



HAL
open science

L'écologie territoriale : du métabolisme des sociétés à la gouvernance des flux d'énergie et de matières

Sabine Barles, Nicolas Buclet, Gilles Billen

► **To cite this version:**

Sabine Barles, Nicolas Buclet, Gilles Billen. L'écologie territoriale : du métabolisme des sociétés à la gouvernance des flux d'énergie et de matières. CIST2011 - Fonder les sciences du territoire, Collège international des sciences du territoire (CIST), Nov 2011, Paris, France. pp.16-22. hal-01353196

HAL Id: hal-01353196

<https://hal.science/hal-01353196>

Submitted on 10 Aug 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

L'écologie territoriale : du métabolisme des sociétés à la gouvernance des flux d'énergie et de matières.

AUTEURS

Sabine BARLES, Géographie-cités (France)

Nicolas BUCLET, PACTE (France)

Gilles BILLEN, Sisyphé (France)

RÉSUMÉ

L'écologie territoriale constitue un champ de recherche interdisciplinaire relativement émergent en France, qui s'apparente à l'écologie urbaine et à l'écologie industrielle. Son objectif principal est de mieux comprendre la nature et les modalités des interactions entre sociétés et nature, interactions dont la principale manifestation concrète réside dans les échanges énergétiques et matériels qui s'opèrent au sein des et entre les anthroposystèmes. La description et l'analyse de ces flux – du métabolisme territorial – s'accompagnent de celles des conditions sociales, politiques, économiques et techniques dans lesquelles ils sont produits ou subis. De ce fait, l'écologie territoriale associe sciences sociales, de l'environnement et de l'ingénieur. L'article en présente brièvement les origines, enjeux et contenus.

ABSTRACT

Territorial ecology is an emerging interdisciplinary research field in France. Its origins can be found in both industrial ecology and urban ecology. Its main purpose is to better understand socio-natural interactions, particularly the material and energy flows linking society and nature. The description and the analysis of these flows – that is to say of the territorial metabolism – goes with the analysis of the social, political, economical, technical (and so on) underlying conditions. As a consequence, territorial ecology combines social sciences, environmental sciences, and engineering sciences. The paper briefly presents the origins, aims and contents of territorial ecology.

MOTS CLÉS

Écologie territoriale, métabolisme territorial, empreinte environnementale, ressources, dématérialisation, économie de fonctionnalité.

INTRODUCTION

L'écologie territoriale constitue un champ de recherche¹ interdisciplinaire émergent en France, qui s'apparente à l'écologie urbaine (lorsqu'elle se fonde sur la théorie des écosystèmes) et à l'écologie industrielle (lorsqu'elle se consacre aux sociétés industrielles) sans être confondue avec elles. Son objectif principal est de mieux comprendre la nature et les modalités des interactions entre sociétés et nature, interactions dont la principale manifestation concrète réside dans les échanges énergétiques et matériels qui s'opèrent au sein des et entre les anthroposystèmes, eux-mêmes conçus comme « entité[s] structurelle[s] et fonctionnelle[s] des interactions sociétés-milieus » (Lévêque et al., 2003, p. 110). La description et l'analyse de ces flux s'accompagnent d'un souci d'en comprendre à la fois les origines et les conséquences

¹Et d'action, ce qui n'est pas l'objet de ce texte.

à un niveau social, politique, économique et technique. De ce fait, l'écologie territoriale associe sciences sociales, de l'environnement et de l'ingénieur.

1. LES ORIGINES

L'écologie territoriale trouve ses racines dans la chimie des Lumières et la loi de Lavoisier, dans la thermodynamique et ses principes, puis dans la théorie des écosystèmes et la cybernétique. Elle se situe à la confluence de deux courants de recherche, l'écologie urbaine et l'écologie industrielle, toutes deux nées dans les années 1960-70.

La première, développée notamment par des écologues et biologistes a popularisé la notion de métabolisme urbain. L'idée défendue était que les villes constituaient des cas particuliers d'écosystèmes parasites, consommant matières et énergie et rejetant déchets solides, eaux usées et polluants atmosphériques, et qu'il était nécessaire de considérer non seulement l'aval (les rejets, cible principale des politiques environnementales), mais aussi l'amont du métabolisme, indissociable de l'aval, et porteur d'enjeux nouveaux, tels que l'épuisement des ressources fossiles ou les pénuries alimentaires. Ces analyses ont connu relativement peu de prolongements, notamment en raison d'une posture impérialiste (l'écologie devant pour certains absorber les sciences sociales), déterministe (la consommation énergétique comme unique variable explicative des interactions sociétés-nature et du fonctionnement des sociétés humaines), et anti-urbaine (pour plus de détails : Barles, 2010).

La seconde s'est attachée à analyser les systèmes de production industriels au prisme de l'écologie. Développée par des physiiciens, des ingénieurs opérant dans le milieu de la recherche et de la recherche-développement, elle s'est très vite donné un objectif d'optimisation du métabolisme industriel (voir Erkman, 2004). Partant du constat que l'industrialisation s'est accompagnée d'une linéarisation de la circulation des matières, elle prône le bouclage des flux, les déchets d'une activité devenant les matières premières d'une autre, avec pour conséquence tant une diminution des rejets qu'une moindre ponction de ressources. L'écologie industrielle s'est étoffée (peu encore en France, voir néanmoins Adoue, 2007) depuis les années 1960, et propose une série de concepts (tels que la symbiose industrielle) et de méthodes beaucoup plus abouties que ceux de l'écologie urbaine (voir <http://www.is4ie.org/>).

Cependant, l'écologie industrielle est d'abord affaire d'ingénierie dans un contexte économique prédéterminé (Buclet, 2011), et n'embrasse ni l'ensemble du fonctionnement de la société, ni les questions écologiques non réductibles à une question de ressources. Ces limites ont été identifiées, si bien que beaucoup de collègues la conçoivent désormais comme l'écologie de la société industrielle (englobant distribution et consommation). Ce glissement restreint néanmoins le champ à l'ère industrielle, ce qui n'est pas souhaitable dans la mesure où la compréhension des trajectoires socio-naturelles nécessite la prise en compte de pas de temps plus longs, de même que celle des transitions passées ou à venir (voir Fischer-Kowalski & Haberl, 2007). En outre, si les flux énergétiques et matériels sont l'expression concrète des interactions entre sociétés et nature, ils sont gouvernés par des processus naturels et sociaux, la part « sociale » (au sens « de la société ») prenant souvent le pas sur la part naturelle dans les espaces anthropisés. Il est donc important de prendre en compte cette dimension faute de quoi le métabolisme restera purement descriptif. À cela s'ajoute l'hypothèse selon laquelle les problèmes environnementaux et socio-économiques ont une origine commune, en l'occurrence les fondements du système économique dominant (Buclet, 2011). Enfin, l'écologie industrielle a tendance à ne considérer qu'une partie de l'anthroposystème en oubliant le système naturel dont elle

réduit par ailleurs la complexité par un jeu de construction d'analogies peu fondées scientifiquement. Ceci conduit à des approches peu situées.

L'écologie territoriale tente de dépasser les limites des ses deux écologies mères. Elle privilégie une entrée par le territoire, à la fois espace localisé et théâtre de jeux d'acteurs complexes, qui semble plus à même de rendre compte des processus interactifs à l'œuvre. La description du métabolisme territorial permet de comprendre les interactions entre ce territoire et son milieu naturel, voire des milieux éloignés (en lien avec les importations et exportations économiques). Elle y associe l'analyse des acteurs, institutions, politiques, techniques qui sont à l'origine de ces flux, c'est-à-dire la dimension sociale du métabolisme, au côté de celle des processus naturels qui le guident.

2. MÉTABOLISME TERRITORIAL ET EMPREINTES ENVIRONNEMENTALES

Partant du principe que rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme, l'un des outils de base de l'écologie territoriale est le bilan de matières brutes, qui permet de peser au sens strict du terme le fonctionnement d'un territoire. Plusieurs méthodes peuvent être mobilisées (Brunner & Reichberger, 2004 ; Barles, 2009), mais l'objectif est le même : identifier les principaux flux de matières, mettre en regard flux entrants, flux sortants et stocks ; flux à caractère économique et rejets vers la nature ; extraction locale et importation, etc. Il autorise aussi la comparaison, ce qu'illustre la figure 1. Si les flux matériels sont dans les deux cas étudiés (Île-de-France et Midi-Pyrénées) considérables, ils varient de façon très significative de l'un à l'autre : les deux régions représenteraient ainsi deux extrêmes, la première – l'Île-de-France – connaissant une sorte de saturation matérielle, la seconde étant en phase de constitution de son stock. La dématérialisation relative de l'Île-de-France ne doit cependant pas masquer le fait que la région importe des produits finis dont l'élaboration a engendré ailleurs des consommations supérieures au contenu matériel des produits finis que la détermination des flux indirects permettrait de prendre en compte.

La désagrégation des flux permet d'expliquer une grande partie de ces différences. En Midi-Pyrénées, la consommation de matériaux de construction explique l'importance des flux entrants et de l'addition au stock, tandis que l'activité agricole contribue à des flux vers la nature plus importants qu'en Île-de-France. L'analyse détaillée des flux élémentaires apporte d'autres éléments explicatifs (comme le lien entre étalement urbain et consommation de matériaux de construction) que nous ne pouvons détailler ici, mais qui montre l'intérêt de la méthode. Elle peut être complétée par l'analyse des flux de substance (par exemple analyse de la circulation de l'azote).

La détermination des empreintes environnementales des territoires complète l'analyse. La notion d'empreinte environnementale se veut plus générale que celle, bien connue, d'empreinte écologique (Rees & Wackernagel, 1996). Cette dernière désigne en effet la surface bioproductive qui serait nécessaire au maintien durable d'une société humaine donnée compte tenu de son niveau et de ses modes de vie, mais ne rend pas compte de l'ensemble des interactions entre les sociétés et la biosphère dans la mesure où elle privilégie une approche énergétique (biomasse et combustibles fossiles) ; elle fait par ailleurs l'objet d'un certain nombre de critiques (par exemple Piguet et al., 2007). La notion d'empreinte environnementale vise quant à elle à déclinier les impacts du métabolisme territorial sur la biosphère, le terme d'empreinte étant employé pour signifier à la fois l'intensité et la dimension spatiale de ces impacts (en trois dimensions). On pourra ainsi définir une empreinte aquatique, alimentaire, énergétique, etc. (Barles, 2008 ; Billen et al., 2009 ; Chatzimpiros, 2011 ; Kim & Barles, soumis). L'un des enjeux majeurs sous-jacents est l'identification des liens existant entre flux et espace.

Figure 1. Bilan de matières brutes, kt, (t/hab).
 a) Île-de-France, 2003 (Barles, 2009) ; b) Midi-Pyrénées, 2006 (Barles, en cours).
 DMI : Direct Material Input. DPO : Direct Processed Output.
 Ces bilans ne comptabilisent pas la consommation d'eau.

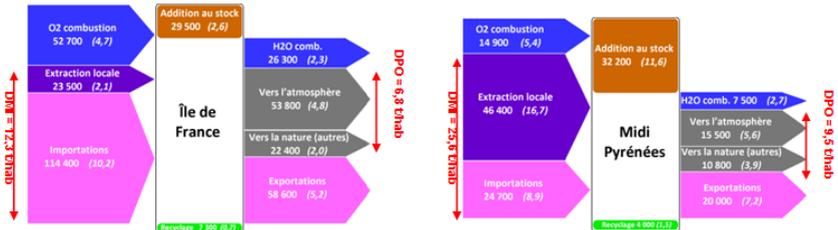
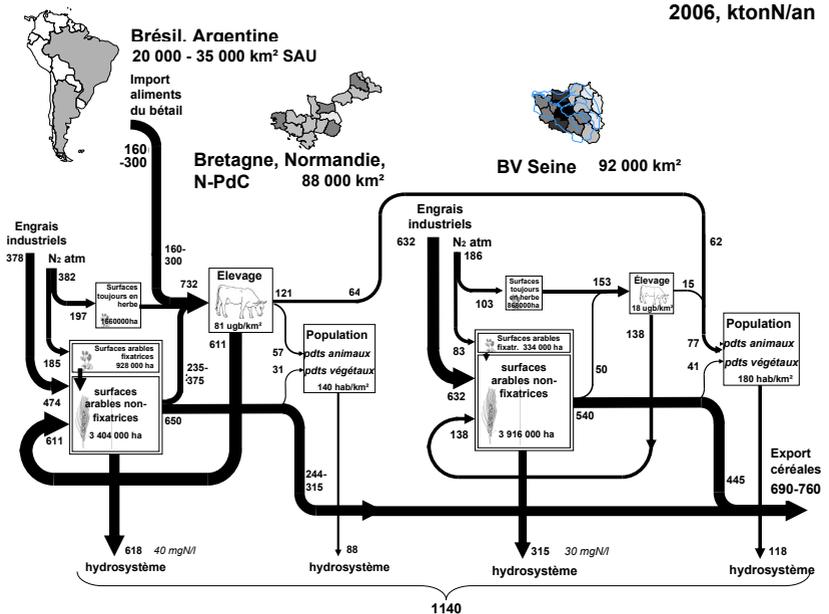


Figure 2. Flux d'azote dans l'agro-système des trois territoires impliqués principalement dans l'approvisionnement alimentaire de l'agglomération parisienne en 2006 (Flux en ktonN/an). (Billen, 2011)



3. COUPLER LES FINALITES SOCIETALES ET LA GOUVERNANCE DES FLUX D'ÉNERGIE ET DE MATIÈRE

Bien que pensée avant tout par des ingénieurs, l'écologie industrielle n'a pu éviter de se poser la question des jeux d'acteurs nécessaires à la mise en œuvre des synergies (échanges ou mutualisation de flux). Force est de constater en effet que les projets

d'éco-parcs industriels pensés à partir d'échanges de flux de matière et d'énergie « tombant sous le sens » ne se réalisent que rarement. L'écologie industrielle résume cela à « l'importance du facteur humain », facteur incontournable qui pourrait être pris en compte à l'aide de meilleures techniques de gouvernance, en permettant aux acteurs de se connaître et de souhaiter échanger. Cette façon de voir limite cependant les questions de coordination entre acteurs aux moyens de mettre divers acteurs autour d'une table afin de faciliter les synergies identifiées par ailleurs, voire d'en découvrir de nouvelles. Le territoire, construit d'interactions multiples entre individus et acteurs, elles-mêmes à l'origine des dynamiques sociales, économiques, techniques et environnementales des espaces anthropisés, est ignoré. Au contraire, l'écologie territoriale s'attache à lier l'investigation de deux objets : les dynamiques d'acteurs créatrices à la fois de « systèmes de besoins » (Baudrillard, 1970) et de ressources territoriales, tant données que construites (Kébir et Crévoisier, 2007) à partir desquelles les acteurs peuvent élaborer des réponses à ces besoins ; les modes d'interaction susceptibles de favoriser des stratégies collectives de développement, visant à concilier ces dynamiques et les exigences écologiques avec lesquelles doit composer, du moins sur le moyen et long terme, toute société humaine.

Cette investigation repose en particulier sur la remise en cause de postulats simplistes concernant le mode de fonctionnement des sociétés humaines, postulats fondés pour l'essentiel sur une généralisation abusive de l'observation de la société industrielle. Pour y remédier, l'anthropologie sociale (Caillé, 2009) et économique (Polanyi, 2008) est mobilisée afin d'élargir l'horizon des motivations menant les humains à interagir les uns avec les autres. C'est à partir de cet élargissement qu'est menée une réflexion plus large en termes de modes de coordination innovants à l'échelle des territoires. Comme nous l'avons montré (Buclet et Brulot, 2009), l'originalité de l'écologie territoriale repose sur le couplage entre cette réflexion en termes de modes de coordination innovants et la visibilité dont vont disposer, à l'aide de l'analyse du métabolisme territorial, les acteurs quant à l'impact en termes de flux de leurs comportements, tant individuels que collectifs. Les travaux sur des cas d'étude en écologie territoriale visent à analyser les contextes territoriaux en tenant compte de ce couplage. L'objectif devient alors de proposer des modes de coordination favorisant (Buclet, 2011b) :

- une proximité tant physique qu'organisationnelle et institutionnelle entre les acteurs, dont il a été démontré l'importance pour favoriser la confiance et, dès lors, la capacité à coopérer autour d'objectifs territoriaux partagés (Brulot, 2009) ;
- la « capacité » (Sen, 1999) des acteurs, c'est-à-dire leur autonomie et leur maîtrise des enjeux reliant besoins exprimés et ressources disponibles ;
- des processus décisionnels collectifs et participatifs, permettant à chacun de s'appropriier les enjeux en termes de gouvernance des flux et de relier cette gouvernance à la constitution de stratégies de développement territorial, tenant à la fois compte des enjeux sociaux, techniques, écologiques et économiques.

REMERCIEMENTS

Le présent texte doit beaucoup au travail conduit dans le cadre du projet de recherche Confluent, financé par l'ANR (ANR-08-VILL-0008-02).

REFERENCES

Adoue C. 2007. *Mettre en œuvre l'écologie industrielle*. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne.

- Barles S. 2008. « Comprendre et maîtriser le métabolisme urbain et l'empreinte environnementale des villes », *Responsabilité & environnement* (52), pp. 21-26.
- Barles S. 2009. « Urban Metabolism of Paris and its Region », *Journal of Industrial Ecology* 13(6), pp. 898-913.
- Barles S. 2010. « Ecologies urbaine, industrielle et territoriale », dans Coutard O., Lévy J. P. dir. *Écologies urbaines*. Economica/Anthropos (collection Villes), Paris, pp. 61-83.
- BARLES S. 2010. « Society, Energy and Materials: What are the Contributions of Industrial Ecology, Territorial Ecology and Urban Metabolism to Sustainable Urban Development Issues? », *Journal of Environmental Planning and Management* 53(4), pp. 439-455.
- Baudrillard J. 1970. *La société de consommation*. Editions Denoël, Paris.
- Billen G., Barles S., Garnier J., Rouillard J., Benoit P. 2009. « The food-print of Paris: Long term reconstruction of the nitrogen flows imported into the city from its rural hinterland », *Regional Environmental Change* 9(1), pp. 13-24.
- Billen G., Barles S., Chatzimpiros P., Garnier J., 2011. « Grain, meat and vegetables to feed Paris: where did and do they come from? Localising Paris food supply areas from the eighteenth to the twenty-first century », *Regional Environmental Change*, disponible sur la toile, format PDF, [réf. du 10 juil. 2011], <<http://www.springerlink.com/content/103880/>>.
- Brulot S. 2009. *Elaboration d'une méthodologie sur la démarche à suivre pour lancer un projet d'Écologie Industrielle*, thèse de doctorat soutenue le 4 février 2009 à l'Université de technologie de Troyes
- Buclet N., Brulot S. « Développement territorial et définition de l'intérêt général: l'apport méthodologique du métabolisme territorial à la définition de l'échelle pertinente ». Colloque international *Développement territorial: jeux d'échelle et enjeux méthodologiques* organisé par l'Institut de Géographie de la Faculté des géosciences et de l'environnement de l'Université de Lausanne. 11-12 Février 2009.
- Brunner P. H., Rechberger H. 2004. *Practical Handbook of Material Flow Analysis*. Lewis Publishers, Boca Raton, 318 p.
- Buclet N. 2011. *Écologie industrielle et territoriale : stratégies locales pour un développement durable ?*. Presses du septentrion, collection Environnement et Société, Villeneuve d'Ascq.
- Buclet N. 2011b. *Le territoire entre liberté et durabilité*. Presses Universitaires de France, Collection Développement Durable et Innovation Institutionnelle, Paris.
- Caillé A. 2009. *Théorie anti-utilitariste de l'action : fragments d'une sociologie générale*. Editions la Découverte, Paris.
- Chatzimpiros P. 2011. Les empreintes environnementales de l'approvisionnement alimentaire. Paris, ses viandes et lait, XIXe- XXe siècles. Thèse de doctorat, Université Paris-Est Marne-la-Vallée.
- Erkman S. 2004. *Vers une écologie industrielle*. 2^e éd. enrichie et mise à jour [1^{ère} éd. 1998]. Charles Léopold Mayer & la librairie FPH, Paris. 252 p.
- Fischer-Kowalski M., Haberl H. dir. 2007. *Socioecological Transitions and Global Change. Trajectories of Social Metabolism and Land Use*. Edward Elgar, Cheltenham, UK and Northampton, USA.
- Kebir, L., Crevoisier O. 2007. "Resources development and actors coordination: what role for innovative milieus", *International Journal of Entrepreneurship and Innovation Management*, vol.7, No.2/3/4/5, pp.204-222.
- Kim E., Barles S. « The energy consumption of Paris and its supply areas from 18th century to present », soumis à *Regional environmental change*.
- Lévêque C., Muxart T., Abbadie L., Weill A., Van Der Leeuw S. 2003. « L'anthroposystème : Entité structurelle et fonctionnelle des interactions sociétés-milieus », dans Lévêque C., Van Der Leeuw S. dir. *Quelles natures voulons-nous ? Pour une approche socio-écologique du champ de l'environnement*, Elsevier, Paris, pp. @.
- Rees W., Wackernagel M. 1996. *Our Ecological Footprint : Reducing Human Impact on the Earth*, New Society Publishers, Gabriola Island (Canada).
- Piguet F. P., Blancl., Corbiere-Nicollier T., Erkman S. 2007. « L'empreinte écologique : un indicateur ambigu », *Futuribles* 334, pp. 5-24.
- Polanyi K. 2008. *Essais*. Editions du Seuil, Paris.

AUTEURS

Sabine **Barles**

UMR Géographie-Cités, Université
Paris 1

sabine.barles@univ-paris1.fr

Nicolas **Buclet**

UMR Pacte, Université Pierre Mendès-
France

nicolas.buclet@upmf-grenoble.fr

Gilles **Billen**

UMR Sisyphé,
CNRS

gilles.billen@upm
c.fr