

L'empreinte écologique des villes

par Aurélien Boutaud

L'empreinte écologique ne laisse pas indifférent. Elle est aujourd'hui au coeur de nombreuses polémiques et fait l'objet d'une littérature académique imposante. Il faut dire que cet indicateur synthétique a connu un succès spectaculaire depuis une petite dizaine d'années. A tel point qu'elle a fini par devenir une sorte de terme générique, un concept fourre-tout que la plupart des écologistes utilisent de bonne foi, mais souvent sans vraiment en connaître les tenants et les aboutissants – à l'instar de ceux qui invoquent la croissance du PIB sans savoir précisément ce que mesure ce dernier. Avant même d'évoquer l'empreinte écologique des villes, parlons donc brièvement de l'empreinte écologique en tant que telle (1) et de ses résultats (2). Cela nous permettra de mieux comprendre pourquoi la question des formes urbaines est aujourd'hui centrale dans l'optique d'une réduction de notre empreinte (3 & 4).

1. Qu'est-ce que l'empreinte écologique ?

L'empreinte écologique est née au début des années 1990 au Canada, dans le cadre d'une thèse de doctorat en aménagement du territoire menée à l'université de Vancouver, à une époque où la notion de soutenabilité commençait à s'imposer dans les débats publics internationaux (Wackernagel & Rees, 1996). C'est en effet dans la foulée du Sommet de la Terre que les controverses sur la soutenabilité se sont largement diffusées, faisant émerger deux approches radicalement opposées de ce concept. Pour comprendre l'empreinte écologique, il n'est pas inutile de revenir

très rapidement sur ces débats. Car si chacun s'entend pour définir la soutenabilité comme le fait de léguer aux générations futures de quoi répondre à leurs besoins, en revanche, tout le monde n'est pas d'accord sur ce qu'il convient de léguer et dans quelles conditions.

Parmi les économistes, les différentes interprétations de la soutenabilité se sont cristallisées autour de la notion de « capital naturel » (sic). D'un côté, les néoclassiques et les tenants de la croissance infinie ont ainsi proposé une interprétation de la solidarité intergénérationnelle basée sur l'hypothèse d'un capital naturel qui serait en grande partie substituable par du capital artificiel – en particulier par du capital technologique et financier. Cette hypothèse permet de légitimer l'épuisement de certaines ressources par les générations présentes, en arguant que ces ressources servent à créer une forme de capital artificiel qui sera légué aux générations futures en lieu et place du capital naturel dégradé ou épuisé. Le message est clair : « plutôt que la nature, préservons la croissance et le système productiviste : la technologie finira par résoudre tous nos maux ». A l'autre opposé, bien entendu, les tenants de l'économie écologique ou de la bio-économie, et plus encore les tenants aujourd'hui de la décroissance, refusent très largement cette hypothèse de substituabilité et préconisent une sortie du productivisme.

Les projets politiques découlant de ces deux visions sont donc radicalement opposés. Mais dans tous les cas, les débats sur la soutenabilité font apparaître une notion clé : celle de capital naturel. Et une question inévitable se pose : ce capital naturel est-il en train de se détériorer ? C'est à cette question que l'empreinte écologique tente de répondre.

Le capital naturel représente l'ensemble des aspects naturels matériels de la planète nécessaires à l'humanité, avant leur

transformation par les activités humaines. Les aspects les plus critiques de ce capital naturel concernent la biosphère, dont le maintien dans le temps dépend de sa capacité de charge, c'est à dire : 1) la capacité de renouvellement des ressources renouvelables issues de la biomasse, et 2) la capacité d'assimilation des déchets générés. C'est cette partie du capital naturel critique à laquelle l'empreinte écologique s'intéresse : elle essaie de déterminer la quantité de « nature » qu'il faut mobiliser pour répondre de manière pérenne à ce double besoin de l'économie humaine : produire des ressources renouvelables et assimiler les déchets.

Il se trouve que l'essentiel des services biologiques qui permettent d'assouvir les besoins de l'humanité trouvent leur origine dans le processus de photosynthèse. *« Conséquence logique : la quantité de services que la biosphère peut rendre dépend en grande partie de la surface disponible sur Terre pour capter la lumière du soleil par le biais de la photosynthèse. Les surfaces de sol et de mer dotées de cette capacité (et potentiellement utilisables par l'homme) sont qualifiées de surfaces bioproductives (...). Partant de là, on considère que chaque type de consommation ou de production de déchet peut être évalué sous la forme d'une surface bioproductive qu'il convient de mobiliser pour produire ce service. Par exemple, il faut une certaine surface de pâturages pour produire chaque année une tonne de viande, ou une certaine surface d'espaces marins pour produire une tonne de sardines »,* ou encore une certaine surface de biosphère pour séquestrer le CO₂ que nous émettons du fait de la combustion des énergies fossiles (Boutaud, 2009).

Sans entrer dans les détails, et sans non plus oublier que cet indicateur présente également certaines limites, on retiendra au final que l'empreinte écologique permet de mettre en balance l'offre (la biocapacité) et

la demande de nature (l'empreinte écologique), en partant du principe que les deux surfaces doivent être au minimum équilibrées : car si l'empreinte écologique est supérieure à la biocapacité, cela traduit sans doute une surexploitation, et donc une dégradation du capital naturel.

2. Notre empreinte écologique n'est pas soutenable...

Voilà pour le principe général. Mais qu'en est-il dans les faits ? Que met en lumière l'empreinte écologique ?

Les résultats de l'année 2005 (Hails, 2008) révèlent une situation de déficit écologique au niveau mondial. L'empreinte écologique de l'humanité (2,7 ha/hab) est en effet supérieure à la biocapacité (2,1 ha/hab) : c'est-à-dire que nous avons besoin de davantage de services issus de la nature que celle-ci peut en régénérer. Ce dépassement écologique se traduit concrètement par une dégradation des stocks de certaines ressources renouvelables et (surtout) par une capacité insuffisante de la biosphère à séquestrer le CO₂ issu de la combustion des énergies fossiles – entraînant une accumulation de ce dernier dans l'atmosphère. Au sens fort du terme, la situation est donc largement insoutenable sur le plan écologique.

Evidemment, les responsabilités de ce dépassement écologique mondial ne sont pas équitablement réparties. L'empreinte écologique d'un étasunien frôle en moyenne les 10 ha/hab, et celle d'un français est proche de 5 ha/hab – avec bien entendu de grandes disparités entre individus au sein même de ces pays. Ce qui revient à dire que, si chaque habitant de la planète vivait comme un étasunien, il faudrait presque quatre planètes supplémentaires pour répondre de manière pérenne à nos besoins. Au contraire, l'empreinte écologique d'un africain est en moyenne d'environ 1 ha/hab. De manière

plus générale, on constate une très forte corrélation entre empreinte écologique et Produit Intérieur Brut (figure 1). La corrélation est si marquée que l'idée même d'une croissance soutenable paraît pour le moins relever de l'incantation : à moins d'une révolution technologique

proprement inimaginable, on voit en effet difficilement comment la croissance des pays les plus riches pourrait soudainement ramener leur empreinte écologique à un niveau soutenable (autour de 2ha/hab).

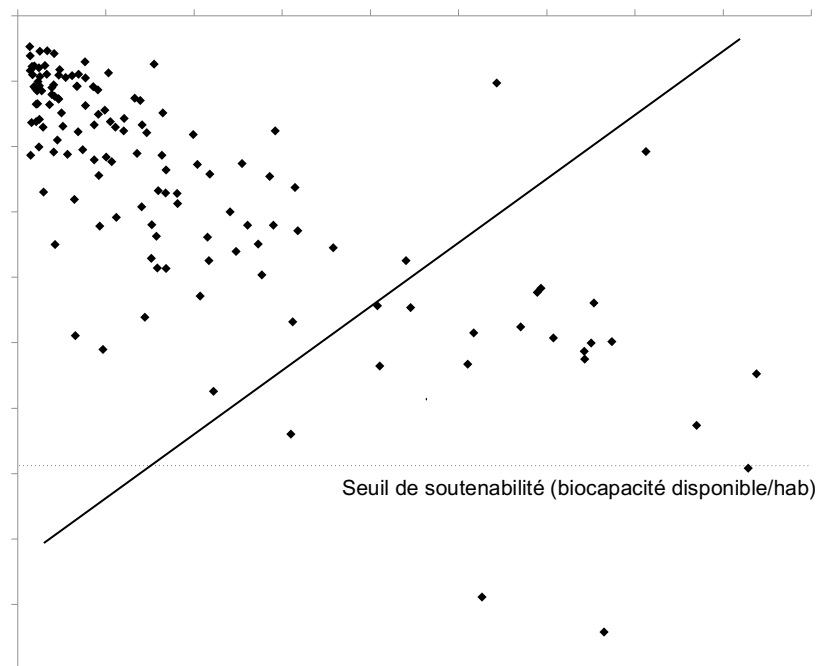


Figure 1 : Empreinte écologique et PIB des nations en 2005
(sources des données : Hails, 2008 ; UNDP, 2006)

Ces quelques chiffres nous prouvent que productivisme et soutenabilité font pour le moins mauvais ménage. Et pour cause : en cherchant sans cesse à créer de nouveaux besoins afin d'écouler les surplus de production qu'il génère, le système productiviste a créé un processus d'augmentation continu des consommations qui se traduit logiquement par une croissance des ponctions sur l'environnement que la technique n'a jusqu'à présent pas permis d'enrayer – notamment du fait de l'effet rebond inhérent au productivisme. Il n'y a là rien de bien surprenant : appuyez sur l'accélérateur d'une voiture, et vous verrez le volume d'essence consommé

s'accroître. Il en va de même pour la machine économique.

Mais l'intérêt de l'empreinte écologique est qu'elle permet d'identifier et de hiérarchiser de manière assez précise les causes du problème. Et il se trouve que celles-ci sont également pour partie liées à la forme de notre aménagement du territoire.

3. ...et c'est en partie à cause de nos modèles urbains

Dans la plupart des pays industrialisés, l'empreinte des énergies fossiles représente une bonne moitié de l'empreinte écologique totale. En France, cette empreinte carbone est elle-même pour moitié imputable aux transports routiers (de personnes et de marchandises) et aux bâtiments (résidentiel et tertiaire). Si on ajoute à cela l'agriculture, on comprend vite qu'une bonne partie de notre empreinte dépend de notre façon de vivre et d'aménager le territoire. Ainsi, si le productivisme (comme idéologie) et la croissance économique (comme conséquence) peuvent être montrés du doigt pour expliquer l'augmentation de notre empreinte écologique, il faut être conscient que ce modèle d'organisation économique a également un pendant en matière d'aménagement du territoire et d'urbanisme : à savoir le fonctionnalisme (comme idéologie) et l'étalement urbain (comme conséquence).

Le fonctionnalisme est un courant de pensée urbanistique né dans le courant des années 1930, et dont les fondements théoriques ont été formalisés dans la Charte d'Athènes au lendemain de la seconde guerre mondiale (CIAM, 1943). Pour ses concepteurs, il s'agissait à l'époque de considérer le territoire comme devant faire l'objet d'une organisation rationnelle et systématique, dans la droite ligne des théories de Taylor concernant l'organisation du travail. Tout comme Ford était parvenu à rationaliser l'organisation de la production au sein de ses usines en fractionnant et en spécialisant les tâches de travail, l'idée maîtresse du fonctionnalisme est alors de lutter contre le « désordre urbain » en rationalisant les fonctions de la ville selon quatre grandes catégories : habiter, travailler, se récréer... et circuler. La ville taylorienne qui en résulte est en théorie une agglomération dont l'emprise urbaine est vaste, faite de zones d'habitation constituées de hautes tours encerclées d'espaces verts, de vastes zones industrielles, et enfin de zones

commerciales et de loisirs, reliées entre elles par des réseaux de communication et de transport (notamment routiers)... bref : la ville moderne née de la reconstruction !

Bien entendu, depuis les années 1980, ce modèle urbain a lui-même évolué en même temps que l'économie se globalisait et se tertiarisait, donnant naissance à un modèle urbain encore plus éclaté et dédensifié : une ville marquée par la ségrégation socio-spatiale, conservant un centre historique de plus en plus gentrifié (« boboisé » diront certains) et cerclée de banlieues pavillonnaires tentaculaires et de zones commerciales entremêlées de nœuds routiers ; une ville que certains urbanistes ont nommé « ville globale » (Sassen, 1996) ou plus explicitement encore « ville éclatée » (Beaucire, 1995).

La caractéristique première de cette forme urbaine, c'est évidemment sa très forte emprise au sol. En France, 60.000 hectares de sols sont ainsi artificialisés tous les ans – environ 20 m² par seconde ! (IFEN, 2006). Et cette augmentation de l'empreinte écologique des sols artificialisés est bien supérieure à la croissance démographique : entre 1982 et 2003, alors que la population française n'a progressé que de 10 % environ, les surfaces artificialisées ont quant à elles augmenté de 42 % au détriment, majoritairement, des espaces agricoles périurbains – ce qui rend au passage tout projet de relocalisation des productions agricoles particulièrement difficile en périphérie directe des grandes agglomérations.

L'autre conséquence néfaste de l'étalement urbain en matière d'empreinte écologique, c'est évidemment la consommation croissante de ressources qu'elle génère. Tout d'abord parce que le pavillon individuel est grand consommateur d'espace, d'eau et d'énergie. Mais aussi, et surtout, parce que ce modèle urbain monofonctionnel s'est accompagné d'une

dépendance croissante des habitants à l'égard de l'automobile. Les enquêtes ménages menées dans différentes agglomérations françaises montrent clairement que les taux de motorisation sont par exemple beaucoup plus élevés en périphérie qu'en centre-ville, en raison de l'éloignement des principaux services et du coût plus élevé des transports en commun dans les territoires périurbains. C'est particulièrement vrai lorsque l'étalement s'est fait en « tâche d'huile », de manière extrêmement dispersée, ce que permet facilement la voiture : l'organisation a posteriori des transports en commun peut rapidement y devenir un casse-tête insoluble, renforçant d'autant l'avantage comparatif de l'automobile. Ce cercle vicieux est bien connu, et largement renforcé par la loi de Zahavi, principe selon lequel la mise à disposition d'infrastructures permettant d'augmenter la vitesse de déplacement se traduit dans

les faits par un allongement des distances (les gens préfèrent aller plus loin plutôt que réduire le temps de leur déplacement). En Grande-Bretagne, la distance totale des transports en voiture a par exemple été multipliée par dix entre 1952 et 1996 (Cooper *et al.*, 2001). En France, la longueur des navettes domicile-travail a augmenté de près de moitié entre 1975 et 1990 (Pochet & Routhier, 2002) et les distances parcourues continuent de croître. Résultat logique : l'étalement urbain transforme la ville en véritable nœud d'entropie. Et on constate une très forte corrélation entre le niveau de densité urbaine et la quantité d'énergie consommée pour les déplacements. C'est ce que Newman et Kenworthy avaient déjà brillamment démontré il y a une vingtaine d'années, en comparant différentes formes urbaines (Newman et Kenworthy, 1989) (figure 2).

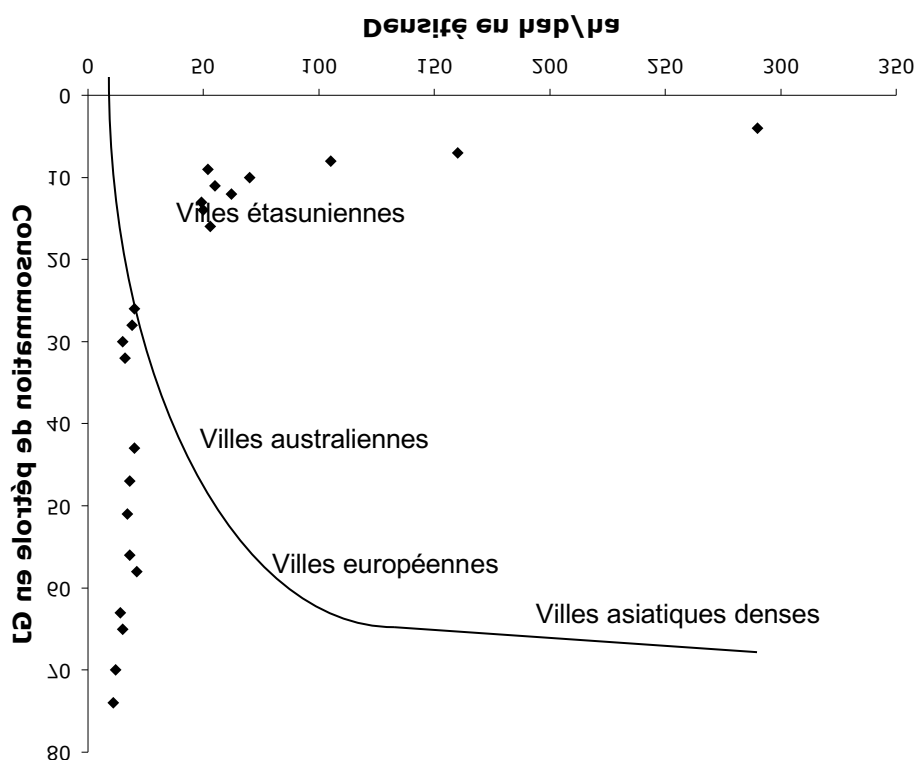


Figure 2 : Consommation de pétrole et densité urbaine (repris et traduit de Newman et Kenworthy, 1989)

Ce phénomène d'éclatement urbain est donc grandement responsable non seulement de la consommation effrénée de terres agricoles, mais aussi de l'épuisement accéléré des ressources fossiles et de l'augmentation corollaire des émissions de gaz à effet de serre¹. Ce n'est d'ailleurs pas un hasard si les pays dont l'empreinte écologique est la plus forte (USA, Canada, Australie) sont également ceux dont les modèles urbains sont les plus étalés. Les villes européennes, au centre historique plus dense, résistent mieux... mais la tendance des cinquante dernières années à l'étalement et à la spécialisation fonctionnelle engage ces villes sur une voie largement insoutenable.

4. Comment réduire l'empreinte écologique des villes ?

Que faire ? Quel modèle d'aménagement adopter pour réduire notre empreinte écologique ? Quelle est la forme d'aménagement la plus soutenable ? Ces questions sont depuis quelques années au cœur des préoccupations des urbanistes. On peut, en conclusion, citer quatre conditions permettant de dessiner les contours d'une ville soutenable : densité, mixité des fonctions, qualité du bâti et polycentrisme.

Densité – Si le symptôme le plus insoutenable de l'aménagement du territoire moderne est l'étalement urbain, alors il va de soi que la solution la plus évidente consiste à contrecarrer cette tendance insoutenable en proposant une forme de densification urbaine. C'est ce que proposent les tenants de la ville compacte. De nombreux travaux ont d'ailleurs démontré que densification et économie d'énergie étaient liés – certains

auteurs estimant par exemple que la consommation liée aux transports peut dans certains cas être divisée par quatre en multipliant par deux la densité (Newman & Kenworthy, 1998). Dans une ville compacte, l'utilisation de la voiture perd pour partie son avantage comparatif, et l'accessibilité aux différents services est globalement améliorée du fait des distances réduites.

Mixité des fonctions – Toutefois, la densification ne suffit pas. Il s'agit d'une condition « quantitative » qui doit être au minimum accompagnée sur le plan « qualitatif » par une exigence de mixité fonctionnelle (Pouyanne, 2004). Cela nécessite de revenir sur le dogme de la segmentation des espaces et du zonage, qui a été le cœur de l'idéologie fonctionnaliste et qui a mené à une spécialisation à outrance des territoires sous la forme de zones résidentielles, zones d'activité économique, zones commerciales, etc. Il faut donc réapprendre à mélanger les fonctions, rapprocher et mélanger les lieux de vie, de travail, de commerce et de récréation, afin que la plupart des besoins quotidiens puissent être assouvis dans un rayon de quelques kilomètres susceptible d'être parcouru à pied ou en vélo. C'est à cette condition que la voiture pourra être bannie des centres de vie, libérant une place considérable permettant de créer des espaces publics de qualité et des coulées vertes visant à faire pénétrer la nature en ville – autant de conditions indispensables pour rendre la densification désirable.

Qualité du bâti – Densité et mixité des fonctions ont pour but de réduire les besoins de transport ; mais elles doivent évidemment s'accompagner d'efforts sur la qualité environnementale et architecturale du bâti. Les gains d'empreinte écologique sont potentiellement considérables en la matière. Le respect des nouvelles réglementations thermiques devrait par exemple permettre de ramener les besoins de chauffage des logements neufs à

¹ Entre 1990 et 2004, les émissions de gaz à effet de serre en France ont baissé de 21,6% dans le secteur de l'industrie, alors qu'elles augmentaient respectivement de 22,3 et 22,7% dans les domaines de l'habitat et des transports [IFEN, 2006].

environ 50 kWh/m²/an, alors même que les moyennes de performance actuelles dans l'existant sont proches des 200 kWh/m²/an. Cela signifie au passage que le gros des efforts doit aujourd'hui consister à réhabiliter le parc de logements et de bureaux – et non pas à créer de nouveaux quartiers en périphérie, qui participeraient de l'étalement urbain.

Polycentrisme – Densité, mixité des fonctions et qualité environnementale du bâti sont au cœur de la plupart des projets d'éco-quartiers les plus réussis. Le célèbre quartier Vauban, à Fribourg, est un exemple saisissant de la manière avec laquelle ces exigences peuvent être articulées et concrétisées. Mais de l'éco-quartier à la ville soutenable, le chemin est long. Se pose alors la question de l'interaction entre les différentes parties d'un véritable ensemble urbain. Le courant du « nouvel urbanisme » propose par exemple l'idée d'un modèle de ville polynucléaire, qui serait constituée de noyaux urbains denses à forte mixité fonctionnelle (du genre éco-quartiers), inter-reliés par des infrastructures de transports publics efficaces.

Vers une cité écologiquement soutenable ? Deux exemples : Houten et Bedzed (extrait de Boutaud, 2008)

Houten est une ville nouvelle d'environ 40'000 habitants située à la périphérie d'Utrecht, aux Pays-Bas. Elle illustre assez bien ce que pourrait être une forme d'aménagement du territoire soutenable basée sur le principe de polycentralité. Houten a en effet été construite autour d'une gare ferroviaire qui permet l'accès ultra-rapide au centre d'Utrecht. L'urbanisation compacte a été pensée dans la perspective d'offrir à tous les habitants un accès pratique au centre-ville et à la gare par des moyens non motorisés. La ville s'étend de manière concentrique sur un ovale d'environ 2 km sur 3, cerclé d'une route périphérique, tant et si bien que la distance maximale entre la gare et les résidences n'excède pas 1,5 km. Au sein de cet ovale, la circulation automobile est interdite (seul l'accès aux lotissements par « l'extérieur » de l'ovale est possible, ce qui favorise les déplacements doux entre quartiers et en direction du centre). L'absence de circulation automobile au sein de la ville rend le

cadre de vie particulièrement agréable, d'autant que la ville est traversée de corridors végétaux qui permettent à la nature de se faire une place parmi les habitants [FNAUT, 2006].

Dans le même ordre d'idée, le projet Bedzed est également très souvent cité par les tenants de l'urbanisme et de l'habitat soutenables. Situé dans la banlieue de Londres, ce quartier de 80 logements a été conçu afin de diviser par deux l'empreinte écologique de ses habitants par rapport à un quartier classique : architecture bioclimatique, isolation, lumière naturelle, centrale de production d'électricité photovoltaïque, système d'autopartage, proximité des transports en commun, mise en place de circuits de distribution courts pour les produits agricoles, mixité fonctionnelle (habitat, commerces, bureaux) : là encore, tout a été pensé pour optimiser l'utilisation des ressources et améliorer le confort de vie des habitants. De plus, un tiers des logements est mis à disposition en loyer modéré afin de favoriser une certaine mixité sociale.

Conclusion : un nécessaire retour du politique

On le voit, les idées ne manquent pas afin de réduire l'empreinte écologique – et donc l'entropie galopante – de nos villes. Mais les propositions relativement techniques que nous avons avancé ne doivent toutefois pas faire oublier le caractère éminemment politique de ces transitions. Car l'étalement urbain est avant tout le résultat d'une non-politique qui a laissé la part belle à l'intérêt individuel – le « rêve » du pavillon et de la voiture. Or la somme des intérêts individuels, bien loin d'avoir mené à l'intérêt général, a finalement créé une situation largement insoutenable sur le plan collectif. Personne n'a mieux rendu compte de l'absurdité de cette situation que le photographe étasunien Alex MacLean (2009) lorsqu'il photographie du ciel cette Amérique du Nord défigurée par l'étalement urbain, et dont on se demande bien comment elle pourra encore fonctionner dans une ère de l'après pétrole. Enrayer cette tendance nécessite bien entendu du courage, car il s'agit de changer les imaginaires individuels. La

bonne nouvelle, c'est qu'en matière d'urbanisme – bien davantage qu'en matière d'économie – le mythe de la croissance semble aujourd'hui très

majoritairement dénoncé pour ses effets pervers. C'est un premier pas qui permet de libérer les imaginaires.

Références

- Beaucire F., 1995. « La ville éclatée », p. 187-200, in Passet R., Theys J. (eds.), *Héritiers du futur : aménagement du territoire, environnement et développement durable*, Editions de l'Aube, Paris.
- Boutaud A., 2008, « Les changements d'approche liés au concept de développement durable (ou le développement durable est-il une tarte à la crème ?) », pp. 111-124, in Monteventi Weber L., Deschenaux C., Tranda-Pittion M. (eds.), 2008, *Campagne-ville, le pas de deux. Enjeux et opportunités des recompositions territoriales*, Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne.
- Boutaud A., 2009. « L'empreinte écologique : entre fantasmes et réalité », *Ecorev'*, n°31, pp. 38-47
- CIAM – Congrès International d'Architecture Moderne, 1943. *La charte d'Athènes*. Plon, Paris.
- Cooper J., Riley T., Smyth A., 2001. « Contemporary lifestyles and the implications for sustainable development policy : Lessons from the UK's Most Car Dependent City, Belfast », *Cities*, vol. 18, n°2, pp. 103-113.
- FNAUT – Fédération nationale des usagers des transports, 2006. « L'exemple des Pays-Bas », d'après un article de Guy Baudelle, *Silence*, n°339, p. 36.
- Hails C. (ed.), 2008. *Rapport Planète vivante 2008*. World Wildlife Fund, Gland.
- IFEN – Institut Français de l'Environnement, 2006. *L'environnement en France – Edition 2006*. IFEN, Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, Paris.
- MacLean A., 2009. *Over : vision aérienne de l'américain way of life : une absurdité écologique*, La Découverte, Paris.
- Newman P., Kenworthy J., 1989. « Gasoline consumption and cities : a comparison of US cities with global survey », *Journal of the American planning Association*, n° 55, pp. 24-37.
- Newman P., Kenworthy J., 1998. *Sustainability and cities. Overcoming automobile dependence*, Island Press, Washington D.C.
- Pochet P., Routhier J-P., 2002. « Mobilité résidentielle et allongement des distances domicile-travail dans la région urbaine de Lyon », pp. 167-184, in Dureau F, Lévy J-P. (éds), *L'accès à la ville. Les mobilités spatiales en question*. L'Harmattan, Paris.
- Pouyanne G., 2004. *Forme urbaine et mobilité quotidienne*. Thèse de doctorat en sciences économiques, Université Montesquieu Bordeaux IV, Bordeaux.
- Sassen S., 1996. *La ville global : New-York, Londres, Tokyo*. Descartes & Cie, Paris.
- UNDP – United Nations Development Programm, 2006. *Human Development Report 2006. Beyond scarcity: Power, poverty and the global water crisis*. Oxford university Press, New York.
- Wackernagel M., Rees W., 1996. *Our Ecological Footprint. Reducing human impact on the Earth*. New Society Publishers, Gabriola island.