr}

² Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble INP † G-SCOP, 38000 Grenoble, France
{vincent.jost@grenoble-inp.fr}

³ CITI, INRIA, INSA Lyon, F-69621, Villeurbanne, France
{christine.solnon@insa-lyon.fr}

Mots-clés : *soutenabilité, alternatives socio-techniques, optimisation*

1 Durabilité forte et comptabilité en unités physiques

Le couple durabilité forte / durabilité faible permet d'expliciter les divergences entre deux interprétations du développement durable. Au-delà de la solidarité avec les générations futures, principe qui fait consensus mais qui demeure très abstrait, un désaccord se noue autour de la question du niveau de substituabilité – ou de non substituabilité – du capital naturel par du capital financier ou technologique. Les tenants de la durabilité forte, auxquels nous nous rattachons ici, considèrent que l'environnement naturel n'est pas substituable par les autres formes de capital et, qu'à ce titre, il doit être mesuré avec des unités propres, des unités physiques (ex : kg, kWh, ha) et non monétaires (€). Nos travaux partent ainsi d'une vision biophysique de l'économie, c'est-à-dire des stocks et des flux de matières et d'énergie mis en jeu par nos modes de production et de consommation.

2 Décrire l'économie actuelle, élaborer des alternatives, les évaluer de façon multicritère, aider à la comparaison

Il est nécessaire de modifier radicalement et rapidement nos modes de production et de consommation . Ces transformations doivent s'articuler à toutes les échelles, les échelles territoriales étant au cœur. Elles doivent être pensées de manière systémique, afin d'en assurer une cohérence globale. Un axe de recherche de l'équipe STEEP de l'Inria entend contribuer à la conception, à l'évaluation (voir la figure suivante pour un aperçu général) et à la mise en débat d'alternatives socio-techniques pour le futur (horizon 2050 par exemple) en assurant la cohérence biophysique des propositions. Une étape préliminaire pour définir un point d'arrivée dans le futur est de pouvoir décrire le point de départ. Sur ce point, STEEP collabore avec différents partenaires pour construire une matrice des flux de matière et d'énergie échangés entre secteurs et jusqu'aux ménages. Cette matrice est concrètement l'assemblage de bilans de matière/énergie de plusieurs filières (cf. section suivante).

[†]Institute of Engineering Univ. Grenoble Alpes

3 Un exemple d'outil : optimisation sous contraintes pour les analyses de flux de matières

Dans cette présentation, nous décrivons le processus d'analyse de flux de matière, permettant de concevoir un diagramme de flux de matières à partir de données existantes. Ces données pouvant être lacunaires ou incohérentes, nous introduisons une démarche de réconciliation de données visant à minimiser l'écart entre flux en entrée et en sortie en tenant compte du niveau de fiabilité des sources de données. Nous montrerons ensuite comment ces diagrammes de flux de matières peuvent être utilisés pour comprendre la concurrence pour l'usage des ressources, évaluer l'empreinte environnementale [2] et analyser la vulnérabilité de la filière. Cette démarche sera illustrée sur la filière céréales [1] et la filière forêt-bois [3].

Un diagramme de flux de matières est un graphe orienté dont les sommets correspondent soit à des activités qui produisent ou consomment des ressources soit à ces produits eux-mêmes. Les arcs correspondent aux flux entre activités et ressources et les coûts des arcs indiquent des quantités de matière produites/consommées.

La réconciliation de données est mathématiquement une opération d'optimisation sous contraintes : on cherche à minimiser l'écart entre données d'entrée et résultats du modèle en prenant en compte le niveau de fiabilité des sources de données (plus une donnée est jugée fiable, plus le modèle est pénalisé s'il s'en éloigne), et on cherche également à respecter un certain nombre de contraintes comme la conservation de la masse mais plus généralement n'importe quelle relation linéaire liant plusieurs flux (ex : rendement de transformation). Par exemple, la conservation de la masse au niveau d'un produit i s'écrit :

$$P_i + I_i = C_i + E_i + \Delta S_i \quad (1)$$

avec dans l'ordre la production, les importations, la consommation, les exportations et la variation de stocks.

4 Perspectives et problèmes ouverts

A partir de ces analyses, d'autres problèmes d'optimisation sous contraintes peuvent se poser. Par exemple, maximisation du niveau de vie sous contrainte environnementale ou d'autonomie. Rappelons que le but de ces travaux n'est pas de préconiser tel ou tel choix mais de fournir des outils pour éclairer les compromis à trancher. Nous donnerons enfin un aperçu de problèmes mathématiques-informatiques auxquels notre équipe de recherche est confrontée pour mettre en œuvre son axe de recherche, en espérant susciter l'intérêt de la communauté de Recherche Opérationnelle française.

Références

- [1] Courtonne, J-Y., Alapetite, J., Longaretti, P-Y., Dupre, D., Prados, E. 2015. Downscaling material flow analysis : the case of the cereal supply chain in France. *Ecological Economics*, 118, 67-80. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.07.007>
- [2] Courtonne, J-Y., Longaretti, P., Alapetite, J., Dupre, D. 2016. Environmental Pressures Embodied in the French Cereals Supply Chain. *Journal of Industrial Ecology*, 20, 423-434. <https://doi.org/10.1111/jiec.12431>
- [3] Lenglet, J., Courtonne, J-Y., Caurla, S. 2017. Material flow analysis of the forest-wood supply chain : A consequential approach for log export policies in France. *Journal of Cleaner Production*, 165, 1296-1305. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.177>