

# Morphologie urbaine et consommation énergétique du bâti résidentiel pour répondre aux objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre

Labeeuw France-Laure, Dujardin Sébastien, Lambotte Jean-Marc, Teller Jacques<sup>1</sup>

## Abstract:

Cet article présente une recherche relative à l'impact de la structuration du territoire sur les émissions de gaz à effet de serre (GES). Particulièrement, il se focalise sur le lien entre morphologie urbaine et consommation énergétique du bâti résidentiel. Nous abordons successivement les données et hypothèses concernant la dynamique du parc bâti et sa caractérisation physique. La discussion se centre ensuite sur deux aspects : le croisement entre variables morphologiques et consommation énergétique, ainsi que les poids spécifiques des facteurs morphologiques et techniques influençant les consommations énergétiques.

Nous défendons ici une approche pragmatique, basée sur une connaissance fine des types d'urbanisation observables sur le territoire. Notre analyse se base sur une modélisation de l'enveloppe de l'ensemble du parc bâti résidentiel wallon, soit 1.300.000 bâtiments, croisant données cadastrales (âge et fonction), photogrammétriques (emprise, hauteurs et mitoyenneté) et statistiques (variables techniques). Une telle approche semi-empirique nous démarque clairement d'un discours de transformation radicale basé sur des modèles théoriques, que nous jugeons mal adaptés à la réalité de nos territoires pour l'élaboration contextualisée de processus d'action aptes à répondre aux défis climatiques.

La structure territoriale de la Wallonie est caractérisée par une dispersion importante de l'habitat en dehors des pôles d'activités économiques et de services qui, combinée à une forte périurbanisation, développe des tissus peu compacts. La région hérite, de plus, de deux caractéristiques peu compatibles avec les objectifs de réduction d'émissions de GES: d'une part, un parc de bâtiments ancien qui techniquement évolue peu malgré l'engagement de diverses politiques régionales de rénovation et, d'autre part, un faible taux de substitution. Une piste semble néanmoins se dessiner en première analyse: celle de la remobilisation des surfaces bâties existantes actuellement vacantes d'occupation.

**Keywords:** aménagement du territoire, bâti résidentiel, énergie, réduction des émissions de GES, Wallonie, Belgique

---

<sup>1</sup> Lepur - Université de Liège, 1 Chemin des Chevreuils, B52, 4000 Liège 1. Belgique / Resp. Jacques.Teller@ulg.ac.be

## 1. Introduction

En vertu du protocole de Kyoto et de l'accord communautaire de « partage de la charge », la Belgique est tenue de réduire ses émissions de gaz à effet de serre de 7,5% d'ici 2012 par rapport à 1990, année de référence (CNC 2010). La protection du climat est toutefois de compétence régionale en Belgique. Cet article présente une recherche relative à l'impact de la structuration du territoire sur les émissions de gaz à effet de serre (GES) à l'horizon 2050, date à laquelle la Commission Européenne s'est fixé un objectif de réduction des émissions de GES globales de 80% par rapport à 1990 (EC 2011). Entamée en novembre 2009 et programmée sur deux ans, la recherche a été confiée à la Conférence Permanente du Développement Territorial (CPDT) par la Région wallonne.

Le postulat adopté dans ce travail rejoint la thèse de Susan Owens (1986) qui avançait, dès les années 1980, que les facteurs de structuration territoriale, s'ils sont peu susceptibles à eux seuls de produire des effets significatifs à court terme en matière de consommation énergétique, sont caractérisés par un faible degré de réversibilité et influencent de manière décisive les réponses techniques qui pourraient être avancées pour faire face aux enjeux climatiques.

L'étude de la relation entre structure du territoire et émissions de GES s'est rapidement centrée sur des questions de localisation des activités et des ménages ainsi que sur l'analyse des performances du parc de bâtiments résidentiels. Trois champs de variables ont été prospectés à cette fin : les variables territoriales bien sûr, mais également socio-économiques et technologiques, ces deux derniers champs de variables étant susceptibles de conditionner les effets que l'on peut attendre d'actions à mener en terme d'aménagement du territoire. En fin de première année, cette recherche a abouti à l'élaboration de deux cadastres énergétiques : l'un reprenant les performances énergétiques des déplacements domicile-travail, l'autre les performances énergétiques des bâtiments résidentiels.

Dans cet article, nous nous intéressons en particulier au deuxième volet de cette recherche, relatif aux relations entre forme urbaine et consommation énergétique du bâti résidentiel. La méthodologie générale de la recherche est détaillée dans la section suivante et les résultats, à mi-parcours du projet, seront présentés et discutés au travers des sections 3 et 4. Nous abordons successivement les données et hypothèses concernant la dynamique du parc, puis nous analysons celles concernant la caractérisation physique du stock, c'est-à-dire les données relatives au bâti et à la morphologie urbaine. Enfin, nous discutons des premiers résultats obtenus en terme de performance énergétique à l'échelle de la région.

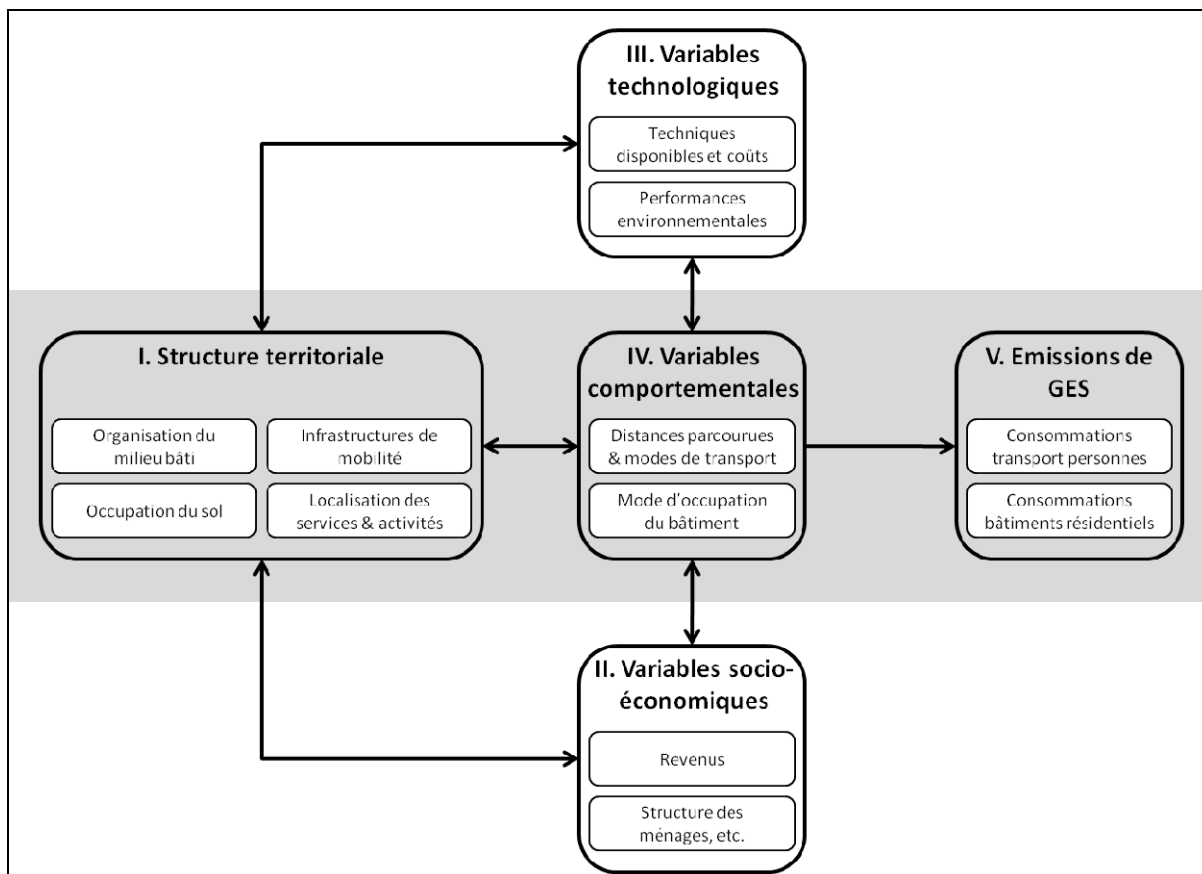
Bien qu'en évolution continue, nous considérons que la structure territoriale est avant tout caractérisée par une très grande inertie, que ce soit en termes de localisation, de morphologie des tissus urbanisés ou même de qualité des objets bâtis. Nous défendons une approche pragmatique, basée sur une connaissance fine des différents types d'urbanisation observables sur le territoire. Une telle approche, semi-empirique, nous démarque clairement d'un discours de transformation radicale, basé sur des modèles théoriques que nous jugeons, d'une part, mal adaptés à la réalité de nos territoires et, d'autre part, non pertinents pour l'élaboration contextualisée d'actions aptes à répondre aux défis climatiques à l'horizon 2050.

## 2 Méthodologie générale

La revue de la littérature scientifique francophone (Kints 2008; Maizia et al. 2008; Servais 2010; Thomas et al. 2005) et anglo-saxonne (Banister et al. 1997; Hilderson et al. 2010; Owens 1986; Steemers 2003) a permis de mettre en évidence quatre grands types de variables qui interviennent dans la détermination des comportements de mobilité et d'habiter (figure 1) :

1. les formes d'organisation territoriale ;
2. les caractéristiques socioéconomiques ;
3. les facteurs technologiques ;
4. les comportements.

Ces variables interagissent entre elles et, ensemble, influencent les émissions de gaz à effet de serre. C'est sur ces interactions, au sein du territoire wallon, que se sont concentrées nos investigations au cours de cette première année de recherche. Notons que les variables technologiques et socioéconomiques sont des facteurs jugés comme « externes », car les mesures de l'aménagement du territoire ne peuvent pas les influencer de manière directe. Cependant, elles sont souvent identifiées comme des variables explicatives fortes et, par conséquent, sont prises en compte ponctuellement dans notre modèle d'analyse.



**Figure 1.** Modèle général de la démarche adoptée au cours de la recherche. La partie grisée correspond à l'axe central de la recherche. Les variables socio-économiques et les facteurs technologiques ne sont pas considérés ici comme des variables territoriales.

En ce qui concerne le volet bâti, la question de la réduction des émissions de GES dans le secteur résidentiel doit se comprendre comme la somme d'actions sur un ensemble de paramètres très différents. Plusieurs facteurs entrent en jeu :

- La performance thermique des constructions: un bâtiment ancien présente généralement un taux de déperdition énergétique plus élevé qu'une construction récente, cela en raison des matériaux utilisés et de leur mise en œuvre. Néanmoins, les mouvements de rénovation ne doivent pas pour autant être négligés.
- La morphologie (notamment la compacité du tissu): celle-ci influe positivement sur les émissions de GES en réduisant la surface de déperdition entre le volume protégé et l'air extérieur, mais peut également agir négativement en augmentant les effets de masques solaires. Les gains par rayonnement solaire direct sont les plus sensibles dans le cas d'un haut taux de vitrage.
- Les mouvements internes au stock bâti: renouvellement et remobilisation permettent quant à eux d'évaluer le rythme d'amélioration énergétique des tissus urbanisés et l'évolution des besoins en surface chauffée.

- Les équipements et les énergies utilisées : un système de chauffage ancien peut consommer jusqu'à deux fois plus qu'un système récent. De plus, chaque vecteur énergétique utilisé présente un taux d'émissions de GES qui lui est propre.
- Les apports internes et le comportement des habitants : les modalités d'occupation du bâtiment font varier les besoins en régulation thermique. Le comportement influe notamment sur la température interne moyenne des locaux chauffés suivant la sensibilité des occupants. La durée estimée ou réelle de la période de chauffe (heures où le chauffage est allumé) est un élément qui impacte directement les consommations énergétiques.
- L'environnement : les températures extérieures ont une influence directe sur les besoins énergétiques des bâtiments. Elles varient de manière significative en fonction de l'altitude et de la continentalité selon un zonage sud-ouest - nord-est. L'insolation, qui dépend de la localisation et de l'orientation des tissus construits, influence les apports passifs dont le bâtiment pourrait bénéficier.

Nous avons choisi de dissocier les paramètres liés à la réalité constructive et morphologique du stock bâti résidentiel wallon de ceux liés à son équipement énergétique. En effet, nous considérons qu'il s'agit ici de deux leviers distincts de réduction des émissions GES, et leur analyse doit se faire de manière dissociée. Nous avons donc décidé de mettre en avant les indicateurs morphologiques en analysant dans un premier temps les besoins nécessaires à la régulation thermique des logements. Les variables dont l'influence sur ces besoins en Wallonie est présumée sont ensuite construites. Les consommations énergétiques et les émissions de GES dépendent du croisement des besoins de régulation thermique et d'un système de production et de vecteurs d'énergie. Nous n'intégrons pas les comportements des occupants.

Afin d'estimer les performances énergétiques des tissus urbanisés à l'échelle régionale, nous nous sommes basés sur une modélisation de l'enveloppe de l'ensemble des bâtiments résidentiels de la région, soit 1.300.000 bâtiments recensés en Wallonie. Cette modélisation a été élaborée à partir de données cadastrales (base de donnée Cadmap) et de photogrammétrie aérienne (Projet Informatique de Cartographie Continue ou PICC). La base de données que nous avons constituée reprend ainsi, pour chaque bâtiment, sa localisation, sa date de construction, son emprise au sol et le pourcentage de mitoyenneté qui le caractérise. Les caractéristiques techniques de l'enveloppe sont inférées sur base de l'âge du logement, en nous basant sur deux sources principales : le volet logement de l'enquête socio-économique générale (ESE) de 2001 (plus de 1.300.000 logements recensés) (Vanneste et al. 2007) et l'enquête qualité du logement réalisée par la Région wallonne en 2006 (plus de 6.000 logements sondés) (MRW 2007). L'estimation des besoins de chauffage est basée sur la méthode du BE500 (Uyttenbroeck et Carpentier 1984). Cette méthode de calcul nous permet en effet de prendre adéquatement en compte les variables climatiques, les apports internes et solaires ainsi que l'inertie du bâtiment. Pour les besoins énergétiques du bâtiment, nous nous sommes basés sur des données de l'ADEME (2007) pour déterminer les taux d'émissions de GES de différents vecteurs de chauffage (gazole de chauffage, gaz naturel, GPL et électricité), en tenant compte de facteurs de conversion et de leurs incertitudes. L'ensemble de ces données est appliqué aux consommations actuelles et passées.

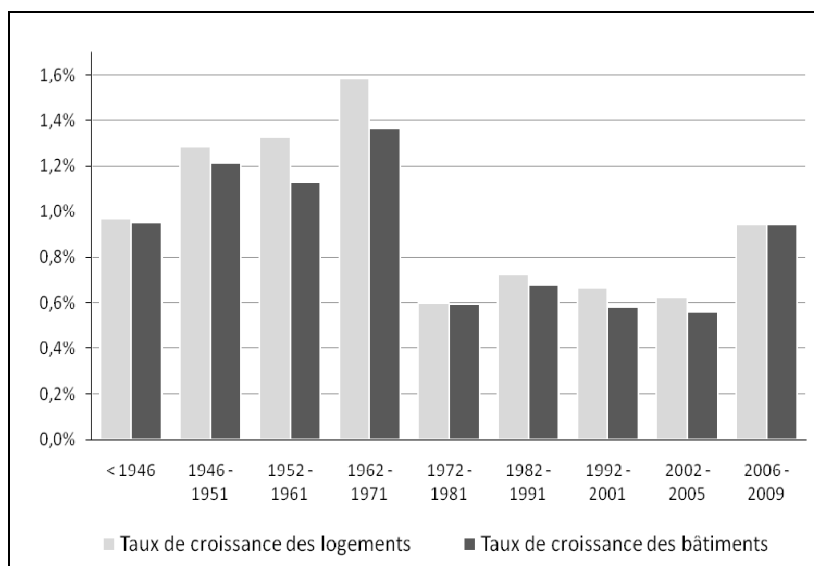
La date de construction des bâtiments est considérée ici comme une information clef pour la modélisation des besoins énergétiques du stock résidentiel wallon. Pour évaluer les émissions de GES des bâtiments, nous avons donc opéré une segmentation du stock de logements par classe d'âge. Chaque classe d'âge a été bornée en fonction, d'une part, de l'évolution des traditions constructives et, d'autre part, de l'évolution des réglementations thermiques. C'est la raison pour laquelle les classes retenues ne sont pas homogènes et diffèrent des classes d'âges de l'enquête socio-économique de 2001 ou de l'enquête qualité logement de 2006. Cinq périodes de construction significatives sont déterminées : « avant 1945 », « 1946-1970 », « de 1971 à 1985 », « de 1986 à 1996 », « 1997-2009 ». Ce choix est basé sur l'évolution des modes constructifs pour les trois premiers segments : 1945, généralisation des murs creux et 1970, diffusion des murs creux de deuxième génération et apparition de l'isolation des coulisses. Les deux derniers segments sont définis sur base de l'application des réglementations thermiques en Wallonie (1985, puis 1996). Les plus récentes réglementations

thermiques datent de 2004 et 2006. Au vu du faible nombre de logements construits d'après ces normes par rapport à l'ensemble du stock, nous avons choisi de les intégrer à la dernière classe d'âge.

### 3. Modélisation des dynamiques à l'œuvre dans le parc résidentiel en Wallonie

Les données liées à la taille de la population et au nombre de ménages sont des informations qui conditionnent la demande de logements. La population wallonne comptait 3.435.879 habitants en 2007 (SPF Economie - DGSIE, 2008). Les perspectives de population 2007-2060 du Bureau fédéral du plan (2008) envisagent que le rythme d'augmentation de la population wallonne sera plus soutenu jusqu'en 2017 (+ 7,1 % de 2007 à 2017) par rapport aux dix années précédentes (+ 3,5 % de 1997 à 2007). En 2007, la Wallonie comptait 1.473.054 ménages privés (par distinction aux ménages collectifs comme les résidences pour personnes âgées, les prisons...). Le nombre de ménages privés croît plus rapidement que la population : + 10,7 % contre + 3,7 % entre 1995 et 2007, en raison de l'érosion progressive de la taille des ménages. La taille moyenne des ménages privés a affiché un recul de 6,4 % sur la même période, en passant de 2,48 personnes par ménage en 1995 à 2,33 personnes vivant sous le même toit en 2007.

L'information principale permettant de caractériser la dynamique du parc est celle de son taux de croissance annuel. Les bases de données convoquées pour obtenir cette information clef sont d'une part les données de l'Institut Wallon de la Prospective et de la Statistique (IWEPS) de 2010 sur la dynamique de construction neuve dans le secteur résidentiel, et d'autre part les statistiques du SPF Economie DGSIE de 2009 basées sur le cadastre. Sur base de ces données, nous avons mené une première estimation du taux d'accroissement moyen du parc de logement : le résultat obtenu est 0,71 % par an sur la période 1991-2001. Ce taux d'accroissement du parc de logement a ensuite été affiné. Une analyse de plus large spectre historique a été menée sur la base des données du cadastre 2009 (Figure 2). Une comparaison entre le taux d'accroissement du parc de logements et du parc des bâtiments est rendue possible par l'utilisation d'un tel set de données.



**Figure 2.** Taux d'accroissement annuel du parc de logement et du parc de bâtiment en Wallonie depuis 1945. Source : Cadmap 2009, SPF Economie - DGSIE.

On observe une forte cassure dans la dynamique d'accroissement du parc. Après le boom économique des trente glorieuses, suite aux crises économiques et la crise énergétique des années septante, le taux d'accroissement du parc de logement chute de plus de 50% (1,60 % en 1971 et 0,60 % en 1981), pour se stabiliser autour des 0,65 % par an jusqu'à 2005. Sur une dynamique identique à celle observée pour le parc de bâtiments, on note une augmentation du taux d'accroissement du parc de logements entre 2006 et 2009, où il atteint 0,95 % par an. L'écart entre le taux de croissance du parc de bâtiments et celui des logements se creuse entre 1952 et 1972. Cette tendance peut être expliquée par deux phénomènes : la division de nombreuses maisons unifamiliales urbaines en plusieurs logements, et une

construction neuve marquée par un grand nombre de bâtiments collectifs. Dans les trente dernières années, le taux d'accroissement du parc de bâtiments et de logements évolue de manière semblable avec peu d'écart, ce qui souligne la permanence de l'hégémonie de la maison unifamiliale dans le patrimoine bâti wallon.

Nous pouvons dès lors réaliser une première projection pour le taux d'accroissement du parc de bâtiment entre 2009 et 2050 sur base de trois hypothèses de croissance : 0,5 %, 0,75 % et 1 % par an. L'hypothèse des 1 % de croissance annuelle du parc est une projection très optimiste. En effet ces taux n'ont été mesurés en Wallonie qu'entre les années 50 et 70. Depuis lors, nous sommes à un taux assez stable approchant les 0,70 % par an. Dans la première hypothèse (taux de 0,5 %), les bâtiments d'ores et déjà construits représenteront un peu plus de 80 % du parc de 2050. Ce chiffre se tasse à 73,7 % pour un taux d'accroissement annuel de 0,75 % et à 66,5 % pour un taux d'accroissement annuel de 1 %. Ces estimations intègrent le taux actuel de renouvellement du parc de bâtiments existants en appliquant une hypothèse identique au taux de renouvellement des logements, soit 0,12 %. On mesure ici nettement le poids considérable du parc existant même à une projection à horizon de quarante ans. Au-delà du développement de normes plus contraignantes en terme d'efficacité énergétique pour les nouvelles constructions et les nouvelles zones d'urbanisation, il convient donc de concentrer la réflexion et l'action sur les tissus urbanisés existants.

L'évolution de la superficie chauffée est également un indicateur important dans la modélisation des dynamiques du parc résidentiel. L'augmentation du nombre total de m<sup>2</sup> chauffés peut soit être due à une augmentation du nombre de ménages et donc du nombre de logements, soit à une augmentation de la surface moyenne par logement. La superficie chauffée influence fortement le bilan global de consommation d'énergie. Pour évaluer la superficie totale chauffée en Wallonie, nous avons croisé trois types de sources, afin de borner au mieux nos résultats : les informations cadastrales, les informations de l'ESE 2001 et les informations du PICC relatives au croisement entre emprise bâtie et nombre de niveaux pour chaque bâtiment.

Avec cette dernière méthode, la superficie capable totale du territoire wallon est estimée à 179.400.772 m<sup>2</sup> en 2008, pour un total de 986.235 bâtiments informés, soit une moyenne de 182 m<sup>2</sup> de plancher par bâtiment. Cette méthode offre des résultats nettement supérieurs aux estimations issues des deux premiers sets de données (environ 121 millions de m<sup>2</sup>): +48 % de surface calculée. Plusieurs explications peuvent être avancées. Premièrement, la surface utile estimée sur base du PICC peut être surestimée car elle inclut d'autres fonctions que le logement (commerce, bureaux), mais aussi une partie de la seconde résidence et le logement vacant. Elle est potentiellement surestimée notamment pour le parc ancien car l'hypothèse qui fixe les hauteurs de niveaux à 3m est sans doute une hypothèse pessimiste. La surface capable ainsi calculée est évidemment supérieure à l'estimation basée sur les données de l'ESE, estimation pour laquelle le calcul de la superficie habitable n'incluait (en principe) que les surfaces de vie. Il convient toutefois de noter que le calcul «ESE» devait être effectué par les enquêtés et pouvait donc comporter de nombreuses imprécisions. La confiance que l'on peut accorder à cette valeur est donc relative. Par ailleurs, elle néglige une partie du stock de logements (résidence des étudiants, immigrés et non-répondants à l'enquête). Cependant, la surface capable calculée donne des ordres de grandeur intéressants quant au nombre de m<sup>2</sup> potentiellement remobilisables dans le stock existant.

La superficie chauffée par secteur statistique<sup>2</sup> est introduite dans le calcul des besoins et des consommations énergétiques en vue de la réalisation d'un cadastre des émissions de GES à l'échelle du territoire wallon. Nous appliquerons la valeur de superficie totale chauffée issue du croisement entre nombre de logements répertoriés au cadastre et les répartitions de surfaces issues du SPF Economie - DGSIE, soit 121 millions de m<sup>2</sup>.

---

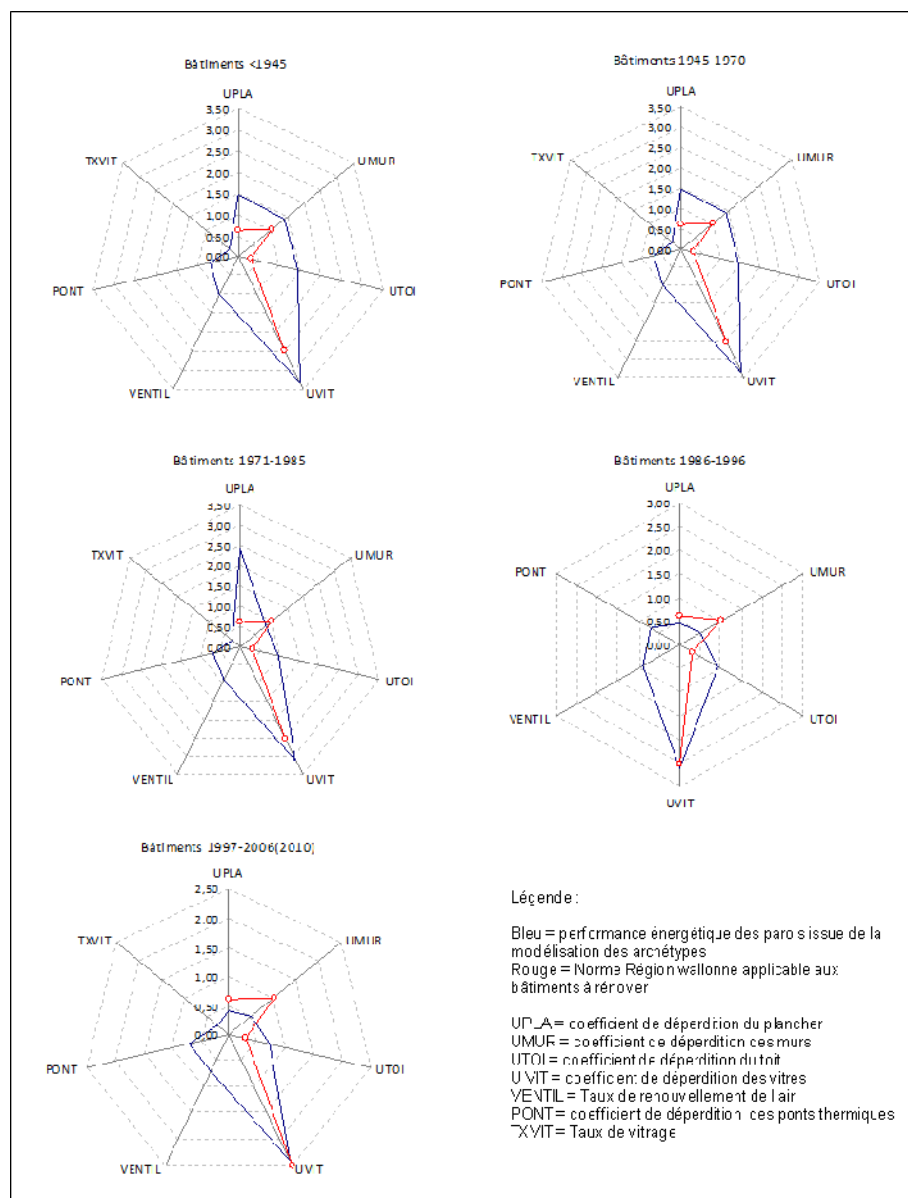
<sup>2</sup> Il s'agit de la plus petite entité administrative en Belgique. Un secteur statistique correspond à un quartier en milieu urbain et à un village ou hameau en milieu rural. La Wallonie en comporte 9876 répartis sur une superficie totale de 16.844 km<sup>2</sup>.

#### 4. Modélisation physique du parc résidentiel en Wallonie

Le parc de logements wallons (résidence principale) apparaît comme particulièrement ancien : plus de 50 % des logements datent d'avant 1945, 86,6 % des logements sont antérieurs à la mise en application de la première réglementation thermique (1985), 91,7 % à la seconde (1996). Deux facteurs concourent à expliquer cette situation : le développement du parc bâti au cours de la période industrielle combiné à l'extension périurbaine et au faible taux de renouvellement dans les années d'après-guerre (peu d'opérations de destruction-reconstruction à l'échelle de la Wallonie). Les secteurs statistiques présentant le plus fort taux de logements construits avant 1945 se situent de manière prépondérante dans l'ouest de la région (province du Hainaut. Ailleurs, les centres anciens des bourgs et des villes ressortent également. Ce parc ancien est constitué principalement de maisons unifamiliales, qui peuvent avoir été divisées dans les périodes postérieures. De façon générale, le parc résidentiel wallon est composé à plus de 80 % de maisons unifamiliales. Au vu des nombreuses situations contrastées présentes sur le territoire, une caractérisation fine des tissus urbanisés existants s'est donc révélée nécessaire en vue d'informer des possibles stratégies localisées voire différenciées de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Afin de mener à bien cette caractérisation énergétique, nous avons choisi de mener une analyse à l'échelle du bâti sur l'ensemble de la Wallonie. Un inventaire technique détaillé des constructions suivant leur date d'édification n'étant pas disponible en Belgique, nous avons pour ce faire dû élaborer des « archétypes constructifs théoriques » pour chacune des cinq classes d'âge précédemment énoncées. La caractérisation des archétypes est réalisée en fonction de quatre éléments structurels (murs extérieurs, vitrage, toiture, plancher). Deux paramètres supplémentaires sont intégrés : le taux de vitrage et le taux de renouvellement de l'air. Ces éléments interviennent classiquement dans l'évaluation de la performance énergétique des bâtiments (PEB). Notons qu'à l'intérieur de chaque classe d'âge, les bâtiments sont considérés comme homogènes. De plus, nous avons considéré dans un premier temps que les modes constructifs sont identiques pour les trois typologies d'habitat (unifamilial, multifamilial inférieur à cinq logements, multifamilial supérieur ou égal à cinq logements). Nous avons appliqué les caractéristiques des maisons unifamiliales à l'ensemble du stock bâti résidentiel étant donné que cette typologie représente plus de 80 % des logements wallons.

Sur base des typologies constructives, il est possible d'évaluer théoriquement les coefficients de déperdition ( $U$ ) de chaque paroi constituant l'enveloppe des cinq archétypes. En termes méthodologiques, nous avons choisi de modéliser pour chacune des parois, une paroi composite théorique combinant les informations liées aux modes constructifs et matériaux originaux et celles relatives aux différents niveaux d'isolation. Ces dernières intègrent les dynamiques de rénovation. A chaque matériau correspond une performance de transmission énergétique par  $m^2$  et pour chaque degré de différence entre la température extérieure et la température de consigne intérieure. Nous présentons ici d'une part les chiffres du coefficient de transmission thermique  $U$ , et d'autre part la position de ce coefficient par rapport aux exigences thermiques actuelles. La norme applicable aux bâtiments lors d'une rénovation est prise comme donnée de cadrage. En Belgique, depuis le 1er mai 2010, les valeurs  $U$  doivent être calculées selon l'annexe VII de l'Arrêté du Gouvernement Wallon du 17 avril 2008. Quand on compare les performances de déperdition de chaque paroi de chaque archétype avec les exigences de la norme actuellement en vigueur applicable aux bâtiments à rénover (travaux de rénovation simple, selon l'article 548, et changement d'affectation), les vulnérabilités spécifiques de chaque archétype apparaissent nettement.



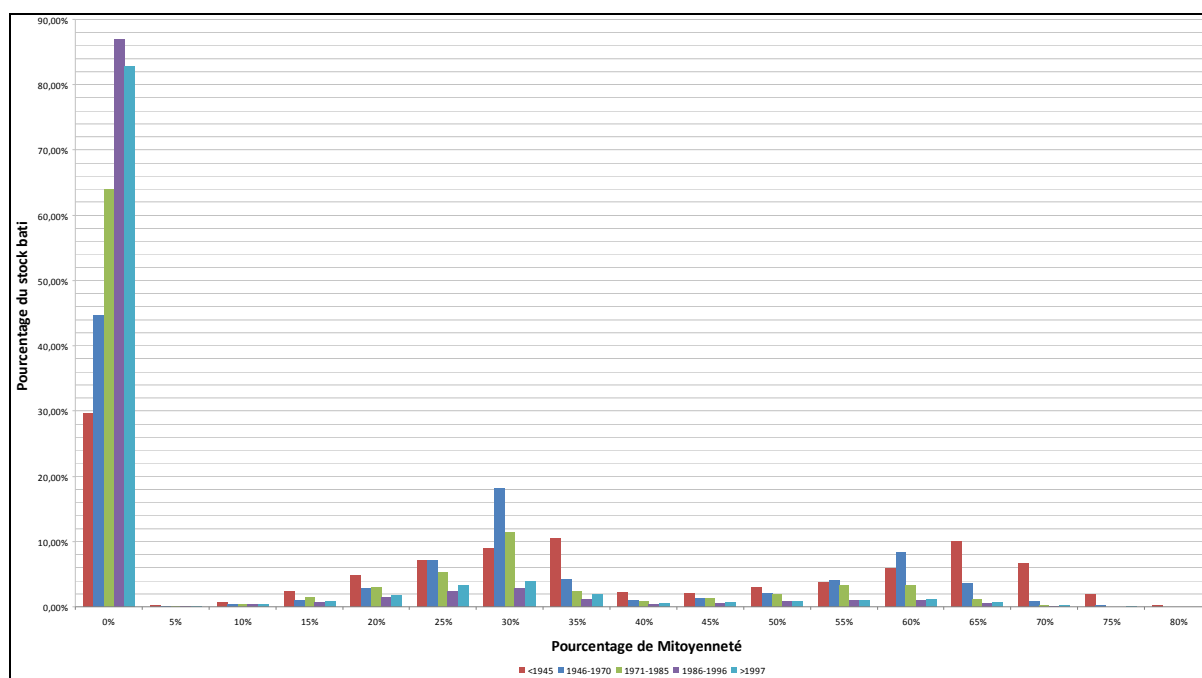
**Figure 3 :** Performance énergétique des enveloppes suivant la période de construction des bâtiments. Source: Base de données de l'Enquête Qualité logement 2006

Ce qui ressort de cette première analyse basée sur une modélisation de l'enveloppe de l'ensemble des bâtiments de la région, c'est la résistance du stock existant aux dynamiques de rénovation énergétique, dynamiques pourtant soutenues depuis une trentaine d'années par des politiques régionales subsidiées par des primes à l'isolation et de rénovation urbaine. Malgré la bonne pénétration de ces primes au niveau des vitrages, l'absence de résultats notables au niveau des murs, planchers et toitures interpelle quant à l'efficacité des outils mis à notre disposition en termes de politiques publiques d'amélioration des performances énergétiques.

Néanmoins, ces résultats doivent être pondérés par les apports de l'intégration des bâtiments au sein de tissus urbanisés différenciés. En effet, la morphologie, et notamment la compacité du tissu, influence positivement sur les performances énergétiques et donc sur les émissions de GES des bâtiments, notamment en réduisant la surface de déperdition entre le volume d'habitation et l'air extérieur. En Wallonie, plus de 40 % du stock est constitué de bâtiments 4 façades, près de 30 % du stock présente un pourcentage de mitoyenneté compris entre 20 et 35 %, ce qui peut correspondre à des bâtiments semi-mitoyens et enfin près de 25 % du stock présente un taux de mitoyenneté de plus de 50 % ce qui correspond à des bâtiments mitoyens de deux, voire trois, côtés. Ces résultats, pour être pertinents



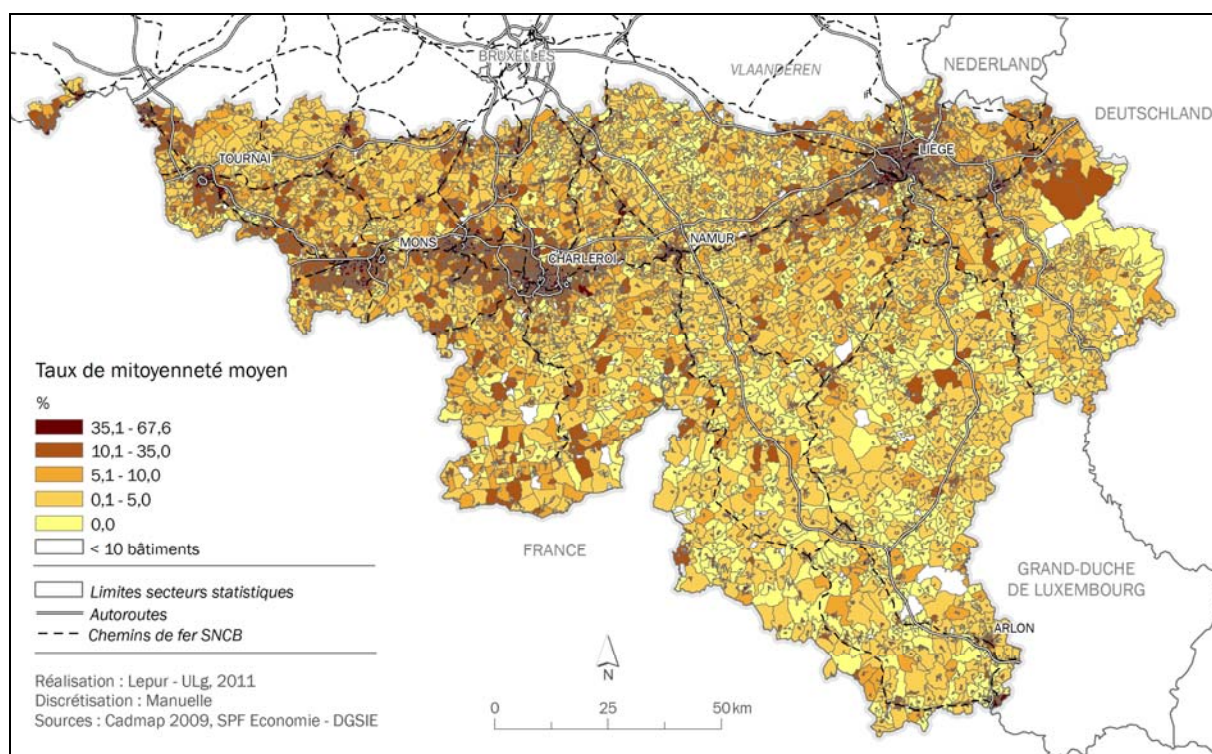
dans une analyse des émissions de GES telle qu'entreprise ici, doivent être mis en perspective avec les différentes classes d'âge de bâti (Figure 4).



**Figure 4** : Mitoyenneté du bâti résidentiel wallon par classe d'âge : histogramme des fréquences. Source : Cadmap 2009, SPF Economie - DGSIE.

L'analyse du taux de mitoyenneté par classe d'âge révèle une très forte représentation des bâtiments implantés de manière pavillonnaire durant les trois dernières périodes constructives: 64 % des bâtiments construits entre 1971 et 1985, 86 % pour la période 1986-1996 et 82 % après 1996. Avant 1850, c'est l'habitat mitoyen et semi-mitoyen qui domine. Ensuite, ceux-ci ont progressivement diminué jusqu'au début du 21<sup>e</sup> siècle en faveur du bâti 4 façades. Ce dernier est susceptible d'avoir de lourdes conséquences en termes de consommation énergétique sur les bâtiments peu performants thermiquement. C'est le cas des bâtiments construits avant la mise en œuvre de la réglementation thermique de 1985. Soulignons toutefois que l'implantation en ordre dispersé n'est pas une caractéristique récente en Wallonie, bien qu'elle semble s'être généralisée depuis 1986. On observe ainsi une représentation de près de 30 % des bâtiments construits avant 1945 dans le volume global des bâtiments implantés de manière pavillonnaire et de plus de 40 % pour les bâtiments construits avant 1971.

La carte ci-dessous souligne l'hétérogénéité des situations locales. Les noyaux urbains et les zones d'urbanisation héritées du 19<sup>e</sup> siècle sont très nettement visibles : ils présentent un taux de mitoyenneté plus élevé. Une grande partie des zones de suburbanisation sont caractérisées par un taux de mitoyenneté pratiquement nul.



**Figure 5 :** Taux de mitoyenneté moyen en Wallonie par secteur statistique. Source : Cadmap 2009, SPF Economie - DGSIE.

## 5. Analyse de la consommation énergétique du bâti résidentiel en Wallonie

Il n'est pas surprenant, au vu de ces caractéristiques, que les consommations énergétiques des bâtiments, ramenées au m<sup>2</sup> de plancher, soient relativement élevées en Wallonie. Sur base des données en notre possession aujourd'hui, on estime la consommation moyenne à 350 kWh/m<sup>2</sup>.an pour l'ensemble du parc bâti résidentiel. Cette valeur temporaire est nettement supérieure à la moyenne calculée sur base des chiffres de l'ICEDD (2008), soit 286 kWh/m<sup>2</sup>.an en 2008. La différence entre les deux valeurs est liée pour partie à des considérations méthodologiques. En outre, nous considérons de manière conventionnelle que l'ensemble du parc de logements est chauffé pendant toute la période de jour et pour toute la surface de plancher du logement (chambres et espaces secondaires compris). Cette hypothèse, bien que non réelle, est indispensable à une analyse des variables territoriales susceptibles d'influencer ces consommations car elle permet de comparer les bâtiments de manière standardisée. Enfin, l'écart entre les deux résultats peut aussi être lié aux phénomènes climatiques : les degrés jours pour 2008 étaient assez faibles par rapport aux degrés-jours normalisés (2084 DJ 15/15 à Uccle contre 1829 en 2008, soit un écart avoisinant les 10%).

Période de construction	Moyenne (kWh/m <sup>2</sup> )	Ecart type (kWh/m <sup>2</sup> )
<1945	407,8	163,4
1945-1970	343,7	81,9
1971-1985	328,5	90,7
1986-1996	203,8	35,8
>1996	172,3	40,2

**Tableau 1.** Consommation énergétique moyenne du bâti résidentiel en Wallonie selon la période de construction.

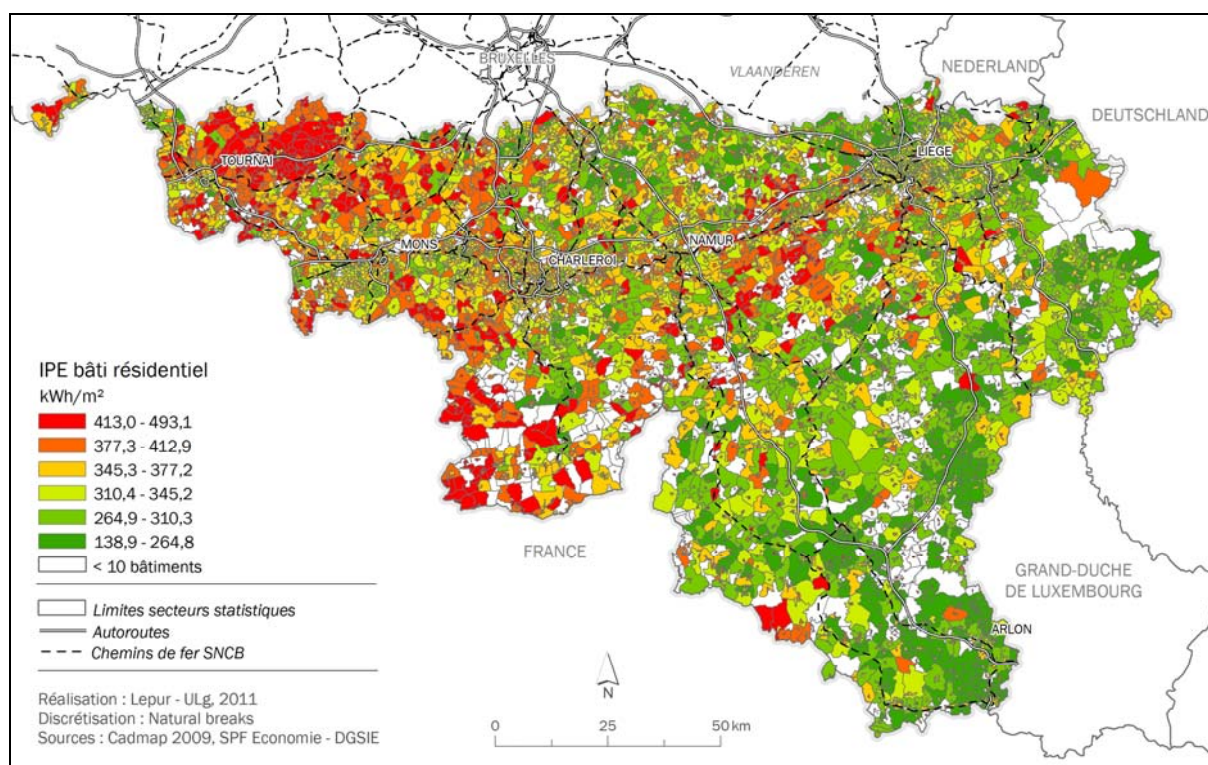
Lorsque l'on s'intéresse aux consommations unitaires par m<sup>2</sup> des bâtiments selon la période de construction (tableau 1), il apparaît que la moyenne des consommations croît naturellement avec l'âge, mais que cette croissance masque une forte variation, en particulier pour le stock avant 1945. L'écart type observé pour cette classe d'âge est le plus important: 163 kWh/m<sup>2</sup>. Cet écart type est lié aux différences de performance entre les bâtiments construits avant 1945 selon qu'ils soient mitoyens (en

milieu urbain dense) ou non mitoyens (en milieu rural peu dense). La valeur moyenne pour l'ensemble du parc (365 kWh/m<sup>2</sup>) se rapproche de celle du parc d'avant 1945 en raison de la masse de bâtiments anciens qui composent le stock wallon (plus de 50 %).

La cartographie des performances énergétiques des bâtiments vient confirmer cette affirmation. Une forte variation de l'indice de performance énergétique (IPE) du stock bâti est observée entre les différentes sous-régions de Wallonie. Les centres urbains ressortent avec un bon indice de performance énergétique (c'est-à-dire une valeur faible de l'indice) malgré l'ancienneté du stock (Liège, Namur, Mons, Tournai). Ces bons résultats peuvent être imputés à la grande compacité des bâtiments et au fort taux de mitoyenneté. À quelques exceptions près, les noyaux urbains historiques apparaissent donc clairement comme les plus performants énergétiquement en comparaison avec les espaces périurbains et les noyaux villageois. Seules quelques zones de développement récent, comme certaines communes du Brabant wallon (Louvain-la-Neuve par exemple, entre Namur et Bruxelles), attestent d'un IPE moyen aussi faible.

L'agglomération liégeoise est caractérisée par un IPE particulièrement bas, y compris pour les quartiers centraux à l'habitat fort ancien. Ceci s'explique par les facteurs précités ainsi que par les conditions climatiques de cette zone dans laquelle les degrés-jours normalisés sont significativement inférieurs à la moyenne régionale du fait de la présence d'un effet de chaleur urbaine et d'une altitude faible (2016 DJ 15/15 à Liège contre 2380 en moyenne régionale). Notons également que dans les Ardennes, à la frontière Allemande et dans la Région de Bastogne, le bâti présente également de bonnes performances énergétiques. Suite aux dégâts de la Bataille des Ardennes lors de la 2<sup>e</sup> guerre mondiale, cette région a dû faire face à d'importantes reconstructions et donc atteste aujourd'hui d'un stock bâti plus récent. La Lorraine belge (région d'Arlon) est également caractérisée par un bon indice en raison de la présence d'un important stock bâti de logements anciens mitoyens et semi-mitoyens, ainsi que de nombreux logements récents (post 1986) construits suite à l'attractivité du Luxembourg et à l'arrivée de nouveaux résidents dans cette région limitrophe.

A l'est de Namur et dans le Hainaut (partie ouest de la Wallonie), les performances sont moins bonnes. Ces résultats s'expliquent par les caractéristiques du parc bâti résidentiel de ces sous-région qui est composé en majorité d'habitation construites avant 1945 et implantées en ordre dispersé. Notons par ailleurs que, à morphologie urbaine semblable, le climat est un facteur impactant de manière significative es performances énergétiques du bâti résidentiel: dans le sud-est de la région, les températures extérieures sont en moyenne plus basses que dans le reste de la région ce qui induit des besoins en chauffage plus importants et donc de moins bonnes performances.



**Figure 6.** Indice de performance énergétique moyen du bâti résidentiel en Wallonie par secteur statistique.

La cartographie des consommations finales totales pour l'ensemble des logements de chaque secteur statistique serait évidemment inversée: les fortes valeurs auraient tendance à se concentrer non plus en milieu rural, mais bien en milieu urbain, là où la concentration de logements et donc le volume total de surfaces à chauffer est élevée. Ainsi, plusieurs pôles situés dans la partie ouest du Brabant wallon (entre Bruxelles et Namur) et qui présentent un bon IPE (stock bâti récent, densification en cours), affichent des consommations finales globales élevées. Celles-ci sont principalement dues à la grande quantité de surfaces chauffées. Cette concentration et les bons indices dont ces zones bénéficient en font des sites potentiellement intéressants pour le développement de réseaux de chaleur.

## 6. Conclusion

Dans le cadre de cet article, nous avons cherché à mettre en évidence les relations entre structure du territoire et émissions de GES. Le postulat de base que nous avons adopté est que la structure territoriale est d'abord caractérisée par une très grande inertie. Elle n'évolue que sur des périodes assez longues et est tributaire de dynamiques initiées au cours de la période industrielle et dans l'immédiat après-guerre. Ce sont ces dynamiques qui ont résulté en Wallonie en la structure territoriale que nous connaissons et qui est caractérisée par une dispersion importante des pôles d'habitat, d'activités économiques et de services, ainsi que par une forte périurbanisation qui développe des tissus peu compacts. De plus, la région a hérité de deux caractéristiques peu compatibles avec les objectifs de réduction d'émissions de GES à l'horizon 2050 : d'une part, un parc de bâtiments ancien qui techniquement évolue peu malgré l'engagement de diverses politiques régionales de rénovation et, d'autre part, un très faible recyclage du parc bâti avec un faible taux de substitution. Une piste semble néanmoins se dessiner en première analyse, celle de la remobilisation des surfaces bâties existantes actuellement vacantes d'occupation.

Il apparaît essentiel d'envisager aujourd'hui de nouvelles pistes d'action dans ce domaine ainsi que dans celui de la mobilité des personnes afin de permettre de remplir les objectifs en termes de réduction des émissions de GES à l'horizon 2050. Parmi ces mesures, les facteurs relevant de l'aménagement du territoire ont retenu toute notre attention. Si une partie des difficultés auxquelles nous sommes confrontés aujourd'hui sont intimement liées à des facteurs hérités, il est bien entendu

que, réciproquement, les modes d'urbanisation que nous défendrons dans les années à venir sont eux mêmes susceptibles de conditionner notre capacité à répondre aux défis climatiques à long terme.

## Références

ADEME. Guide des facteurs d'émissions. Version 5.0. 2007, p. 240.

BANISTER, D., WATSON, S. AND WOOD, C. Sustainable cities: transport, energy, and urban form. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 1997, vol. 24, no. 1, p. 125-143.

CNC. Belgium's Greenhouse Gas Inventory (1990-2008). *National Inventory Report*. Brussels: Service Public Fédéral Santé publique, Sécurité de la Chaîne alimentaire et Environnement, 2010.

EC. A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050. Brussels: European Commission, 2011, p. 16.

HILDERSON, W., MLECNIK, E. AND CRÉ, J. Potential of Low Energy Housing Retrofit. Final Report. Brussels: Low Energy Housing Retrofit (LEHR), 2010.

ICEDD. Bilan énergétique de la Région Wallonne. Bilan provisoire 2008. Namur: ICEDD asbl, 2008, p. 45.

KINTS, C. La rénovation énergétique et durable des logements wallons: Analyse du bâti existant et mise en évidence de typologies de logements prioritaires. *Agence Internationale de l'Energie, Solar heating & cooling, Task 37*. Namur: MRW-DGTRE, 2008.

MAIZIA, M., MENARD, R., NICOLAS, J.P., TELLER, J., VIEJO, P. AND LACOSTE, G. Les gisements du développement urbain : Analyse quantitative à l'horizon 2050 des consommations énergétiques et des émissions de CO2 des tissus urbains. 2008.

MRW. Enquête sur la qualité de l'habitat en Région Wallonne, 2006-2007. *Études et Documents, Logement 5*. Namur: MRW, DGATLP, 2007.

OWENS, S. *Energy, planning, and urban form*. London: Pion, 1986. ISBN 9780850861181.

SERVAIS, M. Modélisation de la consommation du chauffage résidentiel en Wallonie. *Note de recherche*. Namur: CPDT, 2010, vol. 11.

STEEMERS, K. Energy and the city: Density, buildings and transport. *Energy and Buildings*, 2003, vol. 35, p. 3-14.

THOMAS, I., VANNESTE, D. AND LAUREYSSSEN, I. Évaluation de l'état du logement. Une proposition méthodologique. *Les Échos du Logement*, n°5. Namur, 2005, p. 1-16.

UYTTENBROECK, J. AND CARPENTIER, G. Estimation des besoins nets en énergie pour le chauffage des bâtiments. *Note d'information technique*. 1984, p. 56.

VANNESTE, D., THOMAS, I. AND GOOSENS, L. Woning en Woonomgeving in België. *Monografie n°2*. Brussels: FOD Economie, K.M.O., Middenstand en Energie, 2007, p. 199.