

# Aide au choix d'échelle géographique dans l'industrie productive par l'optimisation sous contraintes

Léon Fauste<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> STEEP - Inria Grenoble-Rhône-Alpes, Laboratoire Jean Kuntzmann

<sup>2</sup> CHROMA - Univ. Lyon, INSA Lyon, CITIlab

leon.fauste@inria.fr

**Mots-clés** : *optimisation sous contraintes, soutenabilité, relocalisation*

## 1 Introduction

Le débat autour de la relocalisation est de plus en plus actif [1] et sont évoqués des arguments liés à la souveraineté, la soutenabilité et les causes environnementales [4]. Les pressions environnementales d'un système peuvent être étudiées en passant par de multiples indicateurs (surface artificialisée, émission de CO<sub>2</sub>, consommation d'eau, ...) et la soutenabilité peut être étudiée à travers différents indicateurs [6] comme la productivité, la résilience, la fiabilité, l'adaptabilité ou l'auto-suffisance.

Seulement certains indicateurs peuvent être en contradiction, ce qui impose la recherche de compromis et le choix de l'échelle influence ces compromis. Par exemple, passer d'une échelle mondiale à une échelle locale peut dégrader la productivité mais améliorer des indicateurs sociaux, de santé ou d'éthique [5, 7, 8]. Il y a donc un réel enjeu autour du choix d'échelle géographique dans la relocalisation d'industries pour trouver l'échelle offrant les meilleurs compromis.

Nous proposons de nous pencher sur l'industrie productive avec un modèle d'aide à la décision où l'on peut choisir l'échelle à laquelle s'organise la filière puis, sous cette contrainte, on optimise un jeu d'indicateurs. Cela permet d'observer les pertes et les gains d'un choix d'échelle comparativement à un autre.

## 2 Un modèle pour éclairer les compromis du choix d'échelle

Nous décrivons les filières considérées de manière biophysique en utilisant le cadre de l'analyse de flux de matière (AFM) comme comprise dans cette thèse [2]. On y trouve des produits et des secteurs qui consomment certains produits pour en produire d'autres. Cela se représente par 2 matrices : une "table emplois" qui quantifie les entrées des secteurs et une "table ressources" qui quantifie les sorties des secteurs.

Cependant, nous ne voulons pas décrire l'économie actuelle mais proposer une alternative d'organisation. Pour faire ceci nous définissons des variables de décisions (correspondant aux "intensités d'activités" de chacun des secteurs) qui sont liées par une relation linéaire aux flux entrants et sortants des secteurs. On peut faire cette description pour chaque sous-territoire considéré et autoriser les échanges entre territoires grâce à une variable de décision. La conservation de la matière dans les AFM est assurée en ajoutant des contraintes linéaires. De même, des contraintes linéaires sont ajoutées en lien avec l'utilisation des sols et de la main-d'oeuvre [3, 5]. Nous pouvons ensuite choisir un indicateur à optimiser.

## 3 Contraindre des indicateurs et l'échelle

On a maintenant un modèle d'optimisation sous contraintes représentant l'organisation d'une filière ou des secteurs de l'industrie. Ce modèle permet de comprendre un grand nombre d'indicateurs

(artificialisation des sols, temps de travail, niveau d'auto-suffisance, ...). Pour créer plusieurs scénarios et les comparer, on peut choisir d'optimiser un indicateur plutôt qu'un autre ou en contraindre certains.

L'indicateur que l'on cherche à contraindre ici est l'échelle géographique à laquelle s'organise la filière. On peut la majorer en minorant le niveau d'auto-suffisance des sous-territoires ou des régions et cela apporte des résultats sur la spécialisation des territoires. On pourrait aussi vouloir la minorer, pour cela il faut comprendre comment contraindre le graphe des exports, ce qui apporte des problèmes mathématiques et informatiques intéressants.

Ces aspects ont été étudiés et seront illustrés dans la présentation orale à travers des exemples issus de l'industrie agroalimentaire.

## 4 Conclusions et perspectives

On peut, en utilisant les outils de Recherche Opérationnelle, décrire et optimiser des modèles qui simulent des alternatives d'organisation de la société et éclairent ce que ces alternatives apportent. Dans un premier temps, ces modèles peuvent apporter des indications. Dans ce cas-ci, nous avons pu expliciter un lien entre le choix d'une grande échelle et les phénomènes de spécialisation de sols dans l'agriculture.

Dans un second temps, ces modèles amènent des problèmes conceptuels et pratiques forts. Dans ce cas, les contraintes sur l'échelle sous forme de contraintes sur le graphe des exports est un exemple auquel on peut ajouter la non-linéarité des indicateurs, l'incertitude ou l'incomplétude des données, le choix des fonctions objectifs, etc.

## Références

- [1] URL :<https://www.ipsos.com/fr-fr/consommer-local-ce-que-veulent-les-francais>.
- [2] Jean-Yves Courtonne. *Environmental assessment of territories through supply chain analysis : biophysical accounting for deliberative decision-aiding*. Theses, Université Grenoble Alpes, June 2016.
- [3] Mario Giampietro and Kozo Mayumi and Jesus Ramos-Martin. Multi-scale integrated analysis of societal and ecosystem metabolism (musiasem) : Theoretical concepts and basic rationale. *Energy* 34 313–322, 2009.
- [4] LGA. *Vers la résilience alimentaire. Faire face aux menaces globales à l'échelle des territoires*. Les Greniers d'Abondance, 2020.
- [5] S. López-Ridaura, H. van Keulen, M. K. van Ittersum, and P. A. Leffelaar. Multi-scale sustainability evaluation of natural resource management systems : Quantifying indicators for different scales of analysis and their trade-offs using linear programming. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 12 :2, 2005.
- [6] S. López-Ridaura, H. van Keulen, M. K. van Ittersum, and P. A. Leffelaar. Multiscale methodological framework to derive criteria and indicators for sustainability evaluation of peasant natural resource management systems. *Environment, Development and Sustainability* 7 :51–69, 2005.
- [7] E. Schmitt, F. Galli, D. Menozzi, D. Maye, J. M. Touzard, A. Marescotti, and G. Brunori. Comparing the sustainability of local and global food products in europe. *Journal of Cleaner Production*, 165 :346–359, 2017.
- [8] Tiffanie F. Stone, Janette R. Thompson, Kurt A. Rosentrater, and Ajay Nair. A life cycle assessment approach for vegetables in large-, mid-, and small-scale food systems in the midwest US. 13(20) :11368, oct 2021.