



**HAL**  
open science

## La sobriété énergétique des bâtiments en milieu urbain

Jean-Marie Alessandrini

► **To cite this version:**

Jean-Marie Alessandrini. La sobriété énergétique des bâtiments en milieu urbain. 24èmes Journées Scientifiques de l'Environnement - La transition écologique des mégapoles, Feb 2013, Créteil, France. ⟨hal-00805286⟩

**HAL Id: hal-00805286**

**<https://enpc.hal.science/hal-00805286v1>**

Submitted on 27 Mar 2013

**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.



HAL Authorization

# LA SOBRIÉTÉ ÉNERGÉTIQUE DES BÂTIMENTS EN MILIEU URBAIN

Jean-Marie ALESSANDRINI , CSTB

Université Paris-Est, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, Département  
Energie et Environnement, 54, avenue Jean-Jaurès, Champs sur Marne,  
77 447 Marne-la-Vallée Cedex 2

Courriel : [jean-marie.alessandrini@cstb.fr](mailto:jean-marie.alessandrini@cstb.fr)

## Résumé

*Pour maintenir le confort, l'hygiène et la sécurité des occupants et leur permettre d'assurer leurs activités un bâtiment a besoin d'énergie. Idéalement sa performance énergétique doit rendre compte de la façon dont le bâtiment répond à ce besoin en regard des ressources à sa disposition, dont le climat.*

*Cependant, en milieu urbain les interactions entre les bâtiments font qu'il est difficile de tirer parti des ressources naturelles sans nuire aux autres constructions, pour répondre à des besoins qui sont d'autant plus importants que la densité est élevée. Les effets de masques ou l'îlot de chaleur urbain sont deux effets qui illustrent ces interactions. Dès lors, la densité se présente comme un obstacle à l'exploitation, à des fins énergétiques, du climat local. Pour autant, cette densité associée à la diversité, qui sont des caractéristiques du milieu urbain, peuvent-elles être perçues comme une ressource ? La diversité des activités et leur proximité semblent une voie pour des solutions alternatives qui s'appuieraient sur la mutualisation des besoins énergétiques différents.*

*L'exposé vise à montrer que la performance énergétique, dès lors qu'elle est perçue comme la réponse à un besoin en fonction d'une ressource est une passerelle entre l'échelle urbaine et le bâtiment. A travers un exemple de mutualisation, il illustre les relations de causalité entre ces deux niveaux et propose quelques éléments qu'un diagnostic énergétique pourrait contenir en vue d'établir le potentiel du site étudié.*

*En perspective, nous ouvrons sur l'évolution des besoins d'énergie des bâtiments, conséquences, notamment, des nouvelles exigences et les questions qu'elle soulève à l'échelle urbaine.*

**Mots-Clés :** logements ; densité ; hétérogénéité ; mutualisation ; besoins d'énergie ; ressource.

## 1. Introduction

Cet exposé traite du secteur du bâtiment et de sa consommation d'énergie confrontés à un contexte urbain et aux actions qui visent à réduire les émissions de gaz à effet de serre. Il met l'accent sur la nécessité de travailler à différentes échelles spatiales, de l'espace intérieur à la ville, mais soulève la difficulté de mettre en relation ces différentes dimensions. Il est le

résultat de travaux conduits dans le cadre du projet Aspect (ASPECT, 2012) financé en partie par l'ANR et de recherches expérimentales conduites par des professionnels dans le cadre des programmes CQHE (CQHE, 2007) et BEPOS (Bepos, 2012) du Plan Urbanisme Construction Architecture.

Il débute par un rappel de quelques éléments contextuels sur le bâtiment et l'énergie à l'échelle nationale. Il identifie l'hétérogénéité d'un secteur à fort enjeu, comme un des freins à l'application concrète au niveau local d'objectifs nationaux sur la réduction des émissions de gaz à effets de serre. Cependant, la généralisation à venir des nouvelles exigences énergétiques pour les bâtiments aura un impact à l'échelle urbaine sur les équipements collectifs et leur fonctionnement. A travers deux exemples les interactions entre les échelles sont illustrées. En particulier, elles soulignent qu'une absence de prévision pourrait compromettre les résultats attendus. La synthèse de ce constat ouvre sur des perspectives avec des solutions alternatives, parfois déjà mises en pratique, qui s'appuient sur la densité et la diversité, caractéristiques propres à la ville.

## **2. Les bâtiments : un potentiel fort de réduction des consommations mais un secteur difficile à mobiliser**

Le secteur du résidentiel tertiaire représente 40 % de la consommation d'énergie nationale et 25 % des émissions de gaz à effet de serre (Ademe, 2011). Les logements pèsent pour les deux tiers de la consommation d'énergie de ce secteur. Ils se caractérisent également par leur ancienneté avec les deux tiers des 25 millions de résidences principales construites avant 1975, date d'application de la première réglementation thermique qui imposait l'isolation des logements. Ils représentent donc un potentiel d'économie d'énergie important et sont une cible privilégiée pour les actions publiques.

Cependant, avant de réduire les consommations d'énergie il convient d'en connaître l'origine, que l'on peut classer de la façon suivante :

- Maintenir des conditions d'hygiène, de sécurité et le confort de l'ambiance,
- Maintenir les activités des occupants pour lesquelles le bâtiment a été créé.

L'énergie consommée pour garantir les conditions d'hygiène, de sécurité et de confort, en particulier thermique et visuel, va dépendre en grande partie de la qualité de l'enveloppe et du système énergétique. Or, les choix initiaux des composants, ainsi que l'entretien et la rénovation de l'enveloppe et du système, relèvent des propriétaires des bâtiments. En revanche, la consommation d'énergie, générée par le fonctionnement des équipements disponibles, dépend, d'une façon plus ou moins contrainte, également de l'occupant. Dès lors, le propriétaire et l'occupant sont les deux acteurs qui prennent une part déterminante dans l'évolution de la consommation énergétique d'un local et par extension d'un bâtiment. Pour réduire les consommations, il faut donc une forte implication et une adhésion de ces acteurs. Avec 58% de propriétaires occupants, 6 millions de copropriétés, le parc des bâtiments et des occupants est particulièrement hétérogène, par ailleurs les décideurs à l'échelle de l'agglomération ne sont les maîtres d'ouvrages que d'une petite partie des bâtiments. Leurs moyens d'action sur la consommation d'énergie des bâtiments sur le territoire qu'ils administrent sont donc limités et les actions incitatives ou de sensibilité ont bien du mal à se répandre. Il est également difficile de définir la mesure adaptée à chaque situation en tenant compte de l'environnement, de l'usage et de l'état du bâtiment et des équipements. Chaque

cas est unique et l'approche spécifique accompagnée d'un diagnostic permet de sélectionner l'intervention la plus opportune. Cependant cette approche est coûteuse et souligne la complexité rencontrée pour décliner en actions des objectifs établis à l'échelle d'une agglomération ou d'une commune.

### 3. L'urbain et le bâtiment : deux dimensions en forte interaction

Pourtant, dans un exercice de conception il est d'usage de construire un bâtiment en tenant compte du site et des besoins, donc de mettre en relation l'environnement et l'ambiance intérieure. Dans la pratique l'étude d'un problème énergétique vise à établir une solution technique la plus adaptée pour répondre à un besoin en fonction d'un potentiel disponible. Il ressort que la recherche de la performance énergétique met directement en lien les deux dimensions qui nous préoccupent :

- Celle du bâtiment ou d'une partie pour déterminer les besoins
- Celle de l'environnement proche, la ville par exemple dans un contexte urbain, pour évaluer la ressource énergétique.

L'expression conventionnellement utilisée, une consommation en kWh, pour rendre compte de la performance édulcore la complexité du problème du fait de besoins et de ressources énergétiques de qualités hétérogènes avec notamment des niveaux de température différents, d'une part, et du caractère relatif de cet indicateur, d'autre part. Dans la pratique l'analyse du besoin est quasi systématique. Il est directement défini par l'usage que l'on va faire du bâtiment. Pour l'analyse de la ressource, l'exemple type est la conception « bioclimatique », qui cherche à tirer parti de l'environnement pour limiter les besoins d'énergie du bâtiment, voire l'alimenter en énergie disponible sur le site. Elle va cependant mettre l'accent sur l'analyse du potentiel selon l'angle de la ressource climatique. Il s'agit essentiellement de l'exposition solaire, des vents, parfois de la ressource géothermique et du potentiel de récupération des énergies dissipées dans le bâtiment lui-même. En revanche, dans un environnement dense, les interactions entre les bâtiments limitent les possibilités de récupérer ces ressources naturelles alors même que les besoins augmentent compte tenu du nombre d'occupants. Par ailleurs, le patrimoine bâti et la voirie ont un impact direct sur le climat qui se crée dans la ville dont l'effet le plus connu est l'îlot de chaleur urbain. Il ressort qu'il devient illusoire de ne pas gêner l'autre. Par exemple, à partir d'une certaine densité chaque bâtiment est le masque d'un autre. A travers l'exemple de l'ombre portée se tissent les interactions entre les bâtiments. Lorsque les besoins sont homogènes d'un bâtiment à l'autre, on peut se dire que le bilan au final est positif mais qu'en est-il lorsque se côtoient des bâtiments de performances énergétiques différentes ?

Pour apporter des éléments de réponse il convient de regarder ce que deviennent les besoins énergétiques des bâtiments une fois appliquées les nouvelles exigences.

## 4. Les nouvelles exigences transforment les besoins du bâtiment

La Figure 1 permet de mieux comprendre les changements auxquels sont soumis les logements. Elle représente la répartition des consommations globales d'une année d'un logement exprimées en énergie primaire<sup>1</sup>. Figure 1 à gauche, il s'agit des consommations moyennes mesurées sur un an pour un logement collectif construit après 1975 selon les chiffres clés du bâtiment (Ademe, 2009). A droite, il s'agit des consommations calculées pour le logement moyen du projet EFFIBAT (Effibat, 2009), développé dans le cadre de l'appel à idées CQHE qui anticipe l'évolution des logements et de leur consommation d'énergie dans une perspective à 15 ans.



*Figure 1 : répartition des consommations énergétiques en énergie primaire, à gauche, d'un logement moyen construit après 1975, (Ademe, 2009) à droite d'un logement dans le projet Effibat*

En absolu, la consommation du projet Effibat est au moins divisée par deux par rapport à celle du logement moyen. Par rapport aux consommations actuelles mesurées dans les logements collectifs, il ressort que la part de la consommation due aux usages spécifiques de l'électricité devient majoritaire et prend la place en proportion du couple formé par l'eau chaude sanitaire et le chauffage.

La Figure 2 illustre une autre particularité des bâtiments qui visent la très basse consommation d'énergie. Pour ce concept de bâtiment, Ecolocatif en bois (Ecolocatif, 2009) développé dans le cadre de l'appel à idées CQHE du PUCA, il faut souligner la consommation de climatisation deux fois supérieure à celle du chauffage.

---

<sup>1</sup> Il convient d'apporter une précision sur le sens de l'énergie primaire et de l'énergie finale. L'énergie finale est la quantité d'énergie dissipée en aval du compteur donc a priori dans le bâtiment avec une possibilité de récupération locale. L'énergie primaire intègre en plus les pertes relatives à la production, elle rend donc plus facilement compte de l'empreinte sur l'environnement. Dès lors, pour l'occupant, l'exploitant, le gestionnaire l'énergie finale a une signification économique puisqu'elle est facturée. En revanche, l'énergie primaire a une signification plus immédiate à une échelle nationale qu'à une échelle bâtiment. Le passage de l'énergie finale à l'énergie primaire se fait conventionnellement en appliquant un facteur 1 aux énergies fossiles et 2.58 à l'électricité.

## La sobriété énergétique des bâtiments en milieu urbain

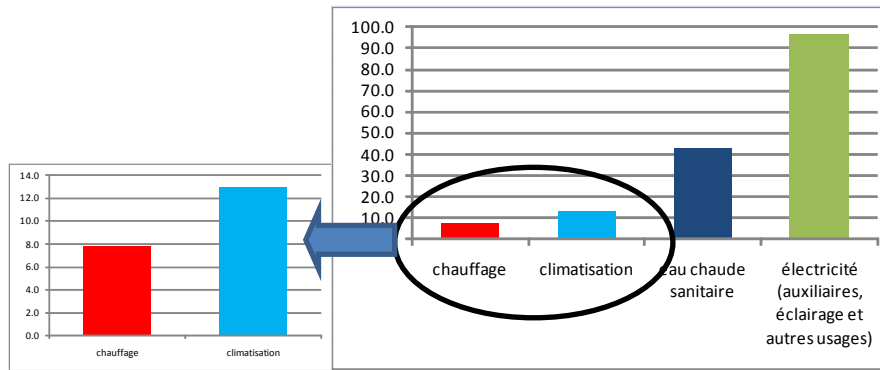


Figure 2 : consommation par postes en kWh/m<sup>2</sup> par an pour le projet Ecocatif en bois (Ecocatif, 2009)

La recherche de la compacité, le renforcement de l'isolation, le recours à des systèmes avec de hauts rendements font que les consommations de chauffage sont réduites au point de devenir inférieures à la consommation d'éclairage comme l'illustre le travail de sensibilité à la compacité du bâtiment conceptuel Impacte développé par l'équipe piloté par F. Pellegrin (Impacte, 2009) (Figure 3).

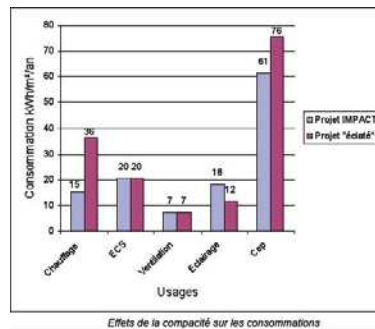


Figure 3 : « Impacte », consommation des différents postes selon la forme du bâtiment

Il ressort de ces nouvelles exigences énergétiques trois points essentiels :

- La consommation d'électricité, pour assurer l'activité et le confort visuel, représente les  $\frac{3}{4}$  de la consommation énergétique primaire des logements pourtant les plus consommateurs de chauffage,
- Le confort d'été est aussi important que la réduction des besoins de chauffage,
- L'accès à l'éclairage naturel est un facteur de réduction de consommations qui ont le même ordre de grandeur que le chauffage et le froid.

La réduction du besoin de chaleur pour le chauffage est le résultat des solutions envisagées pour répondre au haut niveau de performance énergétique qui, par exemple dans le guide Effinergie (Effinergie, 2008), préconisent des niveaux d'isolation qui protègent de plus en plus l'enveloppe des sollicitations thermiques extérieures. Ce renforcement de l'isolation augmente l'autonomie en besoin de chaleur pour le chauffage du bâtiment par rapport à son environnement. En revanche, ce bâtiment dans un environnement dense va avoir des effets sur les constructions anciennes qui l'entourent avec des besoins de chaleur, a priori, plus importants. En effet, compte tenu de leur enveloppe moins isolante, ils sont plus sensibles aux interactions, typiquement l'ombre portée, engendrées par ce nouveau bâtiment. Ainsi la

conjonction des nouveaux standards énergétiques pour les bâtiments neufs et la densité accroissent l'importance des interactions entre les bâtiments.

## 5. Quelles conséquences à l'échelle urbaine ?

### 5.1 Les conséquences d'une réduction des besoins de chaleur à plus grande échelle ?

Par ailleurs, la diminution drastique des besoins de chaleur sur un bâtiment a un impact limité à l'échelle d'une agglomération en revanche une diffusion plus large, sur le périmètre d'un réseau de chaleur par exemple, pose la question de ces équipements collectifs. La pertinence de raccorder le bâtiment lui-même n'est pas immédiate compte tenu de ses faibles besoins et des pertes de distribution. Or, le réseau a été dimensionné et a été pensé pour répondre aux besoins de chaleur de bâtiments qui répondent à des exigences énergétiques devenues aujourd'hui obsolètes. Après rénovation ces bâtiments vont avoir des besoins de chauffage qui vont devenir faibles. Dès lors, il existe des questions sur l'évolution du réseau pour s'adapter à la nouvelle situation, voire un risque sur l'avenir de son maintien en fonctionnement. Cet effet est encore accentué lorsqu'il est prévu d'équiper les bâtiments de panneaux solaires thermiques pour assurer une partie de l'eau chaude sanitaire alors que le réseau fonctionne lui-même avec des énergies renouvelables ou avec le recyclage de déchets. On assiste alors à une mise en concurrence des énergies renouvelables, avec un risque de surproduction non négligeable en période estivale, lorsque la demande de chaleur est faible.

Il conviendrait de voir dans quelles mesures il est pertinent de conserver un réseau pour assurer à la fois chauffage et eau chaude sanitaire. Si le travail sur l'enveloppe est indispensable pour réduire les besoins, il ressort que la pertinence, sur le plan énergétique, du choix du système et de la ressource énergétique va dépendre fortement de l'environnement et des équipements à proximité. La densité et la diversité des activités peuvent devenir un support à des solutions alternatives.

A titre d'exemple, il est intéressant de relever la création d'un réseau à basse température à Nanterre (Ademe et vous, 2011) pour alimenter un quartier à l'aide d'une pompe à chaleur branchée sur un collecteur d'eaux usées passant à proximité. Les déchets issus de l'activité d'une partie de la population deviennent une ressource pour d'autres.

### 5.2 Les conséquences de l'augmentation du besoin de froid ?

La conception en vue de réduire les besoins de chaleur, prédominants jusqu'à maintenant, ne doit pas se faire au détriment du confort thermique d'été qui s'il n'est pas atteint va générer une augmentation des consommations dues à la climatisation. S'affranchir d'un système de refroidissement suppose de pouvoir rafraîchir de façon passive l'ambiance intérieure en jouant des alternances climatiques jours/nuit en période estivale. Il est donc nécessaire que l'environnement extérieur permette de bénéficier de la chute des températures nocturnes. Or, le grand nombre de bâtiments et la voirie importante captent le rayonnement diurne et le restituent la nuit ce qui a pour effet, d'une part, de décaler l'heure à laquelle la température baisse, d'autre part, d'en limiter l'amplitude. La réduction de ce phénomène de l'îlot de chaleur est une condition nécessaire pour permettre le rafraîchissement passif des bâtiments en tirant parti de leur inertie et de la possibilité de surventiler. Elle peut être obtenue en humidifiant l'air en végétalisant des parcelles ou des toits par exemple ce qui permet

d'augmenter le phénomène d'évapotranspiration. Cependant elle n'est pas suffisante, l'aération des ambiances intérieures nécessite une faible pollution extérieure, des espaces sécurisés et l'absence de nuisances sonores.

Les choix d'aménagement collectifs sont essentiels ici pour permettre au logement de chacun de répondre au besoin de confort thermique et à l'exigence de sobriété énergétique. Il ressort également qu'ils ont des implications transversales qui touchent notamment les moyens de déplacements. A travers ces exemples, se concrétise la nécessité de « *tisser des coutures sans cesse entre le local et le global le sectoriel et le spatial aménager des continuités entre les échelles* » comme le souligne dans un cadre plus global J. Theys (Theys, 2002).

## 6. Quelles conséquences à l'échelle urbaine ?

Il faut toutefois relativiser les conséquences anticipées, le parc de bâtiment tel que présenté ci-dessus, est encore loin des performances annoncées par les opérations exemplaires et le besoin de chaleur pour le chauffage reste, pour la majorité des logements, le poste principal de consommation. La question du confort d'été est plus d'actualité et il ressort que la collectivité a un rôle important à jouer. Dans les deux cas, il ressort que l'approche en plus d'être multi-échelle doit également toucher différentes disciplines ce qui la rend encore plus complexe. Une approche théorique pour traiter de façon exhaustive les interactions entre les deux échelles me semble prématurée. Néanmoins par l'étude de cas, la pratique et le retour d'expériences, il est possible d'avancer sur le sujet.

Construire des diagnostics pluridisciplinaires à l'échelle locale qui viseraient à établir le potentiel énergétique d'un site aiderait les maîtres d'ouvrage à établir la performance de leurs bâtiments. Pour la maîtrise d'ouvrage cela leur permettrait de mieux connaître les limites et les contraintes, par exemple climatiques, auxquelles leurs bâtiments vont être soumis. Ces diagnostics seraient ainsi un outil pour la collectivité pour accompagner la programmation d'opérations en phase avec ses objectifs énergétiques établis à plus grande échelle.

Il existe des réalisations concrètes où les besoins énergétiques d'un bâtiment sont partiellement assurés par l'activité d'un site. Nous l'avons vu avec le réseau qui fait de la récupération sur les eaux usées, il existe un exemple à Stockholm où des bureaux sont chauffés à partir de la chaleur récupérée par la forte affluence dans le hall de gare (POURON, 2009).

Ces solutions ont la caractéristique de répondre aux besoins de chacun en s'appuyant sur la mutualisation pour se saisir des opportunités offertes par l'action collective. Elles s'appuient toutes les deux sur la densité et la diversité, caractéristiques propres à la ville. Elles montrent que ce principe présente donc une alternative crédible qui reste à explorer. L'analyse du retour d'expérience est, me semble-t-il, une bonne piste pour progresser.

## Bibliographie

ASPECT (2012) Approche Systémique pour les Plans Climat-Energie Territoriaux, mise en perspective 2050, Etat de l'art en Europe : apports et limites des plans climats à l'aune des connaissances scientifiques, livrable 3, chapitre 1, coordination tâche 1, CSTB Lydie Laigle Novembre 2012, 141 pages.

CQHE, (2007) Appel à idées, La méthode CQHE, Concept Qualité Habitat Energie, Plan Urbanisme Construction Architecture, mai 2007. <http://chantier.net/cqhe.htm>

- Bepos, (2012) Bâtiments à énergie positive, Appel à candidatures auprès de collectivités territoriales, d'aménageurs et de maîtres d'ouvrage, PUCA-Prebat, Mars 2012.
- Ademe, (2011) Bâtiment, énergie, environnement, édition 2011, collection chiffres clés, Ademe
- Ademe, (2009) Bâtiment, énergie, environnement, édition 2009, collection chiffres clés, Ademe
- Effibat, (2009) Effibat, vers un bâtiment efficient, Cabinet Claude Franck, Centre Energétique et Procédé (Mines ParisTech), GTM bâtiment, Vinci construction Direction de l'habitat, direction recherche et développement, Rapport de synthèse février 2009.
- Ecolocatif (2009), Ecolocatif en bois, Rautonomie solidaire, Achic, Lignatec-KLH, Costic, Steuerwald, Ecobanques, CNDB, rapport de l'étude thermique, Christian Schwarzberg, Avril 2009, Costic
- Impacte, (2009) Innovation Maîtrisée Pour l'Architecture Climatique, la Thermique et l'Environnement, François Pelegrin, Elisabeth Pelegrin Genel, André Pouget, Philippe Bourguignon, Gérard Fleury, Antoine Thuillier, 2009.
- effinergie, (2008) Réussir un projet de Bâtiment Basse Consommation, Guide à destination des professionnels, du bâtiment, effinergie, décembre 2008, téléchargeable : [http://www.effinergie.org/site/download/Effinergie/80\\_Guide/20081215\\_guideEFFInationale.pdf](http://www.effinergie.org/site/download/Effinergie/80_Guide/20081215_guideEFFInationale.pdf)
- Ademe et vous, (2011) le magazine, °47, juillet 2011, <http://ademe-et-vous.ademe.fr/le-magazine-n-47-3-projets-qui-demarrent>
- Theys, (2002) Jacques Theys, inégalités écologiques et sociales : l'importance d'une approche territoriale, extraits de l'article « l'approche territoriale du « développement durable, condition d'une prise en compte de sa dimension sociale », Développement durable et territoires, septembre 2002, extraits publié dans la ville durable Perspectives françaises et européennes, Dossier réalisé par Jean-Marc Offner et Carole Pourchez, Problèmes politiques et sociaux, la documentation française, n°933, février 2007.
- Jean-Paul POURON (2009), Gare de Stokholm « Gare au chaud et froid », la Suède Durable, <http://www.lasuededurable.com/gare-de-stockholm-gare-au-chaud-et-froid-ecolo.html>