

LA NOTION DE MÉTABOLISME ET LES RELATIONS NATURE- SOCIÉTÉ

Romain j. GARCIER

Trois manières de parler d'environnement en géographie

- Manière I : focalisation sur les *espaces*
Aires protégées ... forêts... fleuves... zones tampons ...
- Manière II : focalisation sur les *objets/processus*
Biodiversité, pollution...
- Manière III : focalisation sur les *flux*
Circulations de matières et d'énergie via
l'anthroposphère (gaz à effet de serre, par ex)

<https://www.youtube.com/watch?v=0AVI511I9Yg>

Le cours

- Le concept de métabolisme est une entrée analytique qui permet de rassembler des préoccupations séparées (nature/société, matériel/idéal)
- Le cours le décline sur quatre thématiques : déchets, énergie, matières et enfin, retour sur le métabolisme lui-même
- Dans la mesure du possible, je cherche à faire des études de cas, exposition de méthodologies (empreinte écologique, par ex)
- Le cours utilise un SYLLABUS cliquable, qui donne les modalités de validation.
- La lecture des ouvrages et articles est essentielle!

LA NOTION DE MÉTABOLISME

Métabolisme I : la cellule et son environnement

MÉTABOLIQUE. adj. [μεταβολικός, de μεταβολή, changement]. Qui a rapport aux changements de nature des corps en chimie, etc. : *phénomènes métaboliques*. V. CATALYTIQUE et NUTRITION.

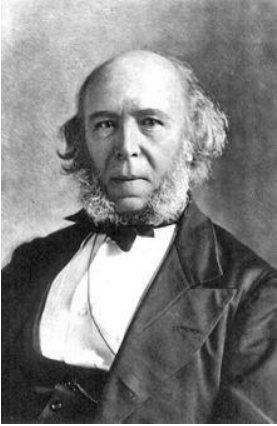
MÉTABOLISME. s. m. Changement de nature moléculaire des corps. V. CATALYSE.

- Mot apparaît en 1858 (dans le dictionnaire médical de Nysten)
- 1) Terme de chimie - 2) les phénomènes chimiques qui permettent la perpétuation du **vivant**
- « ensemble des processus complexes et incessants de transformation de matière et d'énergie par la cellule ou l'organisme, au cours des phénomènes d'édification (anabolisme) et de dégradation (catabolisme) organiques ». (Larousse)

Métabolisme II : une signification écologique

- Haeckel, 1866 :
 - « Par écologie nous entendons la science des rapports des organismes avec le monde extérieur dans lequel nous pouvons reconnaître de façon plus large les facteurs de « lutte pour l'existence ». »
- Il existe une similarité substantielle et analytique entre écologie et métabolisme
- Cf. écosystème (Odum, 1953): description des chaînes trophiques, des interactions entre compartiments

Métabolisme III : l'application à la société



- Très tôt (19^e), pensée analogique : la société est *comme* un organisme (Herbert Spencer)...
Ecologie humaine (Ecole de Chicago)
- Aujourd'hui, le terme est utilisé de manière différente : analyse systémique des flux de matières et d'énergie mis en œuvre par la société (la société *fonctionne comme* un organisme, ou un système : « **socio-écosystèmes** », fonctionnalisme)
- Mais la mise en circulation n'est jamais *politiquement* neutre : Erik Swyngedouw => écologie politique des flux et du métabolisme!



Exemples

L'IPHC

Ecologie, Physio. & Etholo.

Rech. Subatomiques

Sciences Analytiques

Radiobio., Hadronth., Imagerie

DRS | A la une au DRS » **Workshop : « Evolution du Socio-Ecosystème du site de Fessenheim (...)**

Workshop : « Evolution du Socio-Ecosystème du site de Fessenheim »

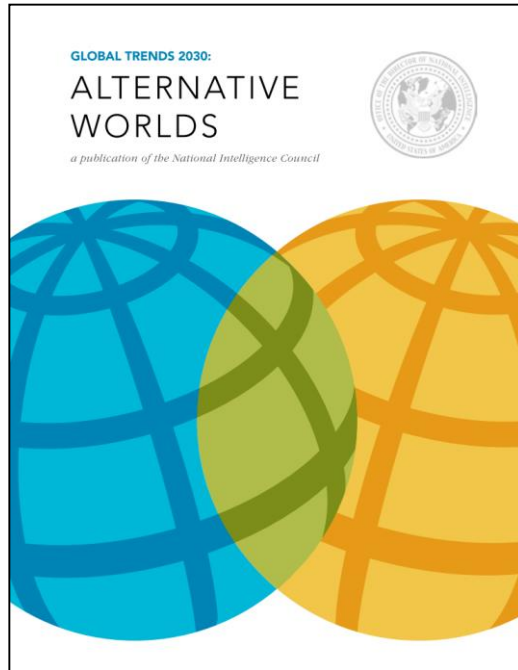
Dernière mise à jour : lundi 13 mars 2017, par [Nicolas Busser](#)

Ce workshop s'adresse à la communauté scientifique dans son ensemble, dans le cadre de la mise en place d'un large consortium interdisciplinaire centré sur la fondation d'un observatoire du socio-écosystème Fessenheim à travers la transition énergétique. L'objectif est de créer un observatoire de portée nationale et internationale qui permettrait de comprendre et anticiper les aspects environnementaux et socio-économiques du système, et de suivre son évolution au cours des prochaines décennies qui seront marquées par des politiques de transitions énergétiques fortes. La situation de ce socio-écosystème aux frontières de l'Allemagne et de la Suisse en fait un cas d'étude unique, complet et complexe par les aspects internationaux impliqués dans sa compréhension.

La participation de laboratoires universitaires renommés et possédant une expertise spécifique reconnue contribuera à faire de ce workshop un événement international majeur favorisant les échanges entre tous les acteurs du projet. Divers sujets seront abordés, incluant les sciences sociales, économiques, environnementales et énergétiques.

= quelles différences avec des conceptualisations en termes de « territoire »?

Les macro-changements à l'œuvre sont pour grande partie...



... des changements *métaboliques*, sur la circulation et l'usage des matières et de l'énergie

GLOBAL TRENDS 2030: AN OVERVIEW

MEGATRENDS

| | |
|----------------------------------|--|
| Individual Empowerment | Individual empowerment will accelerate owing to poverty reduction, growth of the global middle class, greater educational attainment, widespread use of new communications and manufacturing technologies, and health-care advances. |
| Diffusion of Power | There will not be any hegemonic power. Power will shift to networks and coalitions in a multipolar world. |
| Demographic Patterns | The demographic arc of instability will narrow. Economic growth might decline in "aging" countries. Sixty percent of the world's population will live in urbanized areas; migration will increase. |
| Food, Water, Energy Nexus | Demand for these resources will grow substantially owing to an increase in the global population. Tackling problems pertaining to one commodity will be linked to supply and demand for the others. |

GAME-CHANGERS

| | |
|--|--|
| Crisis-Prone Global Economy | Will global volatility and imbalances among players with different economic interests result in collapse? Or will greater multipolarity lead to increased resiliency in the global economic order? |
| Governance Gap | Will governments and institutions be able to adapt fast enough to harness change instead of being overwhelmed by it? |
| Potential for Increased Conflict | Will rapid changes and shifts in power lead to more intrastate and interstate conflicts? |
| Wider Scope of Regional Instability | Will regional instability, especially in the Middle East and South Asia, spill over and create global insecurity? |
| Impact of New Technologies | Will technological breakthroughs be developed in time to boost economic productivity and solve the problems caused by a growing world population, rapid urbanization, and climate change? |
| Role of the United States | Will the US be able to work with new partners to reinvent the international system? |

POTENTIAL WORLDS

| | |
|-------------------------------|--|
| Stalled Engines | In the most plausible worst-case scenario, the risks of interstate conflict increase. The US draws inward and globalization stalls. |
| Fusion | In the most plausible best-case outcome, China and the US collaborate on a range of issues, leading to broader global cooperation. |
| Gini-Out-of-the-Bottle | Inequalities explode as some countries become big winners and others fail. Inequalities within countries increase social tensions. Without completely disengaging, the US is no longer the "global policeman." |
| Nonstate World | Driven by new technologies, nonstate actors take the lead in confronting global challenges. |



Contents lists available at ScienceDirect

Ecological Economics

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ecocon



Analysis

Wasteland energy-scapes: A comparative energy flow analysis of India's biofuel and biomass economies



Jennifer Baka*, Robert Bailis

Geography and Environment, London School of Economics and Political Science, Houghton
Yale School of Forestry and Environmental Studies, 195 Prospect Street, New Haven, CT 06511

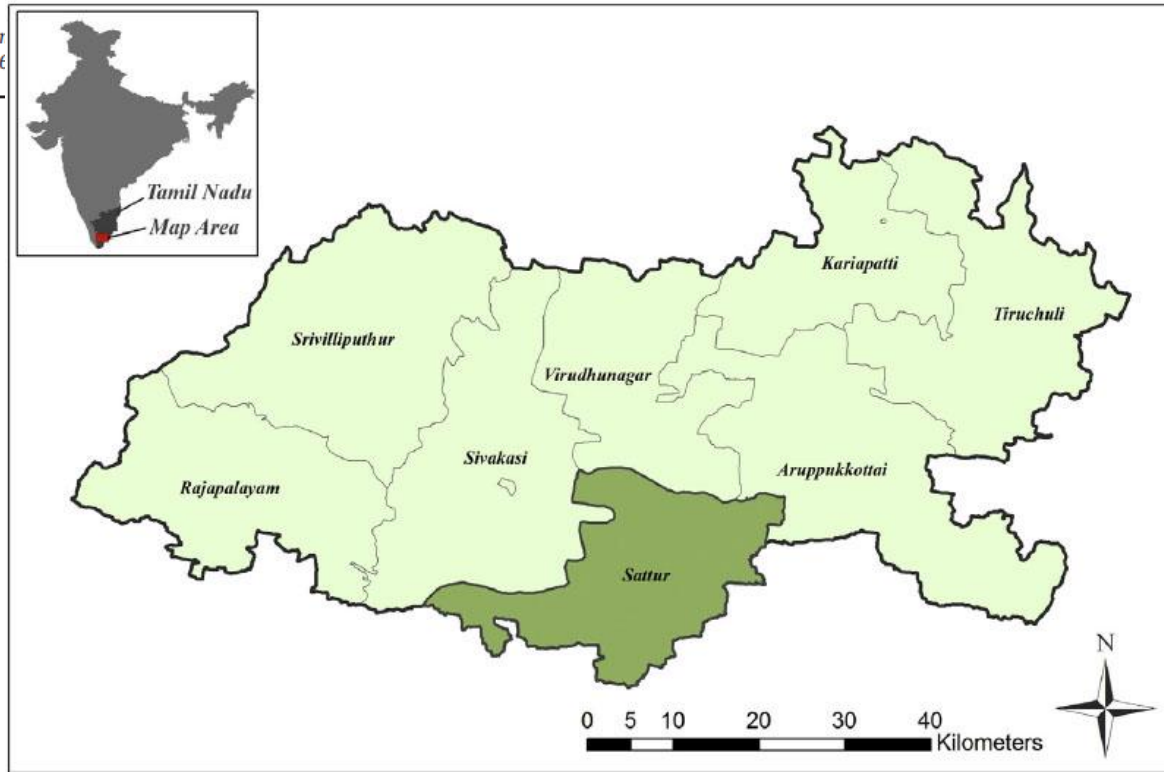


Fig. 1. Sattur Taluk. Virudhunagar District. Tamil Nadu.



Prosopis juliflora



Jatropha curcas

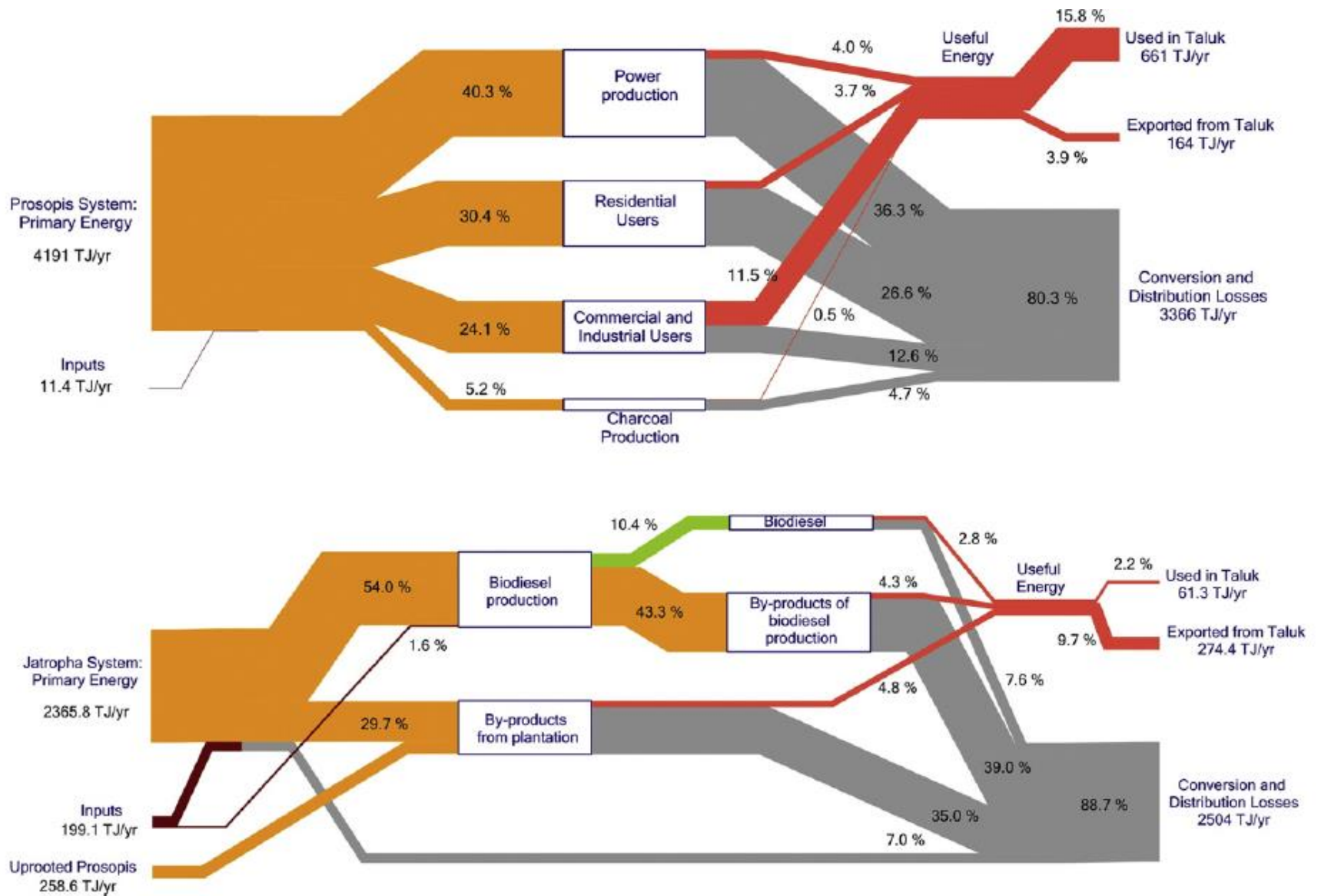


Fig. 3. Jatropha-Prosopis energy flow comparison Sankey diagram.

LE MÉTABOLISME URBAIN

Considérer la ville comme un organisme

Thomas E. Graedel

Cities can be regarded as organisms, and analyzed as such, in an attempt to improve their current environmental performance and long-term sustainability.



Thomas E. Graedel is professor of geology and geophysics, School of Forestry and Environmental Studies, Yale University. This article is a revised version of his presentation given 5 October 1999 at the NAE Annual Meeting Technical Symposium.

A modern city is the place of residence of hosts of organisms, human and otherwise, and we can picture the metabolism of a city as the sum of the metabolism of its inhabitants (Newcombe, 1979). Ecologists generally study organisms by modeling the flows of nutrients and energy entering individual organisms, of resources being stored for later use, and of residues leaving. All these flows occur within cities as well. Accordingly, the city itself can be viewed as an organism with a metabolism that can be studied. If we examine a city's metabolic flows—nutrients, energy, storage, residue—from an environmental perspective, a further topic can be studied: the potential environmental impacts of the residues. Finally, since we evaluate cities at least partly from a policy point of view, metabolic studies can provide the basis for discussions of the desirability of changes in the scale or type of a city's metabolism, and how such changes might best be accomplished.

Il existe cinq manières de définir « la ville »

■ Définition statistique :

AFRICA

Botswana: Agglomeration of 5 000 or more inhabitants where 75 per cent of the economic activity is non-agricultural.

Burundi: Commune of Bujumbura.

Comoros: Administrative centres of prefectures and localities of 5 000 or more inhabitants.

Egypt: Governorates of Cairo, Alexandria, Port Said, Ismailia, Suez, frontier governorates and capitals of other governorates, as well as district capitals (Markaz).

Equatorial Guinea: District centres and localities with 300 dwellings and/or 1 500 inhabitants or more.

Ethiopia: Localities of 2 000 or more inhabitants.

Liberia: Localities of 2 000 or more inhabitants.

Malawi: All townships and town planning areas and all district centres.

Mauritius: Towns with proclaimed legal limits.

Niger: Capital city, capitals of the departments and districts

Senegal: Agglomerations of 10 000 or more inhabitants.

South Africa: Places with some form of local authority.

Sudan: Localities of administrative and/or commercial importance or with population of 5 000 or more inhabitants.

Swaziland: Localities proclaimed as urban.

Tunisia: Population living in communes.

United Republic of Tanzania: 16 gazetted townships.

Zambia: Localities of 5 000 or more inhabitants, the majority of whom all depend on non-agricultural activities.

Source : ONU, 2005

OCEANIA

American Samoa: Agglomerations of 2 500 or more inhabitants, generally having population densities of 1 000 persons per square mile or more. Two types of urban areas: urbanized areas of 50 000 or more inhabitants and urban clusters of at least 2 500 and less than 50 000 inhabitants. (As of Census 2000, no urbanized areas are identified in American Samoa.)

Guam: Agglomerations of 2 500 or more inhabitants, generally having population densities of 1 000 persons per square mile or more, referred to as "urban clusters".

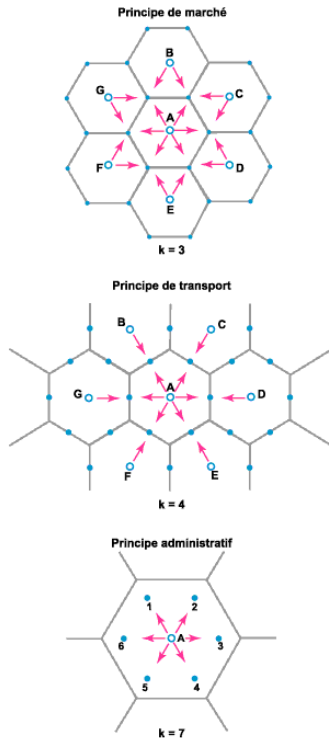
New Caledonia: Nouméa and communes of Païta, Nouvel Dumbéa and Mont-Dore.

New Zealand: All cities, plus boroughs, town districts, townships and country towns with a population of 1 000 or more.

Northern Mariana Islands: Agglomerations of 2 500 or more inhabitants, generally having population densities of 1 000 persons per square mile or more. Two types of urban areas: urbanized areas of 50 000 or more inhabitants and urban clusters of at least 2 500 and less than 50 000 inhabitants.

Vanuatu: Luganville centre and Vila urban.

Les trois principes d'organisation des lieux centraux selon W. Christaller



Dans la structure de forme aréale du principe de marché, le nombre de centres de niveau inférieur, desservis par un centre supérieur est de 3 ($k = 3$, c'est à dire : le centre principal complété par six fois un tiers d'hexagone)
 Dans le cas du principe de transport, les centres de consommation sont situés le long d'axes de transport, au centre d'une limite d'attraction entre deux centres principaux. Dans ce cas, le principe multiplicateur est de 4 ($k = 4$).
 Dans le principe administratif, il n'y a pas partage d'attraction, les 6 centres inférieurs sont sous le contrôle d'un seul centre supérieurs. Le coefficient multiplicateur est donc de 7

- **Définition morphologique :** apparence et densité du bâti

en F, une unité urbaine est « une commune ou un ensemble de communes présentant une zone de bâti continu (pas de coupure de plus de 200 mètres entre deux constructions) qui compte au moins 2 000 habitants. » (INSEE) → ville isolée ou agglomération

- **Définition fonctionnelle :** fonctions économiques, échelon de gouvernement. Ex : Christaller. [un centre de distribution de biens et de services pour une population dispersée, et sur des principes d'optimisation qui tiennent compte des coûts de transport]

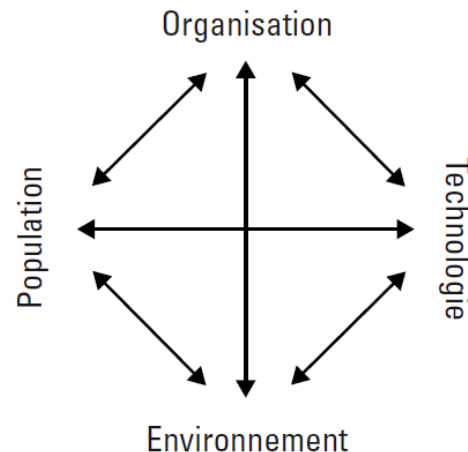
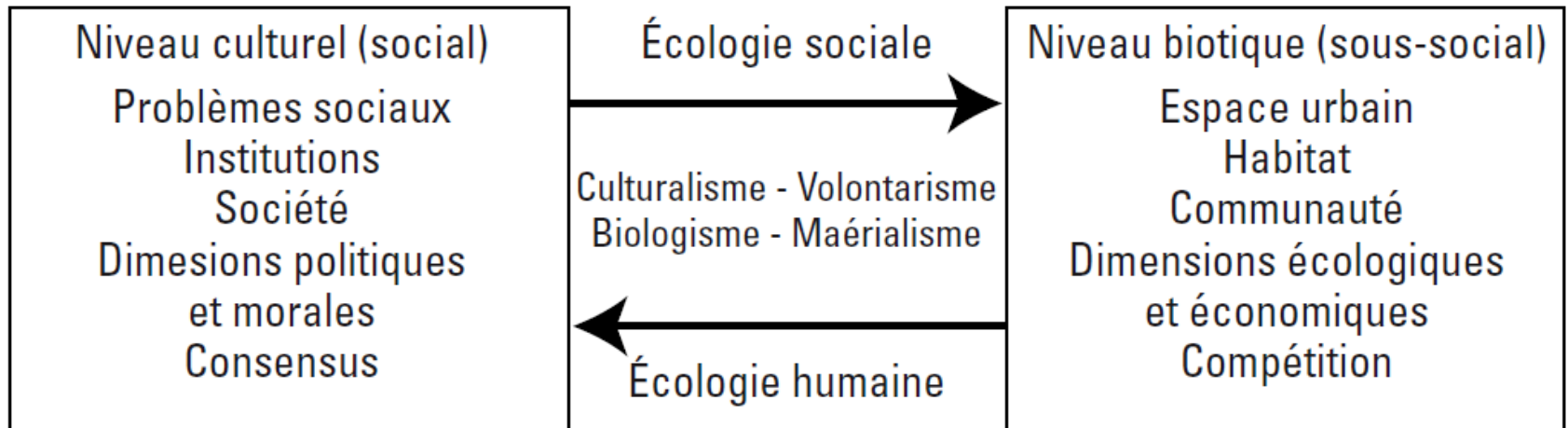
- **Définition relationnelle :** « situation spatiale caractérisée par la concentration d'une société en un lieu en sorte d'y maximiser la densité et la diversité des interactions sociales » (J. Lévy)

= les villes se caractérisent par l'intensité des relations sociales

Cf. notion d'*urban assemblage*, Colin McFarlane


- **Définition métabolique ? :** lieux de maximisation du « métabolisme social »

Dès les années 1920, lien entre le métabolisme et la vie urbaine




Le métabolisme urbain?

Un objet et une méthode d'analyse



« Les théoriciens ont mis au point la notion de métabolisme urbain qui constitue un ensemble de transformations et de flux de matière et d'énergie intervenant dans le cycle de vie d'une zone urbaine. La ville est alors représentée comme un écosystème qui gère ses entrants et ses sortants par la régulation, ainsi qu'une 'unité métabolique complexe avec un ensemble d'entrées (matières premières, produits semi-finis, produits alimentaires, etc.), de transformations (de ces matières, produits semi-finis, etc.) et de sorties (produits manufacturés, déchets gazeux, liquides et solides, etc.)' Cet écosystème, composé de sous-systèmes, concentre un noeud de transferts de flux de matière et d'énergie qu'il utilise et transforme pour satisfaire ses besoins, maintenir sa stabilité ou étendre son influence. Ces flux sont dégradés sous forme de déchets, de nuisances et d'énergie dissipée [Bochet et Cunha (2003)]. »

« Le métabolisme urbain – avec toute la prudence que requiert cette analogie organiciste – contribue à caractériser les interactions entre sociétés et nature :

- 
- de combien d'énergie a besoin une ville pour assurer l'ensemble de ses activités ?
 - De combien de matières – eau, aliments, produits finis, etc. ?
 - Que deviennent ces flux une fois qu'ils sont entrés dans les sociétés urbaines, puis qu'ils y ont été utilisés et transformés ?
 - Sous quelle forme sont-ils éventuellement rendus à la nature ? Quelles en sont les conséquences ? » S. Barles

Théoriser et politiser le MU?

Table 1. Contemporary interpretations and current debates on the concept of urban metabolism across different disciplines from biophysical and political economy sciences

| Interpretations/ current debates | Discipline | | | | |
|---|---------------|--------------------|----------------------|-------------------|---------------------|
| | Urban Ecology | Industrial Ecology | Ecological Economics | Political Ecology | Political Geography |
| The city as an ecosystem | X | | | | |
| The city as material and energy flow or material and energy flows in the city | | X | | | |
| The material basis of the economy, or breaking the links between urbanization, economic growth and resource consumption | | X | X | | |
| The city as a socio-ecological system | X | | X | | |
| Economic drivers of rural-urban relationships, and the production and reproduction of inequality | | | X | X | |
| The reproduction of urban inequality and the governance of urban flows | | | X | X | |
| Resignifying the city: urban metabolism and social, technical and ecological relationships | | | | X | X |

Source: author's elaboration mainly from Broto et al. (2012) and Rapoport (2011).

Urban Metabolism: A review of recent literature on the subject

Marta Dinarès

Universitat Autònoma de Barcelona (UAB). Departament de Geografia
 Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals (ICTA)
 Grup d'investigació INTERFASE en recursos, territoris i paisatges marins i costaners
 marta.dinares@uab.cat

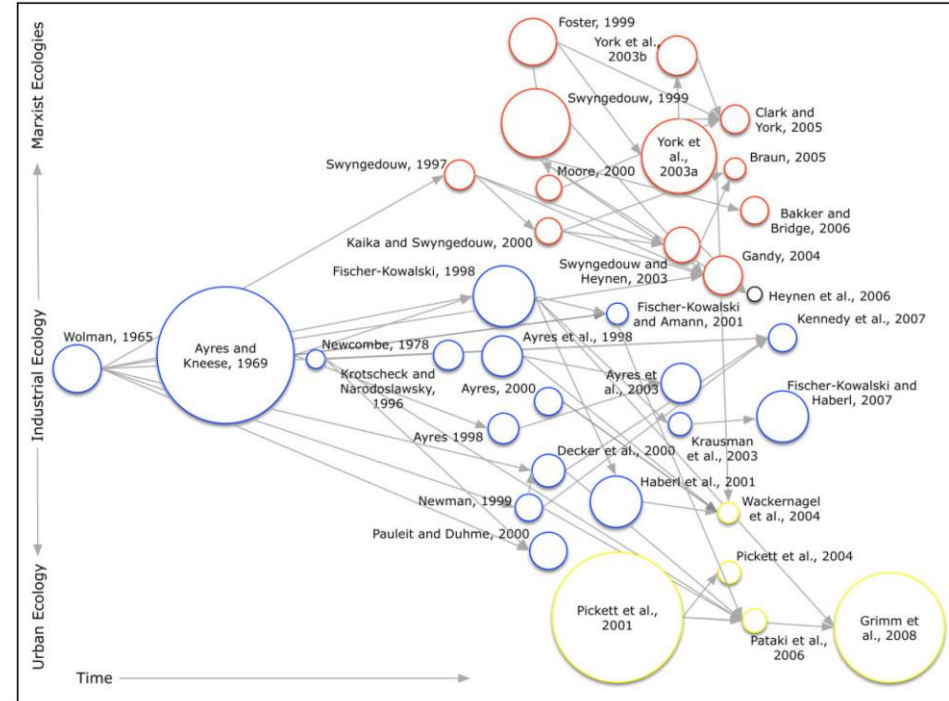


Figure 3. The three thought traditions of urban metabolism research: Marxist ecologies, industrial ecology, and urban ecology. The figure illustrates the direct citation network of the 35 most cited articles informing theory on urban metabolism. Arrows indicate a direct citation, and node size is proportional to the number of citations.

The boundaries of urban metabolism: Towards a political-industrial ecology

Joshua P. Newell and Joshua J. Cousins
 University of Michigan, USA

Urban Political Ecology*

Anne Rademacher

Department of Anthropology and Department of Environmental Studies,
 New York University, New York, NY 10003; email: ar131@nyu.edu

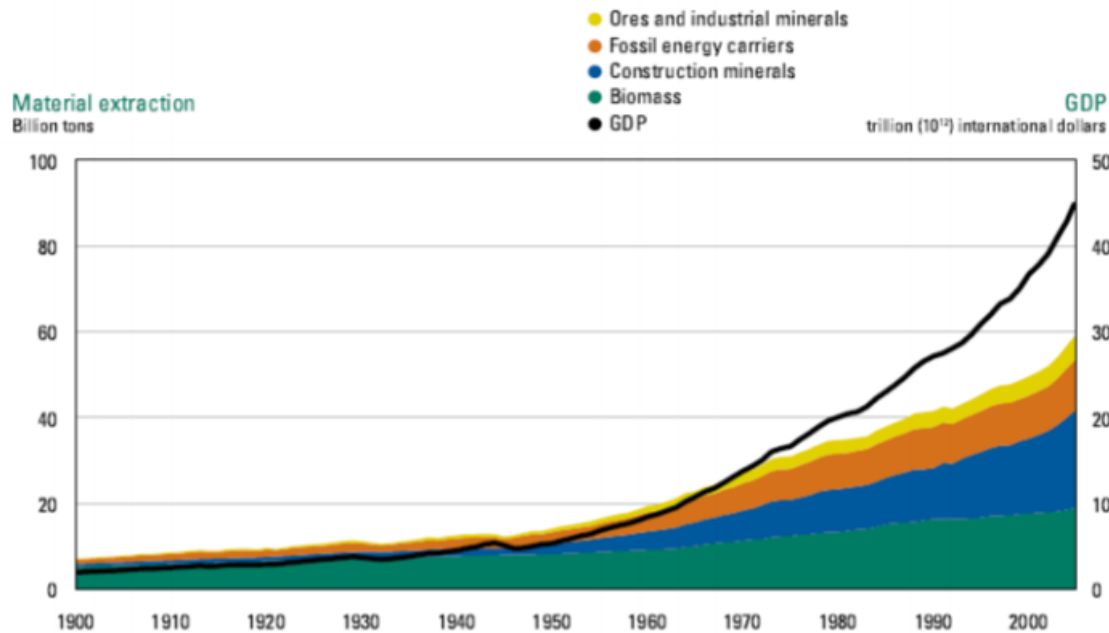
L'URBANISATION MET EN CIRCULATION MATIÈRES ET ÉNERGIE

L'accélération vertigineuse de la consommation de ressources

Au 20^e siècle:

- La population est multipliée par **3,75**
- Extraction de matériaux de construction : **x34**
- Extraction des minerais et minéraux : **x27**
- Extraction combustibles fossiles : **x12**
- Extraction biomasse: **x3,6**

= environ 50 Mds

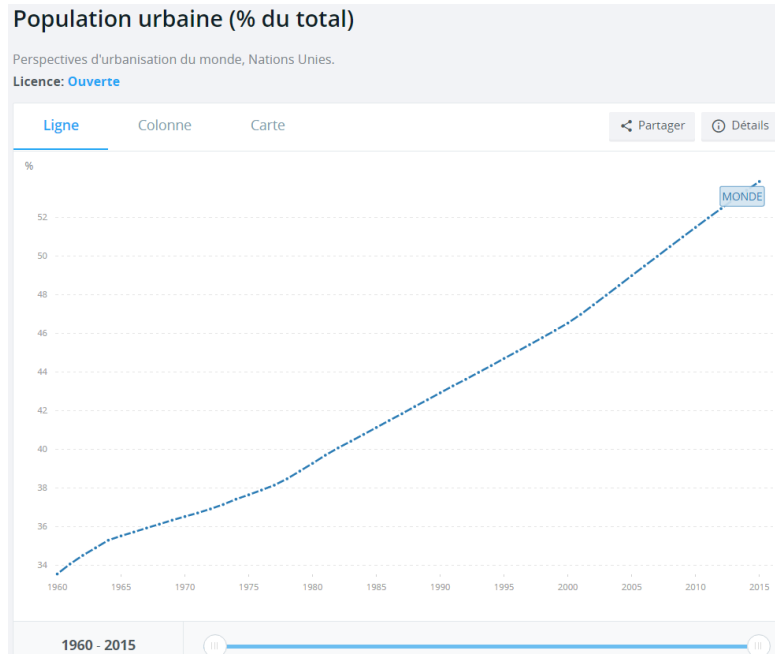


Source: Krausmann *et al.*, 2009

Figure 1. Extraction globale de ressources en milliards de tonnes entre 1900 et 2005

Cette augmentation prend des formes spatiales particulières – notamment **l'urbanisation**. Mais comment définir la ville?

Les villes constituent l'environnement majoritaire de l'humanité contemporaine



- Depuis 2007, plus de 50% de la pop mondiale est urbaine (70% en 2050)
 - 2030 : 5 Mds urbains/8,3 Mds
 - 80% du PNB mondial est produit dans les villes (dont 60% dans seulement 600 villes)
 - 2000 : villes occupent 0,5% de la surface terrestre
- 2030?

Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools

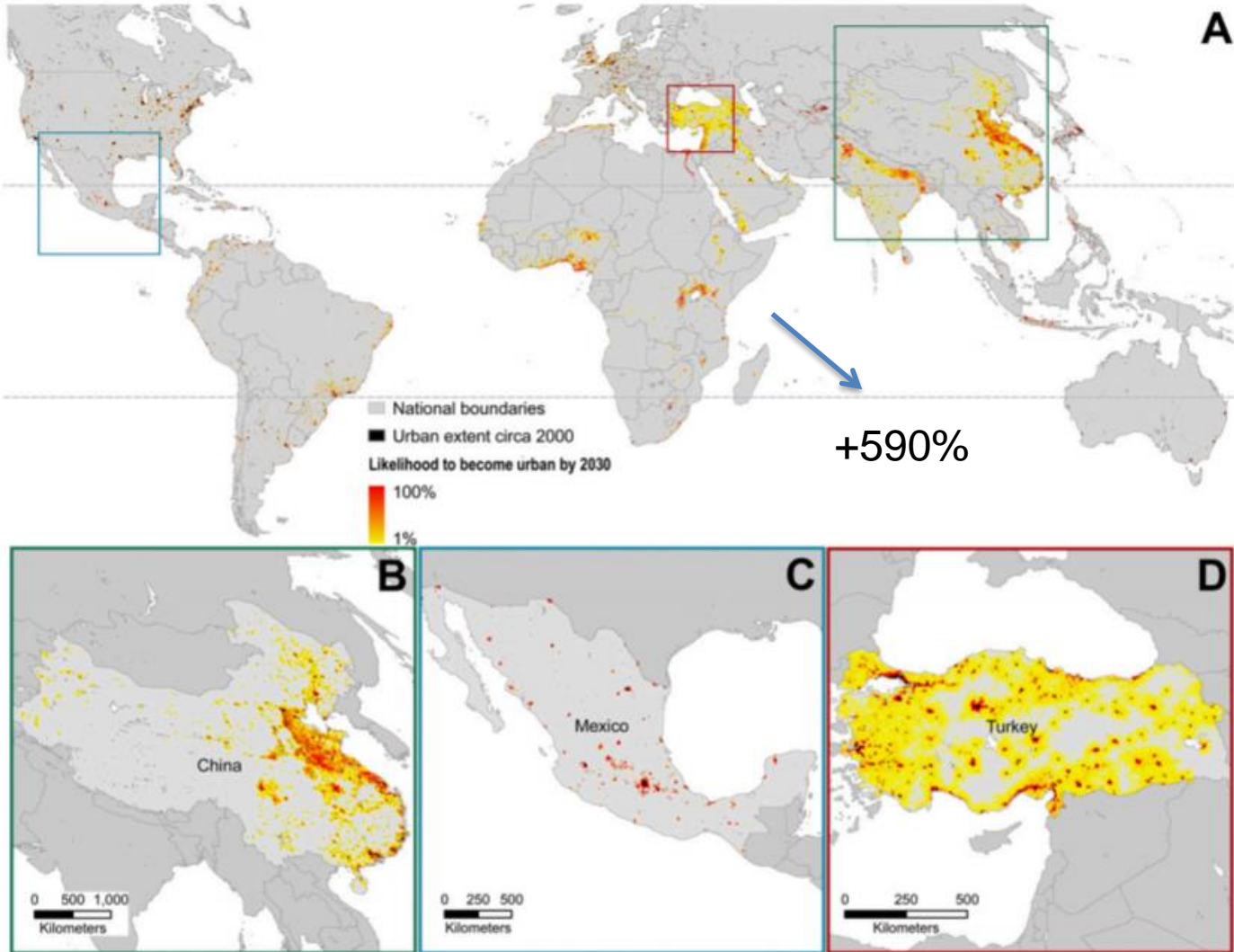
PNAS, 2012

1,5% de la surface terrestre!

Karen C. Seto^{a,1}, Burak Güneralp^{a,b}, and Lucy R. Hutyra^c

^aYale School of Forestry and Environmental Studies, Yale University, New Haven, CT 06511; ^bDepartment of Geography, Texas A&M University, College Station, TX 77843; and ^cDepartment of Geography and Environment, Boston University, Boston, MA 02215

Edited by B. L. Turner, Arizona State University, Tempe, AZ, and approved August 16, 2012 (received for review July 10, 2012)



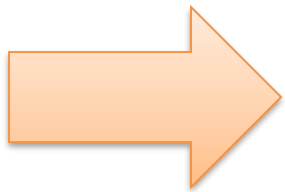
- Danger pour la biodiversité :
- Afromontane s de l'est
 - Forêts guinéennes
 - Sri Lanka
 - Ghats occidentaux

Fig. 1. Global forecasts of probabilities of urban expansion, 2030. There is significant variation in the amount and likelihood of urban expansion (A). Much of the forecasted urban expansion is likely to occur in eastern China (B). Some regions have high probability of urban expansion is specific locations (C) and others have large areas of low probability urban growth (D). Dashed lines denote northern and southern boundaries of the tropics.



Mais la consommation d'espaces et de ressources par les villes est aussi indirecte

- approvisionnement en bois et en énergie
- en matières premières agricoles
- prélèvements en eau
- enfouissement des déchets en zones rurales...



Ce sont ces aspects qui ont fait l'objet d'études quantifiées depuis les années 1960

ANALYSER, QUANTIFIER, REPRÉSENTER LES FLUX

Le précurseur : Abel Wolman, 1965.



« The metabolism of cities », *Scientific American*, Volume 213, Pages 179-190

THE METABOLIC REQUIREMENTS of a city can be defined as all the materials and commodities needed to sustain the city's inhabitants at home, at work and at play. Over a period of time these requirements include even the construction materials needed to build and rebuild the city itself. The metabolic cycle is not completed until the wastes and residues of daily life have been removed and disposed of with a minimum of nuisance and hazard. As man has come to appreciate that the

Wolman part de deux situations contrastées : NYC, où l'eau est naturellement abondante mais où des pénuries existent; la Californie, où l'eau est plus rare mais où aucune pénurie n'existe (pourquoi? Préviation).

Il s'intéresse particulièrement aux **questions d'eau, de déchets et de pollution atmosphérique.**

Des études ultérieures complexifient l'approche du métabolisme urbain

- De nouveaux aspects sont pris en considération : l'énergie (à l'inspiration d'Odum), les flux de matière et de nutriments
- L'approche ne vise plus seulement à répondre à un problème : il s'agit de comprendre et de quantifier les flux (= « systémique »)
- Le « métabolisme urbain » désigne donc un ensemble de réalités, quantifiées par des méthodes nouvelles
- Quelques études célèbres!

The study of urban metabolism and its applications to urban planning and design

C. Kennedy^{a,*}, S. Pincetl^b, P. Bunje^b

^aDepartment of Civil Engineering, University of Toronto, Toronto, Canada

^bInstitute of the Environment, UCLA, CA, United States

Table 1

Chronological review of urban metabolism studies.

| Author (year) | City or region of study | Notes/contribution |
|--|--|---|
| Wolman (1965) | Hypothetical US city of 1 million people | Seminal study |
| Zucchetto (1975) | Miami | Emergy approach |
| Stanhill (1977); Odum (1983) | 1850s Paris | Emergy approach |
| Hanya and Ambe (1976). | Toyko | |
| Duvigneaud and Denayeyer-De Smet (1977) | Brussels | Includes natural energy balance |
| Newcombe et al. (1978); Boyden et al. (1981) | Hong Kong | Particularly comprehensive metabolism study |

ECOSYSTEME BRUXELLES (16.178 ha)

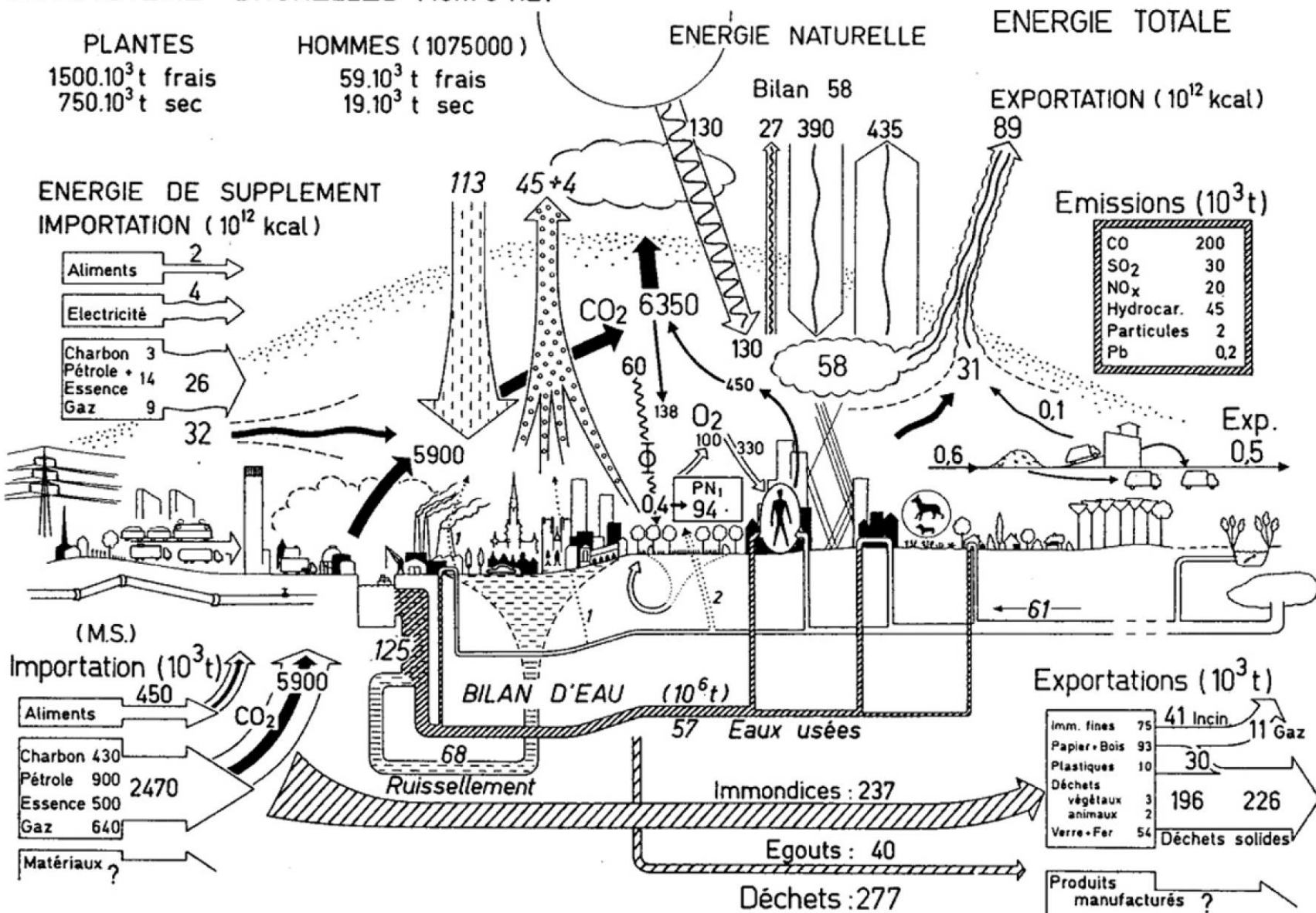


Fig. 1. The urban metabolism of Brussels, Belgium in the early 1970s (Duvigneaud and Denayeyer-De Smet, 1977).

L'analyse du MU explose dans les années 1990

Girardet (1992)
Bohle (1994)

European Environment Agency (1995)
Nilson (1995)
Baccini (1997).
Huang (1998).
Newman (1999);
Newman et al. (1996)
Stimson et al. (1999)
Hermanowicz and Asano (1999)
Hendriks et al. (2000).
Warren-Rhodes and Koenig (2001).
Baker et al. (2001)
Sörme et al. (2001)
Svidén and Jonsson (2001)
Obenosterer and Brunner (2001)
Færge et al. (2001)
Chartered Institute of Wastes Management (2002)
Gasson (2002)
Barrett et al. (2002)
Obenosterer (2002)
Sahely et al. (2003).
Emmenegger et al. (2003)
Burstrom et al. (2003)
Gandy (2004)
Lennox and Turner (2004)
Hammer and Giljum (2006)
Kennedy et al. (2007)
Schulz (2007)
Barles (2007a)
Forkes (2007)
Zhang and Yang (2007)
Ngo and Pataki (2008)
Chrysoulakis (2008)
Schremmer and Stead (2009)
Barles (2009, 2007b)
Zhang et al. (2009)
Niza et al. (2009)
Deilmann (2009)
Baker et al. (2001)
Thériault and Laroche (2009)

Browne et al. (2009)

Prague (comprehensive metabolism study)
Gävle, Sweden
Swiss Lowlands
Taipei
Sydney

Brisbane & Southeast Queensland

Vienna & Swiss Lowlands
Hong Kong
Phoenix & Central Arizona
Stockholm
Stockholm
Vienna
Bangkok
London

Cape Town
York, UK

Toronto
Geneva
Stockholm

Hamburg, Vienna and Leipzig

Singapore
Paris
Toronto
Shenzhen, China
Los Angeles

Paris
Beijing
Lisbon

Greater Moncton, New Brunswick
Limerick, Ireland

Recognized link to sustainable development of cities
Critiqued metabolism perspective for studying food in developing cities
Energy use data for Barcelona and seven other European cities given in the report.
Phosphorus budget

Emergy approach
Adds liveability measures

Framework relating urban metabolism to quality of life.
Water

Nitrogen balance
Heavy metals
Mercury
Lead
Nitrogen & Phosphorus

Materials
Metals

Nitrogen & Phosphorus
Water
State of the Environment report
Materials
Review of changing metabolism
Materials
Historical study of nitrogen in food metabolism
Nitrogen in food metabolism
Develops eco-efficiency measure

New project under EU 7th framework
New project under EU 7th framework
Analysis of central city, suburbs and region.
Emergy approach
Materials
Studies relationship between metabolism and city surface
Water
Water

Develops measure of metabolic efficiency



Pourquoi?

- Une raison fonctionnelle : le développement des outils de calcul et de modélisation
- Une raison politique: la quantification devient le support des politiques publiques
 - Calcul des émissions de GEG
 - Calcul d'indicateurs de durabilité
 - Utilisation du métabolisme pour les scénarios de développement urbain (transports, urbanisme)

■ Description de l'action

En 2014, la communauté d'agglomération de Plaine Commune (9 communes, 408 000 habitants) signe un Contrat de Développement Territorial (CDT) prévoyant le renouvellement de 30% à 40% du parc bâti de son territoire d'ici à 2030, essentiellement via la réhabilitation de friches industrielles. Or ces travaux vont générer de très importants besoins en matériaux de BTP, ainsi que de gros volumes de déchets (terres excavées et déchets de déconstruction).

D'une manière générale, les territoires urbains sont très denses, avec des activités très concentrées. Ils ne peuvent pas produire en interne toutes les ressources dont ils ont besoin, ni gérer et stocker tous leurs déchets. C'est pourquoi ils sont contraints de faire venir une grande partie de leurs ressources de l'extérieur du territoire, et d'expédier hors de leurs limites une part importante de leurs déchets. Ce sont ces flux entrants et sortants de matières qui sont analysés dans le cadre d'une étude de métabolisme urbain.

Souhaitant connaître précisément les consommations de ressources sur son territoire ainsi que les flux de matériaux et de déchets générés par son développement urbain, la communauté d'agglomération de Plaine Commune a ainsi fait réaliser une étude de métabolisme urbain plus particulièrement ciblée sur les activités de BTP.

—● L'analyse des flux de matières et d'énergie

2014

L'analyse des flux de matières et d'énergie a porté sur les données de l'année 2012.

Les matériaux de construction (dont 50% de granulats) constituaient alors le premier flux entrant, loin devant les combustibles et les produits alimentaires. Le trajet moyen pour les flux entrants était de 130 kilomètres réalisés essentiellement par la route. De même, les déchets de construction constituaient le premier flux sortant, avec 60% de terres excavées et de déchets de béton pour un trajet moyen de 100 kilomètres, également réalisé par voie routière.

Un des points marquants de l'analyse concernait le "rythme de renouvellement du territoire" déterminé par le ratio des entrées de matériaux (1,3 milliard de tonnes par an) sur le stock bâti (environ 40 milliards de tonnes). Ce rythme était 2 fois plus élevé sur le territoire de Plaine Commune que la moyenne nationale. Les experts avaient alors conclu que les démolitions à venir créeraient un fort gisement potentiel de matériaux à valoriser.

Au final, le métabolisme de Plaine Commune est parfaitement conforme à celui des territoires hyper-urbains. Il se caractérise par une consommation massive de ressources dont une très faible part est produite localement. Dans un contexte de raréfaction et de tension de ces ressources (liées à leur coût et/ou à leur impact environnemental), la piste d'une gestion circulaire intégrant la réutilisation serait donc à privilégier en remplacement de la traditionnelle gestion linéaire (production-consommation-déchet).

Les principes de l'analyse du MU

- Bilan de matières brutes (quantification entrées, sorties et stockage), exprimées en masse ou en énergie

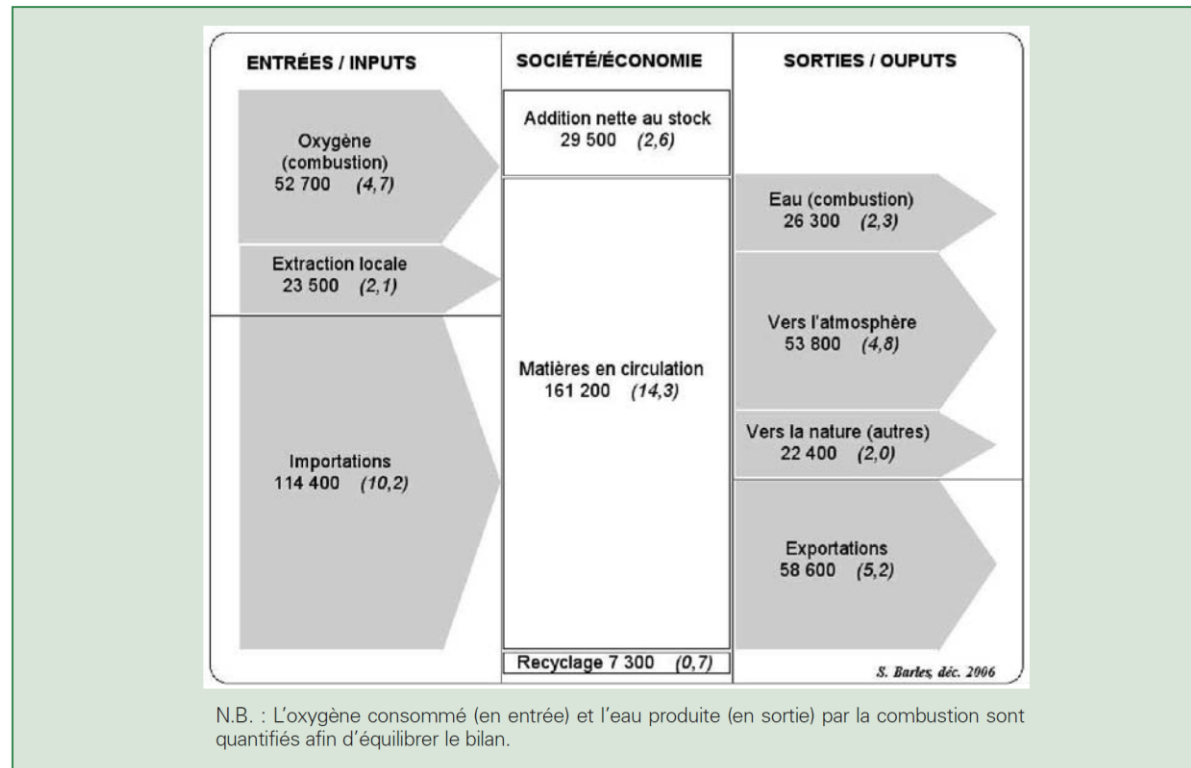


Figure 1. Bilan de matières brutes, Île-de-France, 2003, kt et, entre parenthèses t/hab [5].

Quelles données? L'exemple de l'IdF

| Flux | Région |
|-------------------------|--|
| Extraction locale | |
| Combustibles fossiles | Base de données EIDER (MEDDTL) : http://eider.ifen.fr/Eider/ |
| Minéraux | Pour les matériaux de construction : base de données EIDER (MEDDTL) : http://eider.ifen.fr/Eider/ Pour les autres minéraux : recherche au cas par cas |
| Biomasse | Biomasse végétale : base de données AGRESTE (MAAPRAT) (http://agreste.agriculture.gouv.fr/) Chasse : ONCFS (Office national de la chasse et de la faune sauvage) ; fédération régionale des Chasseurs |
| BI (flux d'équilibrage) | Respiration : O ₂ déduit de la population (INSEE) et cheptel animal (AGRESTE), sur la base de la consommation unitaire donnée par Eurostat (2009) Combustion : O ₂ déduit des émissions atmosphériques (CO ₂ , CO, SO ₂ , N ₂ O, NO ₂) et de la consommation de combustibles fossiles, selon les taux donnés par Eurostat (2009) Synthèse de l'ammoniac (pour mémoire, non concerné ici) 0,83 tN pour 1 t de NH ₃ produit (Eurostat, 2009) |

| Importations et exportations | |
|------------------------------|--|
| Hors combustibles fossiles | SITRAM |
| Combustibles fossiles | Consommation de produits pétroliers (sauf carburéacteurs), de charbon et de gaz naturel : base de données EIDER (MEDDTL) http://eider.ifen.fr/Eider/ Consommation de carburéacteurs : déduite des mouvements des aéroports : Bulletin statistique annuel de la Direction générale de l'aviation civile (MEDDTL) |

| Sorties vers la nature | |
|--------------------------------------|---|
| Vers l'air : émissions | CITEPA : http://www.citepa.org/index.htm ; observatoires régionaux |
| Vers l'air : BO (flux d'équilibrage) | Respiration : H ₂ O et CO ₂ , cf. BI Combustion : H ₂ O déduit de la consommation de combustibles fossiles, selon les taux donnés par Eurostat (2009) |

| | |
|--|--|
| Déchets ménagers et assimilés | Bases de données EIDER (MEDDTL) et SINOE (ADEME) ; observatoires régionaux |
| Déchets industriels dangereux et non dangereux | Base de données SINOE (ADEME) ; observatoires régionaux ; direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement |
| Déchets du bâtiment et des travaux publics | Base de données SINOE (ADEME) ; plans départementaux de gestion des déchets du BTP. |
| Déchets d'activité de soin | Étude ADEME 2008, flux quantitativement négligeable. |
| Assainissement | Agences de l'Eau |
| Déchets agricoles | Détermination des effluents d'élevage sur la base d'une étude MEDDTL à l'échelle départementale portant sur 2000 corrigée des cheptels 2006 |
| Flux dissipatifs | Données éparées et incomplètes. Usages dissipatifs : - engrais épandus : ci-dessus et AGRESTE ou UNIFA (www.unifa.fr/) pour les engrais industriels - pesticides : AGRESTE - sels de déneigement : directions départementales des territoires Pertes dissipatives : - usure des chaussées : 1 mm/an - usure pneus : estimation PL 6 kg/pneu/300 000 km et 8 pneus, VL 1 kg/pneu/50 000 km et 4 pneus, donc 1 PL*km = 0,16 g, 1 VL*km = 0,08 g Nécessite de connaître le trafic. |
| Recyclage | Déduit des données précédentes |

Regardons en ligne!

- <https://www.youtube.com/watch?v=35oqKJgJbaE>

<http://metabolisme.paris.fr/>

QUELS ENSEIGNEMENTS POUR CES ÉTUDES?

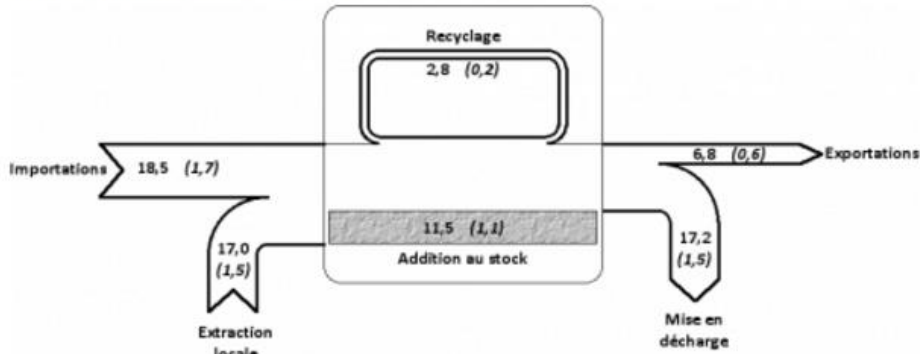
**« Efficacité matérielle et performance
écologique des territoires : analyse croisée de
67 métabolismes »**

Guilherme Iablonski, Sabine Bognon

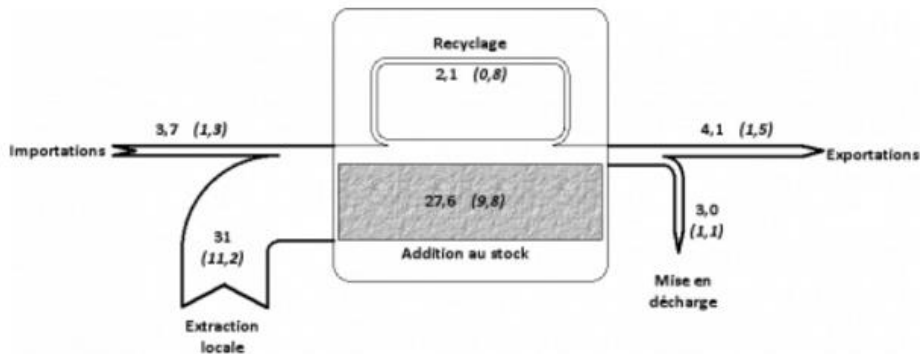
Dans **Flux 2019/2-3 (N° 116-117)**, pages 6 à 25

Chaque ville a son métabolisme

Figure 5. Bilan des matériaux de construction ; a) Île-de-France, 2003 ; b) Midi-Pyrénées, 2006 ; millions de t, (t/hab).



Agrandir Original (png, 11k) ↓



- « Chaque territoire a son propre métabolisme, qui dépend de ses caractéristiques socio-naturelles et appelle donc des réponses adaptées en termes de politique matérielle. »

S. Barles

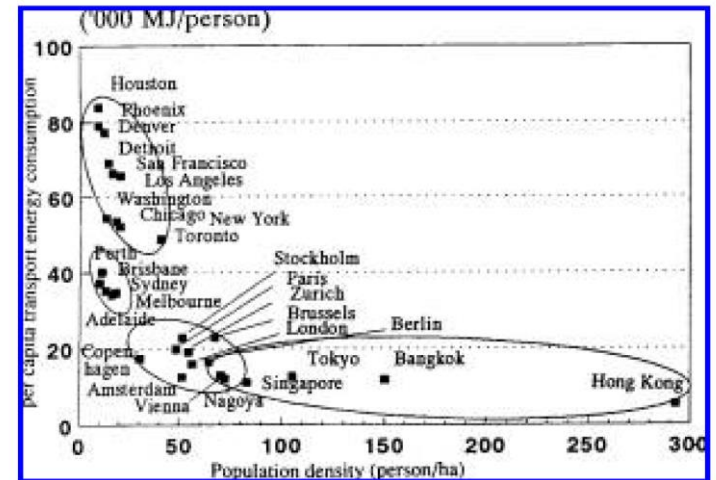


Figure 5 Variation in annual transportation energy consumption and population density among several global cities during the 1980s. '000 MJ = one thousand megajoules = one gigajoule (GJ) = 10^9 joules (J, SI) $\approx 2.39 \times 10^5$ kilocalories (kcal) $\approx 9.48 \times 10^5$ British Thermal Units (BTU). One hectare (ha) = 0.01 square kilometers (km^2 , SI) ≈ 0.00386 square miles ≈ 2.47 acres. Source: Newman and Kenworthy 1991. Reprinted with permission.

Le MU met en jeu principalement 4 catégories d'objets

- L'eau
- Les matériaux de construction,
- Les combustibles fossiles,
- Les produits agricoles et alimentaires

Le métabolisme urbain augmente

Many of the data suggest that **the metabolism of cities is increasing**:

- water and wastewater flows were typically greater for studies in the 1990s than those in the early 1970s;
- Hamburg, Hong Kong, and Vienna have become more materials intensive;
- and energy inputs to Hong Kong and Sydney have increased.

However, some signs point to **increasing efficiency**, for example, per capita energy and water inputs leveling off in Toronto over the 1990s.

Other changes are **mixed**; for example, cities that have implemented large-scale recycling have seen reductions in residential waste disposal in absolute terms, but other waste streams—such as commercial and industrial—may well be on the increase.

Similarly, emissions of SO₂ and particulates may have decreased in several cities, whereas other air pollutants such as **NO_x** have increased.

Le cas de Hong-Kong



Entre 1978 and 2001 :

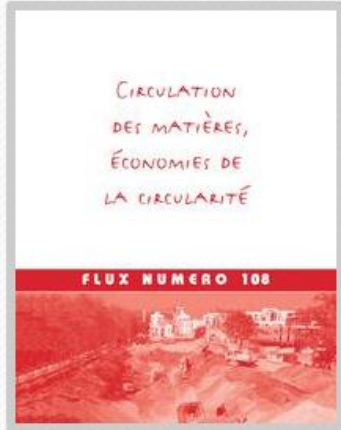
Per capita food, water and materials consumption have surged since the early 1970s by 20%, 40%, and 149%, respectively.

Tremendous pollution has accompanied this growing affluence and materialism, and total air emissions, CO2 outputs, municipal solid wastes, and sewage discharges have risen by 30%, 250%, 245%, and 153%.

As a result, systemic overload of land, atmospheric and water systems has occurred.



Le métabolisme est structuré spatialement au sein de la ville



Vous consultez

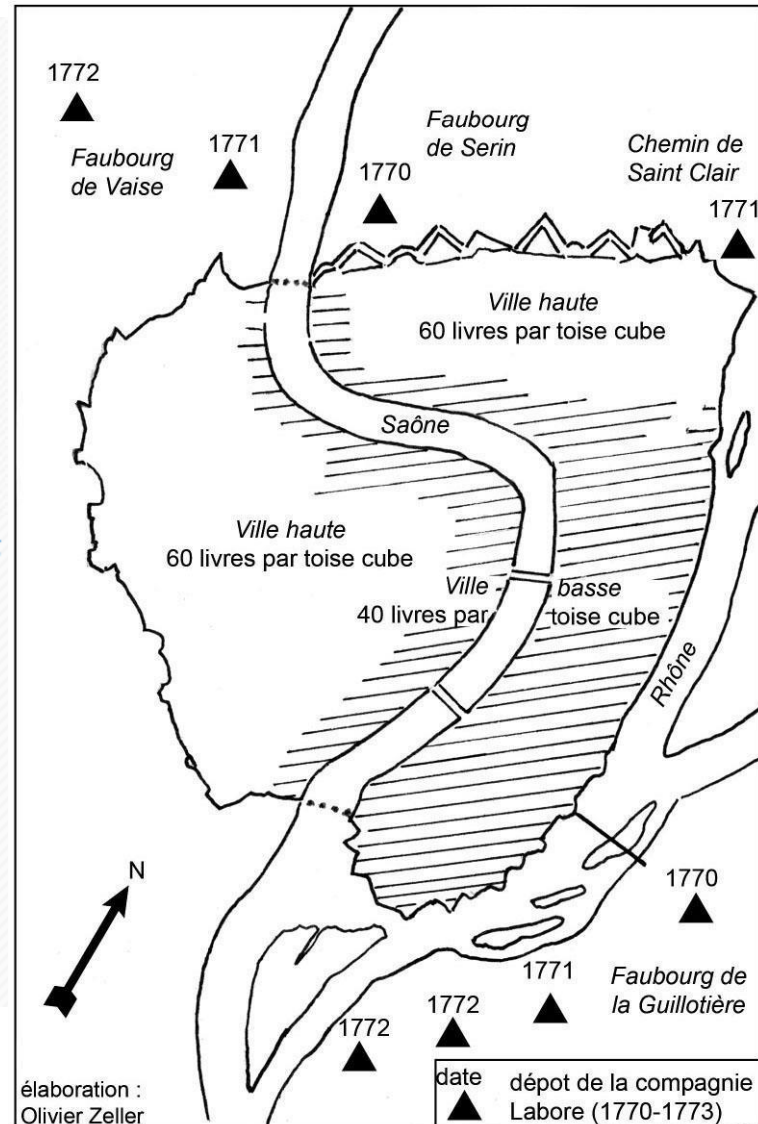
Structurations de l'espace fécal à Lyon au XVIII^e siècle

par **Olivier Zeller**

Olivier Zeller est Professeur émérite d'histoire moderne à l'Université Lyon II. Ses travaux ont porté sur les transformations urbaines à l'époque moderne, en particulier à travers l'exemple de Lyon. Il a écrit et dirigé de nombreux ouvrages, dont le plus récent est : *La bourgeoisie statutaire de Lyon et ses privilèges. Morale civique, évasion fiscale et cabarets bourgeois (XVII^e-XVIII^e siècles)*, Lyon : Éditions lyonnaises d'art et d'histoire, 2016.

pr.olivier.zeller.at.free.fr

Jusqu'au XVIII^e siècle, les excréments produits par la population de Lyon étaient soit puisés dans les fosses par les maîtres des basses œuvres qui les déversaient dans les cours d'eau, soit ramassés dans les rues par des paysans qui les utilisaient comme engrais. La nouvelle sensibilité aux odeurs et les progrès du discours médical suscitèrent après 1750 des préoccupations d'édilité spécifiques, l'autorité municipale s'appuyant sur les travaux de l'académie des sciences de Lyon. Ceci suscita l'éclosion d'entreprises de vidange proposant des techniques améliorées et un recyclage continu, ce qui répondait aux préoccupations des membres des sociétés d'agriculture. La ville utilisa alors plusieurs de ses faubourgs comme lieux de stockage, ce qui engendra de fortes résistances.



Conclusion : les villes : des systèmes hétérotrophes intrinsèquement non durables

| Pressure | State | Impact |
|---|--------------------------------------|--|
| Pressions sur les ressources naturelles | Intensification des flux de matières | Emprise croissante: <ul style="list-style-type: none">- sur la biodiversité- Sur l'espace (notion d'empreinte écologique) |
| Accroissement des émissions | « Linéarisation » des flux | Pollution |



Ouverture des cycles biogéochimiques / dysfonctionnements environnementaux

D'où l'enjeu du « découplage »



ARTICLE #1 : SABINE BARLES

Métabolisme et transition socio-écologique

- Le papier pose que l'*écologie territoriale* « permet de caractériser les régimes socioécologiques locaux, dont l'expression est le *métabolisme territorial*, ensemble des flux d'énergie et de matières mis en jeu par le fonctionnement des sociétés humaines ».
- Il propose de l'utiliser pour comprendre la *transition (socio)écologique*, comprise comme une tentative de découpler les flux de matières et d'énergie de la reproduction sociale (prospérité), donc une transformation du métabolisme territorial
- Comment est-ce que cela se manifeste dans le cas des villes? Quelles sont les implications?

Les quatre dimensions du métabolisme urbain, renforcé par le régime socioécologique « industriel »

- Des flux énergétiques et matériels entrants et sortants très denses (en J/ha ou t/ha), liée à celle de la population et à l'importance des échanges (voire de la production) ;
- Un important stock de matières lié aux nombreux artefacts qui caractérisent la ville (bâtiments, infrastructures, biens, *etc.*) ;
- La part significative, voire dominante, des consommations dites *inales*, souvent associées à des émissions vers la nature ;
- L'externalisation d'une partie au moins du métabolisme urbain vers des lieux d'approvisionnement.

LINEARISATION

EXTERNALISATION

⇒ **La dématérialisation doit porter sur les 4 piliers du MU mais les taux de recyclage actuels sont très faibles (10%)**

Comment intervenir?

- La dématérialisation des matériaux de construction se pose différemment dans les villes en croissance, les villes stables et les villes en déclin.
- Les matériaux biogéniques (biomasse et éléments associés) doivent être réinsérés dans les cycles biogéochimiques localisés (e.g. les campagnes)
- Combustibles fossiles : diminuer leur importance (car le CO₂ n'est pas recyclable)
- Repenser l'interterritorialité métabolique : les villes consomment énormément de ressources de manière indirecte.

CONCLUSION ET DISCUSSION : ET LA POLITIQUE DANS TOUT ÇA?

LE MÉTABOLISME URBAIN

Métropole des flux, écosystème, écologie urbaine et territoriale,

La métropole est intrinsèquement constituée de flux de biens, de personnes, de déchets, d'énergie, de ressources alimentaires, d'eau, d'air, de sable, d'argile,.... Dans la perspective d'une ville pensée comme un écosystème, la planification ne doit plus être exclusivement basée sur la conception de liaisons mais sur la connexion et l'optimisation des flux. Des méthodes et des outils sont déployés pour analyser et évaluer ces systèmes complexes, optimiser leurs synergies et permettre de nous projeter vers un futur plus résilient. Si les flux définissent un certain dessin pour la ville, qu'en est-il de la demande des utilisateurs usagers ?

Table ronde avec :

- Bruno Charles** – Métropole Grand Lyon Vice président au Développement durable – Biodiversité Trame verte – Politique agricole
- Eric Frijters** – Architecte urbaniste – Agence FABRICations – Amsterdam
- Caroline Prieur** – Chef de projet industrie Mission Vallée de la Chimie – Métropole de Lyon
- Nadia Tahri** – Chef de projet urbanisme et territoire durable DRIDD – SAFEGE

Vous êtes ici : [Accueil](#) > [Transformation urbaine](#) > [Les données, carburant d'un nouveau métabolisme urbain](#)

LES DONNÉES, CARBURANT D'UN NOUVEAU MÉTABOLISME URBAIN

INTERVIEW DE BRUNO MARZLOFF



<< S'ils n'y prennent garde, les acteurs publics pourraient perdre toute maîtrise de la fabrique de la ville. >>

Interview réalisée pour la revue M3 n°1 par Sylvie Boutaudou, journaliste spécialisée en science et aménagement du territoire.

Matériau d'une autre gouvernance, opportunité de services urbains à inventer, liant de sociabilités inédites, marché dont les modèles économiques sont en devenir, la donnée publique stimule la réflexion dans les collectivités. Bruno Marzloff, sociologue et directeur du groupe Chronos, évoque avec enthousiasme les potentialités de ce mouvement, sans en éluder les risques. Car la donnée est un sujet sensible.

Tag(s) : [Ville intelligente](#), [Ville servicielle](#), [Donnée/Data](#), [Revue M3](#)

Date : 30/09/2011

ERIC PIOLLE, MAIRE DE GRENOBLE : "LA VILLE EST UN ORGANISME VIVANT, PAS UNE USINE"

Il y a un peu plus d'un an, le 4 avril 2014, Eric Piolle devenait le premier maire écologiste d'une ville de plus 100 000 habitants. 12 mois plus tard, et alors que s'ouvre [la biennale de l'habitat durable de Grenoble](#), il dresse le bilan de son action et détaille sa méthode. Entretien.



One big question

- <https://www.youtube.com/watch?v=XxV9teTtxMg>
- Quels dangers politiques recèlent les approches métaboliques?