

Développement durable et territoires

(2014) Vol. 5 n°1

Sabine Barles

L'écologie territoriale et les enjeux de la dématérialisation des sociétés : l'apport de l'analyse des flux de matières

Avertissement

Le contenu de ce site relève de la législation française sur la propriété intellectuelle et est la propriété exclusive de l'éditeur.

Les œuvres figurant sur ce site peuvent être consultées et reproduites sur un support papier ou numérique sous réserve qu'elles soient strictement réservées à un usage soit personnel, soit scientifique ou pédagogique excluant toute exploitation commerciale. La reproduction devra obligatoirement mentionner l'éditeur, le nom de la revue, l'auteur et la référence du document.

Toute autre reproduction est interdite sauf accord préalable de l'éditeur, en dehors des cas prévus par la législation en vigueur en France.



Revues.org est un portail de revues en sciences humaines et sociales développé par le Cléo, Centre pour l'édition électronique ouverte (CNRS, EHESS, UP, UAPV).

Référence électronique

Sabine Barles, « L'écologie territoriale et les enjeux de la dématérialisation des sociétés : l'apport de l'analyse des flux de matières », *Développement durable et territoires* [En ligne], | 2014, mis en ligne le 04 février 2014, consulté le 04 février 2014. URL : http://developpementdurable.revues.org/10090 ; DOI : 10.4000/developpementdurable.10090

Éditeur : Réseau « Développement durable et territoires fragiles » http://developpementdurable.revues.org http://www.revues.org

Document accessible en ligne sur : http://developpementdurable.revues.org/10090 Document généré automatiquement le 04 février 2014. © Développement durable et territoires

Sabine Barles

1

L'écologie territoriale et les enjeux de la dématérialisation des sociétés : l'apport de l'analyse des flux de matières

- Fille de l'écologie urbaine telle qu'imaginée par A. Wolman (1965), P. Duvigneaud (1974) et E. Odum (1975) et de l'écologie industrielle portée au même moment par Allen Kneese et Robert Ayres (Kneese, Ayres, et D'Arge, 1970; Ayres, 1978) pour ne citer qu'eux, l'écologie territoriale se donne pour objectif de décrire, d'analyser, voire de transformer le métabolisme des territoires, en se fondant sur l'analyse des processus naturels et sociaux (au sens large du terme) qui sont à l'origine des flux de matières et d'énergie, qui réciproquement les transforment (Barles, 2010 a et b). Se faisant, et comme son nom l'indique, elle privilégie une entrée par le territoire plus que par le site, la filière ou le produit. La caractérisation du métabolisme territorial constitue donc l'un des éléments fondamentaux de l'approche, qui implique aussi un nouveau regard sur le régime conventionnel dominant (Buclet, 2011). Analyse des flux de matières (brutes) et d'énergie, analyse des flux de substances, mesure des empreintes environnementales sont autant de concepts et méthodes contribuant à cette caractérisation. En particulier, l'analyse des flux de matières brutes permet d'identifier les principaux flux mis en jeu par le fonctionnement des sociétés, préalable nécessaire à leur dématérialisation et au découplage (Weisz et Steinberger, 2009; Fischer-Kowalski et Swilling, 2011). Malheureusement, les études de cas sont relativement rares en la matière, la plupart des travaux existant portant sur les échelles nationales (Kennedy, Pincetl, et Bunje, 2011).
- L'objectif de ce texte est de présenter les résultats obtenus ces dernières années sur plusieurs territoires français aux échelles départementales et régionales (Paris, Île-de-France, Haute-Garonne, Ariège, Midi-Pyrénées en particulier) en termes de bilan de matières brutes, selon la méthode Eurostat adaptée aux échelles infranationales (Barles, 2009). Ces études de cas montrent que le bilan de matière reflète assez fidèlement les caractéristiques socio-économiques des territoires (en particulier ruralité *versus* urbanité), que leur matérialisation se traduit par des stocks grandissants et des émissions considérables vers la nature qui relativisent (notamment) les politiques de recyclage mises en œuvre par les collectivités territoriales et autres acteurs de la gestion des déchets. La désagrégation des bilans montre que les trois flux principaux en masse sont ceux de matériaux de construction, de produits agricoles et alimentaires et de combustibles fossiles (le rang des deux derniers pouvant s'inverser selon le pôle ruralité *versus* urbanité). La discussion de ces résultats vise à mettre en avant les enjeux de la dématérialisation et leurs conséquences en termes de gouvernance des flux de matières et de réticulation de la décision.

1. Méthode, territoires d'étude et sources

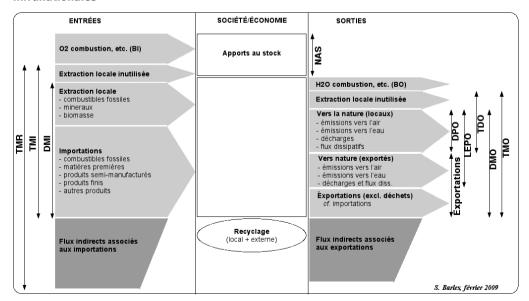
1.1. Méthode

La méthode qui est retenue pour cette première analyse du métabolisme territorial est le bilan de matières brutes. Il s'agit ainsi de quantifier l'ensemble des flux de matières mis en jeu par le fonctionnement d'un territoire, sans distinction de leur nature (du moins dans un premier temps). Plusieurs méthodes existent qui permettent de réaliser un tel bilan, dont on trouvera une discussion dans Barles (2009 et 2010a). Celle qui a été retenue ici est basée sur la méthode du service européen de la statistique (Eurostat, 2001 & 2009), développée pour les bilans nationaux et qui a été adaptée aux échelles infranationales. Ce choix est motivé d'une part par la relative simplicité de la méthode; d'autre part par son absence (relative) de parti pris puisque, contrairement à d'autres qui déduisent le bilan des activités jugées déterminantes en termes de consommation de matières (Brunner et Rechberger, 2004), elle ne présuppose pas lesdites activités; enfin parce que, étant assez largement utilisée, elle permet l'établissement de comparaisons de territoire à territoire.

- Au-delà de la cohérence territoriale proprement dite, la disponibilité et l'échelle de production des sources statistiques impose la plupart du temps de retenir, en termes de frontière géographique du système étudié (« société/économie » sur la figure 1), une limite administrative, sachant qu'aujourd'hui ce type de bilan (basé sur la méthode Eurostat) descend rarement en dessous de l'échelle départementale¹. Le système est composé de la population humaine, avec ses activités, ses productions et ses artefacts (dont les productions agricoles), il exclut donc les composantes naturelles de la zone d'étude (air, eau, sol).
- La figure 1 présente le principe du bilan et le tableau 1 les principaux indicateurs qui en résultent. Il s'agit dans un premier temps de quantifier les entrées : à l'extraction locale de biomasse², de minéraux et minerais et de combustibles fossiles, s'ajoutent les importations de matières premières, produits semi-finis et finis. On détermine ensuite les sorties : exportations commerciales (matières premières, produits semi-finis et finis), exportation de déchets, rejets locaux vers la nature : émissions atmosphériques, émissions dans l'eau, mise en décharge, flux dissipatifs qui associent usages dissipatifs (épandage d'engrais, de lisier, de boues d'épuration, usages de solvants, de sels de déneigement, *etc.*) et pertes dissipatives essentiellement dues à l'usure (pneumatiques, chaussées, *etc.*).
- Aux entrées comme aux sorties s'ajoute l'extraction locale inutilisée : des matières extraites localement, mais qui restent sans usage et ne font pas l'objet d'une transformation ni d'un usage économique : boues de dragage, matériaux de couverture et morts-terrains, déblais inutilisés, résidus agricoles non transformés, *etc*. Ce flux est identique en entrée et en sortie, puisqu'il n'y a pas transformation ni utilisation. Il n'a pas été pris en compte dans le présent travail, ce qui ne remet pas en question l'équilibre du bilan, mais conduit à minimiser les quantités de matières mises en jeu par le fonctionnement territorial.
- Le bilan de matières brute repose sur la loi de la conservation de la masse (rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme). Afin de l'équilibrer, il est cependant nécessaire de prendre en compte l'une des caractéristiques fondamentales des sociétés humaines contemporaines : le rôle majeur qu'y joue la réaction de combustion. Pour le charbon, celle-ci se résume à l'équation chimique suivante : ³

```
carbone + oxygène → dioxyde de carbone
tandis que pour les hydrocarbures, elle devient :
hydrocarbure + oxygène → dioxyde de carbone + eau
```

Figure 1. Principe et principaux indicateurs du bilan de matières brutes aux échelles infranationales



NB: L'eau prélevée et consommée n'est pas mentionnée dans ce bilan.

Tableau 1. Principaux indicateurs issus du bilan de matières

BI	balancing inputs / entrée d'équilibrage
BO	balancing outputs / sotie d'équilibrage

	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
DMC	domestic material consumption / consommation directe de matière ou consommation nette = DMI – exportations
DMC _{corr}	corrected domestic material consumption / consommation directe de matière corrigée ou consommation nette corrigée = DMI – déchets importés – exportations sauf déchets
DMI	direct material input / entrée directe de matière DMI + BI = NAS + DMO + BO
DMO	direct material output / sortie directe de matière
DPO	domestic processed output / rejets locaux vers la nature
LEPO	local and exported processed output / rejets locaux et exportés vers la nature = DPO + déchets exportés
NAS	net addition to stock / addition nette au stock
TDO	total domestic output / rejets locaux totaux vers la nature
TMI	total material input / entrée totale de matière TMI + BI = NAS + TMO + BO
TMO	total material output / sortie totale de matière
TMR	total material requirement / entrée totale de matière

NB : nous conservons la terminologie et les abréviations en langue anglaise car ce sont les plus utilisés dans la littérature.

- Il est donc nécessaire de prendre en compte les masses d'air consommé et d'eau produite si l'on veut pouvoir équilibrer le bilan et déterminer, par soustraction des sorties aux entrées, les apports au stock.
- On note par ailleurs que le flux de matières recyclées n'entre ni ne sort : ces matières ne sont ni extraites de la nature, ni retournées à elle, elles demeurent donc dans le système étudié. Enfin, pour être complète, l'analyse des flux de matières devrait aussi porter sur les flux indirects associés aux importations et aux exportations. Ils n'ont pas été comptabilisés ici, nous y reviendrons en conclusion.

1.2. Les territoires d'étude

Deux régions ont été plus particulièrement étudiées : l'Île-de-France et le Midi-Pyrénées, retenues car les caractéristiques de ces deux territoires les opposent radicalement (tableau 2). La région Midi-Pyrénées est en effet l'une des moins peuplées de France : 60 hab/km² sur 45 500 km², en dessous de la moyenne nationale (110 hab/km²), très loin derrière l'Île-de-France (930 hab/km²) (Panier et Ratte, 2007). La population urbaine y est de l'ordre de 67 %, avec néanmoins de fortes disparités. Les sols artificialisés couvrent à peine 3 % du territoire essentiellement rural et dans une moindre mesure montagnard, contre 21 % dans la plate Île-de-France. L'économie est elle aussi très différente d'une région à l'autre, de même que le produit intérieur brut, neuf fois plus élevé en Île-de-France en volume, et supérieur de 40 % par emploi.

Tableau 2. Principales caractéristiques des territoires d'étude.

	Régions		Départements et assimilés		
	Midi-Pyrénées	Île-de-France	Ariège	Haute-Garonne	PPC
Population (nb)*	2 776 822	11 532 398	146 289	1 186 330	6 507 78 1
dont urbaine (%)	67,3	96,1	53,2	84,4	100
Superficie (km²)**	45 723	12 080	4 933	6 379	764
Territoires artif. (%)	2,8	21,0	1,5	7,9	89,2
Territoires agri. (%)	61,2	54,5	31,4	70,2	3,4
Forêts et milieux semi-naturels (%)	35,6	23,6	66,8	21,3	6,1
Zones humides (%)	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Surfaces en eau (%)	0,4	0,9	0,3	0,6	1,4
Emplois (nb) *	1 1 8 6 5 0 8	5 929 565	54 327	584 239	3 999 44 1
Agriculture (%)	4	0	5	1	0
Industrie (%)	13	9	18	12	7
Construction (%)	7	5	8	7	4
Tertiaire (%)	75	86	69	80	89
Produit intérieur brut					
Millions d'euros	64 549	450 999			
Euros/emploi	66 712	92 736			
Millions d'euros/ha	1,4	35,8			

^{*} INSFF

11

12

13

Au-delà de l'intérêt intrinsèque de chaque bilan, la comparaison devrait nous permettre de mesurer la traduction de ces disparités dans le métabolisme territorial, en termes de flux de matières ; en d'autres termes, elle devrait permettre de répondre à la question suivante : les différences régionales se lisent-elles dans le bilan de matières ? En outre, de façon à observer non seulement les variations du bilan liées au changement d'échelle, mais aussi à affiner les comparaisons entre territoires aux caractéristiques différentes, nous avons complété ces deux premiers bilans par trois autres concernant respectivement l'Ariège, la Haute-Garonne, et l'ensemble formé par Paris et la petite couronne (Hauts-de-Seine, Seine-Saint-Denis, Val-de-Marne), noté PPC, qui traduisent en quelque sorte un gradient rural-urbain, comme le montrent les chiffres du tableau 2. L'Ariège demeure un territoire essentiellement agricole, au sein duquel l'activité industrielle reste, toutes choses égales par ailleurs, importante (près d'un cinquième des emplois) ; la Haute-Garonne est marquée par le poids de l'agglomération toulousaine, qui accueille 55 % de sa population. Quant à Paris et la petite couronne (PPC), il s'agit certes de quatre départements, mais leur surface limitée et leur dense urbanisation justifient leur réunion au sein d'un même ensemble territorial urbanisé à 90 %.

1.3. Sources

En quelques années, la disponibilité et l'accessibilité des sources statistiques nécessaires à l'établissement des bilans de matières brutes – et plus généralement aux analyses environnementales – ont considérablement augmenté, bien que certaines zones d'ombre demeurent. Les données de meilleure qualité sont généralement obtenues à l'échelle régionale, mais la plupart d'entre elles existent aussi à l'échelle départementale. Le tableau 3 présente de façon synthétique les sources mobilisées. Pour un inventaire plus détaillé, on se reportera pour l'Île-de-France à Barles (2009) et pour Midi-Pyrénées à Barles (2011).

Les bilans sont établis en utilisant autant que faire se peut les bases de données en accès libre. Les principales d'entre elles sont les bases AGRESTE du ministère de l'Agriculture, pour la production agricole et la foresterie, EIDER du ministère de l'Écologie, pour les données environnementales, SINOE de l'ADEME, pour les déchets solides. Elles permettent en particulier de quantifier l'extraction locale et une partie des rejets vers la nature. La principale source concernant les importations et les exportations commerciales est la base SITRAM (Système d'information sur les transports de marchandises), gérée depuis 1972 par le Service économique et statistique du ministère de l'Équipement puis de l'Écologie, qui permet d'accéder aux statistiques annuelles du transport de marchandises. Cette base, elle, est payante.

^{**} Corine Land Cover 2006

Ces données doivent être complétées par des sources plus ponctuelles, notamment en termes de flux d'énergie matérielle, de déchets solides et liquides et d'émissions vers l'air. Dans ce dernier cas, on utilise principalement la base de données du CITEPA (Centre interprofessionnel d'études de la pollution atmosphérique), qui évalue les émissions régionales annuellement, et a estimé les émissions départementales en 2000. Pour les déchets non renseignés dans les bases de données nationales, on se tourne vers les données locales, susceptibles d'exister au sein des divers observatoires régionaux (de l'environnement, des déchets, *etc.*). En ce qui concerne l'énergie, l'un des principaux problèmes réside dans l'opacité et l'incompatibilité des données. Les consommations finales sont en effet relativement bien renseignées, mais il est difficile d'en déduire des flux d'énergie matérielle, en outre seulement partiellement accessibles par la base SITRAM qui ne comptabilise pas le transport intérieur par conduite (oléoduc ou gazoduc). La combinaison des livraisons de carburants, de données relatives au trafic des aéroports (pour la consommation de carburéacteurs) et de données issues de la base de données EIDER permet néanmoins d'estimer ces flux.

Tableau 3. Principales sources de données.

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		
Oxygène (BI)	Déduit des émissions. En première approche, oxygène consommé = CO ₂ produit.		
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 : eau (BO)	Déduit des émissions. En première approche, eau produite par combustion = 50 % CO ₂ produit.		
Vers l'eau et vers le sol : nécessité de recenser les diffétemps, puis d'en déduire les flux vers la nature en fonc	rents flux de déchets solides et liquides dans un premier rion des modes de traitement		
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 éparses et incomplètes.		

Recyclage	Déduit des données précédentes
	Nécessite de connaître le trafic.
	PL*km = 0.16 g, 1 VL*km = 0.08 g
	8 pneus, VL 1 kg/pneu/50 000 km et 4 pneus, donc 1
	- usure pneus : estimation PL 6 kg/pneu/300 000 km et
	- usure des chaussées : 1 mm/an
	Pertes dissipatives :
	territoires
	- sels de déneigement : directions départementales des
	- pesticides : AGRESTE
	(www.unifa.fr/) pour les engrais industriels
	- engrais épandus : ci-dessus et AGRESTE ou UNIFA
	Usages dissipatifs:

2. Ce que pèse le métabolisme territorial

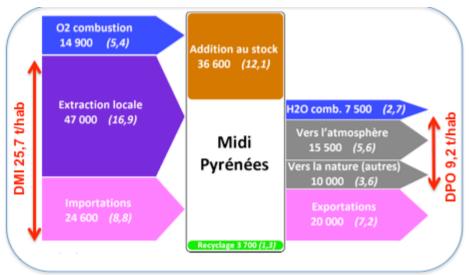
15

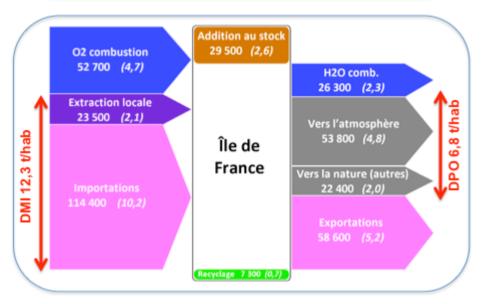
16

La figure 2a présente le bilan de matières brutes de la région Midi-Pyrénées pour l'année 2006. Ces chiffres sont exprimés en milliers de tonnes (kt) et en tonnes par habitants (t/hab). Avant toute tentative d'analyse, ce qui frappe de prime abord est l'énorme quantité de matières mises en jeu par le fonctionnement régional : des entrées totales (DMI) qui représentent près de 26 t/hab, une addition au stock annuelle (NAS) de plus de 12 t/hab, des rejets vers la nature (DPO) qui dépassent 9 t/hab. Il est vrai qu'il est difficile de se faire une idée de ce que représentent ces chiffres : il en va des tonnes comme des euros, lorsque les quantités dépassent ce que nous avons coutume de manipuler, elles relèvent de l'abstraction. Il pourrait donc être utile d'introduire un terme de comparaison plus courant, qui permettrait de mieux soupeser le métabolisme régional. Parmi les chiffres qui sont fréquemment débattus dans le domaine environnemental, figurent ceux qui concernent les déchets ménagers et assimilés, qui sont largement publicisés, non seulement dans les domaines scientifique et professionnel, mais aussi auprès des habitants. En 2007 et en France, ce sont 0,59 t/hab de déchets qui ont été collectés par le service public, dont 0,32 t/hab d'ordures ménagères résiduelles (i.e. collectées en vrac) (MEDDTL-DATAR, 2009): ces chiffres, qui tournent autour de la demi-tonne par an, nous permettent jauger l'ampleur des flux de matières qui circulent à travers une région telle que Midi-Pyrénées : les entrées directes de matière sont cinquante fois plus élevées, les rejets vers la nature près de vingt fois.

Les flux entrants traduisent l'importance de l'extraction locale, sur laquelle nous reviendrons, qui en représente environ les deux tiers. Quant aux sorties, elles se répartissent entre trois postes d'ordre de grandeur voisin : les exportations, l'addition au stock et les rejets vers la nature. On mesure ainsi l'imperfection des comptabilités matérielles classiques, qui se concentrent sur les flux de matières associés à des flux monétaires et ne permettent de considérer ni le stock et son augmentation, ni les rejets vers la nature. La prise en compte du premier est pourtant fondamentale à plusieurs titres : elle traduit le déplacement des matières du milieu naturel vers la société, et donc constitue l'un des indicateurs de l'anthropisation de la région : elle est aussi nécessaire dans une vision à plus long terme, puisque le stock d'aujourd'hui sera probablement le déchet de demain. Quant aux seconds, les rejets vers la nature, on voit qu'ils dépassent les exportations commerciales, et qu'ils sont à plus de 60 % constitués de rejets atmosphériques, parmi lesquels 96 % sont des gaz à effet de serre. Sans remettre en question la nécessité d'une meilleure maîtrise des autres rejets, ces chiffres illustrent clairement les limites de la voie du recyclage des déchets solides dans la recherche d'une dématérialisation des sociétés humaines : l'enjeu est partiellement ailleurs. Enfin, le dernier enseignement notable de ce bilan est justement la faiblesse du recyclage tel qu'il est actuellement pratiqué, puisqu'il représente à peine 1,3 t/hab. Si la contribution à la limitation des rejets vers la nature est significative – il en évite 12 % – la participation à la dématérialisation est négligeable, puisqu'il n'évite que 5 % de la consommation matérielle.

Figures 2a et b. Bilan de matières brutes. a) Midi-Pyrénées, 2006 ; b) Île-de-France, 2003, kt (t/hab).





NB. La comparaison entre bilans se fait en t/hab.

Source: Barles, 2009.

17

18

Il est aussi possible de comparer les métabolismes régionaux, ici Midi-Pyrénées et l'Île-de-France (figure 2b). Ce second bilan a été réalisé pour l'année 2003, mais on peut considérer que la variation temporelle du métabolisme territorial est suffisamment lente pour que la différence entre les années d'observation n'affecte pas les résultats⁴. Des différences significatives apparaissent entre les deux bilans : en Île-de-France, l'entrée directe de matières (DMI) par habitant est deux fois moins importante qu'en Midi-Pyrénées, l'extraction locale huit fois moins importante, l'addition au stock est divisée par un peu moins de cinq. Il ne faudrait pourtant pas en conclure que la région capitale serait plus vertueuse en termes de sobriété matérielle : il serait tout aussi pertinent d'exprimer ces chiffres en tonnes par hectares ; dans ce cas, les proportions seraient inverses (figure 4). Si de plus nous observons les quantités totales mises en jeu, force est de constater que l'Île-de-France engloutit et transfère des masses considérables.

Il n'en demeure pas moins que l'allure des bilans diffère et qu'il conviendrait d'avancer quelques éléments d'explication. Le premier réside dans l'utilisation des sols et les activités caractéristiques des territoires d'étude. L'importance de l'activité agricole en Midi-Pyrénées (61 % du territoire, soit 28 000 km²) par rapport à celle de l'Île-de-France (54 % du territoire,

soit 6 600 km²) explique probablement partiellement les différences observées⁵. Par ailleurs les activités d'extraction et de transformation mettent en jeu des flux plus importants que les activités de consommation : le flux entrant en Île-de-France est plus faible que le flux entrant en Midi-Pyrénées notamment parce qu'arrivent dans la région capitale des produits élaborés, qui ont engendré des consommations matérielles ailleurs – ce sont les fameux flux indirects mentionnés dans le paragraphe 1.1. L'analyse comparative des consommations nettes devrait permettre de compléter cette analyse.

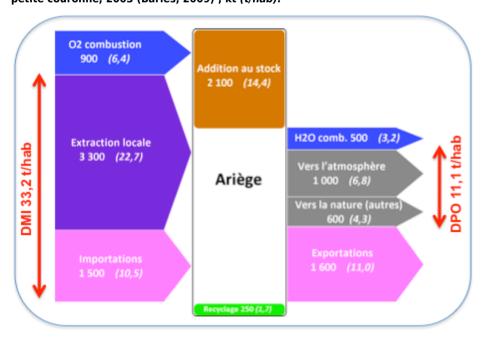
Compte tenu des données disponibles, et comme nous l'avons observé précédemment (§ 1.3), c'est au niveau de la région que les résultats les plus fiables peuvent être obtenus. Il est cependant possible de descendre à l'échelle du département, toute la question étant de savoir si elle permet elle aussi d'observer des variations métaboliques et fonctionnelles. La figure 3 présente de tels résultats pour l'Ariège et la Haute-Garonne en 2006 et Paris et la petite couronne (PPC) en 2003.

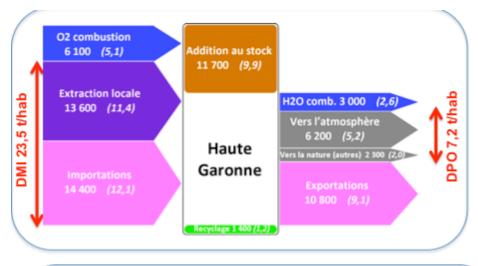
19

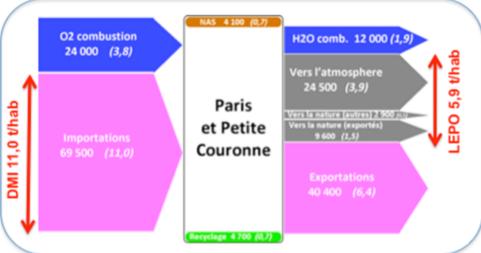
20

L'observation des figures montre que le gradient rural-urbain est aussi discernable dans le métabolisme : tous les flux par habitant décroissent avec l'urbanisation : extraction locale - quasi nulle dans le cas de PPC - addition au stock, rejets vers la nature (DPO et LEPO dans le cas de PPC⁶), exportation, recyclage. Seules les importations demeurent relativement similaires d'un cas à l'autre, comprises entre 10,5 t/hab et 12,1 t/hab. Un autre fait marquant concerne les proportions entre les différents flux. De façon concordante avec ce qui a été observé à l'échelle régionale, la part des importations dans DMI croît avec l'urbanisation. Du côté aval, celle de l'addition au stock décroît pour devenir quasiment insignifiante dans le cas de PPC, ce qu'il faudra essayer d'expliciter, mais qui semble traduire une forme de saturation matérielle, tandis que la part des rejets vers la nature (DPO et LEPO) est de plus en plus importante vis à vis de DMI: le tiers pour l'Ariège et la Haute-Garonne, plus de la moitié dans le cas de PPC. En d'autres termes, plus de la moitié de ce qui entre en PPC en ressort sous forme de rejet vers la nature. Ce métabolisme « hyper-urbain » est un métabolisme de consommation et d'échange : les produits sont importés à 100 %, et le territoire en détruit plus de la moitié, tandis qu'il réexporte le reste après l'avoir, pour une part limitée, transformé; il stocke très peu par effet de saturation. A contrario, le métabolisme ruralo-industriel de l'Ariège se traduit par des flux intenses ramenés à l'habitant, mais faibles si l'on considère les surfaces concernées, donc peu denses, Il s'agit d'un métabolisme à la fois productif, d'accumulation et d'échange.

Figures 3. Bilan de matières brutes, a) Ariège, 2006 ; b) Haute-Garonne, 2006 ; c) Paris et petite couronne, 2003 (Barles, 2009) ; kt (t/hab).







3. Les composants du métabolisme territorial

Le bilan de matières brutes tel que nous l'avons présenté permet de soupeser le fonctionnement des territoires et d'avoir une vision d'ensemble de leur métabolisme, voire, s'il est reproduit dans le temps, de son évolution. Bien qu'il permette d'identifier des métabolismes types⁷, il ne suffit pas à la compréhension de ce qui fait le métabolisme territorial, ni à la définition de cibles de dématérialisation, au-delà de la remarque qui a été faite sur le recyclage. Il est ainsi nécessaire de prendre en compte les différentes matières qui composent le bilan, non seulement pour en jauger l'importance respective, mais aussi parce que les enjeux qui sont attachés à chacune d'entre elles sont variables, qu'il s'agisse de l'amont du métabolisme – la ressource et sa disponibilité –de l'aval – l'impact des rejets –, ou de la circulation interne des matières. C'est ce que nous nous proposons de faire, en nous focalisant sur la consommation directe de matière (DMC) ou consommation nette, classiquement définie comme la somme de l'extraction locale et des importations auxquelles sont soustraites les exportations.

Le bilan étant réalisé à partir de sources hétérogènes, la typologie des flux doit être compatible avec chacune d'entre elles, ce qui la rend assez grossière, mais néanmoins relativement pertinente. Les flux du bilan sont ainsi divisés en six catégories :

- Produits agricoles et alimentaires : soit pour les entrées, l'extraction locale de biomasse végétale agricole et forestière (plus la chasse et la cueillette, qui représentent des masses négligeables), les importations de produits agricoles et celles de produits alimentaires ; pour les sorties les exportations de produits agricoles et alimentaires. La nomenclature de la base SITRAM inclut en effet dans les produits agricoles certains produits alimentaires non transformés mais clairement destinés à la consommation humaine (animaux vivants par exemple), qui sont comptabilisés en même temps que les aliments pour animaux. En outre,

21

la transformation des produits agricoles en produits alimentaires entraîne des changements de catégorie pour certains flux, ce qui rendrait la détermination de la consommation nette douteuse dans le cas où les flux agricoles et alimentaires respectivement seraient comptabilisés séparément.

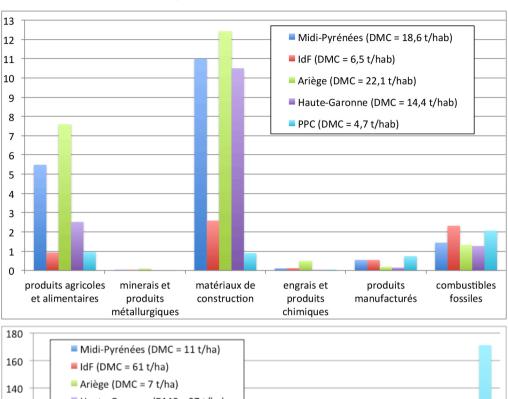
- Minerais et produits métallurgiques : en règle générale les entrées pour la France se limitent aux importations, en l'absence d'activité minière significative, en particulier dans les territoires étudiés.
- Matériaux de construction : soit pour les entrées, l'extraction locale de granulats, sable et autres matières minérales, les importations de minéraux pour construction ; pour les sorties les exportations de minéraux pour construction.
- Engrais et produits chimiques : en première approximation ne sont considérés que les produits importés, ce qui conduit à négliger l'extraction de l'azote de l'air pour la fabrication des engrais azotés (en l'absence de mines de phosphates et de potasse actuellement en France et singulièrement dans les territoires d'étude). Un sondage a permis de montrer que la non-prise en compte de ces masses affectait peu le bilan.
- Produits manufacturés : importation et exportation ; cette catégorie est très vague, d'autant plus qu'elle inclut les groupages du transport de marchandises qui peuvent porter sur une part significative des entrées ou sorties d'un territoire donné. Elle est retenue faute de mieux
- Combustibles fossiles : soit en théorie pour les entrées l'extraction locale un flux mineur existe en effet en Île-de-France où l'on extrait du pétrole en petites quantités – et les importations de charbon de terre, gaz pétrole et produits pétroliers, de même pour les sorties. La figure 4 présente les résultats obtenus pour les différents territoires étudiés dans l'ordre suivant : Midi-Pyrénées, Île-de-France, Ariège, Haute-Garonne, PPC ; elle exprime la consommation nette en t/hab, t/ha et kt. Dans tous les cas, et si l'on excepte PPC, trois groupes de matières se détachent nettement : en tête les matériaux de construction, puis dans un ordre variable les produits agricoles et alimentaires d'une part et les combustibles fossiles d'autre part. Proportionnellement, la consommation des autres catégories de matériaux s'avère faible à très faible⁸, sauf dans le cas de PPC où les produits manufacturés dépassent les matériaux de construction, ce qui va dans le sens de ce que nous énoncions en termes de métabolisme « hyper-urbain ». S'il fallait dématérialiser massivement, et en faisant abstraction des enjeux spécifiques à chaque matière, ce serait donc sur ces trois groupes qu'il faudrait se concentrer à l'échelle des territoires étudiés. L'identification des flux indirects (non comptabilisés ici), notamment dans les produits finis, devrait, elle, conduire à une meilleure prise en compte des effets différés dans l'espace des territoires, puisque ces flux indirects font partie intégrante du métabolisme des territoires extracteurs et producteurs des biens importés.
- L'examen des trois catégories principales permet d'aller un peu plus loin dans l'analyse. En ce qui concerne les produits agricoles et alimentaires, à l'échelle régionale et départementale, on observe le gradient rural-urbain déjà mentionné : la consommation en t/hab, donc l'intensité, décroît, tandis que la consommation surfacique, donc la densité, augmente considérablement : les espaces urbains aspirent les aliments produits par les espaces ruraux. Pour les matériaux de construction, la situation est identique : intensité décroissante et densité croissante le long du gradient rural-urbain. La densité croissante méritera d'être analysée en profondeur, puisqu'elle peut traduire soit une augmentation du stock auquel cas la saturation matérielle mentionnée plus haut serait une illusion, mais cela contredirait aussi les chiffres globaux (donnés par le bilan de matières brutes) la concernant, selon lesquels l'addition au stock décroît très nettement du rural à l'urbain soit, plus probablement, le renouvellement du stock : ce point sera traité au paragraphe suivant. Enfin, pour les combustibles fossiles, si les contrastes entre consommations unitaires sont relativement faibles, ils sont beaucoup plus marqués en densité : c'est à la fois un enjeu en termes de maîtrise et de réduction des consommations et un atout la concentration de la consommation pouvant faciliter sa meilleure maîtrise.
- La densité d'usage associée à la densité urbaine fait en effet que c'est probablement en milieu urbain par opposition ici au milieu rural, et sachant que cette typologie mériterait nuance qu'il est le plus facile d'agir sur ces consommations, à travers les politiques de transport,

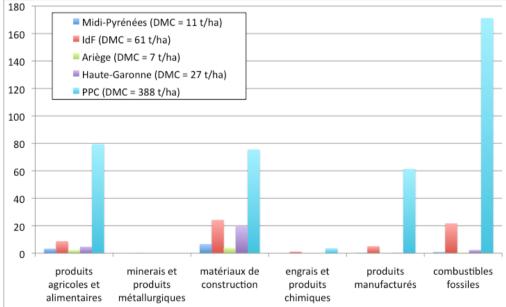
23

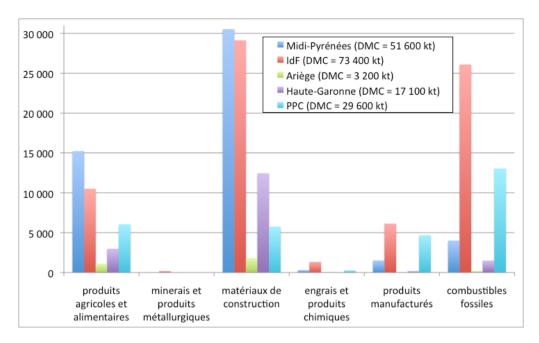
24

de mutualisation énergétique (Maïzia, 2008) – avec notamment les réflexions sur la densité énergétique (Maïzia, 2010) – et plus généralement d'urbanisme.

Figure 4. Consommation nette, Midi-Pyrénées, 2006 ; Île-de-France, 2003 ; Ariège, 2006, Haute-Garonne, 2006 ; Paris et petite couronne (PPC), 2003 ; a) t/hab ; b) t/ha ; c) kt.







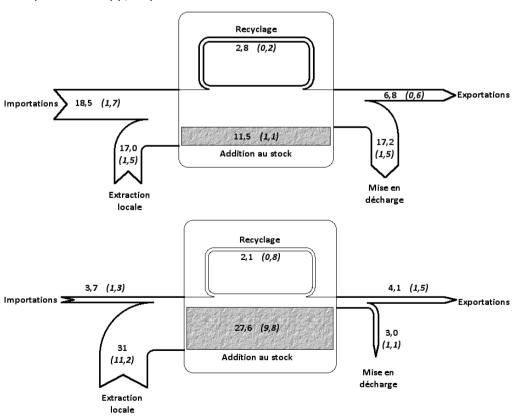
4. Le flux principal : les matériaux de construction

26

27

Compte tenu de l'importance des flux de matériaux de construction, de leur relative absence de la scène de la dématérialisation et du facteur 4, réduit en France aux émissions de gaz à effet de serre, et des enjeux sous-jacents en termes environnementaux et urbains, nous avons choisi de nous concentrer sur ce flux spécifique. Une première question peut alors être posée : de quoi se compose la consommation nette observée au paragraphe précédent ? Une façon d'y répondre est de réaliser un bilan dédié à ces matières ; il est présenté en figure 5 pour les deux régions étudiées.

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



Au-delà des disparités existant entre les valeurs absolues et l'intensité des flux, ces deux bilans diffèrent considérablement. L'Île-de-France, en situation de pénurie, importe plus qu'elle

n'extrait localement – avec les effets induits en termes de transport sous-jacents – ; elle réexporte un peu, et sa consommation nette (2,6 t/hab) se répartit en 42 % d'addition au stock et 48 % de mise en décharge. Cette région est donc plus en situation de renouvellement urbain que de stockage additionnel. On y mesure l'enjeu du recyclage, actuellement très faible : d'une part, le renouvellement fournit des matériaux de démolition ou déconstruction, donc crée le gisement de matières premières secondaires ; d'autre part, celles-ci pourraient contribuer au renouvellement lui-même, ce qui permettrait non seulement de limiter les mises en décharges, mais aussi d'éviter des prélèvements de matériaux neufs, et, dans ce cas, et compte tenu des ordres de grandeur des flux, d'éviter une bonne partie des importations⁹. Ce cas illustre bien le principe de base de l'écologie industrielle lorsqu'elle préconise de faire des déchets des matières premières de façon à favoriser un bouclage des flux interne aux sociétés humaines, en lieu et place du métabolisme linéaire qui les caractérise.

Un tel raisonnement ne tient plus en Midi-Pyrénées. La région est quasiment autonome en termes d'entrées de matériaux de construction – complètement si l'on observe que les exportations sont très légèrement supérieures aux importations – ce qui ne diminue en rien les préoccupations environnementales relatives à leur extraction massive. Mais, dans ce cas, la consommation nette est à 90 % représentée par l'addition au stock, contre 10 % pour la mise en décharge. Ce n'est donc pas le renouvellement qui prime, mais bien la création de nouvelles superstructures et infrastructures. Sans disqualifier le recyclage, on retrouve ici une observation faite plus haut : son développement, s'il permettrait la réduction des mises décharge (ce qui est toujours bon à prendre), pèserait très peu en termes d'évitement de consommation de matériaux neufs et de bouclage des flux. Or, il semble que le territoire français soit plutôt caractérisé par ce type de profil (création plutôt que renouvellement), ce que montrent quelques coups de sonde donnés dans d'autres régions. Le principe fondateur de la symbiose industrielle trouve ici ses limites. En d'autres termes, la dématérialisation passe ici par une diminution absolue de la consommation nette et de l'addition au stock, et non par le remplacement des matériaux neufs par des matériaux usagés, comme ce pourrait partiellement être le cas en Île-de-France. Il faudrait bien entendu y ajouter une réflexion sur la renouvelabilité des matériaux concernés.

Affirmer une nécessaire diminution de la consommation de matériaux de construction alors qu'un peu partout la pénurie de logements est montrée du doigt pourrait tenir de la gageure. Il nous faut donc aborder une nouvelle question : de quoi se compose le stock additionnel, et comment se répartit-il entre bâtiment et travaux publics ? Il est ici possible de mobiliser le fichier des logements et locaux commencés, compilé par le MEDDTL. Celui-ci indique pour chaque année et par type de bâtiments, les chantiers qui ont débuté ainsi que les mètres carrés de surface hors œuvre nette (SHON, i.e. peu ou prou surface de planchers) qui sont attendus. Un chantier pouvant s'étendre sur une longue durée, les logements et locaux commencés au cours d'une année donnée ne seront pas tous achevés au cours de celle-ci, de même que durant l'année en question, des mètres carrés seront construits qui s'inscrivent dans un programme engagé l'année précédente voire encore plus tôt. C'est la raison pour laquelle a été retenue pour 2003 (Île-de-France) la moyenne des surfaces de logements et locaux commencés en 2001, 2002 et 2003, et pour 2006 (Midi-Pyrénées), celles de logements et locaux commencés en 2004, 2005 et 2006. Les résultats sont présentés dans le tableau 4. Il est dès lors aisé de calculer la quantité de matériaux consommés par un mètre carré de SHON : force est de constater que les résultats sont étrangement hétérogènes, s'étendant de 2,0 t/m² pour PPC à 6,6 t/m² pour l'Ariège. Il est par ailleurs couramment admis que la consommation moyenne d'un mètre carré de construction représente environ deux tonnes de matériaux¹⁰, ce qui correspond au cas de PPC. La variation observée dans nos terrains d'étude peut ainsi être expliquée de la façon suivante : ce qui change, ce n'est pas la consommation dans le bâtiment (représentée par les mètres carrés de SHON), mais celle des travaux publics, que nous n'avons pas encore évoquée. En d'autres termes, d'un territoire à l'autre, ce serait elle qui fluctuerait. Deux éléments d'explication peuvent alors être énoncés : soit le territoire le plus consommateur a connu des chantiers de travaux publics particulièrement importants pour l'année étudiée - ce qui ne semble pas être le cas ici –, soit ce sont les travaux publics associés à la construction

28

de bâtiments nouveaux qui sont en cause. Le lien avec l'étalement urbain et le mitage, qui nécessitent des linéaires d'infrastructure considérables eu égard à la population desservie, semble ici clair, et confirme ce qui avait été établi précédemment pour l'Île-de-France en ce qui concerne les variations intrarégionales de consommation de matériaux de construction (Barles, 2009). On pourrait ainsi corréler consommation de matériaux de construction, processus d'urbanisation, et formes urbaines.

Afin d'étayer cette hypothèse, un autre indicateur a été élaboré, qui représente la consommation de sol par habitant nouveau. La base de données Corinne Land Cover donne en effet l'affectation des sols pour les années 2000 et 2006 et aux échelles départementales notamment. Elle permet en particulier de différencier les sols artificialisés (bâti, voirie, etc.) des autres. On peut en déduire la surface qui a été artificialisée entre 2000 et 2006, que l'on peut confronter à la variation de la population. Le résultat est éloquent : cet indicateur (m² artif/habitant nouveau) varie dans le même sens que le précédent (DMC/SHON). Ce résultat corrobore le précédent : là où, toutes choses égales par ailleurs, un habitant nouveau consomme le plus d'espace, un mètre carré de plancher nouveau consomme, directement ou plus sûrement indirectement par les infrastructures induites, le plus de matériaux de construction. Il montre tout l'intérêt qu'il y a à coupler analyse des flux de matières d'une part et usage et consommation de l'espace d'autre part.

Tableau 4. Consommation de matériaux de construction, activité du bâtiment et artificialisation des sols.

	Midi-Py (2006)	IdF (2003)	Ariège (2006)	Hte-Garonne (2006)	PPC (2003)
Conso. nette de MC (kt)	31 964	29123	1 818	12 456	5 934
L&L commencés (10 ³ m ²)	5101	8026	278	2 022	2 916
DMC/SHON (t/ m ²)	6,3	3,6	6,6	6,2	2,0
m² artif/hab	456	220	503	424	105
m² artif/hab nv	341	92	368	290	3

Conclusion

31

32

33

30

Ces quelques lignes montrent, nous semble-t-il, l'intérêt de l'analyse des flux de matières au regard des enjeux de la dématérialisation. Elles montrent aussi que chaque territoire a son propre métabolisme, qui dépend de ses caractéristiques socio-naturelles et appelle donc des réponses adaptées en termes de politique matérielle. Elles montrent enfin la nécessité de coupler approche par les flux et approche par l'espace. Ces pistes mériteraient d'être poursuivies par d'autres études de cas, de façon à préciser et compléter la typologie esquissée ici (quid par exemple des territoires très industriels, ou de ceux qui sont touchés par le déclin urbain ?), et par l'approfondissement de l'analyse des liens existant entre les différents caractères et variables observés.

En outre, le métabolisme territorial ne se limite pas aux flux directs, et l'accent mis sur les matériaux de construction ne doit pas masquer d'autres enjeux tout aussi importants. Nous avons notamment vu que les produits agricoles et alimentaires pèsent lourd le bilan : ils mériteraient une analyse plus précise, non seulement en termes de consommation nette, mais aussi en termes de flux indirects – en particulier pour les territoires urbains¹¹. Ceci rejoint la problématique des aires d'approvisionnement et des empreintes environnementales (Billen et al., 2011 et 2012) et pose la question des relations des territoires entre eux – ceux qui approvisionnent et ceux qui sont approvisionnés – et du rapprochement éventuels de ceux-ci. Cette problématique rejoint aussi celle de l'énergie, qui n'est qu'incomplètement abordée ici. Enfin, comptabiliser les matières ne suffit pas : qui les gouverne ? Qui décide de l'orientation des flux ? Qui la subit ? Quels sont ceux qui échappent à tout gouvernement ? Force est de constater que les réponses à ces questions sont d'une grande complexité, et pourtant nécessaires pour qui voudrait avoir prise sur le métabolisme territorial, voire contribuer à une

transition socio-écologique (Fischer-Kowalski et Haberl, 2007). Il s'agit là d'une autre facette de l'écologie territoriale, tout aussi importante que – mais indissociable de – l'analyse des flux de matière.

Bibliographie

Ayres R., 1978, Ressources, Environment and Economics: Application of the Materials/Energy Balance Principle, New York, John Wiley and sons.

Barles S., 2009, "Urban Metabolism of Paris and its Region", *Journal of Industrial Ecology*, vol. 13, n° 6, p. 898-913, http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jiec.2009.13.issue-6/issuetoc, consulté le 10/10/2010.

Barles S., 2010a, "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*, vol. 53, n° 4, p. 439-455.

Barles S., 2010b, « Écologie territoriale », in Merlin, P., Choay, C. (dirs), *Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement*, 3^e éd. [1^{ère} éd. 1988], Paris, PUF.

Barles S., 2011, « Recueil critique des sources, de la région à l'agglomération », in : Barles S. (dir.), Projet Confluent, compte-rendu intermédiaire du projet ANR-08-VILL-008 pour le compte de l'Agence Nationale de la Recherche, p. T32.1-T32.30.

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*, http://www.springerlink.com/content/1436-3798/?Content +Status=Accepted, consulté le 18/04/2012.

Billen G., Garnier J., Thieu V., Silvestre M., Barles S., Chatzimpiros P., 2012, "Localising the nitrogen imprint of the Paris food supply: the potential of organic farming and changes in human diet", *Biogeosciences*, vol. 9, p. 607-616, http://www.biogeosciences.net/9/607/2012/bg-9-607-2012.html, consulté le 31/01/2012.

Brunner P. H., Rechberger H., 2004, *Practical Handbook of Material Flow Analysis*. Boca Raton, Lewis Publishers.

Buclet N., 2011, Écologie industrielle et territoriale : stratégies locales pour un développement durable ?, Villeneuve D'Ascq, Presses Universitaires du Septentrion, Collection Environnement et Société.

Duvigneaud P., 1974, La synthèse écologique : populations, communautés, écosystèmes, biosphère, noosphère, Paris, Doin.

Eurostat, 2001, *Economy wide material flow accounts and balances with derived resource use indicators. A methodological guide*, Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities.

Eurostat, 2009, *Economy wide material flow accounts: Compilation guidelines for reporting to the 2009 Eurostat questionnaire*, Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities.

Fischer-Kowalski M., Haberl H., 2007, Socioecological Transitions and Global Change: Trajectories of Social Metabolism and Land Use, Cheltenham, Edward Elgar.

Fischer-Kowalski M., Swilling M. (dir.), 2011, *Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth, A Report of the Working Group on Decoupling to the International Resource Panel*, Nairobi, Programme des Nations-Unies pour l'Environnement.

Kennedy C., Pincetl S., Bunje P., 2011, "The study of urban metabolism and its applications to urban planning and design", *Environmental Pollution*, 159, p. 1965-1973.

Kneese A. V., Ayres R. U., D'Arge R. C., 1970, *Economics and the Environement: A Material Balance Approach*, Washington, Resources for the Future.

Maacha S, 2011, La gestion des déchets de construction et de déconstruction dans les projets ANRU en Île-de-France, mémoire de Master, urbanisme, Université de Marne-la-Vallée.

Maïzia M., 2008, « Énergie, réseaux, et formes urbaines », Les Cahiers de l'IAURIF, n° 147, p. 174-179.

Maïzia M., 2010, « Densité énergétique versus densité urbaine », Études foncières, n° 145, p. 37-38.

MEDDTL-DATAR et Service de l'observation et des statistiques, *L'évolution de la quantité de déchets ménagers collectés par habitant*, sept. 2009, http://www.territoires.gouv.fr/observatoire-des-territoires/fr/enjeux-th-matiques/d-veloppement-durable?ind=793, consulté le 21/03/2012.

Odum E., 1975, Ecology, Orlando, HRW.

Panier I., Ratte C., 2007, Le développement durable en Midi-Pyrénées : 46 indicateurs, Paris, INSEE.

Weisz H., Steinberger J. K., 2009, "Reducing energy and material flows in cities", *Current Opinion in Environmental Sustainability*, n° 2, p. 185-192.

Wolman A., 1965, "The Metabolism of Cities", Scientific American, vol. 213, n° 3, p. 179-190.

Annexe

Abréviations

ADEME : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie

CITEPA: Centre interprofessionnel d'études de la pollution atmosphérique

MEDDTL : Ministère de l'Écologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement

MAAPRAT : Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire

PPC: Paris et petite couronne (Hauts-de-Seine, Seine-Saint-Denis, Val-de-Marne)

UNIFA: Union des industries de la fertilisation

Notes

1 La littérature internationale fournit quelques analyses aux échelles urbaines (voir : Weisz et Steinberger, 2009 ; Kennedy, Pincetl, et Bunje, 2011), mais selon une autre approche méthodologique – la plupart du temps sur la base de la pré-définition des activités génératrices d'importants flux de matières.

- 2 Il s'agit de la biomasse végétale cultures, prairies, bois, cueillette et animale chasse. L'élevage est considéré comme faisant partie du système « Société/économie ».
- 3 Elles sont un peu plus complexes dans la pratique, le combustible comprenant des impuretés et la réaction étant rarement parfaite.
- 4 C'est ce que tend à montrer l'actualisation en cours du bilan de 2003.
- 5 On mesure aussi le biais introduit par le travail sur des territoires dont les surfaces sont très différentes.
- 6 Rappelons que LEPO prend en compte les rejets exportés. Dans le cas des l'Ariège et de la Haute-Garonne, $DPO \approx LEPO$, tandis que pour PPC, LEPO > DPO.
- 7 La poursuite de ce travail dans d'autres régions et départements le confirme, notamment dans le cas des Hautes-Pyrénées où l'on retrouve le profil de l'Ariège, et la Loire-Atlantique pour laquelle un bilan est en cours de réalisation qui traduit très bien le rôle de plaque tournante de ce territoire par l'intermédiaire de son port. Les résultats ne sont pas suffisamment consolidés pour pouvoir être présentés ici.
- 8 Elle est négative dans certains cas ce qui est le résultat du cumul de l'imperfection des données et des changements de catégories de certaines matières lors de leur passage dans le territoire d'étude : par exemple des minerais et produits métallurgiques incorporés dans des produits finis.
- 9 Les opérations conduites sous l'égide de l'Agence nationale pour la rénovation urbaine (ANRU) ont semble-t-il négligé cet enjeu, au moins Île-de-France, où 30 % d'entre elles sont localisées (Maacha, 2011).
- 10 Stefan Bringezu, communication personnelle lors de la conférence Conaccount 2010, Tokyo, déc. 2010.
- 11 Il faudrait aussi évaluer les marges d'erreur de nos calculs, ce qui fera l'objet de travaux ultérieurs.

Pour citer cet article

Référence électronique

Sabine Barles, « L'écologie territoriale et les enjeux de la dématérialisation des sociétés : l'apport de l'analyse des flux de matières », *Développement durable et territoires* [En ligne], | 2014, mis en ligne le 04 février 2014, consulté le 04 février 2014. URL : http://developpementdurable.revues.org/10090 ; DOI : 10.4000/developpementdurable.10090

À propos de l'auteur

Sabine Barles

Sabine Barles est professeur en urbanisme et aménagement à l'Université Paris 1, chercheur à l'UMR Géographie-Cités, équipe CRIA et membre de l'Institut Universitaire de France. sabine.barles@univ-paris1.fr

Droits d'auteur

© Développement durable et territoires

Résumés

L'écologie territoriale se donne en particulier pour objectif d'analyser, voire de transformer le métabolisme des territoires, en se fondant sur l'analyse des processus naturels et sociaux qui en sont à l'origine. Basé sur plusieurs études de cas régionales et départementales, l'article illustre les apports des bilans de matières brutes à la connaissance du métabolisme territorial ; compare les différents terrains ; décompose les principaux flux de matières et identifie les trois principaux : matériaux de construction – dont on voit que leur consommation est corrélée à l'étalement urbain –, produits agricoles et alimentaires, combustibles fossiles ; suggère quelques pistes de dématérialisation et d'approfondissement.

Territorial ecology and society's dematerialisation: The contribution of material flow analysis

Territorial ecology is quite a new field of research, especially in France. It first of all aims at analysing, and even transforming territorial metabolism, on the basis of both the natural and social process that impact this metabolism. Thanks to several case studies at the regional and *département* scale, the paper illustrates the contribution of bulk material balances to the understanding of territorial metabolism; studies the main material flows and identifies the three main types of materials involved: construction minerals (the consumption of witch is linked to urban sprawl process), agricultural and food products, fossil fuels. The paper also makes some suggestions in terms of pathways to dematerialisation, and proposes further research developments.

Entrées d'index

Mots-clés: écologie territoriale, métabolisme territorial, analyse des flux de matières, dématérialisation, matériaux de construction, Midi-Pyrénées, Haute-Garonne, Ariège, Île-de-France, Paris.

Keywords: territorial ecology, territorial metabolism, material flow analysis, dematerialisation, construction material, Midi-Pyrénées, Haute-Garonne, Ariège, Îlede-France, Paris.