

L'APPLICATION DE PRINCIPES DE LA MAISON PASSIVE EN REGION DE BRUXELLES-CAPITALE

Etude réalisée par le centre d'étude, de recherche et d'action en architecture asbl

Pour

Benoît CEREXHE Ministre de l'économie de l'emploi et
Evelyne HUYTEBROECK Ministre de l'Environnement et de l'Energie
de la Région de Bruxelles-Capitale

Subventionnée par

L'Institut d'encouragement de la Recherche Scientifique et de l'Innovation de Bruxelles - IRSIB

et



Bruxelles-Environnement (Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement - IBGE)

RAPPORT FINAL

Version du 20 juin 2008

L'APPLICATION DE PRINCIPES DE LA MAISON PASSIVE EN REGION DE BRUXELLES-CAPITALE

Etude réalisée par le centre d'étude, de recherche et d'action en architecture asbl

Pour l'Institut d'encouragement de la Recherche Scientifique et de l'Innovation de Bruxelles - IRSIB

Et Bruxelles-Environnement (Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement - IBGE)

RAPPORT FINAL

Première version déposée en janvier 2008

Version corrigée après lectures en juin 2008

Ont participé à l'étude:

Chercheurs :

Marie Coûteaux, Frédéric Luyckx, Laurent Dinaer, Anders Böhlke

Consultant urbanisme :

Pierre Vanderstraeten

Consultants « Maison Passive » :

Sebastian Moreno, Olivier Henz, Marny Di Pietrantonio

Coordination :

Benoît Thielemans

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES	3
1 CADRE GENERAL DE L'ETUDE	6
1.1. CONTEXTE.....	6
1.2. OBJECTIFS ET LIMITES DE L'ETUDE.....	6
1.3. METHODOLOGIE.....	7
1.4. ORGANISATION DU DOCUMENT.....	8
1.5. Code de couleur.....	8
2. CARACTERISATION DU PARC IMMOBILIER DE LA REGION DE BRUXELLES-CAPITALE.....	9
2.1. REPARTITION DU PARC IMMOBILIER EN CATEGORIES SIGNIFICATIVES.....	9
2.1.1. Répartition des surfaces par affectation en RBC	9
2.1.2. Répartition des consommations d'énergie par affectation en RBC.....	10
2.1.3. Parc immobilier résidentiel.....	12
2.1.4. Parc non résidentiel.....	21
2.2. REALISATIONS ENERGETIQUES RECENTES ET PROJETS.....	26
2.2.1. Bâtiments résidentiels.....	26
2.2.2. Bâtiments tertiaires	30
2.3. EVOLUTION DU PARC IMMOBILIER.....	35
2.3.1. Evolution récente du parc immobilier.....	35
2.3.2. Evolution du parc immobilier résidentiel	35
2.3.3. Evolution du parc immobilier non résidentiel	50
3. ANALYSE TECHNIQUE ET ECONOMIQUE > BASSE ENERGIE / PASSIF.....	58
3.1. MODALITES D'APPROCHE DU POTENTIEL D'APPLICATION DES PRINCIPES PASSIFS.....	58
3.1.1. Résidentiel existant : analyse approfondie des bâtiments existants à rénover – approche élaborée.....	58
3.1.2. Résidentiel neuf	59
3.1.3. Non résidentiel.....	60
3.2. performances atteintes.....	61

3.3.	differences entre consommations calculees et reelles	62
3.4.	L'ENVELOPPE.....	63
3.4.1.	Isolation de l'enveloppe par l'intérieur	64
3.4.2.	L'isolation de l'enveloppe par l'extérieur.....	69
3.4.3.	Les châssis	70
3.5.	LA CHAUDIERE.....	71
3.6.	La Ventilation.....	72
3.7.	COMPETENCES ET SAVOIR-FAIRE	73
3.7.1.	Conception.....	74
3.7.2.	Réalisation	74
3.8.	COÛTS ET ENERGIE GRISE.....	75
3.8.1.	Prix unitaires	75
3.8.2.	Energie grise.....	75
3.8.3.	Comparaison de solutions « classiques » et « écologiques ».....	76
4.	EVALUATION.....	81
4.1.	Evaluation ENVIRONNEMENTALE.....	81
4.1.1.	Evolution de la performance énergétique des logements à l'échelle de la Région.....	81
4.1.2.	Evolution de la performance énergétique des bureaux à l'échelle de la Région	96
4.1.3.	Opportunité pour l'éco-construction.....	103
4.2.	Evaluation ECONOMIQUE	105
4.2.1.	Evaluation économique de l'application des principes passifs aux logements neufs	105
4.2.2.	Evaluation économique de l'application des principes passifs aux logements existants	107
4.2.3.	Evaluation économique de l'application des principes passifs au niveau de la région	122
4.3.	Evaluation SOCIALE.....	130
4.3.1.	Evolution de la part de l'énergie par rapport aux revenus (ci-dessous) et dans le budget.	130
4.3.2.	Hausse du prix de l'énergie et aspects sociologiques.....	135
5.	ANALYSE DES ATOUTS, FAIBLESSES, OPPORTUNITÉS ET MENACES (AFOM) :.....	136
6.	CONCLUSIONS	138

7.	Prolongements :	140
8.	SOURCES	141
8.1.	DOCUMENTATION	141
8.2.	INFORMATIONS PRATIQUES.....	144
8.3.	CONTEXTE EUROPEEN	144
9.	ANNEXES.....	146

1 CADRE GENERAL DE L'ETUDE

1.1. CONTEXTE

La présente étude s'inscrit dans la politique de développement durable du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale (RBC).

Elle intervient à l'heure où s'opère une réelle prise de conscience à tous les niveaux de la société, et où se profile un consensus quant aux questions énergétiques sur au moins trois aspects:

- a) Le changement climatique lié à l'émission des gaz à effet de serre et la nécessité d'atténuer l'impact des activités humaines;
- b) La trop grande dépendance de l'Union Européenne (UE), des états membres, des régions et des communes à l'égard des sources d'énergie non renouvelables, localisées principalement en dehors de l'Union ;
- c) La finitude des ressources conventionnelles ou du moins des implications de leur partage en termes de rapports de force géostratégiques, de conflits armés, de terrorisme, ...

L'étude intervient également au moment où des réponses concrètes voient le jour, notamment par la mise en œuvre de politiques plus ou moins ambitieuses:

- d) Au niveau de l'Union Européenne au travers de la Directive sur la Performance Energétique des Bâtiments (PEB) et du plan énergie-climat, « programme de travail » de l'Union européenne pour lutter contre le changement climatique d'ici 2020 ;
- e) Au niveau de l'Etat Belge par les réductions d'impôt pour les investissements visant à améliorer les performances énergétiques des bâtiments ;
- f) Au niveau de la Région de Bruxelles-Capitale, qui consent un effort budgétaire inédit pour améliorer la performance énergétique de son parc immobilier par l'octroi de primes à un niveau jamais égalé ;
- g) Au niveau de plusieurs communes de la Région de Bruxelles-Capitale qui prennent des engagements contraignants à l'égard de leur propre parc immobilier (rénovation basse énergie et nouvelles constructions passives).

L'étude intervient enfin à une époque cruciale pour la Région de Bruxelles-Capitale dans le contexte de l'Etat belge, où il est question de son développement international, où l'emploi bien que en progression est encore trop faible, où il est impératif que l'activité économique génère de la richesse au profit de la Région, où le maintien du pouvoir d'achat est un enjeu majeur et où l'éco-construction doit permettre de réduire l'empreinte écologique de la ville.

Face à ces défis, touchant les dimensions économiques, sociales et environnementales de la vie de la Région, une approche transversale s'impose pour rechercher des solutions qui créent des synergies entre ces dimensions et non des concurrences. Dans cet esprit la présente étude est subventionnée conjointement par le Ministre de l'Economie et de l'Emploi, Benoît Cerexhe, au travers de l'Institut d'encouragement de la Recherche Scientifique et de l'Innovation de Bruxelles (IRSIB), et la Ministre de l'Environnement et de l'Energie, Evelyne Huytebroeck au travers de l'Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement (Bruxelles-Environnement /IBGE).

1.2. OBJECTIFS ET LIMITES DE L'ETUDE

L'objectif de l'étude consiste à évaluer le potentiel d'application des principes de la maison passive aux constructions et rénovations sur le territoire de la Région de Bruxelles-Capitale. A cette fin, elle est structurée en 4 parties :

- h) Une vue d'ensemble de la structure du parc immobilier de la Région de Bruxelles-Capitale : la répartition en typologies en présence et leurs performances énergétiques correspondantes ;

- i) Une vue d'ensemble de l'évolution du parc immobilier de la Région de Bruxelles-Capitale ;
- j) L'analyse des modalités d'application des principes de la construction passive et de la rénovation basse énergie, dans le parc immobilier existant et à construire de la Région de Bruxelles-Capitale.
- k) L'évaluation du potentiel de mise en œuvre des principes de la construction passive et de la rénovation basse énergie sous les aspects environnementaux, économiques et sociaux.

L'étude concerne le territoire de la Région de Bruxelles-Capitale.

Elle avance de nombreux chiffres qui toutefois doivent être considérés que comme des ordres de grandeur – jamais comme valeurs absolues –. Ces chiffres sont établis sur base des données disponibles et citées. Ces bases pourraient être élargies et développées, particulièrement en ce qui concerne l'approche des consommations réelles du parc existant.

Dans la mesure où d'une part, comme l'indique la vue d'ensemble du parc immobilier régional, les logements existants en constituent la plus grande part et génèrent la plus grande part de la consommation d'énergie, et d'autre part le standards passif a été développé pour les logements, l'étude s'attache principalement à l'analyse de ces dits logements existants.

En particulier, s'agissant des principes de la « maison passive », définie à la base par un très bas niveau de besoin en chauffage (15 kWh/m² an) et une étanchéité à l'air de 0,6 volume/heure, l'étude s'intéresse de manière approfondie aux consommations de chauffage, poste le plus énergivore des logements.

1.3. METHODOLOGIE

L'approche est développée à un niveau « micro » pour mettre en évidence les conditions d'implémentation des projets d'architecture et à un niveau « macro » pour dégager des tendances à l'échelle régionale.

Les niveaux de consommation et coûts mis en évidence au niveau « micro » ont permis de lancer quelques tendances de l'impact probable de l'application des principes passifs. Au niveau « macro », l'information a été recherchée dans les statistiques, bases de données existantes, rapports, études, enquêtes, campagnes (défi énergie), réalisées pour le territoire de la Région.

Au niveau « micro », l'étude s'est penchée de manière approfondie et détaillée sur la recherche de l'amélioration des performances énergétiques de logements existants correspondant à des typologies fortement présentes dans la Région. Les améliorations ont été dictées par la mise en œuvre des principes de la maison passive, en privilégiant les mesures architecturales, à savoir :

- l) L'isolation thermique et l'étanchéité à l'air de l'enveloppe. Cette question a été abordée « en architecte » qui endosse une responsabilité décennale, avec le souci du détail réalisable, offrant des garanties de stabilité dans le temps et sans compromettre l'habitabilité et l'esthétique;
- m) La ventilation mécanique contrôlée (VMC) à double flux avec récupération de chaleur prise comme option de base dans tous les scénarios d'amélioration.
- n) La mise en œuvre d'équipements consommateurs d'énergie performants : des chaudières à condensation ont été prises comme option de base dans tous les scénarios d'amélioration. Les autres équipements ne sont pas pris en considération
- o) L'utilisation de l'énergie renouvelable n'a pas été prise en considération.

Cette partie de l'étude constitue le corps principal de l'étude dont sont dégagées les conclusions. Dans les limites de durée de l'étude, 9 typologies ont été choisies et étudiées pour couvrir l'ensemble du bâti résidentiel. Les performances de ces bâtiments ont été évaluées avec le logiciel P.E.B. dans la perspective de la mise en place de la législation régionale correspondante. Cette approche a permis de déterminer des niveaux « E » et d'évaluer les consommations théoriques par m². Une vérification a été effectuée avec le programme PHPP (maison passive).

En ce qui concerne les logements neufs et le secteur tertiaire, l'étude se base sur le récent appel à projet organisé par Bruxelles-Environnement (I.B.G.E.) et des projets en cours.

1.4. ORGANISATION DU DOCUMENT

Le présent rapport final de l'étude comprend, outre l'introduction (cadre général de l'étude), trois autres chapitres, une analyse AFOM (Analyse des atouts, faiblesses, opportunités et menaces), la conclusion et la bibliographie.

Le premier chapitre traite de la caractérisation du parc immobilier de la Région de Bruxelles-Capitale (répartition par typologies, surfaces, performances énergétiques) et de son évolution. Il distingue l'évolution récente et dégage des projections pour les 25 années à venir. La recherche est générale pour le secteur non résidentiel et plus approfondie pour le secteur résidentiel.

Le deuxième chapitre dégage les aspects techniques et économiques abordés dans l'analyse des typologies.

Le troisième chapitre apporte des éléments d'évaluation des différents scénarios étudiés dans les chapitres précédents ;

L'ensemble est suivi d'une annexe importante, base principale de l'étude au niveau « micro », constituée de l'analyse de 9 logements types de la Région de Bruxelles-Capitale.

1.5. CODE DE COULEUR

Pour rendre les tableaux plus aisément lisibles, les cases sont colorées selon un code correspondant aux niveaux de performance énergétique.

Les valeurs diffèrent qu'il s'agisse de bâtiments tertiaires ou résidentiels. Pour les premiers, la consommation totale d'énergie primaire est considérée, tandis que pour les seconds, seule la consommation de chauffage est considérée.

Bâtiments tertiaires : Total énergie primaire¹



Bâtiments résidentiels : Total chauffage



¹ L'énergie primaire équivaut à l'énergie (finale) utilisée par le consommateur + les pertes nécessaires à la transformation de la matière première en énergie consommable ainsi qu'à son acheminement. Pour information, le standard passif impose une consommation d'énergie primaire totale (chauffage + eau chaude sanitaire + électricité) maximale de 120 kWh/m².a.

2. CARACTERISATION DU PARC IMMOBILIER DE LA REGION DE BRUXELLES-CAPITALE

Le présent chapitre a pour objectif de caractériser le parc immobilier de la Région, en termes d'affectation d'abord, de typologies ensuite. Les typologies sont ici caractérisées par leur configuration (maison mitoyenne 2 façades, maison 3 façades, 4 façades, appartement), et leur époque de construction selon les données statistiques disponibles.

2.1. REPARTITION DU PARC IMMOBILIER EN CATEGORIES SIGNIFICATIVES

L'exploitation des données statistiques disponibles permet de répartir le parc immobilier en catégories significatives de manière à pouvoir leur appliquer les principes d'amélioration énergétiques de la maison passive de façon pondérée en fonction de leur affectation et, pour les logements des ménages, de leurs caractéristiques architecturales.

2.1.1. Répartition des surfaces par affectation en RBC

Le tableau (1) ci-dessous a été réalisé à partir des données de la SitEx (1997). Le tableau (2), montrant la répartition des consommations d'énergie par affectation en RBC, a été réalisé à partir du Bilan énergétique de la Région de Bruxelles-Capitale 2004 (pp86, 72) pour les consommations énergétiques.

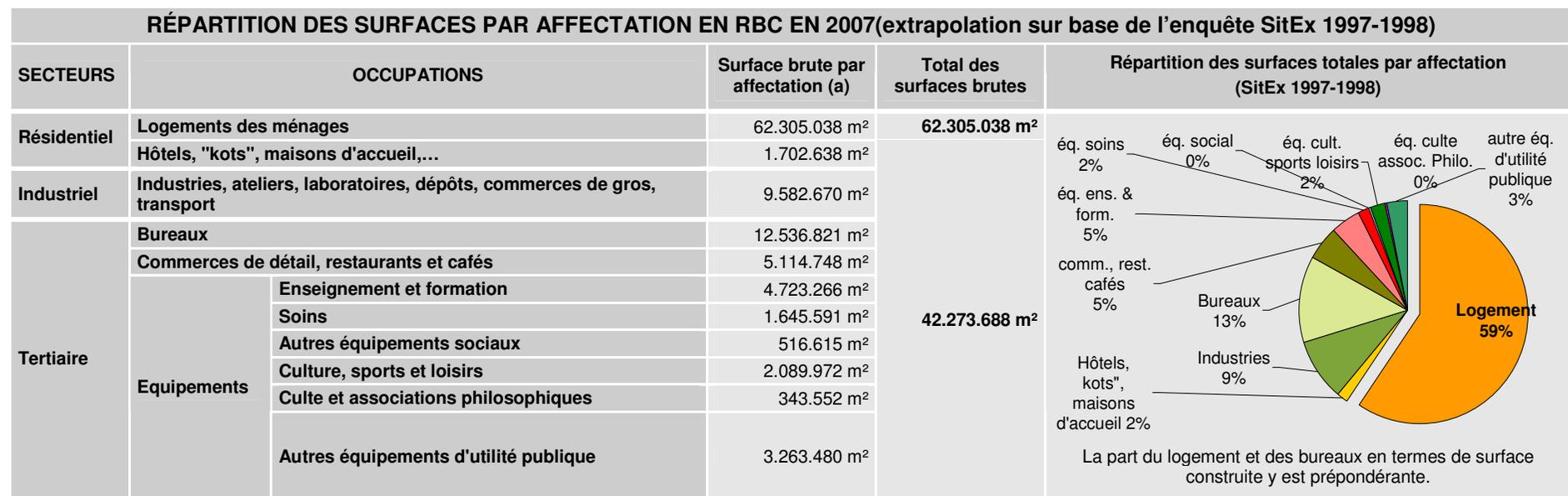


Tableau 1 – Répartition des surfaces par affectation

Remarque sur la méthodologie d'utilisation des sources :

Les surfaces proviennent de la base de données SitEx (1997). Les surfaces des hôtels, kots d'étudiants et maisons de repos et d'accueil sont séparées de celles des logements des ménages afin de mieux correspondre aux typologies venant de l'enquête socio-économique de 2001 qui ne reprennent que les domiciles des ménages bruxellois. Comme le tableau vise à représenter la situation de 2007, elles ont été majorées d'un coefficient d'actualisation (+5,8%) traduisant l'accroissement des surfaces construites de la RBC entre 1997 et 2007. Ce taux d'actualisation peut varier selon les indicateurs utilisés pour le calculer. L'étude d'ECONOTEC (p8) se base sur l'estimation de l'Observatoire de la population de la Région de Bruxelles-Capitale prévoyant un accroissement de la population de 40.000 personnes en RBC entre 2001 et 2010, soit environ 20.000 logements en 9 ans (Un ménage bruxellois étant composé en moyenne de deux personnes), ce qui correspond à une augmentation de +5,8% en 10 ans, mais souligne que ce taux peut être revu à la hausse. Une autre approche peut être le nombre de m² projetés en construction neuve ou extension pour lesquels un permis d'urbanisme a été demandé, réduit du nombre de mètres carrés démolis pour lesquels un permis aurait également été demandé. Nous arriverions dans ce cas à un taux de +5,8%. C'est le taux que nous avons choisi d'appliquer pour tout le parc immobilier bruxellois. Pour les surfaces de bureaux, le chiffre de l'observatoire des bureaux a été choisi, celui-ci ayant procédé à une mise à jour approfondie des surfaces de bureaux relevés par la SitEx en 1997-'98.

2.1.2. Répartition des consommations d'énergie par affectation en RBC

RÉPARTITION DES CONSOMMATIONS TOTALES D'ÉNERGIE PRIMAIRE PAR AFFECTATION EN RBC EN 2004(Bilan énergétique 2004)						
SECTEURS	OCCUPATIONS		Consommation annuelle d'énergie primaire ²		Répartition des consommations totales d'énergie en pourcentage par affectation* (IBGE 2004)	
			totale par affectation	moyenne par m ² brut par affectation ³		
Résidentiel	Logements des ménages		10,4x10 ⁹ kWh/a	167 kWh/m ² a	<p>La part du logement et des bureaux y est prépondérante et supérieure à leur part en termes de surface.</p>	
	Hôtels, "kots", maisons d'accueil,...					
Industriel	Industries, ateliers, laboratoires, dépôts, commerces de gros, transport		0,9x10 ⁹ kWh/a	96 kWh/m ² a		
Tertiaire	Bureaux		3.1x10 ⁹ kWh/a	233 kWh/m ² a		
	Commerces de détail, restaurants et cafés		0,8x10 ⁹ kWh/a	168 kWh/m ² a		
	Equipements	Enseignement et formation		0,5x10 ⁹ kWh/a		114 kWh/m ² a
		Soins		0,5x10 ⁹ kWh/a		283 kWh/m ² a
		Autres équipements sociaux		0,1x10 ⁹ kWh/a		242 kWh/m ² a
		Culture, sports et loisirs		0,3x10 ⁹ kWh/a		54 kWh/m ² a
		Culte et associations philosophiques				
		Autres équipements d'utilité publique				

Tableau 2 – Répartition des consommations totales d'énergie par affectation en RBC

²

³ En référence aux surfaces de la SitEx ajustées à l'année 2004 au moyen de 7/10 du taux utilisé dans le tableau 2.1.1. correspondant aux 7/10 des 10 années écoulées entre 1997 et 2007.

Remarque sur la méthodologie d'utilisation des sources :

Les données indiquées renvoient aux différents secteurs et sous-secteurs spécifiées dans le bilan énergétique de la Région de Bruxelles-Capitale (2004). Les consommations de ces secteurs et sous-secteurs en gaz naturel, produits pétroliers et électricité ne correspondent pas nécessairement à des bâtiments ni à leur surface, mais à la consommation totale de l'ensemble des activités liées à ces secteurs. La consommation donnée par mètre carré n'est donc que peu significative.

Le taux de conversion appliqué est le suivant: $1 \text{ ktep} = 0,0116 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Les catégories d'affectation de la SitEx⁴ (données surfaces) et de l'IBGE (données consommation) ne correspondant vraisemblablement pas toujours exactement, un recouplement a été opéré comme suit :

- la consommation totale des bureaux correspond à la somme des consommations des "transports et communications", "banques et assurances", "eau et énergie"(tertiaire), et "administrations publiques et internationales",

- la consommation "culture et sport" donnée par l'IBGE correspond aux affectations "équipements culturels, de sports et de loisirs", "équipements de culte et association philosophique" et "autre équipement d'utilité publique" ;

- la consommation du secteur du logement, pour plus de facilité, correspond ici aux logements des ménages répertoriés dans l'enquête socio-économique de 2001. On considère dès lors que la consommation de la catégorie SitEx "hôtels, kots, maisons d'accueils,... est répartie entre divers secteurs de consommations allant du commerce à l'équipement social en passant par le logement, mais que cette valeur reste négligeable dans le cadre de notre étude.

- Pour les bureaux, une approche plus affinée des surfaces et des consommations a été faite sur base d'une mise à jour récente des données de la SitEx d'une part (12.536.821 m² en 2007 soit un taux d'augmentation depuis l'enquête de 1997-1998 sensiblement plus faible que celui de +5.8% repris pour les logements (voir remarque a) et de l'ICEDD⁵ d'autre part : l'ICEDD donne pour 2004 une consommation moyenne d'électricité et de combustible pour les bâtiments de bureaux privés (basse et haute tension) et publics. Ce sont ces données qui ont été reprises comme suit : une moyenne de 260,36 kWh/m².a totalisant électricité et combustible a été établie en tenant compte de la part de chaque sous-secteur :

- bureaux privés et publics : la SitEx compte 24,6% de surfaces de bureaux publics contre 75,4% de surfaces de bureaux privés
- bureaux basse et haute tension : le bilan énergétique de la Région de Bruxelles-Capitale réalisé par l'ICEDD en 2004 compte une part de 31,3% du tertiaire basse tension dans la consommation tertiaire contre 68,7% pour le tertiaire haute tension.

⁴ Base de données de la Situation Existante de Fait du Service de Planification de l'Administration de l'Aménagement du Territoire et du Logement de la RBC

⁵ Institut de Conseil et d'Etudes en Développement Durable ASBL, Namur.

2.1.3. Parc immobilier résidentiel

Comme indiqué plus haut, le logement constitue la plus grande part du parc immobilier et le champ d'application privilégié des principes de la maison passive. A ce titre la présente étude s'attache à la répartition en typologies représentatives.

2.1.3.1. Répartition du nombre de logements par typologie selon leur âge et leur configuration

Dans ce tableau, les typologies sont caractérisées par la configuration et l'âge de la construction. Les données statistiques disponibles ne permettent de caractériser l'aspect physique, et donc énergétique du logement à Bruxelles, que selon leurs âges et configurations (Direction Générale Statistique et Information Economique). Une maison de maître mitoyenne de 1914 aura, de fait, un comportement énergétique différent de celui d'un appartement de 1960.

Pour chaque typologie, le tableau renseigne le nombre de logement et les typologies étudiées. Un point rouge illustre l'importance quantitative de la présence de la typologie sur le territoire de la Région de Bruxelles-Capitale.

AGE :		≤ 1918	1919-1944	1945-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000 ⁽¹⁾	2001-2006	En 2007
CONFIGURATIONS :	Maisons 2F								
		28.938 log.	47.854 log.	30.126 log.	1.940 log.	1.777 log.	944 log.	570 log.	112.149 log.
		- Maison bourgeoise de 1914	- Maison de 1939 - Maison du LOGIS de 1933			- Maison de 1989			
	Maisons 3F								
		3.735 log.	6.176 log.	10.593 log.	1.104 log.	930 log.	557 log.	329 log.	23.424 log.
	Maisons 4F								
		5.646	9.337	8.655	1.301	956	557	257	26.709
	Appartements								
		34.721 log.	57.416 log.	124.087 log.	47.041 log.	12.476 log.	22.162 log.	13.033 log.	310.936 log.
			- Immeuble social Cité Moderne - Immeuble collectif Comte de Flandre	- Résidence Plasky de standing moyen - Immeuble Villa Ganshoren				- Résidence Brew-Loft dans une Ancienne brasserie	
	Totaux	73.040 log.	120.783 log.	173.461 log.	51.386 log.	16.139 log.	24.220 log.	14.189 log.	473.218 log.

Tableau 3 – Répartition du nombre de logements par typologie selon leur âge et leur configuration

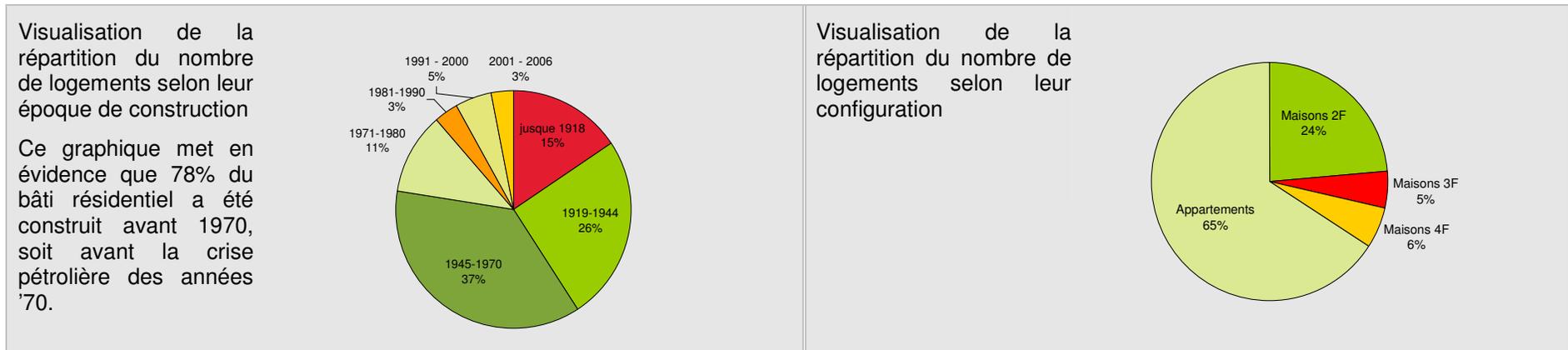


Tableau 4 – Visualisation de la répartition du nombre de logements par typologie

Remarques sur la méthodologie d'utilisation des sources :

- a) Maison unifamiliale = Logement unifamilial ; Maison unifamiliale transformée en plusieurs appartements = Appartements.
- b) Les chiffres relatifs au nombre de logements d'avant 2001 sont basés sur les enquêtes de l'Institut National Statistique (INS) en 1991 et en 2001, avec un total de 458 722 logements à Bruxelles en 2001 (à l'exception des caravanes) (contrairement au chiffre de 465 000 logements mentionné dans le bilan énergétique publié par l'IBGE qui se base pourtant sur les mêmes sources). Les chiffres relatifs au nombre de logements d'après 2001 se basent sur les données extraites des permis d'urbanisme par la DGSIE⁶. Pour plus de commodité, nous partons de l'hypothèse que les permis d'urbanisme pour construction neuve demandés en 2001 ne correspondent à aucun logement recensé pendant l'enquête 2001, mais à des logements occupés à partir d'une période ultérieure à l'enquête.
- c) Chiffres des enquêtes de l'INS : beaucoup d'inconnues subsistent dans les résultats des enquêtes de l'INS en 1991 et en 2001. Une série d'extrapolations durent être faites afin de se faire une idée des quantités de chaque type de logement en RBC. En voici quelques-uns :
 - l'enquête de 2001 ne croisant pas les données de l'âge du bâti avec celles de la configuration du logement (mitoyen, 4 façades, appartement, etc.), nous avons ventilé les données de l'âge du bâti des bâtiments existants en 2001 selon la proportion des différentes configurations obtenues suite à l'enquête de 1991 pour obtenir le détail des bâtiments construits entre 1991 et 2001.
 - Idem pour ceux construits entre 1919 et 1945 : l'enquête de 1991 ne différencie pas les logements d'avant et d'après 1919, mais les ventile selon les différentes configurations, l'enquête de 2001 différencie les deux époques de construction mais non les configurations : nous avons extrapolé les données en croisant les données respectives des deux enquêtes.

⁶ L'Institut National Statistique (INS) s'appelle aujourd'hui Direction Générale Statistique et Information Economique (DGSIE)

- Une fois chaque type de logement en RBC pondéré selon sa représentativité, les logements aux données manquantes (âgés de plus de 20 ans, inconnus, non datés, formulaires non remplis) ont été redistribués dans chaque typologie en respectant les proportions données (et naturellement, les logements de plus, ou moins de 20 ans selon leur approximation d'âge).
- d) Bien que les appartements soient plus nombreux que les maisons unifamiliales (173,35% en 2001), il y a moins de permis d'urbanisme de rénovations pour les appartements que pour les maisons (environ 1/3 moins de permis d'urbanisme par an)⁷. Il y aura donc lieu d'augmenter la proportion de maisons analysées par rapport aux appartements.

2.1.3.2. Caractérisation des logements des différentes typologies

On recherche ici à caractériser les logements de chacune des typologies par leur surface et leur consommation de chauffage.

L'approche est basée sur le défi énergie d'une part et les audits énergétiques de l'Agence Bruxelloise de l'Energie (ABEA) d'autre part :

- p) Les données issues du défi énergie sont extraites de 410 bâtiments dont les occupants se sont engagés dans une démarche d'économie d'énergie. (voir site : www.defi-energie.be) Les bâtiments y sont identifiés par configuration, ce qui permet d'établir des moyennes par chacune d'elle. Les consommations répertoriées dans le « défi énergie » sont normalisées. Les bâtiments concernés n'ont pas été choisis aléatoirement, mais par le fait que leurs occupants (propriétaires ou locataires) se sont engagés librement dans le « défi énergie ». Ces bâtiments et les consommations correspondantes ne sont donc pas statistiquement représentatifs de l'ensemble du parc immobilier résidentiel de la Région Bruxelles Capitale. Toutefois l'analyse des consommations d'énergie pour le chauffage en fonction des déciles de revenus indique une valeur « à peu près constante d'un décile à l'autre sauf pour le 10^{ème} décile. » (Grégoire Wallenborn, « De l'environnement au social : jalons pour une culture de l'énergie », Etopia – Après le pétrole ..., semestriel n°2, Les éditions namuroises, décembre 2006)
- q) Les données issues des audits énergétiques sont extraites de 62 bâtiments audités pour l'année 2007 (les seuls encodés). Les audits sont orientés vers les logements présentant des consommations anormalement élevées. Les bâtiments y sont identifiés par configuration selon leur année de construction. Les consommations sont celles renseignées d'après les factures (supposées de l'année '06 – '07) et non normalisées, c'est-à-dire utilisées telle quelles car l'objectif est d'observer des tendances en fonction de l'âge du bâti et non des valeurs absolues.

L'analyse des données confirme des tendances connues sur les performances énergétiques en fonction de la configuration des logements d'une part et de l'âge des logements d'autre part. Elle nous fournit ici des ordres de grandeur pour la distribution des consommations en situation existante entre les différentes typologies qui seront utilisés pour établir la répartition des surfaces et des consommations de chauffage des logements par typologie selon leur âge et leur configuration.

⁷ Ces informations se basent sur les données extraites des permis d'urbanisme par la Direction Générale Statistique et Information Economique (DGSIE) de 1996 à 2006 ainsi que sur le document « Enquête socio-économique 2001 – monographies. Le logement en Belgique » p.68 (v.bibliographie).

Moyennes : avant 1919 : 168 kWh/m².an ; 1919-1944 : 173 kWh/m².an ; 1945-1970: 186 kWh/m².an ; après 1970: 130 kWh/m²

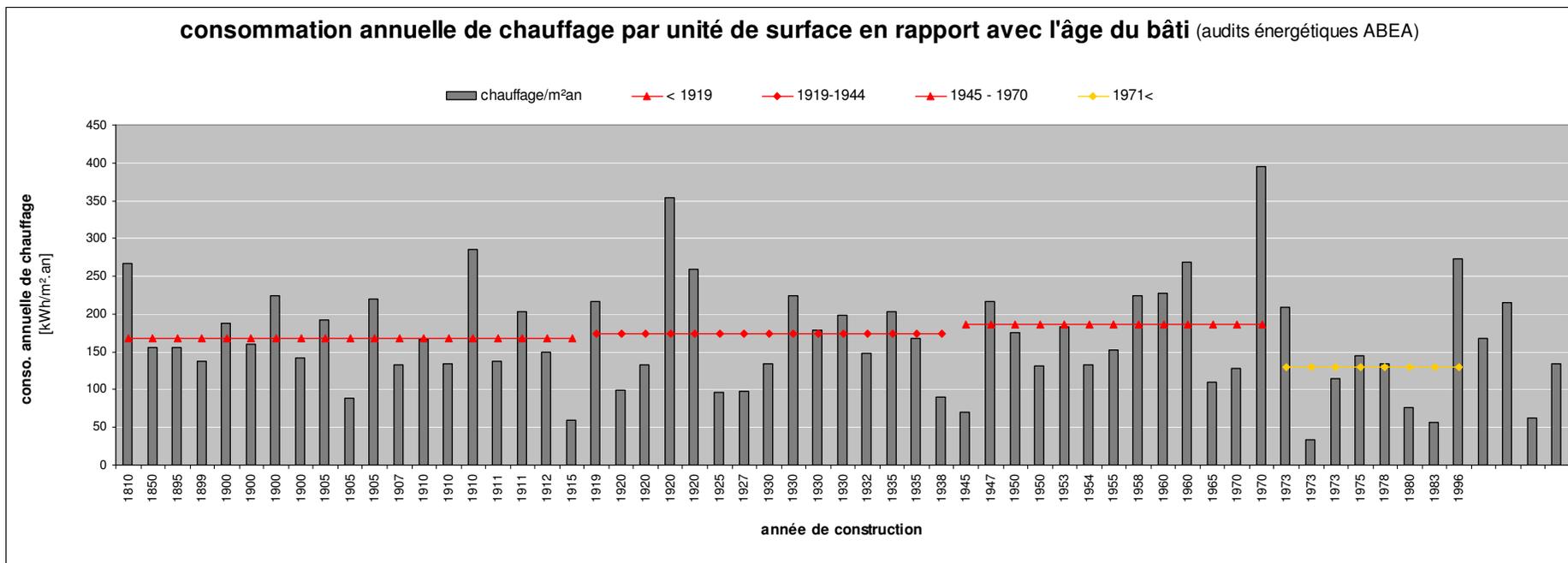


Tableau 5 – Audits énergétiques de l'Agence Bruxelloise de l'Energie (ABEA-Le Centre Urbain asbl)

Afin de faire correspondre ces données issues de l'analyse de près de 500 bâtiments bruxellois aux données connues à l'échelle de la Région, les consommations de chaque typologie sont ensuite déduites sur base de ces valeurs relatives en calibrant les totaux d'une part sur la quantité totale d'énergie consommée pour le chauffage reprise dans le bilan énergétique 2004 et d'autre part sur la surface totale de logements telle que donnée par la SitEx. Ces deux valeurs doivent toutefois préalablement être ajustées comme indiqué ci-dessous.

2.1.3.4. Ajustement de la surface totale de logements comptée par la SitEx⁸ :

Afin de ne considérer que les surfaces chauffées des logements en RBC, la surface totale des logements comptée par la SitEx a été réduite.

1) Surfaces comptées par la SitEx : Les surfaces des bâtiments de logement répertoriées par la SitEx équivalent au produit de la surface du rez-de-chaussée par le nombre de niveaux sous corniche. Par niveau sous corniche s'entendent les niveaux dont les seuils de fenêtres sont situés à minimum 1m sous la corniche. Les niveaux partiellement enfouis sont comptés pour moitié pour autant qu'ils dépassent d'au moins un mètre le niveau du sol. Les annexes en arrière d'îlot sont comptées à part s'il y a un minimum deux hauteurs de niveaux entre les deux corniches.

2) Surfaces chauffées prises en compte dans le calcul de consommation de chauffage des différentes typologies : Les surfaces chauffées utilisées pour le calcul des consommations de chauffage (kWh/m².a) fait à l'aide du programme PEB sont une transposition des volumes donnés dans celui-ci en surfaces (non données dans celui-ci). Y sont reprises toutes les surfaces jusqu'à l'extérieur de l'enveloppe et/ou l'axe du mitoyen vers un autre local chauffé, ainsi que les surfaces chauffées sous combles de plus de 1m80 sous plafond.

(Il est à noter que le calcul de la consommation de chauffage aurait aussi pu se calculer de la même manière qu'avec le programme de conception de bâtiments passifs PHPP, sur base d'une surface chauffée « nette » plus petite, à l'exclusion de tous les murs intérieurs et extérieurs. Le résultat est alors plus élevé et donc plus contraignant.)

Comparaison des surfaces calculées respectivement par la SitEx et la PEB. Les logements « Cambre » et « Brew-Loft » étant clairement atypiques, ils sont exclus du calcul (voir 2^{ème} tableau).

Surfaces [m ²]	SitEx	PEB		Surfaces [m ²]	SitEx	PEB	
Logis	136	138	101%	Logis	136	138	101%
Goldschmidt	119	113	95%	Goldschmidt	119	113	95%
Plasky	80	76	95%	Plasky	80	76	95%
Cité Moderne	540	514	95%	Cité Moderne	540	514	95%
Cambre	238	292	122%	Villas	91	89	97%
Brewloft	1.858	1.331	72%	Broustin	214	196	92%
Villas	91	89	97%	Flandres	1.411	1.257	89%
Broustin	214	196	92%		2.592	2.384	92%
Flandres	1.411	1.257	89%				
	4.688	4.006	85%				

⁸ Base de données de la Situation Existante de Fait du Service de Planification de l'Administration de l'Aménagement du Territoire et du Logement de la RBC

Sans les extrêmes, on obtient un rapport de 92% de la surface PEB sur la surface SitEx qui est appliqué à la surface de logements de 2004.

Nombre de logements en 2007 : 473.218 logements

Surface totale logements en 2007 : 62.305.038 m² (SitEx) → x 0,92 (surface PEB) = 57.320.635 m²

2.1.3.5. Ajustement de la quantité totale d'énergie consommée pour le chauffage

La quantité totale d'énergie de chauffage pour les logements à Bruxelles est donnée par le Bilan Energétique de la RBC en 2004.

Celui-ci doit être normalisé (en multipliant par le rapport d° jours Normalisés / d° jours 2004) et extrapolé pour 2007 (en multipliant par le rapport surface totale logements 2007 / surface totale logements 2004).

$$\begin{array}{rcccl}
 \frac{\text{Surface totale logements en 2007}}{\text{Surface totale logements en 2004}} & & \text{X Bilan énergétique 2004 X} & & \frac{\text{d° jours Normalisés}}{\text{d° jours 2004}} = \\
 \\
 \frac{62.305.038}{60.926.368} & & \text{X } 7,4 \cdot 10^9 \text{ kWh X} & & \frac{2087,6}{1893,6} = 8.342.738.652 \text{ kWh}
 \end{array}$$

RÉPARTITION DES SURFACES ET DES CONSOMMATIONS PAR TYPOLOGIE – 1 ^{ÈRE} APPROCHE											
AGE:		< 1919	1919-1944	1945 - 1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2006	Totaux par configuration		
CONFIGURATIONS	Maisons 2F	Nombre de logements	28.938	47.854	30.126	1.940	1.777	944	570	112.149	logts
		Surface totale [m ²]	5.243.885	8.701.783	5.467.912	300.968	275.681	146.451	88.429	20.225.109	m ²
		Surface moyenne par logement [m ² /logt]	181	182	182	155	155	155	155	180	m ² /logt
		Consommation totale de chauffage [MWh/an]	731.680	1.250.298	844.683	32.496	29.765	15.812	9.548	2.914.281	MWh/an
		Consommation chauffage par m ² [kWh/m ² an]	140	144	154	108	108	108	108	144	kWh/m ² an
	Maisons 3F	Nombre de logements	3.735	6.176	10.593	1.104	930	557	329	23.424	logts
		Surface totale [m ²]	668.447	1.109.146	1.898.850	169.153	142.493	85.343	50.409	4.123.840	m ²
		Surface moyenne par logement [m ² /logt]	179	180	179	153	153	153	153	176	m ² /logt
		Consommation totale de chauffage [MWh/an]	104.543	178.630	328.794	20.471	17.245	10.328	6.101	666.113	MWh/an
		Consommation chauffage par m ² [kWh/m ² an]	156	161	173	121	121	121	121	162	kWh/m ² an
	Maisons 4F	Nombre de logements	5.646	9.337	8.655	1.301	956	557	257	26.709	logts
		Surface totale [m ²]	1.390.502	2.307.509	2.134.977	274.311	201.569	117.441	54.187	6.480.494	m ²
		Surface moyenne par logement [m ² /logt]	246	247	247	211	211	211	211	243	m ² /logt
		Consommation totale de chauffage [MWh/an]	232.945	398.072	395.985	35.560	26.130	15.224	7.024	1.110.940	MWh/an
		Consommation chauffage par m ² [kWh/m ² an]	168	173	185	130	130	130	130	171	kWh/m ² an
	Appartements	Nombre de logements	34.721	57.416	124.087	47.041	12.476	22.162	13.033	310.936	logts
		Surface totale [m ²]	3.089.617	5.126.851	11.059.465	3.583.633	950.435	1.688.324	992.868	26.491.192	m ²
		Surface moyenne par logement [m ² /logt]	89	89	89	76	76	76	76	85	m ² /logt
		Consommation totale de chauffage [MWh/an]	430.644	735.870	1.706.676	386.519	102.511	182.097	107.088	3.651.404	MWh/an
		Consommation chauffage par m ² [kWh/m ² an]	139	144	154	108	108	108	108	138	kWh/m ² an
Totaux par âge	Nombre de logements	73.040	120.783	173.461	51.386	16.139	24.220	14.189	473.218	logts	
	Surface totale [m ²]	10.392.450	17.245.289	20.561.203	4.328.065	1.570.177	2.037.559	1.185.893	57.320.635	m ²	
	Surface moyenne par logement [m ² /logt]	142	143	119	84	97	84	84	121	m ² /logt	
	Consommation totale de chauffage [MWh/an]	1.499.812	2.562.870	3.276.138	475.046	175.651	223.462	129.760	8.342.739	MWh/an	
	Consommation chauffage par m ² [kWh/m ² an]	144	149	159	110	112	110	109	146	kWh/m ² an	

Tableau 7 – Répartition des surfaces et des consommations par typologie – 1ère Approche

Les résultats obtenus pour chaque typologie sont plus faibles que les moyennes du défi énergie. Le total du bilan énergétique n'étant pas « consolidé », une marge d'erreur est probable.

Une correction de +5% est ainsi apportée au total de l'énergie consommée par le chauffage de telle sorte que les valeurs de consommation au m² soient proches de celles dégagées dans le défi énergie. Le total du bilan énergétique pris en compte est de ce fait porté à 8.759.875.584 kWh.

RÉPARTITION DES SURFACES ET DES CONSOMMATIONS PAR TYPOLOGIE – VALEURS DE BASE											
AGE:		< 1919	1919-1944	1945 - 1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2006	Totaux par configuration		
CONFIGURATIONS	Maisons 2F	Nombre de logements	28.938	47.854	30.126	1.940	1.777	944	570	112.149	logts
		Surface totale [m ²]	5.243.885	8.701.783	5.467.912	300.968	275.681	146.451	88.429	20.225.109	m ²
		Surface moyenne par logement [m ² /logt]	181	182	182	155	155	155	155	180	m ² /logt
		Consommation totale de chauffage [MWh/an]	768.264	1.312.812	886.917	34.120	31.253	16.603	10.025	3.059.995	MWh/an
		Consommation chauffage par m ² [kWh/m ² an]	147	151	162	113	113	113	113	151	kWh/m ² an
	Maisons 3F	Nombre de logements	3.735	6.176	10.593	1.104	930	557	329	23.424	logts
		Surface totale [m ²]	668.447	1.109.146	1.898.850	169.153	142.493	85.343	50.409	4.123.840	m ²
		Surface moyenne par logement [m ² /logt]	179	180	179	153	153	153	153	176	m ² /logt
		Consommation totale de chauffage [MWh/an]	109.771	187.562	345.234	21.495	18.107	10.845	6.406	699.419	MWh/an
		Consommation chauffage par m ² [kWh/m ² an]	164	169	182	127	127	127	127	170	kWh/m ² an
	Maisons 4F	Nombre de logements	5.646	9.337	8.655	1.301	956	557	257	26.709	logts
		Surface totale [m ²]	1.390.502	2.307.509	2.134.977	274.311	201.569	117.441	54.187	6.480.494	m ²
		Surface moyenne par logement [m ² /logt]	246	247	247	211	211	211	211	243	m ² /logt
		Consommation totale de chauffage [MWh/an]	244.592	417.976	415.784	37.338	27.436	15.985	7.376	1.166.487	MWh/an
		Consommation chauffage par m ² [kWh/m ² an]	176	181	195	136	136	136	136	180	kWh/m ² an
	Appartements	Nombre de logements	34.721	57.416	124.087	47.041	12.476	22.162	13.033	310.936	logts
		Surface totale [m ²]	3.089.617	5.126.851	11.059.465	3.583.633	950.435	1.688.324	992.868	26.491.192	m ²
		Surface moyenne par logement [m ² /logt]	89	89	89	76	76	76	76	85	m ² /logt
		Consommation totale de chauffage [MWh/an]	452.176	772.663	1.792.010	405.845	107.636	191.202	112.442	3.833.975	MWh/an
		Consommation chauffage par m ² [kWh/m ² an]	146	151	162	113	113	113	113	145	kWh/m ² an
Totaux par âge	Nombre de logements	73.040	120.783	173.461	51.386	16.139	24.220	14.189	473.218	logts	
	Surface totale [m ²]	10.392.450	17.245.289	20.561.203	4.328.065	1.570.177	2.037.559	1.185.893	57.320.635	m ²	
	Surface moyenne par logement [m ² /logt]	142	143	119	84	97	84	84	121	m ² /logt	
	Consommation totale de chauffage [MWh/an]	1.574.803	2.691.013	3.439.945	498.798	184.433	234.635	136.248	8.759.876	MWh/an	
	Consommation chauffage par m ² [kWh/m ² an]	152	156	167	115	117	115	115	153	kWh/m ² an	

Tableau 8 – Répartition des surfaces et des consommations par typologie – Valeurs de base

2.1.4. Parc non résidentiel

2.1.4.1. La situation particulière des immeubles de bureau

Bruxelles a connu un développement important de la fonction administrative au cours des cinquante dernières années. Ce phénomène s'explique par le biais de plusieurs événements qui ont marqué l'histoire de Bruxelles :

- 1952 : Achèvement de la Jonction Nord-Midi. Transformation des principes de mobilité.
- 1958 : Bruxelles est sélectionnée pour abriter le siège de la CEE. Le nombre d'Etats membres de l'Union européenne n'a cessé de croître depuis lors. Internationalisation du marché.
- 1958 : Exposition Universelle. Grands travaux d'infrastructure. Mobilité accrue. Intérêt des habitants pour la périphérie.
- 1989 : Fédéralisation de l'Etat belge : Besoin d'abriter des institutions publiques multiples issues de la scission des pouvoirs politiques.

Si la Région de Bruxelles Capitale comptait environ un million de m² de bureaux en 1960, elle en compte actuellement plus de 13 millions. Les immeubles de bureaux occupent 6% de la surface bâtie de la Région.

Si l'on ramène le chiffre total des surfaces de bureaux au nombre d'habitants en RBC on peut en déduire qu'il y a 10 m² de bureaux par habitant. Ce taux est élevé en comparaison avec d'autres capitales ou grandes villes administratives européennes.

Le marché de bureaux de Bruxelles est un marché stable, soutenu par le secteur public belge et les institutions européennes, principaux demandeurs en surfaces de bureaux.

La demande a pourtant tendance à stagner et son évolution est incertaine. Le nombre de surfaces de bureaux vides devient préoccupant.

2.1.4.2. Pourcentage de bâtiments inoccupés différencié selon la situation

Actuellement en RBC, le taux de surfaces de bureaux vides et disponibles demeure raisonnable par rapport à la moyenne européenne, il tourne autour des 10%.

Ce taux a tendance à grimper dans les quartiers décentralisés où il atteint 16% en moyenne. Il peut monter jusqu'à 25% et plus dans certaines zones situées en périphérie.

D'après les chiffres de la SDRB, Bruxelles compte aujourd'hui plus de 1.250.000 m² de superficie de bureaux disponible (plus de 700 bâtiments) et 350.000 m² de surface de bureaux en projet. Ces chiffres reprennent uniquement les locaux mis en vente ou en location qui sont sur le marché et qui sont donc disponibles.

Il est difficile de quantifier la superficie des locaux vides non disponibles. Ces locaux non disponibles le sont pour cause de travaux de rénovation, de déménagements et concernent également les surfaces qui ne sont pas encore sur le marché. La superficie totale des bureaux réellement vides est donc plus importante que les chiffres avancés ci-dessus.

D'après les chiffres de l'Observatoire des bureaux de ces dix dernières années, on peut estimer que le taux de rénovation des immeubles de bureaux est d'environ 2% sur un an. On peut donc considérer actuellement que les surfaces de bureaux réellement vides varient de 1.300.000 à 1.500.000 m².

Fig. 4

STOCK DE BUREAUX EXISTANT ET VACANCE PAR QUARTIER ⁽¹⁾ / BESTAANDE KANTORENVOORRAAD EN LEEGSTAND PER WIJK ⁽¹⁾ / EXISTING OFFICE STOCK AND VACANCY BY DISTRICT ⁽¹⁾



Figure 1 – « Observatoire des bureaux » vacance2007, AATL & SDRB, 21/2008, pages 12 & 13

Fig. 5

STOCK EXISTANT ET VACANCE ⁽¹⁰⁾ / BESTAANDE VOORRAAD EN LEEGSTAND ⁽¹⁰⁾ / EXISTING STOCK AND VACANCY ⁽¹⁰⁾

Quartier / Wijk / District	Stock Voorraad Stock	Vacant Leegstaand Vacant	Taux de vacance Leegstand % Vacancy rate
Centre Ouest / Centrum West / Centre West	340.183	17.699	5,2%
Centre Est / Centrum Oost / Centre East	2.280.199	127.770	5,6%
Quartier Nord / Noordwijk / Nord District	1.609.045	135.498	8,4%
Quartier Européen / Europawijk / European District	3.351.582	366.575	10,9%
Quartier Louise / Louisawijk / Louise District	1.048.959	119.802	11,4%
Quartier Midi / Zuidwijk / Midi District	519.407	34.404	6,6%
1 ^{er} Couronne NE / 1 ^{ste} stadskroon NO / Inner ring, NE	277.144	16.514	6,0%
1 ^{er} Couronne Sud / 1 ^{ste} stadskroon Zuid / Inner ring, South	202.059	6.859	3,4%
1 ^{er} Couronne SO / 1 ^{ste} stadskroon ZW / Inner ring, SW	77.165	16.827	21,8%
1 ^{er} Couronne NO / 1 ^{ste} stadskroon NW / Inner ring, NW	145.782	10.427	7,2%
2 ^e Couronne NE / 2 ^{de} stadskroon NO / Outer ring, NE	473.839	97.295	20,5%
2 ^e Couronne Est / 2 ^{de} stadskroon Oost / Outer ring, East	736.925	124.201	16,9%
2 ^e Couronne SE / 2 ^{de} stadskroon ZO / Outer ring, SE	133.871	28.391	21,2%
2 ^e Couronne Sud / 2 ^{de} stadskroon Zuid / Outer ring, South	659.066	55.758	8,5%
2 ^e Couronne SO / 2 ^{de} stadskroon ZW / Outer ring, SW	405.846	41.361	10,2%
2 ^e Couronne NO / 2 ^{de} stadskroon NW / Outer ring, NW	275.749	33.480	12,1%
Total / Totaal / Total	12.536.821	1.232.861	9,8%

2.1.4.3. L'âge des immeubles

Les agences du secteur immobilier de bureaux ont l'habitude de classer les bâtiments (construits ou rénovés) selon trois catégories d'âges :

Classe A : 0 – 5 ans : bâtiment neuf ou rénové

Classe B : 5 – 15 ans : bâtiment état moyen

Classe C : plus de 15 ans : bâtiment vétuste, déclassé, qu'il est nécessaire de rafraîchir ou rénover.

Cette classification dénote une durée de vie restreinte par rapport aux immeubles destinés à d'autres fonctions. La vitesse d'obsolescence des immeubles tend à augmenter. Si on avançait précédemment qu'un bâtiment de bureaux avait une durée de vie de 25 à 30 ans, elle est aujourd'hui limitée à 15 ans.

2.1.4.4. Phénomène de transfert du bureau vers le logement depuis 10 ans

La reconversion d'immeubles de bureaux vers d'autres fonctions devient un procédé significatif permettant aux immeubles de bureaux sans perspective de réutilisation en bureaux de trouver une nouvelle affectation. Depuis dix ans l'Observatoire des bureaux quantifie les surfaces converties.

Années	Nombre de permis	m ² convertis	En m ² de Logements
1997	8	7.675	
1998	8	4.553	
1999	12	12.385	
2000	18	25.100	16.315 (65%)
2001	20	17.772	6.220 (34%)
2002	33	14.678	12.476 (84%)
2003	42	18.840	17.709 (94%)
2004	47	37.543	29.659 (79%)
2005	60	44.047	30.833 (70%)
2006	58	42.547	30.208 (71%)
Total	306	225.140	143.420

Tableau 9 – Tableau des conversions des bureaux en logements depuis 1997.

Source : Données de l'Observatoire des bureaux 1997-2007

Si ce phénomène est croissant, il concerne en général des immeubles de bureaux atypiques. Les bâtiments autrefois destinés à une autre fonction n'ont aucun problème à retrouver leur fonction initiale. Un bâtiment de bureaux isolé au sein d'un quartier résidentiel peut aisément être converti en logement du fait de son implantation.

Depuis 1997, le tiers des reconversions admises en Région de Bruxelles-Capitale (soit 50.757 m²) s'est concentré dans le Quartier Louise.⁹

Nous pouvons en déduire qu'une situation centrale en ville est plus propice à l'établissement de logements, sans doute grâce à la proximité des commerces et des moyens de transports. La localisation est donc un critère déterminant.

⁹ Source : Observatoire des bureaux n°21 / 2008.

Exemples :



Figure 2 : 44, avenue de l'association (arch. Roose and partners)



Figure 3 : Chée de Charleroi 146-148 (arch AAU, Morlion)

D'après une étude récente commandée par la ministre Fr. Dupuis, la Région bruxelloise compte actuellement une soixantaine d'immeubles de bureaux ayant été transformés en immeubles à appartements. Ces bâtiments transformés représentent une superficie hors sol proche des 160.000 m², soit plus de 1.200 logements¹⁰. Cette étude a eu pour but d'analyser le potentiel de reconversion des immeubles de bureaux sur base de l'analyse des transformations d'immeubles de bureaux déjà réalisées. L'étude a défini cinq critères de cotation pour chercher la part d'immeubles susceptibles de subir le même type de mutation fonctionnelle et le nombre de logements qui pourraient être ainsi créés.

Les critères d'analyse selon lesquels les cotations ont été établies sont les suivants :

- la superficie hors sol totale du bâtiment
- la localisation et l'environnement proche de l'immeuble
- le standing et la morphologie de l'immeuble
- l'état du bâtiment
- le taux d'occupation du bâtiment à l'heure actuelle

Le nombre de logements potentiels dans les immeubles de bureaux susceptibles d'être convertis en immeubles à appartements dans l'état actuel des choses est d'après cette étude de l'ordre de 3200.

¹⁰ Chiffres tiennent compte des immeubles de bureaux autrefois destinés à la fonction logement.

2.1.4.5. Performances énergétiques des immeubles tertiaires

Les enjeux énergétiques des bâtiments tertiaires sont différents de ceux des bâtiments résidentiels. Si l'optimisation énergétique d'un logement passe par une diminution des besoins de chauffage en isolant et en profitant des apports naturels gratuits, celle des bâtiments tertiaires vise à réduire les besoins en refroidissement, à éviter les surchauffes induites par les gains internes et diminuer la consommation des installations techniques énergivores.

Les immeubles de bureau sont les plus grands consommateurs d'énergie du secteur tertiaire.

SECTEUR TERTIAIRE : CONCOMMATIONS PAR SOUS-SECTEURS EN WALLONIE (kWh/m ² .a ¹¹)			
Secteur	électricité	combustible	énergie finale totale
Commerces de détail hors supermarchés	74	101	238
Super- / hypermarchés	677/344	270/165	947/509
Bureaux	117	144	260
Ecoles	26 à 29	136 à 206	171 à 235
Hopitaux	113	216	329
Maisons de repos	68	239	307
Piscines (kWh/m ² de plan d'eau)	991	2.959	3.950
Prisons (1996)	41	205	246

Tableau 10 – A titre indicatif, consommations au m² par sous-secteur en Wallonie

Consommation d'énergie dans le secteur bruxellois des services

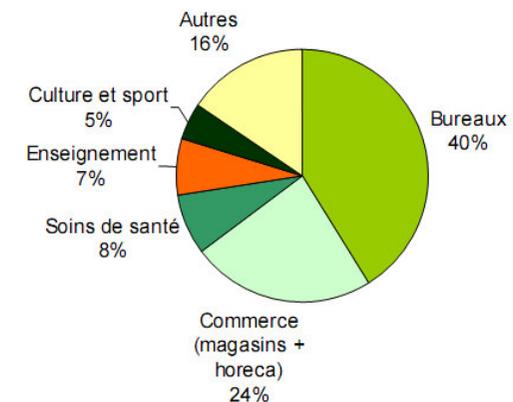


Figure 4 – IBGE – Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement – Tertiaire : Synthèse rapport économie d'énergie - janvier 2006 : part des consommations des différents sous-secteurs en Région Bruxelloise.

¹¹ Les données indiquées ci-dessus proviennent d'enquêtes réalisées en Wallonie par l'ICEDD en 2004, reprises dans le « Bilan énergétique de la Région Wallonne en 2004 » p57, à l'exception des prisons pour lesquelles l'enquête fût réalisée en 1996. Pour les bureaux, une moyenne a été réalisée entre bureaux basse et haute tension, privés et publics comme expliqué au point 2.1.2.

2.2. REALISATIONS ENERGETIQUES RECENTES ET PROJETS

L'évolution des performances énergétique des bâtiments est en cours : des réalisations et des projets affichent des performances nettement en amélioration tant dans le secteur résidentiel que tertiaire.

2.2.1. Bâtiments résidentiels

Appel à projets (14 sept. 2007)¹²

IDENTIFICATION DES BATIMENTS			PERFORMANCES ÉNERGETIQUES		FORME				U DES PAROIS					
Désignation	Affectation	Typologie	Objectif	K	F	chauffage (kWh/m ² .an)	Volume protégé (m ³)	Surface de déperditions (m ²)	Compacité	Superficie utile (m ²)	U _{toits} (W/m ² .K)	U _{murs} (W/m ² .K)	U _{fenêtres} (W/m ² .K)	U _{sol} (W/m ² .K)
Art de vivre	Logement unifamilial	-	Rénovation	-	-	92	-	-	-	280	-	-	-	-
Maison Hoeken	Maison unifamiliale	Maison 2F - Maison 4F	Rénovation Éco-Construction	K34	-	72	507	522	0,97	178	0,18 - 0,23	0,30 - 0,27	1,65	0,33 - 0,88
2 logements	Immeuble à appartements	-	Rénovation Basse Énergie	-	-	60	-	-	-	335	-	-	-	-
Maison Berchem	Maison unifamiliale	Maison 2F - 1965	Rénovation Basse Énergie	K41	-	60	-	-	-	-	-	-	-	-
* Comte de Flandres (contrat de quartier)	Immeuble à appartements	Appartements > 2007	Rénovation Basse Énergie	K58	-	58	5.039	1.896	2,70	1.428	0,29	0,22 - 5,55	1,35	0,43
Logements Fimave	Immeuble à appartements	?	Rénovation Basse Énergie	K34	-	58	2.878	1.697	1,70	822	0,30	0,3 (moyen)	1,23	0,3 (dalle sur sol - vide sanitaire) 0,29 (caves)
* Projet Passoire	Logement unifamilial	Maison 3F	Rénovation Basse Énergie	-	-	58	-	-	-	178	-	-	-	-
Ensemble Martin	Immeuble à appartements	-	Rénovation Basse Énergie	-	-	57	-	-	-	434	-	-	-	-
Maison Kelle	Logement unifamilial	-	Rénovation Basse Énergie	-	-	51	-	-	-	315	-	-	-	-
Projet Verdi	Ensemble de logements	-	Construction neuve	-	-	50	-	-	-	3.532	-	-	-	-
Maison Woluwe	Logement unifamilial	-	Construction neuve	-	-	50	-	-	-	77	-	-	-	-
Appartement Rutten	Appartement	Maison 2F - 1968	Rénovation Basse Énergie	K37 K30	-	50	246	162	1,52	64	0,15	0,15	1,58	-
* Savonnerie	Ensemble de logements	-	Rénovation Basse Énergie	-	-	49	-	-	-	621	-	-	-	-

¹² Remarque : les critères de sélection des bâtiments exemplaires Energie & Ecoconstruction ne renvoient pas uniquement aux performances énergétiques du bâtiment, mais aussi aux autres aspects du développement durable tels que la gestion de l'eau, les matériaux, le confort et la santé.

Désignation	Affectation	Typologie	Objectif	K	m	chauffage (kWh/m ² -an)	Volume protégé (m ³)	Surface de déperditions (m ²)	Compacité	Superficie utile (m ²)	U _{toits} (W/m ² .K)	U _{murs} (W/m ² .K)	U _{fenêtres} (W/m ² .K)	U _{sois} (W/m ² .K)
Maison Langlois	Maison unifamiliale	Maison 2F - Maison de maître	Rénovation Basse Énergie	K47	-	49	2.142	894	2,40	434	0,21	1,70 (rue) 0,21 (rue haut) 1,28 (arrière) 0,15 (arrière - 2ème)	1,59 - 0,21	0,30 (isolée) 0,89 (non isolée)
* Pikshouse	Logement collectif	Maison 2F	Rénovation Basse Énergie	-	-	46	-	-	-	220	-	-	-	-
Projet Anneessens	Immeuble à appartements	-	Construction neuve	-	-	45	-	-	-	1860	-	-	-	-
98B	Immeuble à appartements	-	Rénovation Basse Énergie	-	-	44	-	-	-	450	-	-	-	-
* Albatros village	Ensemble de logements	-	Construction neuve	-	-	39	-	-	-	12.873	-	-	-	-
* Projet Faes	Immeuble à appartements	-	Rénovation Basse Énergie	-	-	39	-	-	-	479	-	-	-	-
* Ilot Cygnes-Digue	Ensemble de logements	-	Construction neuve	-	-	34	-	-	-	1.518	-	-	-	-
Maison Navets	Maison unifamiliale	-	Construction neuve	-	-	33	-	-	-	-	-	-	-	-
Biplan	Ensemble de logements	-	Construction neuve	-	-	31	-	-	-	1.018	-	-	-	-
Altitude 100	Logements	-	Rénovation Basse Énergie	-	-	30	-	-	-	445	-	-	-	-
* Projet Basse	Maison unifamiliale	-	Rénovation Basse Énergie	-	-	30	-	-	-	120	-	-	-	-
Logements sociaux	Immeuble à appartements	-	Construction neuve	-	-	24	-	-	-	1.696	-	-	-	-
Souveraine 55	Appartements	-	Neuf et rénovation Basse E.	-	-	23	-	-	-	1.811	-	-	-	-
Maison MDG	Logement unifamilial	-	Construction neuve	-	-	20	-	-	-	249	-	-	-	-
* Projet H	Logement unifamilial	-	Construction neuve	-	-	17	-	-	-	190	-	-	-	-
* Ensemble logement	Appartements	-	Construction neuve	-	-	-	-	-	-	2.070	-	-	-	-
* L28	Immeuble à appartements	-	Nouvelle construction Passif	-	-	15	-	-	-	1.490	-	-	-	-
Brasserie (social)	Immeuble à appartements	-	Nouvelle construction Passif	-	-	15	-	-	-	1.290	-	-	-	-
Demeure Vanderlinden	Immeuble à appartements	-	Nouvelle construction Passif	-	-	15	-	-	-	1.129	-	-	-	-
Station	Appartements	-	Nouvelle construction Passif	-	-	15	-	-	-	935	-	-	-	-
* PLUME (social)	Immeuble à appartements	Appartements > 2007	Nouvelle construction Passif	-	-	15	-	-	-	897	-	-	-	-
* Foyer Jettois	Ensemble de logements	-	Nouvelle construction Passif	-	-	15	-	-	-	277	-	-	-	-
Maison WSL	Maison unifamiliale	-	Nouvelle construction Passif	-	-	15	-	-	-	243	-	-	-	-
Maison de Granges de Surgères	Maison unifamiliale	Maison 3F >2007	Nouvelle construction Passif	K18	-	15	808	439	1,84	191	0,11 - 0,10	0,08 - 0,11 - 0,09	0,80 - 0,78	0,21 - 0,15
* Maison Bedoret	Maison unifamiliale	Maison 2F > 2007	Nouvelle construction Passif	K16	-	15	655	-	-	172	-	-	-	-
* Projet Diamant	Maison unifamiliale	Maison 4F > 2007	Rénovation Passif	K11	-	15	679	440	1,54	171	0,08	0,09	0,84	0,09

Désignation	Affectation	Typologie	Objectif	K	Ɛ	chauffage (kWh/m ² .an)	Volume protégé (m ³)	Surface de déperditions (m ²)	Compacité	Superficie utile (m ²)	U _{toits} (W/m ² .K)	U _{murs} (W/m ² .K)	U _{fenêtres} (W/m ² .K)	U _{sois} (W/m ² .K)
Saint-Gilles - Bernier	Immeuble à appartements	Appartements > 2007	Nouvelle construction Passif	K24	E53 E72	15	-	-	-	-	-	-	-	-
* Projet Midi-Suède	Ensemble de logements	-	Nouvelle construction Passif	-	-	14	-	-	-	4.152	-	-	-	-
* 16 logements Passifs	Ensemble de logements	-	Nouvelle construction Passif	-	-	14	-	-	-	1.726	-	-	-	-
Appartements loft	Immeuble à appartement	-	Transformation	-	-	14	-	-	-	1.065	-	-	-	-
* Logement Wauters	Immeuble à appartements	-	Nouvelle construction Passif	-	-	14	-	-	-	313	-	-	-	-
* Maison Maloteau	Maison unifamiliale	Maison 2F > 2007	Nouvelle construction Passif	K17	E27	14	486	311	1,56	126	0,15	0,14	0,76	0,15
Projet St-Julien	Ensemble de logements	-	Nouvelle construction Passif	-	-	13	-	-	-	4.114	-	-	-	-
Maison Pécheries	Maisons unifamiliales	Maisons 2F >2007	Nouvelle construction Passif	K16	-	13	665	-	1,10	372	0,12	0,14	0,78 - 0,85	0,21 (sur cave) 0,48 (sur sol)
* Projet Eenens	Immeuble à appartement	-	Nouvelle construction Passif	-	-	13	-	-	-	271	-	-	-	-
* Contrat de quartier	Appartements	-	Nouvelle construction Passif	-	-	-	-	-	-	1.619	-	-	-	-
* Passief Hopstraat	Appartements	-	Nouvelle construction Passif	-	-	-	-	-	-	246	-	-	-	-

Le succès de l'appel à projets révèle de la part des maîtres de l'ouvrage et des concepteurs, une réelle prise de conscience des enjeux énergétiques et une capacité à intégrer les objectifs « passif » et « basse énergie » proposés par Bruxelles-Environnement (IBGE).

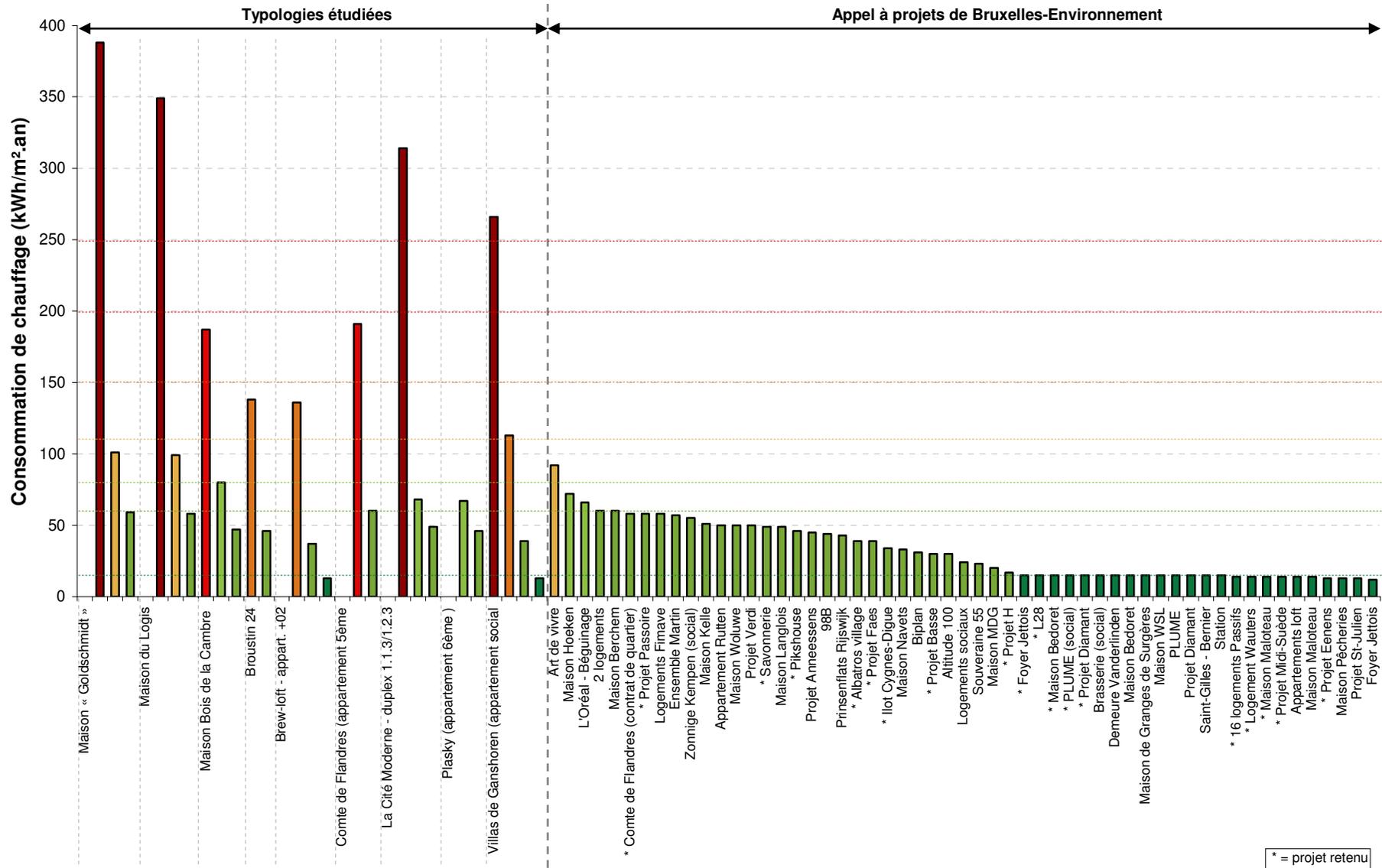


Figure 5 – Graphique reprenant la consommation de chauffage des bâtiments résidentiels

2.2.2. Bâtiments tertiaires

Le tableau ci-dessous reprend les bâtiments du répertoire éco-constructions (21 avril 2006). Ceux-ci furent sélectionnés sur base de différents critères correspondant aux domaines de l'éco-construction, dont la consommation d'énergie ne représente donc qu'un seul. Ils sont repris par ordre décroissant de leur consommation totale d'énergie primaire, donc par ordre croissant de leur performance énergétique selon les catégories indiquées ci-dessous. Les chiffres correspondent aux consommations réelles.

IDENTIFICATION DES BATIMENTS			PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES					FORME				U DES PAROIS				Description des mesures prises pour améliorer la performance énergétique
Désignation	Affectation	Typologie	K	E	chauffage (kWh/m ² .an)	électricité (énergie primaire) (kWh/m ² .an)	Consommation totale (kWh/m ² .an)	Volume protégé (m ³)	Surface de déperdition (m ²)	Compacité	Superficie utile (m ²)	U _{toits} (W/m ² .K)	U _{murs} (W/m ² .K)	U _{fenêtres} (W/m ² .K)	U _{sols} (W/m ² .K)	
Crèche "Gabrielle Petit"	Crèche (neuf)	Tertiaire - 2001/2006	K 34	-	146,2	71,2	217,4	-	-	-	700	-	-	-	-	Chauffage par le sol à haut rendement - chauffage solaire - concepts bioclimatiques - toiture verte - récupération eau de pluie - matériaux écologiques (cellulose recyclée, mousse végétale...)
Hewlett Packard	Bureaux (neuf)	Bureaux < 1991	-	-	98,1	322,7	420,8	-	-	-	19.000	-	-	-	-	Maximisation de la lumière naturelle - appareils hydro-économiques - récupérateur de chaleur sur air vicié - stores extérieurs motorisés - PAC sur l'air extérieur pour chauffage
Château de la Solitude - FISU	Bureaux (rénovation)	Bureaux - 2001/2006	-	-	280,2	87	367,2	-	-	-	2.500	-	-	-	-	Valorisation de la lumière naturelle - confort acoustique - pas de refroidissement actif
Dexia - Galilée	Bureaux (rénovation)	Bureaux - 2001/2006	-	-	136,7	189,5	326,2	-	-	-	35.000	-	-	-	-	GTC - refroidissement par plafonds froids - protections solaires automatisées - récupération de chaleur sur les groupes de froid - free-chilling
Commission Européenne VM-18	Bureaux (mixte)	Bureaux - 2001/2006	-	-	135,4	133,8	269,2	-	-	-	10.232	-	-	-	-	
Test-Achats (siège social)	Bureaux (neuf)	Bureaux - 2001/2006	K 38,5	-	105,5	125,6	231,1	-	-	-	10.800	-	-	-	-	Ventilation par poutres actives - inertie thermique - gestion de l'éclairage artificiel - gestion de l'eau potable
Impressions du Centre	Bureaux (rénovation)	Bureaux - 2001/2006	-	-	178,8	18,8	197,6	-	-	-	7.427	-	-	-	-	Protections solaires extérieures - inertie thermique - espace vert - poêle à bois - chaudières à condensation au gaz - panneaux solaires thermiques - récupération eau de pluie
Commission Européenne J-54	Bureaux (mixte)	Bureaux - 2001/2006	-	-	97	94,5	191,5	-	-	-	26.677	-	-	-	-	GTC pour le chauffage, le refroidissement, l'éclairage et la ventilation ainsi que la maintenance des systèmes - toiture jardin - certification EMAS
Greenpeace	Bureaux (rénovation)	Bureaux - 2001/2006	-	-	121,9	14,2	136,1	-	-	-	1.160	-	-	-	-	Concept low tech - valorisation lumière naturelle - matériaux naturels (exempts de COV, PVC proscrié...) - pas de refroidissement actif - 18cm d'isolation cellulose en toiture - double vitrage sur châssis existant en chêne - récupération eau de pluie
Arsenal du Charroi - Delvaux	Bureaux (rénovation)	Bâtiment industriel <1919	-	-	51,4	72,5	123,9	-	-	-	4.000	-	-	-	-	Valorisation de la lumière naturelle - pas de refroidissement actif - gestion de l'éclairage artificiel

Le tableau ci-dessous reprend les bâtiments de l'appel à projets (14 sept. 2007). Les projets y sont repris par ordre décroissant de leur consommation annoncée d'énergie primaire. Les bâtiments pour lesquels aucune performance n'a été annoncée, sont repris en bas du tableau.

IDENTIFICATION DES BATIMENTS			PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES					FORME			U DES PAROIS				Description des mesures prises pour améliorer la performance énergétique	
Désignation	Affectation	Typologie	K	E	chauffage (kWh/m ² .an)	Electricité (énergie primaire) (kWh/m ² .an)	Consommation totale (kWh/m ² .an)	Volume protégé (m ³)	Surfaces de déperditions (m ²)	Compacité	Superficie utile (m ²)	U _{toits} (W/m ² .K)	U _{murs} (W/m ² .K)	U _{fenêtres} (W/m ² .K)		U _{sols} (W/m ² .K)
* Telexgebouw	Bureaux (rénovation)	Tertiaire > 2007	K 38	E 80	71	144	215	64.787	16.375	3,96	2.540	0,29	0,44 5,70	1,10 2,5	0,37 - 0,58 (espace non à l'abri du gel) 0,39 (au dessus ext.)	Cellules photovoltaïques intégrées dans le vitrage - traitement des ponts thermiques
* CPAS - Forest	Bureaux (rénovation)	Bâtiment années '30 (façade rue classée)	K 24,1	-	22	129	151	3.019	1.234	2,45	949	0,199 0,21 0,40	0,18 0,25 0,29	1,10	0,266 (contre sol)	Toiture verte - ventilation intensive naturelle nocturne - chaudière bois (granulés)
Ch. Janssens	Hall de sport (neuf)	-	-	-	40	83	123	-	-	-	1.175	-	-	-	-	
Quiétude	Maison de repos (neuf)	-	-	-	14	93	107	-	-	-	2.873	-	-	-	-	
Premium	Bureaux (neuf)	Tertiaire > 2007	K 35	E 83	43	57	100	19.800	4.590	4,3	5.312	0,29	0,38	1,73 2,50	0,37 (espace à l'abri du gel)	chaudière gaz à condensation (70/50 °C) - cogénération - production de froid par échangeur à plaque sur eau du canal + machines frigo (COP=5,7) - ventilation mécaniques avec récupération de chaleur -
Erasme	Hall de sport (neuf)	-	-	-	35	65	100	-	-	-	3.033	-	-	-	-	
Besix - Royale 120	Bureaux (neuf)	Tertiaire > 2007	K 39,9	-	30	12 (besoins en froid)	42	40.815	13.845	2,95	14.810	0,19	0,25 0,28 0,49	1,60	0,27 (au dessus ext.) 0,38 (espace à l'abri du gel)	stores extérieurs - free-cooling - night-cooling - géothermie (froid)
Van Volxem	Bureaux	Tertiaire > 2007	K 35 K 36	-	22	12,1 (énergies non renouvelables)	34,1	10.010 16.898	3.044 4.222	3,22 4,00	-	0,18	0,33 0,36	1,60	0,48 (au dessus ext.) 0,40 (espace à l'abri du gel)	hydro-géothermie (procédé SETA) pour chauffage et rafraîchissement par rayonnement (hourdis béton) - protections solaires extérieures - toitures vertes - récupération eau de pluie (abords)
* Pavillon Oss	Bureaux (neuf)	-	-	-	12	12	24	-	-	-	388	-	-	-	-	

Désignation	Affectation	Typologie	K	E	chauffage (kWh/m ² .an)	Electricité (énergie primaire) (kWh/m ² .an)	Consommation totale (kWh/m ² .an)	Volume protégé (m ³)	Surfaces de déperditions (m ²)	Compacité	Superficie utile (m ²)	U _{toits} (W/m ² .K)	U _{murs} (W/m ² .K)	U _{fenêtres} (W/m ² .K)	U _{soils} (W/m ² .K)	Description des mesures prises pour améliorer la performance énergétique
* Elia	Bureaux (neuf)	Tertiaire > 2007	K 25	-	0	19,2 (besoins en froid)	19,2	13.576	4.185	3,2	3.619	0,17 0,22	0,29	1,46	0,73 - 0,78 (espace à l'abri du gel)	zéro émissions de CO2 (pas de consommation de gaz) - machines frigorifiques avec récupération de chaleur - panneaux photovoltaïques - free cooling - puits canadien - toiture verte
* Agence 86	Bureaux (rénovation)	-	-	-	9	9	18	-	-	-	1.106	-	-	-	-	rénovation des bureaux selon le standard passif et de logements ayant de bonnes performances énergétiques (9 kWh/m ² .an de chauffage) avec refroidissement passif des bureaux mais climatisation active pour les logements)
* Ferme No Pilifs	Atelier (neuf)	-	-	-	15	0	15	-	-	-	576	-	-	-	-	construction d'un bâtiment de manutention selon le standard maison passive avec production de chaleur avec déchets végétaux du site et ayant une attention particulière portée aux qualités environnementales (toiture verte, récupération d'eau de pluie, traitement des eaux usées par lagunage, prise en compte du bilan environnemental des matériaux, gestion de la mobilité).
* SIAMU	Poste avancé pompier (neuf)	-	-	-	71	-	-	-	-	-	1.649	-	-	-	-	
REC - Arlon 67	Bureaux (rénovation)	Hôtel de maître < 1919	K 40	-	60	-	-	2.683	1.058	2,5	760	0,24	0,34 1,20	1,5	1,2 (contre sol) 0,6 (au dessus ext.)	Isolation 15m de laine de mouton - 8cm EPS - 8cm laine minérale en toiture (compl isolation existante) - chauffage 100% bois (chaudière KWB)- récup de chaleur sur air extrait - night cooling > 4,000m ³ /h
* La Cerisaie	Maison de repos (neuf)	-	-	-	57	-	-	-	-	-	7.768	-	-	-	-	
* CHU Brugmann	Hôpital (neuf)	-	-	-	45	-	-	-	-	-	9.822	-	-	-	-	
* Caméléon	Commerce (neuf)	-	-	-	23	-	-	-	-	-	12.663	-	-	-	-	
* MRPA-MRS	Maison de repos (rénovation)	-	-	-	21	-	-	-	-	-	13.190	-	-	-	-	
* VK Engineering	Bureaux	-	-	-	12	-	-	-	-	-	3.406	-	-	-	-	
* Aéropolis II	Bureaux (neuf)	-	-	-	2	-	-	-	-	-	7.539	-	-	-	-	

Appel à projets (14 sept. 2007) : bâtiments scolaires classés sur base de leur consommation de chauffage.

IDENTIFICATION DES BATIMENTS			PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES					FORME				U DES PAROIS				Description des mesures prises pour améliorer la performance énergétique
Désignation	Affectation	Typologie	K	E	chauffage (kWh/m ² .an)	Electricité (énergie primaire kWh/m ² .an)	Consommation totale (kWh/m ² .an)	Volume protégé (m ³)	Surfaces de déperditions (m ²)	Compacité	Superficie utile (m ²)	U _{toits} (W/m ² .K)	U _{murs} (W/m ² .K)	U _{fenêtres} (W/m ² .K)	U _{sols} (W/m ² .K)	
* Maison de la Jeunesse – L'Avenir	Maison des jeunes (neuf)	Tertiaire > 2007	-	-	35	0	35	-	-	-	914	-	-	-	-	construction de la maison de jeunes "l'Avenir" ayant de bonnes performances énergétiques (35 kWh/m ² an de chauffage) et qualités environnementales (toiture verte extensive, prise en compte du bilan environnemental des matériaux, flexibilité d'usage, structure légère préfabriquée).
Double crèche	Crèche (neuf)	-	-	-	31	-	-	-	-	-	588	-	-	-	-	
* Couleurs	Crèche (neuf)	-	-	-	29	-	-	-	-	-	1.071	-	-	-	-	
* Prégardiennat Molenbeek	Bâtiment scolaire	Tertiaire > 2007	K 12,64	-	15	-	-	1.339 882 (volume PHPP)	1.137, 29	0,7 8	362	0,09	0,11	0,80	0,13	
* IMMI	Bâtiment scolaire	Tertiaire > 2007	K 16	-	15	-	-	5.322	2.423, 25	2,2	1.515	0,13	0,16 0,25	0,76	0,12 - 0,13 (au-dessus ext.) 0,46 (sur sol)	
* Crèche à Schaerbeek	Bâtiment scolaire (neuf)	Tertiaire > 2007	-	-	15	-	-	-	-	-	857	-	-	-	-	construction d'une crèche avec une attention particulière portée aux qualités environnementales (toiture verte extensive, prise en compte du bilan environnemental des matériaux, gestion de la mobilité).
* Pré-gardiennat passif pour école communale N°9	Bâtiment scolaire (neuf)	Tertiaire > 2007	-	-	15	-	-	-	-	-	362	-	-	-	-	construction d'un pré-gardiennat avec production de chaleur au bois et ayant une attention portée aux qualités environnementales (toiture verte intensive, récupération d'eau de pluie, prise en compte du bilan environnemental des matériaux)
* Nouvelle Ecole Maternelle BOCKSTAEI	Bâtiment scolaire (neuf)	Tertiaire > 2007	-	-	13	26,1	49,1	-	-	-	2.709	-	-	-	-	construction de la nouvelle école maternelle avec une attention portée aux qualités environnementales (toiture verte intensive, récupération d'eau de pluie, structure à ossature bois préfabriquée).

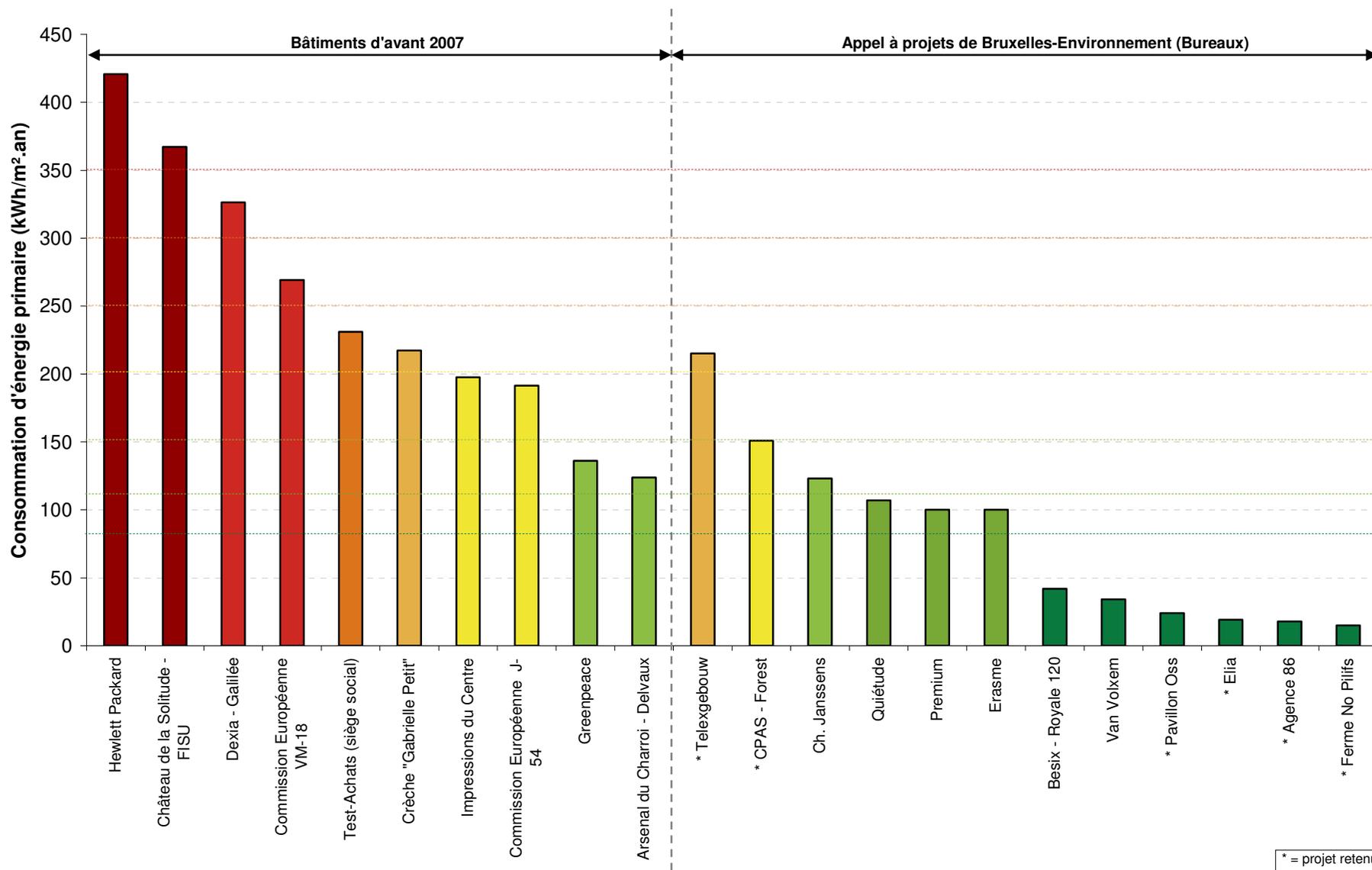


Figure 6 – Graphique reprenant la consommation d'énergie primaire des bâtiments non-résidentiels

Bien que partiellement représentative de la consommation d'énergie dans le secteur tertiaire (en particulier des bureaux) la différence de consommation de chauffage est notoire entre les bâtiments sélectionnés sur le répertoire des bâtiments éco-constructions et les bâtiments de l'appel à projet.

2.3. EVOLUTION DU PARC IMMOBILIER

Des tendances sur l'évolution à venir du parc immobilier en Région de Bruxelles-Capitale peuvent être ébauchées sur base de son évolution récente. Celle-ci peut être observée au travers des données extraites des permis d'urbanisme pour les bâtiments, et ceci selon leurs diverses affectations à Bruxelles.

Des scénarios prospectifs permettront d'établir des hypothèses d'évolution future.

2.3.1. Evolution récente du parc immobilier.

Les chiffres donnés ci-dessous montrent le nombre de bâtiments résidentiels et non résidentiels construits, rénovés ou démolis pour chaque année de 1996 à 2006. Une tendance à la hausse se note pour les quatre dernières années. Elle semble s'inscrire dans les variations conjoncturelles propres au secteur de la construction.

Tous bâtiments	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Constructions	311	387	280	406	354	351	312	381	393	353	338
Démolitions	71	71	74	50	48	41	40	29	39	34	33
Rénovations	1127	1264	1203	1182	1211	1006	887	1078	1348	1447	1474

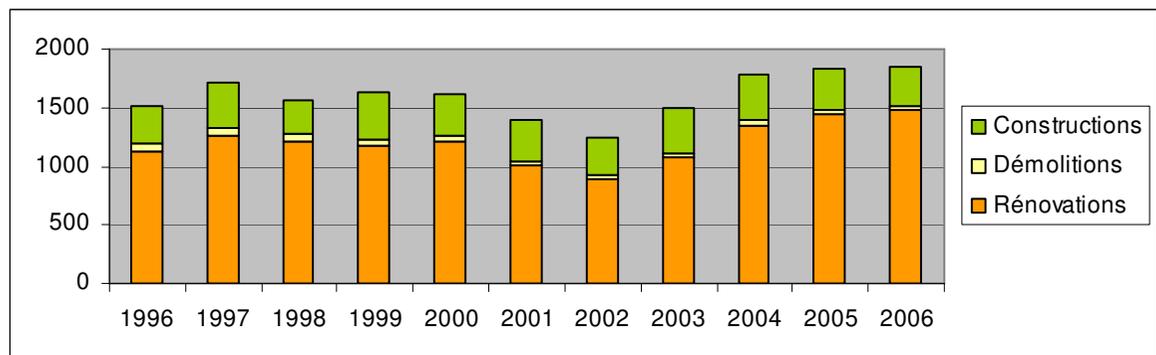


Tableau 11 – Evolution du parc immobilier – toutes affectations confondues de 1996 à 2006

2.3.2. Evolution du parc immobilier résidentiel

2.3.2.1. Evolution récente du parc immobilier résidentiel de 1996 à 2006

Les chiffres donnés ci-dessous montrent le nombre de bâtiments résidentiels construits, rénovés ou démolis pour chaque année de 1996 à 2006. La même tendance à la hausse que dans le graphique ci-dessus se note pour les quatre dernières années.

Bâtiments résidentiels	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Constructions	234	331	211	341	295	300	265	341	349	316	194
Démolitions	32	33	36	24	23	22	25	15	19	21	18
Rénovations	960	1066	1026	991	1024	865	724	906	1207	1286	1340

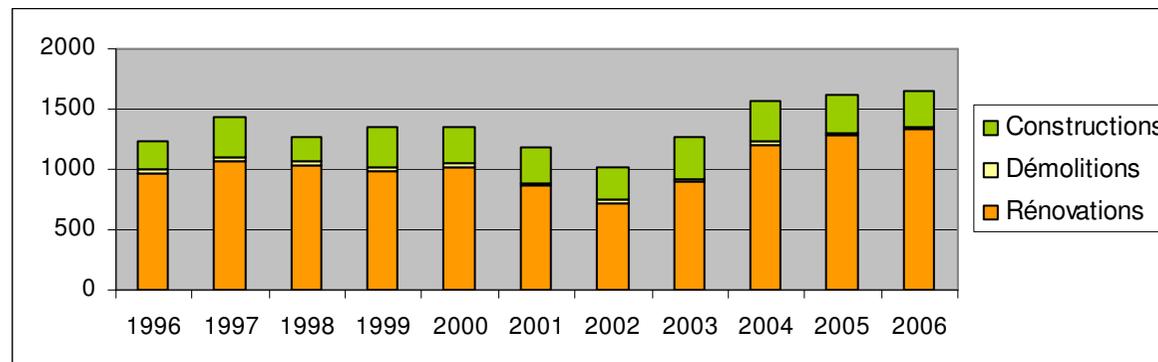


Tableau 12 – Evolution du parc immobilier résidentiel de 1996 à 2006

2.3.2.2. Perspectives d'évolution du parc immobilier résidentiel

La construction de scénarios prospectifs dans les 10, 20 ans à venir suppose la prise en compte de nombreux paramètres qui pourraient faire changer le rythme de transformation du parc immobilier bruxellois, et dans tous les cas une extrême prudence tant les décennies qui s'annoncent apporteront leur lot de bouleversements sociétaux.

On peut cependant résumer a priori les facteurs qui influencent les travaux de rénovation et/ou de construction neuve du bâti en 4 grandes catégories :

- r) Les politiques mises en œuvre pour soutenir et encourager ces initiatives.
- s) Les caractéristiques socio-économiques de la population bruxelloise.
- t) Les caractéristiques économiques de la production bruxelloise et le niveau de prospérité.
- u) Le coût des énergies, et du pétrole en particulier, qui affecte les choix budgétaires des ménages.

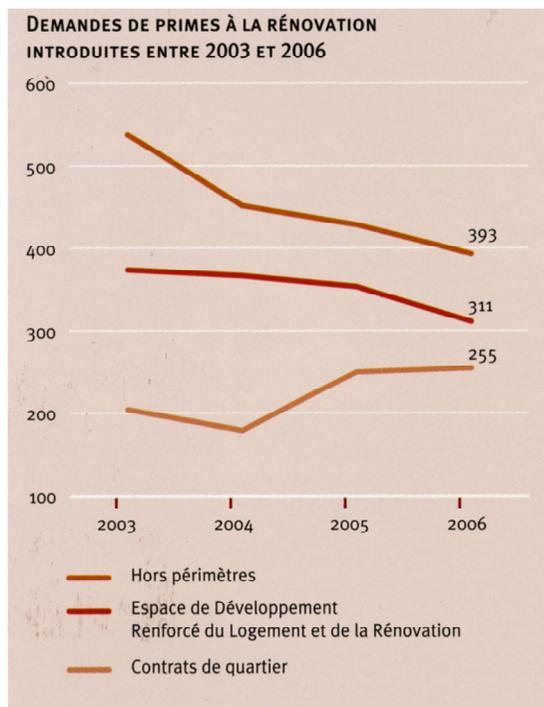
Facteur politique :

La région bruxelloise et ses communes ont intensifié au cours de ces dernières années leur soutien à la rénovation de la ville tant par l'octroi de primes que par l'organisation de différentes campagnes de sensibilisation auprès des habitants. La poursuite de ces politiques dépendra de la conviction des élus et de la capacité financière des institutions. Indépendamment de toute transformation des limites du territoire régional bruxellois, deux tendances raisonnables peuvent être retenues :

- a) Le maintien du rythme de croissance des aides compte tenu de ce que l'ensemble des partis démocratiques partagent dorénavant ces préoccupations et de ce que l'Union Européenne continuera de mettre tout en œuvre dans ce sens également.
- b) Le ralentissement de ce rythme compte tenu d'un appauvrissement des finances publiques résultant d'une réduction de l'impôt des personnes physiques.

Il est difficile d'établir une liste exhaustive des différentes politiques encourageant la rénovation à Bruxelles. Voici cependant une liste (non exhaustive) reprenant les principales initiatives.

A. FINANCEMENT ET FISCALITE :



v)

w) Figure 7 – Demandes de primes à la rénovation 2003-2006

x) Source : « Rapport Annuel 2006 » de l'Administration de l'Aménagement du Territoire et du Logement du Ministère de la Région de Bruxelles Capitale.

A.1. Primes à la rénovation et primes énergie. La prime à la rénovation prendrait de l'ampleur en 2008 : elle devrait être plus élevée, impliquer une procédure plus simple et concerner un plus grand nombre d'habitats (certaines maisons datant d'avant 45 pourraient également être concernées), et prendre en compte des critères impliquant l'énergie. Un budget de 5.800.000 EUR devrait y être consacré par la Région pour cette année, contre

4.340.068 EUR en 2006. Certaines primes et/ou interventions existent également à l'échelle des différentes communes dans la Région de Bruxelles-Capitale.. Concernant les primes énergies, un budget de 33.000.000 EUR sera consacré en 3 ans à compter à partir de 2007, contre 1.175.000 EUR pour l'année 2004.

- A.2. Les contrats de quartiers et zones EDRLR (44 contrats de quartiers en tout depuis le commencement, y compris les contrats s'étendant de 2006 à 2010). Les budgets qui y sont alloués et le rythme desancements de nouveaux contrats ont au fur et à mesure augmenté, en 2006, le budget consacré aux contrats de quartier s'élevait à près de 45.000.000 EUR. L'objectif est d'atteindre les 50.000.000 EUR par an.
- A.3. Organismes d'aide aux emprunts (Fonds du logement), mise en place future de systèmes de tiers-investisseur.
- A.4. Projets cofinancés par l'Union Européenne (FEDER) tels que « Objectif 2 » et « URBAN ». Ceux-ci ne financent cependant pas directement le logement.
- A.5. Fiscalité : il serait question, à l'occasion des négociations actuelles en vue de la formation du nouveau gouvernement, d'une diminution de la TVA sur les travaux de construction neuve économiseur d'énergie, ainsi que de l'a possibilité de calculer le revenu cadastral en tenant compte du critère d'efficience énergétique.
- A.6. Institution d'encouragement à la rénovation urbaine : Société de Développement de la Région Bruxelloise.
- A.7. Subsidés : Subsidés aux ASBL d'assistance à la rénovation, regroupés au sein du « Réseau Habitat ».

B. DISPOSITIONS JURIDIQUES ET REGLEMENTAIRES :

- B.1. Règlementations et dispositions juridiques (RRU, contrats de bail, « allocations loyers », Code du Logement, Inspection Régionale du Logement...) visant à diminuer l'insalubrité de biens loués, et à réduire le nombre de bâtiments abandonnés (taxes sur les logements abandonnés).
- B.2. La réglementation permet au Gouvernement d'accorder des subsidés aux CPAS et communes en vue de la production de logements. Ces dernières peuvent de plus faire usage d'un « droit de préemption » et bénéficier d'aide régionale pour l'acquisition de biens abandonnés afin de les affecter principalement au logement.
- B.3. Les Procédures d'Avis Energétique en vue d'obtenir un certificat énergétique qui sera à terme obligatoire pour tous les bâtiments publics et tous les bâtiments existants loués ou achetés.
- B.4. Les Agences immobilières sociales, qui ont pour objectif de remettre sur le marché locatif des logements du secteur privé, et, moyennant une diminution du loyer versé aux propriétaires et un subsidé régional, de les rénover et mettre à disposition de personnes en difficulté, dont les revenus sont inférieurs au revenu d'admission du logement social.

C.SENSIBILISATION, INFORMATION DU PUBLIC :

C.1. Information et sensibilisation du public, par des médias divers, ou par une sensibilisation (permanences de d'ASBL telles que le centre urbain, etc. (v. 1.1.6.Subsides))

Les moyens financiers 2006 attribués par la Région à la réalisation des différents programmes de Rénovation Urbaine

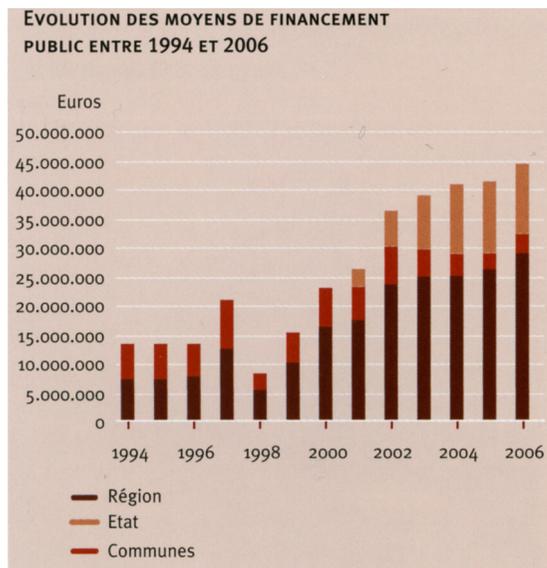


Figure 8 – Evolution des moyens de financement public 1994-2006 *Source* : « Rapport Annuel 2006 » de l'Administration de l'Aménagement du Territoire et du Logement du Ministère de la Région de Bruxelles-Capitale.

Sources :

- Centre d'Information sur le Logement.
- Région de Bruxelles-Capitale :
- le site internet publiant notamment l'article « L'ampleur des politiques » : <http://www.quartiers.irisnet.be/content/content.asp?ref=87>
- Le « Rapport Annuel 2006 » de l'Administration de l'Aménagement du Territoire et du Logement du Ministère de la Région de Bruxelles-Capitale.
- Les publications du Centre Urbain ASBL, notamment http://www.curbain.be/fr/energie/projet/audits-energetiques_2007.php
- article « Le développement, plus ou moins durable ? », sur www.lalibre.be, quotidien « La Libre Belgique » du 23 octobre 2007
- article « La Région propose de nouvelles primes » sur <http://www.tbx.be/fr/ArchiveArticle/7811/app.rvb> périodique « La Tribune de Bruxelles » n°206, janvier 2007.

Facteur population :

En plus des actions de conscientisation, la capacité économique de la population est un facteur qui influence le renouvellement du bâti. La croissance de la population bruxelloise a repris depuis une douzaine d'années environ. Il existe par ailleurs un renforcement du phénomène de métropolisation observable dans le monde entier. Si un mouvement centrifuge structurel peut être identifié chez les ménages avec enfants et chez les populations les plus fragiles, un mouvement centripète tout aussi structurel fait contrepoids avec l'apport des populations immigrées et des ménages isolés (étudiants, jeunes célibataires, personnes âgées). Ainsi, pour Bruxelles, trois scénarios prospectifs paraissent vraisemblables :

- a) La population continue de croître et la répartition sociale reste sensiblement la même que celle d'aujourd'hui. Les formes de cohabitation les plus diverses se développent compte tenu du coût de l'accès au logement. Le phénomène de gentrification demeure limité à quelques quartiers particuliers du centre et de la première couronne. Du point de vue du taux de rénovation, cette situation peut probablement être jugée comme favorable dans la mesure où davantage de moyens sont rassemblés par immeuble pour l'améliorer.
- b) La population continue de croître mais la répartition sociale se transforme au profit des catégories supérieures sans cependant que le phénomène de gentrification prenne de l'ampleur. Du point de vue du taux de rénovation, cette situation peut probablement être jugée comme très favorable puisque le phénomène de cohabitation s'amplifie et que les revenus supérieurs grandissent.
- c) La population ne croît plus car la gentrification générée par l'effet de métropole internationale a rendu l'accès au logement impossible pour une part de plus en plus importante de la population. Du point de vue du taux de rénovation, cette situation peut probablement être jugée comme neutre si l'on considère que la présence accrue de revenus supérieurs est contrebalancée par l'appauvrissement et le délaissement de quartiers déjà fragiles aujourd'hui.

Sources :

- DGSIE- « *Démographie mathématique, perspectives de population* », Bruxelles, 2001.
- M. van CRIEKINGEN « Que deviennent les quartiers centraux à Bruxelles ? Des migrations sélectives au départ des quartiers bruxellois en voie de gentrification », Brussels studies n°1, décembre 2006.

Facteur économie :

L'évolution de la situation économique de Bruxelles dans le contexte d'affirmation de son rôle de métropole internationale, d'une part, et de raréfaction des énergies fossiles et des matières premières, d'autre part, est particulièrement difficile à évaluer. Son impact sur la capacité financière des ménages à réaliser des travaux de rénovation doit être approché avec la plus grande prudence tant les tendances peuvent réserver des surprises ou révéler des courants allant dans des directions opposées. Ainsi par exemple, la relocalisation éventuelle de la production de biens matériels dans la région bruxelloise pourrait n'avantager que les ouvriers spécialisés et les cadres sans changer le taux de chômage actuel alors que le développement des secteurs tertiaires et quaternaires pourrait au contraire offrir davantage d'emplois aux personnes peu ou non qualifiées dans les secteurs des services aux entreprises.

Ces incertitudes nous empêchent de considérer le facteur « économie » dans la construction de scénarios.

Sources :

- DGSIE, « *Enquête sur la consommation des ménages 2001* ».
- IGEAT (ULB) « *Les évolutions économiques en Région de Bruxelles-Capitale et leurs impacts sociaux* », 2004.

Facteur pétrole :

Il y a aujourd'hui unanimité dans la communauté scientifique internationale pour considérer qu'à moyen et long terme le coût du pétrole ne fera qu'augmenter alors qu'à court terme des fluctuations dans ses cours continueront de se produire. Cette perspective, bien que risquant d'entraîner inévitablement une réorientation dans les choix budgétaires des ménages vers la réponse aux besoins les plus vitaux, peut stimuler à court et moyen terme la prise de mesures visant à réduire la consommation d'énergies fossiles.

2.3.2.3. Scénarios possibles

En résumé, 6 scénarios peuvent être retenus en fonction du croisement des 2 situations politiques et des 3 hypothèses d'évolution de la population et en considérant la hausse du coût du pétrole comme facteur fixe.

Par ordre décroissant, voici le classement de ces scénarios :

A. Scénarios « poursuite de l'évolution récente » :

- A.1. Renforcement de la politique d'aide à la rénovation et stagnation de la population résultant de l'amplification de la gentrification.
- A.2. Affaiblissement de la politique d'aide à la rénovation et croissance de la population causée principalement par les catégories socio-économiquement supérieures.

B. Scénarios « optimaux » :

- B.1. Renforcement de la politique d'aide à la rénovation et croissance de la population causée principalement par les catégories socio-économiquement supérieures.
- B.2. Renforcement de la politique d'aide à la rénovation et croissance de la population suivant la même répartition sociale qu'aujourd'hui.

C. Scénarios plus pessimistes :

- C.1. Affaiblissement de la politique d'aide à la rénovation et croissance de la population suivant la même répartition sociale qu'aujourd'hui.
- C.2. Affaiblissement de la politique d'aide à la rénovation et stagnation de la population résultant de l'amplification de la gentrification.

2.3.2.4. Simulations chiffrées de l'évolution de la surface de bâtiments résidentiels de 2007 à 2032

Une transposition des divers scénarios proposés ci-dessus en données chiffrées sur les 25 années à venir, bien que relevant de données spéculatives instables, permettra de situer par une première approche l'impact de l'évolution des constructions et rénovations sur l'état du parc immobilier résidentiel, et à fortiori des mesures visant à réduire la consommation d'énergie sur l'ensemble de la Région Bruxelloise, si elles y sont appliquées.

Ces scénarios sur 25 ans décrivent une quantité de mètres carrés neufs, rénovés « légèrement » et « lourdement » pour chaque année. Les rénovations légères renvoient à des rénovations sans permis d'urbanisme et mentionnées par les habitants comme « transformation » au cours de l'enquête socio-économique générale faite par l'Institut National Statistique (INS) en 2001 (voir remarques en fin de paragraphe). Le simple remplacement d'une chaudière ou d'un équipement n'y est donc pas repris. Les constructions neuves reprennent également les extensions et les éventuelles transformations d'espaces de bureaux vides vers du logement (voir plus loin chapitre sur l'évolution des surfaces de bureau).

La réalité renvoyant à un ensemble de paramètres infiniment plus complexe, aucune donnée suffisante ne pourrait cependant justifier de manière objective le choix de chiffres augmentant ou réduisant le rythme de chantiers applicables à chaque scénario sur 25 ans énoncé ci-dessus, ceux-ci pourraient donc tout à fait être remplacés par d'autres, plus ou moins optimistes.

Hypothèse 1 : Poursuite de l'évolution connue de 1996 à 2006

Poursuite de l'évolution connue de 1996 à 2006. Dans cette hypothèse, il faudra plus que 25 ans pour modifier l'état du parc immobilier résidentiel bruxellois. En 2032, encore près de 47.000.000 m² restent inchangés depuis la date d'aujourd'hui tandis qu'environ 25.000.000 m² (35%) sont neufs ou remaniés.

Les mètres carrés neufs sont à comprendre comme « nouveaux mètres carrés de logement », c'est-à-dire que bien que le nombre de terrains à bâtir diminue d'années en années, une quantité non négligeable d'espaces anciennement affectés à autre chose (bureaux, industries (voir point 2.1.3. « Non résidentiel »)) peuvent potentiellement se convertir en logement et venir accroître la part des mètres carrés neufs. Pour information, l'Observatoire des Bureaux compte une moyenne annuelle de 22.514 m² de bureaux transformés en logements pour ces dernières années.

Taux annuels exprimés en pourcentages du parc immobilier résidentiel

	m ² rajoutés en 2008	Taux annuel moyen 1996-2007	Coefficient d'accroissement/réduction du taux annuel pour 2007-2032	Taux annuel moyen 2008-2032
constructions neuves	371.935m ²	0,6%	1	0,6%
Rénovations lourdes	372.247m ²	0,6%	1	0,6%
Rénovations légères	196.071m ²	0,31%	1	0,31%
Démolitions	82.654m ²	0,01%	1	0,01%

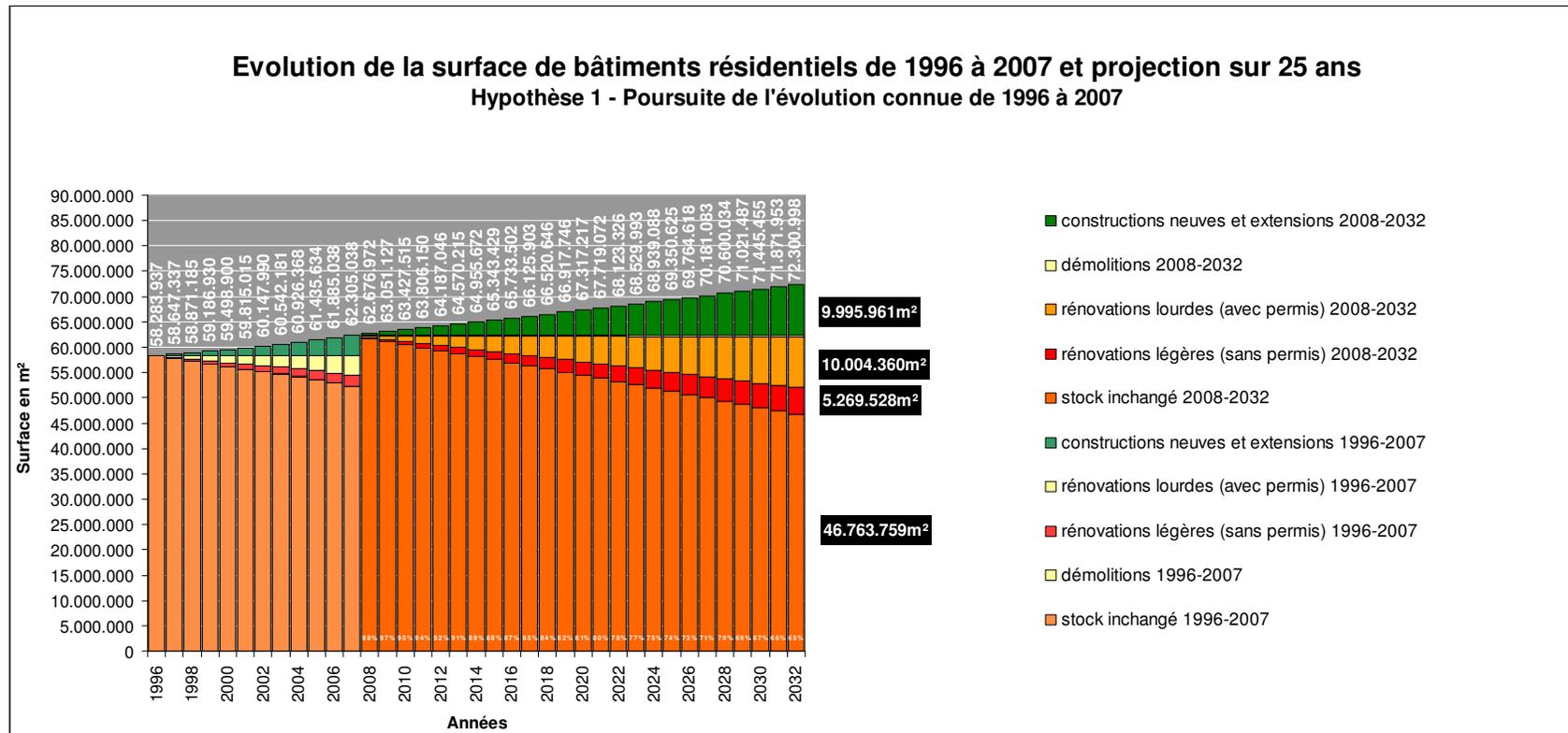


Tableau 13 – Hypothèse 1 : poursuite de l'évolution connue de 1996 à 2006

Hypothèse 2 : ralentissement de l'évolution connue de 1996 à 2006

Taux annuels exprimés en pourcentages du parc immobilier résidentiel

	m ² rajoutés en 2008	Taux annuel moyen 1996-2007	Coefficient d'accroissement/réduction du taux annuel pour 2007-2032	Taux annuel moyen 2008-2032
constructions neuves	297.548m ²	0,6%	0,8	0,48%
Rénovations lourdes	335.022m ²	0,6%	0,9	0,54%
Rénovations légères	176.464m ²	0,31%	0,9	0,31%
Démolitions	82.654m ²	0,01%	1	0,01%

Dans ce scénario, il reste en 2032 environ 48.000.000 m² inchangés depuis la situation actuelle et 21.000.000 m² neufs ou rénovés (31%).

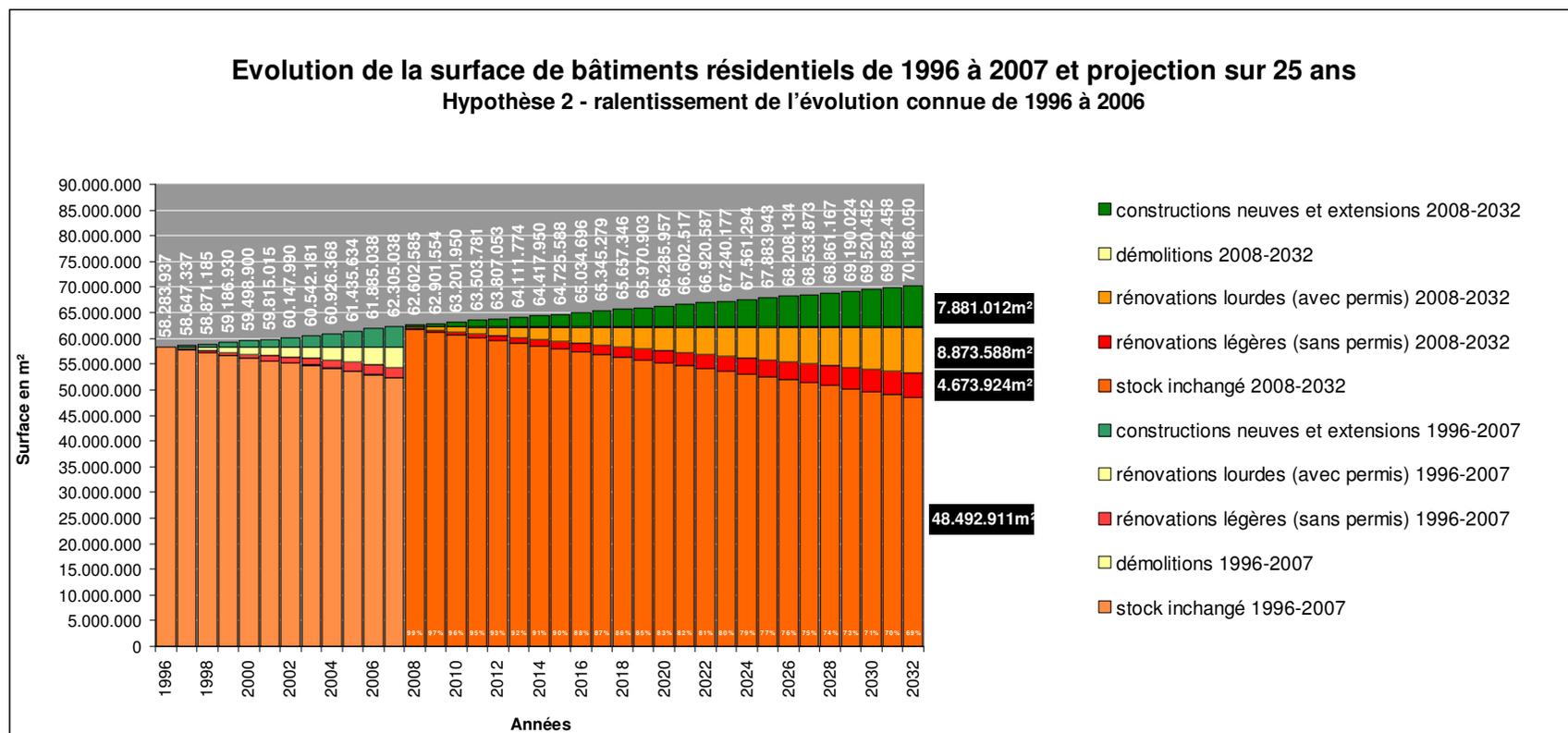


Tableau 14 – Hypothèse 2 : ralentissement de l'évolution connue de 1996 à 2006

Hypothèse 3 : accélération de l'évolution connue de 1996 à 2006

Un scénario optimal combinant les différents facteurs les plus favorables sur 25 ans (politique, population, économie, pétrole) se concrétiserait approximativement de cette manière (il va de soi que la transposition des facteurs en chiffres est une opération relativement arbitraire, les données relatives à une extrapolation à si long terme étant très délicates à objectiver de manière catégorique. D'autres coefficients, plus ou moins optimistes, auraient également pu être choisis pour correspondre au scénario optimal):

Taux annuels exprimés en pourcentages du parc immobilier résidentiel

	m ² rajoutés en 2008	Taux annuel moyen 1996-2007	Coefficient d'accroissement/réduction du taux annuel pour 2007-2032	Taux annuel moyen 2008-2032
constructions neuves	464.918m ²	0,6%	1,25	0,75%
Rénovations lourdes	558.371m ²	0,6%	1,5	0,90%
Rénovations légères	294.107m ²	0,31%	1,5	0,47%
Démolitions	82.654m ²	0,01%	1	0,01%

Pour la construction neuve, ce scénario reproduit la tendance depuis 2003 pour laquelle on peut déjà observer une hausse de plus de 25% du nombre de permis annuel par rapport aux années précédentes, tandis que l'hypothèse 1 reproduisait le rythme moyen de construction enregistré de 1996 à 2006. Le coefficient d'accroissement (1.25) est moins élevé que celui appliqué à la rénovation (1.5) car la quantité de terrains à bâtir diminuant à Bruxelles, il est probable que, malgré que certains espaces de bureaux ou industries puissent se transformer en nouvelles surfaces de logement, la proportion de constructions neuves dans les chantiers diminue sensiblement à cause du manque de terrains à bâtir.

Le nombre de démolitions annuelles reste constant. Ce chiffre influe peu sur l'évolution globale du parc.

Il apparaît que même en imaginant un scénario optimal mais relativement réaliste, il restera dans 25 ans encore près de 39.000.000 m² de logement inchangés à compter d'aujourd'hui, tandis que seuls 36.000.000 m² seront neufs ou rénovés (48%).

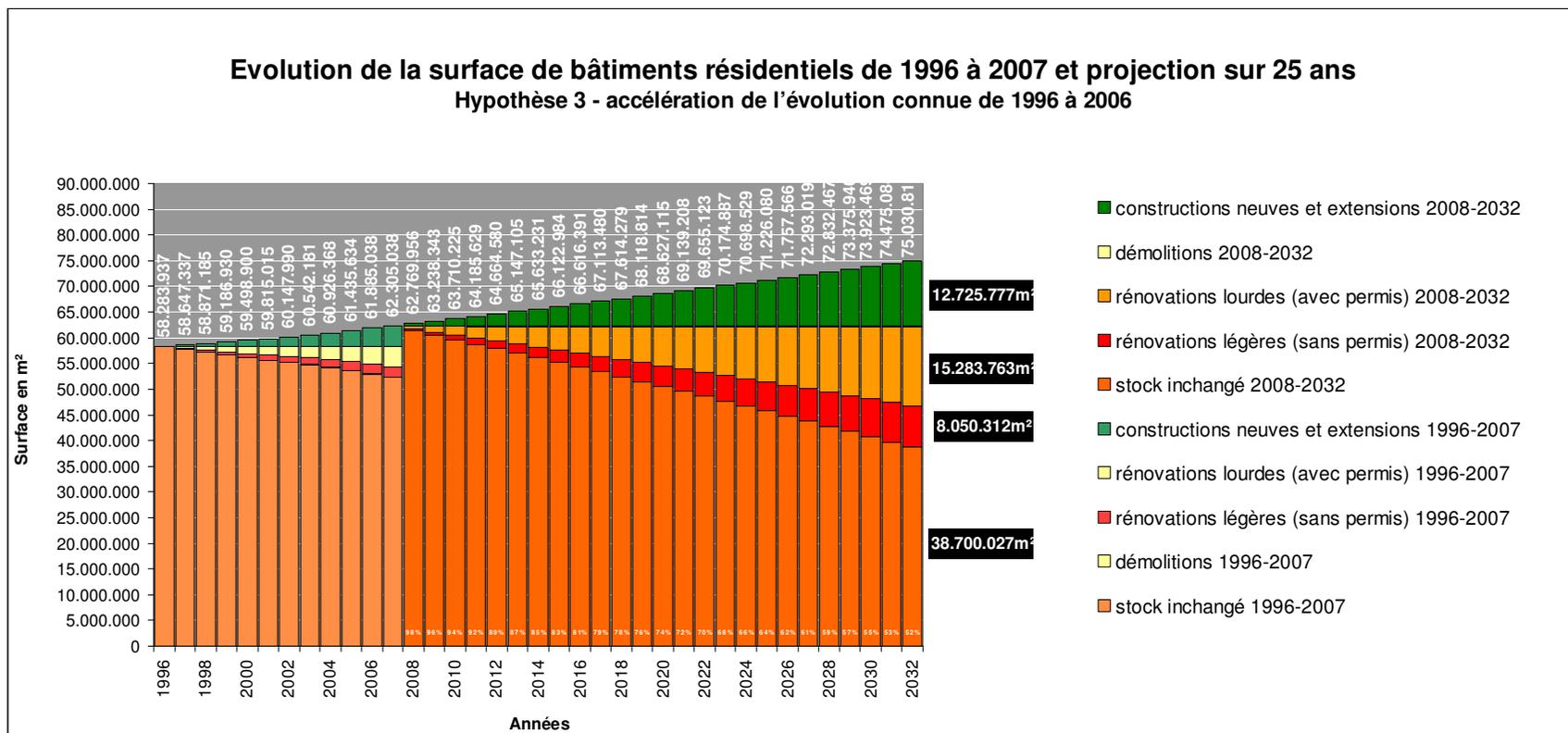


Tableau 15 – Hypothèse 3 : accélération de l'évolution connue de 1996 à 2006

Ceci nous conduit à esquisser un scénario idéal afin de pouvoir apprécier le rythme de construction, rénovations à soutenir à Bruxelles pour obtenir au terme de 25 ans un parc immobilier modifié dans sa quasi-totalité :

Hypothèse 4 : modification quasi totale du parc résidentiel

Pour cette hypothèse nous n'abordons pas de scénario sur base de la situation réelle telle qu'enregistrée au travers des permis d'urbanisme. Il s'agit seulement de déterminer, de manière purement théorique, la quantité de m² à mettre en chantier nécessaire à la modification quasi totale du parc immobilier de logement sur 25 ans.

Taux annuels exprimés en pourcentages du parc immobilier résidentiel

	m ² rajoutés en 2008	Taux annuel moyen 1996-2007	Coefficient d'accroissement/réduction du taux annuel pour 2007-2032	Taux annuel moyen 2008-2032
constructions neuves	401.689m ²	0,6%	1,08	0,64%
Rénovations lourdes	1.116.741m ²	0,6%	5	1,79%
Rénovations légères	980.356m ²	0,31%	3	1,57%
Démolitions	111.212m. ²	0,01%	5	0,06%

Nous imaginons ici un scénario privilégiant la rénovation car prenant en compte la diminution de la surface à bâtir disponible et en minimisant le transfert potentiel de surfaces de bureaux/logement. Une augmentation importante des démolitions se réfère au fait que pour arriver à des performances énergétiques exigeantes, certains bâtiments devenus obsolètes devront être démolis et reconstruits.

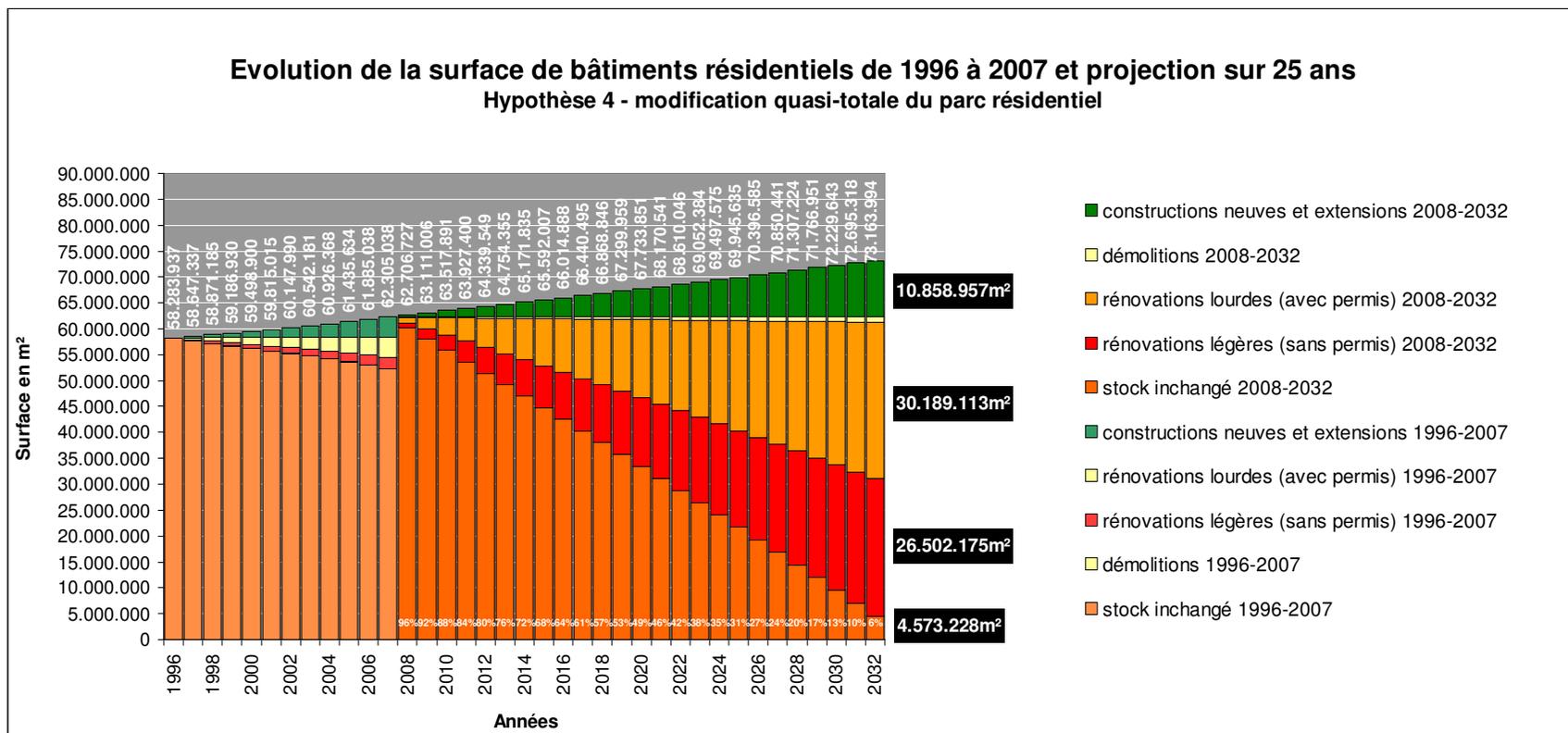


Tableau 16 – Hypothèse 4 : modification quasi totale du parc résidentiel

Remarques quant aux graphiques:

- Quantité de m² rénovés de 1996 à 2007:** Les données extraites des permis d'urbanisme concernant les rénovations ne fournissent pas le nombre de mètres carrés rénovés sans changement de volume (uniquement les données sur les m³ ajoutés à un volume existants sont données) mais donnent le nombre de bâtiments faisant l'objet d'une rénovation. Les rénovations qui visent l'amélioration des performances énergétiques portant sur l'ensemble du bâtiment, nous avons pris le parti d'estimer que tous ces bâtiments rénovés annuellement avec permis seraient susceptibles de faire l'objet d'une rénovation sur l'ensemble de leur surface. Pour obtenir la surface moyenne d'un bâtiment de logement, nous avons croisé des données du cadastre (nombre de bâtiments résidentiels en RBC) et des données de la SitEx (surface des logements en RBC). Le cadastre compte 193 699 bâtiments de logement et 534.784 logements le 1^{er} janvier 2006. Or nous en comptons ici, sur base de l'enquête socio-économique, 473.218 (voir remarque 1 au point 1.1). Nous avons donc diminué proportionnellement le nombre des bâtiments fourni par le cadastre et arrivons à 171.400 bâtiments, donc à une surface

moyenne par bâtiment de 359,6m². Il va de soi cependant que le résultat ne peut être que très approximatif et ne sert qu'à donner des ordres de grandeur.

2. **Mètres carrés neufs et rénovés** : les mètres carrés neufs comprennent les mètres carrés neufs ainsi que les mètres carrés construits lors d'extensions de bâtiments, les m² rénovés ne comprennent que les m² existants qui seraient rénovés et sont comptabilisés comme expliqué dans la remarque 1.
3. **Mètre carrés démolis** : la quantité de mètres carrés démolis relevée par la DGSIE reste peu élevée. Cela est dû au fait que les mètres carrés démolis dans le cadre d'un permis de rénovation n'y sont pas comptabilisés. Seuls comptent ici les mètres carrés démolis dans le cadre d'un permis de démolition.
4. **Surfaces construites sans PU**: Il est difficile de connaître la surface de logement se rénovant sans permis annuellement à Bruxelles. Cependant, les résultats de l'enquête socio-économique générale faite par la DGSIE en 2001 indiquent que 9,4% des logements ont été transformés entre 1991 et 2001. Ce chiffre, appliqué aux surfaces de logement de la Région de Bruxelles-Capitale, correspond à environ 554.000 m² de logement transformés par an, avec ou sans permis d'urbanisme. Si nous reproduisons le même rythme pour la période 1996-2007, nous arrivons à environ 6 019 000 mètres carrés transformés. Cela fait 2.074.000 mètres carrés de plus que ceux que nous avons comptés sur base des données extraites des permis d'urbanismes de rénovation, donc 2.074.000 m² rénovés sans permis.
5. **Evolution** : il est probable que, la quantité de terrains à bâtir diminuant à Bruxelles, la proportion de constructions neuves dans les chantiers diminue sensiblement.
6. **Pour l'année 2007**, nous avons appliqué un chiffre forfaitaire de 420.000 m² de construction neuve et de 449.173 m² de rénovation, reproduisant la tendance des dernières années.

Sources:

- [INS STAT PU] : Direction Générale Statistique et Information Economique : Données extraites des dossiers de demandes de permis d'urbanisme de 1996 à 2006
- Institut National Statistique: Résultats de l'enquête socio-économique générale 2001
- [MONO 2001] D.VANNESTE (KUL), I. THOMAS (UCL), L. GOOSSENS (Univ.Antw): *Enquête socio-économique 2001 Monographies - Le logement en Belgique, 2007*
- (IBGE) Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement *Bilan énergétique de la Région de Bruxelles-Capitale 2004, 2006*
- (SitEx) Ministère de la Région de Bruxelles-Capitale - Direction Etudes et Planification : Base de données de la Situation Existante de Fait, 1997-1998.
- ECONOTEC: *Potentiel de réduction des émissions de CO2 en Région de Bruxelles-Capitale à l'horizon 2008-2012 Rapport final, 2003*
- Données du cadastre

2.3.3. Evolution du parc immobilier non résidentiel

2.3.3.1. Evolution récente du parc immobilier non résidentiel et de bureaux, de 1996 à 2006

Les chiffres donnés ci-dessous montrent le nombre de bâtiments non résidentiels construits, rénovés ou démolis pour chaque année de 1996 à 2006. Il est à noter qu'il s'agit du nombre de bâtiments, et non de mètres carrés. La tendance à la baisse qui s'en dégage depuis 2001 ne se reflète pas par exemple dans l'évolution récente des surfaces de bureaux (voir tableau plus bas).

Bâtiments non résidentiels	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Constructions	77	56	69	65	59	51	47	40	44	37
Démolitions	39	38	38	26	25	19	15	14	20	13
Rénovations	167	198	177	191	187	141	163	172	141	161

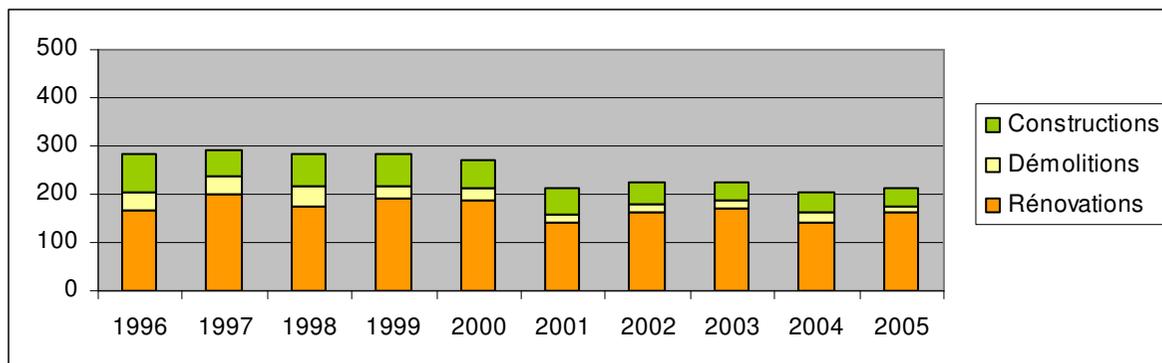


Tableau 17 évolution du parc immobilier non-résidentiel et de bureaux de 1996 à 2006

Les bureaux représentent la part la plus importante du parc immobilier non résidentiel, en termes de mètres carrés, et surtout de consommation.¹³ Les deux graphiques ci-dessous montrent que la diminution du nombre de bâtiment n'est pas nécessairement signe d'une diminution de la construction de nouvelles surfaces, les bâtiments pouvant devenir de plus en plus grands.

¹³ SitEx 1997-1998, Bilan énergétique de la Région de Bruxelles-Capitale 2004

Surfaces de bureaux	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Constructions	279952	159657	139921	167236	193882	355733	213289	212056	215934	126205	251193
Démolitions	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Rénovations	/	/	/	/	-190	12250	43112	45618	22369	14919	11572

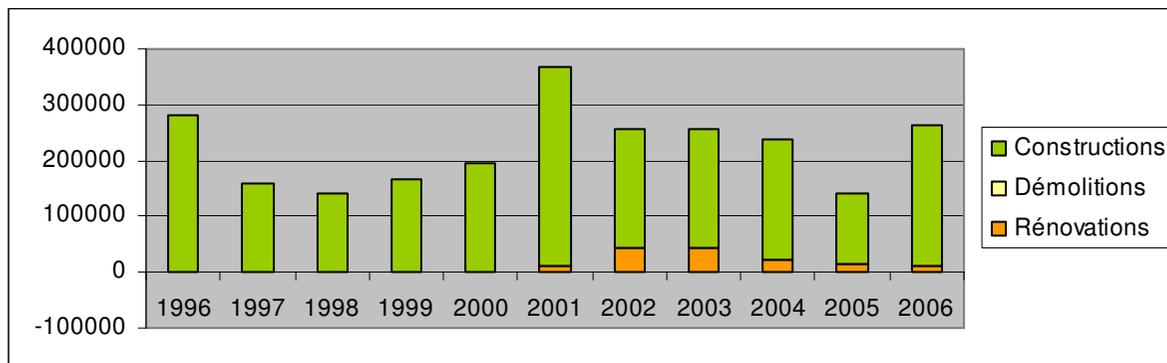


Tableau 18 – Evolution des surfaces de bureaux de 1996 à 2006

Tandis que le tableau ci-dessus (surfaces de bureaux) montre une proportion imposante de surfaces neuves par rapport aux surfaces rénovées, celui-ci-dessous (bâtiments de bureaux) montre l'inverse. Les surfaces rénovées ne représentent en effet que la différence des surfaces ajoutées et démolies au cours des rénovations et non l'ensemble de la surface du bâtiment rénové.

Bâtiments de bureaux	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Constructions	18	16	14	18	14	14	16	15	14	4	13
Démolitions	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Rénovations	/	/	/	/	35	35	57	45	43	35	30

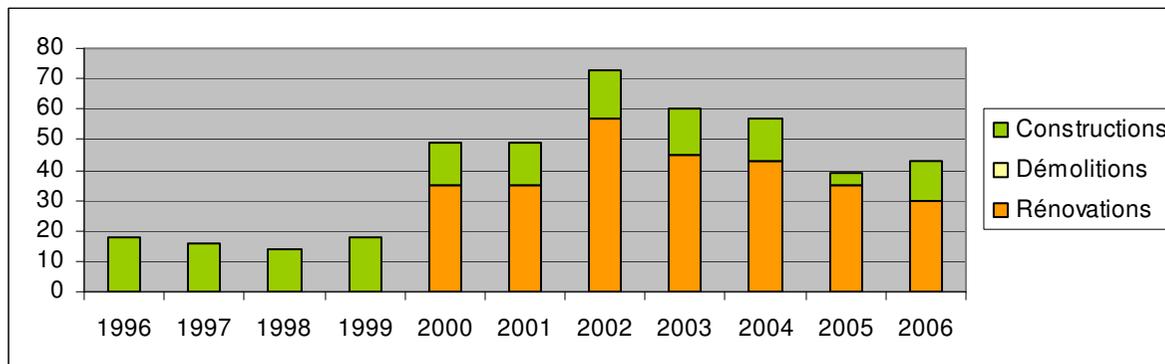


Tableau 19 – Evolution du nombre de surfaces de bureaux de 1996 à 2006

2.3.3.2. Précisions sur l'évolution récente des bâtiments de bureau en Région de Bruxelles Capitale

Les institutions et sociétés qui occupent les immeubles de bureaux sont en constante évolution. Elles grandissent, fusionnent, sont absorbées. Cela entraîne une rotation importante au sein du parc de bureaux.

Les occupants des immeubles de bureaux sont de plus en plus attentifs à la qualité des aménagements de leurs locaux, en terme d'image et d'équipements. Les occupants s'intéressent aux locaux neufs ou rénovés au détriment des bâtiments dans un état moyen ou vétuste. Les immeubles neufs sont prisés. C'est pourquoi, même dans un marché excédentaire, la construction de surfaces neuves se maintient. Le parc de bureaux inoccupé est donc susceptible de vieillir au cours des prochaines années. L'obsolescence croissante des immeubles vétustes devient préoccupante et la reconversion de ces immeubles représente un enjeu réel.

2.3.3.3. Scénarios d'évolution des bâtiments de bureau en Région de Bruxelles Capitale

L'évolution récente des surfaces de bureaux montre une constante augmentation malgré une diminution des besoins des entreprises¹⁴ Celle-ci entraîne inévitablement une augmentation de surfaces de bureaux inoccupées.

La poursuite de cette tendance mènerait à une accumulation disproportionnée d'espaces vacants alors que Bruxelles enregistre un manque croissant de surfaces de logements. Un ralentissement du rythme de construction d'espaces de bureaux neufs ainsi que la conversion de ces espaces vacants en logements devraient être envisagés

Les graphiques proposés ci-dessous permettent de visualiser différentes hypothèses.

¹⁴ Étude en cours sur la conversion de bureaux en logements commandée par le cabinet de la ministre Dupuis au BRAT. L'affaiblissement de la demande en surface de bureaux est également corroboré par la tendance actuelle de certaines entreprises à réduire la surface par employé suite à une meilleure organisation du travail (travail à domicile, mobilité et travail à temps partiel, archivage électronique,...).

Hypothèse 1 : Poursuite de l'évolution connue de 1996 à 2006

La simulation ci-dessous reproduit la tendance des 10 dernières années tout en maintenant la demande en espace de bureaux telle que connue aujourd'hui. Le stock inchangé de bâtiments se transforme petit à petit en espace vacants alors que les surfaces neuves continuent d'augmenter. Les chiffres utilisés sont ceux de l'Observatoire des Bureaux¹⁵ pour la situation en 2007 (12 536 821 m² de stock existant (mise à jour des données de la SitEx) et 1 232 861 m² d'espaces vacants (surfaces de bureaux mises en vente ou en location), et ceux de la DGSIE pour la période 1996-2006¹⁶. La catégorie « rénovations légères, rafraîchissements, mises à niveau » se réfère au fait que les acteurs de la profession estiment que les bureaux doivent être rénovés ou rafraîchis tous les 15 ans.

Paramètres utilisés :

Les données étant plus théoriques que pour le logement, l'évolution simulée est linéaire et la même quantité de m² est modifiée chaque année.

	m ² annuels 1996-2006	Coefficient d'accélération/ralentissement de l'évolution pour 2008 -2022	m ² annuels 2008-2022
constructions neuves	210.460m ²	1	210.460m ²
Rénovations lourdes	21.379m ²	1	21.379m ²
Rénovations légères, rafraîchissements, mises à niveau	564.867m ²	1	564.867m ²
Espaces vacants en 2007	1.232.861m ²	Évolution dépendante des m ² annuels de constructions neuves.	

Les surfaces de rénovation lourde données par la DGSIE sont faibles car elles correspondent à la différence entre surfaces ajoutées et démolies lors d'une rénovation et non à l'ensemble de la surface des bâtiments faisant l'objet d'une demande de permis

¹⁵ « Observatoire des bureaux vacances 2007 », AATL & SDRB, 21/2008, page12 & 13

¹⁶ Données extraites des permis d'urbanisme de la DGSIE

Evolution des surfaces des bâtiments de bureaux de 1996 à 2007 et projection sur 15 ans

Hypothèse 1 - poursuite de l'évolution connue de 1996 à 2006

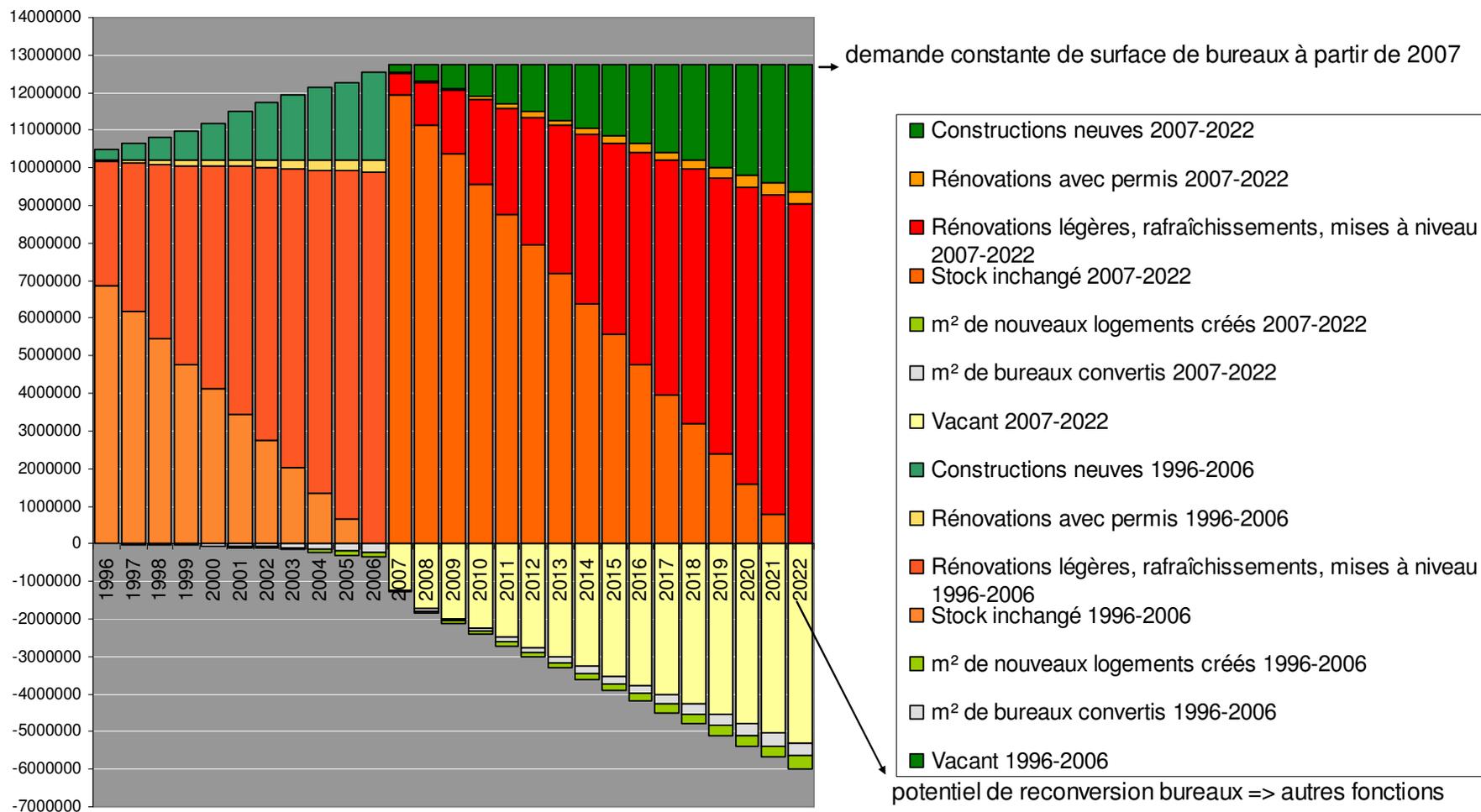


Tableau 20 – Consommation bureaux 1996-2022 –Poursuite de l'évolution connue de 1996 à 2006

Des 1.232.861 m² de bureaux vacants en région bruxelloise¹⁷, 3200 logements pourraient être créés¹⁸ (voir point 2.1.3.), soit près de 390.000 m²¹⁹, c'est-à-dire un peu moins du tiers. D'autres fonctions pourraient également mettre à profit ces surfaces.

Hypothèse 2 : ralentissement de l'évolution connue de 1996 à 2006

Cependant le rythme de conversion de ces surfaces est aujourd'hui en deçà de cette perspective.²⁰

Le scénario considérant une conversion optimale de tous les espaces de bureaux vacants en autres fonctions rencontre des limites.

De plus, le rythme de construction d'espaces de bureaux neufs pourrait fléchir, limité d'une part par les disponibilités des ressources foncières, et d'autre part par une stagnation possible de la demande des entreprises. Si l'on simule une réduction, de moitié par exemple, du rythme de construction de surfaces neuves à partir de 2007, la surface d'espaces vacants s'en voit diminuée de 5.288.259 m² à 3.709.811 m².

	m ² annuels 1996-2006	Coefficient d'accélération/ralentissement de l'évolution pour 2008 -2022	m ² annuels 2008-2022
constructions neuves	210.460m ²	0,5	105.230m ²
Rénovations lourdes	21.379m ²	1	21.379m ²
Rénovations légères, rafraîchissements, mises à niveau	564.867m ²	1	564.867m ²
Espaces vacants en 2007	1.232.861m ²	Évolution dépendante des m ² annuels de constructions neuves.	

¹⁷ « Observatoire des bureaux vacances 2007 », AATL & SDRB, 21/2008, page12 & 13

¹⁸ Voir point 1

¹⁹ Voir chapitre 2 : CARACTERISATION DU PARC IMMOBILIER DE LA REGION DE BRUXELLES-CAPITALE

²⁰ Voir point 2.1.3. :

Evolution des surfaces des bâtiments de bureaux de 1996 à 2007 et projection sur 15 ans

Hypothèse 2 - ralentissement de l'évolution connue de 1996 à 2006

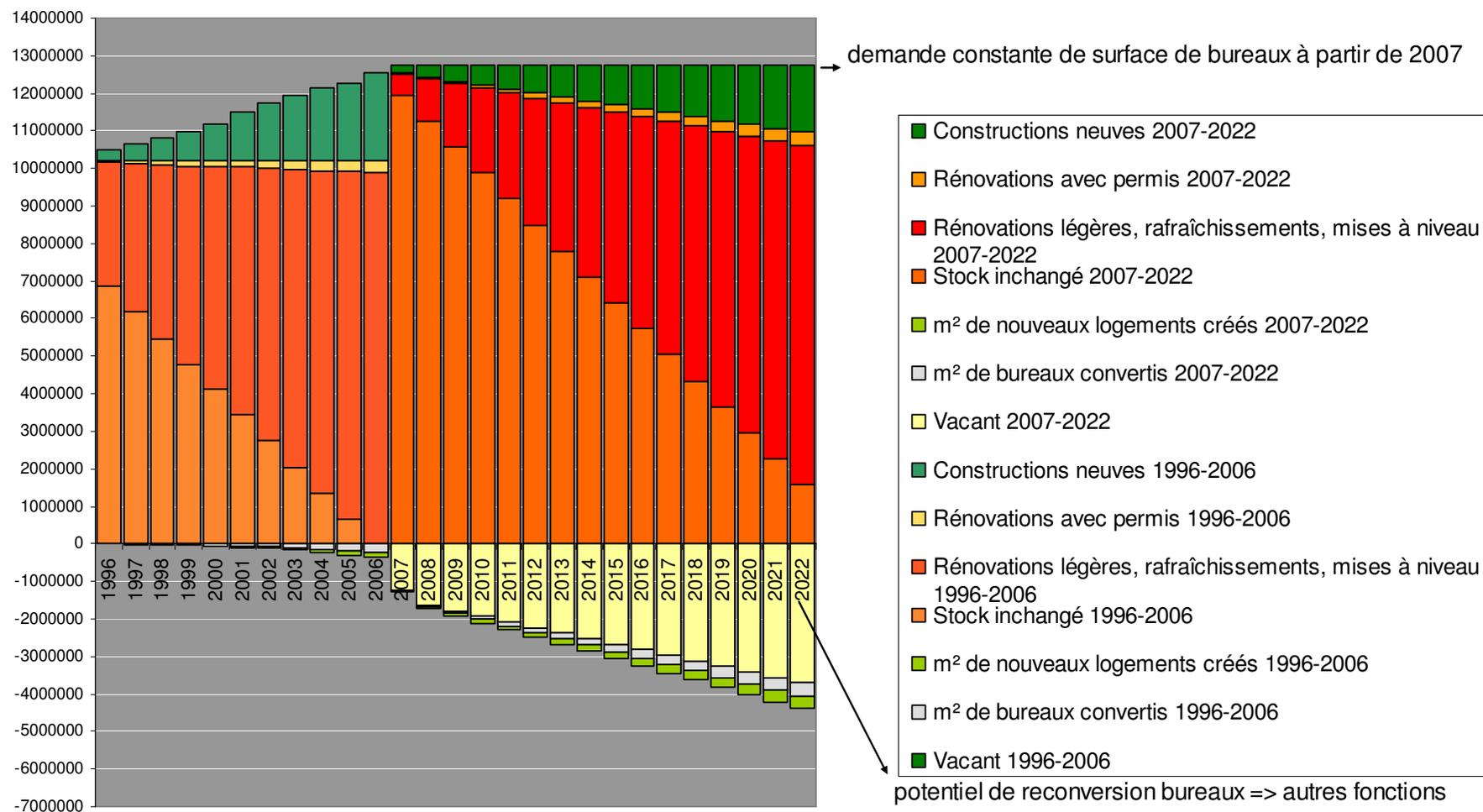


Tableau 21 – Evolution de la consommation d'énergie primaire des bureaux 1996-2022 – scénario de ralentissement du rythme de construction

Dans un marché concurrentiel comprenant des bâtiments obsolètes, y compris du point de vue énergétique, la conversion vers du logement n'est pas toujours la solution retenue par les investisseurs. Un bailleur préférera peut être baisser ses loyers plutôt que de se lancer dans la transformation de son bâtiment en logement sans garantie d'atteindre des standards énergétiques performants logements (plus exigeants).

Beaucoup de bâtiments des années '70 arrivent en fin de vie actuellement et la question de leur réutilisation se pose. Il est évident que cette période de construction ne fut pas la plus exigeante sur le plan énergétique.

Il est aujourd'hui important de construire des bâtiments dont la reconversion doit pouvoir s'envisager. Dans un marché dont l'évolution et la demande future sont incertaines, il est prudent de programmer une réutilisation des espaces construits pour une fonction précise vers d'autres fonctions après un certain laps de temps. Ce dernier pourrait être fixé à 15 ans (durée de vie moyenne aujourd'hui considérée par les acteurs du marché).

Si les bâtiments industriels (même sans y avoir programmé de conversion potentielle à la base) n'ont eu aucun mal à être réaffectés, il en est tout autrement pour les immeubles de bureaux. La complexité croissante des installations techniques les rendant très (trop) spécifiques à leur fonction.

3. ANALYSE TECHNIQUE ET ECONOMIQUE > BASSE ENERGIE / PASSIF

L'objectif de l'analyse consiste, au travers de valeurs de consommation de référence devant être atteintes, d'approcher les moyens à mettre en œuvre (coûts, matériaux, conception, ...).

3.1. MODALITES D'APPROCHE DU POTENTIEL D'APPLICATION DES PRINCIPES PASSIFS

Comme annoncé dans l'introduction, l'étude s'est concentrée sur l'analyse des logements existants et la question de l'amélioration de leurs performances thermiques à travers l'application des principes de la maison passive.

L'objectif consiste à travers les valeurs de consommation qui peuvent être atteintes selon la typologie et surtout pour aborder la manière d'y parvenir. En ce qui concerne les logements neufs et le secteur non-résidentiel, l'étude se réfère à l'appel à projets de Bruxelles-Environnement (IBGE).

3.1.1. Résidentiel existant : analyse approfondie des bâtiments existants à rénover – approche élaborée

L'analyse s'est portée sur 9 typologies de logements choisis en fonction de leur représentativité en Région de Bruxelles Capitale.

L'unité de base des analyses est constituée pour chaque typologie d'un logement pour un ménage, qu'il s'agisse de maisons unifamiliales ou d'appartements de tous types.

Sur chaque typologie, une série de mesures visant à réduire la consommation énergétique pour le chauffage du bâtiment en nous concentrant sur celles qui affectent l'architecture :

- 1) Les mesures « architectoniques » - celles agissant sur l'enveloppe du volume chauffé (isolation des toitures, murs, planchers, remplacement des châssis, étanchéité à l'air) ;
- 2) L'installation d'une ventilation mécanique contrôlée à double flux et récupération de chaleur ;
- 3) Le placement d'une chaudière à condensation.

Nous avons ainsi laissé de côté d'autres mesures plus « technologiques » telles que le recours aux énergies alternatives (solaire ou autre), la cogénération ... Ces mesures, bien que très intéressantes et bénéficiant actuellement de primes d'installation en nette augmentation ces derniers mois, ne visent pas à diminuer principalement la consommation de chauffage, critère d'évaluation dans notre étude.

Les mesures architectoniques ont suscité beaucoup d'attention. Il s'est avéré qu'un projet se résumant au préalable au rajout d'une petite couche d'isolation intérieure (6cm) peut vite faire apparaître une série de difficultés. Celles-ci ont fait l'objet d'études plus détaillées (v. détails techniques ci-dessous). Certains espaces étaient si compliqués à isoler qu'il a été choisi de ne pas les isoler, en les considérant parfois comme espace tampon hors de l'enveloppe chauffée. Il s'agit notamment des dalles de sol de rez-de-chaussée de maisons de type « bel étage » sans cave, où le plafond est trop bas que pour envisager de rajouter une couche d'isolant au-dessus du sol existant, et une démolition et reconstruction de cette dalle très délicate et onéreuse.

Les rénovations pour arriver à des standards passifs ou même basse énergie étant parfois très lourdes, nous avons choisi de conjuguer les mesures à prendre selon deux niveaux, ou parfois trois, d'intervention : un niveau « amélioration », un niveau « basse énergie » et, lorsque l'occasion se présentait, un niveau « passif ». La simulation du niveau intermédiaire était motivée par la recherche d'un optimum technico-économique plus abordable pour un plus grand nombre de ménages.

Le tableau ci-dessous reprend toutes les tâches qui ont été exécutées.

L'ensemble des analyses des typologies figure en annexe au présent document.

LOGEMENTS DE REFERENCE				ANALYSES																				
Caractérisation des typologies analysées				Base		Amélioration			Basse énergie			Passif			Economique et environnementale									
DESIGNATION	Description	Année de construction (année de rénovation)	TYPE	Niveau K d'origine	Niveau E actuel (PEB)	Consommations réelles	Niveau E (PEB)	Détails	Ponts thermiques	Niveau E (PEB)	Vérification PHPP	Détails	Ponts thermiques	Niveau E (PEB)	Vérification PHPP	Détails	Ponts thermiques	VMC double flux	METRE	ESTIMATION	Coût global	Energie grise	Commentaires	
Maison « Goldschmidt »	Maison bruxelloise	1939	Maison 2F 1919 - 1945																					
Maison du Logis	maison sociale-classée	1933 (2005)	Maison 2F 1919 - 1945																					
Maison « Cambre »	maison bel étage	1989	Maison 2F 1981 - 1991																					
Broustin 22	duplex dans ancienne maison	(1998)	Appartement < 1919																					
Brew-loft	loft 2 ^{ème} arrière	1905 (2006)	Bâtiment industriel < 1919																					
Comte de Flandres	appartement 5 ^{ème} gauche	1931 (2008)	Appartement 1919-1945																					
Cité Moderne	duplex 1.1.3/1.2.3	1922 - 1925	Appartement 1919-1945																					
Plasky	appartement 6 ^{ème}	1968	Appartement < 1970																					
Villas de Ganshoren	appartement social type 3ch	(2008)	Appartement < 1981																					

Explication des tâches réalisées :

Niveau E (PEB) : Calcul du niveau E et des consommations d'énergie de chauffage avec le logiciel PEB.

Vérification PHPP : Calcul des consommations d'énergie pour le chauffage avec le programme PHPP.

Détails : Recherche de détails pour s'assurer la continuité de l'isolation thermique, du freine vapeur et de l'étanchéité de l'enveloppe.

Ponts thermiques : Etude des ponts thermiques à l'aide du logiciel THERM et ajustement des détails en conséquence.

VMC double flux : Tracé de l'installation VMC en prenant en compte les conditions réelles de l'immeuble dans lequel est situé le logement.

Métré : Quantification des ouvrages contribuant à l'amélioration des performances énergétiques.

Estimation : Coût des travaux, TVA, primes, réduction fiscale, ...

3.1.2. Résidentiel neuf

L'application des principes « passifs » pour les bâtiments résidentiels neufs est réalisable dans tous les projets. Cependant, dans un contexte urbain, la question se posera certaines fois de savoir jusqu'à quel point (prix) le manque d'apport solaire du à une situation fort ombragée (rue et/ou intérieur d'îlot très étroits par exemple) peut être compensé par d'autres mesures telles qu'une isolation renforcée de l'enveloppe.

L'appel à projets a suscité l'éclosion de plusieurs projets sur le territoire de la Région Bruxelles Capital, sur lequel on compte, à ce jour, très peu de réalisations de ce type.

Un processus est donc en cours, basé sur l'expérience véhiculée par la « Plateforme Maison Passive » et son équivalent néerlandophone « Passiefhuis Platform », en ce compris l'élaboration de détails.

S'il est prématuré à l'heure actuelle d'en tirer des enseignements, il serait utile de l'accompagner et de l'évaluer pour le réorienter, si nécessaire, afin qu'une expérience pratique conséquente confirme la théorie.

Pour ces raisons, les valeurs de consommation de chauffage qui peuvent être atteintes, seront basées de manière théorique sur le standard « passif », à savoir 15kWh/m².an.

3.1.3. Non résidentiel

Un standard passif pour le tertiaire est en cours d'étude aujourd'hui. Les critères du standard passif résidentiel doivent en effet être adaptés car la consommation de chauffage n'est pas indicative de la performance globale d'un bâtiment de bureaux. Dans la présente étude, c'est la consommation d'énergie totale finale qui a été prise en compte. Celle-ci doit être inférieure à 42kWh/m².a pour que le bâtiment corresponde au standard passif tel que défini aujourd'hui. Le volet de la présente étude s'attachant à l'application des standards passifs aux bâtiments non résidentiels ne s'est appliqué qu'aux bureaux et selon une approche simplifiée : sans procéder à une simulation sur des exemples de bâtiments existants comme fait sur les logements, un niveau de consommation de bâtiments rénovés au niveau d'amélioration et de basse énergie a été appliqué au patrimoine existant en vue d'imaginer des scénarios à long terme. Ce niveau correspond respectivement à 115 kWh/m².a et à 188 kWh/m².a (voir explications au point 4.1.2.2.).

Tous les bureaux ne présentent pas le même potentiel de transformation vers le standard passif. Certains facteurs tels que la morphologie, le type d'enveloppe (mur rideau ou façade porteuse), l'équipement existant, les règles urbanistiques et le statut de bâtiment classé seront déterminants. Si le bâtiment est par exemple déjà équipé de faux-plafonds et de gaines pour le passage de techniques telles que la climatisation, il sera plus facile d'y installer une ventilation double-flux à récupération de chaleur, et s'il présente une façade-rideau, celle-ci peut être remplacée par une façade aux performances requises. Une caractérisation du parc immobilier de bureau sous l'angle constructif telle qu'établie dans cette étude pour les logements serait donc opportune afin d'évaluer ce potentiel.

En termes de travaux nécessaires, les interventions et les difficultés rencontrées s'apparentent à celles simulées sur les typologies de logement étudiées en annexe : problèmes spécifiques de lumière, grande profondeur, équipements. Il est cependant possible que la question de retourner au gros-œuvre ou de démolir le bâtiment se pose plus souvent.

D'autre part, vu la vitesse d'obsolescence des surfaces de bureaux sur le marché et le rythme actuel soutenu de construction de surfaces neuves en RBC, il serait approprié de penser la transition vers d'autres fonctions et en particulier le logement dès la construction notamment en adaptant la profondeur et la hauteur sous plafond des plateaux ainsi que l'espacement entre les gaines verticales.(voir point 2.1.4.)

3.2. PERFORMANCES ATTEINTES

A 0 à 15 kWh/m² **B** 16 à 60 kWh/m² **C** 61 à 80 kWh/m² **D** 81 à 110 kWh/m² **E** 110 à 150 kWh/m² **F** 151 à 200 kWh/m² **G** 201 à 250 kWh/m² **H** > 250 kWh/m²

IDENTIFICATION DES BATIMENTS		PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES				FORME				U DES PAROIS				Ponts thermiques	
Désignation	Typologie	Hypothèse	K	E	Chauffage (kWh/m ² .an)	Volume protégé (m ³)	Surface de déperdition (m ²)	Compacité	Surface utile (m ²)	U _{toits} (W/m ² .K)	U _{murs} (W/m ² .K)	U _{fenêtres} (W/m ² .K)	U _{sols} (W/m ² .K)		
Maison « Goldschmidt » (maison bruxelloise)	Maison 2F < 1945	Situation d'origine	K177	-	-	319	203	1,57	132	2,17	1,46 à 2,57	5,11	2,24 à 3,61		
		Situation actuelle	K177	E296	387,9	"	"	"	"	"	"	"	"	"	
		Amélioration	K61	E74	101,2	297	192	1,55	113	0,35	0,52 à 0,58	1,69	0,56 à 3,61	*	
		Basse énergie	K53	E58	59,0	304	204	1,49	"	0,18	0,24 à 0,42	"	0,45 à 3,61	*	
Maison du Logis (maison sociale-classée)	Maison 2F < 1945	Situation d'origine	K159	-	-	395	241	1,59	138	2,18	1,85 à 2,92	3,07 à 4,94	2,06 à 4,13		
		Situation réelle	K131	E231	349	"	"	"	"	0,73	"	"	"		
		Amélioration	K70	E90	98,5	"	"	"	"	0,44	0,52 à 0,95	1,55 à 1,99	0,53 à 0,81	*	
		Basse énergie	K44	E77	58	"	"	"	"	0,20	0,26	0,83 à 1,20	0,18 à 0,39	*	
Maison « Cambre » (maison bel étage)	Maison 2F < 1991	Situation actuelle	K68	E159	187	709	354	2,00	253	0,40 à 0,51	0,21 à 3,15	2,09 à 2,23	0,64 à 1,51		
		Amélioration	K43	E85	80	"	"	"	"	0,30 à 0,40	0,26 à 0,53	1,47 à 1,84	0,50		
		Basse énergie	K37	E64	47,1	"	"	"	"	0,19 à 0,26	0,23 à 0,43	1,42 à 1,66	0,33 à 0,34		
Broustin 22 (duplex dans ancienne maison)	Appartement < 1919	Situation actuelle	K76	E108	138,42	622	189	3,28	142	0,45	0,62 à 2,42	1,81	0,78 à 2,19		
		Basse énergie	K51	E48	46,39	"	"	"	"	0,18	0,19 à 2,00	0,78	0,34 à 2,19		
Brew-loft (loft 2 ^{ème} arrière)	Bâtiment industriel >1919	Situation d'origine	K134	-	-	508	498	3,97	161	0,59 - 1,28	2,14 - 2,24	4,95	1,17		
		Situation actuelle	K65	E126	136	"	"	"	"	0,59 - 1,28	0,56 - 0,58 - 2,24	3,21	1,17		
		Basse énergie	K30	E56	37	"	"	"	"	0,24 - 1,28	0,26 - 0,37 - 0,58	1,83	0,30	*	
		Passif	K26	E30	12,76	"	"	"	"	0,24 à 0,31	0,14 à 0,18	0,80	0,30	*	
Comte de Flandres (appartement 5 ^{ème} gauche)	Appartement 1919-1945	Situation d'origine	K134	-	-	456	312	1,46	102	0,40	0,64 à 3,11	4,95	1,08		
		Situation actuelle	K55	E111	191,14	"	"	"	"	0,13	0,26 à 3,11	2,14	"		
		Basse énergie	K29	E48	60	"	"	"	"	"	0,26 à 0,84	1,24	0,44		
La Cité Moderne (duplex 1.1.3/1.2.3)	Appartements 1919-1944	Situation d'origine	K164	-	-	500	265	1,88	160	1,24	1,80 à 2,14	4,58 à 5,03	0,95		
		Amélioration minimum	K146	E212	314	"	"	"	"	0,21	"	"	"		
		Amélioration	K45	E70	68	"	"	"	"	"	0,45 à 0,70	1,51 à 1,77	0,26		
		Basse énergie	K34	E57	49	"	"	"	"	0,12	0,25 à 0,70	"	"		
Plasky (appartement 6 ^{ème})	Appartement < 1970	Situation d'origine	K149	E289	-	253	68	3,72	76	1,05	2,60 à 3,20	5,04	0,91		
		Amélioration	K62	E98	66,80	"	"	"	"	"	0,50 à 0,59	1,96	0,91		
		Basse énergie	K56	E87	46,40	"	"	"	"	"	0,23 à 0,47	1,96	0,91		
Villas de Ganshoren (appartement social 3ch)	Appartement < 1981	Situation d'origine	K131	E282	265,95	229	90	2,54	89	1,99	0,90 à 1,26	5,11	1,49		
		Situation intermédiaire	K78	E182	113,12	"	"	"	"	"	0,66 à 1,26	2,48	"		
		Basse énergie	K22	E138	39,30	"	"	"	"	"	0,18 à 1,26	0,78	"	*	
		Passif	K30	E100	13,33	"	"	"	"	"	"	0,88	"	*	

3.3. DIFFERENCES ENTRE CONSOMMATIONS CALCULEES ET REELLES

Analyse PEB / vérification PHPP / consommations réelles: divergences : « situation actuelle »

DESIGNATION	TYPE	Année de construction (année de	Hypothèse	Besoin annuel de chauffage calculé		Consommations annuelles réelles			Ref.	Défi	Audit
				PEB [kWh/m².an]	PHPP [kWh/m².an]	normalisée ²¹ [kWh/m².an]	facturée (*) [kWh/m².an]	Remarques			
Maison « Goldschmidt » (maison bruxelloise)	Maison 2F < 1945	1939	Actuelle	388	291	-	-		143		
			Amélioration	101	-	-	-				
			Basse E.	59	66	-	-				
Maison du Logis maison sociale-classée	Maison 2F 1919 - 1945	1933 (2005)	Actuelle réelle	221		163	134	Mars 2005 à mars 2007 (***)	143		
			Actuelle	349	243	258	212	Extrapolation : rapport toujours identique consommation réelle (163) et consommation PEB (221) = 74%			
			Amélioration	99	93	73	60				
			Basse E.	58	45	43	36				
Maison « Cambre » (maison bel étage)	Maison 2F < 1991	1989	Actuelle	187	90	-	-		108		
			Amélioration	80	45	-	-				
			Basse E.	47	28	-	-				
Broustin 22 duplex dans ancienne maison	Appartement < 1919	(1998)	Actuelle	138	136	134	110	09/1999 à 01/2007	139		
			Basse E.	46	61	-	-				
Brew-loft loft 2 ^{ème} arrière	Bâtiment industriel < 1919	1905 (2006)	Actuelle	136	163	-	-		139		
			Basse E.	37	47	-	-				
			Passive	13	19	-	-				
Comte de Flandres (appartement 5ème gauche)	Appartement 1919-1945	1931 (2008)	Actuelle	-	300	-	-		143		
			Amélioration	191	116	-	-				
			Basse E.	60	56	-	-				
Cité Moderne duplex 1.1.3/1.2.3	Appartement 1919-1945	1922 - 1925	Amélioration minimum (**)	314	339	225	195	Moyennes de 03/1999 à 2000 pour 16 / 27 appartements	143		
			Amélioration	68	75	-	-				
			Basse E.	49	41	-	-				
Plasky appartement 6 ^{ème}	Appartement < 1970	1968	Actuelle	331	172	-	-		154		
			Amélioration	67	63	-	-				
			Basse E.	46	55	-	-				
Villas de Ganshoren appartement social type 3ch	Appartement < 1981	(2008)	Amélioration	113	-	-	-		108		
			Basse E.	39	-	-	-				
			Passive	14	-	-	-				

²¹ Les années de facturation ayant été particulièrement chaudes, la valeur normalisée est supérieure à la valeur relevée. Voir aussi point 4.2.2.2.

1m³ de gaz = 10,1493 kWh

(*) Après déduction de 100 m³ de gaz par personne pour l'eau chaude sanitaire et de 120 m³ de gaz par logement pour la cuisinière.

(**) Hypothèse la plus proche de la situation dans laquelle les consommations ont été relevées

(***) Maison du logis = une partie des besoins en chauffage a été couverte par un poêle à bois

Cité Moderne : pas de données pour le logement étudié (nouvelle configuration)

Divergences entre les calculs et la réalité :

- Degré jours réels inférieurs à la normale, donc consommation réelle moindre
- Le confort est moindre que celui pris en compte par le calcul, pour des raisons de privation suite à un revenu trop faible, ou parce que l'occupation réelle du bâtiment en termes de temps (rythmes journaliers et saisonniers) et d'espace (besoins en apports de chaleur non uniformes d'une pièce à l'autre) n'a pas rendu le niveau de confort théorique nécessaire.

3.4. L'ENVELOPPE

Une fois les mesures d'amélioration d'isolation thermique des différentes parties de l'enveloppe simulées au moyen du programme PEB, nous avons vérifié leur mise en œuvre sur plan (en chambre) par l'élaboration de détails techniques. L'enjeu de notre étude portant plus particulièrement sur la rénovation, et chaque typologie analysée ayant ses propres particularités architecturales, beaucoup de ces différents détails durent être développés et ont fait l'objet de discussion avec d'autres professionnels dans le bâtiment, en particulier dans le domaine de la rénovation basse énergie / passive. Le domaine de la rénovation énergétique de bâtiments n'étant qu'à ses prémises, et l'élaboration d'un détail technique n'étant pas uniquement du ressort des sciences exactes - nécessitant une certaine expérimentation sur le terrain - les détails techniques proposés ci-dessous, bien qu'élaborés dans un souci de réalisme, ne sont qu'une base de réflexion nécessitant encore d'être validés une fois confrontés à la réalité du terrain.

Les points sensibles relevés sont surtout dus aux ponts thermiques et à des problèmes de condensation dans les murs.

Les ponts thermiques néfastes du point de vue thermique - perte locale de chaleur (linéaire ou ponctuel) - et du point de vue hygrométrique - condensation dans les murs (voir plus bas) - sont occasionnés à des endroits de l'enveloppe bien connus dans la profession : linteau, balcon, jonction dalle ou mur de refend avec le mur de façade, pied de toiture à versants, etc.

L'humidité sur ou dans les murs, due à la condensation de la vapeur d'eau entrant en contact avec une paroi froide, occasionne l'apparition de moisissures ou la détérioration rapide d'éléments de structure tels que les gîtes de plancher en bois à l'endroit de l'encastrement dans les murs. Ces deux cas de figure ont des origines - mauvaise ventilation, détérioration de l'étanchéité, absence de pare-vapeur, malfaçons, ... - qui peuvent engendrer différents degrés d'interventions - démolition et reconstruction de la structure, réfection de l'étanchéité, ... - qui peuvent être onéreuses mais indispensables pour la pérennité du bâtiment.

Dans ces deux cas, il est malheureusement à noter que plus épaisse sera l'isolation, plus le pont thermique et ses conséquences seront importants, et plus substantielles devront donc être les interventions ultérieures.

Voici donc présentés et/ou décrits les principaux éléments constructifs des scénarios de rénovation basse énergie et/ou construction passive. L'accent étant mis sur les détails de mise en œuvre d'amélioration des performances d'isolation thermique et d'étanchéité à l'air de l'enveloppe en fonction des typologies présentes en Région Bruxelles Capitale.

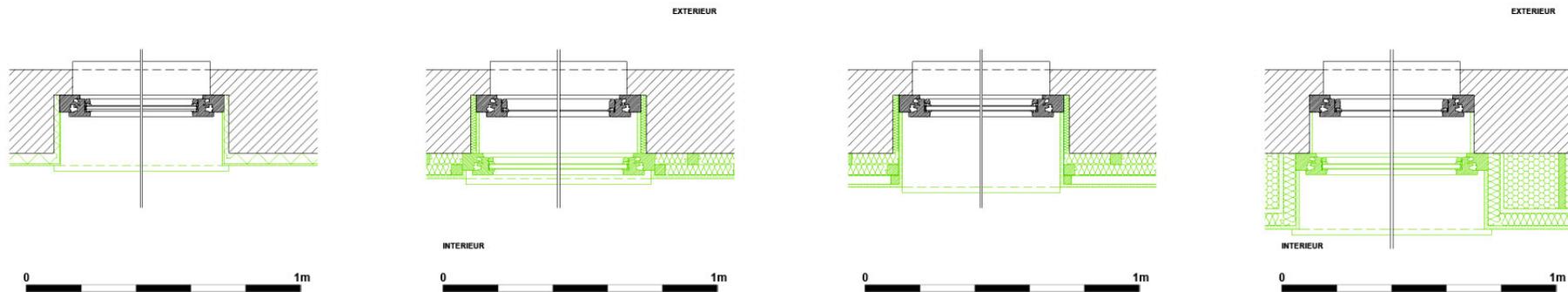
<u>Coeff. U maximum</u>	<u>Niveau Basse Energie</u>	<u>Niveau Supposé Passif</u>	Niveau PEB ²²
Mur extérieur	0,3 W/m ² .K	0,12 W/m ² .K	0,4 W/m ² .K
Fenêtres	1,5 W/m ² .K	0,8 W/m ² .K	2,5 W/m ² .K
Toitures	0,2 W/m ² .K	0,11 W/m ² .K	0,3 W/m ² .K
Dalle de sol	0,35 W/m ² .K	0,12 W/m ² .K	0,4/0,6 W/m ² .K

3.4.1. Isolation de l'enveloppe par l'intérieur

Ce procédé délicat d'amélioration peut avoir de mauvaises conséquences en ne prenant pas suffisamment en compte les ponts thermiques et l'hygrométrie du mur. La bonne pratique veut qu'au fur et à mesure que l'on va vers les couches externes du mur, on s'ouvre de plus en plus à la vapeur d'eau - afin de permettre à la condensation interne de pouvoir ressortir vers l'extérieur et au mur de respirer. La pose correcte d'un pare- ou freine-vapeur - pare-vapeurs intelligents - avant l'isolation est donc indispensable pour garantir la bonne santé du mur - les précautions d'usage sont aussi de veiller à ne pas le percer ou interrompre sans quoi son utilité se verrait annulée. Néanmoins, certains fabricants d'isolant - type fibre de bois - garantissent, sans pose de pare-vapeur, un bon comportement du mur pour une épaisseur allant jusqu'à 6cm. Au-delà de cette épaisseur, toutes précautions doivent donc être prises afin d'éviter à la vapeur d'eau de rentrer en contact avec le mur et condenser. Ceci s'explique par le fait que le mur n'est plus réchauffé par l'intérieur et que donc le point de rosée - responsable de la condensation - se voit rabattu vers l'intérieur, avec les conséquences négatives connues à éviter.

Bruxelles, comme d'autres villes, est confrontée à l'alignement des façades à rue ou à l'aspect esthétique de celles-ci. Il sera donc généralement nécessaire d'agir par l'intérieur, du moins pour cette partie-là de l'enveloppe.

²² Selon l'Ordonnance sur la performance énergétiques et le climat intérieur des bâtiments entrant en vigueur le 2 juillet 2008

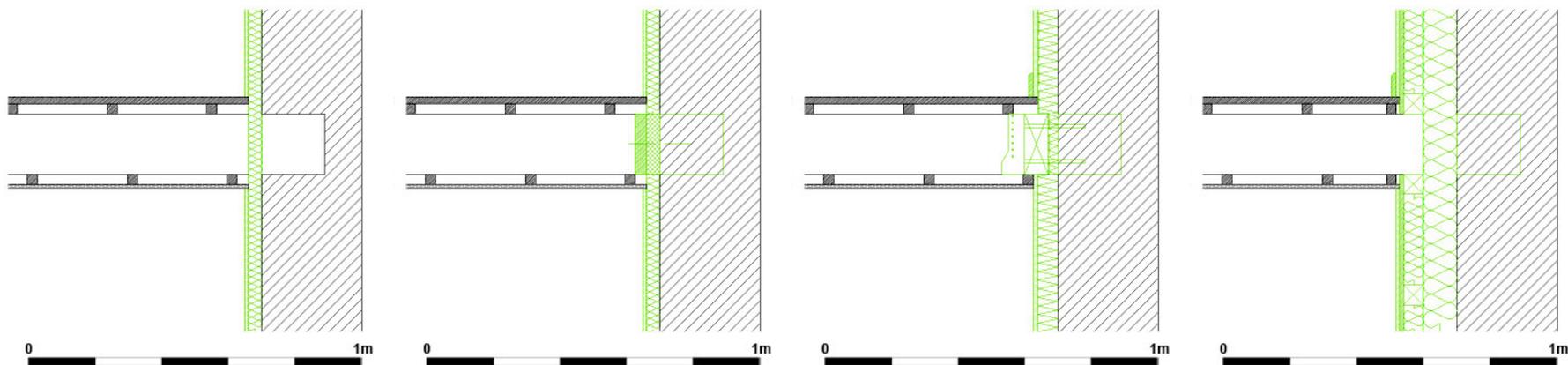


Raccords des planchers et du mur de façade :

- Planchers en bois :

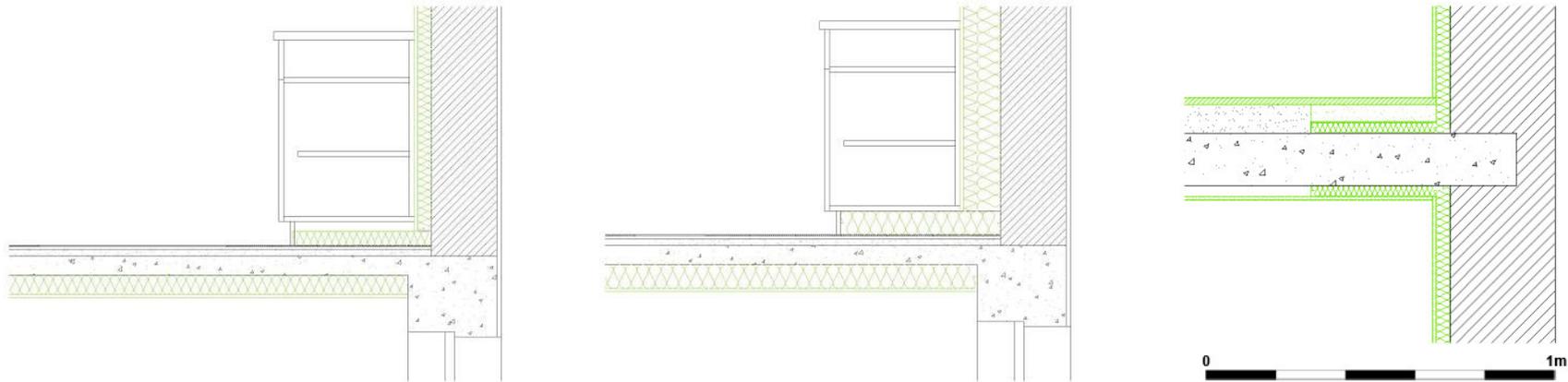
L'avantage du plancher en bois sur la dalle en béton est qu'il est possible de réduire considérablement le pont thermique en prolongeant l'isolant le long des gîtes entre les deux niveaux. L'inconvénient est que l'appui de ces gîtes en devient très fragilisé car le pont thermique restant s'y concentre, le bois étant environ quatre fois moins isolant que l'isolant présent autour et se trouvant, encastré dans le mur, plus près de l'environnement extérieur. La vapeur d'eau, transperçant plus facilement le barrage du freine- ou pare-vapeur à cet endroit aura tendance à s'y condenser, engendrant les conditions favorables à la pourriture de la gîte en bois en un point critique : son appui.

La solution à ce problème - intervention délicate mais gage d'une réalisation plus saine - est de couper le gîtage avant son appui dans le mur, de manière à le faire reposer sur une poutre filière intermédiaire, elle-même fixée au mur, voire sur l'ossature du doublage isolant.



- Dalles en béton / éléments de maçonnerie :

Le froid peut considérablement entrer par le raccord d'une dalle en béton sur un mur de façade. Etant rarement envisageable d'interrompre la dalle existante en lui procurant un nouvel appui le long du mur, il a été, dans la mesure du possible, choisi de prolonger l'isolant intérieur le long de cette dalle sur une certaine longueur, diminuant ainsi le pont thermique. Il n'est pas toujours évident de le faire de manière « cachée » (sous un meuble de cuisine, dans le plan de la chape (v. détails ci-dessous)), et un peu de créativité architecturale est parfois nécessaire pour intégrer ce retour d'isolant dans un mobilier ou un agencement « ad hoc ».

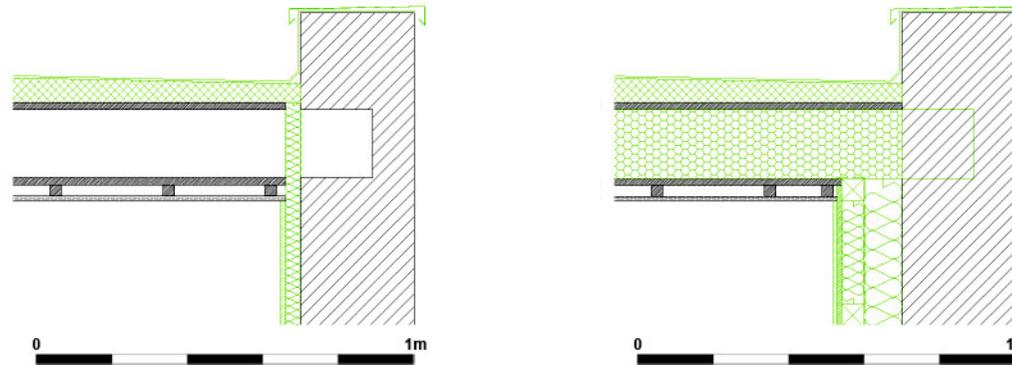


Remarque : la solution de droite implique un faux-plafond.

Raccords des toitures et du mur de façade :

- Toitures plates

Le raccord d'une toiture plate en charpente bois suivra les mêmes précautions que le cas du raccord d'un plancher en bois avec le mur de façade. Pour ces mêmes raisons de condensation aux endroits de l'encastrement des gîtes dans le mur, on interviendra de la même manière avec toute l'attention qu'il se doit à isoler la tête des gîtes et à poser correctement le pare- ou freine-vapeur. Le tout en s'assurant de la continuité de l'isolation entre la partie verticale (le mur) et horizontale (la toiture) en passant entre le gîtage. Cela peut également donner lieu à une réfection de l'étanchéité de la toiture ainsi que de l'évacuation des eaux pluviales.



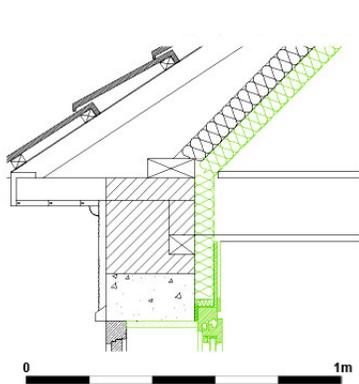
- Toitures inclinées

Le raccord du bas de versant d'une toiture avec le mur de façade est un lieu complexe où beaucoup d'éléments interviennent, et peut être délicat à gérer lorsque le plancher, souvent en bois, rencontre la façade au même endroit. Les appuis des gîtes y seront sujets aux mêmes risques que dans le cas du raccord d'un plancher à la façade, mais leur manipulation sera ici compliquée de la présence de la sablière et du bas des chevrons avec lesquels elles forment la structure de la charpente, jouant le rôle de l'entrait. En revanche, selon les configurations, la tête de ces gîtes pourra se trouver, comme dans la maison du Logis²³ (v. détail ci-dessous), au niveau de la corniche, dans un lieu plus ventilé que dans le cas de l'appui de planchers vu ci-dessus, et l'option peut être envisagée de ne pas couper le bout des gîtes car la vapeur d'eau condensée aura l'occasion de s'évaporer.

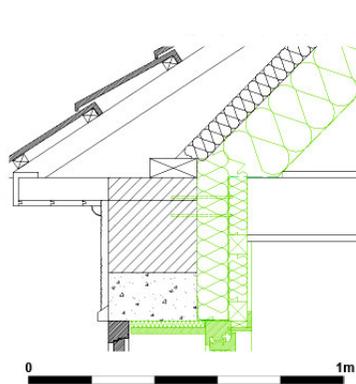
Il est à noter que l'isolation d'une toiture inclinée existante peut elle-même être problématique et susciter une réflexion plus approfondie, comme le montre l'exemple de la maison « Goldschmidt »²⁴ : la situation intermédiaire, visant à réduire les coûts dans la mesure du possible, prévoyait de conserver la toiture existante et de simplement rajouter une couche d'isolation par l'intérieur. Suite à une analyse plus poussée la réfection de la couverture de toiture s'est avérée incontournable afin d'éviter une situation d'isolation contre la sous-toiture souple existante, celle-ci pouvant comprimer celle-là contre les lattes à tuile existantes et empêcher l'écoulement libre des eaux de pluie éventuellement présentes. Le cas de la maison du logis, quant à lui, présente une nouvelle contrainte : il s'agit d'une maison classée. Le rehaussement de la toiture en vue du placement d'un complexe de sous-toiture satisfaisant est envisageable mais délicat du point de vue du patrimoine, et le placement d'un isolant supplémentaire par l'extérieur est impossible. Les situations projetées envisagent des transformations en deux phases : d'abord une isolation par l'intérieur de la toiture, ensuite une intervention extérieure à impact visuel limité afin de placer une nouvelle sous-toiture et contre-lattage sous les lattes à tuile.

²³ Exemple étudié dans le cadre de cette étude (voir annexe au rapport final de cette présente étude)

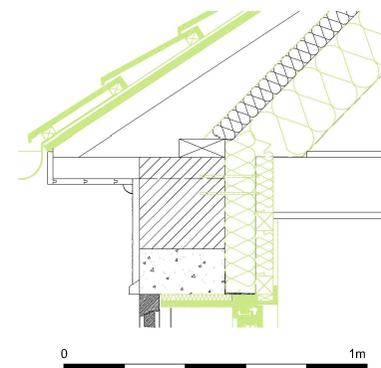
²⁴ Idem.



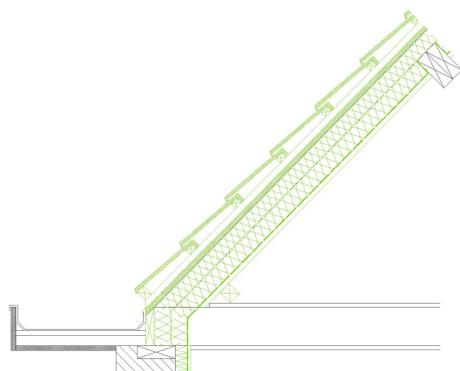
Maison du Logis : Détail situation intermédiaire



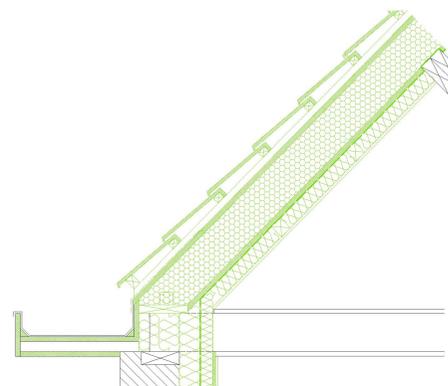
Maison du Logis : Détail situation « Basse Energie »
Situation provisoire avant réfection de la toiture



Maison du Logis : Détail situation « Basse Energie »
Situation définitive



Maison « Goldschmidt » : Détail situation intermédiaire



Maison « Goldschmidt » : Détail situation « Basse Energie »

Raccord d'un mur intérieur et d'une partie de l'enveloppe du volume chauffé (mur de façade ou dalle de sol) :

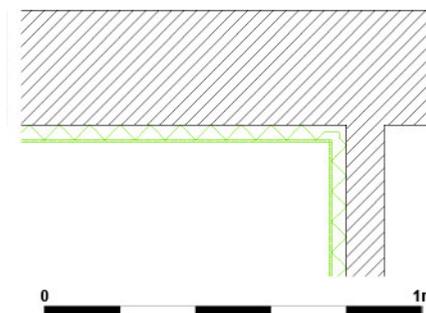
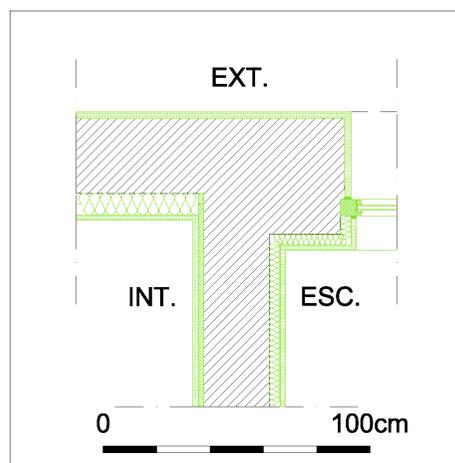
Le pont thermique occasionné par le raccord d'un mur intérieur et d'un mur de façade ou d'une dalle de sol est similaire à celui d'une dalle avec un mur de façade, à la différence que l'épaisseur des murs est parfois plus faible que celle d'une dalle, relativisant alors l'impact du pont thermique. Lorsqu'il s'agit d'une cloison légère, le pont thermique est plus négligeable, et peut être plus facilement éliminé en isolant cette cloison ou en l'interrompant.

Le pont thermique d'un mur maçonné peut être résolu de la même manière que pour la dalle en béton : en l'interrompant - bien que moins délicate que l'interruption d'une dalle avant un mur au niveau de son appui. Cette intervention reste compliquée par le fait qu'il est en général préférable de maintenir la

cohérence structurelle entre murs de façades et de refend. L'autre solution est de prolonger l'isolation intérieure le long du mur de refend sur une certaine distance, l'intégrant - pourquoi pas - dans un détail architectural ou de mobilier ou encore en l'appliquant jusqu'au bout de la paroi, au gré des configurations de l'espace.

Raccord du mitoyen et d'une partie de l'enveloppe du volume chauffé

Ce pont thermique doit s'éliminer en prolongeant l'isolation des murs de façade sur le mitoyen, de la même manière que pour le raccord d'un mur intérieur et d'une partie de l'enveloppe du volume chauffé.



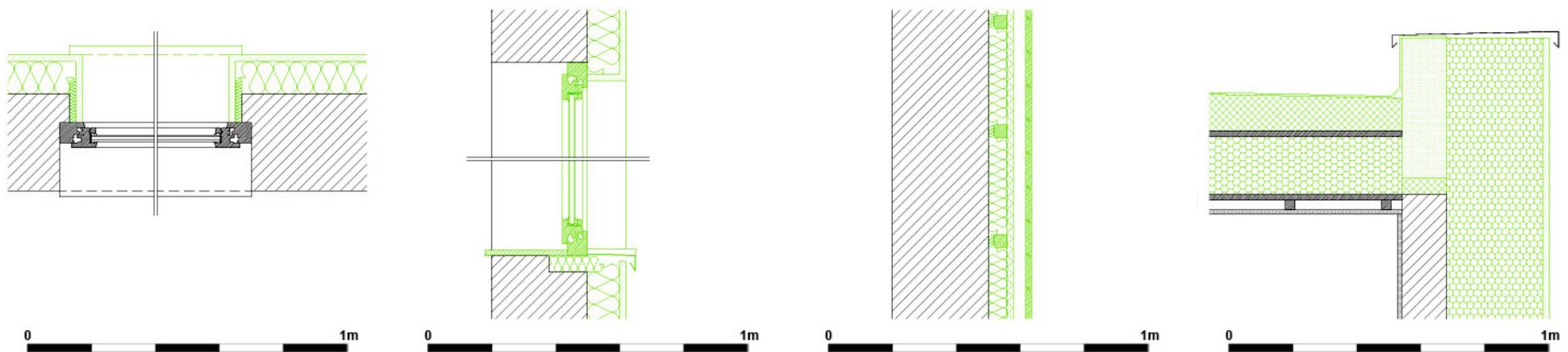
3.4.2. L'isolation de l'enveloppe par l'extérieur

L'isolation par l'extérieur sera plus souvent réalisable en intérieur d'îlot, là où les problèmes d'empiètement de la façade dans le domaine public et de conservation du patrimoine sont moins présents.

Dans l'isolation par l'extérieur nous incluons également les interventions sur les murs à coulisses où il est possible d'éliminer le parement et l'éventuelle isolation existante- souvent défectueuse par endroits ou détériorée, afin de les remplacer par la nouvelle couche d'isolation extérieure avec crépi ou bardage, tout en économisant de l'épaisseur de mur (v. projet « Cambre »).

L'isolation extérieure, plus facile de mise en œuvre et sujette à moins de pathologies que l'isolation intérieure, est nettement plus évidente.

Nous signalerons cependant certains points sensibles, tels que le raccord d'un mur isolé par l'extérieur avec un mur, une dalle ou un plafond isolé par l'intérieur, qui nécessitera que les deux isolants se chevauchent pour diminuer l'impact du pont thermique, ou le raccord d'un balcon existant. Ce dernier cas de figure est très difficile à résoudre et ne pourrait s'envisager de manière idéale qu'en reconstruisant les balcons sur base d'une nouvelle structure totalement indépendante, solution de toute évidence peu accessible.



Crépis sur isolant en gardant le châssis existant. (vue en plan)

Crépis sur isolant + emplacement du châssis existant. (vue en coupe)

Finition en bardage bois (ou similaire)

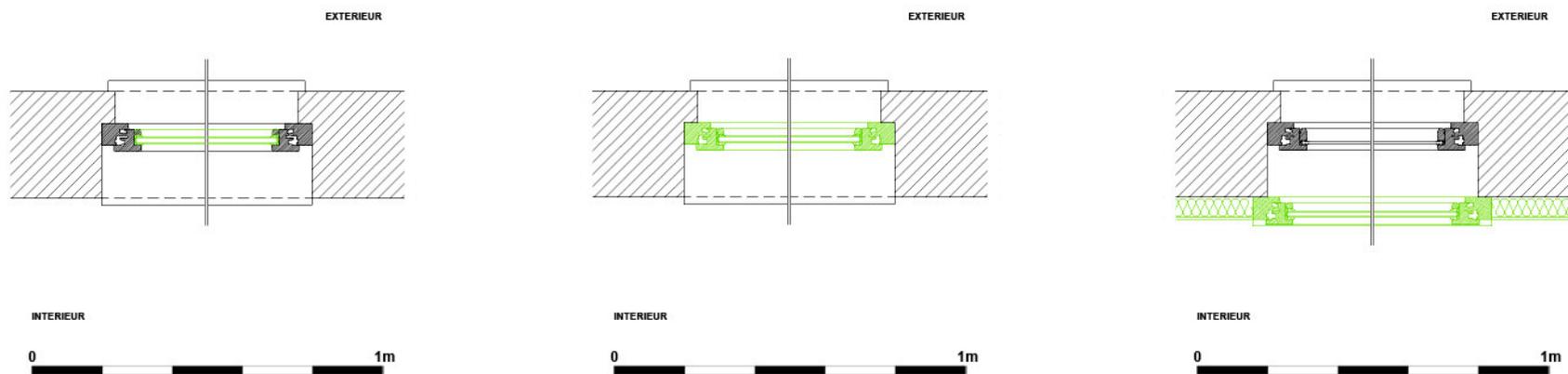
Réfection du mur d'acrotère d'une toiture plate (prolongement du mur porteur de façade par une maçonnerie en béton cellulaire)

3.4.3. Les châssis

L'amélioration des performances thermiques des châssis peut se faire selon différents scénarios suivant leur contexte - façade classée, châssis remarquable, ... -, leur état et les possibilités techniques qu'ils offrent -, etc.

- Pose d'un vitrage thermiquement plus performant: Pour cela, le châssis doit être dans un état qui permet sa réfection et la pose de ce nouveau vitrage qui est généralement plus épais. L'avantage, en dehors du coût, est que l'on garde la menuiserie existante et donc le caractère originel de la façade. L'inconvénient est que l'on est limité dans les performances thermiques.
- Pose d'un nouveau châssis : Le châssis est ici à un stade trop avancé que pour être restauré et amélioré. Le remplacement des châssis peut être un poste lourd dans le budget de travaux de transformation mais offre l'avantage de pouvoir aller plus loin dans les performances - matériaux bois, PVC, aluminium, ... en double ou triple vitrage. - La solution du triple vitrage n'a été envisagée que dans le cas du scénario 'supposé' passif.
- Pose d'un châssis complémentaire : Par soucis techniques et esthétiques, les deux solutions précédentes s'avèrent parfois impossible, reste la pose d'un nouveau châssis du côté intérieur du mur. Solution très efficace thermiquement et acoustiquement, elle n'est cependant possible que si l'embrasure intérieure de la fenêtre le permet. L'avantage est que l'on conserve ainsi le caractère de la façade et que ce second châssis ne doit pas posséder les mêmes performances que s'il avait été posé seul.

De manière générale, on tend à ce que le châssis soit posé dans le plan de l'isolation ou au plus près.



Pose d'un vitrage thermiquement plus performant

Pose d'un nouveau châssis

Pose d'un châssis complémentaire

3.5. LA CHAUDIERE

Selon l'enquête socio-économique générale de l'INS faite en 2001, 29% des logements étaient encore chauffés au mazout en 2001, contre 65% au gaz naturel, le reste de la répartition du parc utilisant l'électricité (4%), le charbon (0,9%) ou un autre combustible (1,2%).

Nous avons opté dès la simulation de rénovation « intermédiaire » d'un logement pour le placement d'une chaudière à condensation et un raccordement au gaz lorsqu'il n'était pas encore raccordé. Le passage du rendement d'une chaudière ancienne et peu efficace (75 à 85% sur PCI) au rendement d'une chaudière à condensation au gaz (105% sur PCI) réduit la consommation de manière quasi proportionnelle, et est donc une mesure de la première efficacité. Notons qu'une chaudière à condensation au mazout est plus chère, ne peut offrir le même rendement (de l'ordre de 93% seulement), et exige un surdimensionnement des corps de chauffe dû à la température de retour assez basse (40°C). De plus le kWh de mazout est aujourd'hui plus cher que celui de gaz, et source de plus d'émissions de CO₂.

Spécifications EPB	Type d'appareil	Vecteur énergétique	Rendement (*)	Température d'entrée (**)
	Chaudière normale	Gaz naturel	94%	30°C
	Chaudière à condensation	Gaz naturel	105%	30°C

(*) Rendement à 30% de charge (par rapport au pouvoir calorifique inférieur (PCI))

(**) Température d'entrée de la chaudière lors d'un test à une charge partielle de 30%

3.6. LA VENTILATION

L'installation d'une ventilation mécanique contrôlée à double flux et récupération de chaleur diminue considérablement la consommation du logement, c'est pourquoi nous l'avons privilégiée là où la configuration de celui-ci le permettait. Son installation est cependant compromise dans les cas de logements déjà forts exigus, ou d'espace inapproprié au passage de nouvelles gaines (immeubles à ossature en béton dans lesquelles des poutres importantes sont à traverser, gaines empiétant trop largement sur l'espace,...). En revanche des anciennes canalisations de cheminées, pour autant qu'elles soient suffisamment droites et praticables, ainsi que des planchers en bois sont bienvenus pour y faire passer une conduite de ventilation. L'adaptabilité de tels systèmes est à considérer au cas par cas selon la configuration de chaque habitation.

Les bâtiments existants en situation d'origine sont considérés comme ventilés naturellement (Système A), tandis qu'en situations améliorées et passives, la ventilation mécanique contrôlée avec récupération de chaleur a été appliquée systématiquement (Système D).

Système

Energie consommée

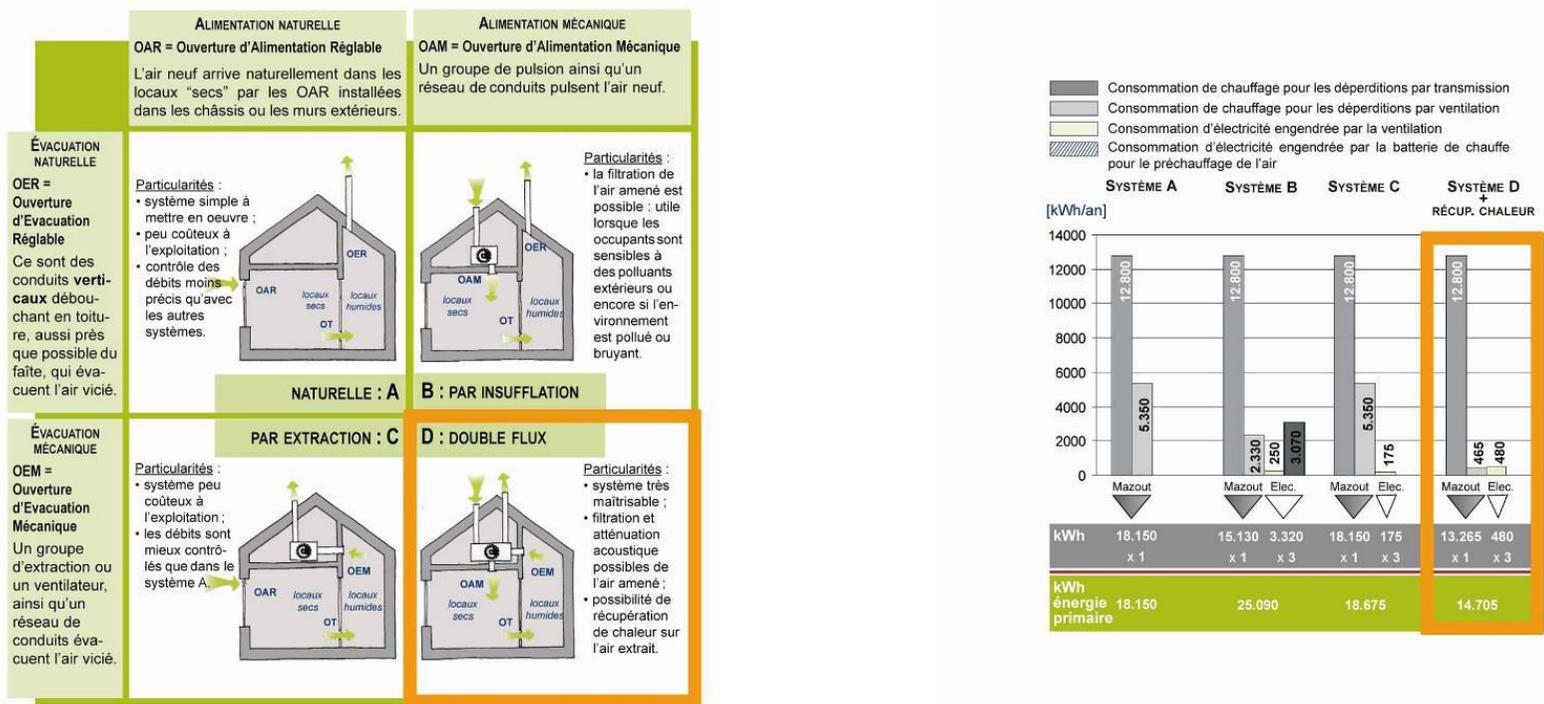


Figure 9 – Construire avec l'énergie ... naturellement : « Pour une amélioration de la performance énergétique des logements neufs », 2004, Région Wallonne.

Spécifications EPB

Type d'appareil

Rendement Thermique selon EN 308

Ventilation Mécanique Contrôlée

0,88

3.7. COMPETENCES ET SAVOIR-FAIRE

La rénovation énergétique d'un bâtiment requiert des compétences particulières tant au niveau de la conception que de la réalisation.

1 : L'architecte : Conception le plus en amont possible.

L'application des principes passifs fait avant appel aux compétences de l'architecte. Ce dernier et plus généralement l'équipe de conception, doivent intégrer ces principes dès les prémisses du projet. Cela suppose que l'architecte possède les compétences suivantes :

- Concevoir des détails techniques assurant la continuité de l'isolation thermique, de l'éventuelle pare- ou freine-vapeur et de l'étanchéité à l'air ;
- Contrôler l'exécution de ces points exigeant une attention particulière (étanchéité à l'air, continuité du pare-vapeur, ...) ;
- Installer le système de ventilation mécanique contrôlé dans l'espace en continuation avec les équipements techniques ;
- Capacité d'évaluer au moyen de logiciels appropriés les performances énergétiques et d'adapter le projet en conséquence ;
- Tirer parti des contraintes et les transformer en opportunités ;
- Veiller à ce que l'amélioration thermique ne compromette pas les qualités esthétiques et d'usage de l'architecture ;
- Coordination spatiale et temporelle des ouvrages principaux et des travaux connexes (déplacement de radiateurs, prises électriques, ...).

2 : L'entreprise : Savoir-faire, habilité.

- Capable de réaliser les travaux principaux et connexes (déplacement de radiateurs, prises électriques, ...) ;
- Soins particulier (continuité isolation et étanchéité à l'air, coupure de plancher, ...)
- Souplesse dans ses interventions, parfois ponctuelles, dans des logements encore habités, parfois pour des travaux limitées ;
- Inventivité et ouverture : résolution d'imprévus sans pour autant paralyser le chantier et sans conflits architecturaux (détails inadapté).

Dans tous les cas, la rénovation énergétique, tout comme le secteur de l'éco-construction qui y est souvent associé, sont des marchés en devenir en Région de Bruxelles-Capitale. Le nombre d'entrepreneurs, d'ouvriers et d'architectes formés à ces domaines, encore faible aujourd'hui, est appelé à augmenter. De ce point de vue un développement de l'offre en formations serait plus que bienvenu.

Ci-dessous, les prestations et les prestataires sont identifiés pour la phase de conception et la phase de réalisation.

3.7.1. Conception

Services	Acteurs	Outils / Aides
Optimisation de la conception (depuis l'implantation jusqu'au détail) architecture durable, y compris permis d'urbanisme.	Equipe de conception : Architectes, bureaux d'étude, conseillers PEB, centres de recherche, guichets de l'énergie, distributeurs d'énergie, ...	Outils : Littérature maison passive, site web, ... Assistance : PMP, facilitateurs Bxl-Environnement, formations conseiller PEB et conception énergie...
Calcul de performance thermique K, E, ...		Outils : - Evaluation consommation : PEB, PHPP, Energie+, ... - Ponts thermiques : THERM, WUFI, BISCO, ...
Optimisation des équipements		Assistance: PMP, guidances, ...
Blowerdoor test : contrôle de l'étanchéité à l'air	Entreprises spécialisées	Matériel de mise en surpression
Thermographie : contrôle de l'isolation et détection des ponts thermiques		Caméra infrarouge

3.7.2. Réalisation

Le tableau ci-dessous reprend les principaux éléments de construction mis en œuvre dans le cadre de l'amélioration des performances énergétiques des bâtiments existants au regard des grands postes de travaux et des corps de métier correspondants.

TRAVAUX	Corps de métier (entreprises)	Principaux éléments et techniques de construction spécifiques	Points d'attention
Murs extérieurs Isolation intérieure	- Plafonneurs, poseur de cloisons légères, ...	- plaques de finition + ossature + pare/freine vapeur - complexe d'isolation collé - éventuels blower-door test et thermographie	Continuité de l'isolation thermique et de l'étanchéité à l'air et à la valeur d'eau
Murs extérieurs Isolation extérieure	- Façadier - Charpentier / Couvreur	- pose d'isolation thermique extérieure en épaisseurs importantes - bardage et isolant en épaisseurs importantes - éventuels blower-door test et thermographie	Ponts thermiques aux raccords (angles, baies, seuils, ...)
Portes et fenêtres	- Poseur de châssis - Menuisiers	- châssis triple vitrage - châssis de doublage intérieur	Etanchéité au pourtour des châssis et portes
Toiture	- Couvreur, charpentier - Plafonneur, poseur de panneaux	- complexe toiture avec épaisseur importante d'isolant, freine-vapeur et sous toiture	Continuité d'isolant et étanchéité, ... Perméabilité à la vapeur d'eau
Plancher	- Menuisier - Plafonneur, poseur de panneaux	- coupure thermique des planchers en bois - adaptation du porteur des baies - isolation des planchers en bois	Continuité de l'isolant, étanchéité et vapeur d'eau
Chauffage	- Chauffagiste	- déplacement de radiateurs - remplacement d'anciennes chaudières par des chaudières à condensation + adaptation de l'installation + calorifugeage	Créer les conditions pour un rendement effectif (température de retour suffisamment basse, type de régulation, de corps de chauffe, isolation des conduites,...)
Ventilation	- Installateur HVAC	- Installation de ventilation mécanique contrôlée à double flux	Rendement de l'installation et limitation des transmissions acoustiques

3.8. COÛTS ET ENERGIE GRISE

Dans la mesure où les calculs du coût des travaux et de l'énergie grise sont appliqués par unité de matériaux, les données relatives ont été compilées dans une feuille de calcul unique en lien avec les feuilles de métré et d'estimation, le tout dans un même fichier Excel. Les métrés et estimations de trois projets sont insérés dans le chapitre sur l'évaluation économique des projets, tandis que les données par unité sont fournies en annexe.

3.8.1. Prix unitaires

L'approche du coût des travaux d'amélioration des performances énergétiques du bâtiment s'est fait sous forme de métré reprenant certaines solutions applicables dans le cadre de la rénovation et ainsi en déduire des coûts au m² pour chaque solution présentée. Cet outil est très utile dans la profession - comme le cahier des charges - pour les architectes et entrepreneurs afin de pouvoir approcher une estimation des travaux à réaliser. Celui-ci s'est fait avec les concours d'architectes et entrepreneurs actifs dans la construction de bâtiment passif, le bordereau des prix unitaires publié par l'UPA - nouvelle édition prévue pour 2008 - ainsi que les fournisseurs et producteurs de matériaux.

A ce métré nous avons joint une partie énergie grise qui permet d'estimer l'impact que peut avoir l'une ou l'autre option.

Sources utilisées : Bordereaux des prix de l'Union Professionnelle des Architectes (UPA – édition 2005), l'UPA nous a donné l'accès aux prix de l'édition 2008 provisoire et non publiée ;

Architectes et entrepreneurs expérimentés en architecture basse énergie / passif (A2M, Claudy Mercenier, Claude Renner, ...), devis et estimations récents ;

Producteurs et fournisseurs de matériaux.

Travaux / Poste Repris dans le passif et la basse énergie	Prix unitaires selon les sources					
	UPA		Acteurs			Prix étude « Passif Bruxelles »
	Minimum	Maximum		PU	Chantier	
...						

3.8.2. Energie grise

Construire écologique, en tenant compte de l'impact sur l'environnement des matériaux mis en œuvre. Pour l'évaluer, on estime leurs énergies grises ou écobilan, exprimée en kWh/m³. Basé sur une analyse de cycle de vie, cet outil fait le bilan des impacts environnementaux d'un matériau depuis l'extraction de ses matières premières, en passant par sa fabrication et/ou transformation, son transport et/ou sa distribution, sa mise en œuvre, son entretien éventuel et sa durée de vie jusqu'à son élimination ou recyclage.

Ces nombreux paramètres permettent donc d'estimer l'énergie grise de ces matériaux. Nous avons pu trouver ces valeurs sur différents sites (www.curbain.be; www.econologie.com; www.citemaison.fr; www.kbob.ch; ...) ou dans différents ouvrages (« Données des écobilans dans la construction 2007/1 », KBOB – eco-bau – IPB ; ...) avec la particularité pour certains matériaux d'avoir des valeurs parfois divergentes. Pour exemple, la valeur de

l'énergie grise de l'isolant en fibres de bois sur le site www.voizo.fr est de 1.400kWh/m³ alors que celle reprise sur le site du Centre Urbain est de 12,5kWh/m³. Nous avons considéré celui repris sur le site de Cité Maison et qui est de 161kWh/m³ pour un panneau de 140kg/m³ de densité pour sa précision par rapport à la densité des panneaux. (Précisons qu'ils sont tous d'accord pour dire que son écobilan est très positif.)

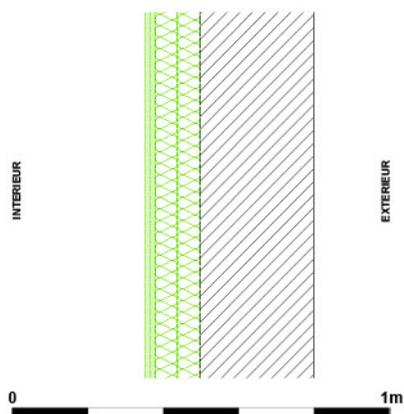
De manière générale, ces chiffres ne prennent en compte que l'énergie nécessaire jusqu'à la fabrication. Le transport et/ou la distribution étant mis de côté ou sous-estimé. L'utilisation de produits locaux peut s'avérer être donc déterminant. Dans le choix des isolants, la comparaison des énergies grises est un bon arbitre. Au-delà des qualités écologiques du matériau, ses performances et sa mise en œuvre entrent en ligne de compte et peuvent faire changer certains aprioris.

3.8.3. Comparaison de solutions « classiques » et « écologiques ».

La comparaison porte sur des unités fonctionnelles identiques, c'est-à-dire des éléments de construction qui assurent la même fonction (de mur extérieur porteur par exemple) et présentent les mêmes performances d'isolation thermique.

Les tableaux ci-dessous indiquent l'énergie grise relative à chaque solution proposée, ainsi qu'un prix indicatif des matériaux utilisés. Ces solutions sont théoriques et sont montrées dans le but de comparer ces deux données. Pour une étude plus approfondie des détails techniques, se référer aux annexes.

Niveau Basse Energie – mur extérieur - $U = 0,3 \text{ W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$ – Isolation par l'intérieur



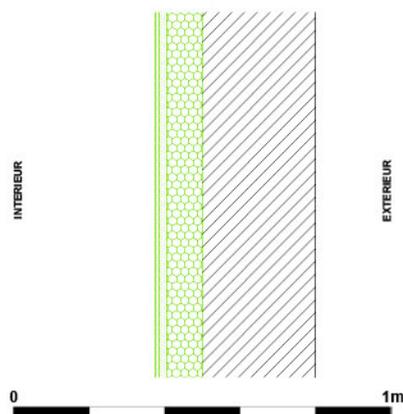
Composition :

- double plaque de plâtre enrobée de carton + pare-vapeur ;
- 12cm de laine de roche ($\lambda=0,041\text{W/m.K}$) + structure métallique.

Energie grise estimée **51 kWh / m²**

Coût fourniture HTVA²⁵ **24,71€ / m²**

-2 plaques de plâtre enrobées de carton	5,58€ / m ²
-12cm panneaux de laine de roche	9,77€ / m ²
-structure métallique 12cm	9,36€ / m ²



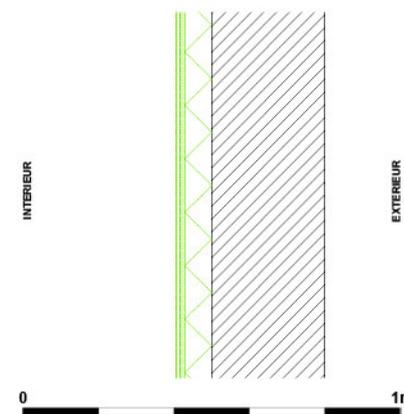
Composition :

- plaque de plâtre enrobée de carton (écoconstruction);
- panneau d'OSB (18mm) ;
- 10cm de cellulose ($\lambda=0,037\text{W/m.K}$) + structure bois.

Energie grise estimée **64 kWh / m²**

Coût fourniture HTVA **23,55€ / m²**

-plaque de plâtre enrobée de carton	5,34€ / m ²
-panneau d'OSB (18mm)	8,97€ / m ²
-10cm de cellulose	4,50€ / m ²
-structure bois	4,74€ / m ²



Composition :

- double plaque de plâtre enrobée de carton;
- 7cm de polyuréthane ($\lambda=0,023\text{W/m.K}$).

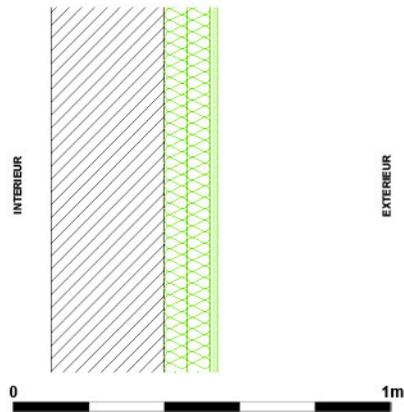
Energie grise estimée : **105 kWh / m²**

Coût fourniture HTVA : **21,20€ / m²**

-enduit plâtre	0,49€ / m ²
-7cm polyuréthane	20,71€ / m ²

²⁵ Les coûts sont comptés sans la fourniture des accessoires non indiqués spécifiquement dans le détail tels que vis, profilés d'arrêt, mortier-colle, etc... Ces données sont bien entendu fournies à titre indicatif et sont basées sur des prix donnés par des détaillants, fournisseurs et fabricants (Ecobati SCRL, Maison écologique SPRL, Isover, Ardoises et Matériaux, etc... ainsi que des bordereaux de prix indicatifs (Livios)). Cette analyse vise à comparer les coûts financiers et écologiques de matériaux propres ou impropres à l'écoconstruction. Pour une approche approfondie des détails techniques, se référer aux annexes.

Niveau Basse Energie – mur extérieur - $U = 0,3 \text{ W / m}^2 \cdot \text{K}$ – Isolation par l'extérieur



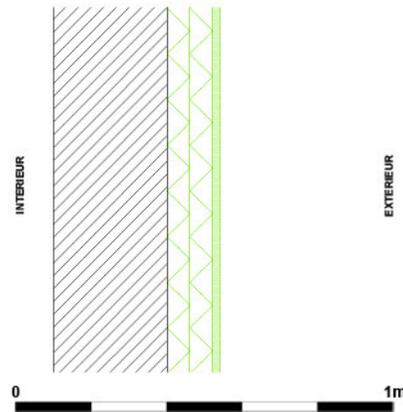
Composition :

- 13cm de panneaux de laine de roche ($\lambda=0,041\text{W/m.K}$) ;
- Crépis.

Energie grise estimée : 97 kWh / m²

Coût fourniture HTVA²⁶ 63,00€ / m²

- 13cm de panneaux de laine de roche /
- Crépis.et armature /



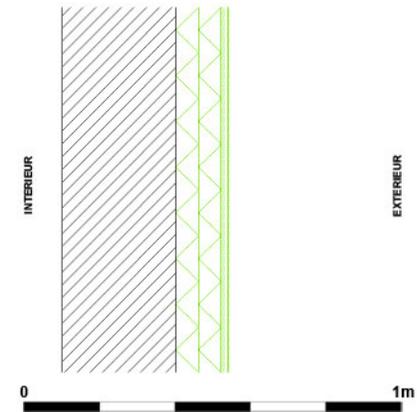
Composition :

- 12cm de polystyrène expansé ($\lambda=0,040\text{W/m.K}$) ;
- Crépis.

Energie grise estimée : 168 kWh / m²

Coût fourniture HTVA²⁷ 40,00€ / m²

- 12cm de polystyrène expansé /
- Crépis. et armature /



Composition :

- 12cm de fibre de bois ($\lambda=0,038\text{W/m.K}$) ;
- Crépis.

Energie grise estimée : 24 kWh / m²

Coût fourniture HTVA 58,39€ / m²

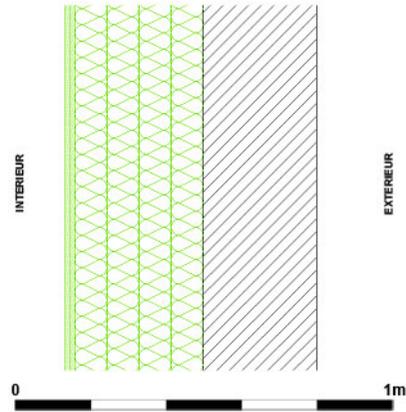
- 12cm de fibre de bois²⁸ 49,80€ / m²
- Crépis. et armature 8,59€ / m²

²⁶ Prix total tous matériaux et accessoires compris (mortier-colle, panneau isolant, différents profilés, armature, crépi multicouches,...)

²⁷ Prix total tous matériaux et accessoires compris (mortier-colle, panneau isolant, différents profilés, armature, crépi multicouches,...)

²⁸ Bien que l'exemple montre 12cm de panneaux de fibres de bois rigide, cette application demeure rare et donc théorique. L'utilisation de 6cm de panneaux de fibres de bois rigides enduits de crépi et fixés sur un chevronnage avec isolant souple remplissant le reste de l'épaisseur nécessaire est en général préférée.

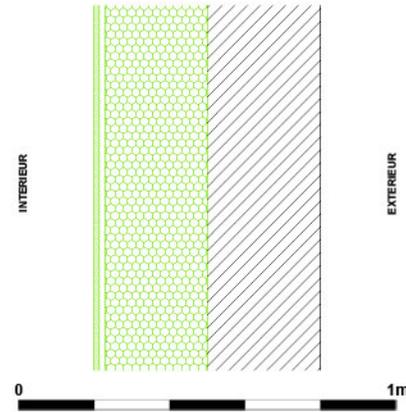
Niveau Standard Passif – mur extérieur - $U = 0,12 \text{ W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$ – Isolation par l'intérieur



Composition :

- double plaques de plâtre enrobées de carton + structure bois + pare-vapeur ;
- 34cm de laine de roche ($\lambda=0,041\text{W/m.K}$) + structure bois

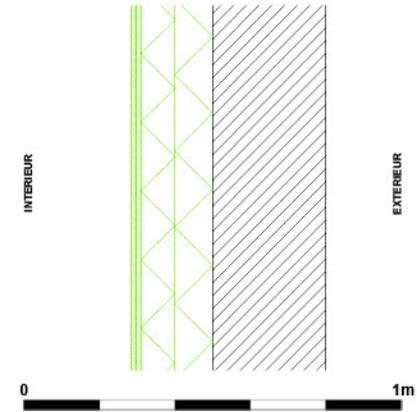
Energie grise estimée :	106 kWh / m ²
Coût fourniture HTVA	56,75€ / m²
-2 plaques de plâtre enrobées de carton	5,58€ / m ²
-structure bois	23,52€ / m ²
-34cm laine de roche	27,65€ / m ²



Composition :

- plaque de plâtre enrobée de carton ;
- panneau d'OSB (18mm) ;
- 27cm de cellulose ($\lambda=0,037\text{W/m.K}$) + structure bois.

Energie grise estimée :	65 kWh / m ²
Coût fourniture HTVA	49,97€ / m²
-plaque de plâtre enrobée de carton	5,34€ / m ²
-Structure chevrons 45mmx45mm	4,62€ / m ²
-panneau d'OSB (18mm)	8,97€ / m ²
-27cm de cellulose	12,14€ / m ²
-structure bois	18,90€ / m ²

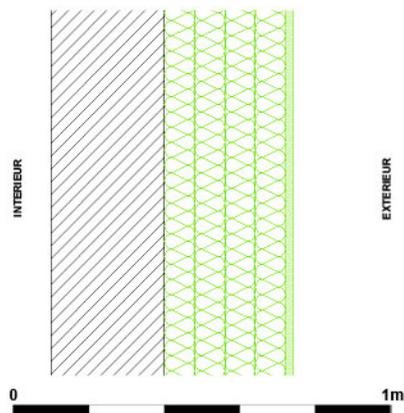


Composition :

- double plaques de plâtre enrobées de carton;
- 19cm de polyuréthane ($\lambda=0,023\text{W/m.K}$) + structure métallique.

Energie grise estimée :	249 kWh / m ²
Coût fourniture HTVA	56,70€ / m²
-enduit plâtre	0,49€ / m ²
-19cm de polyuréthane	56,21€ / m ²

Niveau Standard Passif – mur extérieur - $U = 0,12 \text{ W / m}^2 \cdot \text{K}$ – Isolation par l'extérieur



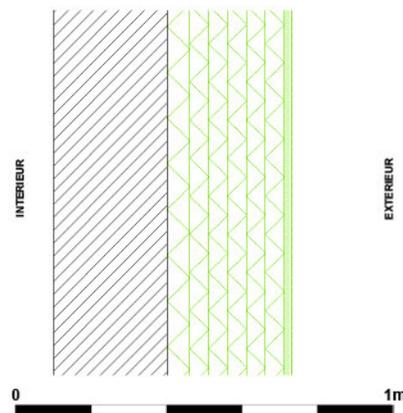
Composition :

- 32cm panneaux de de laine de roche²⁹ ($\lambda=0,041\text{W/m.K}$) ;
- Crépis synthétique.

Energie grise estimée 146 kWh / m²

Coût fourniture HTVA **123,67€ / m²**

- 32cm de panneaux de laine de roche /
- Crépis.et armature /



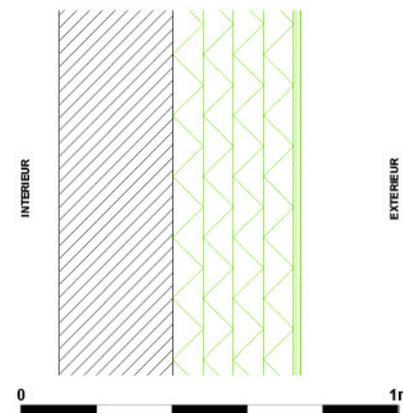
Composition :

- 31cm de polystyrène expansé ($\lambda=0,040\text{W/m.K}$) ;
- Crépis synthétique.

Energie grise estimée 330 kWh / m²

Coût fourniture HTVA **76,21€ / m²**

- 31cm de polystyrène expansé /
- Crépis. et armature /



Composition :

- 31cm de fibre de bois ($\lambda=0,038\text{W/m.K}$) ;
- Crépis argileux.

Energie grise estimée 65 kWh / m²

Coût fourniture HTVA **84,11€ / m²**

- 31cm de fibre de bois³⁰ / 75,52€ / m²
- Crépis. et armature / 8,59€ / m²

²⁹ De la même manière que mentionné à la remarque sur l'isolation de 31cm de fibres de bois, la solution présentée ici étant théorique, il est conseillé de s'adresser directement aux fabricants et entrepreneurs pour connaître l'usage et la disponibilité des matériaux indiqués sur de telles épaisseurs, encore peu communes dans notre région.

³⁰ La solution adoptée ici est théorique car très onéreuse. Elle est développée uniquement dans le but de comparer les coûts financiers et écologiques de matériaux propres ou non à l'écoconstruction. Une solution plus accessible est d'isoler avec un caisson isolé à la cellulose insufflée sur lequel est fixé un panneau pouvant être crépi ou un lattage supportant un bardage.

4. EVALUATION

Sur base des analyses et informations rassemblées ci-dessus, une évaluation est proposée selon les 3 axes du développement durable: environnemental, économique et social. Il s'agit d'une approche de valeurs relatives au travers de tableurs et de visualisations graphiques. Les paramètres peuvent y être adaptés en fonction de l'évolution, d'informations plus fines, de scénarios plus minces. Dans ce sens, il faut davantage considérer l'approche pour l'outil qu'elle constitue que pour les chiffres obtenus.

4.1. EVALUATION ENVIRONNEMENTALE

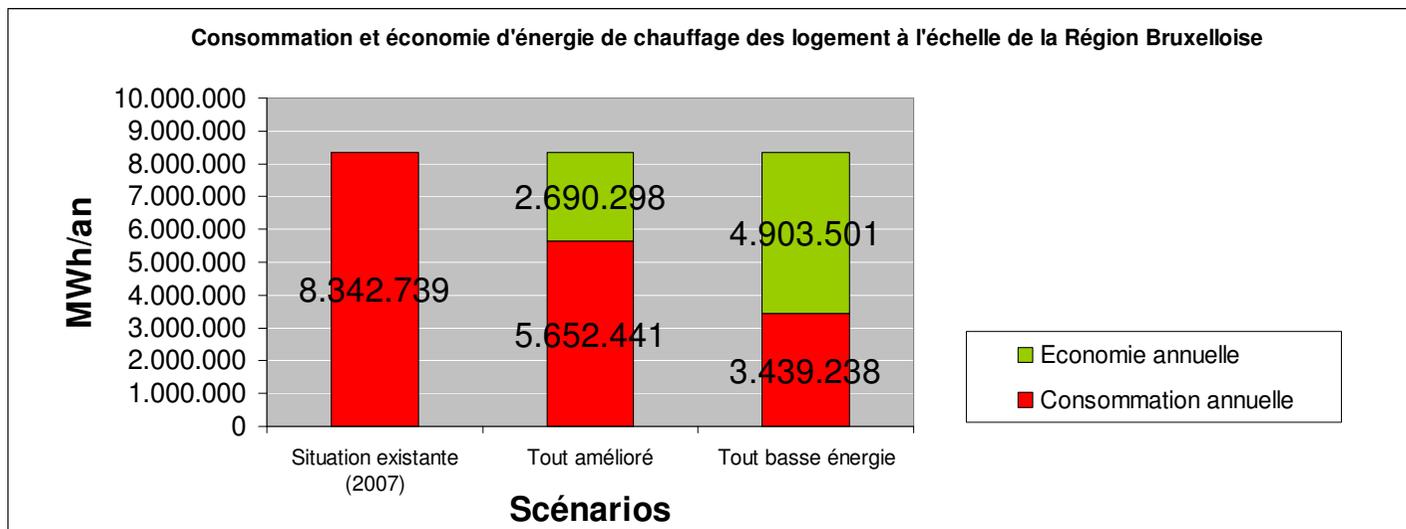
L'évaluation environnementale est orientée principalement sur les gains d'énergie, d'une part pour le chauffage des logements, et, d'autre part, pour la consommation totale des bureaux. Elle aborde également la question de l'énergie grise.

4.1.1. Evolution de la performance énergétique des logements à l'échelle de la Région

4.1.1.1. Potentiel théorique

Le potentiel théorique d'amélioration des performances énergétiques du chauffage du parc immobilier de logement existant en 2007, constitue le niveau qui serait atteint si tout le parc immobilier résidentiel existant était instantanément actualisé pour atteindre le niveau d'amélioration ou basse énergie. Le niveau de consommation moyenne utilisé dans les deux cas pour la Région a été établi sur base des chiffres pour chaque typologie indiqués dans les tableaux des deux pages suivantes. Ce niveau de consommation sera également utilisé pour les projections échelonnées dans le temps.

On a ainsi évalué la consommation d'énergie de chauffage en RBC sur un an et l'économie réalisée, selon parc résidentiel existant soit entièrement « amélioré » ou « basse énergie ».



HYPOTHÈSE 1 : PARC RÉSIDENTIEL EXISTANT ENTIÈREMENT « AMÉLIORÉ ».											
AGE:		< 1919	1919-1944	1945 - 1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2006	Totaux par configuration		
CONFIGURATIONS	Maisons 2F	Nombre de logements	28.938	47.854	30.126	1.940	1.777	944	570	112.149	logts
		Surface totale [m ²]	5.243.885	8.701.783	5.467.912	300.968	275.681	146.451	88.429	20.225.109	m ²
		Surface moyenne par logement [m ² /logt]	181	182	182	155	155	155	155	180	m ² /logt
		Consommation totale de chauffage [MWh/an]	524.388	870.178	546.791	24.077	22.054	11.716	7.074	2.006.280	MWh/an
		Consommation chauffage par m ³ [kWh/m ² an]	100	100	100	80	80	80	80	99	kWh/m ² an
	Maisons 3F	Nombre de logements	3.735	6.176	10.593	1.104	930	557	329	23.424	logts
		Surface totale [m ²]	668.447	1.109.146	1.898.850	169.153	142.493	85.343	50.409	4.123.840	m ²
		Surface moyenne par logement [m ² /logt]	179	180	179	153	153	153	153	176	m ² /logt
		Consommation totale de chauffage [MWh/an]	74.866	124.224	212.671	15.224	12.824	7.681	4.537	452.027	MWh/an
		Consommation chauffage par m ³ [kWh/m ² an]	112	112	112	90	90	90	90	110	kWh/m ² an
	Maisons 4F	Nombre de logements	5.646	9.337	8.655	1.301	956	557	257	26.709	logts
		Surface totale [m ²]	1.390.502	2.307.509	2.134.977	274.311	201.569	117.441	54.187	6.480.494	m ²
		Surface moyenne par logement [m ² /logt]	246	247	247	211	211	211	211	243	m ² /logt
		Consommation totale de chauffage [MWh/an]	166.860	276.901	256.197	26.059	19.149	11.157	5.148	761.472	MWh/an
		Consommation chauffage par m ³ [kWh/m ² an]	120	120	120	95	95	95	95	118	kWh/m ² an
	Appartements	Nombre de logements	34.721	57.416	124.087	47.041	12.476	22.162	13.033	310.936	logts
		Surface totale [m ²]	3.089.617	5.126.851	11.059.465	3.583.633	950.435	1.688.324	992.868	26.491.192	m ²
		Surface moyenne par logement [m ² /logt]	89	89	89	76	76	76	76	85	m ² /logt
		Consommation totale de chauffage [MWh/an]	308.962	512.685	1.105.946	250.854	66.530	118.183	69.501	2.432.661	MWh/an
		Consommation chauffage par m ³ [kWh/m ² an]	100	100	100	70	70	70	70	92	kWh/m ² an
Totaux par âge	Nombre de logements	73.040	120.783	173.461	51.386	16.139	24.220	14.189	473.218	logts	
	Surface totale [m ²]	10.392.450	17.245.289	20.561.203	4.328.065	1.570.177	2.037.559	1.185.893	57.320.635	m ²	
	Surface moyenne par logement [m ² /logt]	142	143	119	84	97	84	84	121	m ² /logt	
	Consommation totale de chauffage [MWh/an]	1.075.076	1.783.989	2.121.606	316.215	120.558	148.736	86.260	5.652.441	MWh/an	
	Consommation chauffage par m ³ [kWh/m ² an]	103	103	103	73	77	73	73	99	kWh/m ² an	

HYPOTHÈSE 2 : PARC RÉSIDENTIEL EXISTANT ENTIÈREMENT « BASSE ÉNERGIE »											
AGE:		< 1919	1919-1944	1945 - 1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2006	Totaux par configuration		
CONFIGURATIONS	Maisons 2F	Nombre de logements	28.938	47.854	30.126	1.940	1.777	944	570	112.149	logts
		Surface totale [m ²]	5.243.885	8.701.783	5.467.912	300.968	275.681	146.451	88.429	20.225.109	m ²
		Surface moyenne par logement [m ² /logt]	181	182	182	155	155	155	155	180	m ² /logt
		Consommation totale de chauffage [MWh/an]	314.633	522.107	328.075	18.058	16.541	8.787	5.306	1.213.507	MWh/an
		Consommation chauffage par m ³ [kWh/m ² an]	60	60	60	60	60	60	60	60	kWh/m ² an
	Maisons 3F	Nombre de logements	3.735	6.176	10.593	1.104	930	557	329	23.424	logts
		Surface totale [m ²]	668.447	1.109.146	1.898.850	169.153	142.493	85.343	50.409	4.123.840	m ²
		Surface moyenne par logement [m ² /logt]	179	180	179	153	153	153	153	176	m ² /logt
		Consommation totale de chauffage [MWh/an]	40.107	66.549	113.931	10.149	8.550	5.121	3.025	247.430	MWh/an
		Consommation chauffage par m ³ [kWh/m ² an]	60	60	60	60	60	60	60	60	kWh/m ² an
	Maisons 4F	Nombre de logements	5.646	9.337	8.655	1.301	956	557	257	26.709	logts
		Surface totale [m ²]	1.390.502	2.307.509	2.134.977	274.311	201.569	117.441	54.187	6.480.494	m ²
		Surface moyenne par logement [m ² /logt]	246	247	247	211	211	211	211	243	m ² /logt
		Consommation totale de chauffage [MWh/an]	83.430	138.451	128.099	16.459	12.094	7.046	3.251	388.830	MWh/an
		Consommation chauffage par m ³ [kWh/m ² an]	60	60	60	60	60	60	60	60	kWh/m ² an
	Appartements	Nombre de logements	34.721	57.416	124.087	47.041	12.476	22.162	13.033	310.936	logts
		Surface totale [m ²]	3.089.617	5.126.851	11.059.465	3.583.633	950.435	1.688.324	992.868	26.491.192	m ²
		Surface moyenne par logement [m ² /logt]	89	89	89	76	76	76	76	85	m ² /logt
		Consommation totale de chauffage [MWh/an]	185.377	307.611	663.568	215.018	57.026	101.299	59.572	1.589.472	MWh/an
		Consommation chauffage par m ³ [kWh/m ² an]	60	60	60	60	60	60	60	60	kWh/m ² an
Totaux par âge	Nombre de logements	73.040	120.783	173.461	51.386	16.139	24.220	14.189	473.218	logts	
	Surface totale [m ²]	10.392.450	17.245.289	20.561.203	4.328.065	1.570.177	2.037.559	1.185.893	57.320.635	m ²	
	Surface moyenne par logement [m ² /logt]	142	143	119	84	97	84	84	121	m ² /logt	
	Consommation totale de chauffage [MWh/an]	623.547	1.034.717	1.233.672	259.684	94.211	122.254	71.154	3.439.238	MWh/an	
	Consommation chauffage par m ³ [kWh/m ² an]	60	60	60	60	60	60	60	60	kWh/m ² an	

4.1.1.2. La part de l'appel à projet dans l'ensemble des activités de construction et rénovation en Région de Bruxelles –Capitale (projection) :

Malgré l'impact, le retentissement et les effets d'entraînement qu'ils auront sur la production architecturale bruxelloise, il convient de relativiser la part actuelle de projets de logements présentant un haut niveau de performance énergétique. A cet effet, le pourcentage de ces projets par rapport au stock inchangé et à la surface concernée par des travaux de construction ou rénovation.

constructions neuves et extensions (projection)	371.935 m ²
rénovations avec permis (projection)	372.247 m ²
rénovations sans permis (projection)	196.071 m ²
Total surface concernée	940.253 m²

stock inchangé (projection) 61.654.065 m²

Appel à projet 2007 – candidats - part logement 46.098 m² Soit 0,075 % du stock inchangé et .5 % de la surface concernée
 Appel à projet 2007 - sélection – part logement 27.729 m² Soit 0,045 % du stock inchangé et .3. % de la surface concernée

4.1.1.3. Scénarios d'évolution de la consommation sur les 25 prochaines années pour le logement:

Les scénarios ci-dessous sont des transpositions des scénarios relatifs aux surfaces de logement « poursuite de l'évolution connue de 1996 à 2007 », « scénario minimal », « scénario optimal », et « scénario théorique idéal », du chapitre 2.3.7. « Simulations chiffrées de l'évolution de la surface de bâtiments résidentiels de 2007 à 2032 ». Ils se basent donc sur l'évolution des surfaces de logements neufs, rénovés et démolis sur cette période, en appliquant une consommation moyenne distincte à chacun de ces types. Cette consommation impliquerait l'entrée en vigueur d'une réglementation exigeante :

<u>catégories</u>	<u>Niveau exigé</u>	<u>Performance</u>
- stock inchangé (1996-2007)	existant	153 kWh/m².a
- constructions neuves et extensions (2007-2032)	passif	15 kWh/m².a
- rénovations lourdes - avec permis (2007-2032)	basse énergie	60 kWh/m².a
- rénovations légères - sans permis (2007-2032)	amélioration	99 kWh/m².a
- stock inchangé (2007-2032)	existant	153 kWh/m².a

Les 99 kWh/m².a correspondant aux rénovations légères sont repris du tableau 3.7.1.1. « Parc résidentiel existant entièrement « amélioré » »³¹. Les 153 kWh/m².a correspondant au stock inchangé sont repris du tableau évaluant la consommation des logements par typologies en 2007 au point 2.1.2. « Parc immobilier résidentiel ». Les autres chiffres sont les consommations maximales de chauffage requises par les standards passifs et basse énergie.

Un scénario « différencié » a cependant été esquissé en guise de tentative d'approche plus fine de la réalité : une différenciation des performances reflétant les différents besoins, désirs, budgets, contraintes techniques et réglementations que connaît chaque chantier de logement, bien que démultipliant les paramètres, nous semblant mériter une première approche.

³¹ La catégorie rénovations « légères » correspond dans la présente étude à des rénovations faites sans permis, ce qui rend purement théorique le scénario d'application d'une réglementation sur cette catégorie.

4.1.1.4. Hypothèse A1 : Poursuite de l'évolution enregistrée de 1996 à 2006 des surfaces de logement, et application d'une réglementation exigeante

Le rythme des chantiers reste identique à celui enregistré entre 1996 et 2006, mais une réglementation exigeante est d'application dès 2008

Taux annuels exprimés en pourcentages du parc immobilier résidentiel et consommations selon chaque catégorie

	m ² rajoutés en 2008	Taux annuel moyen d'augmentation des surfaces construites 1996- 2007	Coefficient d'accroissement/rédu ction du taux annuel d'augmentation des surfaces construites pour 2007-2032	Taux annuel moyen d'augmentation des surfaces construites 2008- 2032	Niveau de performances énergétiques exigé après 2008	Niveau de performances énergétiques exigé après 2008, exprimé en kWh/m ² .a
Stock inchangé	0m ²	/	/	/	/	153 kWh/m ² .a
constructions neuves	371.935m ²	0,6%	1	0,6%	passif	15 kWh/m ² .a
Rénovations lourdes	372.247m ²	0,6%	1	0,6%	basse énergie	60 kWh/m ² .a
Rénovations légères	196.071m ²	0,31%	1	0,31%	amélioration	99 kWh/m ² .a
Démolitions	82.654m ²	0,01%	1	0,01%	/	/

Evolution de la consommation totale de chauffage des bâtiments résidentiels

Hypothèse A1 - Poursuite de l'évolution des surfaces de logement enregistrée de 1996 à 2006 et application d'une réglementation exigeante

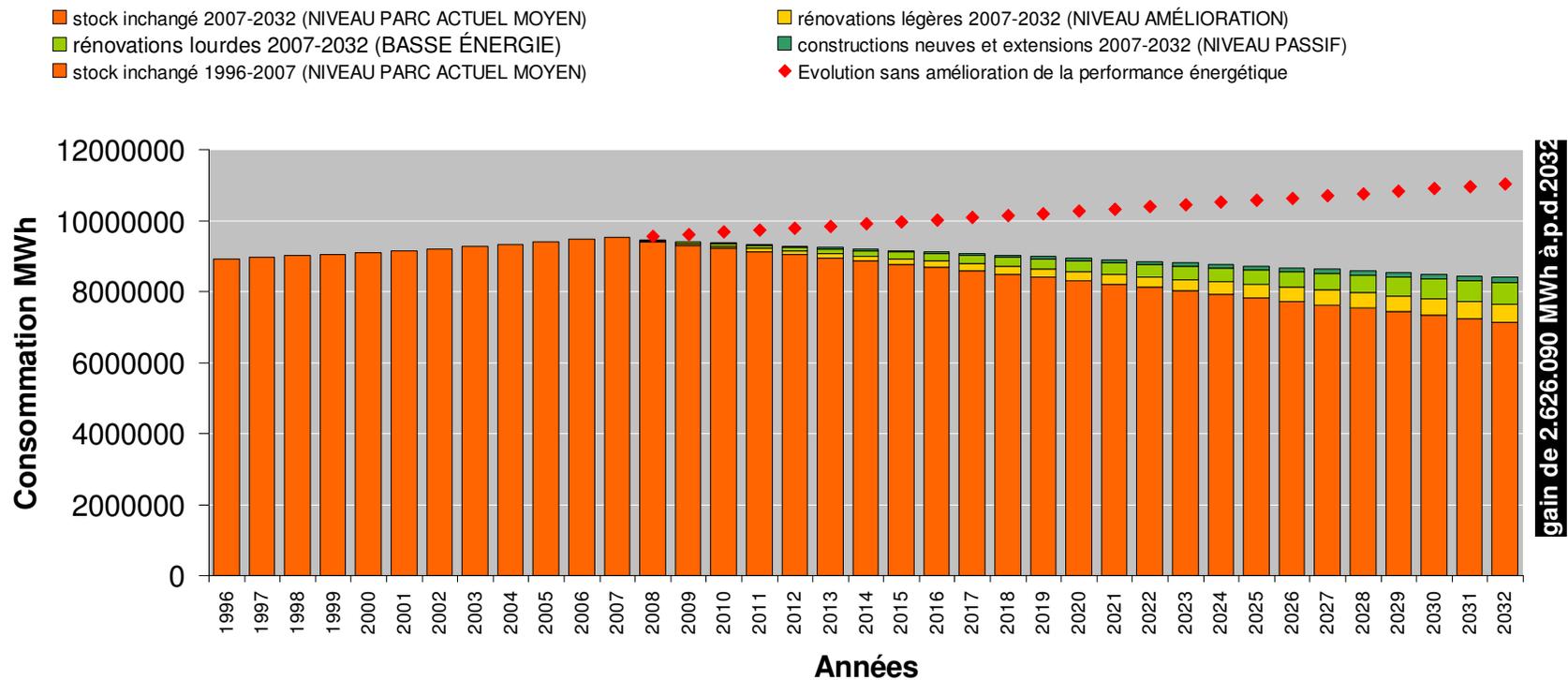


Tableau 22 Hypothèse A1 : Poursuite de l'évolution enregistrée de 1996 à 2006 des surfaces de logement et application d'une réglementation exigeante

4.1.1.5. Hypothèse B ralentissement du rythme de constructions et application d'une réglementation exigeante

L'hypothèse du ralentissement du rythme de constructions se réfère au chapitre 2.3.2.4. et combine les différents facteurs les moins favorables au renouvellement du parc immobilier (population, économie, pétrole). Elle a été développée comme suit :

<u>Taux annuels exprimés en pourcentages du parc immobilier résidentiel et consommations selon chaque catégorie</u>						
	m ² rajoutés en 2008	Taux annuel moyen d'augmentation des surfaces construites 1996-2007	Coefficient d'accroissement/réduction du taux annuel d'augmentation des surfaces construites pour 2007-2032	Taux annuel moyen d'augmentation des surfaces construites 2008-2032	Niveau de performances énergétiques exigé après 2008	Niveau de performances énergétiques exigé après 2008, exprimé en kWh/m ² .a
Stock inchangé	0m ²	/	/	/	/	153 kWh/m ² .a
Constructions neuves	297.548m ²	0,6%	0,8	(0,6*0,8=) 0,48%	passif	15 kWh/m ² .a
Rénovations lourdes	335.022m ²	0,6%	0,9	(0,6*0,9=) 0,54%	basse énergie	60 kWh/m ² .a
Rénovations légères	176.464m ²	0,31%	0,9	(0,31*0,9=) 0,31%	amélioration	99 kWh/m ² .a
Démolitions	82.654m ²	0,01%	1	(0,01*1=) 0,01%	/	/

Evolution de la consommation totale de chauffage des bâtiments résidentiels

Hypothèse B - ralentissement de l'évolution des surfaces de logement enregistrée de 1996 à 2006 et application d'une réglementation exigeante

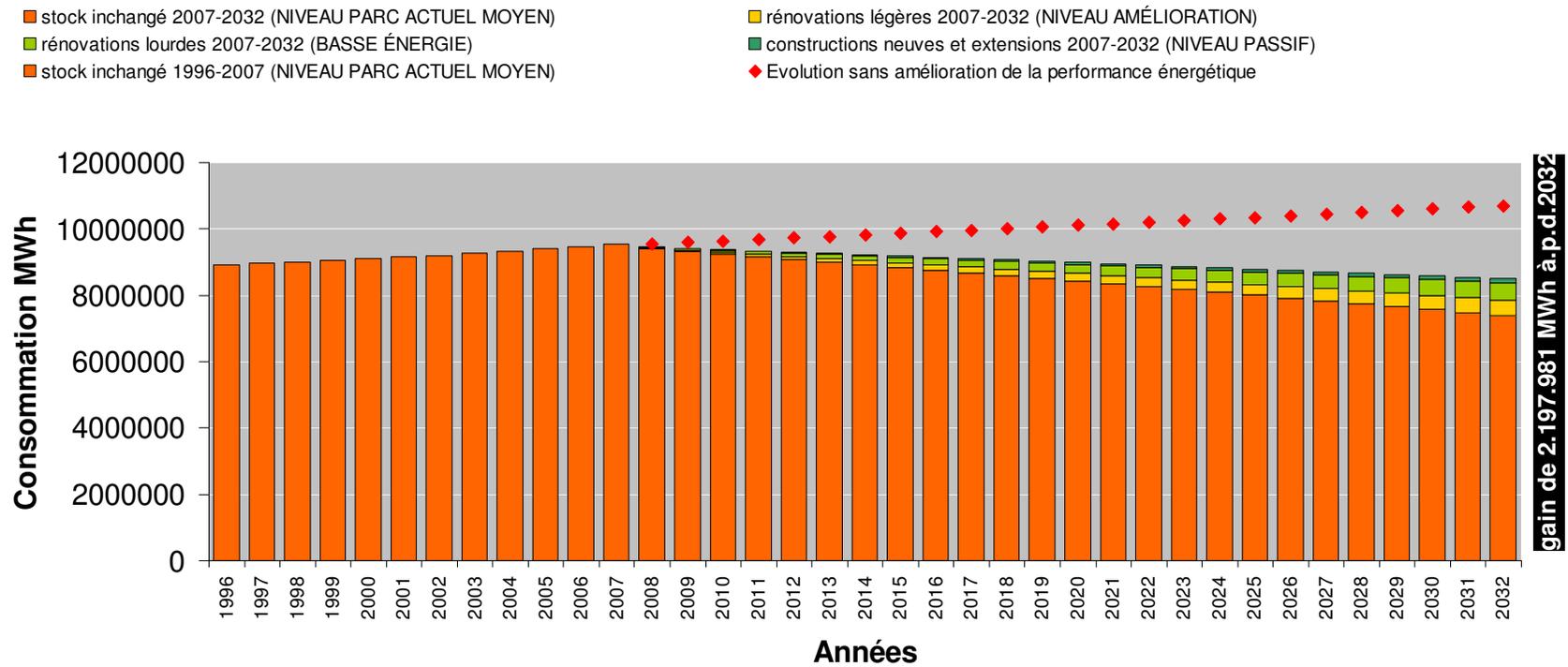


Tableau 23 Hypothèse B : ralentissement du rythme de constructions et application d'une réglementation exigeante

4.1.1.6. Hypothèse A2 scénario différencié : Poursuite de l'évolution enregistrée de 1996 à 2006 des surfaces de logement et application d'une réglementation modérée

La part des projets atteignant les performances dont il est question dans ces scénarios est dans la réalité encore très minoritaire. Ainsi seuls 46.098 m² de projets ont été reçus à l'appel à projet exemplaires de 2007, c'est-à-dire 5% de la surface annuelle de logement faisant l'objet d'un permis d'urbanisme (voir point 3.7.2.1.). Ces projets n'atteignent pas tous les standards passifs et basse énergie, et correspondent dans beaucoup de cas au niveau ici nommé «niveau d'amélioration ».

D'autre part les estimations des travaux dont il est question dans les diverses simulations développées en annexe (projets de rénovation) montrent en général un surcoût substantiel non négligeable. L'on considère donc dans le scénario ci-dessous que les rénovations n'atteignent le niveau « basse énergie » que pour 5% d'entre elles, tandis que le reste atteint le niveau d'amélioration (99kWh/m².a) et est donc assimilé à la catégorie « rénovation légère ».

En revanche le surcoût nécessaire à l'adaptation d'un projet de construction neuve au standard passif est ici jugé plus négligeable, les 0 à 10% de surcoût pouvant d'ailleurs être largement remboursés par la prime actuelle appliquée aux logements passifs. Il sera donc considéré que tous les nouveaux logements doivent accéder à ce standard, par le biais d'une réglementation appropriée.

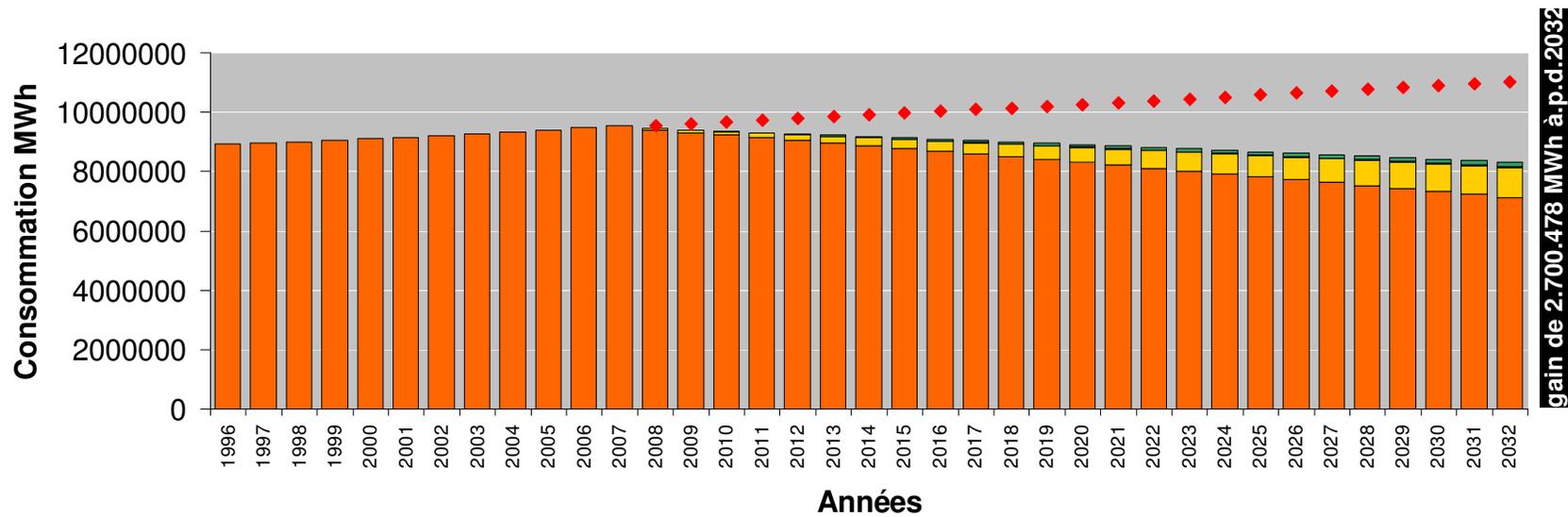
Ce scénario est combiné avec une évolution des surfaces construites reproduisant la tendance 1996-2007.

Taux annuels exprimés en pourcentages du parc immobilier résidentiel et consommations selon chaque catégorie							
	m ² rajoutés en 2008	Taux annuel moyen d'augmentation des surfaces construites 1996-2007	Coefficient d'accroissement /réduction du taux annuel d'augmentation des surfaces construites pour 2007-2032	Taux annuel moyen d'augmentation des surfaces construites 2008-2032	Niveau de performances énergétiques de référence après 2008	Niveau de performances énergétiques de référence après 2008, exprimé en kWh/m ² .a	% atteignant la performance à atteindre au sein de la catégorie
Stock inchangé	0m ²	/	/	/	/	153 kWh/m ² .a	100%
constructions neuves	371.935m ²	0,6%	1	(0,6*1=) 0,6%	passif	15 kWh/m ² .a	100%
Rénovations lourdes	372.247m ²	0,6%	1	(0,6*1=) 0,6%	basse énergie	60 kWh/m ² .a	5%
Rénovations légères	196.071m ²	0,31%	1	(0,31*1=) 0,31%	amélioration	99 kWh/m ² .a	100 + 95%
Démolitions	82.654m ²	0,01%	1	(0,01*1=) 0,01%	/	/	100%

Evolution de la consommation totale de chauffage des bâtiments résidentiels

Hypothèse A2 - Poursuite de l'évolution des surfaces de logement enregistrée de 1996 à 2006 et application d'une réglementation modérée

- stock inchangé 2007-2032 (NIVEAU PARC ACTUEL MOYEN)
- rénovations légères 2007-2032 (NIVEAU AMÉLIORATION)
- constructions neuves et extensions 2007-2032 (NIVEAU PASSIF)
- ◆ Evolution sans amélioration de la performance énergétique
- rénovations lourdes 2007-2032 (BASSE ÉNERGIE)



gain de 2.700.478 MWh à.p.d.2032

Tableau 24 - Hypothèse 3 : scénario différencié : Poursuite de l'évolution des surfaces de logement enregistrée de 1996 à 2006 et application d'une réglementation modérée

4.1.1.7. Hypothèse C : accélération de l'évolution enregistrée de 1996 à 2006 des surfaces de logement et application d'une réglementation exigeante

L'hypothèse de l'accélération du rythme de constructions se réfère au chapitre 2.3.2.4. et combine les différents facteurs les plus favorables au renouvellement du parc immobilier (population, économie, pétrole). Elle a été développée comme suit :

<u>Taux annuels exprimés en pourcentages du parc immobilier résidentiel et consommations selon chaque catégorie</u>						
	m ² rajoutés en 2008	Taux annuel moyen d'augmentation des surfaces construites 1996-2007	Coefficient d'accroissement/réduction du taux annuel d'augmentation des surfaces construites pour 2007-2032	Taux annuel moyen d'augmentation des surfaces construites 2008-2032	Niveau de performances énergétiques exigé après 2008	Niveau de performances énergétiques exigé après 2008, exprimé en kWh/m ² .a
Stock inchangé	0m ²	/	/	/	/	153 kWh/m ² .a
constructions neuves	464.918m ²	0,6%	1,25	(0,6*1,25=) 0,75%	passif	15 kWh/m ² .a
Rénovations lourdes	558.371m ²	0,6%	1,5	(0,6*1,5=) 0,90%	basse énergie	60 kWh/m ² .a
Rénovations légères	294.107m ²	0,31%	1,5	(0,31*1,5=) 0,47%	amélioration	99 kWh/m ² .a
Démolitions	82.654m ²	0,01%	1	(0,01*1=) 0,01%	/	/

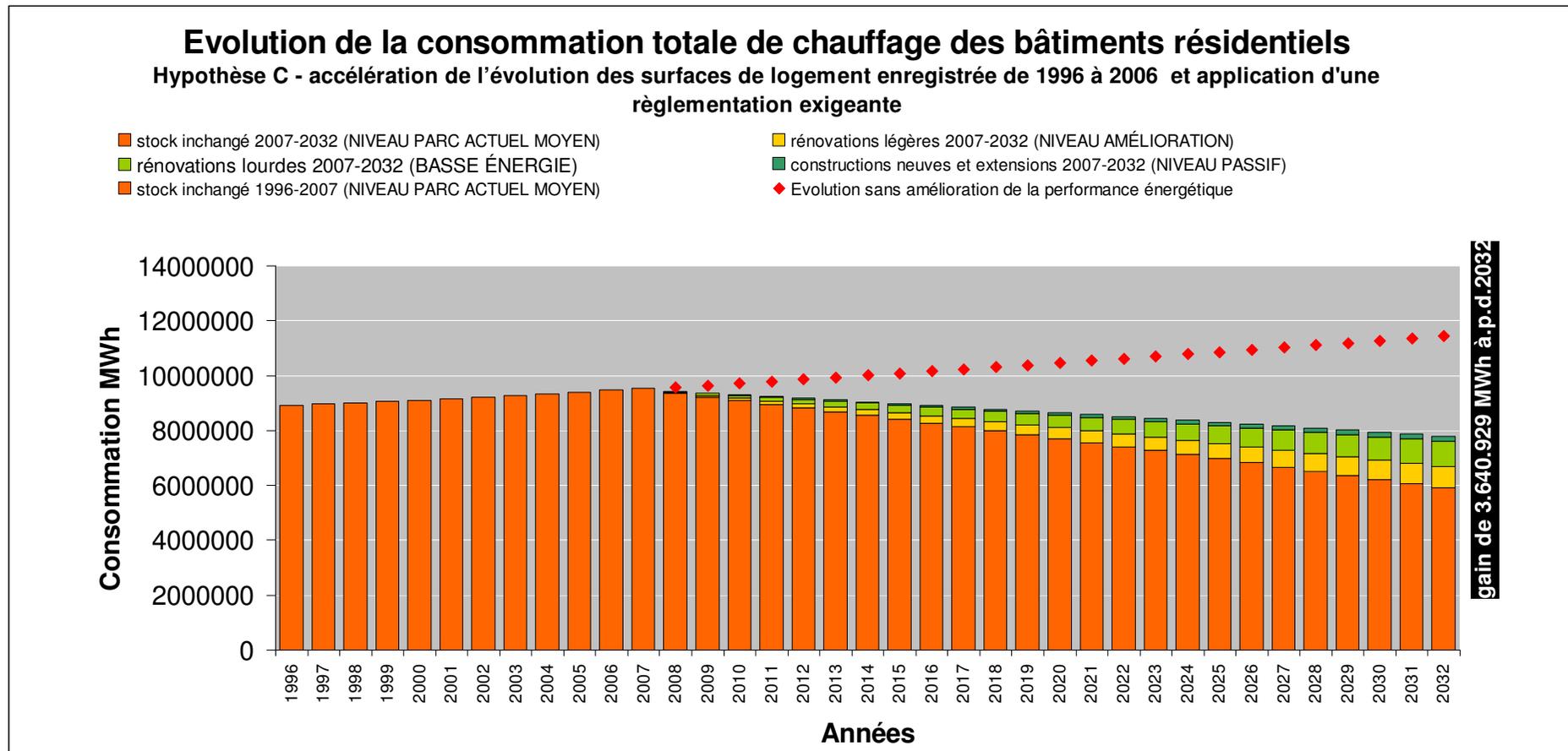


Tableau 25 : Hypothèse C : accélération de l'évolution des surfaces de logement enregistrée de 1996 à 2006 et application d'une réglementation exigeante

4.1.1.8. Hypothèse D : modification quasi-totale du parc résidentiel.

Un scénario théorique idéal établi dans le chapitre 2.3.7. dans le but de déterminer le rythme de chantiers nécessaires à la modification du parc immobilier bruxellois sur sa quasi totalité a été développé comme suit :

<u>Taux annuels exprimés en pourcentages du parc immobilier résidentiel et consommations selon chaque catégorie</u>						
	m ² rajoutés en 2008	Taux annuel moyen d'augmentation des surfaces construites 1996-2007	Coefficient d'accroissement/réduction du taux annuel d'augmentation des surfaces construites pour 2007-2032	Taux annuel moyen d'augmentation des surfaces construites 2008-2032	Niveau de performances énergétiques exigé après 2008	Niveau de performances énergétiques exigé après 2008, exprimé en kWh/m ² .a
Stock inchangé	0m ²	/	/	/	/	153 kWh/m ² .a
constructions neuves	401.689m ²	0,6%	1,08	(0,6*1,08=) 0,64%	passif	15 kWh/m ² .a
Rénovations lourdes	1.116.741m ²	0,6%	5	(0,6*5=) 1,79%	basse énergie	60 kWh/m ² .a
Rénovations légères	980.356m ²	0,31%	3	(0,31*3=) 1,57%	amélioration	99 kWh/m ² .a
Démolitions	111.212m. ²	0,01%	5	(0,01*5=) 0,06%	/	/

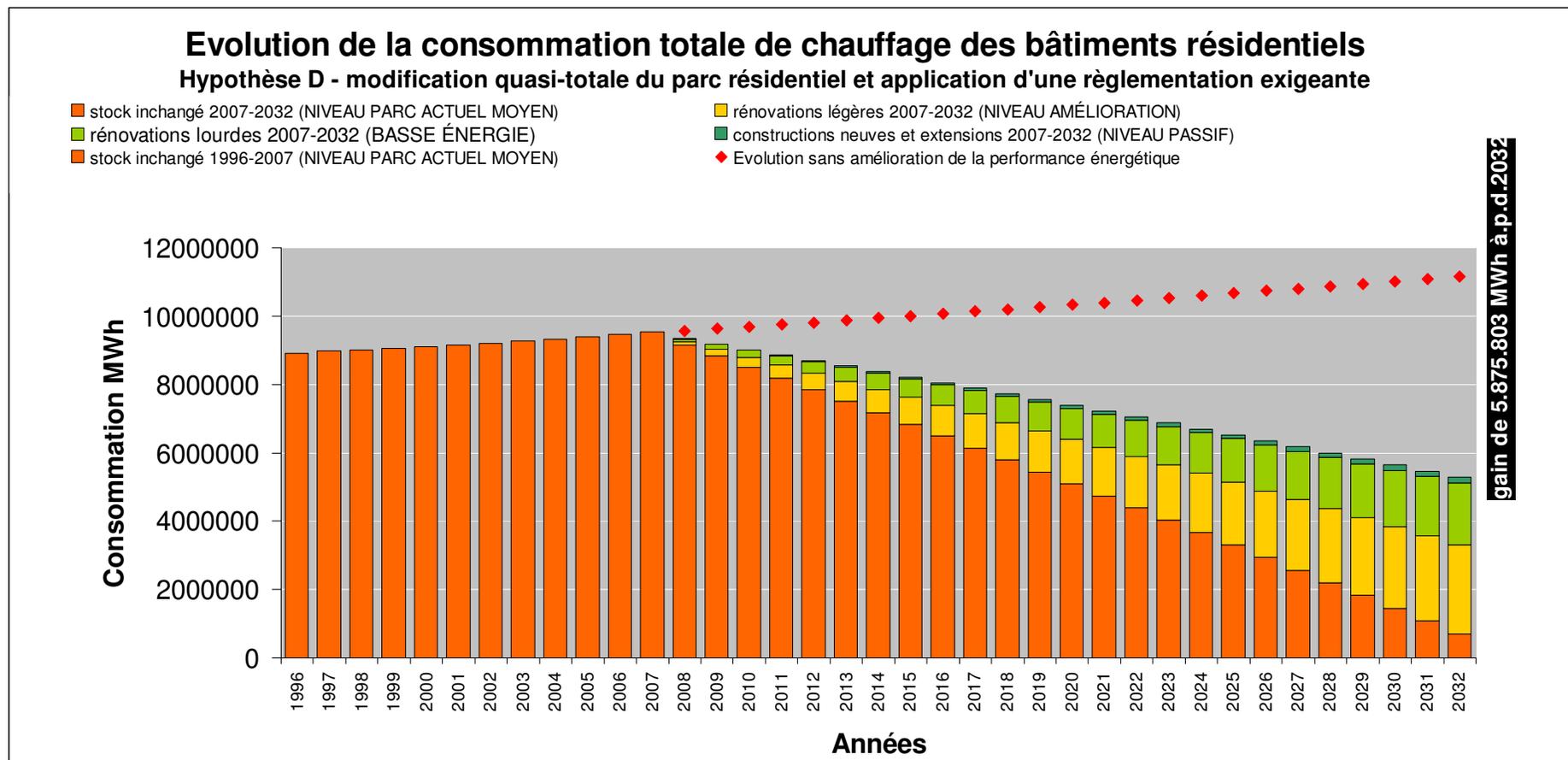


Tableau 26 : Hypothèse D: modification quasi-totale du parc résidentiel et application d'une réglementation exigeante

4.1.1.9. Conclusions

Les différentes hypothèses d'évolution du parc immobilier résidentiel montrent qu'il est possible de réduire considérablement sa consommation de chauffage par l'application d'une réglementation sévère en matière de performances énergétiques : niveau passif pour tous les bâtiments neufs, et basse énergie pour toutes les rénovations avec permis. Une politique et un contexte encourageant de manière intensive pendant 25 ans l'amélioration des performances énergétiques serait également nécessaire pour que toutes les rénovations dites « légères », donc correspondant aux rénovations faites aujourd'hui sans permis, permettent, comme prévu dans les hypothèses, d'atteindre le niveau d' « amélioration », càd de 99kWh/m².a.

La réduction de la consommation à l'échelle de la Région envisagée dans les hypothèses A, B, et C correspond ainsi à un gain d'entre 1/3 et 1/5 en fonction des cas par rapport à l'énergie qui serait consommée sans amélioration des performances énergétique des bâtiments depuis 2007. L'hypothèse 5, théorique car supposant un renouvellement quasi-total du parc immobilier en 25 ans, permettrait, une fois réalisée, d'économiser annuellement plus de la moitié de l'énergie de chauffage. L'hypothèse 3, bien que plus modérée du point de vue énergétique (la majorité des rénovations lourdes n'atteignent, tout comme les

rénovations légères, que le niveau d'amélioration et seuls 5% des rénovations lourdes atteignent le Basse énergie) permet de réduire la consommation bruxelloise en chauffage d'environ 1/4.

4.1.2. Evolution de la performance énergétique des bureaux à l'échelle de la Région

4.1.2.1. Scénarios d'évolution de la consommation totale d'énergie sur les 25 prochaines années pour les bureaux:

Les deux scénarios suivants envisagent une continuation du rythme de construction et de rénovation de la période 1996-2006, et l'application ou la non-application de normes exigeantes visant à améliorer les performances énergétiques (énergie primaire) aux bâtiments faisant l'objet d'une demande de permis d'urbanisme. Le scénario « situation optimale – rythme ralenti » combine quant à lui l'application d'une réglementation énergétique stricte avec un ralentissement du rythme des chantiers.

4.1.2.2. Hypothèse 1 : Poursuite de l'évolution enregistrée de 1996 à 2006 des surfaces de bureaux et performances inchangées

La simulation ci-dessous est une transposition de l'évolution des surfaces de bureaux sur 15ans³² en évolution de la consommation totale d'énergie primaire dans le cas d'un rythme de construction et de performances énergétiques inchangés (chiffres pour l'énergie donnés par l'ICEDD en 2004)³³.

Quantité de mètres carrés annuels ajoutés à chaque catégorie et consommations selon chacune d'entre elles					
	m ² annuels 1996-2006	Coefficient d'accélération/ralentissement de l'évolution pour 2008 -2022	m ² annuels 2008-2022	Niveau exigé après 2008	Performance
Stock inchangé	/	/	/	actuel	260 kWh/m ² .a
Constructions neuves	210.460m ²	1	210.460m ²	actuel	260 kWh/m ² .a
Rénovations lourdes	21.379m ²	1	21.379m ²	actuel	260 kWh/m ² .a
Rénovations légères, rafraîchissements, mises à niveau	564.867m ²	1	564.867m ²	actuel	260 kWh/m ² .a
Espaces vacants en 2007	1.232.861m ²	Évolution dépendante des m ² annuels de constr. neuves.		/	/

³² Voir point 2.3.8. sur l'évolution des surfaces de bureau.

³³ L'ICEDD donne une consommation moyenne d'électricité et de combustible pour les bâtiments de bureaux privés (basse et haute tension) et publics. Une moyenne de 260,36 kWh/m².a totalisant électricité et combustible a été établie en tenant compte de la part de chaque sous-secteur :

- bureaux privés et publics : la SitEx compte 24,6% de surfaces de bureaux publics contre 75,4% de surfaces de bureaux privés

- bureaux basse et haute tension : le bilan énergétique de la Région de Bruxelles-Capitale réalisé par l'ICEDD en 2004 compte une part de 31.3% du tertiaire basse tension dans la consommation tertiaire contre 68.7% pour le tertiaire haute tension.

	Electricité (kWh/m ²)	Combustible (kWh/m ²)	Total (kWh/m ²)
Bureaux privés HT	129	130	259
Bureaux privés BT	137	207	344
Bureaux privés	131,50	154,07	285,571174
Bureaux publics HT	71	112	183
Moyenne Bureaux	117	144	260

Evolution de la consommation d'énergie totale finale de bâtiments de bureaux de 1996 à 2022

Hypothèse 1: Poursuite de l'évolution des surfaces de bureaux enregistrée de 1996 à 2007 et performances inchangées (GWh)

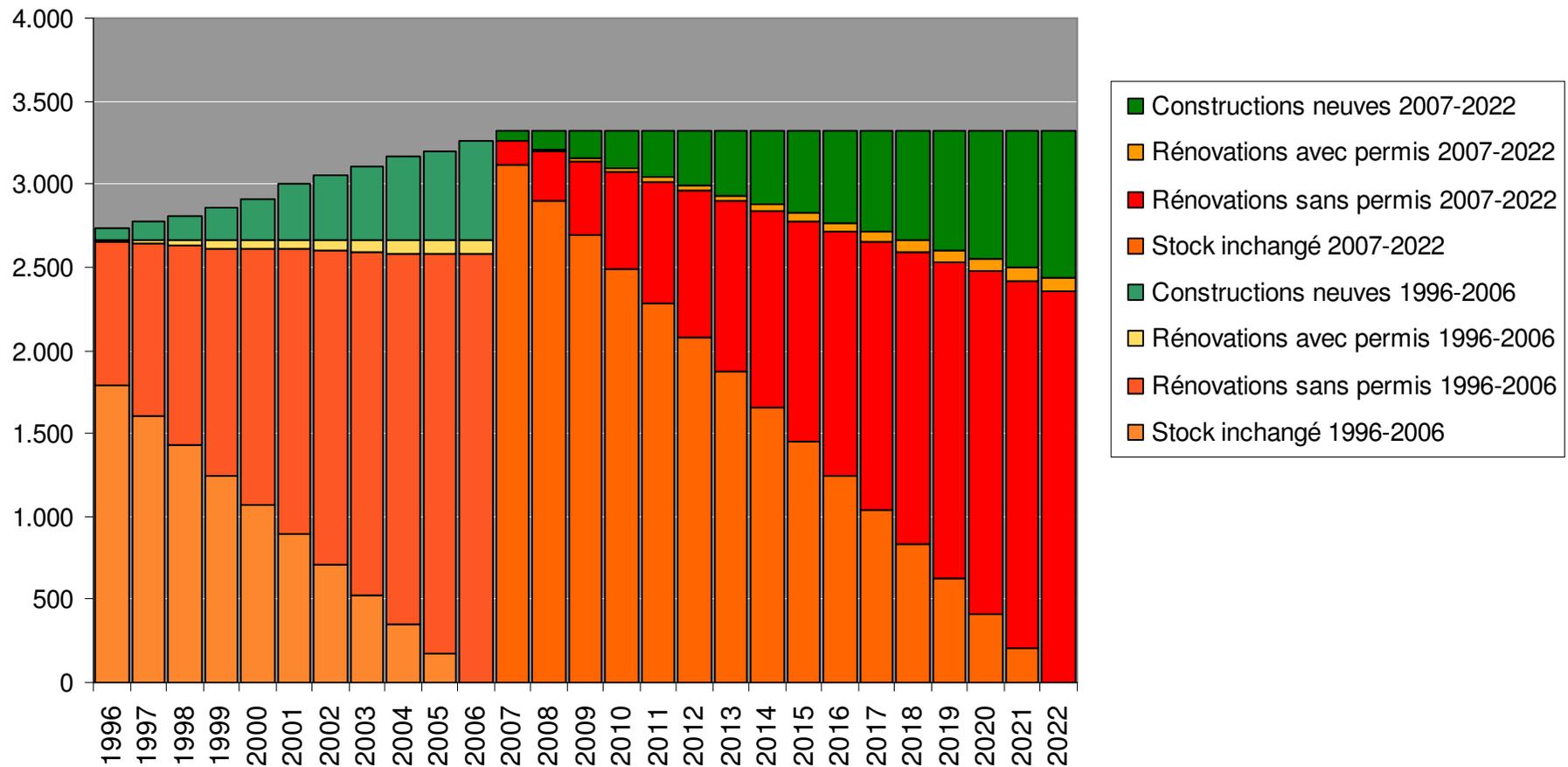


Tableau 27 : hypothèse 1 Poursuite de l'évolution enregistrée de 1996 à 2006 des surfaces de bureaux et performances inchangées

4.1.2.3. Hypothèse 2 : Poursuite de l'évolution enregistrée de 1996 à 2006 des surfaces de bureaux et application d'une réglementation exigeante

Une évolution est cependant imaginable, dans laquelle les occupants des bureaux recherchent les nouveaux bureaux dont les performances énergétiques sont sans cesse améliorées

Dans un marché de bureaux disponibles surabondant et de qualité variable du point de vue énergétique, il est probable que l'occupant préfère les bureaux bien situés et de bonne qualité. Les investisseurs qui construisent des nouveaux bureaux commencent à se préoccuper de l'image verte de leurs constructions justifiant par là des loyers ou des prix de vente plus élevés et des charges locatives réduites.

Une évolution optimale du point de vue de l'énergie pourrait par exemple être imaginée comme suit :

<u>Quantité de mètres carrés annuels ajoutés à chaque catégorie et consommations selon chacune d'entre elles</u>					
	m ² annuels 1996-2006	Coefficient d'accélération/ralentissement de l'évolution pour 2008 -2022	m ² annuels 2008-2022	Niveau exigé après 2008	Performance
Stock inchangé	/	/	/	actuel	260 kWh/m ² .a
Constructions neuves	210.460m ²	1	210.460m ²	actuel	42 kWh/m ² .a
Rénovations lourdes	21.379m ²	1	21.379m ²	actuel	115 kWh/m ² .a
Rénovations légères, rafraîchissements, mises à niveau	564.867m ²	1	564.867m ²	actuel	188 kWh/m ² .a
Espaces vacants en 2007	1.232.861m ²	Évolution dépendante des m ² annuels de constructions neuves.		/	/

Les niveaux exigés dans cette hypothèse sont élevés et confèrent à l'hypothèse un caractère théorique : tandis que le scénario prévoit un niveau passif (120kWh d'énergie primaire) pour les constructions neuves car relativement accessible dans des limites de surcoût envisageables, des niveaux arbitraires s'échelonnent de manière régulière pour les rénovations lourdes et légères, entre le niveau de consommation actuel enregistré en RBC (260 kWh/m².a) et le niveau passif (42 kWh/m².a). Il est en effet plus délicat de juger d'un niveau de performance à atteindre pour les rénovations de bureaux, certains bâtiments, classés ou dont la configuration s'y prête moins, demandant une rénovation beaucoup plus lourde que d'autres pour atteindre les mêmes performances énergétiques.

D'autres scénarios intermédiaires en termes de performances énergétiques pourraient être simulés.

Evolution de la consommation d'énergie totale finale de bâtiments de bureaux de 1996 à 2022

Hypothèse 2: Poursuite de l'évolution des surfaces de bureaux enregistrée de 1996 à 2006 et application d'une réglementation exigeante (GWh)

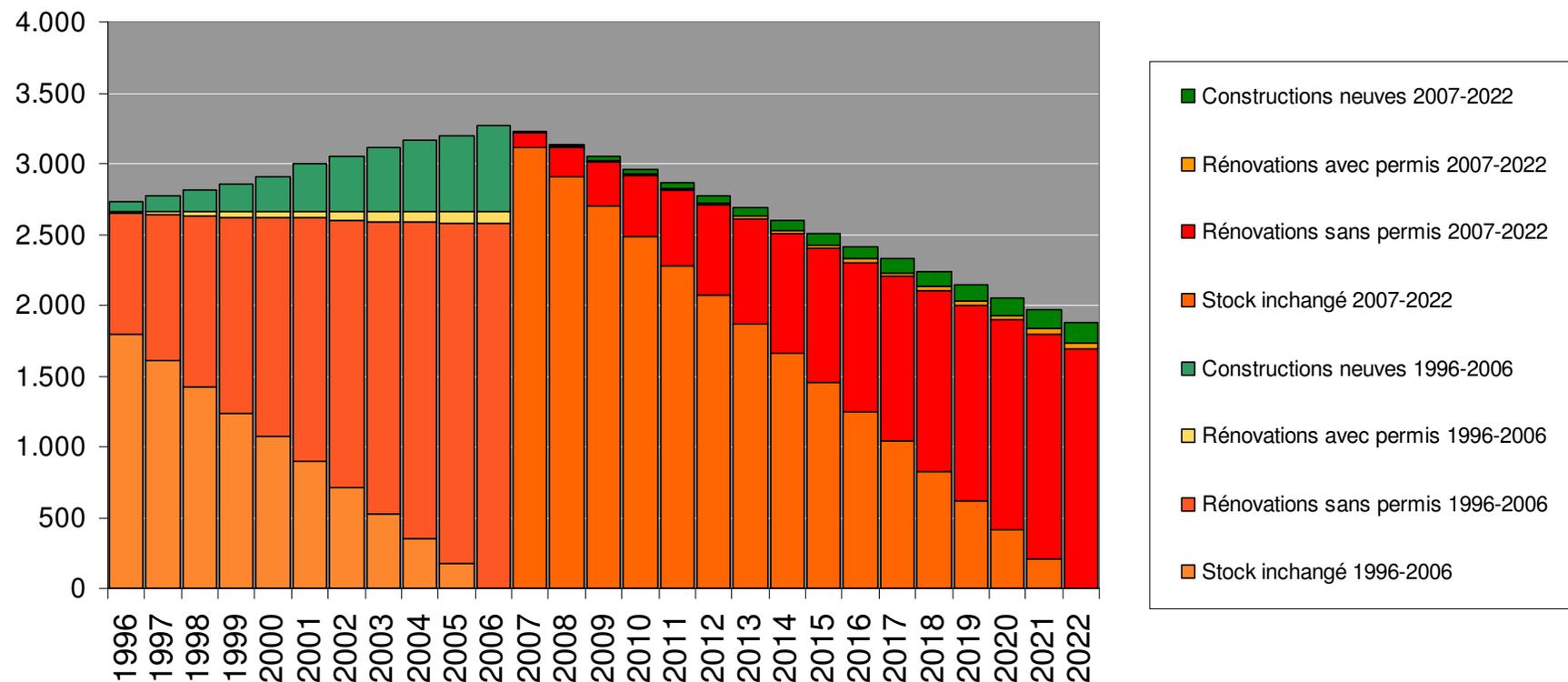
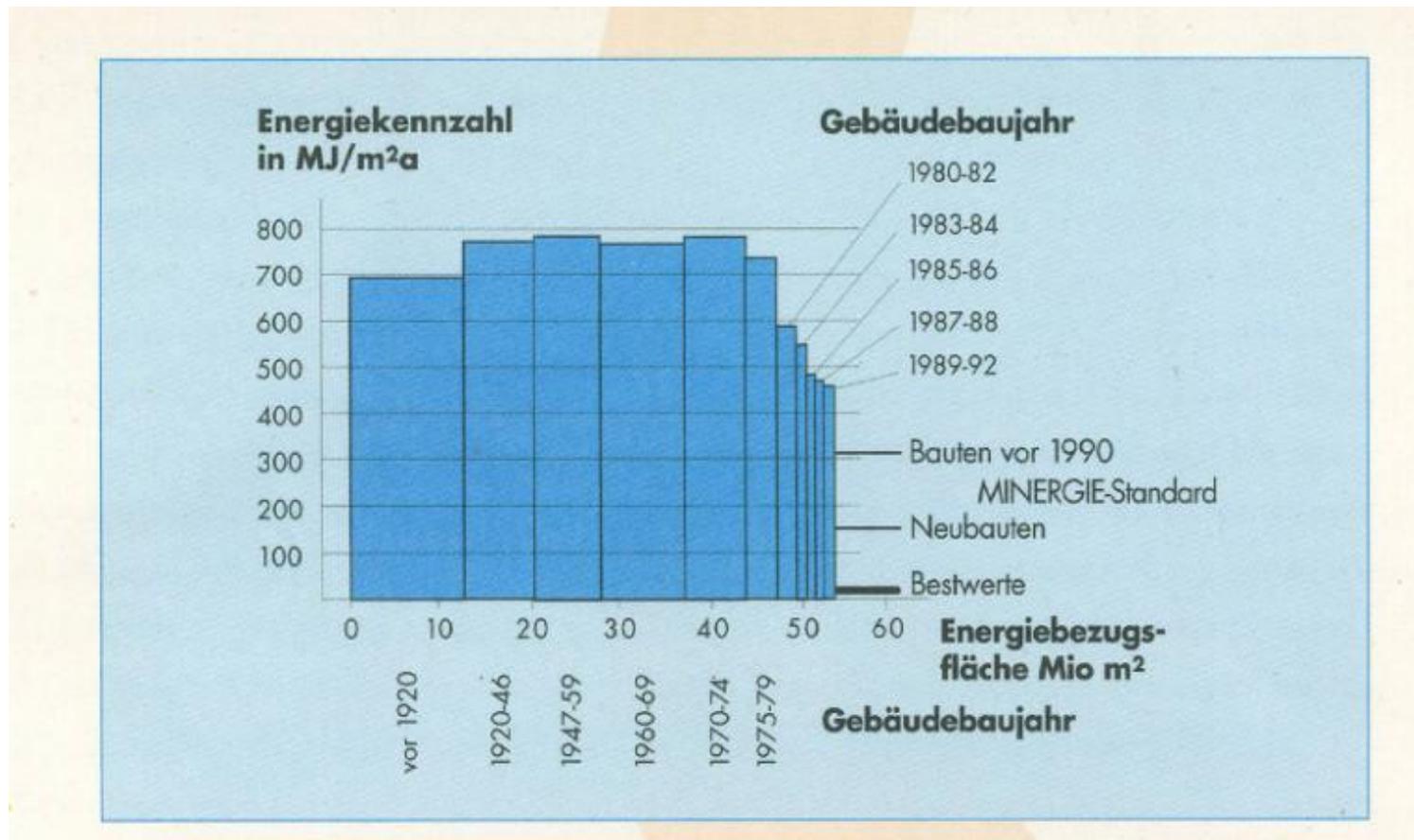


Tableau 28 : Hypothèse 2 : Poursuite de l'évolution enregistrée de 1996 à 2006 des surfaces de bureaux et application d'une réglementation exigeante

Dans ce cadre la mise en place d'une réglementation plus stricte sur l'isolation des bâtiments peut avoir un rôle non négligeable. En Suisse par exemple, l'application par les cantons de normes concernant l'isolation, puis concernant les besoins de chauffage (norme SIA 3801) à partir des années 80 provoque une diminution importante de la consommation d'énergie des nouveaux bâtiments.



d)

e) Effet de l'application de la norme 380/1 à Zurich :

f)

g) Source : SIA, Société des Ingénieurs et des Architectes suisse

4.1.2.4. Hypothèse 3 : Ralentissement de l'évolution enregistrée de 1996 à 2006 des surfaces de bureaux et application d'une réglementation exigeante

Si l'on associe un ralentissement de moitié du rythme de construction aux paramètres de performance énergétique (réglementation exigeante) et de stagnation de la demande en espaces de bureaux introduits dans l'hypothèse 2, la consommation totale passerait de 2.043 GWh/an à 2.618 GWh/an. En effet le renouvellement du parc de bureau réalisé à l'hypothèse 2 par l'apport de surfaces neuves (niveau passif), et l'évacuation du stock obsolète en nouveaux espaces vacants est ralenti de moitié.

<u>Quantité de mètres carrés annuels ajoutés à chaque catégorie et consommations selon chacune d'entre elles</u>					
	m ² annuels 1996-2006	Coefficient d'accélération/ralentissement de l'évolution pour 2008 -2022	m ² annuels 2008-2022	Niveau exigé après 2008	Performance
Stock inchangé	/	/	/	actuel	260 kWh/m ² .a
Constructions neuves	210.460m ²	0.5	105.230m ²	actuel	42 kWh/m ² .a
Rénovations lourdes	21.379m ²	1	21.379m ²	actuel	115 kWh/m ² .a
Rénovations légères, rafraîchissements, mises à niveau	564.867m ²	1	564.867m ²	actuel	188 kWh/m ² .a
Espaces vacants en 2007	1.232.861m ²	Évolution dépendante des m ² annuels de constructions neuves.		/	/

Evolution de la consommation d'énergie totale finale de bâtiments de bureaux de 1996 à 2022

Hypothèse 3: Ralentissement de l'évolution des surfaces de bureaux enregistrée de 1996 à 2006 et application d'une réglementation exigeante (GWh)

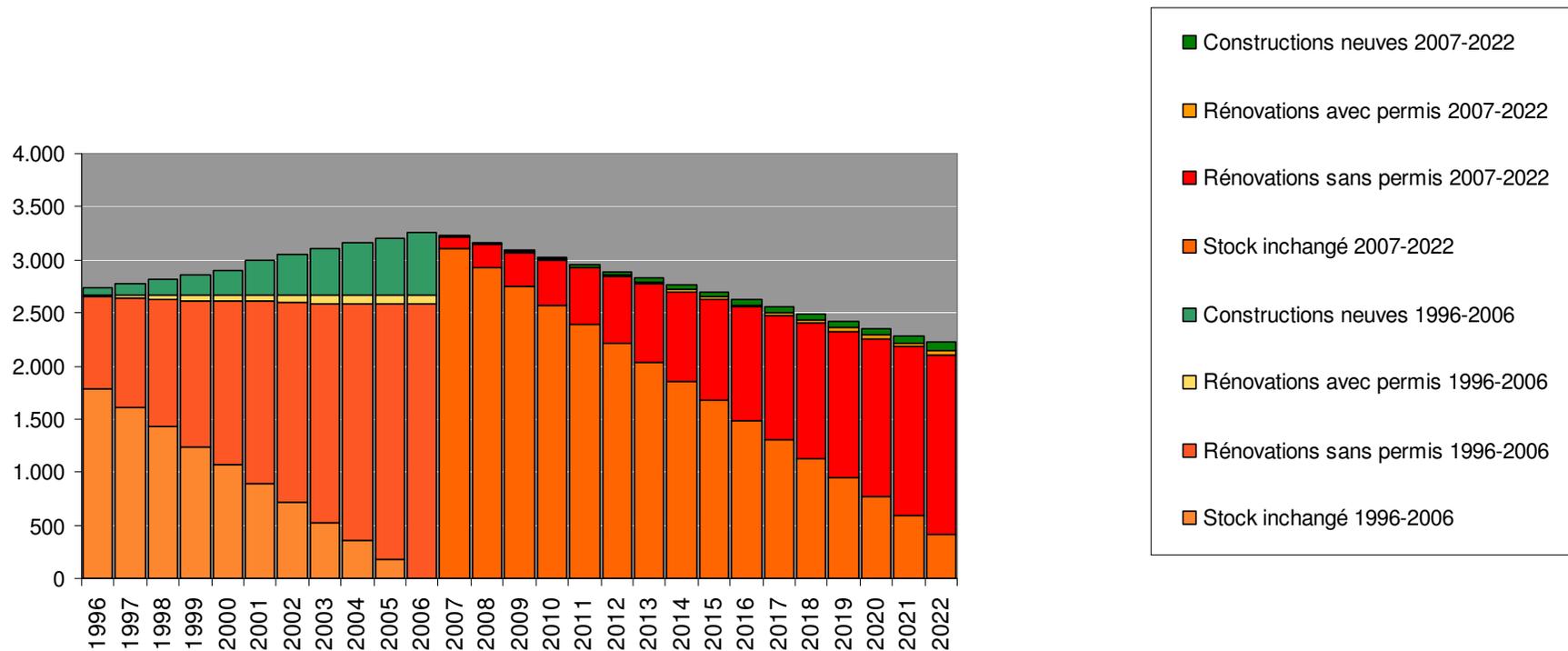


Tableau 29 : Hypothèse 3 : Ralentissement de l'évolution enregistrée de 1996 à 2006 des surfaces de bureaux et application d'une réglementation exigeante

4.1.3. Opportunité pour l'éco-construction

Comme il a été mis en évidence précédemment, l'amélioration des performances énergétiques des bâtiments existants peut être réalisée tant par des matériaux réputés écologiques (recyclés ou renouvelables) que par des matériaux dits classiques, issus de la pétrochimie, de l'industrie du verre, etc.

Cependant, l'impact du choix des matériaux n'est pas négligeable dans le bilan final. L'approche est ici limitée à l'énergie grise, sur base de deux typologies représentatives, sachant que l'objectif consiste à dégager une tendance globale.

Le premier tableau montre que, à l'échelle du logement, l'énergie grise pour les travaux des scénarios « amélioration » et « basse énergie », correspond respectivement à 2,48% et 8,24% de la consommation sur un cycle de vie de 40ans.

Les valeurs utilisées sont issues des analyses des typologies, de la table de données figurant en annexe à la présente étude, et des feuilles d'estimation par projet repris aux points 4.2 .2.8 et 4.2.2.9.

Unité : kWh / m ²	Amélioration				Basse énergie			
	Energie grise		Energie de chauffage par an	Energie de chauffage par cycle de 40 ans	Energie grise		Energie de chauffage par an	Energie de chauffage par cycle de 40 ans
Logis :	88	2,22%	99	3.940	171	7,35%	58	2.322
Plasky :	76	2,86%	67	2.672	174	9,36%	46	1.856
Moyenne :	82	2,48%	83	3.306	172	8,24%	52	2.089

Tableau 30 : Energie grise pour un cycle de vie de 40 ans (kWh / m²)

Si on considère que les rénovations avec permis atteignent le niveau « basse énergie », et celles sans permis atteignent le niveau « amélioration », l'énergie grise s'élève à 80.179.086 kWh, l'équivalent de la consommation de chauffage de 4.331 logements pendant 1 année.

	Amélioration		Basse énergie		
	E _{grise}	E _{chauf.} / année	E _{grise}	E _{chauf.} / année	surface rénovée / année
Au niveau de la Région :					
Rénovation avec permis :			64.100.904	19.440.600	372.247 m ²
Rénovation sans permis :	16.078.182	16.206.249			196.071 m ²
total rénovation :	16.078.182	+	64.100.904	=	80.179.086 kWh/an
surface moyenne logt :	121 m ²				
consommation chauffage moyenne :	153 kWh/m ² .an				
	18.513 kWh/an				
chauffage de	4331 logements / an				

Pour ces mêmes travaux, la quantité de matériaux d'isolation mis en œuvre s'élève à 66.577 m³. En appliquant à cette quantité des valeurs d'énergie grise, on arrive à des quantités de tendances très marquées.

	Amélioration	Basse énergie	
Quantité d'isolant par rénovation :	m ³ /m ²	m ³ /m ²	
Logis :	0,07	0,15	
Plasky :	0,08	0,13	
Moyenne :	0,08	0,14	
Au niveau de la Région :	m ³ d'isolant par an	m ³ d'isolant par an	
Rénovation avec permis :		51.735 m ³	372.247 m ²
Rénovation sans permis :	14.842 m ³		196.071 m ²
total rénovation :			66.577 m³

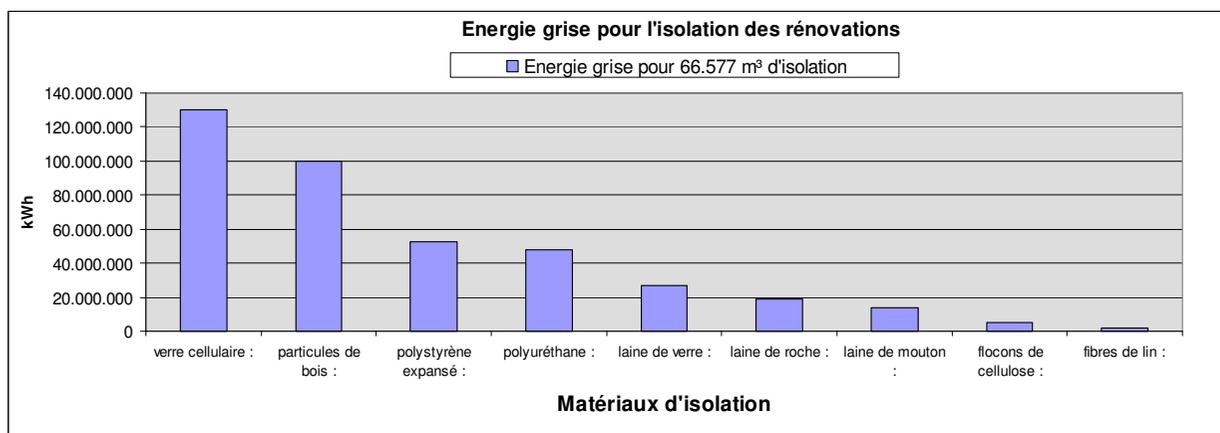


Figure 10 : Energie grise pour l'isolation des rénovations en un an

	MJ/kg	kWh/kg	kg/m ³	kWh/m ³	facteur performanc	kWh/m ³ total rénovation	
verre cellulaire :	67,0	18,6	140	2.606	0,75	1.954	130.103.010 kWh
particules de bois :	18,0	5,0	300	1.500	1	1.500	99.865.850 kWh
polystyrène expansé :	95,0	26,4	30	792	1	792	52.706.976 kWh
polyuréthane :	116,0	32,2	30	967	0,75	725	48.268.494 kWh
laine de verre :	43	11,9	34	406	1	406	27.037.754 kWh
laine de roche :	17	4,7	60	283	1	283	18.863.549 kWh
laine de mouton :	12,3	3,4	30	103	2	205	13.648.333 kWh
flocons de cellulose :	4,2	1,2	70	82	1	82	5.437.141 kWh
fibres de lin :	4,4	1,2	25	31	1	31	2.034.304 kWh

4.2. EVALUATION ECONOMIQUE

L'évaluation économique du potentiel d'application des principes de la maison passive en Région de Bruxelles Capitale est abordée de manière approfondie au niveau des logements existants, sur base des analyses des typologies.

En ce qui concerne le logement neuf, les principes économiques sont rappelés et illustrés par des exemples bruxellois récents.

Pour les bureaux et autres bâtiments tertiaires, l'appel à projet de l'IBGE permet également de dégager quelques tendances.

L'évaluation économique de l'application des principes passifs est ensuite abordée au niveau de la Région.

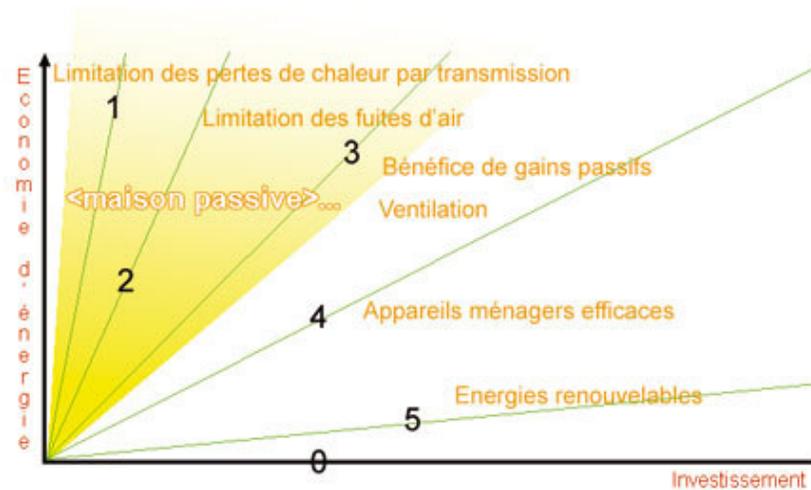
L'approche développée considère le coût global intégrant le surcoût, ou la part, d'investissement lié à l'application de principes passifs et les consommations d'énergie pendant la période d'occupation des logements.

4.2.1. Evaluation économique de l'application des principes passifs aux logements neufs

4.2.1.1. Principes économiques de la maison passive

Les principes de la maison passive issus d'études et d'expériences menées en Allemagne sont développés dans plusieurs ouvrages, travaux et publications. La présente étude se limitera donc à en rappeler succinctement deux principes économiques :

- a) Des priorités quant au rapport investissement/économie d'énergie ont été dégagées parmi les mesures structurelles à prendre pour l'amélioration des performances énergétiques des logements. Parmi ces mesures, l'amélioration de l'enveloppe, par une isolation et une étanchéité à l'air renforcées figurent en tête.



Source: Passiefhuis-Platform VZW

Figure 11 : Economie d'énergie en fonction de l'investissement (source : Passiefhuis-Platform vzw), sur le site de Adeline Guerriat, <http://www.lamaisonpassive.be>

- b) La maison passive réalise un « effet tunnel » sur les coûts : lorsque le besoin en énergie est optimisé à 15 kWh/m² selon les principes évoqués ci-dessus, l'installation de chauffage devient superflue. L'économie réalisée sur ce poste réduit d'autant le coût d'investissement. Pour améliorer encore d'avantage les performances thermique il faudrait consentir un investissement supplémentaire très important. Il convient dès lors de manipuler les mesures prioritaires de manière à atteindre l'optimal et ajuster l'investissement pour que les frais d'énergie absorbent les surcoûts.

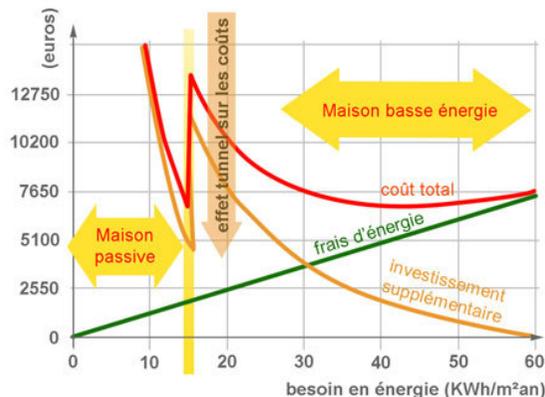


Figure 12 : Coût en fonction du besoin en énergie de chauffage (source : Passiefhuis-Platform vzw), sur le site de Adeline Guerriat, <http://www.lamaisonpassive.be>

4.2.1.2. Estimation du coût

La littérature annonce un surcoût de 8 à 15 % par rapport au coût de construction normal d'un bâtiment courant. Les rares réalisations en Région de Bruxelles Capitale ne permettent pas encore de vérifier ces données. Cependant il faut souligner le fait que plusieurs projets sont élaborés dans les conditions de budget très exiguës du logement social, dont certains dans le cadre de marchés de promotion (consortium rassemblant une entreprise et l'équipe de conception). Les prix des travaux s'entendent **hors TVA** et frais d'étude et honoraires ; « avec primes » signifie que les primes ont été déduites du coût des travaux)

Projet	Programme	Prix standard	Prix avec surcoût (avec primes)	Surcoût (sans primes)	Surcoût (avec primes)
Foyer Jettois – Jette (A2M)	Immeuble de 2 logements	1.126 €/m ²	1 268 €/m ²	13%	7%
Rue Fin – Molenbeek (A2M)	Immeuble de 14 logements	908 €/m ²	1 007 €/m ²	20%	13%
Maison B à Uccle (A2M)	Maison unifamiliale	1.050 €/m ²	1 186 €/m ²	13%	6%
Projet Plume (B612)	Immeuble de 8 logements	1.220 €/m ²	1317€/m ²	8%	
Rue Fin – Molenbeek (D. Carnoy)	Immeuble de 14 logements				
Recommandations pour le logement social en RBC		< 1.000 €/m ²	< 1 300 €/m ²		
Projets du Foyer Bruxellois		1.000 – 1.100 €/m ²	1.150 – 1.265 €/m ²	15%	
<i>Coût moyen des logements passifs sélectionnés dans le cadre de l'appel à projets exemplaires de l'IBGE en 2007 (il s'agit d'estimations)</i>			1.100€/m ²		

4.2.1.3. Hypothèse

Dans quelles mesures les coûts de construction engendrés par l'intégration des principes passifs du logement (isolation de l'enveloppe, récupération de chaleur sur la ventilation, protections solaires et/ou techniques de refroidissement naturel) doivent-ils être considérés comme des surcoûts ?

En effet si des équipements tels que les salles de bains, généralisées dans les logements au cours du 20^{ème} siècle, ou des mesures de coordination sécurité et santé sur chantier plus récemment, ont pu apparaître à l'époque comme des surcoûts enchérissant le prix de la construction, ces dispositions sont peu à peu intégrées jusqu'à ne plus être remises en question.

De la même manière, on peut formuler l'hypothèse que l'intégration des principes passifs dans les logements neufs ne pourra plus être considérée comme un surcoût, sitôt qu'elle sera intégrée dès les prémises de la conception architecturale et que les entreprises auront acquis l'expérience nécessaire.

Dans ce contexte, appuyé par la nécessité de protéger les personnes ayant des revenus modestes, le standard passif peut devenir au terme d'une période de rodage, le standard pour tout logement neuf.

4.2.2. **Evaluation économique de l'application des principes passifs aux logements existants**

La présente étude s'est attardée à l'analyse du coût global de trois logements : une maison, un appartement et un loft. Dans toutes les hypothèses les projections sont faites en Euro constant pour une période de 25 ans. Préalablement à l'analyse, les paramètres du coût global sont spécifiés.

4.2.2.1. Paramètres du coût global

Le coût global repose sur un ensemble de variables pour lesquelles des valeurs ont été appliquées :

- h) consommations (réelles, BE et passive) calculées PEB, PHPP, réelles normalisées, réelles d'après facture ;
- i) diminution des degrés jours : influence sur les besoins en énergie ;
- j) augmentation du coût de l'énergie : d'après relevé du prix unitaire du m³ de gaz ;
- k) coût des travaux : ce qu'ils comprennent (matériaux « classiques » et écologiques) ;
- l) primes ;
- m) déductions fiscales.

Les points qui suivent expliquent et justifient les options prises.

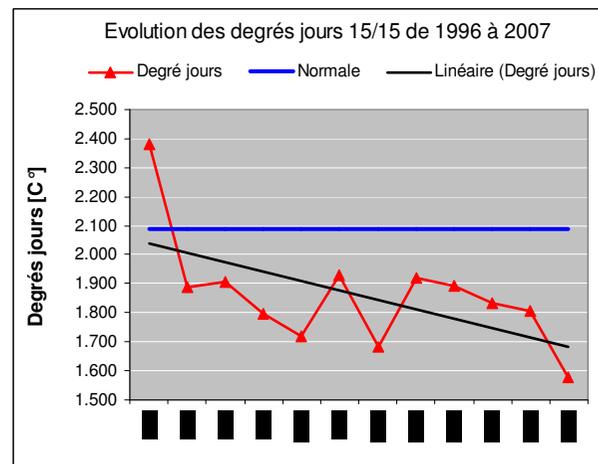
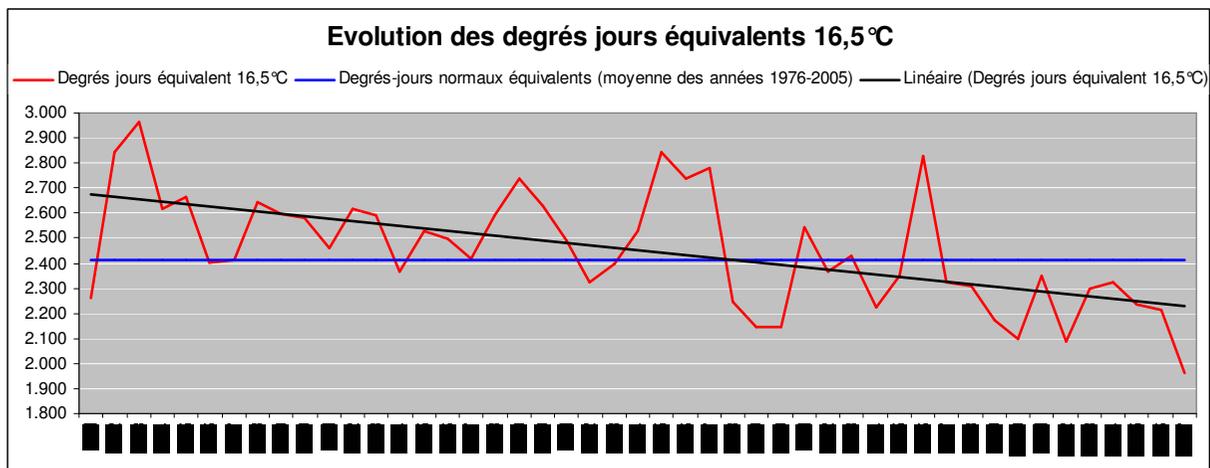
4.2.2.2. Consommations d'énergie

Les consommations calculées de façon théoriques sont généralement 30 à 40 % plus élevées que la réalité. Pour que le calcul du coût global soit plus proche de la réalité, nous avons pris des consommations réelles (maison du Logis) normalisées pour pouvoir les raccorder aux consommations de référence et réelles sur base de la facturation et du relevé au compteur. C'est en effet cette dernière consommation que le particulier paiera. Ceci n'est pas sans conséquence sur l'amortissement des investissements car les quantités consommées sont nettement moindres lorsque les degrés jours atteignent comme en 2007 à peine 81% de la moyenne des années 1976-2005. Dans ce contexte, l'économie réalisée de par l'application des principes passifs s'applique à une plus petite facturation.

4.2.2.3. Degrés jours à Uccle

Depuis 1997, les degrés jours mesurés à Uccle sont sensiblement inférieurs à la « normale » 2087,6 °C, moyenne des 30 dernières années. Cette évolution s'inscrit dans la tendance globale de réchauffement climatique.

Sur la période de 1961 à 2007 on observe une tendance linéaire de diminution des degrés jours de l'ordre de 10°C par an et sur la période de 1996 à 2007 de l'ordre de 20 °C.



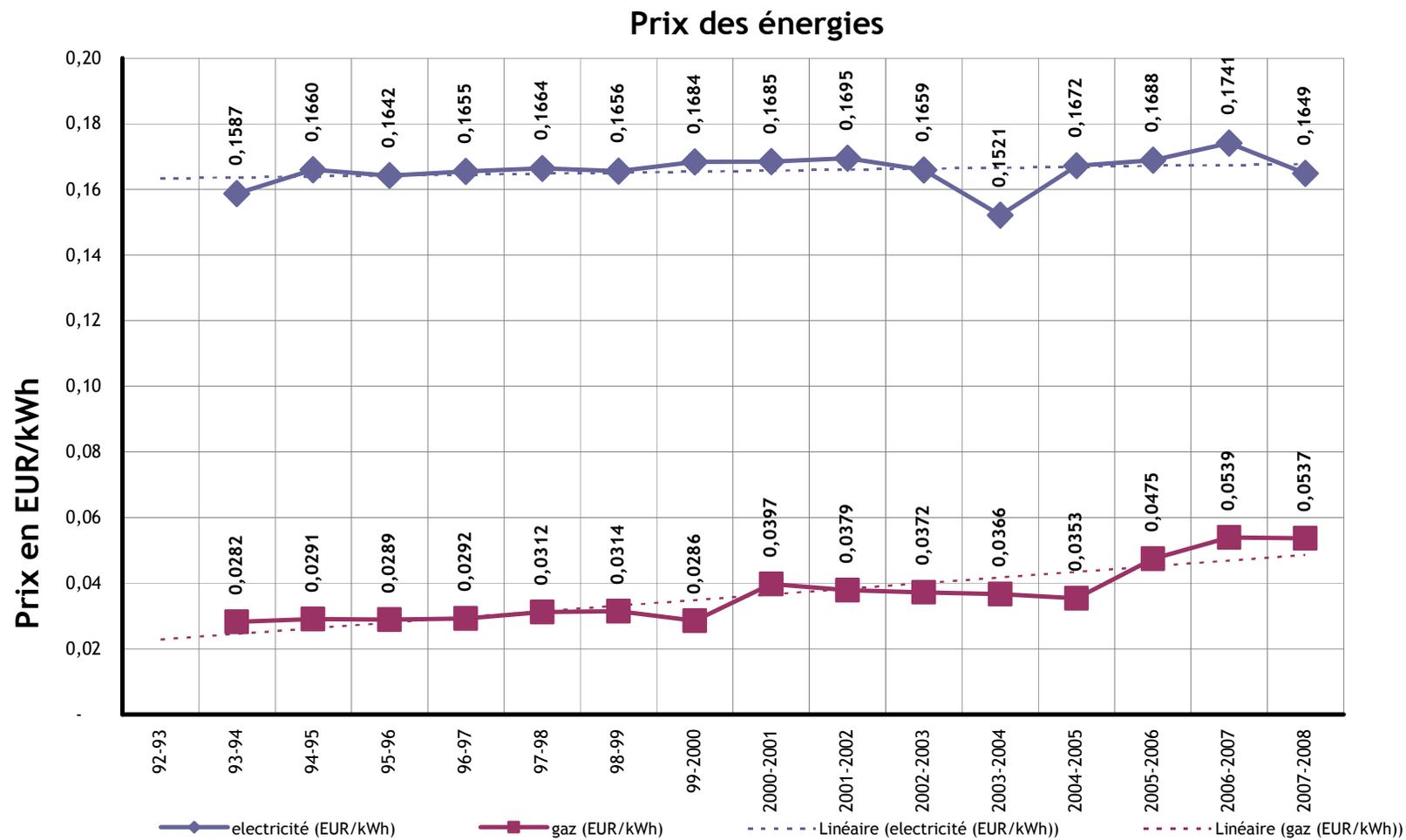
Cette évolution a forcément une influence sur les consommations d'énergie pour le chauffage. Le calcul du coût global prend en compte ces deux valeurs de diminution linéaire de respectivement de 10°C et de 20 °C par an pour caractériser les hypothèses.

Dans les grands bâtiments, une part de la consommation de l'ordre de 20 à 25% est liée à la mise en route du chauffage et n'est par conséquent pas dépendante des degrés jours. Par simplification et pour ne pas atténuer l'effet, assez limité en fait, de la diminution des degrés jours, il n'en est pas tenu compte dans la présente étude.

4.2.2.4. Coût de l'énergie

Dans toutes les typologies analysées l'énergie considérée pour le calcul du coût global est le gaz.

L'évolution du prix de l'énergie pris en considération dans le calcul du coût global est basée sur le relevé du tarif de facturation par Electrabel du m³ de gaz, établi de la période 1992-1993 à 2007-2008. L'analyse de ce relevé laisse apparaître une augmentation l'ordre de 5% annuel sur les 15 dernières années de et de l'ordre de 15% annuel sur les 3 dernières années. Ces deux tendances caractérisent les hypothèses analysées pour chacun des cas d'étude. Après déduction de l'inflation on retiendra, selon des hypothèses plus ou moins optimistes, la valeur élevée de 13,28%, et la valeur basse de 5%. Ces taux sont appliqués d'une année à l'autre et donnent lieu à une courbe exponentielle.



4.2.2.5. Coût des travaux

Le coût des travaux pris en compte dans l'analyse des cas comprend les travaux spécifiques à l'amélioration des performances énergétiques des bâtiments selon les principes passifs par rapport à la situation de départ: l'isolation thermique (isolant, freine vapeur, ossature, plaque de finition, ...) et l'étanchéité de l'enveloppe (murs, toiture, planchers, portes et fenêtres) ou leur renforcement, le remplacement de la chaudière, l'installation de ventilation à double flux avec récupération de chaleur. Ils comprennent également des travaux connexes de coupure thermique des planchers, d'atténuation des ponts thermiques, de déplacement des radiateurs. Ils ne comprennent pas les travaux de peinture, revêtements de sol etc.

Les travaux estimés mettent en œuvre tant des matériaux réputés « classiques » que « écologiques » selon la commodité de l'application.

Il faut préciser que l'estimation du coût des travaux constitue un exercice risqué, qui comporte des limites. Pour les constructions ordinaires, il n'est pas rare d'obtenir dans les appels d'offres des prix sensiblement différents pour des travaux en principe identiques. A fortiori pour la mise en œuvre de travaux moins ordinaires, on peut s'attendre à des appréciations différenciées de la difficulté et par conséquent à des prix très variables. Il faut ajouter à cela la disponibilité relative des entreprises, et ne pas écarter l'exploitation économique de la situation de rareté et de primes disponibles au détriment du coût.

4.2.2.6. Primes

Liste des primes énergies 2008 en Région Bruxelles-Capitale³⁴

Logements individuels & collectifs			
Type d'intervention	Type de projet	Montant de la prime	
Isolation de la toiture	Rénovation	20€ / m ²	Maximum 50% du montant de la facture.
Isolation des murs extérieurs	Rénovation	25€ / m ²	Maximum 50% du montant de la facture
Isolation du sol	Rénovation	25€ / m ²	Maximum 50% du montant de la facture
Vitrage superisolant	Rénovation	25€ / m ²	Maximum 50% du montant de la facture
Protection solaire extérieur	Neuve & rénovation	30€ / m ² de surface vitrée équipée	Maximum 50% du montant de la facture
Chaudière à condensation	Neuve & rénovation	50% du montant de la facture	Maximum 400€ / installation
Chauffe-eau instantané	Neuve & rénovation	50% du montant de la facture	Maximum 200€ / installation
Régulation thermique	Rénovation	8€ / vanne thermostatique	Maximum 15 vannes ou 50% du montant de la facture
		150€ / thermostat d'ambiance à horloge	Maximum 50% de la fourniture

³⁴ Nous n'avons repris qu'une liste non-exhaustive des primes disponible en RBC. La liste complète et les conditions d'octroi sont consultables sur le site internet de Bruxelles Environnement : www.ibgebim.be

Ventilation Mécanique Contrôlée	Neuve & rénovation	150€ / sonde extérieure 3000€ / logement	Maximum 50% de la fourniture Maximum 50% du montant de la facture
Habitation « Basse Energie »	Rénovation	100€ / m ² nets/ logement 50€ / m ² nets / logement	150 premiers m ² Au-delà de 150m ²
Habitation « passive »	Neuve & rénovation	100€ / m ² nets / logement 50€ / m ² nets / logement	150 premiers m ² Au-delà de 150m ²

En matière d'isolation certaines valeurs doivent être atteintes, ce qui correspond à différentes épaisseurs d'isolant :

Isolation du toit : $R \geq 4 \text{ m}^2 \text{ K} / \text{W}$ → Polyuréthane 10 cm ; Laine de roche 16 cm ; de cellulose 16 cm ; Polystyrène expansé 14 cm

Isolation des murs extérieurs : $R \geq 2 \text{ m}^2 \text{ K} / \text{W}$ → Polyuréthane 5 cm ; Laine de roche 8 cm ; de cellulose 8 cm ; Polystyrène expansé 7 cm

Isolation du sol : $R \geq 2 \text{ m}^2 \text{ K} / \text{W}$ → Polyuréthane 5 cm ; Laine de roche 8 cm ; de cellulose 8 cm ; Polystyrène expansé 7 cm

Pour le vitrage superisolant : si on remplace tout le châssis, U_{\max} du vitrage $\leq 1,1 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$ et U_{\max} de l'ensemble $\leq 2,2 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$; si on garde le châssis, U_{\max} du vitrage $\leq 1,3 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$; U_{\max} panneaux opaques $\leq 0,5 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$

4.2.2.7. Déductions fiscales

Des réductions d'impôts de 40% sont octroyées aux propriétaires ou locataires qui font exécuter des travaux d'économie d'énergie dans leur(s) habitation(s) sur les dépenses facturées suivantes :

- a) le remplacement d'une ancienne chaudière ou l'entretien d'une chaudière;
- b) l'installation d'un système de chauffage de l'eau par énergie solaire;
- c) l'installation de panneaux photovoltaïques;
- d) l'installation d'une pompe à chaleur géothermique;
- e) l'installation de double vitrage;
- f) l'isolation du toit;
- g) le placement de vannes thermostatiques ou d'un thermostat d'ambiance à horloge;
- h) un audit énergétique.

La réduction est plafonnée à 2.600 EUR (déclaration 2008) par année fiscale et par habitation pour les constructions neuves et les rénovations totales ou partielles. Si la transformation se fait en deux ans, il est possible de bénéficier de la réduction plafonnée à 2600€ les deux années.

Les travaux doivent être exécutés par un entrepreneur enregistré auprès du SPF Finances (art. 401 CIR). Dans le cadre de la présente étude la réduction d'impôt est prise en compte pour le remplacement d'une ancienne chaudière ; l'installation de double vitrage et l'isolation du toit.

4.2.2.8. Coût global de l'amélioration des performances énergétiques d'une maison existante : maison du Logis

a) Estimation du coût :

				Surcoûts d'investissement			
				AMELIORATION		BASSE ENERGIE	
Quantité	Unité	Prix unitaire	Energie grise (kWh/unité)	Prix total	Energie grise (kWh)	Prix total (Euros)	Energie grise (kWh)
Murs							
Isolation thermique intérieure 4 cm	8,14 m ²	59,35 €	20,23	483,07 €	164,65 x	x	x
Isolation thermique intérieure 6 cm	47,52 m ²	62,00 €	20,48	2.946,00 €	166,69 x	x	x
Isolation thermique intérieure 8 cm	9,9 m ²	64,16 €	20,73	635,13 €	168,72 x	x	x
Isolation thermique intérieure 16 cm	65,56 m ²	101,66 €	21,73 x	x	x	6.664,50 €	176,86
Portes et fenêtres							
Châssis intérieur de doublage double vitrage Uv.=1,3	20,43 m ²	420,00 €	275,00	8.582,28 €	5.619,35 x	x	x
Châssis intérieur de doublage triple vitrage Uv.=0,61		480,00 €	412,50 x	x	x	9.808,32 €	8.429,03
Toiture							
Isolation 6 cm + contre chevrons + plaques	38,39 m ²	92,50 €	335,72	752,91 €	2.732,79 x	x	x
Isolation 20 cm + contre chevrons + plaques	38,39 m ²	108,05 €	335,72 x	x	x	879,54 €	2.732,79
Plancher							
Isolation 8 cm + contre chevrons + plaques	19,61 m ²	66,06 €	159,61	1.349,87 €	3.261,52 x	x	x
Isolation 10 cm + contre chevrons + plaques	19,61 m ²	72,92 €	243,54 x	x	x	1.429,84 €	4.775,50
Isolation dalle rez	8,20 m ²	184,81 €	88,31			1.515,40 €	724,14
Chauffage							
Déplacement des radiateurs	5 ff	200,00 €		1.000,00 €		1.000,00 €	
Remplacement chaudière							
Ventilation							
double flux	138,20 m ²	48,82 €		6.747,47 €		6.747,47 €	6.747,47
Travaux connexes de ragréage et de finition							
Coupure planchers	12 mct	655,00 €		7.860,00 € x		7.860,00 €	0,00
Retours isolation murs	40 m ²	62,00 €		2.479,80 € x			
TOTAUX HTVA				32.836,53 €	12.113,73	35.905,08 €	23.585,79
TOTAUX HTVA (petit chantier +3%)				33.821,63 €		36.982,23 €	
TVA 6%				2.029,30 €		2.218,93 €	
TOTAUX TVA COMPRISE				35.850,93 €		39.201,16 €	
Coût total au m ² TVAC				259,41 €		283,66 €	
Déductions fiscales							
			max 2600,00€				
Double vitrage	8.582,28 €		40%	3.432,91			
Triple vitrage	9.808,32 €		40%	3.923,33			
Isolation toiture	752,91 €		40%	301,16			
Isolation toiture	879,54 €		40%	351,82			
Remplacement chaudière	- €		40%	0,00			
Total				2.600,00 €		2.600,00 €	
Primes							
isolation toiture	38,39 m ²	20,00 €		376,45 €			
isolation murs	8,14 m ²	25,00 €		203,50 €			
isolation sols	19,61 m ²	25,00 €	max 50% facture	490,21 €			
double vitrage	20,43 m ²	25,00 €		510,85 €			
Ventilation avec récupération d'énergie	7.860,00 Euros	50%	max 3000,00€	3.000,00 €			
Basse énergie	138,20 m ²	100,00 €	max 150m ²	x		13.820,00 €	
Totaux primes							16.420,00 €

Coût réel pour le particulier

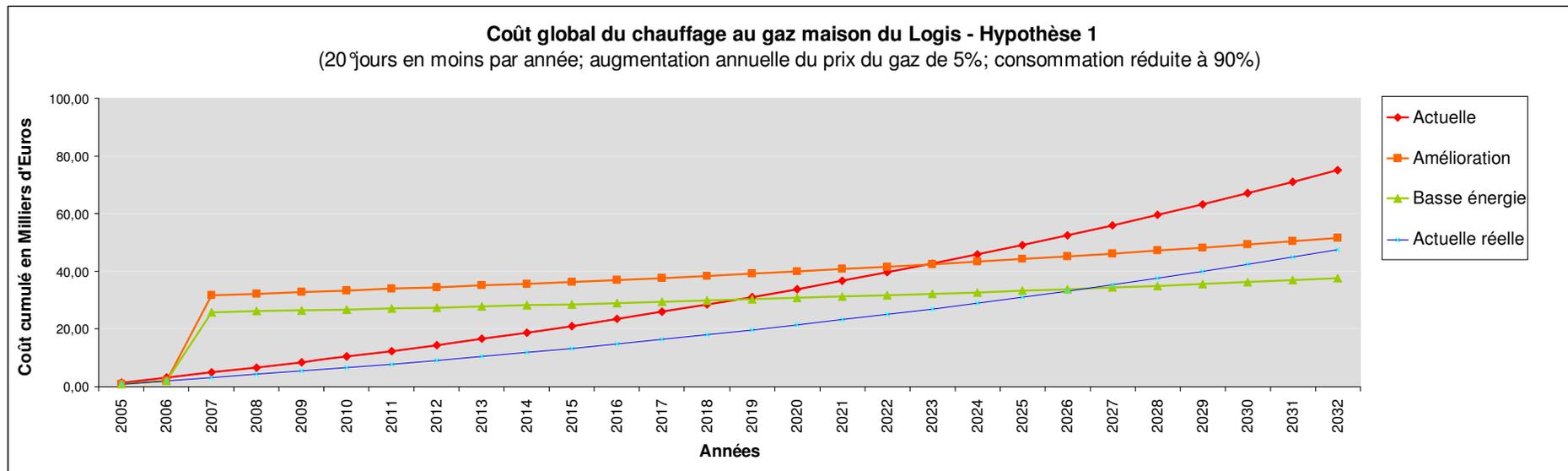
28.669,91 €

22.781,16 €

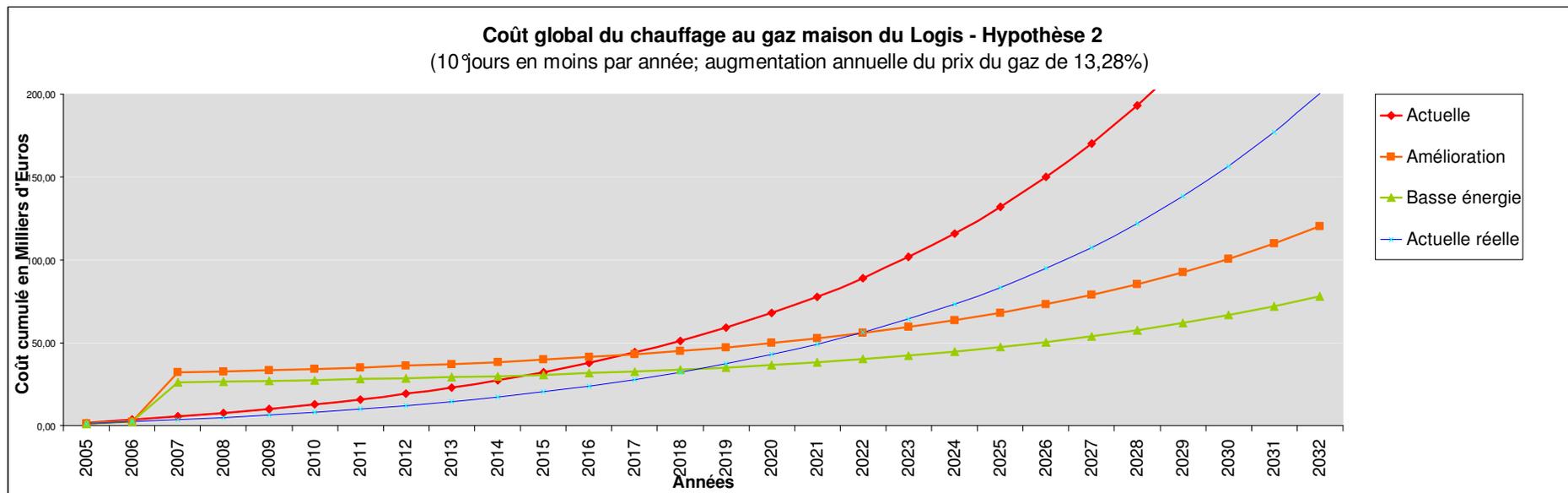
Ratios

Dépense TVAC / m ² chauffé sans les primes	259,41 €	283,66 €
Dépense TVAC / m ² chauffé avec les primes	207,45 €	164,84 €
Montant des primes / m ² chauffé	51,96 €	118,81 €
Coût travaux HTVA / m ² chauffé	244,73 €	267,60 €
TVA / m ² chauffé	14,68 €	16,06 €
Energie grise / m ²	88 kWh/m ²	171 kWh/m ²
Matériaux isolants / m ²	0,07 m ³ / m ²	0,15 m ³ / m ²
Consommation annuelle	98,51 kWh/m ²	58,05 kWh/m ²
Energie grise / énergie consommée sur 25 ans	3,56%	11,76%

b) Hypothèse 1 :



c) Hypothèse 2 :



Les consommations réelles du Logis ont pu être relevées dans une situation dite « actuelle réelle », située entre « actuelle » et « amélioration », les travaux visant à atteindre le niveau d'amélioration étant en cours. Celles-ci ont été normalisées en fonction du nombre de degrés-jours de l'année du relevé, et comparées avec la situation correspondante simulée par logiciel (programme PEB). Il en ressort qu'en réalité, seulement 74% de la consommation prévue par calcul a réellement été facturée, les niveaux de confort ne correspondant vraisemblablement pas entre eux (voir point 3.3). Dans les tableaux ci-dessus, les consommations de chaque scénario calculé (actuelle, amélioration, basse énergie), ont été réduites de 74% afin de rendre les chiffres plus réalistes. Les temps de retours ainsi calculés, bien que ne dépassant pas 16 ans, sont plus longs et donc présentent les investissements comme moins rentables à terme.

Temps de retour : Lorsque les courbes croisent la courbe « actuelle » (celle qui ne projette pas de stratégie d'amélioration des performances énergétiques par rapport à la situation actuelle), cela signifie qu'à partir de cette année, le montant des surcoûts d'investissement aura été récupéré grâce à la réduction des factures énergétiques prise en compte pour chaque année. La période écoulée depuis l'année de l'investissement (ici 2007) est le « *temps de retour* ».

Le temps de retour des investissements se situe ici entre 8 ans (atteinte du niveau basse énergie et forte augmentation de prix de l'énergie) et 16 ans (atteinte du niveau d'amélioration et augmentation plus modérée des prix de l'énergie). Les primes octroyées pour les travaux visant à atteindre le niveau basse énergie rendent ici les travaux « basse énergie » moins chers que ceux d'« amélioration ».

4.2.2.9. Coût global de l'amélioration des performances énergétiques d'un appartement existant : appartement Plasky

a) Estimation du coût :

Appartement Plasky

	Quantité	Unité	Prix unitaire	Energie grise (MJ/unité)	Surcoûts d'investissement			
					AMELIORATION		BASSE ENERGIE	
				Prix total	Energie grise (kWh)	Prix total (Euros)	Energie grise (kWh)	
Murs								
Isolation thermique intérieure 6 cm	11,09	m ²	52,64 €	187,59	583,55 €	2.079,56 €	x	x
Isolation thermique intérieure 8cm	11,09	m ²	66,44 €	243,54				736,48 €
Isolation extérieure 6cm	17,97	m ²	67,58 €	36,88	1.214,12 €	662,51 €		2.699,85 €
Isolation extérieure 15cm	17,97	m ²	91,19 €	81,88				1.638,29 €
Echaffaudage	17,97	m ²	29,71 €		533,80 €	0,00 €		1.470,97 €
caissons radiateurs, rideaux,...	2	p	500,00 €		1.000,00 €			533,80 €
Supplément pont thermique chape côté rue	2,51	m ²	184,81 €	88,31	464,65 €	222,03 €		1.000,00 €
								464,65 €
								222,03 €
Portes et fenêtres								
Châssis aluminium double vitrage performant u=1,1	12,98	m ²	490,00 €	0,00	6.361,60 €	0,00 €		6.361,60 €
Toiture								
Quote part isolation ext. toiture et terrasse 12cm	11,90	m ²	103,07 €		1.226,53 €	0		
Quote part isolation ext. toiture et terrasse 16cm	11,90	m ²	116,25 €					1.383,32 €
								0,00 €
Plancher								
Isolation 6 cm + contre chevrons + plaques	11,90	m ²	68,74 €	159,61	817,98 €	1.899,39 €	x	x
Isolation basse énergie 16 cm + contre chevrons + plaques	11,90	m ²	91,84 €	299,50	x	x		1.092,87 €
								3.564,02 €
Chauffage								
Installation chauffage, chaudière et corps de chauffe	286,6	m ³	11,25 €		3.224,25 €	0,00 €		0,00 €
Installation chauffage, chaudière et corps de chauffe	286,6	m ³	11,25 €					3.224,25 €
Ventilation								
double flux	63,7	ff	48,82 €		3.110,09 €	0,00 €		3.110,09 €
								3.110,09 €
TOTAUX HTVA					18.536,57 €	4.863,50		19.545,34 €
TOTAUX HTVA (petit chantier +3%)					19.092,67 €			20.131,70 €
TVA 6%					1.145,56 €			1.207,90 €
TOTAUX TVA COMPRISE					20.238,23 €			21.339,60 €
Coût total au m ² TVAC					317,71 €			335,00 €
Déductions fiscales								
				max 2600,00€				
Double vitrage	6.361,60 €		40%	2.544,64				
Isolation toiture	1.226,53 €		40%	490,61				
Isolation toiture	1.383,32 €		40%	553,33				
Remplacement chaudière	3.224,25 €		40%	1.289,70				
Total				2.600,00 €				2.600,00 €
Primes								
isolation toiture	11,90	m ²	20,00 €		238,00 €			
isolation murs	29,05	m ²	25,00 €		726,29 €			
isolation sols	11,90	m ²	25,00 €	max 50% facture	297,50 €			
double vitrage	12,98	m ²	25,00 €		324,57 €			
Ventilation avec récupération d'énergie	50%		3.110,09 €	max 3000,00€	1.555,04 €			
Basse énergie	63,7	m ²	100,00 €	max 150m ²	- €			6.370,00 €
			50,00 €	150m ² et +	- €			
Totaux primes					5.741,40 €			8.970,00 €

Coût réel pour le particulier

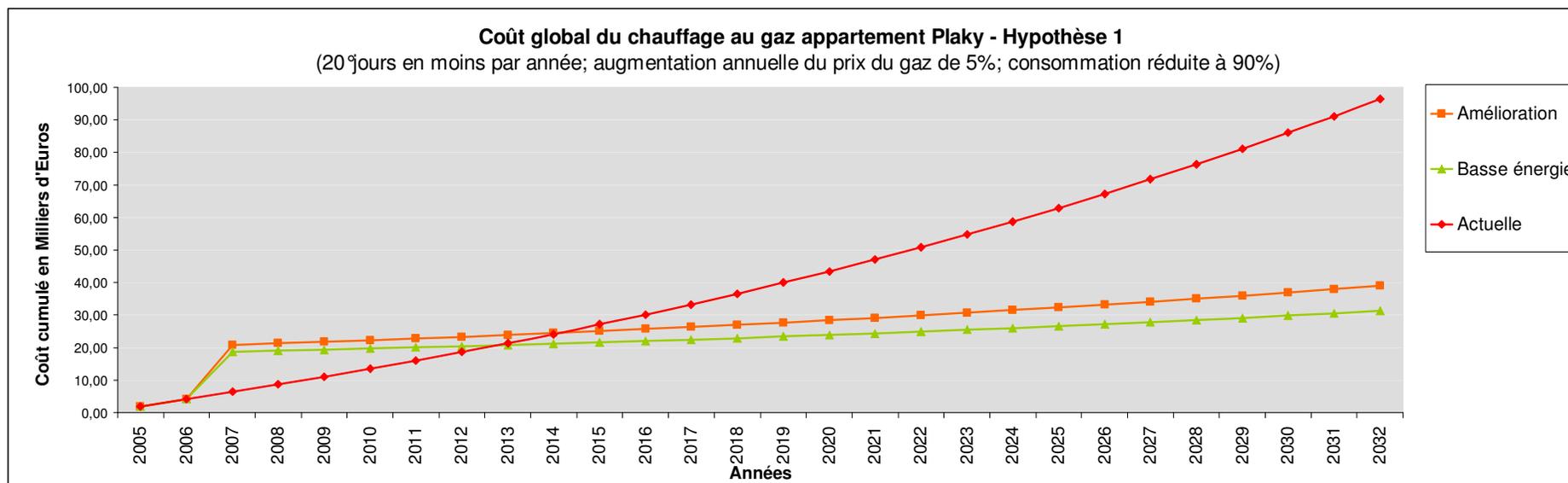
14.496,83 €

12.369,60 €

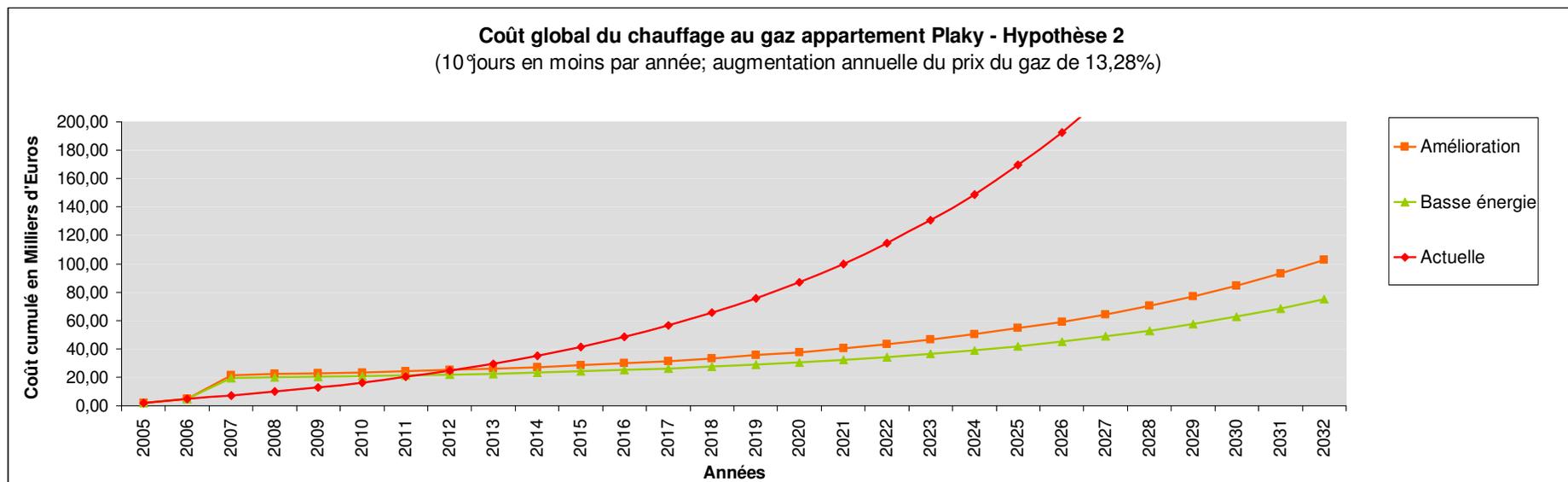
Ratios

Dépense TVAC / m ² chauffé sans les primes	317,71 €	335,00 €
Dépense TVAC / m ² chauffé avec les primes	227,58 €	194,19 €
Montant des primes / m ² chauffé	90,13 €	140,82 €
Coût travaux HTVA / m ² chauffé	299,73 €	316,04 €
TVA / m ² chauffé	17,98 €	18,96 €
Energie grise / m ²	76 kWh/m ²	174 kWh/m ²
Matériaux isolants / m ²	0,08 m ³ / m ²	0,13 m ³ / m ²
Consommation annuelle	66,8 kWh/m ²	46,4 kWh/m ²
Energie grise / énergie consommée sur 25 ans	4,57%	14,98%

b) Hypothèse 1 :



c) Hypothèse 2 :



Les chiffres pris en compte ici sont, contrairement au Logis présenté plus haut, ceux donnés par les calculs théoriques (programme PEB), car aucun relevé réel de consommation n'a pu être mis à disposition pour les vérifier. La consommation de la situation actuelle est ici plus disproportionnée que selon les calculs faits par le programme PHPP (voir point 3.3) et réduit ainsi considérablement le temps de retour. Celui-ci, se situant entre 5 ans (atteinte du niveau basse énergie et forte augmentation de prix de l'énergie) et 7 ans (atteinte du niveau d'amélioration et augmentation plus modérée des prix de l'énergie), est donc à considérer avec précaution, comme un facteur encourageant la rénovation du bien à côté d'autres tels que la vétusté d'un équipement ou de l'enveloppe existante ou le besoin de confort. L'important est que ces graphiques montrent qu'à moyen ou long terme (10-20 ans en tous cas), les investissements sont remboursés, dans les meilleures circonstances jusqu'à plusieurs fois.

L'appartement Plasky est, au demeurant, équipé d'une ancienne chaudière peu performante muni de façades en béton et maçonnerie non isolés et largement vitrées par du simple vitrage, ce qui peut expliquer une telle différence entre situation actuelle et rénovée.

Il est à noter que comme pour le projet du Logis ci-dessus, les primes octroyées pour les travaux visant à atteindre le niveau basse énergie rendent ici les travaux « basse énergie » moins chers que ceux d'« amélioration ».

4.2.2.10. Coût global de l'amélioration des performances énergétiques d'un loft: Brew-loft

a) Estimation du coût :

Appartement Brew-Loft / 2ème arrière

	Quantité	Unité	Prix unitaire	Energie grise (kWh/unité)	Surcoûts d'investissement					
					AMELIORATION		BASSE ENERGIE		SUPPOSEE PASSIVE	
					Prix total	Energie grise (kWh)	Prix total (Euros)	Energie grise (kWh)	Prix total (Euros)	Energie grise (kWh)
Démolition										
Démontage plancher	141,49	m ²	- €		x	x	- €	0,00	- €	0,00
Murs										
Isolation thermique extérieure 6 cm (poly.) + enduit	34,40		67,58 €	36,88	2.324,62 €	1.268,47	2.324,62 €	1.268,47	x	x
Echaffaudage	34,40		29,71 €	0,00	1.021,85 €	0,00	1.021,85 €	0,00	x	x
Isolation thermique intérieure 5 cm (laine roche) + finit.	25,20	m ²	57,92 €	159,61	1.459,46 €	4.022,24	1.459,46 €	4.022,24	x	x
Isolation thermique intérieure 5 cm (laine roche) + finit.	26,14		57,92 €	159,61	1.514,11 €	4.172,85	1.514,11 €	4.172,85	x	x
Isolation thermique intérieure 15 cm (fibre de bois) + finit.	37,94		101,66 €	21,73	x	x	3.856,28 €	824,24	x	x
Isolation thermique intérieure 18 cm (cellulose) + finit.	89,28		124,71 €	118,80	x	x	x	x	11.133,49 €	10.606,30
Toiture / Plafond										
Isolation 12 cm + finitions	33,03	m ²	61,23 €	299,50	x	x	2.022,06 €	9.891,41	2.022,06 €	9.891,41
Isolation 9 cm + finitions	13,81	m ²	66,06 €	159,61	x	x	x	x	912,29 €	5.271,47
Plancher										
Isolation 12 cm entre chevrons + finition	141,49	m ²	65,00 €	299,50	x	x	9.196,85 €	42.376,26	9.196,85 €	42.376,26
Portes et fenêtres										
Châssis double vitrage ordinaire			395,00 €	275,00	- €		x		x	x
Supplément châssis double vitrage isolant	15,99	m ²	25,00 €		x	x	399,86 €	4.398,46	x	x
Supplément châssis triple vitrage			85,00 €		x	x	x	x	1.359,52 €	4.398,46
Chauffage										
Chaudière classique	1	ff	- €		- €		x	x	x	x
Supplément chaudière à condensation (sit. Basse E.)	1	ff	1.200,00 €		x	x	1.200,00 €	x	x	x
Supplément chaudière à condensation (sit. Passive)	1	ff	- €		x	x	x	x	- €	x
Ventilation										
Système double flux	138,13	m ²	39,06 €		- €		5.395,24 €	0,00	5.395,24 €	0,00
TOTAUX HTVA					6.320,03 €	9.463,56	28.390,33 €	66.953,91	30.019,45 €	72.543,89
TOTAUX HTVA (petit chantier +3%)					6.509,63 €		29.242,04 €		30.920,03 €	
TVA 6%					390,58 €		1.754,52 €		1.855,20 €	
TOTAUX TVA COMPRISE					6.900,21 €		30.996,56 €		32.775,24 €	
Coût total au m ² TVAC					49,95 €		224,40 €		327,75 €	
Déductions fiscales				max 2600,00€						
Travaux complets comprenant vitrages doubles et isolation toiture					2.600,00 €		2.600,00 €		2.600,00 €	
Primes										
isolation toiture	0	m ²	20,00 €							
isolation murs	89,28	m ²	25,00 €	max 50% facture	2.231,97 €					
isolation sols	141,49	m ²	25,00 €							
double vitrage	15,99	m ²	25,00 €							
Ventilation avec récupération d'énergie	50%		5.395,24 €	max 3000,00€						
Basse énergie	138,13	m ²	100,00 €	max 150m ²			13.813,00 €		13.813,00 €	
Passif			50,00 €	150m ² et +						
Totaux primes					4.831,97 €		16.413,00 €		16.413,00 €	

COUT REEL

2.068,25 €

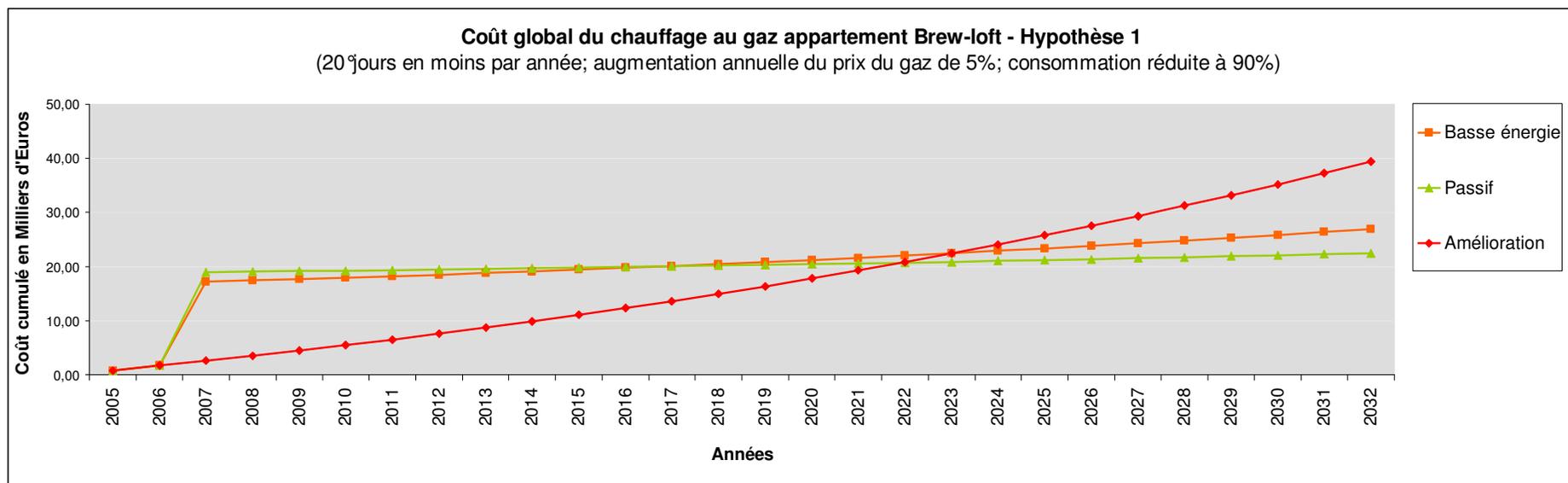
14.583,56 €

16.362,24 €

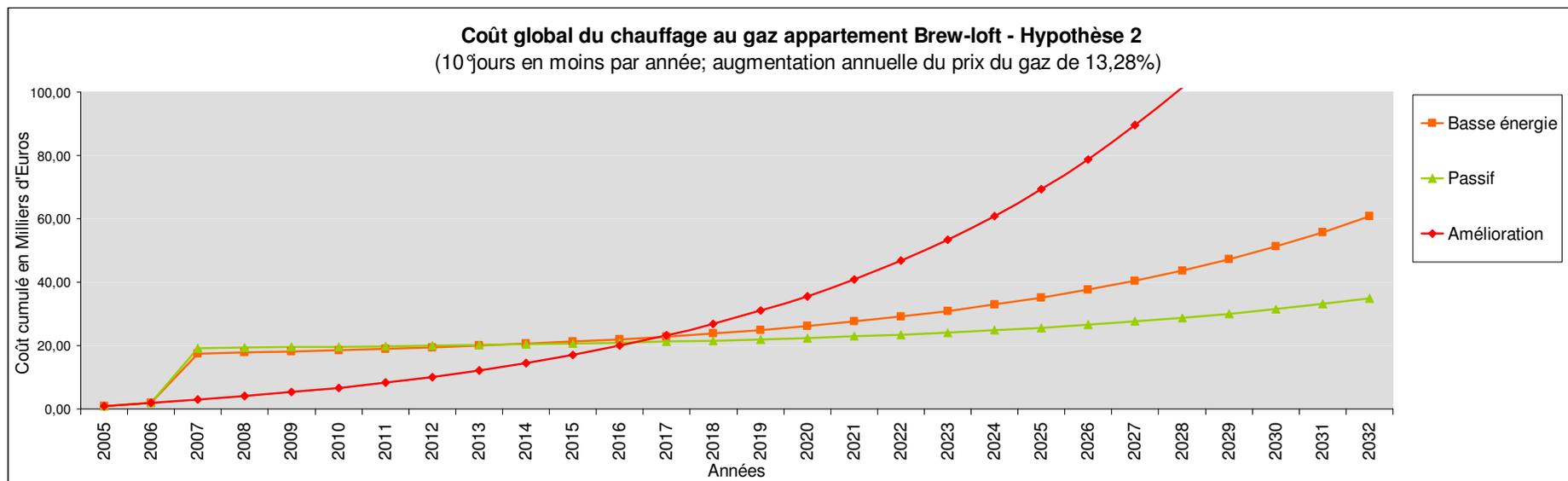
Ratios

Dépense TVAC / m ² chauffé sans les primes	49,95 €	224,40 €	237,28 €
Dépense TVAC / m ² chauffé avec les primes	14,97 €	105,58 €	118,46 €
Montant des primes / m ² chauffé	34,98 €	118,82 €	118,82 €
Coût travaux HTVA / m ² chauffé	47,13 €	211,70 €	223,85 €
TVA / m ² chauffé	2,83 €	12,70 €	13,43 €
Energie grise / m ²	69 kWh/m ²	485 kWh/m ²	525 kWh/m ²
Matériaux isolants / m ²	0,03 m ³ / m ²	0,24 m ³ / m ²	0,29 m ³ / m ²
Consommation annuelle	135,48 kWh/m ²	35,98 kWh/m ²	12,76 kWh/m ²
Energie grise / énergie consommée sur 25 ans	2,02%	53,89%	164,63%

b) Hypothèse 1 :



c) Hypothèse 2 :



Comme pour le logement Plasky, les chiffres pris en compte ici sont, contrairement au Logis présenté plus haut, ceux donnés par les calculs théoriques (programme PEB), car aucun relevé réel de consommation n'a pu être mis à disposition pour les vérifier.

Le temps de retour des investissements se situe dans ce cas entre 9 ans (atteinte du niveau passif et forte augmentation de prix de l'énergie) et 16 ans (atteinte du niveau basse énergie et augmentation plus modérée des prix de l'énergie). Ici les deux projets bénéficient des mêmes primes

4.2.2.11. Enseignements :

Dans les hypothèses d'augmentation annuelle de 5% du coût de l'énergie, les temps de retour sont relativement lointains, de 15 à 20 ans environ. Ces durées sont inférieures ou égales aux durées courantes des emprunts hypothécaires. Au terme de la période l'occupant du logement aura payé autant dans le cas d'une rénovation basse énergie que en l'absence d'amélioration. Au delà de cette période la réalisation des travaux lui permettra de réaliser des économies. Dans ce contexte, le coût des travaux et son atténuation jouent un rôle important.

Dans l'hypothèse d'une forte évolution du coût de l'énergie, le temps de retour est réduit, de 8 à 9 ans dans les cas montrés, et les différences entre les scénarios selon leur intensité d'amélioration s'accroissent fortement. Dans ce contexte, il importe d'améliorer rapidement les performances énergétiques, avant que le coût cumulé ne mobilise toutes les ressources financières.

TABLEAU DE SYNTHESE DES DIFFERENTS BATIMENTS ANALYSES :

DESIGNATION	TYPE	Année de construction	Hypothèse	Besoin annuel de chauffage calculé	Prix travaux TVAC / m ² chauffé primes non déduites ³⁵	Prix travaux TVAC / m ² chauffé primes déduites	Temps de retour de l'investissement [ans]		Commentaires
				PEB [kWh/m ² .an]			Hypothèse 1	Hypothèse 2	
Maison « Goldschmidt » (maison bruxelloise)	Maison 2F < 1945	1939	Actuelle	388	-	-	-	-	
			Amélioration	101	521,38 €	459,01 €	-	-	
			Basse E.	59	577,31 €	527,31 €	-	-	
Maison du Logis maison sociale-classée	Maison 2F 1919 - 1945	1933 (2005)	Act. réelle	221	-	-	-	-	
			Actuelle	349	-	-	-	-	
			Amélioration	99	259,41 €	207,45 €	16	10	
			Basse E.	58	283,66 €	164,84 €	12	8	
Maison « Cambre » (maison bel étage)	Maison 2F < 1991	1989	Actuelle	187	-	-	-	-	
			Amélioration	80	689,88 €	648,34 €	-	-	
			Basse E.	47	835,32 €	785,32 €	-	-	
Broustin 22 duplex dans ancienne maison	Appartement < 1919	(1998)	Actuelle	138	155,02 €	146,50 €	-	-	
			Basse E.	46	341,40 €	291,40 €	-	-	
Brew-loft loft 2 ^{ème} arrière	Bâtiment industriel < 1919	1905 (2006)	Amélioration	136	49,95 €	14,97 €	-	-	
			Basse E.	37	224,40 €	105,58 €	16	10	Temps de retour calculé par rapport à une situation existante déjà améliorée en 2006
			Passive	13	237,28 €	118,46 €	15	9	
Comte de Flandres (appartement 5 ^{ème} gauche)	Appartement 1919-1945	1931 (2008)	Actuelle	-	-	-	-	-	
			Amélioration	191	628,45 €	558,12 €	-	-	
			Basse E.	60	816,93 €	766,93 €	-	-	
Cité Moderne duplex 1.1.3/1.2.3	Appartement 1919-1945	1922 - 1925	Amél. Min. ³⁶	314	-	-	-	-	
			Amélioration	68	317,40 €	161,31 €	-	-	
			Basse E.	49	378,72 €	275,54 €	-	-	
Plasky appartement 6 ^{ème}	Appartement < 1970	1968	Actuelle	331	-	-	-	-	La consommation de la situation actuelle est ici disproportionnée et plus élevée que selon les calculs faits par le programme PHPP, le temps de retour s'en trouve considérablement réduit ³⁷
			Amélioration	67	317,71 €	227,58 €	7	5	
			Basse E.	46	335,00 €	194,19 €	6	5	
Villas de Ganshoren appartement social type 3ch	Appartement < 1981	(2008)	Amélioration	113	1.271,94€	1.213,10€	-	-	
			Basse E.	39	1.741,95€	1.641,95€	-	-	
			Passive	14	1.821,91€	1.721,91€	-	-	

³⁵ Voir estimations détaillées plus haut dans le même chapitre, ainsi que la liste de prix de référence à la fin des annexes. Les montants sont théoriques et in

³⁶ Hypothèse la plus proche de la situation dans laquelle les consommations ont été relevées

³⁷ Voir point 4.2.2.9.

4.2.3. Evaluation économique de l'application des principes passifs au niveau de la région

L'approche consiste dans un premier temps à évaluer le marché que représente potentiellement l'application des principes passifs aux bâtiments existants en termes de chiffre d'affaire.

Ensuite, elle tentera de dégager un nombre d'emplois liés à ces travaux en fonction de la structure des travaux.

Enfin elle posera la question du transfert ou de la création d'emplois.

L'approche est réalisée dans une perspective de 25 ans.

4.2.3.1. Chiffre d'affaire à l'échelle de la Région selon les scénarios

Le chiffre d'affaire porte sur les travaux d'application des principes passifs au niveau d' « amélioration » pour les rénovations sans permis et au niveau « basse énergie » pour les rénovations avec permis. Les prix au m² considérés sont issus de la moyenne des coûts des travaux pour les deux typologies les plus répandues (Maison du Logis et Appartement Plasky). Ces prix s'entendent hors TVA et sans déduction des primes et avantages fiscaux, à savoir :

289 €/m² → amélioration

309 €/m² → basse énergie

a) Hypothèse 1 : Poursuite de l'évolution connue de 1996 à 2006

Chiffre d'affaires annuel lié à l'application des principes passifs dans les bâtiments existants Hypothèse 1: poursuite de l'évolution connue de 1996 à 2006

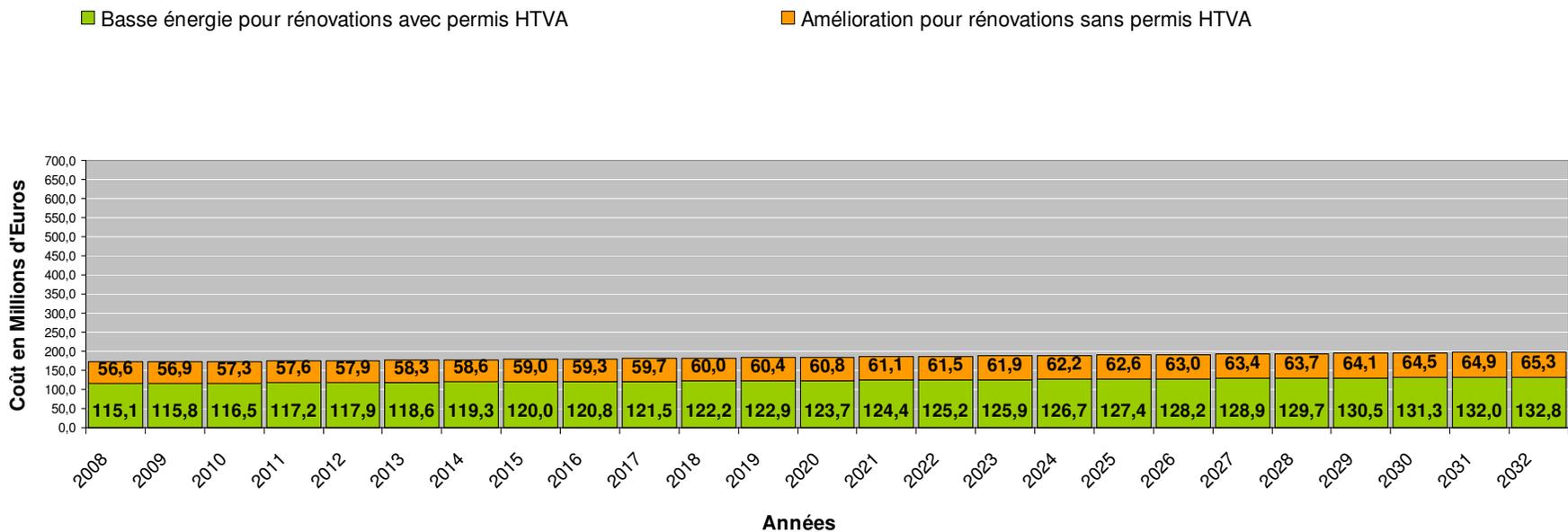


Tableau 31 : Hypothèse 1 : Poursuite de l'évolution connue de 1996 à 2006

b) Hypothèse 2 : accélération de l'évolution enregistrée de 1996 à 2006 des surfaces de logement.

Le scénario d'accélération de l'évolution enregistrée de 1996 à 2006 des surfaces de logement développé au point 2.3.2.4. considère un taux de rénovation annuel une fois et demi supérieur pour les 25 années à venir. Le supplément de travaux par année est mis en évidence dans les graphiques. Selon les scénarios d'évolution du parc immobilier indiqués plus haut, et compte tenu de l'évolution du coût de l'énergie, on peut faire l'hypothèse que les travaux supplémentaires portent sur l'application des principes passifs plutôt que sur d'autres types de travaux.

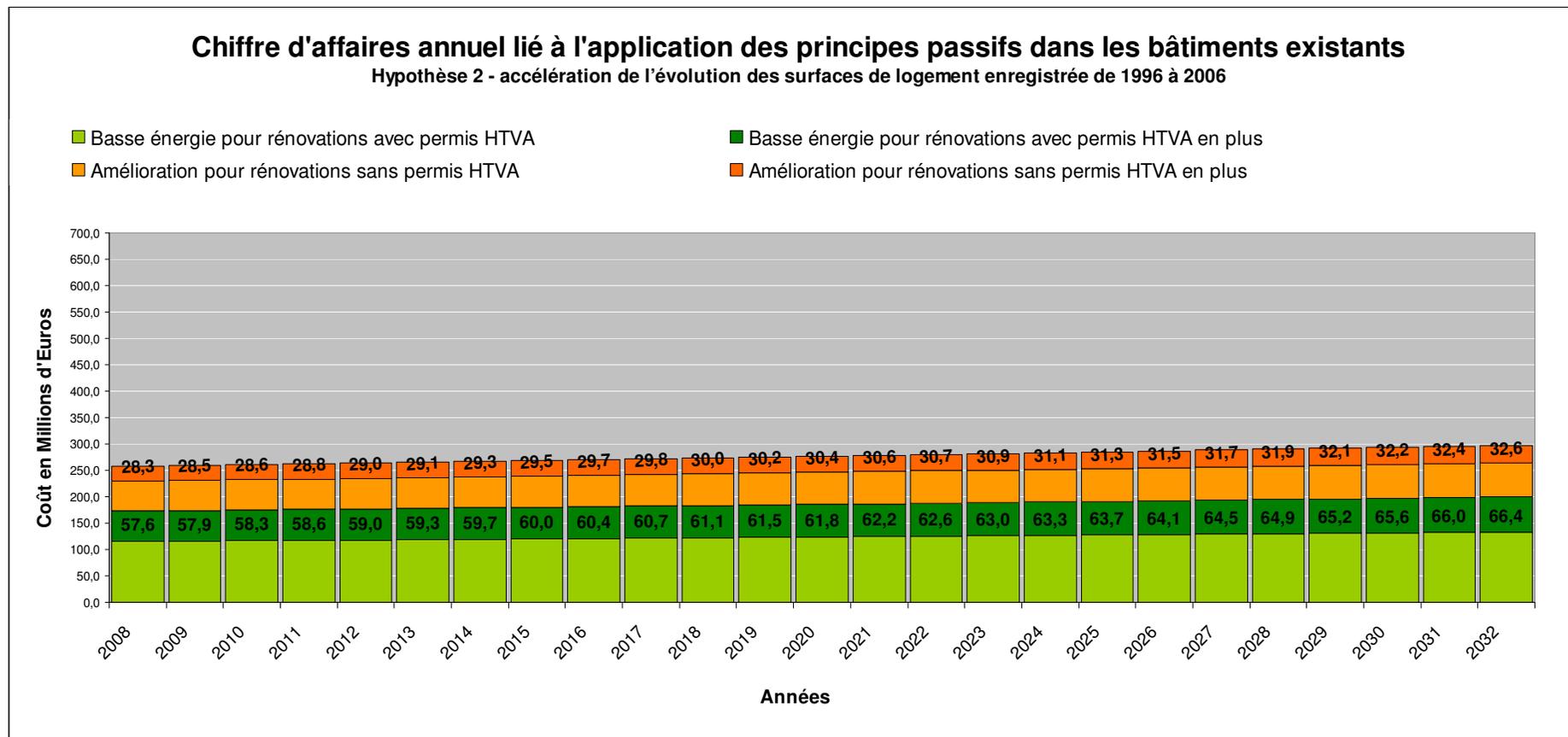


Tableau 32 Hypothèse 2 : accélération de l'évolution des surfaces de logement enregistrée de 1996 à 2006

c) Hypothèse 3 : Modification de la quasi-totalité du parc résidentiel en 25 ans

Le scénario théorique de renouvellement total du parc immobilier de logement développé au point 2.3.2.4. considère taux de rénovation annuel trois fois supérieur pour les rénovations sans permis et cinq fois supérieur pour les rénovations avec permis pour les 25 années à venir. Cette hypothèse peut paraître purement théorique en première analyse. Cependant elle a le mérite de chiffrer le niveau d'investissement qui, d'une part, mettrait la plus grande partie des logements de la Région à l'abri d'une explosion des prix de l'énergie et d'autre part contribuerait à réduire substantiellement la dépendance énergétique de la Région.

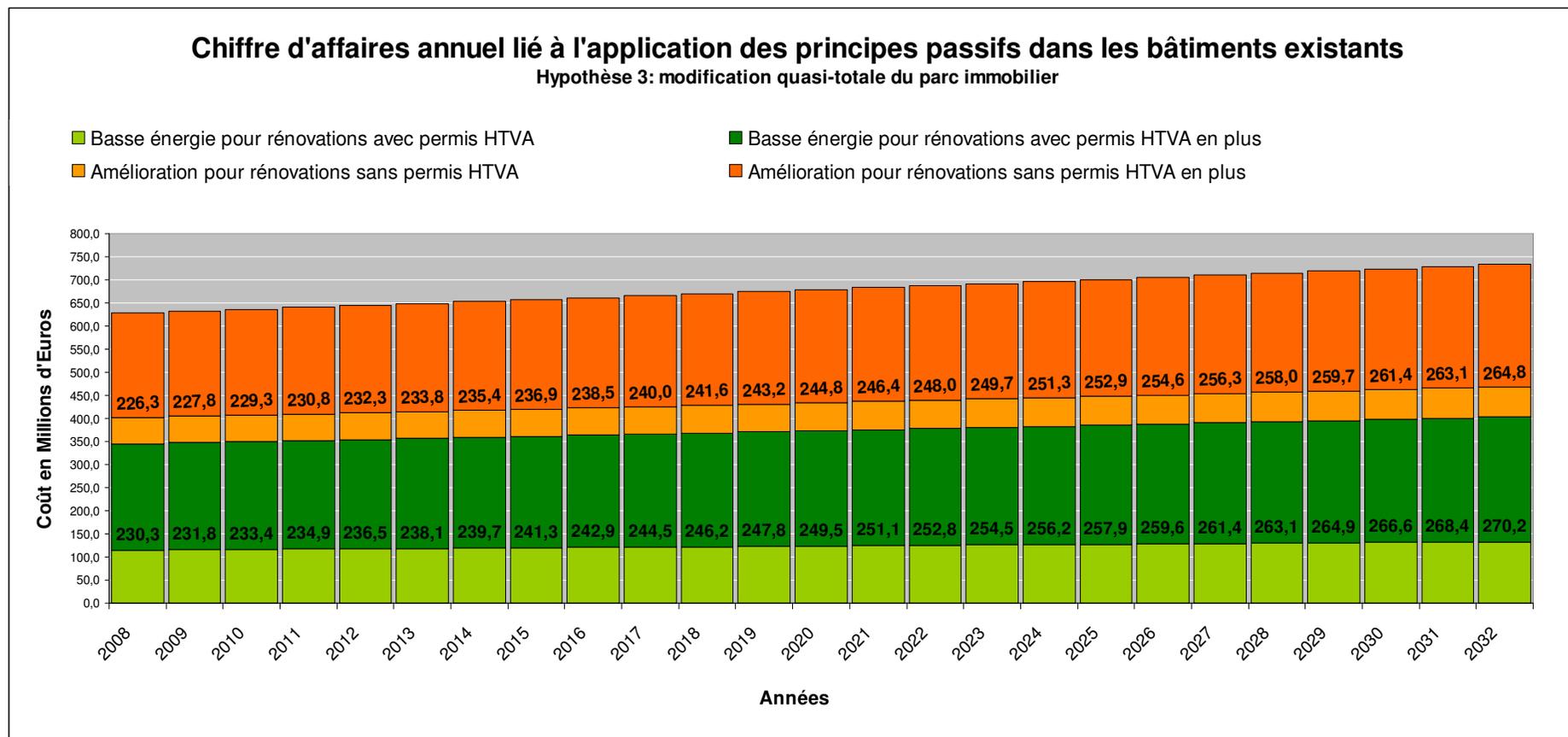


Tableau 33 Hypothèse 3 : Modification de la quasi-totalité du parc résidentiel en 25 ans

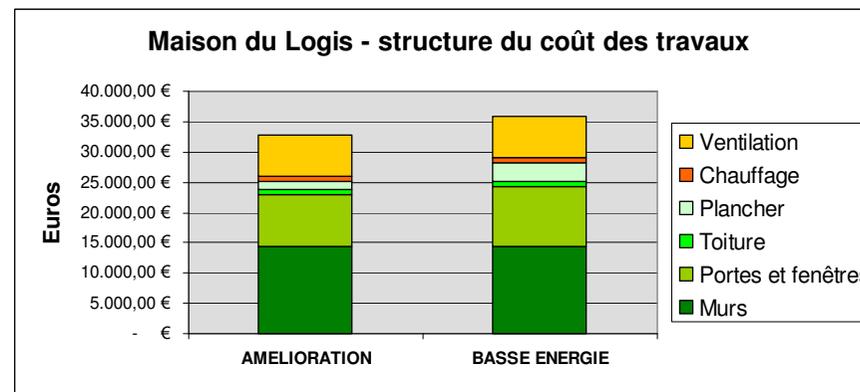
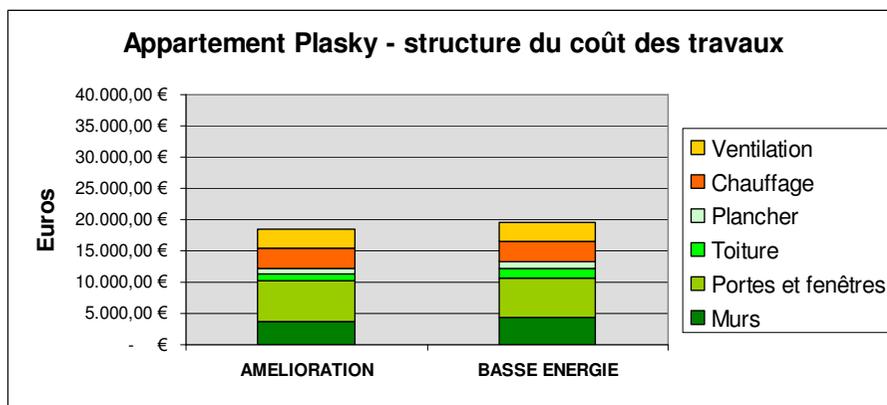
4.2.2.3. Emplois liés au chiffre d'affaires

L'approche est basée sur l'étude réalisée par RDC-Environnement « inventaire des emplois dans la construction et impact d'une orientation plus durable de la construction sur l'emploi » réalisée en 2004.

a) Structure du coût hors primes

Les deux typologies prises en considération sont l'appartement Plasky et la Maison du Logis. Ces deux typologies sont les plus représentées sur le territoire de la RBC : 11 millions m² pour la première et 87 millions m² pour la seconde, soit près de 35% de la surface de logement. Pour chacune des typologies les coûts des travaux sont ventilés en catégories.

	Appartement Plasky				Maison du Logis			
	AMELIORATION		BASSE ENERGIE		AMELIORATION		BASSE ENERGIE	
Murs	3.796,00 €	20%	4.373,10 €	22%	14.404,01 €	44%	14.524,50 €	40%
Portes et fenêtres	6.361,60 €	34%	6.361,60 €	33%	8.582,28 €	26%	9.808,32 €	27%
Toiture	1.226,53 €	7%	1.383,32 €	7%	752,91 €	2%	879,54 €	2%
Plancher	817,98 €	4%	1.092,87 €	6%	1.349,87 €	4%	2.945,25 €	8%
Chauffage	3.224,25 €	17%	3.224,25 €	16%	1.000,00 €	3%	1.000,00 €	3%
Ventilation	3.110,09 €	17%	3.110,09 €	16%	6.747,47 €	21%	6.747,47 €	19%
	18.536,44 €	100%	19.545,21 €	100%	32.836,53 €	100%	35.905,08 €	100%



b) Nombre d'emplois annuels liés à la rénovation basse énergie des deux typologies les plus représentées en Région de Bruxelles-Capitale

Pour chacune des catégories de travaux la part de main d'œuvre est différente : elle est prépondérante pour certains travaux alors que pour d'autres les matériaux constituent la plus grande part du coût. L'exercice est limité aux rénovations avec permis car les travaux réalisés sans permis le sont probablement en partie en autoconstruction, donc sans entreprise et ne génèrent donc pas d'emploi.

Typologie : Appart 45-70			Postes	%	coût [Euros/an]	part main d'œuvre	coût brut par emploi	nombre d'emplois	emplois endogènes		
									%	nombre	
			Murs	22%	4.973.683	70%	60.000 €	58,0	56%	32,5	
nbr m ²	11.059.465	m ²	Portes et fenêtres	33%	7.235.281	45%	60.000 €	54,3	56%	30,4	
taux annuel réno	0,60%		Toiture	7%	1.573.295	25%	60.000 €	6,6	56%	3,7	
Surface annuelle réno	66.357	m ²	Plancher	6%	1.242.957	70%	60.000 €	14,5	56%	8,1	
coût réno BE/m ²	335	Euros/m ²	Chauffage	16%	3.667.058	30%	60.000 €	18,3	56%	10,3	
coût annuel réno BE	22.229.488	Euros/an	Ventilation	16%	3.537.214	30%	60.000 €	17,7	56%	9,9	
				100%	22.229.488			169,4		94,8	
								1 emploi pour 392 m² 131.249 Euros de rénovation BE		1 emploi RBC pour 700 m² 234.373 Euros de rénovation BE	

Typologie : Maison 2F – 19-44			Postes	%	coût [Euros/an]	part main d'œuvre	coût brut par emploi	nombre d'emplois	emplois endogènes		
									% ³⁸	nombre	
			Murs	40%	5.990.951	70%	60.000 €	69,9	56%	39,1	
nbr m ²	8.701.783	m ²	Portes et fenêtres	27%	4.045.658	45%	60.000 €	30,3	56%	17,0	
taux annuel réno	0,60%		Toiture	2%	362.785	25%	60.000 €	1,5	56%	0,8	
Surface annuelle réno	52.211	m ²	Plancher	8%	1.214.832	70%	60.000 €	14,2	56%	7,9	
coût réno BE/m ²	284	Euros/m ²	Chauffage	3%	412.472	30%	60.000 €	2,1	56%	1,2	
coût annuel réno BE	14.809.841	Euros/an	Ventilation	19%	2.783.143	30%	60.000 €	13,9	56%	7,8	
				100%	14.809.841			131,9		73,9	
								1 emploi pour 396 m² 112.281 Euros de rénovation BE		1 emploi RBC pour 707 m² 200.502 Euros de rénovation BE	

³⁸ Etude de RDC environnement « Inventaire des emplois dans la construction et impact d'une orientation plus durable de la construction sur l'emploi »

4.2.3.3. Emplois créés ou transférés ?

Les deux typologies correspondent à près de 35% de la surface totale de logement de la Région. Leur rénovation annuelle est liée à $131,9 + 169,4 = 301,3$ emplois. Ces éléments permettent d'approcher le nombre total d'emplois liés aux travaux de rénovation basse énergie à l'échelle de la Région, soit 861 emplois (dont 482 endogènes).

Dans l'hypothèse d'une poursuite simple de l'évolution du parc immobilier résidentiel de 1996 à 2006, aucun élément ne permet de déterminer si les travaux d'amélioration des performances thermiques sur base de l'application des principes passifs se feront en plus des travaux ordinaires ou constitueront un transfert depuis d'autres travaux jugés moins prioritaires dans le contexte de rénovations où l'amélioration des performances énergétiques n'est qu'un aspect.

Les primes sont supposées engendrer des travaux pour un montant équivalent à leur total qui ne se seraient pas exécutés en leur absence, pour les rénovations avec permis au niveau basse énergie. Ainsi pour chaque million d'euros de primes on peut espérer la création de 9 emplois (donc 5 endogènes) s'il s'agit d'une maison, de 7,6 emplois (donc 4,3 endogènes) s'il s'agit d'appartements.

Dans l'hypothèse plus optimiste d'une accélération de l'évolution enregistrée de 1996 à 2006 des surfaces de logement, les travaux supplémentaires pourraient engendrer un chiffre d'affaires annuel plus élevé de l'ordre de 57,6 millions € en 2008, correspondant à 431 emplois (dont 241 endogènes) pour les rénovations avec permis au niveau basse énergie.

Enfin dans l'hypothèse d'une modification de la quasi-totalité du parc résidentiel en 25 ans, les travaux supplémentaires pourraient engendrer un chiffre d'affaires annuel plus élevé de l'ordre de 230,3 millions d'Euros correspondant à 1724 emplois (dont 965 endogènes) pour les rénovations avec permis au niveau basse énergie.

L'exercice est très aléatoire et dépend fortement de la conjoncture.

Cependant la nature spécifique des travaux et les compétences qu'ils requièrent, demandent aux entreprises de développer des approches innovantes. Pour que le nouveau marché n'échappe pas aux entreprises bruxelloises, il est essentiel que celles-ci soient à même d'offrir les prestations attendues. La RBC pourrait ainsi offrir un pôle d'excellence dans l'amélioration des performances thermiques étendue à l'éco-rénovation des bâtiments existants situés en milieu urbain, entre mitoyens. Mieux encore, si elle relève ce défi, la Région de Bruxelles-Capitale, pionnière dans ces travaux, pourrait exporter à terme ses prestations et son savoir-faire.

Réaliser les travaux mentionnés à un coût accessible constitue un second défi. Dans ce contexte, plusieurs pistes méritent d'être explorées.

- L'économie sociale, dans la mesure où elle offre des solutions pour l'emploi d'une part et la réduction du coût des travaux d'autre part.
- L'auto-construction ou rénovation, partielle, ne doit pas être négligée. Elle devrait cependant être accompagnée pour que les travaux réalisés soient satisfaisants à tous points de vue. Les tâches les plus délicates et/ou celles exigeant du matériel spécialisé pourraient être réalisées par des professionnels, tandis que les tâches plus élémentaires seraient réalisées par les particuliers sans la supervision d'un accompagnateur. Cet accompagnateur pourrait être affecté par un quartier, comme le sont aujourd'hui les chefs de contrats de quartier. Il devrait disposer d'un lieu de démonstration et d'apprentissage au sein du quartier où les particuliers pourraient se fournir en matériaux à un prix abordable sur base de prix unitaires préétablis ayant fait l'objet d'un appel d'offre unique sur base annuelle auprès d'un fournisseur de matériaux. Ceci non sans rappeler une expérience patronnée par l'UNESCO³⁹ et menée en 1978 à Otrante, Italie, par l'architecte Renzo Piano dans les quartiers historiques populaires de la vieille ville. Un atelier de quartier était géré par un architecte qui, tel un médecin de famille, collaborait avec les habitants afin de les aider dans leurs projets de restauration.

³⁹ Voir « Carnet de travail » de Renzo Piano, éditions du Seuil 1997.

Toujours à l'attention de l'auto-construction, des carnets de détails et recommandations de bonnes pratiques en rapport avec les typologies bruxelloises à destination des particuliers (mais pas exclusivement) pourraient être établis et diffusés notamment chez les distributeurs de matériaux (y compris les grandes surfaces).

La fourniture et la distribution, voire la fabrication de matériaux et produits entrant dans les travaux d'amélioration des performances énergétiques constitue un secteur déterminant. D'une part pour la mise sur le marché des matériaux adéquats, d'autre part, car ils constituent également une activité économique importante susceptible de générer de l'emploi.

- Des systèmes d'aide au financement voient le jour :
 - à l'état encore de « projet-pilote », le « prêt vert social » mis en place par en Région Bruxelloise sur base d'un partenariat avec Credal devrait permettre aux personnes exclues du système bancaire d'emprunter à un à taux zéro pour des travaux de rénovation.
 - à l'instar des achats de voiture ou électroménagers à crédit, la Flandre a instauré le « Energierenovatiekrediet », où l'entrepreneur intervient comme négociateur du crédit, et qui permet d'étaler le financement de ses travaux, le temps de récupérer grâce aux factures réduites d'énergie et aux primes et avantages fiscaux l'argent investi.

4.3. EVALUATION SOCIALE

4.3.1. Evolution de la part de l'énergie par rapport aux revenus (ci-dessous) et dans le budget.

L'enquête sur le budget des ménages (2005) publiée par le SPF Economie, PME, Classes moyennes et Energie donne les montants des revenus et des consommations totales et chauffage, électricité, eau pour chaque décile, le décile 1 représentant la part de population aux revenus les plus faibles. Sur cette base et sur base du relevé du tarif de facturation par Electrabel du m³ de gaz, établi de la période 1992-1993 à 2007-2008 (voir point 4.2.2.4.), une approche du pouvoir d'achat à réaliser sur base de la structure des dépenses des ménages peut être faite afin de prendre la mesure de l'enjeu économique à l'échelle du logement.

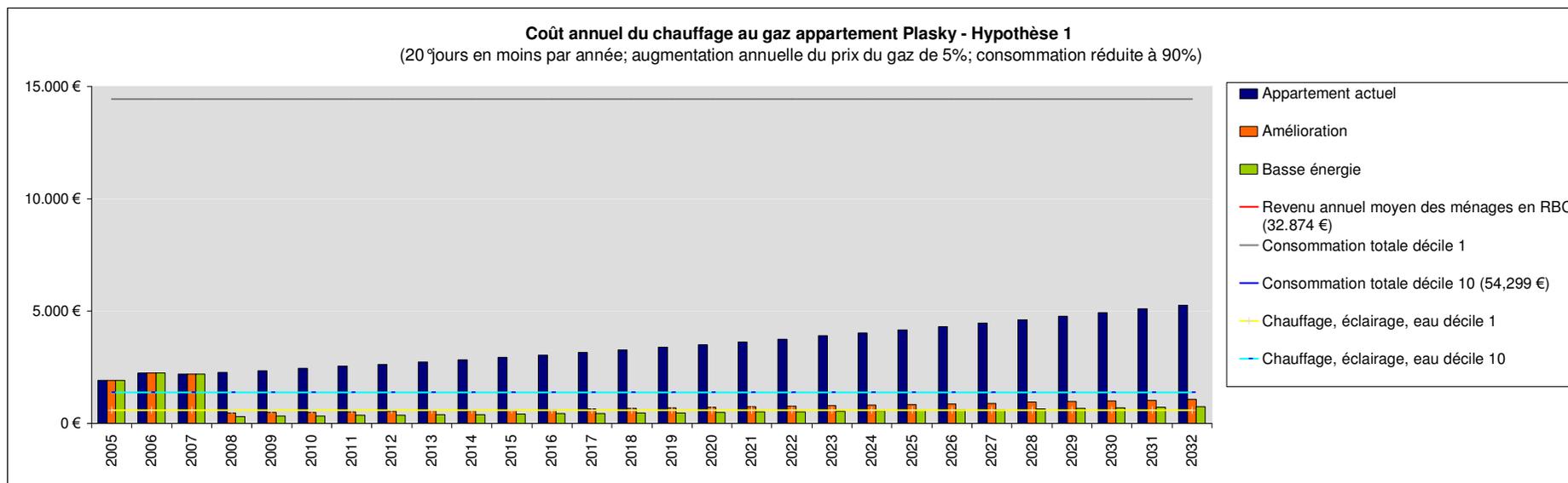
Les tableaux suivants montrent l'évolution sur 25 ans de la part du montant des dépenses en chauffage moyen par ménage pour les déciles 1 et 10⁴⁰.

Cette évolution se fait de manière constante selon deux hypothèses plus ou moins favorables, la réalité se situant bien souvent entre les deux.

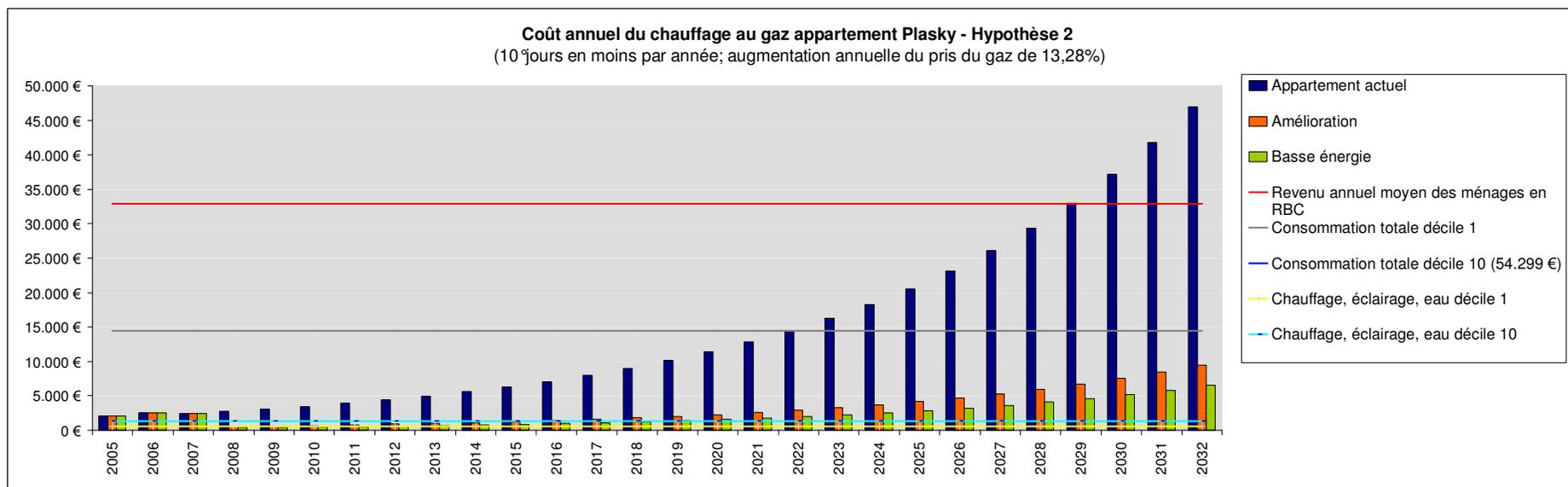
4.3.1.1. Appartement Plasky :

Hypothèse 1 : Malgré que l'appartement « Plasky » fasse partie des typologies existantes les moins énergivores de par son excellente compacité et sa petite surface, le montant des consommations selon la première hypothèse et en cas d'absence de rénovation, s'il est encore accessible aujourd'hui pour tous les déciles, fini par ne l'être plus que pour les déciles les plus élevés au terme des 25 ans sans réduction notable du pouvoir d'achat pour les autres secteurs de consommations. Les situations où l'appartement est rénové aux niveaux d'amélioration et de basse énergie restent acceptables pour tous les déciles.

⁴⁰ L'*Enquête sur le budget des ménages 2005* donne un montant annuel de 999,83€ de charges relatives au chauffage et à l'éclairage pour le décile 1, et de 2473,44€ pour le décile 10. Ces montants annuels ont été indexés suivant les indices des prix à la consommation entre 2005 et 2008 publiés par le Ministère des finances. Ceux-ci correspondent à une augmentation des prix de 6,65% Le Bilan énergétique de la Région Bruxelles Capitale 2004 p91 répartit la facture énergétique moyenne des ménages bruxellois en 46% consacrés aux charges hors chauffage, et 54% consacrés au chauffage. Les chiffres utilisés dans les graphiques sont de $(999,83€ * 106,65 * 0.54 =)$ 575,84€ pour le décile 1, et de $(2473,44€ * 106,65 * 0.54 =)$ 1384,17€ pour le décile 10.



Hypothèse 2 : dans l'hypothèse plus défavorable, des solutions alternatives permettant de réduire les besoins doivent être envisagées pour faire face au coût croissant de l'énergie, quels que soient les déciles concernés ou les niveaux d'amélioration des performances énergétiques.

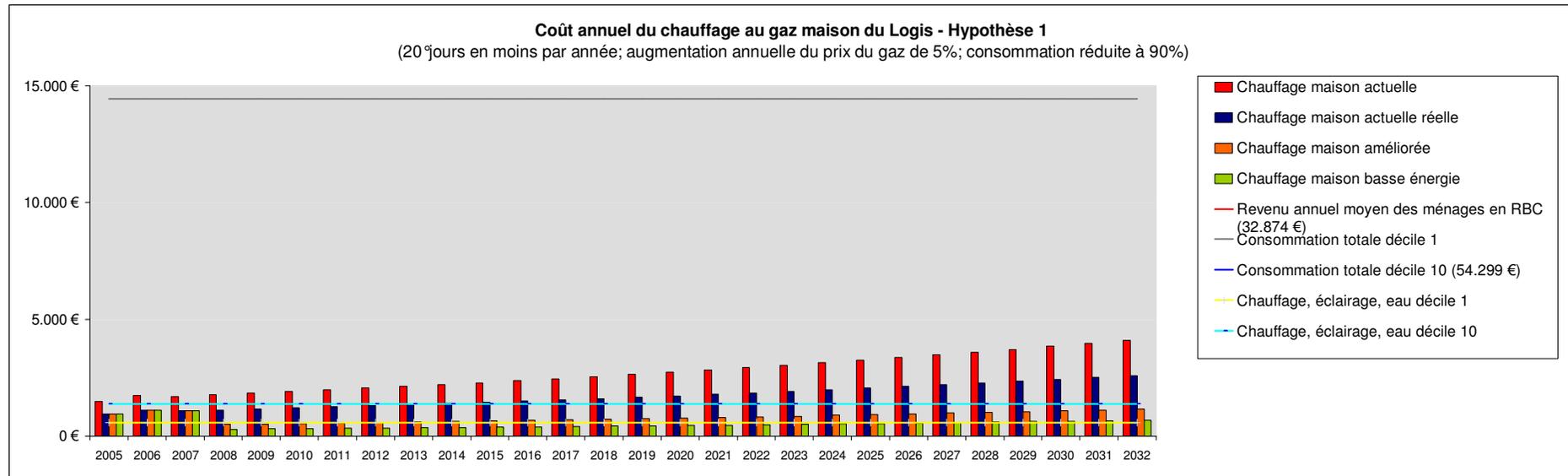


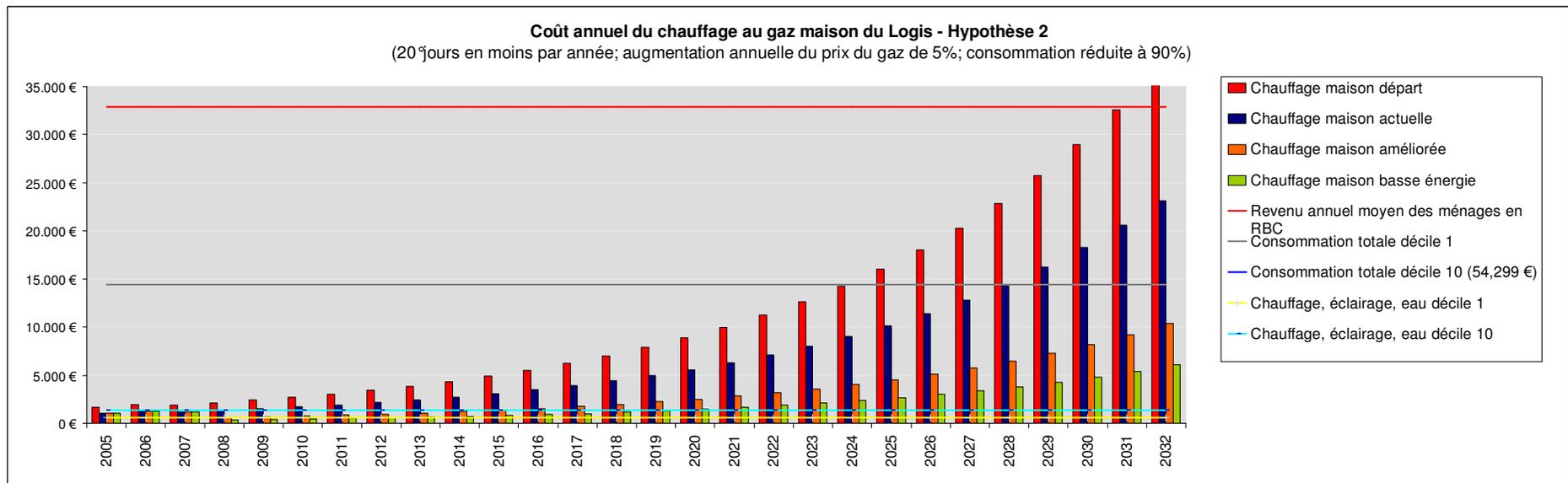
4.3.1.2. Maison du Logis

Les factures de la maison du Logis, de par ses caractéristiques constructives et sa compacité, sont en général plus élevées.

Hypothèse 1 : au terme de 25 ans, seule la situation basse énergie est encore soutenable pour le décile 1, tandis que la situation « actuelle » comportant une isolation de toiture l'est encore pour le décile 10.

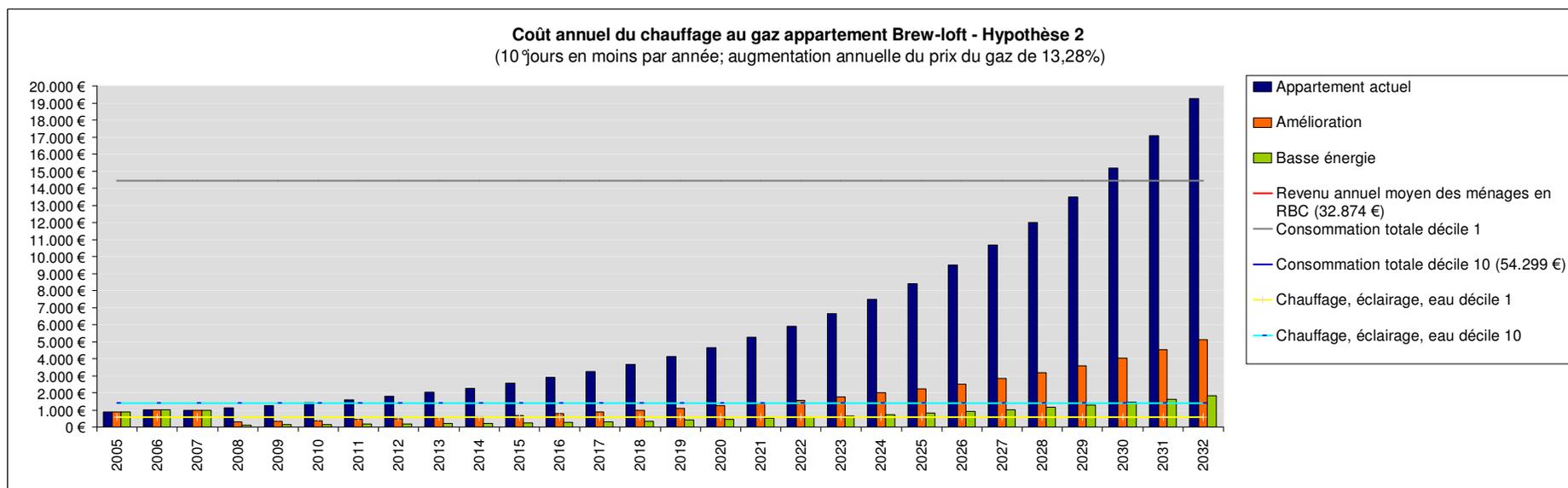
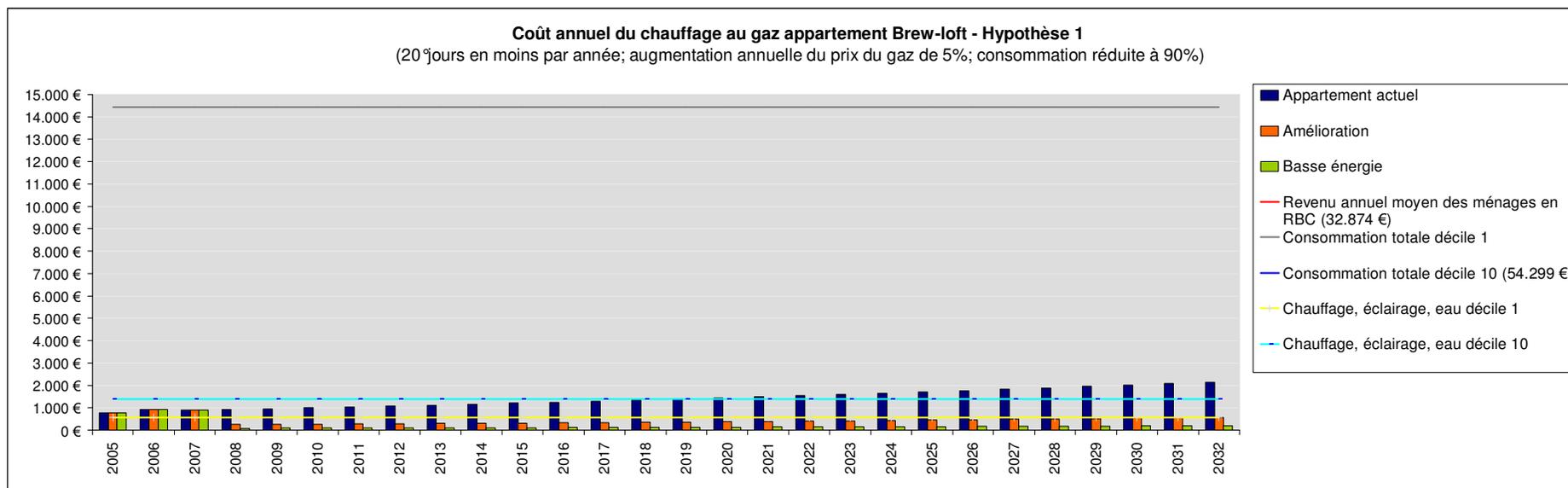
Hypothèse 2 : l'hypothèse plus défavorable dépasse largement les limites du soutenable de tous les déciles. Même la situation basse énergie, qui représente en elle-même une intervention architecturale considérable sur un logement classé déjà exigu, implique des consommations doublant la moyenne des dépenses en énergie du décile aux revenus les plus élevés.





4.3.1.3. Appartement Brew-loft

Comme pour l'appartement Plasky vu ci-dessus, si le montant des consommations en énergie peut rester abordable pour certains déciles dans l'hypothèse 1, quelles que soit le niveau d'amélioration, des mesures alternatives permettant de réduire les besoins doivent être envisagées dans l'hypothèse 2.



L'analyse de ces différents tableaux montre qu'une crise due à une hausse excessive des prix de l'énergie toucherait d'abord le premier décile. Il serait donc opportun que les politiques d'encouragement de l'amélioration énergétique des logements, d'une part privilégient cette tranche de population, et d'autre part

interviennent dans une logique d'anticipation, avant qu'un affaiblissement excessif du pouvoir d'achat n'empêche le dégagement des budgets nécessaires aux travaux.

Ainsi pour les logements Plasky et Logis, typologies très représentées à Bruxelles, même le niveau basse énergie impliquerait au terme de 25 ans des montants de facture dépassant -de 27% à 1035% selon l'hypothèse d'évolution des prix de l'énergie et des degrés-jours choisie- le budget chauffage du décile des 10% de la population bruxelloise les plus pauvres. L'on voit que la typologie du Logis est ici la plus critique, ceci peut s'expliquer par la petite taille et la compacité extrême du logement Plasky qui compense en partie le très faible pouvoir isolant de l'enveloppe.

Aucune des trois typologies ne permet, au terme d'une dizaine d'années, et déjà aujourd'hui déjà dans certains cas, de conserver l'état actuel du logement sans dépasser le budget chauffage maximal du décile de la population la plus nantie.

Si l'on considère les hypothèses 1 de chacun des 3 logements, plus optimistes quant à l'évolution des prix et degrés-jours, le niveau d'amélioration permettrait une situation encore acceptable en 2032 pour les déciles les plus élevés ; mais dans les autres cas, même le niveau basse énergie devient problématique.

4.3.2. Hausse du prix de l'énergie et aspects sociologiques

L'application des standards passifs au logement bruxellois implique une remise en cause de certaines représentations que l'on a de l'habiter passant par une réévaluation des notions de confort.

Certaines idées reçues telles que l'interdiction d'ouvrir les fenêtres en présence d'une ventilation double-flux ou l'impossibilité de se passer de chauffage, le besoin d'une température intérieure moyenne minimum invariable, doivent être re-questionnées.

On observe par ailleurs au travers des différentes simulations opérées sur les typologies bruxelloises que la surface habitable est souvent sensiblement réduite suite à une isolation par l'intérieur, et éventuellement l'installation d'une ventilation à double-flux, à un point qui pourrait être critique dans le cas de logements sociaux déjà exigus.

Dès lors, la nécessité d'améliorer la performance énergétique des logements, plutôt que de donner lieu à des solutions uniformisées, constitue l'occasion de stimuler la manière d'habiter de chacun ainsi que la créativité architecturale des concepteurs.

Ainsi de nouvelles pratiques voient le jour telles que la collocation diminuant les surfaces utiles par ménage isolé (le site internet d'annonces de collocation www.appartager.be témoigne de l'intérêt grandissant que suscite ce mode de vie auprès de certaines tranches de population autrefois amenées à vivre seules).⁴¹

Le confort pourrait être davantage différencié selon les locaux d'un même logement en fonction de son occupation dans le temps. A cet effet on peut imaginer d'adapter l'inertie des locaux au type d'usage, ponctuel ou prolongé, isoler thermiquement une partie centrale chauffée du logement, des générateurs de chaleur décentralisés, ... en fonction d'un nomadisme saisonnier ou quotidien au sein du logement

⁴¹ Il est à noter que les allocataires sociaux perdent une part importante de leur revenu lorsqu'ils passent du statut d'isolé à celui de cohabitant ; il est à maints égards crucial que le droit social évolue dans ce domaine. Une étude menée pour le ministre Dupont (grandes villes) l'a récemment démontré.

5. ANALYSE DES ATOUTS, FAIBLESSES, OPPORTUNITÉS ET MENACES (AFOM) :

L'OBJECTIF DE L' ANALYSE est de mesurer le potentiel de l'application des principes passifs en Région de Bruxelles-Capitale en termes d'atouts, faiblesses, opportunités et menaces à court et moyen terme, afin d'identifier diverses solutions possibles à mettre en oeuvre.

	UTILE pour atteindre l'objectif	NEFASTE par rapport à l'objectif
INTERNE	<p>ATOUTS</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Réduit les besoins et donc les coûts d'énergie ▪ Diminue les rejets de CO2 ▪ Est compatible avec l'écoconstruction 	<p>FAIBLESSES</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Coûts élevés pour les ménages ayant de faibles et moyens revenus ▪ Mise en œuvre parfois délicate, qui demande un savoir faire ▪ Nouveauté, changement, méconnaissance, idées préconçues ▪ Manque de réalisations testées « à portée de main » dans le contexte bruxellois ▪ Risques de condensation à maîtriser pour l'isolation par l'intérieur ▪ Difficulté de concilier respect du patrimoine
EXTERNE	<p>OPPORTUNITES</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Génère du travail, de l'emploi ▪ Augmente le confort de l'habitat, favorable à la santé (renouvellement d'air) ▪ Impulsions au niveau européen (plan énergie-climat de l'UE,) ▪ Dépendance énergétique EU, B, RBC, réchauffement climatique, déplétion des ressources ▪ Prise de conscience tendant à se généraliser et volonté de passer aux actes ▪ Augmentation du coût de l'énergie ▪ Mise en place de la réglementation PEB ▪ Appel à projet Bruxelles-Environnement ▪ Primes régionales, déductions fiscales ▪ Complémentarité des politiques (emploi, environnement, économie, sociale) ▪ Encadrement Plate-forme Maison Passive et PassiefHuisPlatform + expérience en Allemagne + programme européen « CEPHEUS » ▪ Outils disponibles PHPP, PEB ▪ Intérêt et engagement des architectes ▪ Enseignement, formations 	<p>MENACES</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Manque de personnes formées ▪ Manque d'entreprises expérimentées ▪ Manque de cohérence des politiques ▪ Coûts exagérés car trop d'entreprises indisponibles ▪ Erosion du pouvoir d'achat affectant la capacité d'investissement des ménages, propriétaires ▪ Outils rébarbatifs et compliqués ▪ Restrictions urbanistiques (aspect des façades, exclusion de certains matériaux, ...) ▪ Prescriptions urbanistiques excessives relatives au patrimoine ▪ Manque d'anticipation dans l'enseignement de l'architecture

	<p>ATOUS</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Génère du travail, de l'emploi ▪ Réduit les besoins de manière effective et donc les coûts d'énergie ▪ Diminue les rejets de CO2 ▪ Augmente le confort de l'habitat, favorable à la santé (renouvellement d'air) ▪ Est compatible avec l'écoconstruction ▪ Réduit les charges au profit du pouvoir d'achat des occupants des logements <p>n)</p>	<p>FAIBLESSES</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Coût élevés pour les ménages ayant de faibles et moyens revenus ▪ Mise en œuvre parfois délicate, qui demande un savoir faire particulier ▪ Nouveauté, changement, méconnaissance, idées préconçues ▪ Manque de réalisations testées « à portée de main » dans le contexte bruxellois, manque d'évaluation ▪ Risques de condensation à maîtriser pour l'isolation par l'intérieur
<p>OPPORTUNITES</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Impulsions au niveau européen (plan énergie-climat de l'UE,) ▪ Dépendance énergétique EU, B, RBC, réchauffement climatique, déplétion des ressources ▪ Prise de conscience tendant à se généraliser et volonté de passer aux actes ▪ Augmentation du coût de l'énergie ▪ Mise en place de la réglementation PEB ▪ Appel à projet Bruxelles-Environnement ▪ Primes régionales, déductions fiscales ▪ Complémentarité des politiques (emploi, environnement, économie, sociale) ▪ Encadrement PMP et PHP + expérience en Allemagne + « cepheus » ▪ Outils disponibles PHPP, PEB ▪ Intérêt et engagement des architectes ▪ Enseignement, formations 	<p>Comment utiliser ces atouts pour tirer parti des opportunités ?</p> <ul style="list-style-type: none"> → Associer les politiques convergentes (santé, énergie, emploi, économie, sociale) → Sachant que des performances réelles peuvent être atteintes, formuler des exigences claires et ambitieuses pour tout permis d'urbanisme et généralement tout chantier 	<p>Comment dépasser les faiblesses qui empêchent de tirer parti des opportunités ?</p> <ul style="list-style-type: none"> → Prise en compte du coût global mettant en balance l'investissement et les coûts de chauffage → Réaliser un suivi des projets sélectionnés dans l'appel aux bâtiments exemplaires de Bruxelles-Environnement
<p>MENACES</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Manque de personnes formées ▪ Manque d'entreprises spécialisées ▪ Coûts exagérés car trop d'entreprises disponibles ▪ Erosion du pouvoir d'achat affectant la capacité d'investissement des ménages, propriétaires ▪ Outils rébarbatifs et compliqués ▪ Concurrence entre politiques ▪ Restrictions urbanistiques (aspect des façades, exclusion de certains matériaux, ...) ▪ Restrictions excessives relatives au patrimoine ▪ Enseignement de l'architecture (pas partout, pas assez) ▪ Limite des fonds publics pour donner des primes à tous les projets 	<p>Comment utiliser ces atouts pour réduire la probabilité et l'impact des menaces ?</p> <ul style="list-style-type: none"> → Profiter de l'encadrement existant pour développer les formations (intensification des formations PHPP) → Associer les politiques d'urbanisme et du patrimoine → Utiliser les fonds publics pour stimuler la recherche constante d'amélioration énergétique 	<p>Comment aborder les faiblesses qui transforment les menaces en réalité ?</p> <ul style="list-style-type: none"> → Insuffler des moyens publics dans les logements à caractère social

6. CONCLUSIONS

Il existe un **potentiel réel** d'amélioration de la performance énergétique du parc immobilier résidentiel de la Région de Bruxelles-Capitale par l'application des principes de la maison passive aux bâtiments existants à rénover et neufs à construire.

C'est techniquement réalisable

L'appel à projet pour des bâtiments exemplaires montre que globalement on peut arriver à des consommations d'énergies bien plus faibles que les standards habituels. Au niveau des logements existants, l'étude montre que des solutions sont réalisables d'un point de vue technique et architectural dans toutes les typologies de logement abordées. Une attention particulière doit cependant être apportée aux aspects hygrométriques. Des études approfondies utilisant des programmes de simulation dynamique, notamment au sein du centre de recherches Architecture et Climat, et concernant l'ensemble de logements sociaux « la Cité Moderne », sont aujourd'hui en cours, et seront à même de mieux définir les risques et solutions. Cependant les solutions mentionnées ne peuvent à elles seules faire face à la raréfaction et à la hausse de prix des énergies fossiles, et des mesures alternatives visant à réduire les besoins en énergie sont également à considérer.

Cela requiert des compétences

La manière et le savoir faire de la conception à la réalisation revêtent une importance essentielle et restent à approfondir par l'expérience et la réalité du chantier. Dans tous les cas l'application des principes de la maison passive doit être intégrée dès les prémises du projet (implantation).

La conjoncture est déterminante

Parmi les paramètres du coût global, l'évolution du coût de l'énergie est déterminante. Dans un scénario, seuls les plus démunis sont affectés par la hausse du prix. Dans l'autre scénario tout le monde est affecté. Un choix doit être fait pour anticiper...

L'investissement est important

L'investissement n'est pas à la portée de tout le monde et le temps de retour dépend fortement de l'évolution du coût de l'énergie. Pour atteindre la grande masse des logements qui ne fait pas l'objet de travaux de rénovation, des stratégies doivent être développées pour réduire le coût des travaux et permettre des économies structurelles d'énergie.

Pistes pour réduire le coût des travaux :

- a) Tiers investisseur ;
- b) Entreprises d'économie sociale ;
- c) Autoconstruction assistée par un facilitateur énergie de quartier ;
- d) Réduction de l'ampleur des travaux en limitant le volume chauffé pendant la période de chauffe (nomadisme saisonnier) ;
- e) Limitation de l'inertie des logements (+ protections solaires) pour un chauffage rapide pendant des durées limitées associé à une régulation à la demande ;
- f) Concevoir des logements pour cohabitants qui abritent un plus grand nombre d'habitants au m² ;
- g) Intégrer la très faible consommation d'énergie comme standard de base pour tout bâtiment ;
- h) Stimulation des maîtres de l'ouvrage, architectes et entrepreneurs pour atteindre volontairement les niveaux BE et passif.
- i) Agences immobilières sociales

Maintient l'équilibre du budget des ménages

Les logements passifs ou basse énergie apportent des solutions pour créer des conditions structurelles de vie digne pour les ménages, en particulier pour les moins nantis. Les très faibles consommations qu'ils génèrent sont la principale alternative établie à un comportement de privation de chauffage qui pourrait à terme être inacceptable pour les habitants. Dans cette optique une priorité devrait être accordée pour les fonds publics à la réalisation de logement social énergétiquement performants ...

7. PROLONGEMENTS :

Au cours et au terme de l'étude la nécessité de consolider les connaissances et de construire des sources de données utiles est clairement apparue. Les prolongements principaux sont simplement énumérés ci-dessous :

- a) Suivi de projets : vérifier les performances réelles, les modes de construction, difficultés, coûts, ...
- b) Discussion et mise au point de détails (architectes, entrepreneurs, ...). Les détails proposés sont des premières approches qui ont permis d'aborder les simulations de manière réaliste. Leur mise au point nécessiterait un échange avec des entrepreneurs et des concepteurs en situation réelle.
- c) Approfondissement de la question de l'hygrométrie dans le cas de rénovations par l'intérieur : dans certains cas l'isolation intérieure est la seule solution envisageable. Pour éviter des mises en œuvres inappropriées il serait utile d'approfondir ce sujet et de cerner les conditions dans lesquelles ce mode d'isolation convient.
- d) Utilisation de l'étude comme outil pour affiner les approches (données plus larges, plus détaillées,).
- e) Extension des typologies étudiées.
- f) Collecte de données : établir un canevas commun pour les audits énergétiques, le défi énergie et autres actions, de manière à pouvoir consolider les données de l'étude.

8. SOURCES

8.1. DOCUMENTATION

Intitulé	Date	Auteur	Lieu d'édition	Edition
2.Caractérisation du parc immobilier en RBC				
Données extraites des dossiers de demandes de permis d'urbanisme de 1996 à 2006	2007	Direction Générale Statistique et Information économique	Bruxelles	
"Enquête socio-économique 2001 - monographies. Le logement en Belgique"	2007	Dominique VANNESTE, Isabelle THOMAS, Luc GOOSSENS	Bruxelles	
Evolution des prix de l'énergie		Bureau Fédéral du Plan	Bruxelles	
extraction données permis (formulaires statistiques)	2007	Direction Générale Statistique et Information économique	Bruxelles	
Etude "conversion de bureaux en logements - dossier de presse (22 novembre 2007)"	2007	Bureau de Recherche en Aménagement du Territoire	Bruxelles	
Evolution des prix de l'énergie	2005	Bureau Fédéral du Plan	Bruxelles	
"Observatoire des bureaux" vacance2007, pp12 & 13	21/2008	Administration de l'Aménagement du Territoire et du Logement du Ministère de la Région de Bruxelles Capitale et Société de Développement de la Région Bruxelloise	Bruxelles	
"Bilan énergétique de la Région de Bruxelles-Capitale 2004" pour le compte de l'IBGE	2006	Institut de Conseil et d'Etudes en Développement Durable asbl	Namur	Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement
Base de donnée de la Situation Existante de Fait "SitEx"	1998	Service de Planification de l'Administration de l'Aménagement du Territoire et du Logement de la Région de Bruxelles-Capitale	Bruxelles	
"Potentiel de réduction des émissions de CO2 en Région de Bruxelles-Capitale à l'horizon 2008-2012 Rapport final"	2003	ECONOTEC Consultants	Bruxelles	
Nombre de bâtiments de logement en Région de Bruxelles-Capitale, chiffre publié sur le site http://ecodata.mineco.fgov.be/	2006	Service Public des Finances, Administration du cadastre, de l'enregistrement et des domaines	Belgique	
Défi-énergie	200?	Ministère de l'Environnement de la Région de Bruxelles-Capitale	Bruxelles	
« De l'environnement au social : jalons pour une culture de l'énergie », Etopia -semestriel n°2 "Après le pétrole..."	2006	Grégoire Wallenborn	Namur	Les éditions namuroises
Données relevées dans le cadre des audits énergétiques de l'Agence Bruxelloise de l'Energie	2007	ABEA-Le Centre Urbain asbl	Bruxelles	
"Eco-constructions"	2007	Bruxelles Environnement	Bruxelles	La Renaissance du Livre
« Que deviennent les quartiers centraux à Bruxelles ? Des migrations sélectives au départ des quartiers bruxellois en voie de gentrification », Brussels studies n°1	2006	M. van CRIEKINGEN	Bruxelles	
« Rapport Annuel 2006 »	2006	Administration de l'Aménagement du Territoire et du Logement du Ministère de la Région de Bruxelles Capitale	Bruxelles	

Information en matière de Primes à la rénovation de l'habitat	2007	Centre d'Information sur le Logement de la Région de Bruxelles Capitale	Bruxelles	
Article « L'ampleur des politiques » publié sur le site http://www.quartiers.irisnet.be/content/content.asp?ref=87	2007	Région de Bruxelles Capitale	Bruxelles	
article « Le développement, plus ou moins durable ? », sur www.lalibre.be , quotidien « La Libre Belgique » du 23 octobre 2007	2007	Quotidien « La Libre Belgique »	Bruxelles	
article « La Région propose de nouvelles primes » sur http://www.tbx.be/fr/ArchiveArticle/7811/app.rvb périodique « La Tribune de Bruxelles » n°206, janvier 2007.	2007	Périodique « La Tribune de Bruxelles »	Bruxelles	
"Démographie mathématique, perspectives de population".	2001	Direction Générale Statistique et Information économique	Bruxelles	
"Enquête sur la consommation des ménages 2001"	2001	Direction Générale Statistique et Information économique	Bruxelles	
"Les évolutions économiques en Région de Bruxelles-Capitale et leurs impacts sociaux"	2004	Institut de Gestion de l'Environnement et d'Aménagement du Territoire de l'Université Libre de Bruxelles	Bruxelles	
cd-rom "energie+" - données disponibles sur le site internet http://www-energie.arch.ucl.ac.be/script.htm	2004	Architecture et Climat, Université Catholique de Louvain	Louvain-la Neuve	
"Problématique générale de l'énergie en Région de Bruxelles-Capitale - Formation RE 2007"	2007	Institut de Conseil et d'Etudes en Développement Durable asbl pour le compte de Bruxelles-Environnement	Bruxelles	
"Effet de l'application de la norme 380/1 à Zurich"		Société des Ingénieurs et des Architectes suisse	Suisse	
"Enquête sur l'isolation, la ventilation et le chauffage dans le logement neuf" - rapport CTSC n°4 (IWWT - VLIET)	1999	Centre Scientifique et Technique de la Construction - Hogeschool voor Wetenschap en Kunst Departement Architectuur Sint-Lucas Gent	Bruxelles	Centre Scientifique et Technique de la Construction.
"Kantoor 2000 - Studie van Energiegebruik en Binnenklimaat van Kantoren - 1998-2001 VLIET bis"		Centre Scientifique et Technique de la Construction - Hogeschool voor Wetenschap en Kunst Departement Architectuur Sint-Lucas Gent - Cenergie CVBA - Universiteit Gent - Alain Bossaer, Kris Baert, Geert Debruyne, Mark Looman, Erwin Meeck, Wim De Groote, Eric Dick	Belgique	Centre Scientifique et Technique de la Construction.
Bilan énergétique de la Région Wallonne 2004 consommations spécifiques du secteur tertiaire	2004	Institut de Conseil et d'Etudes en Développement Durable asbl	Namur	
"Architecture & énergie en 2050" dossier de documentation de la journée d'étude organisée par le ceraa	2005	Centre d'Etudes, de Recherches et d'Actions en Architecture	Bruxelles	
3. Analyse technique et économique				
"Inventaire des emplois dans la construction et impact d'une orientation plus durable de la construction sur l'emploi - Etude réalisée pour l'IBGE"	2004	RDC-Environnement	Bruxelles	
"Pour une amélioration de la performance énergétique des logements neufs. Brochure technique pour architectes et entreprises"	2004	Région Wallonne, Université de Liège (CIFIUL - LAPT).	Liège	

"Bordereau des prix unitaires"	2005	Union Professionnelle des Architectes	Bruxelles	
"Impact: matériaux, produits et prestations de construction"	2004	Laboratoire d'Energie Solaire et de Physique du Bâtiment de Ecole Publique Fédérale de Lausanne	Lausanne	
"La maison passive - introduction pour les architectes et les futurs maîtres d'ouvrage"	2006	Adeline Guerriat	Bruxelles	La Cambre - PHP 2005
"Analyse technico-économique de la rentabilité des investissements en matière d'économies d'énergie" (dans le secteur des bâtiments résidentiels et tertiaires, en construction neuve ou en rénovation, avec des indications pour certains autres secteurs : écoles, hôpitaux ...) et brochures synthèses : "La construction ou la rénovation de maisons et d'appartements respectueux de l'énergie : une opération techniquement réalisable et économiquement rentable"	2005	3E et Afdeling Bouwfysica K.U.Leuven - Roel De Coninck (3E), Griet Verbeeck (KUL-BWF)	Leuven	Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement
"Approche Synpack - solutions pour projets de rénovations urbains"	2002	3E et Ecofys GmbH	Leuven	Ecofys GmbH - Thomas Boermans/Carsten Petersdorff/Marcus Höse - Commission Européenne
"La construction de logements "passifs" et "basse énergie" à ossature en bois - application et mise en œuvre"	2006-2007	Quentin Van Eyck	Bruxelles	
"Vers la maison passive, vers la solution?"	2005-2006	Maxime liégeois	Bruxelles	
"Energy-Efficiency upgrades - principes, details, exemples"	2007	Clemens Richarz - Christina Schulz - Friedemann Zeitler	Basel Boston Berlin Munich	Détail - Birkhäuser
"Passiefhuis-Happening 2006"	2006	Passief Huis Platform	Belgique	
"Passive House 2007"	2007	Passief Huis Platform - Plate-forme Maison Passive	Belgique	

4. Evaluation

"degrés-jours 15/15 réels de Uccle", données publiées sur le CD-Rom Energie+	2005	Observatoire Uccle	Bruxelles	
"degrés-jours 15/15 à Uccle", fichier Excel publiées sur le Portail de l'Énergie en Région wallonne http://energie.wallonie.be/xml/doc-IDD-10652-.html	2007	Observatoire Uccle	Bruxelles	
"Degrés-jours (DJ) 16,5 équivalents à UCCLE"	2007	Association Royale des Gaziers Belges (ARGB)	Belgique	
"les primes énergie 2008", données disponibles sur le site http://www.ibgebim.be/Templates/Particuliers/Informer.aspx?id=1880	2008	Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement	Bruxelles	
"Réductions d'impôts pour investissements économiseurs d'énergie" : informations disponibles sur le site http://economie.fgov.be :	2008	SPF Economie, PME, Classes moyennes et Energie	Belgique	

Acteurs consultés

Claude Rener (Arc & Style Scrl).

A2M SPRL

Claudy Mercenier - Architecte du Groupe ARTerre

CEREAU Architects Partners

Producteurs et fournisseurs de matériaux:

Ecobati SCRL, Maison écologique SPRL, Isover S.A., Ardoises et Matériaux S.A., Livios S.A.

8.2. INFORMATIONS PRATIQUES

<p>PMP (Plate-forme Maison Passive)</p> <p>Plate-forme maison passive asbl</p> <p>Rue de l'Espagne, 56</p> <p>B-7000 Mons</p> <p>Tel. : +32 65 37 44 63</p> <p>info@maisonpassive.be</p>	<p>fhw architectes - écoRce</p> <p>Thier de Limbourg, 6</p> <p>B-4830 Limbourg</p> <p>info@fhw.be</p> <p>http://www.fhw.be</p> <p>info@ecorce.be</p> <p>http://www.ecorce.be</p>	<p>Cenergie</p> <p><i>Filiaal Antwerpen</i></p> <p>Gitschotellei, 138</p> <p>B-2600 Berchem</p> <p>Tel. +32 3 271 19 39</p> <p>Fax +32 3 271 03 59</p> <p>http://www.cenergie.be</p>	<p>Adeline Guerriat (PMP)</p> <p>www.lamaisonpassive.be</p>	
<p>PHP (PassiefHuis Platform)</p> <p>Passiefhuis-Platform vzw</p> <p>Gitschotellei, 138</p> <p>B-2600 Berchem</p> <p>0903/ 46 747</p> <p>phppp@passiefhuisplatform.be</p>	<p>coördinator, ir.-arch.</p> <p>Erwin Mlechnik</p> <p>Gitschotellei, 138</p> <p>B-2600 Berchem</p> <p>Tel: +32 3 235 02 81</p> <p>Fax: +32 3 271 03 59</p> <p>erwin.mlechnik@passiefhuisplatform.be</p>	<p>University Gent</p> <p>Lieven Willems</p> <p>Plateaustraat, 22</p> <p>B-9000 Gent</p> <p>Tel: +32 9 264 37 49</p> <p>Lieven.Willems@ugent.be</p>	<p>University Gent</p> <p>Arnold Janssens</p> <p>Plateaustraat, 23</p> <p>B-9000, Gent</p> <p>arnold.janssens@ugent.be</p>	<p>Entrepreneurs / fabricants</p> <p>http://www.passiefhuisplatform.be/index.php?col=-php_vzw&lng=nl&doc=leden (Dutch)</p> <p>http://www.passiefhuisplatform.be/index.php?col=-php_vzw&lng=en&doc=leden (English)</p>

8.3. CONTEXTE EUROPEEN

<p>CEPHEUS (Cost Efficient Passive Houses as European Standards)</p> <p>www.cepheus.de</p> <p>www.cepheus.at</p>	<p>Passivhaus Informationskreis</p> <p>Rheinstr. 44-46</p> <p>D-64283 Darmstadt</p> <p>Tel. : +49 6151/82699-33</p> <p>Fax : +49 6151/82699-34</p> <p>infokreis@passiv.de</p>	<p>Passivhaus Institut</p> <p>www.passivhaus-info.de</p> <p>www.passiv.de</p>	<p>Energieinstitut Vorarlberg</p> <p>www.energieinstitut.at</p>
<p>PEP (Promotion of european passive houses)</p> <p>http://erg.ucd.ie/pep/main_bt_m.html</p>			

Cluster Ecobuild (comité)			
<p>Agence Bruxelloise pour l'Entreprise (ABE-BAO)</p> <p>Tour & Taxis Av. du Port 86C, b211 B-1000 Bruxelles Tel. : + 32 2 422 00 20 Fax : + 32 2 422 00 43 info@abe.irisnet.be http://abe-bao.be</p>	<p>Bruxelles Environnement (IBGE-BIM)</p> <p>Gulledelle, 100 B-1200 Bruxelles Tél. : +32 2 775.75.75 Fax. : +32 2 775.76.21 http://ibgebim.be</p>	<p>Confédération de la Construction Bruxelles-Capitale</p> <p>Rue du Lombard, 34-42 B-1000 Bruxelles Tél. : +32 2 545 58 29 Fax : +32 2 545 59 06 bruxelles.capitale@confederationconstruction.be http://www.confederationconstruction.be</p>	<p>Le Centre Scientifique et Technique de la Construction (CSTC-WTCB)</p> <p>Rue du Lombard, 42 B-1000 Bruxelles Tél. : +32 2 502 66 90 Fax : +32 2 502 81 80 info@bbri.be http://www.cstc.be</p>

9. ANNEXES

Projets analysés : documents PDF séparés.