

ECONOTEC

**POTENTIEL DE REDUCTION DES  
EMISSIONS DE CO2  
EN REGION DE BRUXELLES-CAPITALE  
A L'HORIZON 2008-2012**

Rapport final

Étude réalisée pour l'Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement  
(IBGE)

*24 décembre 2003*

TABLE DES MATIERES

<b>Introduction.....</b>	<b>3</b>
<b>SCENARIO DE REFERENCE .....</b>	<b>4</b>
DONNEES ET HYPOTHESES .....	4
<i>Remarques générales.....</i>	4
<i>Secteur de l'énergie.....</i>	6
<i>Industrie.....</i>	7
<i>Secteur résidentiel.....</i>	8
<i>Secteur tertiaire.....</i>	12
<i>Transports.....</i>	18
RESULTATS .....	27
<b>POTENTIEL DE REDUCTION .....</b>	<b>30</b>
SCENARIOS DE REDUCTION.....	30
HYPOTHESES GENERALES .....	30
<i>Coûts pris en compte.....</i>	30
<i>Taux d'actualisation.....</i>	31
<i>Prix énergétiques.....</i>	31
<i>Facteur d'émission marginal de l'électricité.....</i>	32
SECTEUR RESIDENTIEL.....	33
<i>Mesures portant sur l'enveloppe du bâtiment.....</i>	33
<i>Mesures portant sur les équipements.....</i>	35
<i>Mesures portant sur le comportement des usagers.....</i>	38
SECTEUR TERTIAIRE.....	39
<i>Mesure portant sur l'enveloppe du bâtiment.....</i>	39
<i>Mesure portant sur l'équipement.....</i>	40
<i>Mesures portant sur le comportement des usagers.....</i>	42
<i>Cogénération.....</i>	42
RESULTATS .....	45
<i>Potentiel global.....</i>	45
<i>Contribution des émissions indirectes.....</i>	47
<i>Impact des certificats verts pour la cogénération.....</i>	49
<i>Courbes de coût.....</i>	50
<i>Synthèse du potentiel.....</i>	53
<b>Références.....</b>	<b>54</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>56</b>
1. FACTEURS D'EMISSION DE CO2 DES COMBUSTIBLES .....	56
2. TABLEAUX DETAILLES DU SCENARIO DE REFERENCE .....	57
3. TABLEAUX DETAILLES DU POTENTIEL DE REDUCTION.....	64
4. COURBES DE COUT PAR SECTEUR .....	71
5. TYPOLOGIE DES LOGEMENTS.....	75
6. TABLEAUX RECAPITULATIFS DES HYPOTHESES CONCERNANT LES MESURES D'AMELIORATION.....	87

## **Introduction**

L'objectif de l'étude est d'aider la région de Bruxelles-Capitale à définir sa stratégie en matière de réduction des émissions de CO<sub>2</sub>. Elle a consisté :

- à construire un scénario de référence (business-as-usual) à l'horizon 2010 ; ce scénario représente l'évolution attendue des consommations énergétiques et des émissions, de l'ensemble des secteurs, en l'absence de toute nouvelle politique de la part des pouvoirs publics ;
- à établir l'applicabilité de différentes mesures de réduction et à évaluer le potentiel de réduction pour les secteurs résidentiel et tertiaire, qui représentent près de 70% des émissions de CO<sub>2</sub> de la région.

Cette évaluation a été réalisée au moyen du modèle EPM, modèle de simulation technico-économique de type « bottom-up » c'est-à-dire expliquant les consommations d'énergie et les émissions de CO<sub>2</sub> à partir (dans la mesure du possible) de variables d'activité exprimées en unités physiques.

Ce rapport est structuré en deux parties :

- le scénario de référence,
- le potentiel de réduction.

## SCENARIO DE REFERENCE

### DONNEES ET HYPOTHESES

#### Remarques générales

Les émissions sont estimées pour l'année 2010, considérée comme moyenne représentative de la période 2008-2012.

#### Correction climatique

La projection est effectuée à partir des niveaux d'activités et des consommations énergétiques de l'année 2001, choisie comme année de référence, corrigée pour qu'elle corresponde à un climat moyen (2087 degrés-jours 15/15, référence climatique de l'IRM).

#### Facteurs d'émission

La valeur des facteurs d'émission de CO<sub>2</sub> des combustibles figure à l'annexe 1.

Pour les combustibles conventionnels, les facteurs d'émission utilisés sont ceux de l'IPCC (1996), compte tenu de la fraction du carbone oxydée. Il s'agit donc des mêmes valeurs de facteurs d'émission que celles utilisées dans l'inventaire national des émissions (SPF Santé publique, Sécurité de la Chaîne alimentaire et Environnement, 2003).

Il est à remarquer que ces facteurs d'émission diffèrent quelque peu de ceux de Corinair utilisés dans les bilans énergétiques (Institut Wallon, 2003a).

Notons que ces facteurs d'émission ne tiennent pas compte des émissions produites en amont de la combustion, lors des opérations d'extraction, de conversion et de transport de ces combustibles. Ceci conduit notamment à sous-estimer la contribution des mesures de réduction qui pourraient être prises.

Les directives de l'IPCC (1996) stipulent que les émissions de CO<sub>2</sub> liées à la combustion de biomasse pour la production d'énergie ne sont pas incluses dans l'inventaire, parce qu'il est supposé qu'environ un montant équivalent de CO<sub>2</sub> est capté par la croissance de nouvelles cultures. Si ce n'était pas le cas, les émissions nettes liées à une éventuelle déforestation ne seraient pas imputées à la combustion, mais à un poste intitulé 'Land-Use Change and Forestry'.

### Fraction « biomasse »

Dans le cadre du protocole de Kyoto, les émissions de CO<sub>2</sub> liées à la combustion de biomasse ne sont pas à comptabiliser (il est considéré que ces émissions sont compensées par une captation de CO<sub>2</sub> équivalente pour la croissance de cette biomasse).

Nous avons donc considéré le facteur d'émission de la biomasse comme nul. Ceci concerne le bois de chauffage, le combustible de récupération utilisé dans le secteur du papier et la biomasse utilisée comme énergie renouvelable. C'est la raison pour laquelle, dans le cas de l'incinération des déchets et des stations d'épuration d'eau, seule la fraction « non biomasse » est comptabilisée.

### Emissions indirectes

Le scénario de référence est évalué pour les émissions directes et les émissions indirectes, c'est-à-dire émises pour la production de l'électricité consommée dans la région.

Les émissions indirectes sont évaluées au moyen d'un facteur d'émission correspondant à la moyenne de l'ensemble du parc de production centralisée d'électricité en Belgique. Les valeurs de ce facteur d'émission sont celles mentionnées dans le bilan énergétique (Institut Wallon, 2003a, p. 149), soit 399 kg CO<sub>2</sub>/MWh en 1990 et 268 kg CO<sub>2</sub>/MWh en 2001. Pour 2010, vu l'incertitude sur l'évolution du parc de production centralisée d'électricité en Belgique à l'horizon 2012 (cf. CREG 2002), nous avons pris pour hypothèse le même facteur d'émission qu'en 2001, soit 268 kg/MWh.

## Secteur de l'énergie

Le secteur de l'énergie comprend trois postes :

- la cokerie (qui n'intervient que pour l'année 1990) ;
- l'incinérateur ;
- la production d'électricité en aval de l'incinérateur.

Les consommations énergétiques sont reprises des bilans énergétiques (Institut Wallon 2003a).

### Incinérateur de Neder-over-Heembeek

Cet incinérateur est repris dans le secteur de l'énergie uniquement pour respecter la classification sectorielle adoptée dans les bilans énergétiques de la Région.

Il est à remarquer qu'il n'est pas le seul incinérateur de la région (voir secteur tertiaire, épuration des eaux).

Seules les émissions correspondant à la fraction non biomasse de des déchets est comptabilisée. Cette fraction a été prise égale à la fraction non renouvelable citée dans le bilan énergétique, soit 35% (Institut Wallon 2003a, p. 3).

Il est supposé une stabilité du niveau de traitement de déchets.

Il est prévu une hausse des émissions de CO<sub>2</sub> suite au réchauffage des fumées requis par la dénitrification catalytique des fumées prévue d'ici 2010. Nous avons repris à ce sujet une estimation de l'IBGE (2003a), qui s'élève à 12.500 t CO<sub>2</sub>.

### Production d'électricité

La production d'électricité est supposée stable, à son niveau de 2001, et le rendement de production ainsi que les parts de marché des vecteurs énergétiques consommés (chaleur de l'incinérateur, gaz naturel, gasoil) sont supposés inchangés.

## **Industrie**

La contribution de l'industrie aux émissions globales de la région reste très limitée. Nous avons néanmoins repris le niveau de détail sectoriel des bilans énergétiques.

La projection a été réalisée à partir des consommations énergétiques de l'année de référence et d'hypothèses d'évolutions.

Les hypothèses faites sont les suivantes :

- croissance annuelle moyenne de 2% l'an des différentes activités ;
- amélioration de la consommation spécifique de combustibles de 0,5% par an et stabilité de la consommation spécifique d'électricité (pour laquelle la baisse des consommations par unité de production est supposée compensée par une hausse équivalente correspondant à des nouveaux usages de l'électricité) ;
- pour chaque branche, on a supposé que les parts de marché des différents combustibles en 2010 seraient les mêmes que celles de 2001.

## Secteur résidentiel

### Désagrégation sectorielle

L'analyse du secteur résidentiel distingue les trois principaux usages :

- le chauffage des locaux;
- la production d'eau chaude sanitaire;
- les usages spécifiques de l'électricité.

Pour le chauffage des locaux, le parc des logements est segmenté en quatre grandes catégories:

- maisons unifamiliales existantes;
- maisons unifamiliales neuves (c'est-à-dire construites après 2001);
- appartements existants;
- appartements neufs (construits après 2001).

A l'intérieur de ces quatre catégories, on distingue les logements chauffés par des combustibles fossiles des logements équipés d'un chauffage électrique, ceux-ci disposant, en principe, d'une très bonne isolation thermique.

A chacune de ces catégories est attribuée une consommation spécifique pour le chauffage.

Les modules "eau chaude" et "usages spécifiques" fonctionnent selon le même principe : le parc de logements est segmenté en fonction de son équipement; à chaque équipement correspond une consommation spécifique.

Toutes les valeurs retenues sont présentées en fin de chapitre dans le tableau récapitulatif des hypothèses retenues pour le secteur résidentiel.

### Evolution des variables d'activité

Pour les différents usages, la variable d'activité retenue est le nombre de logements concernés par cet usage.

#### ***Nombre de logements***

Le nombre de logements occupés est déterminé par la population et par la taille des ménages. Cette dernière semble quasiment se stabiliser depuis la fin des années 90 : 2,04 personnes/ménage en 1991, 2,01 en 1999, 2,02 en 2000 et 2001 (Institut Wallon 2003a, p. 47).

L'évolution de la population est assez difficile à cerner. Les dernières "Perspectives de croissance de la population" réalisées par l'INS en 2001 (INS 2001b) prévoient une augmentation de population de 32 509 habitants entre le 1<sup>er</sup> janvier 2001 et le 1<sup>er</sup> janvier 2010.



L'Observatoire de la population de la Région de Bruxelles-Capitale estime quant à lui qu'une croissance minimale de 40 000 habitants est à prévoir. C'est ce chiffre que nous avons retenu mais il pourrait lui-même être revu à la hausse. La croissance de 40000 habitants entraîne une augmentation d'environ 20000 logements, ce qui porte à 484 500 le nombre de logements en 2010. Pour atteindre ces 20 000 "nouveaux" logements, la construction neuve sera sans doute insuffisante puisqu'elle tourne autour de 1900 logements par an depuis plusieurs années. Il faudra donc réaménager certains logements actuellement désaffectés.

Sur base des statistiques de construction des 5 dernières années (Institut National des Statistiques 2001) , les logements neufs sont répartis en 8% de maisons unifamiliales et 92% d'appartements.

### *Chauffage*

Nous avons supposé qu'il n'y avait pas de glissements de logements chauffés à l'électricité vers le gaz. Les constructions neuves sont équipées de chauffage central au gaz à l'exception de 10% des appartements neufs qui optent pour le chauffage électrique. Les logements "remis en service" sont supposés être des maisons avec chauffage central au gaz naturel.

La croissance du parc de logements est donc ventilée comme suit :

- Maisons neuves, chauffage électrique	0
- Maisons neuves ou rénovées au gaz	4283
- Appartements neufs, chauffage électrique	1573
- Appartements neufs, au gaz	14159

### *Eau chaude sanitaire*

En 2001, 25 994 logements ne disposent pas d'une production d'eau chaude sanitaire (INS 2003). Nous faisons l'hypothèse qu'il en reste 23 224 en 2010 (soit 5% du parc existant en 2001).

Les logements avec chauffage électrique choisissent aussi une production d'eau chaude électrique alors que parmi les logements neufs chauffés au gaz, 20% optent pour l'eau chaude électrique et 80% pour une production gaz (chaudière ou préparateur décentralisé).

### Evolution des consommations spécifiques

#### *Chauffage*

Les logements existants (maisons et appartements) équipés de chauffage électrique sont supposés bien isolés. Ils ne font donc pas l'objet de rénovation au point de vue isolation thermique et leur consommation reste stable sur la période concernée.

Au cours de la période 2001-2010, les logements existants chauffés par des combustibles fossiles peuvent par contre bénéficier d'amélioration tant au niveau de l'enveloppe du bâtiment que du système de chauffage, ce qui entraîne une baisse de leur consommation spécifique. Par

contre, il faut aussi tenir compte des augmentations de consommation liées à une plus grande pénétration du chauffage central et à l'augmentation de confort (plus de pièces chauffées).

Nous avons fait l'hypothèse que les gains en énergie résultant des améliorations de l'enveloppe ou du système sont plus que neutralisés par un accroissement de confort (ou un relâchement du comportement). Nous avons par contre pris en compte l'augmentation de consommation liée à une plus grande pénétration du chauffage central (80% en 2001, 84% en 2010). Globalement, les consommations spécifiques des logements existants non électriques connaissent une très légère croissance (+0,75% par an pour les maisons et pour les appartements).

Les maisons neuves sont soumises à la réglementation thermique K55 et bénéficient d'équipements plus performants que la moyenne du parc mais elles offrent aussi un confort supérieur à celui de la moyenne du parc (chauffage central généralisé, plus de surface chauffée) et leur consommation est à peine inférieure à celle de la moyenne du parc (voir tableau récapitulatif des hypothèses en fin de chapitre).

### *Eau chaude sanitaire*

Nous avons supposé que la consommation d'eau chaude par logement n'augmentait pas. La consommation spécifique pour la production d'eau chaude par des appareils électriques reste stable alors que pour la production à partir de combustibles fossiles, nous appliquons une légère réduction résultant de l'amélioration des rendements des chaudières (voir tableau récapitulatif).

### *Usages spécifiques de l'électricité*

On peut distinguer deux grandes tendances d'évolution des consommations spécifiques au sein des usages spécifiques de l'électricité. D'une part, les gros appareils électroménagers (réfrigérateurs, surgélateurs, lave-linge) qui voient leur consommation baisser, d'autre part, l'apparition d'un grand nombre de "petits" consommateurs (ordinateurs, appareils en veille, nouveaux "gadgets", ...) difficiles à quantifier mais influençant significativement la consommation totale. Il faut aussi prendre en compte les phénomènes de "rebound effect" qui amputent parfois de manière importante les économies attendues : lampes basse énergie qu'on n'éteint plus, réfrigérateurs de classe A mais plus grands ou plus sophistiqués, multiplication des petites sources lumineuses, ...

Il semblerait trop optimiste de prendre en compte la totalité des économies résultant des gains de performance des équipements actuellement sur le marché. Cela conduirait à une baisse de la consommation d'électricité, baisse jamais vue jusqu'à présent. Le détail des taux d'évolution est donné au tableau récapitulatif ci-après.

Parts de marché des combustibles

Depuis 1998, la part du gasoil décroît légèrement au profit du gaz naturel. Nous faisons l'hypothèse que cette tendance se poursuit, mais de manière moins marquée au cours de la période 2000-2010.

	<u>2001</u>	<u>2010</u>
Combustibles solides	1,4 %	1,2 %
Gasoil	31,9 %	28,0 %
Gaz naturel	66,7 %	70,8 %

	<b>2001</b>			<b>Taux d'évolution annuel moyen</b>		
	<b>Var act Nb logem</b>	<b>Cons spéc comb.* (GJ/log)</b>	<b>Cons spéc élec (kWh/log)</b>	<b>Var act</b>	<b>Cons spéc comb.*</b>	<b>Cons spéc élec</b>
<b>Chauffage</b>	<b>464.485</b>			0,47%		
Maisons exist. chauff. élec.	2.825		11.700	0,0%		0,00%
Maisons exist. chauff. comb.	129.244	85,00		0,0%	0,75%	
Appartements exist. chauff. élec.	16.006		9.500	0,0%		0,00%
Appartements exist. chauff. comb.	316.410	65,00		0,0%	0,75%	
				<i>Pour le chauffage des logements neufs, il s'agit de valeurs absolues et non de taux d'évolution</i>		
Maisons neuves chauff. élec.	0			0		
Maisons neuves chauff. comb.	4.283	85,8		4.283	85,8	
Appartements neufs chauff. élec.	1.573		8000,0	1.573		8000,0
Appartements neufs chauff. comb.	14.159	64,0		14.159	64,0	
<b>Eau chaude sanitaire</b>						
Sans E.C.S.	25.994			-1,24%		
Production ECS élec	74.543		2600	0,84%		0,00%
Production ECS comb	363.948	10,09		0,51%	-0,49%	
<b>Usages spécifiques</b>						
Cuisson	167.215		870	3,84%		0,00%
Micro-ondes	269.401		100	1,25%		0,00%
Réfrigérateurs	227.598		240	0,47%		-0,96%
Congélateurs horizontaux	58.246		290	0,43%		-0,39%
Congélateurs verticaux	95.034		370	1,28%		-0,30%
Combinés	246.177		410	0,47%		-0,55%
Lave-linge	339.074		290	1,00%		-2,31%
Sèche-linge	150.958		280	2,00%		-0,20%
Lave-vaisselle	176.504		320	2,00%		-1,87%
Radio-TV	464.485		120	0,47%		0,00%
Eclairage	464.485		250	0,47%		0,00%
Circulateurs	361.346		190	1,31%		0,00%
Ordinateurs	209.018		70	8,50%		0,00%
Petits électroménagers	464.485		325	0,47%		3,03%
Chauffage d'appoint	139.346		290	0,47%		0,00%

Tableau 1 : Récapitulatif des hypothèses pour le scénario BAU du secteur résidentiel

**Secteur tertiaire****Désagrégation sectorielle**

Comme dans les bilans énergétiques (Institut wallon 2003a), la consommation du secteur tertiaire est désagrégée en neuf branches principales d'activité, chacune de celles-ci pouvant présenter plusieurs sous-branches destinées à cerner au mieux les particularités énergétiques des secteurs très hétérogènes : par exemple, les piscines constituent une sous-branche du secteur "Sports et loisirs".

Le tableau ci-dessous présente la liste des branches et sous-branches :

*Commerce*  
 Commerce de gros et de détail HT  
 Commerce de gros et de détail BT  
 Supermarchés  
 Horeca

*Transport et communications (services)*  
*Banques, assurances, services aux entreprises*  
 Bureaux privés HT  
 Bureaux privés BT

*Enseignement*  
 Enseignement public  
 Enseignement privé et libre  
 Enseignement universitaire et recherche

*Soins de santé*  
 Hôpitaux  
 Autres soins de santé

*Culture, sports et loisirs*  
 Piscines  
 Autres

*Administrations publiques*  
*Autres services du tertiaire*  
*Divers tertiaire*

Chaque branche ou sous-branche est caractérisée par une variable d'activité (généralement la superficie des bâtiments) et par deux consommations spécifiques (combustibles et électricité).

**Variable d'activité**

Sur base des études bibliographiques réalisées lors de la mise au point du modèle pour la Wallonie et la Belgique et bien qu'il n'existe pas de statistiques officielles complètes, nous avons retenu la superficie des bâtiments comme variable d'activité du secteur tertiaire. Seules quelques grandes branches (administration, Régie des Bâtiments, grandes surfaces, ...)

pourraient fournir de manière assez précise les superficies de tous leurs bâtiments. Pour la plupart des autres branches, nous ne disposons que d'informations ponctuelles en provenance des enquêtes de l'Institut Wallon auprès des utilisateurs de la Haute Tension. Ces enquêtes, qui par définition ne sont pas exhaustives, ne fournissent pas des superficies globales par branche mais permettent de calculer des consommations spécifiques moyennes de combustibles et d'électricité pour un échantillon de bâtiments d'une branche donnée. Sur base de la consommation globale de celle-ci, on peut alors estimer la superficie de ses bâtiments avec une précision qui dépend fortement de la taille de l'échantillon et de l'exactitude des réponses aux questionnaires. Nous avons relevé des différences parfois importantes entre les superficies calculées sur base des consommations de combustibles ou des consommations d'électricité. Les valeurs retenues sont présentées en fin de chapitre dans le tableau récapitulatif toutes les hypothèses retenues pour le secteur tertiaire.

### *Evolution de la variable d'activité*

En l'absence d'informations précises sur les perspectives de la construction dans le secteur tertiaire en Région Bruxelloise et en nous inspirant des croissances attendues par le Bureau du Plan pour les différentes branches (Bureau Fédéral du Plan 2003), nous avons retenu trois taux d'évolution de la variable d'activité :

- une croissance très faible (0,25%), essentiellement pour les branches du secteur non marchand (enseignement, hôpitaux, piscines);
- une croissance faible (+0,6% par an) pour le secteur du commerce;
- une croissance plus importante mais cependant inférieure à celle de la décennie précédente (+1,2% par an) pour le secteur des bureaux privés ou publics, les "autres services" et les "autres loisirs".

### Consommation spécifique

Les consommations spécifiques utilisées pour l'année 2001 découlent des consommations spécifiques relevées dans les enquêtes de l'Institut Wallon. Elles sont cependant modifiées pour tenir compte du climat (consommations de combustibles uniquement) et pour permettre le calcul de la variable d'activité aussi bien sur base de la consommation en combustibles que sur base de la consommation d'électricité (voir ci-dessus). Les valeurs retenues sont présentées en fin de chapitre dans le tableau récapitulatif toutes les hypothèses retenues pour le secteur tertiaire.

### *Evolution des consommations spécifiques*

#### **Combustibles**

Contrairement au secteur résidentiel, il n'existe pas de données sur les caractéristiques thermiques des bâtiments du secteur tertiaire. De nombreux facteurs tendent à faire baisser les consommations de combustibles :

## ECONOTEC

- le renouvellement (ou la rénovation lourde) assez rapide du parc : on considère généralement que la consommation d'un bâtiment neuf est inférieure de 10% à la moyenne du parc de référence;
- les améliorations des performances des vitrages et des équipements de production de chaleur ou de régulation;
- l'existence d'une réglementation thermique et la perspective de certificats de performance énergétique;

Malgré l'existence de la plupart de ces facteurs au cours des années précédentes, on n'a jamais observé de réduction de consommation des combustibles (l'effet d'accroissement du parc étant déduit). Nous avons donc adopté, pour l'ensemble du parc, l'hypothèse d'une très légère réduction des consommations de combustibles : -0,5% par an soit un peu moins de 5% pour la période 2001-2010.

### Electricité

Le potentiel technique d'économie d'énergie est important en matière d'éclairage du secteur tertiaire mais il semble encore largement inexploité, notamment dans le commerce et les immeubles de prestige. L'évolution des consommations spécifiques varie donc selon les secteurs, ce qui nous amène à distinguer les deux catégories suivantes :

- une première catégorie qui installe du matériel plus performant lors du renouvellement des équipements. Cette catégorie comprend le commerce de gros, les transports et communications, l'enseignement, les administrations publiques et les hôpitaux. On suppose que, grâce au renouvellement des équipements, chaque année, 5% du parc existant en 2001 baisse sa consommation spécifique d'éclairage de 20%. Dans ces secteurs, on suppose que les bâtiments neufs ont d'office une consommation spécifique inférieure de 20% à la consommation de l'année de référence;
- une seconde catégorie a plutôt tendance à installer des éclairages plus décoratifs et moins performants. Elle comprend le commerce de détail, les supermarchés, le secteur HORECA, les banques et assurances, les homes, les bâtiments du secteur des loisirs et les autres services. Dans ces secteurs, chaque année, 5% du parc existant en 2001 voit sa consommation spécifique augmenter de 5% et on suppose que les bâtiments neufs consomment 10% de plus que la moyenne du parc existant.

Le taux de pénétration des équipements de ventilation, conditionnement d'air et froid est en croissance constante surtout dans les commerces de détail, le secteur des banques et assurances et les autres services. Nous supposons une croissance de 1% par an des consommations spécifiques relatives à ces usages.

Enfin, un poste "autres usages" regroupant tous les appareils électriques non encore cités est en pleine expansion sous l'effet d'une pénétration accrue des équipements existants et de l'apparition de nouveaux usages. Dans les bureaux, il pourrait même devenir aussi important que le poste éclairage. Nous retenons l'hypothèse d'une croissance annuelle de ce poste égale à 5% par an.

Parts de marché des combustibles

Sur base des consommations par branche et par combustible (Institut Wallon 2003a, p.75) et en supposant une augmentation de 0,5% par an de la part du gaz naturel, les parts de marché des combustibles s'établissent comme suit :

Tableau 2 : Récapitulatif des parts de marché des combustibles du secteur tertiaire

	2001		2010	
	<i>gasoil</i>	<i>gaz nat.</i>	<i>gasoil</i>	<i>gaz nat.</i>
Commerce	34,8	65,2	31,8	68,2
Transp et communic.	40,8	59,2	38,1	61,9
Banques, assurances	39,8	60,2	37,1	62,9
Enseignement	27,2	72,8	23,9	76,1
Santé	10,2	89,8	10,0	90,0
Culture, sports	8,5	91,5	8,5	91,5
Autres services	48,3	51,4	46,0	54,0
Administration pub.	36,6	63,4	33,7	66,3
Energie, eau	22,5	77,5	18,9	81,1

## ECONOTEC

	2001			Taux d'évolution annuel moyen 2001/2010		
	Var act 1000 m2	Cons spéc comb.* (GJ/m2)	Cons spéc élec (GJ/m2)	Var act	Cons spéc comb.*	Cons spéc élec
<b>COMMERCE</b>	<b>4953,260</b>					
-Gros et détail HT	1714,626	0,40	0,36	0,60%	0,0%	2,45%
-Gros et détail BT	1243,374	0,72	0,45	0,60%	0,0%	2,30%
-Supermarchés	169,994	1,24	2,85	0,60%	0,0%	2,18%
-Horeca	1825,266	1,84	0,65	0,25%	0,0%	2,00%
<b>TRANSP. et COM.</b>	<b>1492,309</b>	0,43	1,00	0,60%	0,0%	0,77%
<b>BANQ., ASS, SERV ENT</b>	<b>8245,572</b>					
-bureaux privés HT	5573,354	0,41	0,52	1,20%	0,0%	1,50%
-bureaux privés BT	2672,218	0,58	0,25	1,20%	0,0%	1,50%
<b>ENSEIGNEMENT</b>	<b>2911,716</b>					
-public	1655,813	0,67	0,10	0,25%	0,0%	0,00%
-privé et libre	609,595	0,49	0,12	0,25%	0,0%	0,00%
-univ. et rech.	646,308	0,67	0,33	0,25%	0,0%	0,89%
<b>SOINS ET SANTE</b>	<b>1919,274</b>					
-hôpitaux	1388,687	0,73	0,46	0,25%	0,0%	0,34%
-autres	530,587	0,85	0,26	1,20%	0,0%	2,50%
<b>CULT, SPORTS ET LOISIRS</b>	<b>789,047</b>					
-piscine	40,054	3,66	0,94	0,25%	0,0%	2,50%
-autres	748,993	1,06	0,52	1,20%	0,0%	2,50%
<b>ADM. PUBLIQUES</b>	<b>6163,800</b>	0,44	0,30	1,20%	0,0%	1,15%
<b>AUTRES SERVICES</b>	<b>806,122</b>	1,18	0,30	1,20%	0,0%	2,00%
<b>DIVERS (var act = 1000 hab)</b>	964,405	0,17	0,11	0,00%	0,0%	0,00%

Tableau 3 : Récapitulatif des hypothèses pour le scénario BAU du secteur tertiaire

Les consommations spécifiques de combustibles (\*) sont des valeurs à climat normalisé.



Epuration des eaux

La station d'épuration sud a été mise en service en août 2000. « 65% des collecteurs d'amenée à cette station sont actuellement en service » (IBGE, 2003a). Elle est équipée d'un incinérateur pour une production de 7.000 à 12.000 t/an de matière sèche (IBGE 2002, p. 62).

La station nord (1.100.000 éq-hab.) devrait être mise en service au plus tard en 2006 (IBGE 2003, pp. 34-35). Elle devrait produire de 20.000 à 32.000 t/an de matière sèche.

En ce qui concerne les émissions de CO<sub>2</sub>, nous avons utilisé les estimations suivantes, communiquées par l'IBGE (2003b) :

Station Nord (360.000 éq-hab.) :

21.410 t CO <sub>2</sub>	du carbone dans les eaux avant traitement
5.017 t CO <sub>2</sub>	du fuel brûlé en chaudière

Le méthane brûlé en chaudière n'est pas comptabilisé, pour éviter un double comptage avec le carbone dans les eaux avant traitement.

En l'absence d'information précise sur la fraction du carbone assimilable à de la biomasse, on a supposé une valeur de 80% (ce qui semble une valeur conservatrice, dans la mesure où l'essentiel du carbone devrait être d'origine organique). Ceci donne comme valeur à comptabiliser pour le carbone dans les eaux 4.282 t CO<sub>2</sub>.

Au total on a donc les émissions de CO<sub>2</sub> suivantes à comptabiliser du point de vue du protocole de Kyoto :

4.282 t CO <sub>2</sub>	du carbone dans les eaux
5.017 t CO <sub>2</sub>	du fuel brûlé en chaudière
9.297 t CO <sub>2</sub>	total

soit  $9.297/1100 = \underline{0,00845 \text{ t CO}_2/\text{éq-hab}}$

Station Sud (1.100.000 éq-hab.) :

En l'absence de données plus précises, une règle de trois sur le nombre d'équivalents-habitants donne un total de :

$9,3 * 350/1100 = \underline{3,0 \text{ kt CO}_2}$ .

## **Transports**

Sur le territoire de la Région de Bruxelles-Capitale, les émissions de CO2 en provenance du secteur des transports sont dues :

- au transport routier des personnes et des marchandises ;
- au transport ferroviaire (y compris tramways et métros) ;
- au transport fluvial.

Aucune émission n'est considérée pour le transport aérien, la Région ne disposant pas d'aéroport sur son territoire.

### Transports routiers

Le transport routier constitue de loin la principale source d'émissions de CO2.

Ces émissions sont évaluées au moyen d'un module spécifique du modèle EPM consacré à ce secteur. Ce module contient une représentation détaillée du parc des véhicules routiers, des kilométrages parcourus et des consommations spécifiques des véhicules, qui est notamment basée sur le logiciel COPERT III des Communautés Européennes.

Les perspectives d'émissions sont ensuite établies en tenant compte de l'évolution probable de la mobilité dans les prochaines années et des améliorations attendues des performances des véhicules.

### ***Méthodologie***

Chaque véhicule routier circulant sur le territoire de la Région est source de consommations de carburant et d'émissions de CO2. Ces consommations et émissions seront différentes selon :

- les caractéristiques du moteur du véhicule (consommation spécifique, poids du véhicule, puissance du moteur) ;
- la distance qu'il parcourt ;
- la manière dont il est piloté (vitesse, accélération,...) ;
- les caractéristiques du carburant utilisé (essence, gasoil routier, LPG) .

Comme il est impossible de suivre individuellement chaque véhicule en circulation, on doit, pour effectuer une évaluation des consommations et émissions globales sur le territoire, considérer des catégories de véhicules, en leur affectant des caractéristiques techniques et un comportement moyens.

On considère donc une décomposition du parc de véhicules circulant sur le territoire de la Région en grandes catégories :

*Pour le transport des personnes :*

- voitures individuelles à essence ;
- voitures individuelles diesel ;
- voitures individuelles au LPG
- autobus/autocars ;
- motocyclettes ;
- vélomoteurs.

*Pour le transport de marchandises :*

- camionnettes à essence ;
- camionnettes diesel ;
- poids lourds de 3 t à 16 t de charge utile ;
- poids lourds de plus de 6 t de charge utile.

Dans chaque catégorie de véhicules, on décompose le parc de véhicules par classe d'âge, pour tenir compte de l'amélioration de leurs performances énergétiques dans le temps.

A chaque sous-catégorie ainsi définie, on associe :

- un nombre de véhicules « N » ;
- une consommation spécifique « cs » (en g/km) ;
- un kilométrage annuel moyen « km » (en km/an).

On décompose encore plus finement en considérant séparément des consommations spécifiques moyennes et des kilométrages moyens sur divers types de routes :

- autoroutes ;
- routes régionales ;
- en circulation urbaine, sur le réseau communal ;

en associant à chaque type de route une vitesse moyenne de véhicule.

Les consommations totales de carburant « C » seront alors calculées par des relations du type :

$$C_i = \sum_j \sum_k \sum_m N_{i,j,k} \text{ cs}_{i,j,k} \text{ km}_{i,j,k}$$

Où les indices identifient :

i	le carburant,
j	la catégorie de véhicules,
k	la classe d'âge des véhicules,
m	le type de route.

Les données de parc et de kilométrages moyens varient selon le territoire considéré. Les consommations spécifiques des véhicules sont celles de la banque de données COPERT III, sauf pour les voitures individuelles. Pour ces dernières, elles sont déterminées à partir d'une décomposition détaillée du parc qui tient compte explicitement des principaux modèles qui le constituent, en considérant leur nombre, leur âge et leur consommation spécifique moyenne basée sur les consommations normalisées fournies par les constructeurs. Elles sont ajustées en

comparant, sur le territoire belge, les consommations de carburant calculées aux livraisons nationales.

Pour ce qui concerne l'évolution future des consommations spécifiques, le modèle tient compte de l'accord passé entre la Commission européenne et les principaux constructeurs automobiles européens et asiatiques dans le but de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> moyennes des modèles mis sur le marché entre 1995 et 2008/2009.

### *Application à la Région de Bruxelles-Capitale*

Il est impossible d'identifier avec précision le parc de véhicules se déplaçant effectivement en Région de Bruxelles-Capitale. En effet, le territoire est parcouru par des véhicules qui en sont originaires, mais également par un grand nombre de véhicules en transit ou issus de l'extérieur du territoire. A l'opposé, un certain nombre de véhicules immatriculés dans la région n'y circulent guère, ce qui est notamment le cas de flottes de sociétés de location.

Par contre, des données concernant la mobilité des véhicules pour le transport des personnes sont déterminées annuellement par le Service public fédéral de la Mobilité et des Transports (SPF Mobilité et Transports, 2003), et portent notamment sur Bruxelles. En ce qui concerne le transport des marchandises, malheureusement, de telles informations ne sont pas disponibles.

Nous avons respecté ici l'approche utilisée depuis plusieurs années en Région de Bruxelles-Capitale, notamment dans le Plan Air-Climat (IBGE, 2002), qui consiste à baser le calcul des consommations de carburants et des émissions de CO<sub>2</sub> sur le parc de véhicules immatriculés dans la Région auquel on ajoute une évaluation du nombre de voitures particulières utilisées par les navetteurs se déplaçant quotidiennement vers Bruxelles pour leur travail.

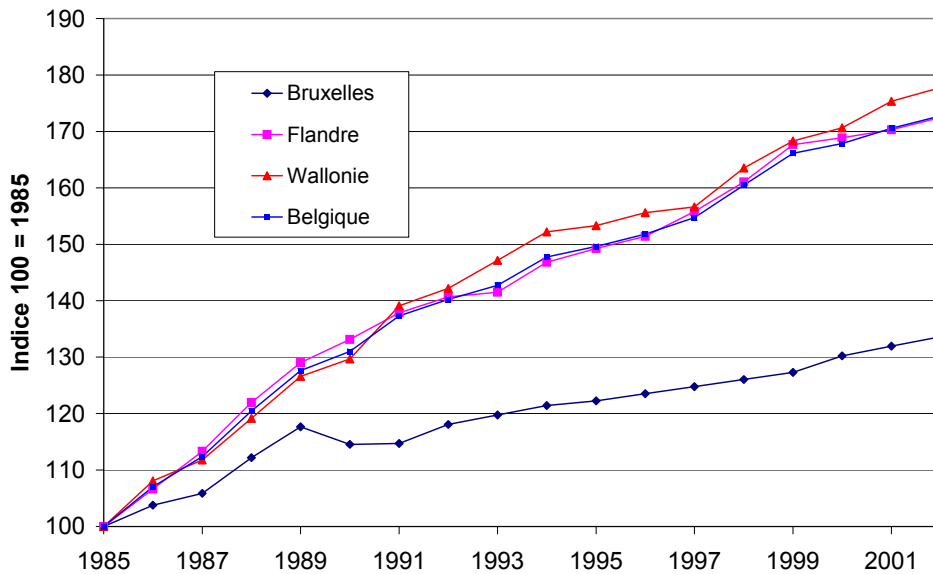
Les kilométrages moyens affectés aux voitures particulières sont pour leur part évalués à partir de la mobilité des personnes (SPF Mobilité et Transports, 2003). Pour ce qui concerne les véhicules utilitaires, nous reprenons également les estimations de distances parcourues usuellement employées à Bruxelles, notamment pour évaluer les émissions atmosphériques des transports dans le cadre du Plan Air-Climat.

### Perspectives d'évolution de la mobilité

Nous ne disposons pas d'estimations récentes des perspectives d'évolution de la mobilité des personnes et des marchandises en Région de Bruxelles-Capitale pour les prochaines années. Une telle évaluation devrait être établie dans le cadre de l'élaboration du Plan IRIS II, mais n'est pas encore disponible à l'heure actuelle.

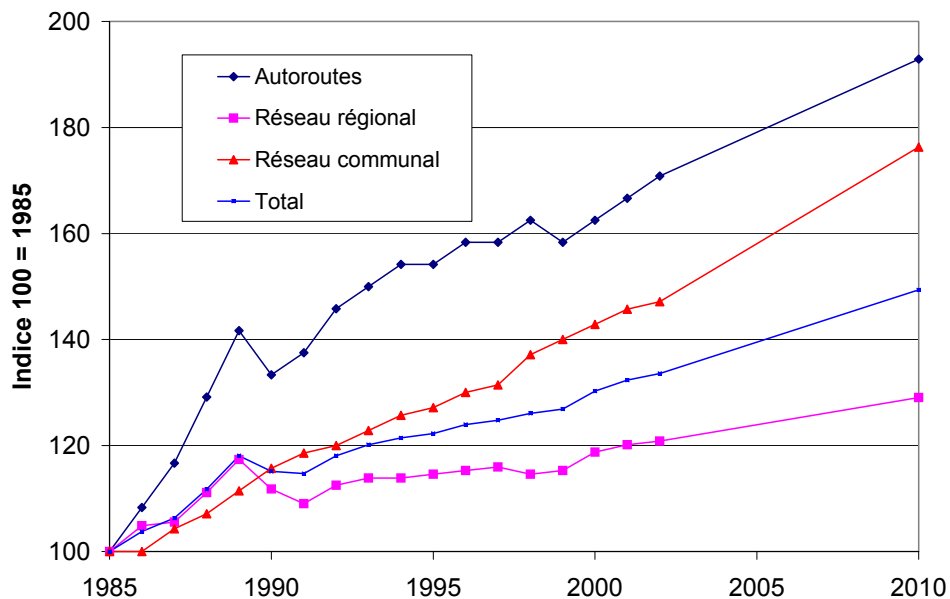
Il n'apparaît pas non plus judicieux de supposer que la mobilité pourrait évoluer à Bruxelles comme dans le reste du pays. En effet, on constate que la croissance de la mobilité des personnes est plus lente à Bruxelles qu'en Flandre et en Wallonie, comme le montre la figure ci-après. Si en Belgique, elle a augmenté de l'ordre de 2,1% par an sur les 10 dernières années, elle n'a cru que de 1,2% par an à Bruxelles.

Mobilité des véhicules pour le transport des personnes (véh.km/an)



Par contre, on constate que la mobilité des personnes à Bruxelles évolue de manière très différente selon le type de route. Elle augmente fortement sur les tronçons autoroutiers et sur le réseau communal et beaucoup moins fortement sur le réseau régional. Aussi, pour établir des perspectives à l'horizon 2010, nous avons examiné séparément l'évolution probable de la mobilité sur chaque réseau.

Mobilité des personnes en Région de Bruxelles-Capitale (véh.km/an)



Les perspectives de mobilité à l’horizon 2010 sont établies en considérant les taux de croissance annuels suivants entre 2002 et 2010.

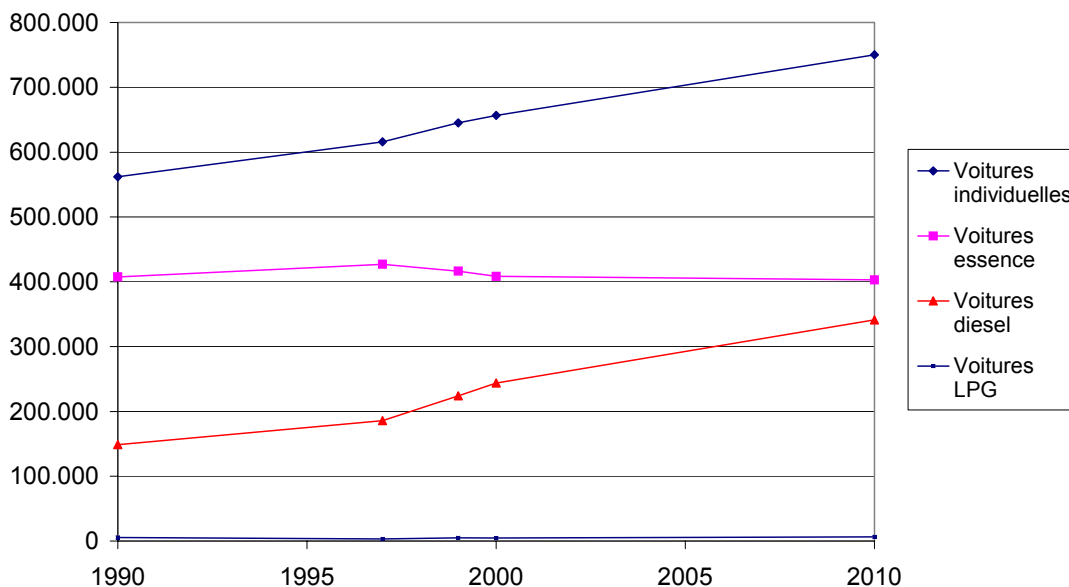
**Hypothèses de taux de croissance de la mobilité des personnes entre 2002 et 2010**

Mobilité sur réseau autoroutier	+1,5% par an
Mobilité sur réseau régional	+0,8% par an
Mobilité sur réseau communal	+2,3% par an
Mobilité totale	+1,4% par an

Ces taux de croissance moyens sont en fait ceux observés sur la période 1997-2002, choisis ici parce qu’ils constituent la série de taux les plus élevés parmi ceux qui peuvent être calculés entre 1994, 1995, 1996 ou 1997 et 2002<sup>1</sup>. Cette démarche devrait donc surestimer plutôt que sous-estimer la croissance de la mobilité dans les prochaines années.

Les deux figures suivantes présentent l’évolution du nombre de véhicules considérés dans les différentes catégories. Dans un souci de cohérence, nous avons conservé ici les données de parc considérées dans les perspectives établies pour la préparation du Plan Air-Climat.

**Parc de voitures circulant à Bruxelles**

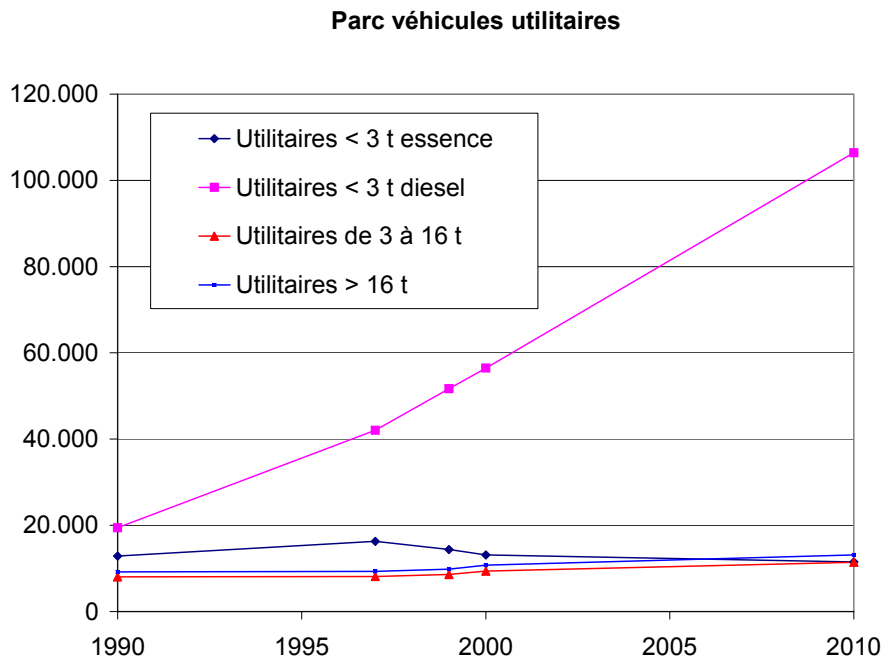


Le nombre de voitures individuelles augmente mais plus vite que les perspectives de mobilité, en conséquence les kilométrages moyens de ces véhicules diminuent dans les perspectives. On observe une poursuite de la pénétration des moteurs diesel au détriment des moteurs à essence.

<sup>1</sup> La variation des taux de croissance d’une année à l’autre étant beaucoup plus importante auparavant.

En ce qui concerne les utilitaires, on constate une forte progression du parc d'utilitaires légers. Nous faisons l'hypothèse qu'elle se prolonge jusqu'à l'horizon 2010.

Les kilométrages moyens affectés aux utilitaires sont ceux qui sont considérés dans le cadre du Plan Air-Climat. On suppose en fait que la croissance de la mobilité est uniquement due à la croissance du parc et non à celle des distances parcourues.



### *Perspectives d'émissions*

Le tableau ci-après présente les émissions de CO<sub>2</sub> dues aux transports routiers en Région de Bruxelles-Capitale pour les années 1990, 2000 et à l'horizon 2010.

Dans le cadre de nos hypothèses, les émissions pourraient augmenter de quelque 4% entre 2000 et 2010. Celles dues au transport des personnes pourraient légèrement diminuer, du fait d'une croissance modérée de la mobilité, associée à une amélioration des consommations spécifiques des voitures individuelles ainsi qu'à la pénétration accrue de moteurs diesel dans le parc (présentant des consommations spécifiques moyennes plus faibles que les voitures à essence).

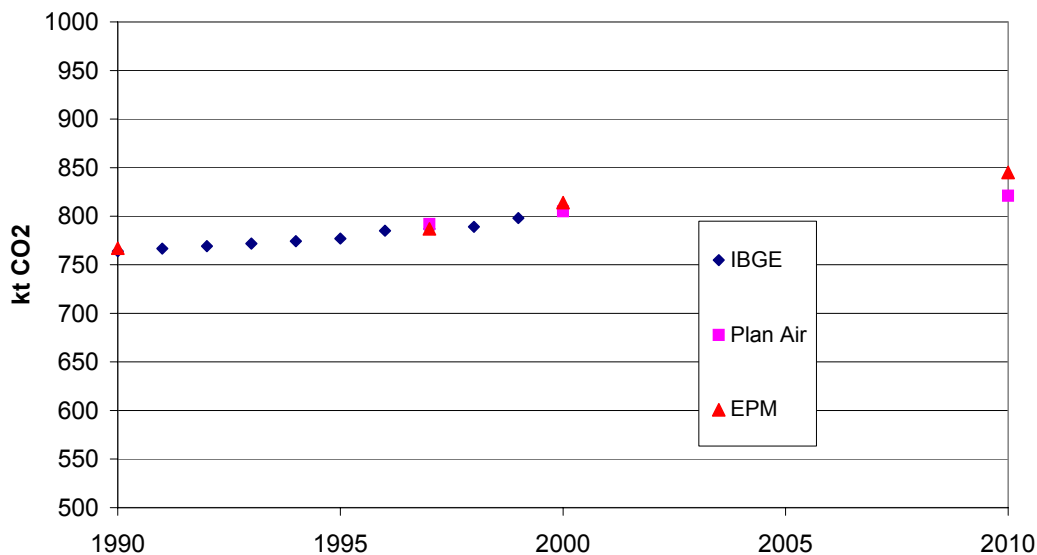
Par contre, les émissions dues au transport de marchandises devraient poursuivre leur croissance, à un rythme équivalent à celui déjà observé entre 1990 et 2000. La forte pénétration des véhicules utilitaires légers dans le parc constitue une des principales causes de cette croissance.

**Emissions de CO2 dues aux transports routiers en Région de Bruxelles-Capitale**

CO2 <i>kt</i>	1990		2000		2010		Croissances (%)		
	kt	%	kt	%	kt	%	1990/ 2000	2000/ 2010	1990/ 2010
<b>TRANSPORT DES PERSONNES</b>	<b>640</b>	<b>83%</b>	<b>633</b>	<b>78%</b>	<b>590</b>	<b>70%</b>	<b>-1%</b>	<b>-7%</b>	<b>-8%</b>
Voitures	580	76%	596	73%	550	65%	3%	-8%	-5%
Autobus/autocars	56	7%	34	4%	38	4%	-40%	11%	-33%
Motocyclettes et vélomoteurs	3	0%	3	0%	2	0%	9%	-25%	-19%
<b>TRANSPORT DES MARCHANDISES</b>	<b>127</b>	<b>17%</b>	<b>181</b>	<b>22%</b>	<b>255</b>	<b>30%</b>	<b>43%</b>	<b>41%</b>	<b>101%</b>
Utilitaires légers	42	5%	86	11%	142	17%	107%	64%	239%
Utilitaires lourds	85	11%	95	12%	113	13%	11%	19%	33%
<b>TOTAL TRANSPORT ROUTIER</b>	<b>767</b>	<b>100%</b>	<b>814</b>	<b>100%</b>	<b>845</b>	<b>100%</b>	<b>6%</b>	<b>4%</b>	<b>10%</b>

On constate, à la figure suivante, que les émissions calculées ici sont en bonne concordance avec les données d'émissions établies annuellement par l'IBGE et avec les perspectives établies dans le cadre du Plan Air-Climat (scénario « classique non ralenti »).

**Emissions de CO2 dues aux transports routiers sur le territoire de Bruxelles-Capitale**





### *Remarque importante*

Les consommations de carburants et les émissions de CO<sub>2</sub> qui sont calculées ici ne sont déterminées qu'avec une grande marge d'incertitude. Il est malheureusement impossible de préciser ces résultats en les comparant, par exemple, aux livraisons de carburants sur le territoire de la Région.

En effet, ces livraisons, qui apparaissent dans les tableaux de bilans énergétiques de la Région sous la rubrique « Transports routiers », se révèlent beaucoup plus importantes que les consommations calculées ici. Elles ont été déterminées grâce à une enquête réalisée en 1992 et portant sur l'année 1990. Pour chaque année ultérieure à 1990, ces livraisons sont estimées en supposant que leur variation d'une année à l'autre est semblable à celle des livraisons nationales de carburants.

Il nous paraît possible que ces valeurs ne représentent plus guère la réalité. En effet, depuis 1990, d'importantes restructurations ont eu lieu dans le secteur de la distribution de carburants (fermeture de stations services peu rentables, concentration des activités sur certains points de vente pour limiter le nombre d'adaptations à réaliser pour respecter les normes environnementales européennes et régionales en matière d'émissions de composés organiques volatils). D'autre part, la croissance de la mobilité à Bruxelles étant plus faible que dans l'ensemble du pays, il est possible que l'évolution de ces livraisons depuis 1990 suive une autre tendance que celle des livraisons nationales.

### ***Impact de la climatisation des voitures particulières***

Depuis quelques années, le nombre de voitures particulières équipées de climatisation augmente. Ces installations de production de froid utilisent du HFC 134a qui est un gaz à effet de serre couvert par le Protocole de Kyoto.

Récemment, on a estimé que les émissions de HFC 134a provenant de ces installations étaient en Belgique de l'ordre de 103 kt CO<sub>2</sub> eq en 2000 et pourraient atteindre 476 kt CO<sub>2</sub> eq en 2010 (ECONOTEC & VITO, 2003). Sur base d'une comparaison des parcs de véhicules, on en déduit qu'à Bruxelles, ces émissions pourraient se situer vers 15 kt CO<sub>2</sub> eq en 2000 et 67 kt CO<sub>2</sub> eq en 2010.

Lorsque ces installations de climatisation sont en fonctionnement, elles puisent une certaine quantité d'énergie sur le moteur du véhicule, ce qui augmente sa consommation de carburant. Le poids de l'appareillage peut également être à l'origine d'une surconsommation de carburant du véhicule.

L'impact de cette surconsommation sur les émissions annuelles de CO<sub>2</sub> dues au transport routier est difficile à évaluer puisqu'il dépend de la période de temps pendant laquelle le groupe de froid est effectivement en fonctionnement sur chaque véhicule. Les informations disponibles portent surtout sur des études sur banc d'essai (A.D. LITTLE, 1999). Parmi ces études, on peut trouver des comparaisons de calculs d'émissions tenant compte du climat. Pour un climat européen (en l'occurrence Francfort en Allemagne), ces calculs indiquent que

les émissions de CO<sub>2</sub> liées à la surconsommation représenteraient 1/3 de celles dues aux fuites de réfrigérant, lorsque ces dernières sont évaluées en supposant un taux de fuite similaire à celui utilisé pour évaluer les émissions de HFC 134a ci-dessus.

De ces considérations, on peut déduire qu'en première approximation, les émissions de CO<sub>2</sub> (ou CO<sub>2</sub> équivalents) dues à la climatisation embarquée dans les voitures individuelles à Bruxelles sont de l'ordre de :

**Emissions dues à la climatisation des voitures individuelles en Région de Bruxelles-Capitale**

	<b>2000</b>	<b>2010</b>
	<b>kt CO<sub>2</sub>eq</b>	<b>kt CO<sub>2</sub>eq</b>
Emissions directes de HFC 134a	15	67
Emissions dues à la surconsommation de carburant	4	24
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>91</b>

A première vue, la surconsommation de carburant ne représente qu'une fraction de la contribution de la climatisation embarquée aux émissions du transport routier, les fuites de réfrigérant en constituant la majeure partie. Par contre, l'impact global de la climatisation pourrait représenter en 2010 quelque 10% des émissions de ce secteur.

Transports fluviaux

Observant l'évolution des chargements transportés par le transport fluvial en Région de Bruxelles-Capitale ces dernières années (Institut Wallon, 2003), on constate que seul le transit a connu une croissance importante.

Nous faisons ici l'hypothèse que les transports locaux et maritime se stabilisent et que le transit continue à augmenter d'ici 2010, à un rythme soutenu mais moins important que celui observé les 5 dernières années (10% et non 20% par an), ce qui produit une croissance globale de 5% par an des consommations d'énergie et des émissions de CO<sub>2</sub>.

Transports ferroviaires

Les consommations de gasoil du secteur ferroviaire ont plutôt chuté depuis 1990. Nous supposons ici qu'elles se maintiennent à leur niveau actuel entre 2001 et 2010. Celles d'électricité (SNCB et STIB cumulés) sont en hausse régulière, que nous supposons se prolongeant jusqu'à l'horizon 2010 (+3% par an).

## RESULTATS

Attirons l'attention sur l'incertitude inhérente à toute évaluation prospective comme celle-ci. Les résultats sont liés à un ensemble de données et d'hypothèses, qui restent parfois très incertaines. L'objet d'une telle étude n'est pas tant de prévoir ce qui va se passer que de construire des scénarios correspondant à un ensemble d'hypothèses choisies comme les plus plausibles compte tenu de la meilleure information disponible actuellement.

Les résultats sont présentés ci-dessous sous la forme de tableaux reprenant synthétiquement, par secteur, pour les années 1990, 2001 et 2010 :

- la consommation nette d'énergie (TJ) ;
- les émissions directes de CO<sub>2</sub> (kt) ;
- la somme des émissions directes et indirectes de CO<sub>2</sub> (kt).

Les résultats détaillés figurent à l'annexe 2.

Les chiffres de l'année 1990 sont mentionnés de manière à permettre une comparaison avec l'objectif de Kyoto. Remarquons que contrairement à ceux de 2001, ils n'ont pas fait l'objet d'une correction climatique (puisque celle-ci n'est pas prévue dans le protocole de Kyoto).

« Consommation nette » d'énergie signifie que dans le cas d'une production d'énergie, la production d'énergie est comptabilisée négativement. Ceci concerne la cokerie (en 1990) et la centrale électrique.

Rappelons que ces résultats ont été obtenus à partir d'un ensemble de données et hypothèses qui sont inévitablement affectées d'une certaine marge d'incertitude. Ils ne prétendent donc pas constituer la vérité, mais une approche de celle-ci basée sur la meilleure information disponible au moment de la confection de ce rapport.

## ECONOTEC

### Consommation nette d'énergie

(ktep)	1990	2001	2010 Scén. Référ.	Evolution 1990-2001	Evolution 2001-2010	Evolution 1990-2010
Transformation de l'énergie	73,2	68,6	68,6	-6,3%	0,0%	-6,3%
Cons. secteur énergie	50,6	21,8	21,8	-57,0%	0,0%	-57,0%
Industrie	82,1	91,5	106,6	11,5%	16,5%	29,9%
Transport	295,8	318,9	341,9	7,8%	7,2%	15,6%
Résidentiel	735,6	962,0	1.060,2	30,8%	10,2%	44,1%
Tertiaire	552,5	703,7	799,2	27,4%	13,6%	44,6%
<b>TOTAL</b>	<b>1.789,8</b>	<b>2.166,4</b>	<b>2.398,3</b>	<b>21,0%</b>	<b>10,7%</b>	<b>34,0%</b>

On constate que sur l'ensemble de la période 1990-2010, la consommation énergétique est en croissance dans l'ensemble des secteurs de la consommation finale. Notons que la croissance relativement forte sur la période 1990-2001 dans le résidentiel et le tertiaire est en partie due à l'absence de correction climatique sur les consommations de 1990 (année relativement chaude).

### Emissions directes de CO2

(kt)	1990	2001	2010 Scén. Référ.	Evolution 1990-2001	Evolution 2001-2010	Evolution 1990-2010
Transformation de l'énergie	209	263	271	25,8%	3,0%	29,7%
Cons. secteur énergie	61	0	0	-100,0%		-100,0%
Industrie	124	127	145	2,4%	14,2%	16,9%
Transport	792	839	875	5,9%	4,3%	10,5%
Résidentiel	1.708	2.173	2.354	27,2%	8,3%	37,8%
Tertiaire	894	1.089	1.174	21,8%	7,8%	31,3%
<b>TOTAL</b>	<b>3.788</b>	<b>4.491</b>	<b>4.819</b>	<b>18,6%</b>	<b>7,3%</b>	<b>27,2%</b>

## ECONOTEC

La croissance globale des émissions de CO<sub>2</sub> pertinente du point de vue du protocole de Kyoto est de 21,6% sur la période 1990-2010. La croissance attendue sur la période 2001-2010 est sensiblement moindre que celle de la décennie précédente, même à climat égal.

Les émissions croissent généralement moins vite que les consommations d'énergie, ce qui dénote un glissement relatif du gasoil vers le gaz naturel ainsi qu'une croissance moindre de la consommation de combustibles que celle d'électricité.

En valeur absolue, la croissance 2001-2010 des émissions (+177 kt CO<sub>2</sub>) se fait surtout dans le résidentiel (+111 kt CO<sub>2</sub>) et le transport (+36 kt CO<sub>2</sub>).

### Emissions directes et indirectes de CO<sub>2</sub>

(kt)	1990	2001	2010 Scén. Référ.	Evolution 1990-2001	Evolution 2001-2010	Evolution 1990-2010
Transformation de l'énergie	350	412	424	17,7%	2,9%	21,1%
Cons. secteur énergie	70	0	0	-100,0%		-100,0%
Industrie	279	250	293	-10,4%	17,2%	5,0%
Transport	927	959	1.034	3,5%	7,8%	11,5%
Résidentiel	2.097	2.548	2.776	21,5%	8,9%	32,4%
Tertiaire	1.889	1.967	2.251	4,1%	14,4%	19,2%
Total général	5.612	6.136	6.778	9,3%	10,5%	20,8%

Les émissions indirectes représentent 1.528 kt CO<sub>2</sub> en 2001. On peut remarquer que, de 2001 à 2010, où le facteur d'émission de CO<sub>2</sub> de l'électricité a été maintenu constant, le total des émissions directes et indirectes croît plus vite que les seules émissions directes dans l'ensemble des secteurs, ce qui s'explique par la valeur plus élevée du facteur d'émission de l'électricité (74,4 kg/GJ, contre 58,8 kg/GJ pour le gaz naturel) et la croissance de la part de l'électricité dans la consommation énergétique totale.

Sur la période 1990-2001, c'est le contraire qui était vrai : les émissions indirectes ont crû moins vite que les émissions directes, en raison de la nette baisse du facteur d'émission de l'électricité.

Globalement, le total émissions directes et indirectes croît de 17,6% sur la période 1990-2010. Rappelons toutefois que cette évolution dépend du facteur d'émission pris en compte pour l'électricité, dont il n'existe pas de référence claire, étant donné que l'électricité consommée par la région est presque totalement importée.

## **POTENTIEL DE REDUCTION**

Ce chapitre présente à la fois les hypothèses et les résultats du modèle EPM en ce qui concerne le potentiel de réduction des consommations énergétiques et des émissions de CO<sub>2</sub>, pour les secteurs résidentiel et tertiaire. Ces potentiels ont été évalués par rapport au scénario de référence en 2010. Il importe de souligner que le taux de pénétration de certaines mesures pourrait être plus élevé si l'on travaillait à plus long terme.

### **SCENARIOS DE REDUCTION**

Trois potentiels de réduction ont été évalués, auxquels correspondent trois 'scénarios de réduction' :

- le potentiel 'technique' (scénario sans plafond de coût) ;
- deux potentiels 'économiques', correspondant respectivement aux plafonds de coût marginal de 0 €/tonne CO<sub>2</sub> et 20 € /tonne CO<sub>2</sub>.

Le potentiel technique correspond à l'application maximale de l'ensemble des mesures de réduction prises en compte dans le modèle, indépendamment de leur coût.

Le premier potentiel économique représente la contribution des mesures à coût négatif, donc rentables en tant que telles du point de vue du consommateur, compte tenu de la valeur de l'économie d'énergie qu'elles génèrent (voir ci-dessous les coûts pris en compte).

Le plafond de 20 €/t CO<sub>2</sub> peut être considéré comme plutôt une valeur haute, si l'on s'en réfère aux estimations faites en ce qui concerne le prix des permis d'émissions en 2010.

### **HYPOTHESES GENERALES**

#### **Coûts pris en compte**

Les coûts pris en compte sont les coûts directs à charge des consommateurs d'énergie. Ces coûts excluent les coûts de transaction (en particulier le coût de la recherche d'information, tel que le coût de campagnes d'information et de sensibilisation qui seraient entreprises par les pouvoirs publics).

Le coût des mesures est un coût net, c'est-à-dire déduction faite de la valeur de l'économie d'énergie pour le consommateur. Dans le calcul de la valeur de l'économie d'énergie, on prend en considération le prix de l'énergie payé par le consommateur, y compris les taxes non déductibles.

Il est à remarquer que d'une manière générale, les subsides instaurés par la Région pour la promotion de certaines technologies ne sont pas pris en compte. Dans le cas de la cogénération, on a toutefois, dans le cadre d'une analyse de sensibilité, évalué l'impact de la prime envisagée sous la forme de certificats verts (voir plus loin).

Le modèle prend par ailleurs en compte une dispersion sur le coût de chaque mesure, pour tenir des différences d'un site à l'autre, en ce qui concerne le coût d'investissement, les performances, la durée d'utilisation... Cette dispersion est représentée sous la forme d'une loi de probabilité normale centrée sur la moyenne, de valeur  $\sigma/m$  égale à 0,25.

### **Taux d'actualisation**

Le 'taux d'actualisation' est utilisé pour annualiser les coûts d'investissement des mesures de réduction.

On a utilisé un taux d'actualisation différencié selon le secteur, pour tenir compte du fait que le coût du capital diffère selon le secteur et se rapprocher des critères de décision des acteurs concernés (on sait que le taux d'actualisation implicite dans les comportements d'achat des consommateurs est sensiblement plus élevé que le coût du capital en tant que tel).

Les valeurs de taux d'actualisation (en termes réels) utilisées, ainsi que l'ordre de grandeur du payback-time correspondant, compte tenu des durées de vie des équipements, sont les suivantes :

- |               |     |                          |
|---------------|-----|--------------------------|
| - résidentiel | 10% | (payback-time : 7-8 ans) |
| - tertiaire   | 15% | (payback-time : 5-6 ans) |

### **Prix énergétiques**

Dans le modèle, les prix énergétiques servent à évaluer le coût net des mesures de réduction, compte tenu de la valeur de l'énergie économisée.

Il a été supposé une stabilité des prix de l'énergie par rapport à la moyenne des dernières années. Les hypothèses de prix moyens pour 2010 figurent au tableau suivant.

## ECONOTEC

### HYPOTHESES DE PRIX MOYENS DE L'ENERGIE EN 2010

	€/GJ pci	
<b>Tertiaire (HTVA)</b>		
gaz naturel	7,1	2,3 c€/kWh pcs
gasoil	6,5	23,4 c€/l
électricité	22,1	8,0 c€/kWh
<b>Résidentiel (TVAC)</b>		
gaz naturel	9,8	3,2 c€/kWh pcs
gasoil	8,7	31,4 c€/l
électricité chauffage et ECS électr.	28,3	10,2 c€/kWh
électricité autres usages	42,8	15,4 c€/kWh

### Facteur d'émission marginal de l'électricité

La valeur retenue pour le facteur d'émission marginal de l'électricité (utilisée pour évaluer la contribution des mesures de réduction de la consommation d'électricité) est de 403 g CO<sub>2</sub>/kWh, ce qui correspond à une nouvelle centrale TGV avec un rendement net de 52,5% et un rendement moyen de transport et distribution d'électricité de 95%.



## SECTEUR RESIDENTIEL

Cette section décrit les hypothèses faites en ce qui concerne le potentiel de réduction dans le secteur résidentiel. Ces hypothèses sont récapitulées dans des tableaux à l'annexe 6.

Les mesures de réduction peuvent porter sur :

- l'enveloppe du bâtiment;
- les équipements;
- les comportements des utilisateurs.

Nous ne pouvons prendre en compte ici que des mesures très générales qui s'appliquent à un grand nombre de bâtiments, et non des mesures plus spécifiques liées à des situations particulières. Pour cette raison, on ne verra pas apparaître des mesures telles que l'isolation des murs extérieurs ou des dalles de sol des bâtiments existants.

### **Mesures portant sur l'enveloppe du bâtiment**

Le calcul des économies d'énergie réalisées par la mise en œuvre de mesures portant sur l'enveloppe du bâtiment s'appuie sur une représentation plus détaillée du parc des logements que celle qui apparaît dans le scénario de référence. La typologie que nous utilisons (voir annexe 5) est déduite de la typologie nationale développée dans le cadre du Programme R-D Energie des Services de Programmation de la Politique Scientifique (actuelle Politique scientifique fédérale) (S.P.P.S, 1986). Ces données nationales sont adaptées à la spécificité bruxelloise à partir des résultats de l'enquête réalisée en 1986 par les FUNDP (F.U.N.D.P., 1986). Nous avons par ailleurs ajouté 4 classes de logements (maisons K70, maisons K60, appartements K70, appartements K60) pour tenir compte des modifications dans les habitudes de construction et de l'entrée en vigueur de la réglementation thermique.

Pour chaque type de bâtiment, on calcule une demande de chaleur théorique, c'est-à-dire supposant une occupation continue des locaux. Chaque paroi est caractérisée par 4 paramètres:

- sa surface de déperdition;
- son coefficient de transmission thermique;
- un coefficient de réduction "a" pour les parois en contact avec des locaux non chauffés (tel que décrit dans la norme);
- un pourcentage de pondération des surfaces isolées, ce qui permet de faire évoluer les bâtiments dans le temps et de tester les mesures d'isolation thermique.

### **Isolation des toitures des maisons existantes**

L'isolation des toitures des logements existants a été largement encouragée lors des chocs pétroliers. Elle est soit très facile à réaliser soi-même, soit très difficile (sauf à l'occasion d'une rénovation complète de la toiture). Elle peut aussi ne pas être souhaitée, dans le cas de planchers de combles que l'on voudrait protéger des températures trop basses.

Selon l'enquête socio-économique 2001 de l'INS, 63% des logements posséderaient une toiture isolée. Ce résultat est cependant difficile à interpréter, car on ne sait pas comment ont répondu les occupants d'immeubles à appartements; il y a d'ailleurs plus de 50% de questionnaires non remplis pour cette rubrique. Quoi qu'il en soit, nous ne disposons pas d'autre information à ce sujet.

Pour évaluer la réduction de consommation résultant de la pose d'une couche isolante de 10 cm d'épaisseur, nous calculons la demande de chaleur des différents bâtiments types avec ou sans isolation de toiture. Nous en déduisons un taux moyen de réduction de la consommation de chauffage de 15%. Cette mesure a un champ d'application limité, car comme expliqué ci-dessus elle est déjà présente à 63% en 2001 et elle n'est pas toujours réalisable ou souhaitée. De plus, elle ne concerne pas les logements équipés de chauffage électrique, que l'on suppose bien isolés dès la conception. La mesure prise en compte ici est appliquée à 5% des maisons existantes chauffées par combustibles fossiles.

Le coût de mise en œuvre est estimé à 1570 EUR/maison (sur base d'entretiens téléphoniques avec des architectes). La durée de vie supposée est de 30 ans.

### Isolation des toitures des maisons existantes (bis)

Nous envisageons ici d'étendre la mesure précédente à la quasi totalité des maisons existantes, de manière à atteindre un taux d'isolation des toitures de 95%. Ceci impose cependant des travaux plus importants (réfection des plafonds, par exemple) et implique donc un coût plus élevé. Nous l'avons estimé à 2 500 EUR/maison. La réduction de la consommation de chauffage est également évaluée à 15%.

### Remplacement des vitrages simples par des vitrages doubles HR++ dans les logements existants non chauffés à l'électricité

Les vitrages HR++ sont des vitrages doubles à faible émissivité, contenant de l'argon ou du krypton. Leur coefficient de transmission thermique est de 1,2 W/m<sup>2</sup>K. Leur mise en œuvre en remplacement de vitrages simples nécessite presque toujours un remplacement des châssis, ce qui a aussi comme conséquence de réduire les pertes par ventilation.

La réduction de consommation apportée par ces vitrages est calculée, comme pour l'isolation des toitures, sur base de la typologie détaillée. Elle ne s'applique pas aux logements équipés de chauffage électrique, car on suppose que ceux-ci n'ont jamais de vitrages simples. Elle est estimée en moyenne à 18% de la consommation de chauffage (combustibles) des maisons existantes et à 30% de la consommation de chauffage des appartements. Il reste cependant assez peu de vitrages simples en 2010 et sur base d'un taux de pénétration maximum de 90%, nous appliquons cette mesure à 13% du parc des logements existants (combustibles).

Le coût d'investissement pour l'ensemble châssis+vitrage est estimé à 340 EUR/m<sup>2</sup>. La durée de vie supposée est de 20 ans.

Remplacement des vitrages doubles par des vitrages doubles HR++ dans les logements existants non chauffés à l'électricité

Les vitrages sont les mêmes que précédemment, mais ils ne requièrent pas nécessairement le remplacement des châssis, ce qui fait baisser leur coût (163 EUR/m<sup>2</sup>). Ils offrent par contre une réduction de consommation bien moindre (5% de la consommation de combustibles pour le chauffage des maisons existantes et 12% dans le cas des appartements). La mesure est applicable à 60% du parc des logements existants.

Remplacement des vitrages doubles par des vitrages doubles HR++ dans les logements existants équipés de chauffage électrique

Même mesure que ci-dessus, qui entraîne une réduction de 9% de la consommation d'électricité pour le chauffage des maisons et de 21% de cette consommation dans le cas des appartements.

Mise en œuvre de vitrages doubles HR++ dans les logements neufs

La réglementation thermique impose un vitrage plus performant qu'un vitrage double classique. La mesure concerne l'utilisation de vitrages HR++ (basse émissivité + krypton) à la place de vitrages HR (basse émissivité + air). Le surcoût entre ces deux vitrages étant faible (10 EUR/m<sup>2</sup>) et sans doute encore appelé à baisser, les vitrages HR++ sont déjà présents dans le scénario BAU (25%). La réduction de consommation est de 5% pour les maisons (10% pour les appartements), elle est appliquée à 50% des logements neufs.

**Mesures portant sur les équipements**

Remplacement des vieilles chaudières gaz par des chaudières HR dans les logements existants

La mesure consiste à remplacer volontairement une ancienne chaudière par une chaudière HR, ce qui entraîne une baisse des consommations de chauffage de 20%. Elle est appliquée à 10% des chaudières (les plus vieilles). L'investissement (démontage, remontage et petites modifications) est estimé à 1735 EUR/maison.

Installation de chaudières au gaz à condensation dans les logements neufs

Selon le dernier rapport annuel FIGAZ, on a vendu, en 2002, 14 554 chaudières à condensation, soit 13,7% des chaudières gaz vendues en Belgique. Si la croissance des trois dernières années se poursuit, on sera au-dessus de 40% des ventes en 2010.

Le gain en consommation apporté par de telles chaudières est de l'ordre de 10% pour un surcoût par rapport à une chaudière HR de 500 EUR. Tenant compte de la pénétration naturelle et d'une pénétration maximum de 80%, la mesure est applicable à 50% du parc des logements construits entre 2004 et 2010.

### Installation de chaudières au gaz à condensation dans les logements existants

Dans le logement existant, le surcoût de la chaudière doit être majoré d'un surcoût pour l'adaptation de la cheminée (soit 750 EUR de plus). La mesure est supposée mise en place à l'occasion d'un renouvellement nécessaire de chaudière et donc, seul le surcoût lié à la condensation est pris en compte. Compte tenu du renouvellement naturel et des éventuelles difficultés de mise en œuvre de cette mesure dans le logement existant, nous la supposons applicable à 32% des logements existants. La réduction de consommation de chauffage est estimée à 10%.

### Régulation par thermostat avec horloge

Selon une enquête menée au mois de septembre 2001 auprès de 1000 ménages flamands (Iris Consulting, 2001) :

- 9,8% des ménages n'ont pas de thermostat (4,2% en 1998!);
- 36,9% ont un thermostat à commande manuelle (37,1% en 1998);
- 43,8% sont équipés d'un thermostat avec horloge (46,8% en 1998);
- 0,7% disposent d'une sonde extérieure sans thermostat (5,3% en 1998);
- 8,9% ont une sonde extérieure et un thermostat (6,5% en 1998).

En l'absence de données sur la situation à Bruxelles, on s'est basé sur ces chiffres. La mesure envisagée suppose que 8 % du parc des maisons existantes passent d'une absence totale de régulation à une régulation par thermostat avec horloge (gain de 10% sur la consommation de chauffage) et que 32% du parc des maisons existantes remplacent leur thermostat manuel par un thermostat avec horloge (gain de 5% sur la consommation de chauffage).

Les coûts de mise en œuvre sont estimés respectivement à 475 et 208 EUR/maison.

### Installation de vannes thermostatiques

Selon l'enquête mentionnée ci-dessus, en 2001, 47,9% des logements disposent de vannes thermostatiques sur la totalité de leurs radiateurs et 35,9% n'ont pas du tout de vannes thermostatiques (les 16% restant sont partiellement équipés). En l'absence de données sur la situation à Bruxelles, on s'est ici aussi basé sur ces chiffres. Compte tenu de l'amélioration naturelle du parc d'équipement, nous supposons qu'en 2010, il reste 30% de logements sans vannes thermostatiques; c'est l'impact du placement de cet équipement dans la totalité des logements que nous évaluons ici.

La mesure est supposée économiser 9% de la consommation de chauffage pour un coût moyen de 428 EUR/logement.

### Utilisation de pommeaux de douche à faible débit

Les possibilités de réduction des consommations pour la production d'eau chaude sanitaire sont très limitées. La seule que nous envisageons ici est l'utilisation de pommeaux de douche à faible débit. Cette mesure permet de réduire de 15% la consommation d'énergie, son coût est faible (30 EUR), nous avons cependant limité son application à 25% des logements car les mesures qui paraissent réduire le confort sont peu séduisantes en période d'énergie bon marché.

### Renforcement de la pénétration des lampes basse énergie

Les lampes basse énergie vendues actuellement ont une forme qui permet une plus large utilisation que les premières apparues sur la marché. Il faut cependant bien reconnaître que la tendance à multiplier les petites sources lumineuses et à utiliser des lampes halogènes paraît difficile à contrecarrer. En 2010, dans le scénario de référence, les lampes fonctionnant un grand nombre d'heures par année auront été quasiment toutes remplacées par des lampes basse énergie. Nous avons cependant supposé qu'il était possible d'ajouter, en moyenne, une lampe basse énergie par logement mais avec un nombre d'heures de fonctionnement réduit (200 heures/an).

### Installation de capteurs solaires pour la production d'eau chaude sanitaire

L'Institut Wallon estime à 2008 m<sup>2</sup> la surface de capteurs solaires installés en 2001 en Région bruxelloise (Institut Wallon, 2003a), ce qui représente environ 0,1% de la production d'eau chaude sanitaire.

En Wallonie, l'objectif de l'opération « Soltherm » est que 3% des logements soient équipés d'un chauffe-eau solaire (C.E.S.) en 2010. Nous avons supposé que, compte tenu des contraintes d'orientation plus importantes à Bruxelles qu'en Wallonie, le taux de pénétration de C.E.S atteint en 2010, et donc intégré dans le scénario de référence, ne serait que de 1%. Si on suppose qu'une installation pour un ménage nécessite 4 m<sup>2</sup> de capteurs, ce seuil de 1% représente une surface de 19 380 m<sup>2</sup>.

Pour la mesure envisagée ici, on a supposé un taux de pénétration maximum de 2% en 2010.

Les hypothèses de calcul sont basées sur celles publiées dans la Revue RENOUVELLE de l'A.P.E.R.E (2e trimestre 2003); elles supposent que l'installation solaire produit 50% des besoins en ECS pour un investissement de 4000 ou 4500 EUR (logement neuf ou existant) et une durée de vie de 20 ans. Ces hypothèses sont volontairement optimistes : le coût d'une installation a tourné autour de 5000 EUR en 2003, nous l'avons réduit de 20% estimant qu'il pouvait y avoir un effet d'échelle pour des systèmes installés sur des logements collectifs. De même, nous n'avons pas tenu compte des consommations électriques des auxiliaires et des frais de maintenance propres à l'installation.

Remarquons n'est pas tenu compte des différentes primes à l'installation de ces systèmes.

### Remplacement du chauffage électrique par du chauffage central au gaz naturel

Le remplacement du chauffage électrique par des installations de chauffage central au gaz entraîne une augmentation de la consommation finale d'énergie liée à la différence de rendement des deux systèmes (on a supposé un rendement annuel moyen de 0,95 pour le chauffage électrique et de 0,71 pour le chauffage au gaz). Le surcoût dans les logements neufs est évalué à 1240 EUR/logement. Dans le logement existant, il faut démonter l'installation électrique existante et faire une installation de chauffage central complète. Le coût de cette mesure est estimé à 5000 EUR.

### Remplacement des chaudières au fuel par des chaudières au gaz naturel

Du point de vue des consommations d'énergie, cette mesure est semblable au remplacement des anciennes chaudières au gaz par des chaudières HR mais elle apporte un gain supplémentaire en émissions de CO<sub>2</sub>, lié à la différence du facteur d'émission des deux combustibles. Ce remplacement de chaudière est évalué à 1735 EUR.

## **Mesures portant sur le comportement des usagers**

### Modification du comportement en matière de chauffage

L'analyse de l'évolution passée des consommations de chauffage montre une croissance constante des consommations de chauffage, malgré d'incontestables progrès techniques sur l'enveloppe des bâtiments et sur les systèmes de chauffage. Cette tendance s'explique partiellement par la croissance du parc de logements et l'augmentation du taux de pénétration du chauffage central, mais il faut bien admettre que ces facteurs n'expliquent pas la totalité de l'évolution.

On a pu aussi observer, avant le contre-choc pétrolier de 1986, une forte réduction des consommations que l'on est bien obligé d'imputer aux comportements des ménages, puisque cette réduction a très vite disparu lorsque les prix ont chuté. Pour cette raison, et même s'il est difficile de quantifier cette mesure, nous tenons à mettre en évidence le potentiel de réduction que pourrait avoir un changement de comportement en matière de chauffage.

Partant du slogan bien connu "1° en moins = 7% de réduction de consommation", nous évaluons l'impact d'une réduction de 5% des consommations de chauffage par la moitié des ménages. A cette mesure qui ne nécessite pas vraiment d'investissement du consommateur, nous avons associé un coût "de maintenance" qui peut s'apparenter par exemple à celui de campagnes d'informations. La valeur de 3,72 EUR/GJ économisé est basée sur le modèle hollandais "ICARUS".

## SECTEUR TERTIAIRE

Cette section présente les hypothèses faites en ce qui concerne le potentiel de réduction dans le secteur tertiaire. Ces hypothèses sont récapitulées dans des tableaux à l'annexe 6.

Les mesures de réduction peuvent porter sur :

- l'enveloppe du bâtiment;
- les équipements;
- les comportements des utilisateurs.

La diversité des bâtiments et des équipements est la caractéristique majeure de ce secteur. Nous avons dû, dans cette première étude, être très restrictifs en ne considérant que des améliorations dont la faisabilité est vérifiée pour un grand nombre de bâtiments. Le potentiel de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> est donc certainement sous-estimé. Pour mieux le cerner, il faudrait une étude plus approfondie, tant de la situation existante des bâtiments et des équipements que des possibilités d'amélioration.

### **Mesure portant sur l'enveloppe du bâtiment**

#### Isolation des toitures des bâtiments existants

Faute de données, nous avons supposé que, dans le scénario de référence, le pourcentage de toitures isolées était le même que dans le secteur résidentiel (63%). Si la toiture représente 20% des pertes de chaleur, la pose d'une couche isolante de 10 cm permet de réduire les consommations de chauffage de 14%. Pour les mêmes raisons que dans le secteur résidentiel, elle n'est pas toujours facilement réalisable et nous avons limité son application à 5% (supplémentaires) du parc des bâtiments existants.

#### Remplacement des vitrages simples par des vitrages HR++ dans les bâtiments existants

Les vitrages HR++ sont des vitrages doubles à faible émissivité contenant de l'argon ou du krypton. Le coefficient de transmission thermique utilisé ici est de 1,2 W/m<sup>2</sup>K. Leur mise en œuvre en remplacement de vitrages simples nécessite presque toujours un remplacement des châssis, ce qui a aussi comme conséquence de réduire les pertes par ventilation.

La réduction de consommation est estimée en moyenne à 28% de la consommation de chauffage (combustibles) des bâtiments existante. Il reste cependant assez peu de vitrages simples en 2010 et nous appliquons cette mesure à 10% du parc existant.

Le coût d'investissement pour l'ensemble châssis+vitrage est estimé à 290 EUR/m<sup>2</sup> (Estimation Architecture et Climat pour le CD Energie +, version 3). La durée de vie est de 20 ans.

### Remplacement des vitrages doubles par des vitrages doubles HR++ dans les bâtiments existants

Les vitrages sont les mêmes que précédemment, mais ils ne requièrent pas nécessairement le remplacement des châssis ce qui fait baisser leur coût (163 EUR/m<sup>2</sup>). Ils offrent par contre une réduction de consommation bien moindre (13% de la consommation de chauffage). La mesure est applicable à 60% du parc existant.

### Mise en œuvre de vitrages doubles HR++ dans les bâtiments neufs

La réglementation thermique impose un vitrage plus performant qu'un vitrage double classique. La mesure consiste dans l'utilisation de vitrages HR++ (basse émissivité + krypton) à la place de vitrages HR (basse émissivité + air). Le surcoût entre ces deux vitrages étant faible (10 EUR/m<sup>2</sup>) et sans doute encore appelé à baisser, les vitrages HR++ sont déjà présents dans le scénario BAU; la réduction de consommation est de 6,5%, elle est appliquée à tous les bâtiments neufs à partir de 2005.

## **Mesure portant sur l'équipement**

### Installation de chaudières au gaz à condensation dans les bâtiments existants

La mesure est supposée mise en place à l'occasion d'un renouvellement nécessaire de chaudière et donc, seul le surcoût lié à la condensation est pris en compte. Les installations étant de taille très variable, il est difficile de définir un coût moyen. Nous avons utilisé le même coût au GJ/économisé que pour les immeubles à appartements existants soit 67 EUR/GJ. Compte tenu du renouvellement naturel et des éventuelles difficultés de mise en œuvre de cette mesure dans les bâtiments existants, nous la supposons applicable à 32% du parc existant.

### Installation de chaudières au gaz à condensation dans les bâtiments neufs

Le gain en consommation apporté par de telles chaudières est de l'ordre de 10%. Le surcoût moyen par rapport à une chaudière HR est le même que celui utilisé pour les immeubles à appartements soit 39 EUR/GJ économisé. Tenant compte de la pénétration naturelle et d'une pénétration maximum de 80%, la mesure est applicable à 50% du parc des bâtiments neufs.



### Gestion technique centralisée

Ces systèmes permettent d'avoir une bonne régulation à distance. Nous utilisons les hypothèses employées par le VITO dans une étude pour Electrabel (VITO 2003) à savoir une réduction de 2,8% de la consommation de combustibles et un coût de 8,98 EUR/GJ économisé. La mesure est supposée applicable à 10% du parc des bâtiments.

### Renforcement de la pénétration des lampes basse énergie

Ces lampes consomment 70% d'électricité en moins qu'une lampe classique à incandescence. On suppose un taux de pénétration de 55% dans le scénario de référence et de 80% après application de la mesure. Le coût unitaire d'une lampe est de 9,65 EUR.

### Remplacement des TL classiques par des TL avec ballasts électroniques

Cette mesure est appliquée aux secteurs des bureaux privés et publics ainsi qu'à l'enseignement. Nous n'avons pas d'information chiffrée sur la situation en 2001 mais selon les professionnels (architectes et électriciens) l'utilisation de ce type de matériel se généralise assez rapidement et permet de diviser par deux la consommation de ce type d'éclairage. La mesure est appliquée à 20% des appareils existants. Le coût d'installation d'un tel appareil est évalué à 258 EUR.

### Contrôle automatique de l'éclairage

Différents dispositifs permettent d'éviter les gaspillages en matière d'éclairage (minuteries, détecteurs de présence ou de lumière naturelle). Nous envisageons ces dispositifs pour les bureaux privés et publics en faisant l'hypothèse qu'elle permet une réduction de 20% de la consommation d'éclairage de ces secteurs pour un coût de 56 EUR/GJ économisé (ICARUS) et que, compte tenu de la difficulté de mise en œuvre dans les bâtiments existants, elle est appliquée à 20% des immeubles de ces branches.

### Amélioration des installations frigorifiques des supermarchés

Les installations frigorifiques des supermarchés consomment 41% de la consommation électrique de cette sous-branche (Institut Wallon, 2003d). Partant de la constatation que certains magasins parviennent à avoir une consommation inférieure de 80% à celle des autres par l'utilisation de congélateurs horizontaux fermés, par exemple, nous appliquons cette réduction à 10% de la consommation "Froid" de cette branche. Le taux de pénétration est volontairement réduit car ces appareils ont un aspect peu attirant et que donc les commerçants les utilisent peu volontiers.

### Installation de panneaux solaires pour la production d'eau chaude sanitaire

Deux branches présentent des besoins en eau chaude sanitaire beaucoup plus importants que les autres : le secteur des hôpitaux et autres soins de santé (19% sa consommation en combustibles) et le secteur sports et culture (11%).

La mesure envisagée ici évalue l'impact de l'installation de capteurs solaires dans ces deux branches de manière à atteindre un taux de pénétration de 2% en 2010.

Les hypothèses de calcul sont basées sur celles publiées dans la Revue RENOUELLE de l'A.P.E.R.E (2e trimestre 2003); elles supposent que l'installation solaire produit 50% des besoins en ECS pour un investissement de 4000 ou 4500 EUR (logement neuf ou existant) et une durée de vie de 20 ans. Ces hypothèses sont volontairement optimistes : le coût d'une installation a tourné autour de 5000 EUR en 2003, nous l'avons réduit de 20% estimant qu'il pouvait y avoir un effet d'échelle pour des systèmes installés sur des logements collectifs. De même, nous n'avons pas tenu compte des consommations électriques des auxiliaires et des frais de maintenance propres à l'installation.

Il n'est pas tenu compte des différentes primes accordées lors de l'installation de ces systèmes.

### Mesures portant sur le comportement des usagers

#### Modification du comportement en matière de chauffage

Comme dans le secteur résidentiel, nous envisageons un potentiel de réduction de 5% des consommations de chauffage appliquée à 50% de la consommation de chauffage de l'ensemble des bâtiments.

A cette mesure qui ne nécessite pas vraiment d'investissement des consommateurs, nous avons associé un coût "de maintenance" qui peut s'apparenter par exemple à des campagnes d'informations (2,5 EUR/GJ).

#### Modification du comportement en matière d'éclairage

De la même manière que pour le chauffage, nous montrons l'impact d'un bon comportement des utilisateurs en matière d'éclairage en supposant une réduction de 5% de ce poste pour toutes les branches du secteur tertiaire et avec un coût "de maintenance" de 4,5 EUR/GJ économisé.

### Cogénération

La cogénération est une mesure particulière, et cela surtout dans le cas de la région de Bruxelles-Capitale, en ce sens que si elle permet de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> par rapport à la production distincte d'électricité et de chaleur, elle a plutôt pour effet d'accroître les émissions produites sur le territoire de la région.

Cette augmentation correspond au supplément de consommation de combustible d'une cogénération par rapport à une chaudière produisant la même quantité de chaleur. En effet, l'économie de combustible au niveau de la production d'électricité centralisée n'est pas réalisée dans la Région, étant donné que celle-ci importe l'essentiel de son électricité.

Le modèle prend cette mesure en compte et calcule les potentiels économiques et technique correspondants. Attirons toutefois l'attention ici sur le fait qu'il s'agit nécessairement d'une évaluation simplifiée, les caractéristiques et les coûts de cette technologie pouvant varier fortement d'un site à l'autre, et que les résultats représentent plutôt des ordres de grandeur.

### Potentiel technique de cogénération

Le potentiel technique de cogénération par secteur a été repris de l'étude réalisée par l'Institut Wallon pour Electrabel en 1997 (Institut Wallon, 1997).

Nous avons repris de cette étude l'hypothèse d'une utilisation de la cogénération à puissance nominale pendant 2000 heures par an et une plage de fonctionnement des moteurs entre 50% et 100% de cette puissance nominale. Il s'agit de l'option qui maximise la réduction des émissions de CO<sub>2</sub>.

Les données de base utilisées sont relatives à 30 installations situées dans 9 secteurs distincts. Pour chaque installation, on utilise les données suivantes :

- la demande de chaleur techniquement cogénérationnable (TJ/an) ;
- le nombre d'établissements ;
- la durée d'utilisation thermique (U) : le nombre d'heures d'utilisation à puissance nominale d'une installation bien dimensionnée ;
- la part de puissance cogénérationnable ( $P_q \text{ cog}/P_q \text{ étab}$ ), rapport entre la puissance thermique de cogénération et la puissance thermique de l'établissement ;
- la durée d'utilisation du système de cogénération ( $U_{\text{cog}}$ ) ;
- le rendement électrique ;
- le rapport rendement électrique/rendement thermique ;
- le coût d'investissement (F/kW) ;
- les frais d'entretien (F/kWh).

A chaque établissement est affecté une de 5 courbes-type pour la monotone de demande de chaleur sur l'année.

Dans le modèle, ces données sont agrégées au niveau d'une installation moyenne pour chacun des 7 sous-secteurs suivants :

- Bureaux
- Commerces
- Culture, sports & loisirs
- Enseignement
- Services
- Soins de santé

- Autres services

Pour des raisons de cohérence, l'ensemble des hypothèses de rendements et de coûts proviennent toutes du guide de pré-faisabilité réalisé par l'Institut Wallon (2003).

Par ailleurs, les hypothèses suivantes sont indépendantes du sous-secteur :

- Durée de vie : 10 ans
- Taux d'actualisation : 15%
- Prix du gaz naturel : 7,1 €/GJ pci
- Rdt él. prod. centralisée : 50% (TGV + tprt/distr.)
- Rdt alternative chaudière : 90%
- Prix électricité : 8,0 c€/kWh

### Calcul

Pour calculer un coût à la tonne de CO<sub>2</sub>, on évalue :

- le coût net ;
- le niveau net de réduction des émissions de CO<sub>2</sub>.

On fait une hypothèse sur la valeur de l'électricité produite (prix + certificat vert, le cas échéant).

Le niveau de réduction des émissions pourrait être calculé à partir d'une hypothèse sur le facteur d'émission CO<sub>2</sub> de l'électricité du réseau. Mais comme il est généralement souhaitable de connaître aussi l'économie d'énergie réalisée, on a préféré ici faire une hypothèse sur la centrale électrique marginale qui serait utilisée comme alternative à la cogénération (+ rendement du réseau de transport et distribution).

### Certificats verts pour la cogénération

L'impact des certificats verts pour la cogénération, actuellement prévus par la Région, est évaluée plus loin dans le cadre d'une analyse de sensibilité.

A cet effet, on a supposé que le prix du certificat serait celui de la pénalité prévue, soit 75 € par certificat vert manquant.

Il est envisagé d'accorder un certificat vert chaque fois que l'on évite d'émettre une quantité de CO<sub>2</sub> égale à celle produite par la consommation de 1 MWh de gaz naturel (IBGE, 2003). Si on suppose un rendement de TGV de 55% et des rendements de cogénération de 35% pour électricité et 50% pour le gaz naturel, on peut calculer une économie d'énergie de 0,55 MWh de gaz naturel par MWh d'électricité produite.

Exprimé par unité d'électricité produite par la cogénération, la prime correspondante vaut donc :  $0,55 * 75 = 41$  €/MWh, soit 4,1 c€/kWh d'électricité.

## RESULTATS

Comme pour le scénario de référence, attirons l'attention sur l'incertitude inhérente à ce type d'évaluation, qui est basée sur un ensemble de données et d'hypothèses parfois très incertaines. L'objet de l'étude n'est pas tant de prévoir ce qui va se passer que de construire des scénarios correspondant à un ensemble d'hypothèses choisies comme les plus plausibles compte tenu de la meilleure information disponible actuellement.

### **Potentiel global**

Les tableaux qui suivent présentent une synthèse du potentiel de réduction pour chacun des trois scénarios :

- potentiel technique ;
- potentiel à coût négatif ;
- potentiel à coût < 20 €/t CO<sub>2</sub>.

En ce qui concerne les émissions de CO<sub>2</sub>, il convient de distinguer :

- le potentiel de réduction des émissions directes ;
- le potentiel de réduction des émissions indirectes (liées à la réduction des consommations d'électricité).

Dans les tableaux ci-après, il s'agit du potentiel global (émissions directes + indirectes) ; une décomposition de ce potentiel entre émissions directes et indirectes est présentée plus loin (voir Contribution des émissions indirectes).

Les résultats détaillés figurent à l'annexe 3.

Dans les tableaux, le coût d'investissement (en millions d'EUR) représente l'investissement total à consentir pour réaliser le potentiel correspondant en 2010. Il ne s'agit donc pas d'un coût annuel.

Les frais d'exploitation, le gain sur la facture énergétique (valeur de l'économie d'énergie) et le coût net sont par contre des valeurs annuelles.

Le coût net est la somme du coût d'investissement annualisé et des frais d'exploitation éventuels, déduction faite de la valeur de l'économie d'énergie.

Le premier tableau, pour le scénario sans plafond de coût, correspond au potentiel technique des mesures prises en compte dans le modèle. On observe un potentiel total de 782 kt CO<sub>2</sub>. Rapporté aux émissions directes + indirectes des secteurs résidentiel et tertiaire du scénario de référence, cela représente 15,7%.

## ECONOTEC

### Potentiel par catégorie de mesures

<b>BRUXELLES 2010</b> <b>Scénario Sans plafond de coût</b>	Réduction cons. énergie finale (TJ)	Réduction cons. énergie primaire (TJ)	Réduction émissions de CO2 (kt)	Coût invest. (M€)	Coût net annuel (M€)
<b>RESIDENTIEL</b>	<b>6.804</b>	<b>7.037</b>	<b>449</b>	<b>1.760</b>	<b>133,5</b>
Modification de comportements	876	876	53	0	-5,0
Isolation thermique	4.381	4.381	268	1.531	137,0
Eclairage efficace	15	31	2	5	-0,1
Equipements à meilleur rendement	1.692	1.724	104	139	0,0
Energie renouvelable	21	25	1	20	2,1
Substitution énergétique	-181		20	65	-0,5
<b>TERTIAIRE</b>	<b>4.918</b>	<b>5.560</b>	<b>340</b>	<b>840</b>	<b>88,0</b>
Bonne gestion	48	48	3	0	-0,2
Modification de comportements	847	1.052	62	0	-6,1
Isolation thermique	1.712	1.712	105	628	83,9
Eclairage efficace	434	871	49	53	2,0
Equipements à meilleur rendement	569	569	35	36	1,9
Cogénération	1.298	1.298	86	115	5,3
Energie renouvelable	10	10	1	8	1,2
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>11.722</b>	<b>12.597</b>	<b>789</b>	<b>2.600</b>	<b>221,5</b>

Sur le tableau suivant, relatif au scénario avec un plafond de 0 €/t CO2, on peut constater que le potentiel à coût négatif s'élève à 311 kt CO2, soit 39,4% du potentiel technique.

### Potentiel par catégorie de mesures

<b>BRUXELLES 2010</b> <b>Scénario Plafond 0 €/t CO2</b>	Réduction cons. énergie finale (TJ)	Réduction cons. énergie primaire (TJ)	Réduction émissions de CO2 (kt)	Coût invest. (M€)	Coût net annuel (M€)
<b>Résidentiel</b>	<b>2.746</b>	<b>2.878</b>	<b>186</b>	<b>144</b>	<b>-12,2</b>
Modification de comportements	876	876	53	0	-5,0
Isolation thermique	1.166	1.166	71	60	-4,5
Eclairage efficace	0	0	0	0	0,0
Equipements à meilleur rendement	804	836	50	41	-3,2
Energie renouvelable	0	0	0	0	0,0
Substitution énergétique	-100		11	43	0,5
<b>Tertiaire</b>	<b>1.587</b>	<b>2.110</b>	<b>125</b>	<b>37</b>	<b>-10,6</b>
Bonne gestion	48	48	3	0	-0,2
Modification de comportements	847	1.052	62	0	-6,1
Isolation thermique	0	0	0	0	0,0
Eclairage efficace	316	634	35	15	-3,1
Equipements à meilleur rendement	31	31	2	1	-0,1
Cogénération	345	345	23	21	-1,1
Energie renouvelable	0	0	0	0	0,0
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>4.333</b>	<b>4.988</b>	<b>311</b>	<b>181</b>	<b>-22,8</b>

Le tableau suivant montre qu'entre le potentiel à coût négatif et celui à plafond de 20 €/t CO2, l'écart est faible (28 kt CO2).

**Potentiel par catégorie de mesures**

<b>BRUXELLES 2010</b>	Réduction cons. énergie finale (TJ)	Réduction cons. énergie primaire (TJ)	Réduction émissions de CO2 (kt)	Coût invest. (M€)	Coût net annuel (M€)
<b>Scénario Plafond 20 €/t CO2</b>					
<b>RESIDENTIEL</b>	<b>2.972</b>	<b>3.121</b>	<b>202</b>	<b>168</b>	<b>-12,4</b>
Modification de comportements	876	876	53	0	-5,0
Isolation thermique	1.189	1.189	73	62	-4,6
Eclairage efficace	4	8	0	1	0,0
Equipements à meilleur rendement	1.016	1.048	63	57	-3,3
Energie renouvelable	0	0	0	0	0,0
Substitution énergétique	-113		12	47	0,5
<b>TERTIAIRE</b>	<b>1.747</b>	<b>2.285</b>	<b>137</b>	<b>48</b>	<b>-10,5</b>
Bonne gestion	48	48	3	0	-0,2
Modification de comportements	847	1.052	62	0	-6,1
Isolation thermique	0	0	0	0	0,0
Eclairage efficace	331	664	37	16	-3,2
Equipements à meilleur rendement	55	55	3	2	-0,1
Cogénération	466	466	31	30	-1,0
Energie renouvelable	0	0	0	0	0,0
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>4.719</b>	<b>5.406</b>	<b>339</b>	<b>215</b>	<b>-22,9</b>

**Contribution des émissions indirectes**

Le modèle EPM permet d'évaluer le potentiel de réduction tant pour les émissions indirectes (celles liées à la production de l'électricité achetée au réseau) que pour les émissions directes.

La décomposition du potentiel entre émissions directes et émissions indirectes est d'un intérêt tout particulier pour Bruxelles-Capitale, dans la mesure où seul le potentiel relatif aux émissions directes est susceptible de réduire les émissions produites sur le territoire de la Région. Le potentiel relatif aux émissions indirectes ne concerne que des émissions produites en dehors de la Région.

Lorsqu'on décompose le potentiel entre émissions directes et émissions indirectes, il faut tenir compte du rôle de la cogénération et de la substitution énergétique (remplacement du chauffage électrique par du chauffage au gaz naturel). Celles-ci ont en effet pour effet :

- de réduire les émissions indirectes de CO2 (elles réduisent la consommation d'électricité),
- mais d'augmenter les émissions directes de CO2 (la cogénération consomme plus de combustible que la chaudière alternative<sup>2</sup>).

Tant pour la cogénération que pour la substitution, la réduction des émissions indirectes est plus importante que l'augmentation des émissions directes, ce qui résulte en une diminution nette des émissions totales (directes + indirectes).

Le tableau qui suit décompose le potentiel global estimé dans le scénario à plafond de 0 €/t CO2.

<sup>2</sup> On suppose que la cogénération (qui produit de la chaleur et de l'électricité) remplace des chaudières produisant la même quantité de chaleur.

Répartition du potentiel total de réduction  
(scénario à plafond de 0 €/t CO2)

Bruxelles - 2010 (kt CO2)	Emissions directes	Emissions indirectes	Total dir. + indir.
Hors cogénération et substit.	215	62	277
Cogénération	-31	54	23
Substitution	-22	33	11
<b>Total</b>	<b>162</b> 52%	<b>149</b> 48%	<b>311</b> 100%

Dans ce tableau, les valeurs négatives représentent une augmentation, plutôt qu'une diminution, des émissions. La colonne « Emissions indirectes » correspond à l'hypothèse où la réduction de consommation d'électricité et la production d'électricité dans des nouvelles cogénérations se traduiraient par une diminution équivalente de production d'électricité dans le secteur électrique.

Le total de 311 kt CO2 se répartit entre 162 kt CO2 pour les émissions directes et 149 kt CO2 pour les émissions indirectes.

On constate que 48% du potentiel total correspond aux émissions indirectes. Ceci est dû en bonne partie à la cogénération et à la substitution énergétique, qui réduisent le potentiel de réduction des émissions directes et augmentent celui des émissions indirectes.

On peut remarquer que l'impact de la cogénération et de la substitution énergétique sur les émissions directes (respectivement 31 et 22 kt CO2) est nettement plus élevé que leur potentiel de réduction net (respectivement 23 et 11 kt CO2).

Le tableau suivant donne les grandeurs correspondantes dans le cas du potentiel technique. On y constate que la cogénération y conduit à une augmentation des émissions directes de 115 kt CO2. Il est à remarquer que ces chiffres restent très approximatifs, la rentabilité de la cogénération étant sensible à de nombreux facteurs propres à chaque site qui ne peuvent être pris en compte ici.



Répartition du potentiel total de réduction  
(scénario sans plafond de coût)

Bruxelles - 2010 (kt CO2)	Emissions directes	Emissions indirectes	Total dir. + indir.
Hors cogénération et substit.	606	77	683
Cogénération	-115	201	86
Substitution	-22	33	11
<b>Total</b>	<b>469</b>	<b>311</b>	<b>780</b>
	60%	40%	100%

On remarque qu'ici la part des émissions directes est plus importante (60% au lieu de 52%).

**Impact des certificats verts pour la cogénération**

On a vu que la cogénération a pour effet une augmentation des émissions directes, donc des émissions produites sur le territoire de la Région.

Comme annoncé plus haut, une analyse de sensibilité a été effectuée pour évaluer l'impact des certificats verts envisagés par la Région pour promouvoir cette technologie. Cette analyse a consisté à réévaluer le potentiel à coût négatif (plafond de 0 €/t CO2), compte tenu de l'impact de ces certificats sur la valeur de l'électricité produite (4,1 c€/kWh).

Rappelons qu'il s'agit d'une estimation du potentiel qui deviendrait rentable compte tenu des hypothèses faites, pas nécessairement du potentiel qui serait effectivement mis en œuvre.

Le tableau ci-dessous reprend les résultats sous une forme identique aux deux tableaux précédents. On constate que si la cogénération présente un potentiel global de réduction de 79 kt CO2, elle conduit toutefois à une augmentation des émissions directes de 104 kt CO2, au lieu de 31 kt CO2 en l'absence de certificats verts.

Répartition du potentiel total de réduction  
(scénario à plafond de 0 €/t CO2 avec prime cogen)

Bruxelles - 2010 (kt CO2)	Emissions directes	Emissions indirectes	Total dir. + indir.
Hors cogénération et substit.	215	62	277
Cogénération	-104	183	79
Substitution	-22	33	11
<b>Total</b>	<b>89</b>	<b>278</b>	<b>367</b>
	24%	76%	100%

On remarquera aussi que cette valeur est proche de celle obtenue pour le potentiel technique, ce qui s'explique par l'ampleur de la valeur envisagée pour le certificat vert et donc son impact substantiel sur la rentabilité des installations.

### **Courbes de coût**

Les 'courbes de coût' de réduction des émissions sont obtenues en classant, pour une année future donnée, les mesures par ordre de coût croissant (sans prise en compte de dispersion) et en traçant, en fonction du niveau cumulé de réduction des émissions, soit le coût marginal ('courbe de coût marginal'), soit le coût total ('courbe de coût total').

Rappelons que les niveaux de réduction sont ceux obtenus à partir du scénario de référence.

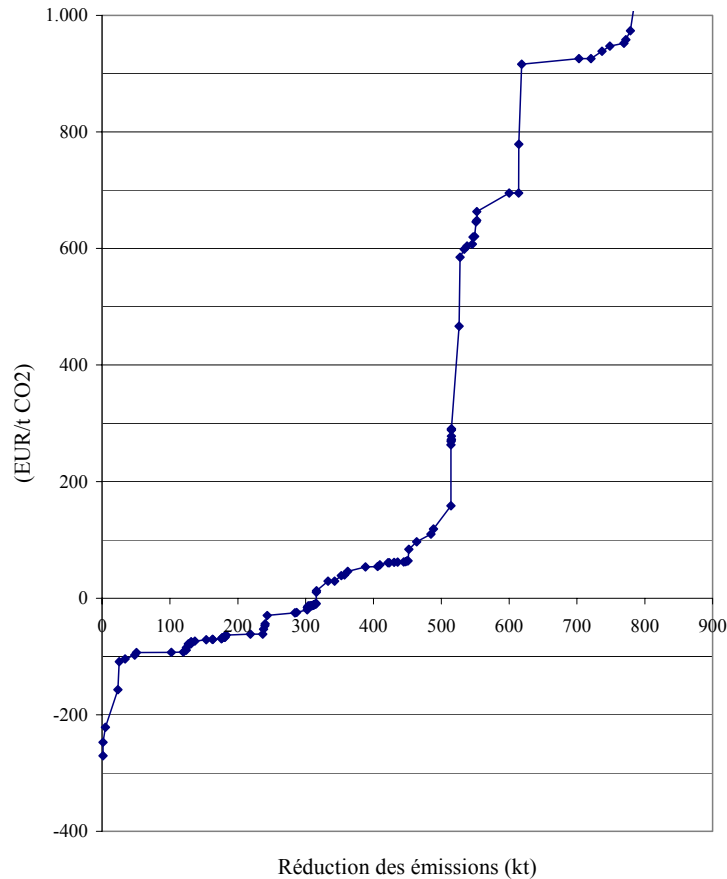
Ces courbes, qui peuvent être construites par secteur ou pour l'ensemble des secteurs, permettent de visualiser simplement le niveau de réduction qui peut être obtenu en fonction du coût.

Il est à noter que ces courbes ne restent qu'approximatives, du fait qu'elles ne tiennent pas compte de la dispersion sur le coût des mesures. C'est la raison pour laquelle les potentiels économiques qu'on peut y relever ne correspondent pas tout à fait à ceux des tableaux.

De ce fait, elles conviennent aussi relativement mal à l'évaluation de la contribution de mesures individuelles dont le coût est proche du plafond de coût marginal que l'on s'est fixé (il y a un effet 'tout ou rien', qui fait que chaque mesure est soit prise en compte totalement, soit pas prise en compte du tout). Cependant, la loi des grands nombres fait qu'à un niveau agrégé, elles fournissent tout de même une bonne idée globale des possibilités de réduction.

Les courbes de coût par secteur figurent à l'annexe 4.

Coût marginal de réduction des émissions en 2010  
 (à partir du scénario de référence)  
**Bruxelles - RESIDENTIEL + TERTIAIRE**  
 Taux d'actualisation 10-15%



Cette courbe montre bien la grande dispersion des valeurs du coût marginal de réduction, qui pour une partie importante des mesures est négatif, alors qu'il atteint plusieurs centaines d'EUR à la tonne de CO2. En fait, il y a aussi deux mesures à coût de plus de 1000 €/t CO2 ; il s'agit de capteurs solaires<sup>3</sup>.

Elle montre aussi pourquoi l'écart de potentiel entre les scénarios à plafond nul et le scénario à plafond de 20 €/t CO2 est très faible.

<sup>3</sup> Rappelons que pour les capteurs solaires, on n'a pas pris en compte les subsides importants qui sont actuellement octroyés.

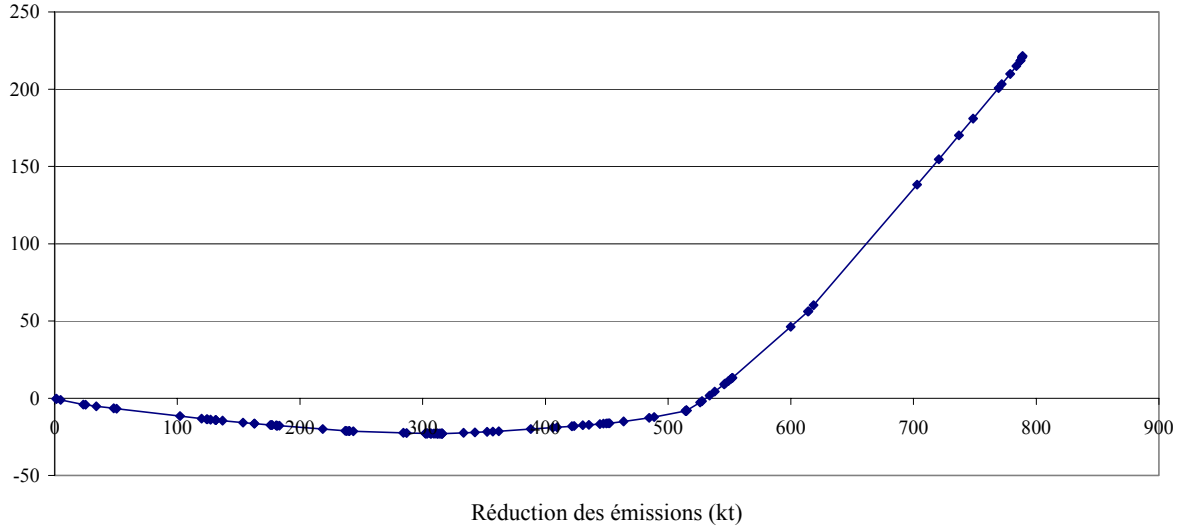
# ECONOTEC

Coût total annuel de réduction des émissions de CO2 en 2010 (millions d'EURO/an)

(à partir du scénario de référence)

**Bruxelles - RESIDENTIEL + TERTIAIRE**

Taux d'actualisation 10-15%



**Synthèse du potentiel**

Le tableau ci-dessous présente une synthèse des résultats. Compte tenu du total des émissions de CO<sub>2</sub> de 1990, estimées à 3.788 kt CO<sub>2</sub>, l'objectif du protocole de Kyoto dans l'hypothèse d'une réduction de 7,5% s'élèverait à 4.819 kt, ce qui conduit à un écart à combler de 1.315 kt.

Synthèse du potentiel

2010	kt CO <sub>2</sub>
Objectif Kyoto pour le CO <sub>2</sub> sur base de -7,5% par rapport à 1990	3.504
Emissions directes de CO <sub>2</sub> scénario de référence	4.819
<i>dont secteurs résidentiel et tertiaire</i>	3.528
Ecart à combler	1.315
<u>Potentiels dans le résidentiel et le tertiaire</u>	
<i>Sur les seules émissions directes :</i>	
potentiel technique hors cogénération et substitution	606
potentiel < 0 €/t CO <sub>2</sub> hors cogénération et substitution	215
<i>Sur les émissions directes + indirectes :</i>	
potentiel technique avec cogénération et substitution	780
potentiel < 0 €/t CO <sub>2</sub> avec cogénération et substitution	311

Le potentiel sur les émissions directes dans les secteurs résidentiel et tertiaire s'élève à 215 kt si on se limite aux mesures à coût négatif et à 606 kt pour l'ensemble du potentiel technique.

Ceci suppose toutefois qu'on écarte la cogénération et la substitution du chauffage électrique, qui toutes deux augmenteraient les émissions directes. Si on prend en compte les émissions directes et indirectes, le potentiel s'élève à respectivement 311 et 780 kt CO<sub>2</sub>.

## Références

A.D. LITTLE (1999) : *Global comparative analysis of HFC and alternative technologies for refrigeration, air-conditioning, foam, solvent, aerosol propellant and fire protection applications*, Cambridge, Mass.

BUREAU FEDERAL DU PLAN (2003) : Perspectives économiques 2003-2008.

CREG (2002) : *Proposition de programme indicatif des moyens de production d'électricité 2002-2011*, décembre 2002.

ECONOTEC & VITO (2003) : *Preparation of a federal policy for the reduction of greenhouse gases emissions (HFC's, PFC's and SF6)*, Study for the Federal Ministry for Environmental Affairs and Health of Belgium, in progress.

F.U.N.D.P. (1986) : *Enquête nationale sur l'Utilisation Rationnelle de l'Energie et sur les caractéristiques des bâtiments et des équipements de chauffage*, Namur 1986.

IBGE (2002) : *La lutte contre la pollution atmosphérique dans la région de Bruxelles-Capitale – Plan d'amélioration structurelle de la qualité de l'air et de lutte contre le réchauffement climatique 2002-2010*, novembre 2002.

IBGE (2003a) : *L'état de l'environnement en Région de Bruxelles-Capitale*, Rapport de synthèse, avril 2003.

IBGE (2003b) : Communication personnelle de Ronald Piers, 16.10.03.

IBGE (2003c) : Présentation de Mohamed Ait Hassou au Séminaire Cogénération de l'IFE, 22.10.03.

Institut National des Statistiques (2001) : *Industrie et construction, Construction et Logement 1999 et 2000*.

Institut National des Statistiques (2003) : *Résultats provisoires de l'enquête socio-économique 2001*.

Institut Wallon (1997) : *Demande de chaleur techniquement cogénéritable pour la Région wallonne et la Région de Bruxelles-Capitale*, étude réalisée pour le compte d'ELECTRABEL.

Institut Wallon (1999) : *Bilan énergétique de la Région de Bruxelles-Capitale 1997. Emissions atmosphériques du transport routier*, avril 1999.

Institut Wallon (2003a) : *Bilan énergétique de la Région de Bruxelles-Capitale 2001*, Rapport final, mai 2003.

Institut Wallon (2003b) : *Recueil de statistiques énergétiques de la Région de Bruxelles-Capitale 1990-2001*, mai 2003.

Institut Wallon (2003c) : *Installer une cogénération dans votre établissement – Guide de pré-faisabilité pour les acteurs du secteur tertiaire, PME, PMI*, publication réalisée pour le compte du Ministère de la Région wallonne (DGTRE).

Institut Wallon (2003d) : *Maîtrise des émissions de CO<sub>2</sub> – phase 4*, pour le compte d'Electrabel – SPE, 2003.

IPCC (1996) : *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Vol. 1 : Reporting instructions, Vol. 2 Workbook ; Vol. 3 : Reference Manual.*

IRIS CONSULTING (2001) : *Enquête Energiegebruik Huishoudens in Vlanderen in 2001*, pour le Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie, décembre 2001.

OBSERVATOIRE DES BUREAUX (2003) : *Bilan 2002.*

SPF Mobilité et Transports (2003) : *Recensement de la circulation 2002.*

SPF Santé publique, Sécurité de la Chaîne alimentaire et Environnement (2003) : *Belgium's greenhouse gas inventory (1990-2001) – National Inventory Report submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change*, avril 2003.

S.P.P.S. (1986) : *Les mesures techniques appropriées à votre logement*, Programme National R-D Energie, février 1986

VITO *Maatregelen ter beheersing van de CO<sub>2</sub>-emissies. Fase 4: Uitbreiding naar de tertiaire sector en actualisatie en ondersteuning model HMCO<sub>2</sub>*, étude réalisée pour Electrabel-SPE.

**ANNEXES****1. Facteurs d'émission de CO2 des combustibles**

	Facteur d'émission carbone (kg/GJ)	Fraction oxydée	Facteur d'émission de CO2 (kg/GJ)
charbon	25,8	98,0%	92,7
coke	29,5	98,0%	106,0
fuel extra-lourd	21,1	99,0%	76,6
gasoil	20,2	99,0%	73,3
essence	18,9	99,0%	68,6
LPG	17,2	99,0%	62,4
autres produits pétroliers	20,0	99,0%	72,6
gaz naturel	15,3	99,5%	55,8
gaz de cokerie	13,0	99,5%	47,4



## 2. Tableaux détaillés du scénario de référence

- A. Consommation nette d'énergie (TJ)
- B. Émissions directes de CO2 (kt)
- C. Somme des émissions directes et indirectes de CO2 (kt)

# ECONOTEC

## A. Consommation nette d'énergie (1ère partie)

(ktep)	1990	2001	2010 Scén. Référ.
<b>Transformation de l'énergie</b>	<b>73,2</b>	<b>68,6</b>	<b>68,6</b>
<i>Cokeries (input transformation)</i>	21,1		
<i>Producteurs et distributeurs d'électricité</i>	52,1	68,6	68,6
<b>Cons. secteur énergie</b>	<b>50,6</b>	<b>21,8</b>	<b>21,8</b>
<i>Cokeries (cons. sect. énergie)</i>	29,6		
<i>Centrales électr. (cons. sect. énergie)</i>	1,1	0,8	0,8
<i>Consommation transport et distribution gaz</i>	2,5		
<i>Pertes transport et distrib. d'électricité</i>	17,4	20,9	20,9
<i>Autres utilisations du secteur énergétique</i>		0,1	0,1
<b>Industrie</b>	<b>82,1</b>	<b>91,5</b>	<b>106,6</b>
<i>Autres industries - bilan BXL</i>	82,1		
<i>Minéraux métall. Et non métall. - bxl</i>		3,6	4,2
<i>Chimie - bxl</i>		4,1	4,8
<i>Alimentation - bxl</i>		16,9	19,8
<i>Meunerie et boulangerie - bxl</i>		5,3	6,2
<i>Tabac - bxl</i>		1,7	2,0
<i>Alimentation (autres) - bxl</i>		9,9	11,6
<i>Imprimerie et papier - bxl</i>		13,1	15,3
<i>Fabrications métalliques - bxl</i>		4,5	5,2
<i>Constructions électriques - bxl</i>		4,2	4,9
<i>Matériel de transport - bxl</i>		33,2	38,6
<i>Autres fabrications métalliques - bxl</i>		7,3	8,5
<i>Autres secteurs industriels - bxl</i>		4,4	5,1
<i>Construction - bxl</i>		4,7	5,5
<b>Transport</b>	<b>295,8</b>	<b>318,9</b>	<b>341,9</b>
<i>Transport routier</i>	258,6	273,6	281,2
<i>Transport routier de personnes</i>	216,8	211,8	197,7
<i>Transport routier marchandises</i>	41,8	61,9	83,5
<i>Transport ferroviaire</i>	32,0	40,3	52,9
<i>Transport fluvial</i>	5,2	5,0	7,8
<b>Résidentiel</b>	<b>735,6</b>	<b>962,0</b>	<b>1.060,2</b>
<i>Usages domestiques</i>	735,6		
<i>Chauffage maisons existantes</i>		265,2	283,5
<i>chauffage maisons exist. non él.</i>		262,4	280,6
<i>chauffage maisons exist. électr.</i>		2,8	2,8
<i>Chauffage maisons neuves</i>		0,0	9,1
<i>chauffage maisons neuves non él.</i>		0,0	9,1
<i>Chauffage appartements existants</i>		504,3	538,5
<i>chauffage appart. exist. non él.</i>		491,2	525,4
<i>chauffage appart. exist. électr.</i>		13,1	13,1
<i>Chauffage appartements neufs</i>		0,0	22,7
<i>chauffage appart. neufs non él.</i>		0,0	21,6
<i>chauffage appart. neufs électr.</i>		0,0	1,1
<i>Eau chaude sanitaire logements existants</i>		104,4	100,6
<i>ECS logements exist. - non électr.</i>		87,7	83,9
<i>ECS logements exist. - électrique</i>		16,7	16,7
<i>Eau chaude sanitaire logements neufs</i>		0,0	5,2
<i>ECS logements neufs - non électr.</i>		0,0	3,9
<i>ECS logements neufs - électrique</i>		0,0	1,3

# ECONOTEC

## A. Consommation nette d'énergie (suite et fin)

(ktep)	1990	2001	2010 Scén. Référ.
<i>Usages spécifiques de l'électr. résid.</i>		88,0	100,7
cuisson		12,5	17,6
four à micro-ondes		2,3	2,6
réfrigérateurs		4,7	4,5
congélateurs horizontaux		1,5	1,5
congélateurs verticaux		3,0	3,3
combinés (froid + congélation)		8,7	8,6
lave linge		8,5	7,5
sèche-linge		3,6	4,3
lave-vaisselle		4,8	4,9
radio, TV		4,8	5,0
éclairage résid.		10,0	10,4
circulateurs		5,9	6,6
ordinateurs		1,3	2,6
petit électroménager		13,0	17,7
chauffage électrique d'appoint		3,5	3,6
<b>Tertiaire</b>	<b>552,5</b>	<b>703,7</b>	<b>799,2</b>
<i>Divers tertiaire</i>	552,5		
<i>Commerce</i>	0,0	191,0	213,3
commerce de gros et détail HT		31,1	36,6
commerce de gros et détail BT		34,8	39,9
supermarchés		16,6	20,1
horeca		108,6	116,7
<i>Transport et communications (tertiaire)</i>		51,0	56,5
<i>Banques, assur., services entreprises</i>		176,7	210,4
bureaux privés HT		123,8	148,8
bureaux privés BT		53,0	61,5
<i>Enseignement</i>		54,8	56,4
enseignement public		30,5	31,1
enseignement privé et libre		8,9	9,1
enseignement univers. et recherche		15,4	16,2
<i>Soins de santé</i>		53,5	57,4
hôpitaux		39,5	40,8
autres soins de santé		14,1	16,6
<i>Culture, sports et loisirs</i>		32,7	38,8
piscines		4,4	4,7
autres culture et sports		28,3	34,0
<i>Administrations publiques</i>		108,9	126,6
<i>Autres services tertiaire</i>		28,6	33,1
<i>Divers (tertiaire)</i>		6,4	6,7
eau, énergie		6,4	6,7
<b>Total général</b>	<b>1.789,8</b>	<b>2.166,4</b>	<b>2.398,3</b>

## ECONOTEC

### B. Emissions directes de CO<sub>2</sub> (1ère partie)

(kt)	1990	2001	2010 Scén. Référ.	Evolution 1990-2001	Evolution 2001-2010	Evolution 1990-2010
<b>Transformation de l'énergie</b>	<b>209</b>	<b>263</b>	<b>271</b>	<b>25,8%</b>	<b>3,0%</b>	<b>29,7%</b>
<i>Cokeries (input transformation)</i>	-28					
<i>Producteurs et distributeurs d'électricité</i>	0	15	15		0,0%	
<i>Incinérateur</i>	237	248	256	4,6%	3,2%	8,0%
<b>Cons. secteur énergie</b>	<b>61</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-100,0%</b>		<b>-100,0%</b>
<i>Cokeries (cons. sect. énergie)</i>	56					
<i>Consommation transport et distribution gaz</i>	5					
<b>Industrie</b>	<b>124</b>	<b>127</b>	<b>145</b>	<b>2,4%</b>	<b>14,2%</b>	<b>16,9%</b>
<i>Industrie</i>	124					
<i>Minéraux métalliques et non métalliques</i>		3	3		0,0%	
<i>Chimie</i>		6	7		16,7%	
<i>Alimentation</i>		19	22		15,8%	
<i>Meunerie et boulangerie</i>		4	5		25,0%	
<i>Tabac</i>		2	2		0,0%	
<i>Alimentation (autres)</i>		13	15		15,4%	
<i>Imprimerie et papier</i>		20	22		10,0%	
<i>Fabrications métalliques</i>		65	75		15,4%	
<i>Constructions électriques</i>		5	6		20,0%	
<i>Matériel de transport</i>		48	55		14,6%	
<i>Autres fabrications métalliques</i>		12	14		16,7%	
<i>Autres secteurs industriels</i>	0	8	9		12,5%	
<i>Construction</i>		6	7		16,7%	
<b>Transport</b>	<b>792</b>	<b>839</b>	<b>875</b>	<b>5,9%</b>	<b>4,3%</b>	<b>10,5%</b>
<i>Transport routier</i>	767	818	845	6,6%	3,3%	10,2%
<i>Transport routier de personnes</i>	640	629	590	-1,7%	-6,2%	-7,8%
<i>Transport routier marchandises</i>	127	189	255	48,8%	34,9%	100,8%
<i>Transport ferroviaire</i>	9	6	6	-33,3%	0,0%	-33,3%
<i>Transport fluvial</i>	16	15	24	-6,3%	60,0%	50,0%
<b>Résidentiel</b>	<b>1.708</b>	<b>2.173</b>	<b>2.354</b>	<b>27,2%</b>	<b>8,3%</b>	<b>37,8%</b>
<i>Usages domestiques</i>	1.708					
<i>Chauffage maisons existantes</i>		680	719		5,7%	
<i>chauffage maisons exist. non él.</i>		680	719		5,7%	
<i>chauffage maisons exist. électr.</i>						
<i>Chauffage maisons neuves</i>		0	21			
<i>chauffage maisons neuves non él.</i>		0	21			
<i>Chauffage appartements existants</i>		1.273	1.345		5,7%	
<i>chauffage appart. exist. non él.</i>		1.273	1.345		5,7%	
<i>chauffage appart. exist. électr.</i>						
<i>Chauffage appartements neufs</i>		0	51			
<i>chauffage appart. neufs non él.</i>		0	51			
<i>chauffage appart. neufs électr.</i>						
<i>Eau chaude sanitaire logements existants</i>		220	209		-5,0%	
<i>ECS logements exist. - non électr.</i>		220	209		-5,0%	
<i>ECS logements exist. - électrique</i>						
<i>Eau chaude sanitaire logements neufs</i>		0	9			
<i>ECS logements neufs - non électr.</i>		0	9			
<i>ECS logements neufs - électrique</i>						

**B. Emissions directes de CO2 (suite et fin)**

(kt)	1990	2001	2010 Scén. Référ.	Evolution 1990-2001	Evolution 2001-2010	Evolution 1990-2010
<i>Usages spécifiques de l'électr. résid.</i>		0	0			
cuisson						
four à micro-ondes						
réfrigérateurs						
congélateurs horizontaux						
congélateurs verticaux						
combinés (froid + congélation)						
lave linge						
sèche-linge						
lave-vaisselle						
radio, TV						
éclairage résid.						
circulateurs						
ordinateurs						
petit électroménager						
chauffage électrique d'appoint						
<b>Tertiaire</b>	<b>894</b>	<b>1.089</b>	<b>1.174</b>	<b>21,8%</b>	<b>7,8%</b>	<b>31,3%</b>
<i>Divers tertiaire</i>	894					
<i>Commerce</i>	0	318	327		2,8%	
commerce de gros et détail HT		42	44		4,8%	
commerce de gros et détail BT		55	58		5,5%	
supermarchés		13	14		7,7%	
horeca		208	211		1,4%	
<i>Transport et communications (tertiaire)</i>		40	42		5,0%	
<i>Banques, assur., services entreprises</i>		240	267		11,3%	
bureaux privés HT		143	159		11,2%	
bureaux privés BT		97	108		11,3%	
<i>Enseignement</i>		111	113		1,8%	
enseignement public		67	68		1,5%	
enseignement privé et libre		18	18		0,0%	
enseignement univers. et recherche		26	27		3,8%	
<i>Soins de santé</i>		84	89		6,0%	
hôpitaux		58	60		3,4%	
autres soins de santé		26	29		11,5%	
<i>Culture, sports et loisirs</i>		53	60		13,2%	
piscines		8	9		12,5%	
autres culture et sports		45	51		13,3%	
<i>Administrations publiques</i>		169	186		10,1%	
<i>Autres services tertiaire</i>		61	68		11,5%	
<i>Divers (tertiaire)</i>		10	10		0,0%	
eau, énergie		10	10		0,0%	
<i>Epuration d'eaux résiduaires</i>		3	12		300,0%	
Station d'épuration Sud - Bxl		3	3		0,0%	
Station d'épuration Nord - Bxl		0	9			
<b>Total général</b>	<b>3.788</b>	<b>4.491</b>	<b>4.819</b>	<b>18,6%</b>	<b>7,3%</b>	<b>27,2%</b>

## ECONOTEC

### C. Emissions directes et indirectes de CO2 (1ère partie)

(kt)	1990	2001	2010 Scén. Référ.	Evolution 1990-2001	Evolution 2001-2010	Evolution 1990-2010
<b>Transformation de l'énergie</b>	<b>350</b>	<b>412</b>	<b>424</b>	<b>17,7%</b>	<b>2,9%</b>	<b>21,1%</b>
<i>Cokeries (input transformation)</i>	-28					
<i>Producteurs et distributeurs d'électricité</i>	0	15	15		0,0%	
<i>Incinérateur</i>	378	397	409	5,0%	3,0%	8,2%
<b>Cons. secteur énergie</b>	<b>70</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-100,0%</b>		<b>-100,0%</b>
<i>Cokeries (cons. sect. énergie)</i>	65					
<i>Consommation transport et distribution gaz</i>	5					
<b>Industrie</b>	<b>279</b>	<b>250</b>	<b>293</b>	<b>-10,4%</b>	<b>17,2%</b>	<b>5,0%</b>
<i>Industrie</i>	279					
<i>Minéraux métalliques et non métalliques</i>		10	12		20,0%	
<i>Chimie</i>		11	13		18,2%	
<i>Alimentation</i>		48	56		16,7%	
<i>Meunerie et boulangerie</i>		15	18		20,0%	
<i>Tabac</i>		5	5		0,0%	
<i>Alimentation (autres)</i>		28	33		17,9%	
<i>Imprimerie et papier</i>		37	43		16,2%	
<i>Fabrications métalliques</i>		119	139		16,8%	
<i>Constructions électriques</i>		11	13		18,2%	
<i>Matériel de transport</i>		88	103		17,0%	
<i>Autres fabrications métalliques</i>		20	23		15,0%	
<i>Autres secteurs industriels</i>	0	12	14		16,7%	
<i>Construction</i>		13	16		23,1%	
<b>Transport</b>	<b>927</b>	<b>959</b>	<b>1.034</b>	<b>3,5%</b>	<b>7,8%</b>	<b>11,5%</b>
<i>Transport routier</i>	767	818	845	6,6%	3,3%	10,2%
<i>Transport routier de personnes</i>	640	629	590	-1,7%	-6,2%	-7,8%
<i>Transport routier marchandises</i>	127	189	255	48,8%	34,9%	100,8%
<i>Transport ferroviaire</i>	144	126	165	-12,5%	31,0%	14,6%
<i>Transport fluvial</i>	16	15	24	-6,3%	60,0%	50,0%
<b>Résidentiel</b>	<b>2.097</b>	<b>2.548</b>	<b>2.776</b>	<b>21,5%</b>	<b>8,9%</b>	<b>32,4%</b>
<i>Usages domestiques</i>	2.097					
<i>Chauffage maisons existantes</i>		689	728		5,7%	
<i>chauffage maisons exist. non él.</i>		680	719		5,7%	
<i>chauffage maisons exist. électr.</i>		9	9			
<i>Chauffage maisons neuves</i>		0	21			
<i>chauffage maisons neuves non él.</i>		0	21			
<i>Chauffage appartements existants</i>		1.314	1386		5,5%	
<i>chauffage appart. exist. non él.</i>		1.273	1345		5,7%	
<i>chauffage appart. exist. électr.</i>		41	41			
<i>Chauffage appartements neufs</i>		0	54			
<i>chauffage appart. neufs non él.</i>		0	51			
<i>chauffage appart. neufs électr.</i>		0	3			
<i>Eau chaude sanitaire logements existants</i>		272	261		-4,0%	
<i>ECS logements exist. - non électr.</i>		220	209		-5,0%	
<i>ECS logements exist. - électrique</i>		52	52			
<i>Eau chaude sanitaire logements neufs</i>		0	13			
<i>ECS logements neufs - non électr.</i>		0	9			
<i>ECS logements neufs - électrique</i>		0	4			

**C. Emissions directes et indirectes de CO2 (suite et fin)**

(kt)	1990	2001	2010 Scén. Référ.	Evolution 1990-2001	Evolution 2001-2010	Evolution 1990-2010
<i>Usages spécifiques de l'électr. résid.</i>		273	313			
cuisson		39	55			
four à micro-ondes		7	8			
réfrigérateurs		15	14			
congélateurs horizontaux		5	5			
congélateurs verticaux		9	10			
combinés (froid + congélation)		27	27			
lave linge		26	23			
sèche-linge		11	13			
lave-vaisselle		15	15			
radio, TV		15	16			
éclairage résid.		31	32			
circulateurs		18	21			
ordinateurs		4	8			
petit électroménager		40	55			
chauffage électrique d'appoint		11	11			
<b>Tertiaire</b>	<b>1.889</b>	<b>1.967</b>	<b>2.251</b>	<b>4,1%</b>	<b>14,4%</b>	<b>19,2%</b>
<i>Divers tertiaire</i>	1.889					
<i>Commerce</i>	0	530	596		12,5%	
commerce de gros et détail HT		88	105		19,3%	
commerce de gros et détail BT		97	112		15,5%	
supermarchés		49	60		22,4%	
horeca		296	319		7,8%	
<i>Transport et communications (tertiaire)</i>		152	168		10,5%	
<i>Banques, assur., services entreprises</i>		506	604		19,4%	
bureaux privés HT		359	433		20,6%	
bureaux privés BT		147	171		16,3%	
<i>Enseignement</i>		146	149		2,1%	
enseignement public		80	81		1,3%	
enseignement privé et libre		24	24		0,0%	
enseignement univers. et recherche		42	44		4,8%	
<i>Soins de santé</i>		142	153		7,7%	
hôpitaux		106	110		3,8%	
autres soins de santé		36	43		19,4%	
<i>Culture, sports et loisirs</i>		85	103		21,2%	
piscines		11	12		9,1%	
autres culture et sports		74	91		23,0%	
<i>Administrations publiques</i>		306	356		16,3%	
<i>Autres services tertiaire</i>		79	92		16,5%	
<i>Divers (tertiaire)</i>		18	18		0,0%	
eau, énergie		18	18		0,0%	
<i>Epuration d'eaux résiduaires</i>		3	12		300,0%	
Station d'épuration Sud - Bxl		3	3		0,0%	
Station d'épuration Nord - Bxl		0	9			
<b>Total général</b>	<b>5.612</b>	<b>6.136</b>	<b>6.778</b>	<b>9,3%</b>	<b>10,5%</b>	<b>20,8%</b>

### 3. Tableaux détaillés du potentiel de réduction

Deux types de tableaux sont présentés ci-après :

- le premier donne pour chaque secteur le potentiel par catégorie de mesures ;
- le deuxième donne le potentiel par catégorie de combustibles.

Ces deux types de tableaux sont présentés successivement ci-après pour chacun des trois scénarios :

- potentiel technique ;
- potentiel à coût négatif ;
- potentiel à coût < 20 €/t CO<sub>2</sub>.

Le deuxième type de tableau permet de distinguer entre les *émissions directes* (réduction de la consommation de combustibles) et les *émissions indirectes* (réduction de la consommation d'électricité).

Dans la répartition entre émissions directes et émissions indirectes, il faut toutefois prendre garde au fait que les mesures de substitution de chauffage électrique et de cogénération affectent toutes les deux tant la consommation d'électricité que la consommation de combustibles. C'est la raison pour laquelle elles sont présentées séparément. Attirons l'attention sur le fait que le potentiel présenté pour ces deux mesures est le potentiel net (compte tenu de l'impact global sur à la fois les combustibles et l'électricité).



**Potentiel par catégorie de mesures**

<b>BRUXELLES 2010</b> <b>Scénario Sans plafond</b>	Réduction cons. énergie finale (TJ)	Réduction cons. énergie primaire (TJ)	Réduction émissions de CO2 (kt)	Coût invest. (M€)	Coût net annuel (M€)	Coût moyen (€/t CO2)
<b>RESIDENTIEL</b>	<b>6.805</b>	<b>7.036</b>	<b>449</b>	<b>1.760</b>	<b>133,5</b>	<b>298</b>
<b>Modification de comportements</b>	<b>876</b>	<b>876</b>	<b>53</b>	<b>0</b>	<b>-5,0</b>	<b>-93</b>
Modif. comportement chauffage résidentiel	876	876	53	0	-5,0	-93
<b>Isolation thermique</b>	<b>4.381</b>	<b>4.381</b>	<b>268</b>	<b>1.531</b>	<b>137,0</b>	<b>512</b>
Isolation des toitures maisons exist. - résidentiel	80	80	5	9	0,2	47
Isolation des toitures maisons exist./2 - résidentiel	417	417	26	75	4,1	159
Rempl. vitr. simple par vitr. double HR++ maisons exist.	231	231	14	102	9,8	695
Rempl. vitr. double par vitr. double HR++ maisons exist.	290	290	18	163	16,4	926
Rempl. vitr. simple par vitr. double HR++ appart. exist.	777	777	48	343	33,0	695
Rempl. vitr. double par vitr. double HR++ appart. exist.	1.378	1.378	84	775	78,0	926
Double vitrage HR++ dans maisons neuves	9	9	0	1	0,0	-20
Double vitrage HR++ appartements neufs	42	42	2	3	0,0	-13
Installation thermostat avec horloge	275	275	17	13	-1,2	-71
Installation vannes thermostatiques maisons exist.	302	302	18	16	-1,1	-62
Installation vannes thermostatiques appart. exist.	579	579	35	31	-2,2	-62
<b>Eclairage efficace</b>	<b>15</b>	<b>31</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>-0,1</b>	<b>-64</b>
Lampes fluo-compactes dans le résidentiel	15	31	2	5	-0,1	-64
<b>Equipements à meilleur rendement</b>	<b>1.692</b>	<b>1.724</b>	<b>104</b>	<b>139</b>	<b>0,0</b>	<b>0</b>
Rempl. vieilles chaud. par chaud. HR maisons exist.	152	152	9	15	0,3	29
Rempl. vieilles chaud. par chaud. HR appart. exist.	283	283	17	27	0,5	29
Chaudière à condensation - maisons neuves	19	19	1	1	-0,1	-58
Chaudière à condensation - appartnts neufs	44	44	2	2	-0,2	-93
Chaudière à condensation - maisons exist.	341	341	21	47	2,3	110
Chaudière à condensation - appartnts exist.	668	668	41	45	-1,0	-25
Pompeau de douche écon. - lognts exist. - non él.	148	148	9	3	-0,9	-105
Pompeau de douche écon. - lognts neufs - non él.	7	7	0	0	0,0	-79
Pompeau de douche écon. - lognts exist. - él.	29	59	3	1	-0,7	-223
Pompeau de douche écon. - lognts neufs - él.	2	5	0	0	-0,1	-231
<b>Energie renouvelable</b>	<b>21</b>	<b>25</b>	<b>1</b>	<b>20</b>	<b>2,1</b>	<b>1.428</b>
Capteurs solaires ECS résid. non électr. exist.	17	17	1	16	1,7	1.680
Capteurs solaires ECS résid. électr. exist.	3	7	0	3	0,3	784
Capteurs solaires ECS résid. non électr. neuf	1	1	0	1	0,1	1.750
Capteurs solaires ECS résid. électr. neuf	0	1	0	0	0,0	667
<b>Substitution énergétique</b>	<b>-181</b>	<b>20</b>	<b>65</b>	<b>-0,5</b>	<b>-23</b>	
Rempl. chauff. él. maisons exist. par gaz nat.	-30		3	13	0,2	57
Rempl. chauff. él. appart. exist. par gaz nat.	-139		15	50	-0,3	-20
Rempl. chauff. él. appart. neufs par gaz nat.	-11		1	2	-0,3	-268
<b>TERTIAIRE</b>	<b>4.918</b>	<b>5.560</b>	<b>340</b>	<b>840</b>	<b>88,0</b>	<b>258</b>
<b>Bonne gestion</b>	<b>48</b>	<b>48</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>-0,2</b>	<b>-68</b>
Gestion technique centralisée tert.	48	48	3	0	-0,2	-68
<b>Modification de comportements</b>	<b>847</b>	<b>1.052</b>	<b>62</b>	<b>0</b>	<b>-6,1</b>	<b>-98</b>
Modif. comportements chauff. tertiaire	643	643	39	0	-2,8	-71
Modif. comportements éclairage tert.	204	409	23	0	-3,3	-144
<b>Isolation thermique</b>	<b>1.712</b>	<b>1.712</b>	<b>105</b>	<b>628</b>	<b>83,9</b>	<b>801</b>
Isolation toiture tertiaire	112	112	7	5	-0,1	-12
Rempl. vitrage simple par vitrage HR++ bât. exist. tert.	429	429	26	124	16,0	610
Rempl. vitrage double par vitrage HR++ bât. exist. tert.	1.157	1.157	71	497	67,7	956
Rempl. vitrage HR par HR++ bât. neufs tert.	14	14	1	2	0,2	271
<b>Eclairage efficace</b>	<b>434</b>	<b>871</b>	<b>49</b>	<b>53</b>	<b>2,0</b>	<b>41</b>
Lampes fluo-compactes tertiaire	181	362	20	7	-1,7	-84
Rempl. TL class. par TL à ballast électron. tert.	99	198	11	37	5,2	466
Contrôle autom. de l'éclairage tert.	155	311	17	9	-1,5	-85
<b>Equipements à meilleur rendement</b>	<b>569</b>	<b>569</b>	<b>35</b>	<b>36</b>	<b>1,9</b>	<b>54</b>
Chaudière condens. bât. exist. tertiaire	500	500	31	34	1,9	63
Chaudière condens. bât. neufs tertiaire	68	68	4	3	0,0	-10
<b>Cogénération</b>	<b>1.298</b>	<b>1.298</b>	<b>86</b>	<b>115</b>	<b>5,3</b>	<b>61</b>
Cogén. moteur gaz Admin. publiques	263	263	18	23	1,0	54
Cogén. moteur gaz Commerce	146	146	10	12	0,4	38
Cogén. moteur gaz Tprt & communic.	59	59	4	5	0,5	118
Cogén. moteur gaz Banques, assur.	372	372	26	32	1,4	54
Cogén. moteur gaz Enseignement	188	188	12	17	0,7	61
Cogén. moteur gaz Soins de Santé	192	192	11	20	1,1	97
Cogén. moteur gaz Culture, sports & loisirs	78	78	5	7	0,2	39
<b>Energie renouvelable</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>1,2</b>	<b>2.164</b>
Capteurs solaires ECS tertiaire	10	10	1	8	1,2	2.164
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>11.723</b>	<b>12.596</b>	<b>789</b>	<b>2.600</b>	<b>221,5</b>	<b>281</b>

**Potentiel par catégorie de mesures**

<b>BRUXELLES 2010</b>	Réduction cons. énergie finale (TJ)	Réduction cons. énergie primaire (TJ)	Réduction émissions de CO2 (kt)	Coût invest. (M€)	Coût net annuel (M€)	Coût moyen (€/t CO2)
<b>Scénario Plafond 0 €/t CO2</b>						
<b>Résidentiel</b>	<b>2.745</b>	<b>2.877</b>	<b>186</b>	<b>144</b>	<b>-12,2</b>	<b>-66</b>
<b>Modification de comportements</b>	<b>876</b>	<b>876</b>	<b>53</b>	<b>0</b>	<b>-5,0</b>	<b>-93</b>
Modif. comportement chauffage résidentiel	876	876	53	0	-5,0	-93
<b>Isolation thermique</b>	<b>1.166</b>	<b>1.166</b>	<b>71</b>	<b>60</b>	<b>-4,5</b>	<b>-64</b>
Isolation des toitures maisons exist. - résidentiel	0	0	0	0	0,0	
Isolation des toitures maisons exist./2 - résidentiel	0	0	0	0	0,0	
Rempl. vitr. simple par vitr. double HR++ maisons exist.	0	0	0	0	0,0	
Rempl. vitr. double par vitr. double HR++ maisons exist.	0	0	0	0	0,0	
Rempl. vitr. simple par vitr. double HR++ appart. exist.	0	0	0	0	0,0	
Rempl. vitr. double par vitr. double HR++ appart. exist.	0	0	0	0	0,0	
Double vitrage HR++ dans maisons neuves	4	4	0	0	0,0	-45
Double vitrage HR++ appartements neufs	19	19	1	1	0,0	-38
Installation thermostat avec horloge	274	274	17	13	-1,2	-72
Installation vannes thermostatiques maisons exist.	298	298	18	16	-1,1	-62
Installation vannes thermostatiques appart. exist.	571	571	35	30	-2,2	-62
<b>Eclairage efficace</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	
Lampes fluo-compactes dans le résidentiel	0	0	0	0	0,0	
<b>Equipements à meilleur rendement</b>	<b>804</b>	<b>836</b>	<b>50</b>	<b>41</b>	<b>-3,2</b>	<b>-64</b>
Rempl. vieilles chaud. par chaud. HR maisons exist.	39	39	2	3	-0,1	-29
Rempl. vieilles chaud. par chaud. HR appart. exist.	74	74	5	5	-0,1	-29
Chaudière à condensation - maisons neuves	17	17	1	1	-0,1	-52
Chaudière à condensation - appartnts neufs	44	44	2	2	-0,2	-93
Chaudière à condensation - maisons exist.	0	0	0	0	0,0	
Chaudière à condensation - appartnts exist.	443	443	27	27	-1,0	-37
Pommeau de douche écon. - lognts exist. - non él.	148	148	9	3	-0,9	-105
Pommeau de douche écon. - lognts neufs - non él.	7	7	0	0	0,0	-79
Pommeau de douche écon. - lognts exist. - él.	29	59	3	1	-0,7	-223
Pommeau de douche écon. - lognts neufs - él.	2	5	0	0	-0,1	-231
<b>Energie renouvelable</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	
Capteurs solaires ECS résid. non électr. exist.	0	0	0	0	0,0	
Capteurs solaires ECS résid. électr. exist.	0	0	0	0	0,0	
Capteurs solaires ECS résid. non électr. neuf	0	0	0	0	0,0	
Capteurs solaires ECS résid. électr. neuf	0	0	0	0	0,0	
<b>Substitution énergétique</b>	<b>-100</b>		<b>11</b>	<b>43</b>	<b>0,5</b>	<b>49</b>
Rempl. chauff. él. maisons exist. par gaz nat.	-13		1	3	-0,3	-194
Rempl. chauff. él. appart. exist. par gaz nat.	-81		9	34	0,4	43
Rempl. chauff. él. appart. neufs par gaz nat.	-7		1	6	0,4	581
<b>Tertiaire</b>	<b>1.588</b>	<b>2.110</b>	<b>125</b>	<b>37</b>	<b>-10,6</b>	<b>-84</b>
<b>Bonne gestion</b>	<b>48</b>	<b>48</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>-0,2</b>	<b>-68</b>
Gestion technique centralisée tert.	48	48	3	0	-0,2	-68
<b>Modification de comportements</b>	<b>847</b>	<b>1.052</b>	<b>62</b>	<b>0</b>	<b>-6,1</b>	<b>-98</b>
Modif. comportements chauff. tertiaire	643	643	39	0	-2,8	-71
Modif. comportements éclairage tert.	204	409	23	0	-3,3	-144
<b>Isolation thermique</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	
Isolation toiture tertiaire	0	0	0	0	0,0	
Rempl. vitrage simple par vitrage HR++ bât. exist. tert.	0	0	0	0	0,0	
Rempl. vitrage double par vitrage HR++ bât. exist. tert.	0	0	0	0	0,0	
Rempl. vitrage HR par HR++ bât. neufs tert.	0	0	0	0	0,0	
<b>Eclairage efficace</b>	<b>316</b>	<b>634</b>	<b>35</b>	<b>15</b>	<b>-3,1</b>	<b>-88</b>
Lampes fluo-compactes tertiaire	166	333	19	7	-1,7	-89
Rempl. TL class. par TL à ballast électron. tert.	0	0	0	0	0,0	
Contrôle autom. de l'éclairage tert.	150	301	17	8	-1,5	-88
<b>Equipements à meilleur rendement</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>-0,1</b>	<b>-27</b>
Chaudière condens. bât. exist. tertiaire	0	0	0	0	0,0	
Chaudière condens. bât. neufs tertiaire	31	31	2	1	-0,1	-27
<b>Cogénération</b>	<b>345</b>	<b>345</b>	<b>23</b>	<b>21</b>	<b>-1,1</b>	<b>-48</b>
Cogén. moteur gaz Admin. publiques	73	73	5	4	-0,2	-46
Cogén. moteur gaz Commerce	51	51	3	3	-0,2	-49
Cogén. moteur gaz Tprt & communic.	4	4	0	0	0,0	-37
Cogén. moteur gaz Banques, assur.	102	102	7	6	-0,3	-45
Cogén. moteur gaz Enseignement	50	50	3	3	-0,2	-50
Cogén. moteur gaz Soins de Santé	37	37	2	2	-0,1	-54
Cogén. moteur gaz Culture, sports & loisirs	29	29	2	2	-0,1	-57
<b>Energie renouvelable</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	
Capteurs solaires ECS tertiaire	0	0	0	0	0,0	
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>4.333</b>	<b>4.988</b>	<b>311</b>	<b>181</b>	<b>-22,8</b>	<b>-73</b>

**Potentiel par catégorie de mesures**

<b>BRUXELLES 2010</b>	Réduction cons. énergie finale (TJ)	Réduction cons. énergie primaire (TJ)	Réduction émissions de CO2 (kt)	Coût invest. (M€)	Coût net annuel (M€)	Coût moyen (€/t CO2)
<b>Scénario Plafond 20 €/t CO2</b>						
<b>RESIDENTIEL</b>	<b>2.972</b>	<b>3.120</b>	<b>202</b>	<b>168</b>	<b>-12,4</b>	<b>-61</b>
<b>Modification de comportements</b>	<b>876</b>	<b>876</b>	<b>53</b>	<b>0</b>	<b>-5,0</b>	<b>-93</b>
Modif. comportement chauffage résidentiel	876	876	53	0	-5,0	-93
<b>Isolation thermique</b>	<b>1.189</b>	<b>1.189</b>	<b>73</b>	<b>62</b>	<b>-4,6</b>	<b>-63</b>
Isolation des toitures maisons exist. - résidentiel	0	0	0	0	0,0	
Isolation des toitures maisons exist./2 - résidentiel	0	0	0	0	0,0	
Rempl. vitr. simple par vitr. double HR++ maisons exist.	0	0	0	0	0,0	
Rempl. vitr. double par vitr. double HR++ maisons exist.	0	0	0	0	0,0	
Rempl. vitr. simple par vitr. double HR++ appart. exist.	0	0	0	0	0,0	
Rempl. vitr. double par vitr. double HR++ appart. exist.	0	0	0	0	0,0	
Double vitrage HR++ dans maisons neuves	6	6	0	0	0,0	
Double vitrage HR++ appartements neufs	29	29	2	2	-0,1	-31
Installation thermostat avec horloge	275	275	17	13	-1,2	-71
Installation vannes thermostatiques maisons exist.	301	301	18	16	-1,1	-62
Installation vannes thermostatiques appart. exist.	578	578	35	31	-2,2	-62
<b>Eclairage efficace</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0,0</b>	<b>-93</b>
Lampes fluo-compactes dans le résidentiel	4	8	0	1	0,0	-93
<b>Equipements à meilleur rendement</b>	<b>1.016</b>	<b>1.048</b>	<b>63</b>	<b>57</b>	<b>-3,3</b>	<b>-52</b>
Rempl. vieilles chaud. par chaud. HR maisons exist.	64	64	4	5	-0,1	-13
Rempl. vieilles chaud. par chaud. HR appart. exist.	119	119	7	9	-0,1	-14
Chaudière à condensation - maisons neuves	18	18	1	1	-0,1	-59
Chaudière à condensation - appartnts neufs	44	44	2	2	-0,2	-93
Chaudière à condensation - maisons exist.	0	0	0	0	0,0	
Chaudière à condensation - appartnts exist.	584	584	36	38	-1,1	-30
Pommeau de douche écon. - lognts exist. - non él.	148	148	9	3	-0,9	-105
Pommeau de douche écon. - lognts neufs - non él.	7	7	0	0	0,0	-79
Pommeau de douche écon. - lognts exist. - él.	29	59	3	1	-0,7	-223
Pommeau de douche écon. - lognts neufs - él.	2	5	0	0	-0,1	-231
<b>Energie renouvelable</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	
Capteurs solaires ECS résid. non électr. exist.	0	0	0	0	0,0	
Capteurs solaires ECS résid. électr. exist.	0	0	0	0	0,0	
Capteurs solaires ECS résid. non électr. neuf	0	0	0	0	0,0	
Capteurs solaires ECS résid. électr. neuf	0	0	0	0	0,0	
<b>Substitution énergétique</b>	<b>-113</b>		<b>12</b>	<b>47</b>	<b>0,5</b>	<b>39</b>
Rempl. chauff. él. maisons exist. par gaz nat.	-14		1	3	-0,3	-181
Rempl. chauff. él. appart. exist. par gaz nat.	-92		10	38	0,3	31
Rempl. chauff. él. appart. neufs par gaz nat.	-7		1	6	0,4	560
<b>TERTIAIRE</b>	<b>1.747</b>	<b>2.285</b>	<b>137</b>	<b>48</b>	<b>-10,5</b>	<b>-77</b>
<b>Bonne gestion</b>	<b>48</b>	<b>48</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>-0,2</b>	<b>-68</b>
Gestion technique centralisée tert.	48	48	3	0	-0,2	-68
<b>Modification de comportements</b>	<b>847</b>	<b>1.052</b>	<b>62</b>	<b>0</b>	<b>-6,1</b>	<b>-98</b>
Modif. comportements chauff. tertiaire	643	643	39	0	-2,8	-71
Modif. comportements éclairage tert.	204	409	23	0	-3,3	-144
<b>Isolation thermique</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	
Isolation toiture tertiaire	0	0	0	0	0,0	
Rempl. vitrage simple par vitrage HR++ bât. exist. tert.	0	0	0	0	0,0	
Rempl. vitrage double par vitrage HR++ bât. exist. tert.	0	0	0	0	0,0	
Rempl. vitrage HR par HR++ bât. neufs tert.	0	0	0	0	0,0	
<b>Eclairage efficace</b>	<b>331</b>	<b>664</b>	<b>37</b>	<b>16</b>	<b>-3,2</b>	<b>-86</b>
Lampes fluo-compactes tertiaire	177	355	20	7	-1,7	-85
Rempl. TL class. par TL à ballast électron. tert.	0	0	0	0	0,0	
Contrôle autom. de l'éclairage tert.	154	309	17	9	-1,5	-86
<b>Equipements à meilleur rendement</b>	<b>55</b>	<b>55</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>-0,1</b>	<b>-15</b>
Chaudière condens. bât. exist. tertiaire	0	0	0	0	0,0	
Chaudière condens. bât. neufs tertiaire	55	55	3	2	-0,1	-15
<b>Cogénération</b>	<b>466</b>	<b>466</b>	<b>31</b>	<b>30</b>	<b>-1,0</b>	<b>-33</b>
Cogén. moteur gaz Admin. publiques	99	99	7	6	-0,2	-31
Cogén. moteur gaz Commerce	68	68	5	4	-0,2	-35
Cogén. moteur gaz Tprt & communic.	7	7	0	0	0,0	-22
Cogén. moteur gaz Banques, assur.	140	140	10	9	-0,3	-30
Cogén. moteur gaz Enseignement	67	67	4	4	-0,2	-35
Cogén. moteur gaz Soins de Santé	49	49	3	3	-0,1	-38
Cogén. moteur gaz Culture, sports & loisirs	37	37	2	2	-0,1	-45
<b>Energie renouvelable</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	
Capteurs solaires ECS tertiaire	0	0	0	0	0,0	
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>4.719</b>	<b>5.405</b>	<b>339</b>	<b>215</b>	<b>-22,9</b>	<b>-68</b>

Potentiel par catégorie de vecteurs énergétiques

<b>BRUXELLES 2010</b>	Réduction cons. énergie finale (TJ)	Réduction cons. énergie primaire (TJ)	Réduction émissions de CO2 (kt)	Coût invest. (M€)	Coût net annuel (M€)	Coût moyen (€/t CO2)
<b>Scénario Sans plafond</b>						
<b>COMBUSTIBLES</b>	<b>9.916</b>	<b>9.916</b>	<b>605</b>	<b>2.358</b>	<b>218,6</b>	<b>361</b>
<b>Résidentiel (hors substitutions)</b>	<b>6.935</b>	<b>6.935</b>	<b>423</b>	<b>1.686</b>	<b>134,6</b>	<b>318</b>
Modif. comportement chauffage résidentiel	876	876	53	0	-5,0	-93
Isolation des toitures maisons exist. - résidentiel	80	80	5	9	0,2	47
Isolation des toitures maisons exist./2 - résidentiel	417	417	26	75	4,1	159
Rempl. vitr. simple par vitr. double HR++ maisons exist.	231	231	14	102	9,8	695
Rempl. vitr. double par vitr. double HR++ maisons exist.	290	290	18	163	16,4	926
Rempl. vitr. simple par vitr. double HR++ appart. exist.	777	777	48	343	33,0	695
Rempl. vitr. double par vitr. double HR++ appart. exist.	1.378	1.378	84	775	78,0	926
Double vitrage HR++ dans maisons neuves	9	9	0	1	0,0	-20
Double vitrage HR++ appartements neufs	42	42	2	3	0,0	-13
Rempl. vieilles chaud. par chaud. HR maisons exist.	152	152	9	15	0,3	29
Rempl. vieilles chaud. par chaud. HR appart. exist.	283	283	17	27	0,5	29
Chaudière à condensation - maisons neuves	19	19	1	1	-0,1	-58
Chaudière à condensation - appartnts neufs	44	44	2	2	-0,2	-93
Chaudière à condensation - maisons exist.	341	341	21	47	2,3	110
Chaudière à condensation - appartnts exist.	668	668	41	45	-1,0	-25
Installation thermostat avec horloge	275	275	17	13	-1,2	-71
Installation vannes thermostatiques maisons exist.	302	302	18	16	-1,1	-62
Installation vannes thermostatiques appart. exist.	579	579	35	31	-2,2	-62
Pommeau de douche écon. - lognts exist. - non él.	148	148	9	3	-0,9	-105
Pommeau de douche écon. - lognts neufs - non él.	7	7	0	0	0,0	-79
Capteurs solaires ECS résid. non électr. exist.	17	17	1	16	1,7	1.680
Capteurs solaires ECS résid. non électr. neuf	1	1	0	1	0,1	1.750
<b>Tertiaire (hors cogénération)</b>	<b>2.981</b>	<b>2.981</b>	<b>182</b>	<b>672</b>	<b>84,0</b>	<b>460</b>
Modif. comportements chauff. tertiaire	643	643	39	0	-2,8	-71
Isolation toiture tertiaire	112	112	7	5	-0,1	-12
Rempl. vitrage simple par vitrage HR++ bât. exist. tert.	429	429	26	124	16,0	610
Rempl. vitrage double par vitrage HR++ bât. exist. tert.	1.157	1.157	71	497	67,7	956
Rempl. vitrage HR par HR++ bât. neufs tert.	14	14	1	2	0,2	271
Chaudière condens. bât. exist. tertiaire	500	500	31	34	1,9	63
Chaudière condens. bât. neufs tertiaire	68	68	4	3	0,0	-10
Gestion technique centralisée tert.	48	48	3	0	-0,2	-68
Capteurs solaires ECS tertiaire	10	10	1	8	1,2	2.164
<b>ELECTRICITE</b>	<b>689</b>	<b>1.381</b>	<b>77</b>	<b>61</b>	<b>-1,9</b>	<b>-25</b>
<b>Résidentiel</b>	<b>50</b>	<b>101</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>-0,6</b>	<b>-104</b>
Pommeau de douche écon. - lognts exist. - él.	29	59	3	1	-0,7	-223
Pommeau de douche écon. - lognts neufs - él.	2	5	0	0	-0,1	-231
Lampes fluo-compactes dans le résidentiel	15	31	2	5	-0,1	-64
Capteurs solaires ECS résid. électr. exist.	3	7	0	3	0,3	784
Capteurs solaires ECS résid. électr. neuf	0	1	0	0	0,0	667
<b>Tertiaire</b>	<b>639</b>	<b>1.280</b>	<b>71</b>	<b>53</b>	<b>-1,3</b>	<b>-18</b>
Modif. comportements éclairage tert.	204	409	23	0	-3,3	-144
Lampes fluo-compactes tertiaire	181	362	20	7	-1,7	-84
Rempl. TL class. par TL à ballast électron. tert.	99	198	11	37	5,2	466
Contrôle autom. de l'éclairage tert.	155	311	17	9	-1,5	-85
<b>SUBSTITUTION ENERGETIQUE</b>	<b>-181</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>65</b>	<b>0</b>	<b>-23</b>
<b>Résidentiel</b>	<b>-181</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>65</b>	<b>-0,5</b>	<b>-23</b>
Rempl. chauff. él. maisons exist. par gaz nat.	-30		3	13	0,2	57
Rempl. chauff. él. appart. exist. par gaz nat.	-139		15	50	-0,3	-20
Rempl. chauff. él. appart. neufs par gaz nat.	-11		1	2	-0,3	-268
<b>COGENERATION</b>	<b>1.298</b>	<b>1.298</b>	<b>86</b>	<b>115</b>	<b>5,3</b>	<b>61</b>
Cogén. moteur gaz Admin. publiques	263	263	18	23	1,0	54
Cogén. moteur gaz Commerce	146	146	10	12	0,4	38
Cogén. moteur gaz Tprt & communic.	59	59	4	5	0,5	118
Cogén. moteur gaz Banques, assur.	372	372	26	32	1,4	54
Cogén. moteur gaz Enseignement	188	188	12	17	0,7	61
Cogén. moteur gaz Soins de Santé	192	192	11	20	1,1	97
Cogén. moteur gaz Culture, sports & loisirs	78	78	5	7	0,2	39
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>11.722</b>	<b>12.595</b>	<b>789</b>	<b>2.600</b>	<b>221,5</b>	<b>281</b>

Potentiel par catégorie de vecteurs énergétiques

BRUXELLES 2010 Scénario Plafond 0 €/t CO2	Réduction cons. énergie finale (TJ)	Réduction cons. énergie primaire (TJ)	Réduction émissions de CO2 (kt)	Coût invest. (M€)	Coût net annuel (M€)	Coût moyen (€/t CO2)
<b>COMBUSTIBLES</b>	<b>3.536</b>	<b>3.536</b>	<b>215</b>	<b>102</b>	<b>-15,0</b>	<b>-70</b>
<b>Résidentiel</b>	<b>2.814</b>	<b>2.814</b>	<b>171</b>	<b>101</b>	<b>-12,0</b>	<b>-70</b>
Modif. comportement chauffage résidentiel	876	876	53	0	-5,0	-93
Isolation des toitures maisons exist. - résidentiel	0	0	0	0	0,0	
Isolation des toitures maisons exist./2 - résidentiel	0	0	0	0	0,0	
Rempl. vitr. simple par vitr. double HR++ maisons exist.	0	0	0	0	0,0	
Rempl. vitr. double par vitr. double HR++ maisons exist.	0	0	0	0	0,0	
Rempl. vitr. simple par vitr. double HR++ appart. exist.	0	0	0	0	0,0	
Rempl. vitr. double par vitr. double HR++ appart. exist.	0	0	0	0	0,0	
Double vitrage HR++ dans maisons neuves	4	4	0	0	0,0	-45
Double vitrage HR++ appartements neufs	19	19	1	1	0,0	-38
Rempl. vieilles chaud. par chaud. HR maisons exist.	39	39	2	3	-0,1	-29
Rempl. vieilles chaud. par chaud. HR appart. exist.	74	74	5	5	-0,1	-29
Chaudière à condensation - maisons neuves	17	17	1	1	-0,1	-52
Chaudière à condensation - appartnts neufs	44	44	2	2	-0,2	-93
Chaudière à condensation - maisons exist.	0	0	0	0	0,0	
Chaudière à condensation - appartnts exist.	443	443	27	27	-1,0	-37
Installation thermostat avec horloge	274	274	17	13	-1,2	-72
Installation vannes thermostatiques maisons exist.	298	298	18	16	-1,1	-62
Installation vannes thermostatiques appart. exist.	571	571	35	30	-2,2	-62
Pommeau de douche écon. - lognts exist. - non él.	148	148	9	3	-0,9	-105
Pommeau de douche écon. - lognts neufs - non él.	7	7	0	0	0,0	-79
Capteurs solaires ECS résid. non électr. exist.	0	0	0	0	0,0	
Capteurs solaires ECS résid. non électr. neuf	0	0	0	0	0,0	
<b>Tertiaire (hors cogénération)</b>	<b>722</b>	<b>722</b>	<b>44</b>	<b>1</b>	<b>-3,0</b>	<b>-69</b>
Modif. comportements chauff. tertiaire	643	643	39	0	-2,8	
Isolation toiture tertiaire	0	0	0	0	0,0	
Rempl. vitrage simple par vitrage HR++ bât. exist. tert.	0	0	0	0	0,0	
Rempl. vitrage double par vitrage HR++ bât. exist. tert.	0	0	0	0	0,0	
Rempl. vitrage HR par HR++ bât. neufs tert.	0	0	0	0	0,0	
Chaudière condens. bât. exist. tertiaire	0	0	0	0	0,0	
Chaudière condens. bât. neufs tertiaire	31	31	2	1	-0,1	-27
Gestion technique centralisée tert.	48	48	3	0	-0,2	-68
Capteurs solaires ECS tertiaire	0	0	0	0	0,0	
<b>ELECTRICITE</b>	<b>552</b>	<b>1.106</b>	<b>62</b>	<b>15</b>	<b>-7,2</b>	<b>-117</b>
<b>Résidentiel</b>	<b>32</b>	<b>63</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>-0,8</b>	<b>-223</b>
Pommeau de douche écon. - lognts exist. - él.	29	59	3	1	-0,7	-223
Pommeau de douche écon. - lognts neufs - él.	2	5	0	0	-0,1	-231
Lampes fluo-compactes dans le résidentiel	0	0	0	0	0,0	
Capteurs solaires ECS résid. électr. exist.	0	0	0	0	0,0	
Capteurs solaires ECS résid. électr. neuf	0	0	0	0	0,0	
<b>Tertiaire</b>	<b>520</b>	<b>1.043</b>	<b>58</b>	<b>15</b>	<b>-6,4</b>	<b>-110</b>
Modif. comportements éclairage tert.	204	409	23	0	-3,3	-144
Lampes fluo-compactes tertiaire	166	333	19	7	-1,7	-89
Rempl. TL class. par TL à ballast électron. tert.	0	0	0	0	0,0	
Contrôle autom. de l'éclairage tert.	150	301	17	8	-1,5	-88
<b>SUBSTITUTION ENERGETIQUE</b>	<b>-100</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>43</b>	<b>0,5</b>	<b>49</b>
<b>Résidentiel</b>	<b>-100</b>		<b>11</b>	<b>43</b>	<b>0,5</b>	<b>49</b>
Rempl. chauff. él. maisons exist. par gaz nat.	-13		1	3	-0,3	-194
Rempl. chauff. él. appart. exist. par gaz nat.	-81		9	34	0,4	43
Rempl. chauff. él. appart. neufs par gaz nat.	-7		1	6	0,4	581
<b>COGENERATION</b>	<b>346</b>	<b>346</b>	<b>23</b>	<b>21</b>	<b>-1,1</b>	<b>-48</b>
Cogén. moteur gaz Admin. publiques	73	73	5	4	-0,2	-46
Cogén. moteur gaz Commerce	51	51	3	3	-0,2	-49
Cogén. moteur gaz Tprt & communic.	4	4	0	0	0,0	-37
Cogén. moteur gaz Banques, assur.	102	102	7	6	-0,3	-45
Cogén. moteur gaz Enseignement	50	50	3	3	-0,2	-50
Cogén. moteur gaz Soins de Santé	37	37	2	2	-0,1	-54
Cogén. moteur gaz Culture, sports & loisirs	29	29	2	2	-0,1	-57
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>4.334</b>	<b>4.988</b>	<b>311</b>	<b>181</b>	<b>-22,8</b>	<b>-73</b>

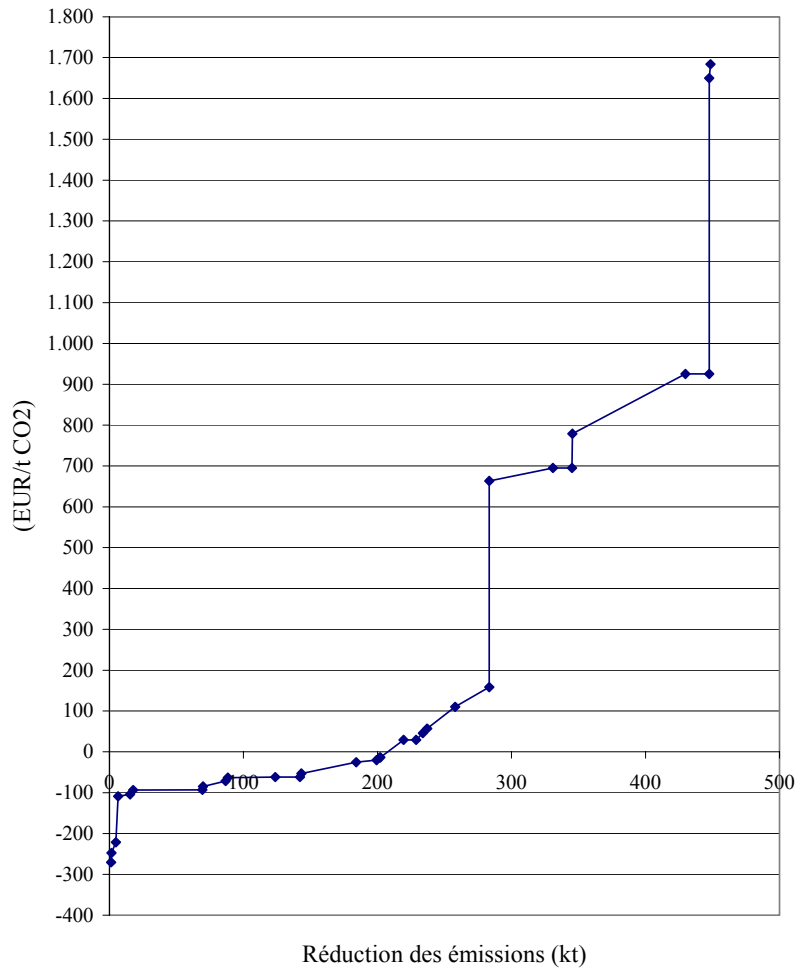
# ECONOTEC

## Potentiel par catégorie de vecteurs énergétiques

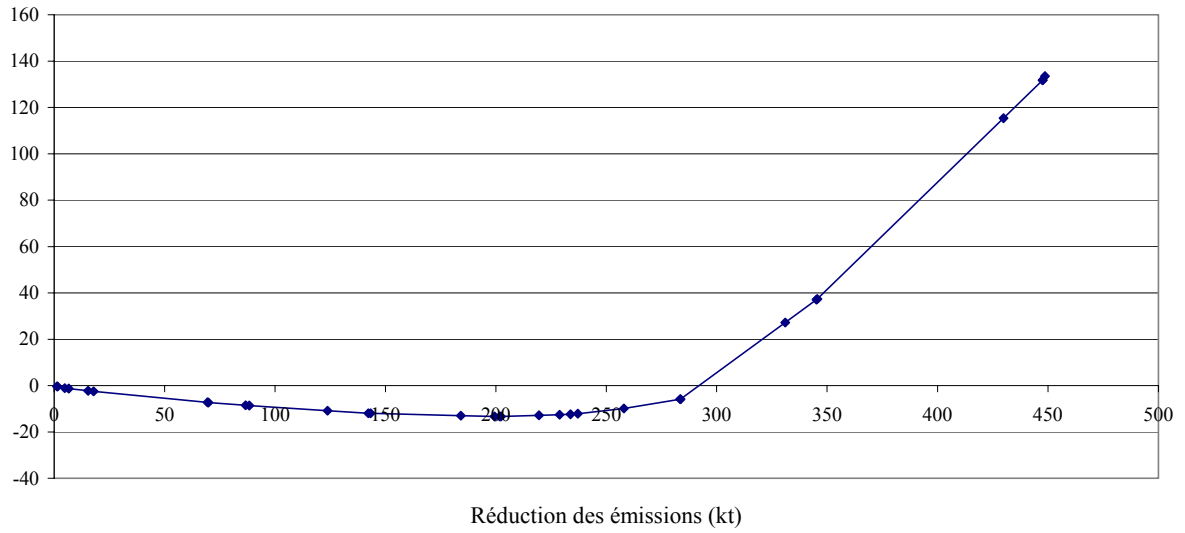
<b>BRUXELLES 2010</b>	Réduction cons. énergie finale (TJ)	Réduction cons. énergie primaire (TJ)	Réduction émissions de CO2 (kt)	Coût invest. (M€)	Coût net annuel (M€)	Coût moyen (€/t CO2)
<b>Scénario Plafond 20 €/t CO2</b>						
<b>COMBUSTIBLES</b>	<b>3.795</b>	<b>3.795</b>	<b>231</b>	<b>121</b>	<b>-15,1</b>	<b>-65</b>
<b>Résidentiel</b>	<b>3.049</b>	<b>3.049</b>	<b>186</b>	<b>119</b>	<b>-12,0</b>	<b>-65</b>
Modif. comportement chauffage résidentiel	876	876	53	0	-5,0	-93
Isolation des toitures maisons exist. - résidentiel	0	0	0	0	0,0	
Isolation des toitures maisons exist./2 - résidentiel	0	0	0	0	0,0	
Rempl. vitr. simple par vitr. double HR++ maisons exist.	0	0	0	0	0,0	
Rempl. vitr. double par vitr. double HR++ maisons exist.	0	0	0	0	0,0	
Rempl. vitr. simple par vitr. double HR++ appart. exist.	0	0	0	0	0,0	
Rempl. vitr. double par vitr. double HR++ appart. exist.	0	0	0	0	0,0	
Double vitrage HR++ dans maisons neuves	6	6	0	0	0,0	-29
Double vitrage HR++ appartements neufs	29	29	2	2	-0,1	-31
Rempl. vieilles chaud. par chaud. HR maisons exist.	64	64	4	5	-0,1	-13
Rempl. vieilles chaud. par chaud. HR appart. exist.	119	119	7	9	-0,1	-14
Chaudière à condensation - maisons neuves	18	18	1	1	-0,1	-59
Chaudière à condensation - appartnts neufs	44	44	2	2	-0,2	-93
Chaudière à condensation - maisons exist.	0	0	0	0	0,0	
Chaudière à condensation - appartnts exist.	584	584	36	38	-1,1	-30
Installation thermostat avec horloge	275	275	17	13	-1,2	-71
Installation vannes thermostatiques maisons exist.	301	301	18	16	-1,1	-62
Installation vannes thermostatiques appart. exist.	578	578	35	31	-2,2	-62
Pommeau de douche écon. - lognts exist. - non él.	148	148	9	3	-0,9	-105
Pommeau de douche écon. - lognts neufs - non él.	7	7	0	0	0,0	-79
Capteurs solaires ECS résid. non électr. exist.	0	0	0	0	0,0	
Capteurs solaires ECS résid. non électr. neuf	0	0	0	0	0,0	
<b>Tertiaire (hors cogénération)</b>	<b>746</b>	<b>746</b>	<b>46</b>	<b>2</b>	<b>-3,0</b>	<b>-66</b>
Modif. comportements chauff. tertiaire	643	643	39	0	-2,8	
Isolation toiture tertiaire	0	0	0	0	0,0	
Rempl. vitrage simple par vitrage HR++ bât. exist. tert.	0	0	0	0	0,0	
Rempl. vitrage double par vitrage HR++ bât. exist. tert.	0	0	0	0	0,0	
Rempl. vitrage HR par HR++ bât. neufs tert.	0	0	0	0	0,0	
Chaudière condens. bât. exist. tertiaire	0	0	0	0	0,0	
Chaudière condens. bât. neufs tertiaire	55	55	3	2	-0,1	-15
Gestion technique centralisée tert.	48	48	3	0	-0,2	-68
Capteurs solaires ECS tertiaire	0	0	0	0	0,0	
<b>ELECTRICITE</b>	<b>570</b>	<b>1.144</b>	<b>64</b>	<b>17</b>	<b>-7,3</b>	<b>-114</b>
<b>Résidentiel</b>	<b>35</b>	<b>71</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>-0,8</b>	<b>-209</b>
Pommeau de douche écon. - lognts exist. - él.	29	59	3	1	-0,7	-223
Pommeau de douche écon. - lognts neufs - él.	2	5	0	0	-0,1	-231
Lampes fluo-compactes dans le résidentiel	4	8	0	1	0,0	
Capteurs solaires ECS résid. électr. exist.	0	0	0	0	0,0	
Capteurs solaires ECS résid. électr. neuf	0	0	0	0	0,0	
<b>Tertiaire</b>	<b>535</b>	<b>1.073</b>	<b>60</b>	<b>16</b>	<b>-6,5</b>	<b>-108</b>
Modif. comportements éclairage tert.	204	409	23	0	-3,3	-144
Lampes fluo-compactes tertiaire	177	355	20	7	-1,7	-85
Rempl. TL class. par TL à ballast électron. tert.	0	0	0	0	0,0	
Contrôle autom. de l'éclairage tert.	154	309	17	9	-1,5	-86
<b>SUBSTITUTION ENERGETIQUE</b>	<b>-113</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>47</b>	<b>0,5</b>	<b>39</b>
<b>Résidentiel</b>	<b>-113</b>		<b>12</b>	<b>47</b>	<b>0,5</b>	<b>39</b>
Rempl. chauff. él. maisons exist. par gaz nat.	-14		1	3	-0,3	-181
Rempl. chauff. él. appart. exist. par gaz nat.	-92		10	38	0,3	31
Rempl. chauff. él. appart. neufs par gaz nat.	-7		1	6	0,4	560
<b>COGENERATION</b>	<b>467</b>	<b>467</b>	<b>31</b>	<b>30</b>	<b>-1,0</b>	<b>-33</b>
Cogén. moteur gaz Admin. publiques	99	99	7	6	-0,2	-31
Cogén. moteur gaz Commerce	68	68	5	4	-0,2	-35
Cogén. moteur gaz Tprt & communic.	7	7	0	0	0,0	-22
Cogén. moteur gaz Banques, assur.	140	140	10	9	-0,3	-30
Cogén. moteur gaz Enseignement	67	67	4	4	-0,2	-35
Cogén. moteur gaz Soins de Santé	49	49	3	3	-0,1	-38
Cogén. moteur gaz Culture, sports & loisirs	37	37	2	2	-0,1	-45
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>4.719</b>	<b>5.406</b>	<b>339</b>	<b>215</b>	<b>-22,9</b>	<b>-68</b>

4. Courbes de coût par secteur

Coût marginal de réduction des émissions en 2010  
 (à partir du scénario de référence)  
**Bruxelles - RESIDENTIEL**  
 Taux d'actualisation 10%

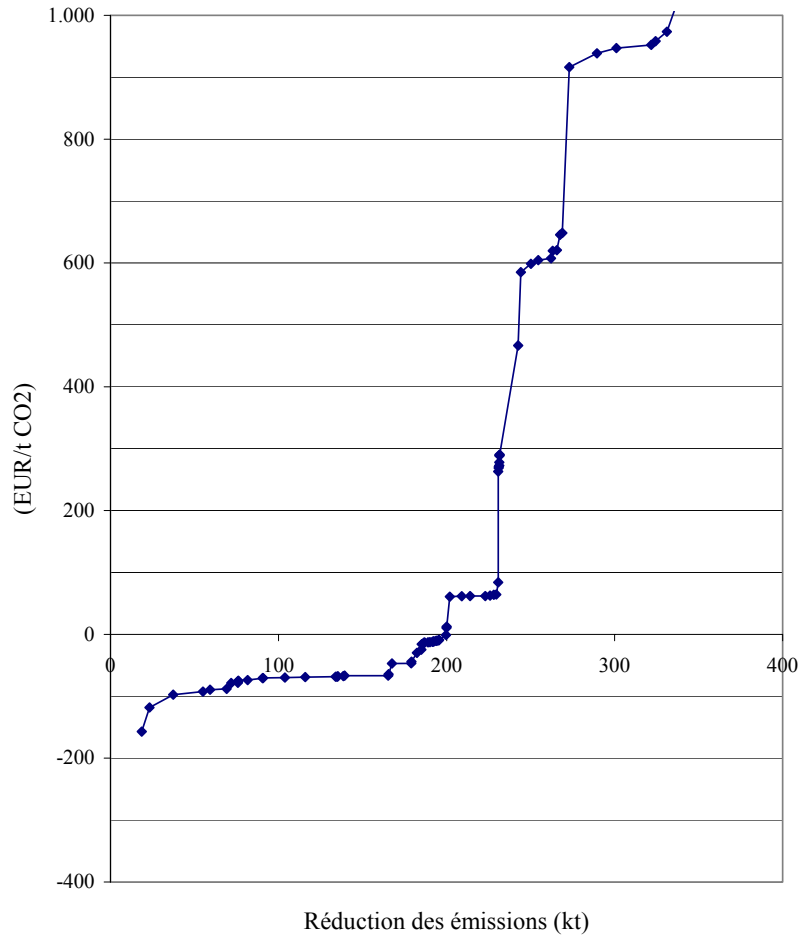


Coût total annuel de réduction des émissions de CO2 en 2010 (millions d'EURO/an)  
(à partir du scénario de référence)  
**Belgique - RESIDENTIEL**  
Taux d'actualisation 10%



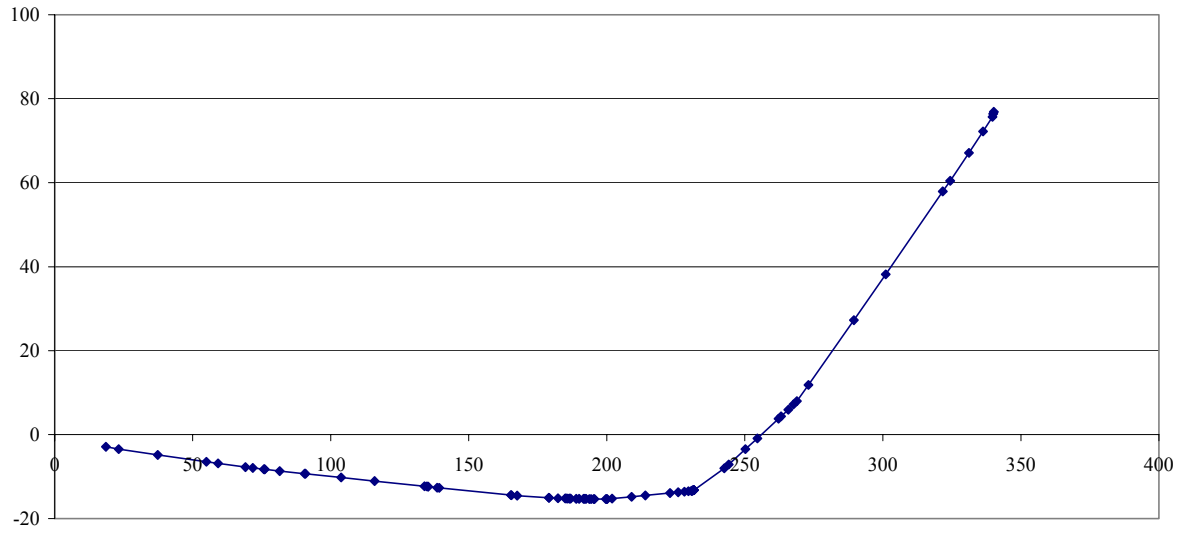


Coût marginal de réduction des émissions en 2010 (€/t CO<sub>2</sub>)  
(à partir du scénario de référence)  
**Bruxelles - TERTIAIRE**  
Taux d'actualisation 15%



# ECONOTEC

Coût total annuel de réduction des émissions de CO2 millions d'EURO/an)  
(à partir du scénario de référence)  
**Bruxelles - TERTIAIRE**  
Taux d'actualisation 15%



5. Typologie des logements

(voir pages suivantes)

---

## VILLA ANCIENNE

---



### Caractéristiques

- construite fin du 19<sup>e</sup> siècle et début du 20<sup>e</sup> siècle ;
- maison à 4 façades, parfois jumelée ;
- grande variété de plans ;
- généralement à deux niveaux sous corniche + un niveau sous toiture ;
- toiture à plusieurs versants, souvent décorée (pignons, tourelles, lucarnes) ;
- hauteur sous plafond : de 3 à 4,5 mètres ;
- grande variété de matériaux ;
- murs extérieurs en maçonnerie pleine de forte épaisseur.

---

## MAISON BEL ETAGE

---



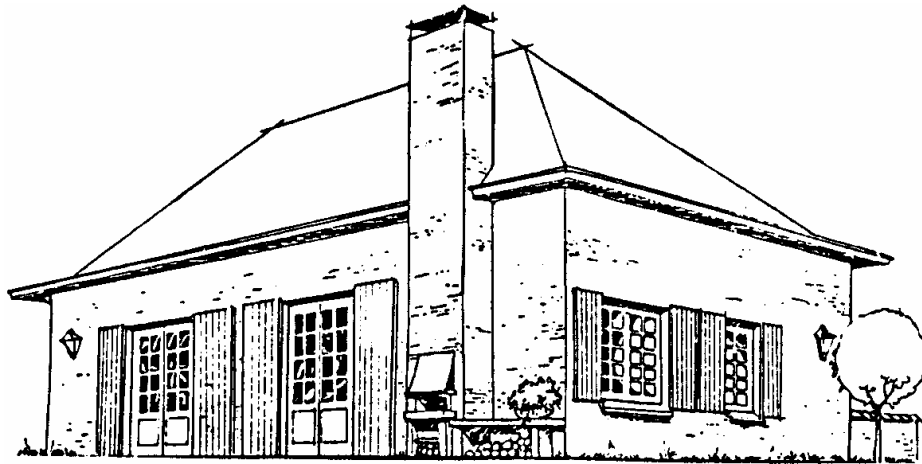
### Caractéristiques

- construite à partir de 1950, parfois divisée en appartements ;
- construite entre mitoyens ;
- largeur de la façade à rue : de 6 à 8 mètres ;
- 3 niveaux sous corniche avec garage au rez de chaussée ou semi-enterré ;
- profondeur : de 10 à 15 mètres ;
- toiture plate ou à deux versants inclinés de moins de 40° ;
- hauteur sous plafond : de 2,5 à 3 mètres ;
- façade à rue en maçonnerie de briques avec parfois le rez de chaussée en pierres ;
- murs de façades généralement avec creux ventilé.

---

## BUNGALOW

---



### Caractéristiques

- construit à partir de 1950 ;
- maison de plain-pied à 4 façades ;
- plan fréquemment en « L » avec garage attenant, parfois en cave ;
- toiture à versants multiples de faible inclinaison ( $<40^\circ$ ), parfois toit plat ;
- hauteur sous plafond : de 2,5 à 3 mètres ;
- murs extérieurs souvent avec creux ventilé.

---

## MAISON BOURGEOISE

---



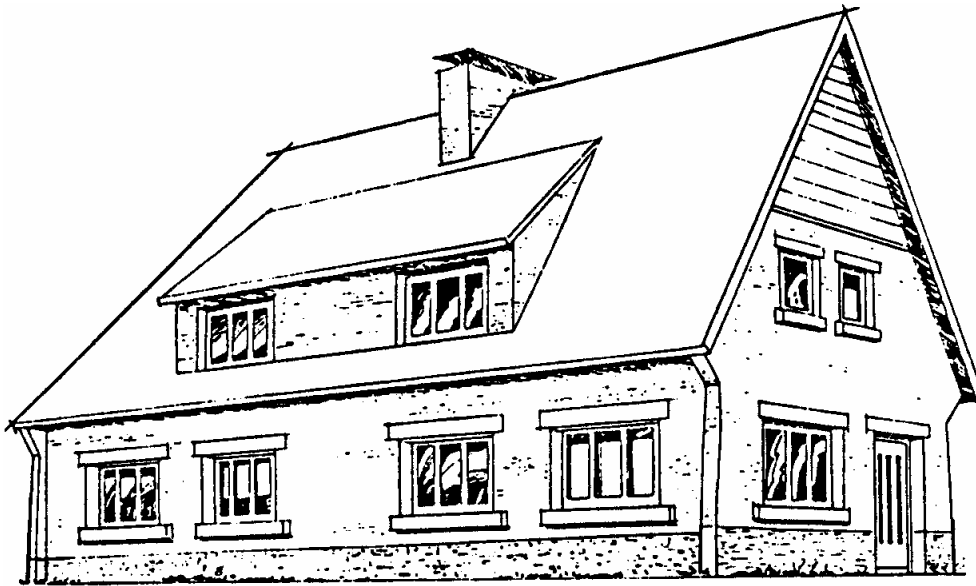
### Caractéristiques

- maison construite au 19<sup>e</sup> et au début du 20<sup>e</sup> siècle;
- aujourd'hui fréquemment divisée en appartements;
- construite entre mitoyens;
- largeur de façade à rue : de 5 à 7 mètres;
- nombreux niveau sous corniche : le plus souvent 2 dont le rez fréquemment surélevé;
- profondeur : 2 pièces en enfilade, prolongés d'annexes sur 1 ou 2 niveaux avec toit plat;
- toiture à deux versants inclinés à 40° au moins, parfois mansardée;
- hauteur sous plafond décroissante à chaque niveau (de 3,5 à 2,5 mètres);
- façade à rue soit enduite avec soubassement en pierres, soit en maçonnerie de briques rehaussée d'éléments décoratifs en pierre de taille, balcon à l'étage;
- murs des façades en maçonnerie pleine de 30 à 40 cm d'épaisseur.

---

VILLA RECENTE

---



Caractéristiques

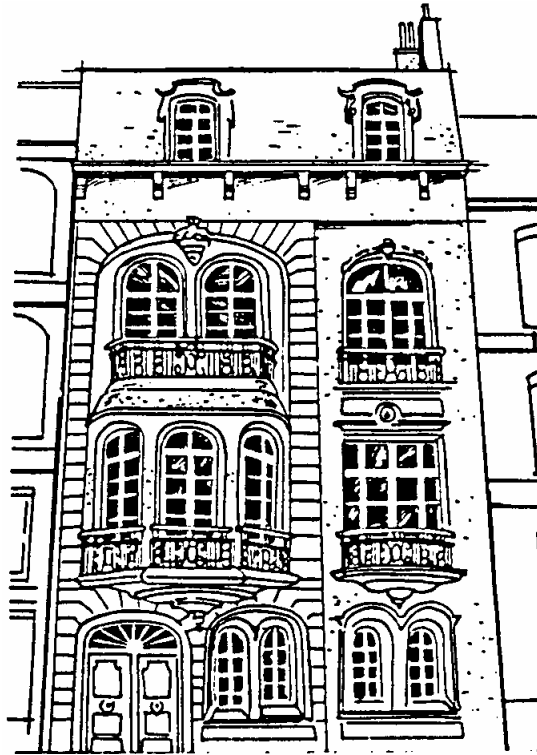
- construite à partir de 1950 ;
- maison à 4 façades, parfois jumelée ;
- grande variété de plans ;
- généralement à un niveau sous corniche + un niveau sous toiture ;
- toiture à deux ou plusieurs versants, avec fenêtres en toiture, parfois plate ;
- hauteur sous plafond : de 2,5 à 3 mètres ;
- murs extérieurs en maçonnerie de briques avec creux ventilé



---

**MAISON DE MAITRE**


---



### Caractéristiques

- maison construite au 19<sup>e</sup> et au début du 20<sup>e</sup> siècle ;
- aujourd'hui fréquemment divisée en appartements ;
- construite entre mitoyens ;
- largeur de façade à rue : de 7 à 12 mètres, parfois avec entrée cochère ;
- nombreux niveaux sous corniche : le plus souvent 3 dont le rez souvent surélevé ;
- profondeur : 3 pièces en enfilade (+/- 15 mètres) dont la dernière est souvent en annexe sur 1 ou 2 niveaux avec toit plat ;
- toiture à deux versants inclinés à 40° au moins, parfois mansardée et souvent décorée (lucarnes, tourelles, etc.) ;
- importante hauteur sous plafond décroissante à chaque niveau (de 4,5 à 3 mètres) ;
- façade à rue ouvragée, soit enduite avec soubassement en pierres, soit en maçonnerie de briques et de pierres de taille, soit entièrement en pierres ;
- façade avec balcon et bow-window aux étages ;
- murs des façades en maçonnerie pleine de forte épaisseur (+/- 40 cm d'épaisseur).

---

**MAISON " 3 FACADES "**

---



Caractéristiques

- construite à partir de 1950 ;
- jumelée ou en bout de rangée ;
- plan rectangulaire avec garage accolé ou en sous-sol ;
- largeur de façade à rue : de 6 à 8 mètres ;
- nombre de niveaux sous corniche : le plus souvent 2 + cave ;
- profondeur : de 8 à 12 mètres ;
- toiture à deux ou trois versants, parfois plate ;
- hauteur sous plafond : de 2,5 à 3 mètres ;
- murs extérieurs en maçonnerie de briques avec creux ventilé.

---

MAISON DE VILLAGE

---



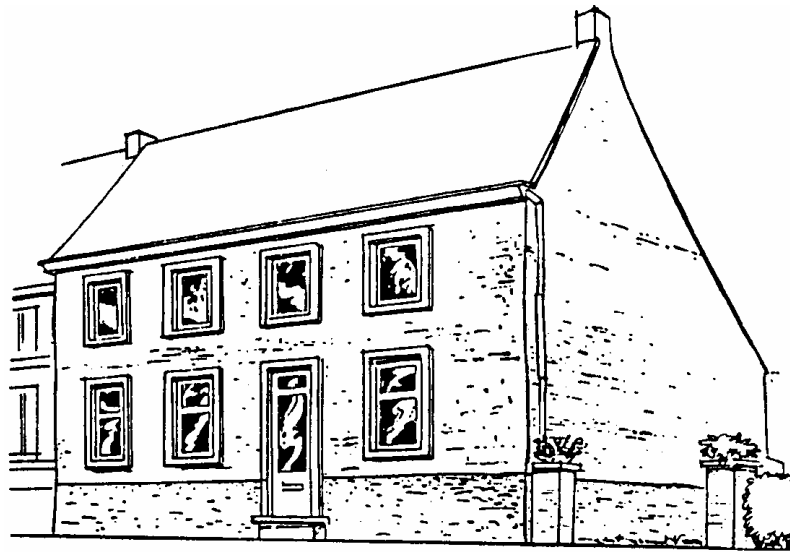
Caractéristiques

- construite au cours de la première moitié du 20<sup>e</sup> siècle ;
- souvent isolée avec pignons aveugles, parfois jumelée ;
- largeur de façade : +/- 6 mètres + annexe (s) latérale (s) ;
- nombre de niveaux sous corniche : en général, 2 ;
- profondeur : 8 à 10 mètres ;
- toiture à deux versants inclinés de 40° au moins ;
- hauteur sous plafond : 3 mètres environ ;
- façade principale en maçonnerie de briques apparentes ou enduites, parfois en pierres, de 30 à 40 cm d'épaisseur.

---

## MAISON RURALE A ETAGE

---



### Caractéristiques

- construite avant 1930 ;
- bâtiment isolé, de forme allongée dont une partie servait et sert encore à abriter les récoltes et le bétail ;
- profondeur : de une à deux pièces ;
- nombre de niveaux : 2 ;
- toiture à deux versants de +/- 45° ;
- hauteur sous plafond : de 2,5 à 3 mètres ;
- façade en maçonnerie de pierres, de forte épaisseur.

---

## MAISON RURALE BASSE

---



### Caractéristiques

- construite avant 1930 ;
- bâtiment isolé, de forme allongée dont une partie servait et sert encore à abriter les récoltes et le bétail ;
- profondeur : de une à deux pièces ;
- nombre de niveaux : 1 ;
- toiture à deux versants de +/- 45° ;
- hauteur sous plafond : +/- 2,5 mètres ;
- façade en maçonnerie de briques, de forte épaisseur, parfois enduite ;
- certains exemplaires existent aussi avec une structure en bois (« colombages »).

---

## MAISON MODESTE

---



### Caractéristiques

- maison construite au 19<sup>e</sup> et au début du 20<sup>e</sup> siècle ;
- construite entre mitoyens;
- largeur de la façade à rue : moins de 6 mètres;
- deux niveaux sous corniche;
- profondeur : deux pièces, parfois une seule ;
- nombre de niveaux : 1 ;
- toiture à deux versants inclinés à 40° au moins;
- hauteur sous plafond : 3 mètres maximum ;
- façade à rue en maçonnerie de briques apparentes, parfois enduite.

6. Tableaux récapitulatifs des hypothèses concernant les mesures d'amélioration

(voir pages suivantes)

## ECONOTEC

	Consommation visée par la mesure	Réduction (%)	Tx pén ds BAU (%)	Tx pén scén réd. (%)	Durée de vie ans	Coût invest. €/GJ écon.	Coût expl. €/GJ écon.
<b>SECTEUR RESIDENTIEL</b>							
<i>Enveloppe du bâtiment</i>							
Iso toit maisons exist.	Chauf. comb. mais. exist.	15	63	68	30	115	0
Iso toit maisons exist.(bis)	Chauf. comb. mais. exist.	15	68	95	30	180	0
Rempl. VS par VD HR++ mais exist.	Chauf. comb. mais. exist.	18	77	90	20	442	0
Rempl. VD par VD HR++ mais exist.	Chauf. comb. mais. exist.	5	17	77	20	562	0
Rempl. VS par VD HR++ appart. exist.	Chauf. comb. app exist.	30	77	90	20	442	0
Rempl. VD par VD HR++ appart. exist.	Chauf. comb. app exist.	12	17	77	20	562	0
Rempl. VD par VD HR++ mais ex. chauff. él.	Chauf. élec. mais. exist.	9	5	50	20	708	0
Rempl. VD par VD HR++ appart. ex. chauff. él.	Chauf. élec. app. exist.	21	5	50	20	708	0
Double vitrage HR++ dans maisons neuves	Chauf. comb. mais. neuves	5	25	75	20	77	0
Double vitrage HR++ appartements neufs	Chauf. comb. app. neufs	10	25	75	20	77	0
<i>Comportement</i>							
Modif. comportement chauffage résidentiel	Chauf. comb. app. neufs	5	0	50	1	0	3,72



## ECONOTEC

	Consommation visée par la mesure	Réduction (%)	Tx pén ds BAU (%)	Tx pén scén réd. (%)	Durée de vie ans	Coût invest. €/GJ écon.	Coût expl. €/GJ écon.
<b>SECTEUR RESIDENTIEL</b>							
<i>Equipements</i>							
Rempl. chaud. par chaud. HR mais exist.	Chauf. comb. mais. exist.	20	20	27	20	95,3	0
Rempl. chaud. par chaud. HR appart. exist.	Chauf. comb. app exist.	20	20	27	20	95,3	0
Chaudière à condensation - maisons neuves	Chauf. comb. mais. neuves	10	30	80	20	58,1	0
Chaudière à condensation - appartnts neufs	Chauf. comb. app. neufs	10	30	80	20	39	0
Chaudière à condensation - maisons exist.	Chauf. comb. mais. exist.	10	18	50	20	137,3	0
Chaudière à condensation - appartnts exist.	Chauf. comb. app exist.	10	18	50	20	66,9	0
Thermostat avec horloge	Chauf. comb. mais. exist.	6	60	100	20	47,4	0
Vannes thermostatiques mais. exist.	Chauf. comb. mais. exist.	9	70	100	20	53	0
Vannes thermostatiques app. exist.	Chauf. comb. app exist.	9	70	100	20	53	0
Douche écon. - lognts exist. - non él.	Comb. ECS.	15	5	30	10	20,7	0
Douche écon. - lognts neufs - non él.	Comb. ECS.	15	5	30	10	3,5	0
Douche econ. - lognts exist. - él.	Elec. ECS	15	5	30	10	21,4	0
Douche écon. - lognts neufs - él.	Elec. ECS	15	5	30	10	3,6	0
Lampes fluo-compactes	Elec. Éclairage	70	20	25	10	304	0

## ECONOTEC

	Consommation visée par la mesure	Réduction (%)	Tx pén ds BAU (%)	Tx pén scén réd. (%)	Durée de vie ans	Coût invest. €/GJ écon.	Coût expl. €/GJ écon.
<b>SECTEUR RESIDENTIEL</b>							
<i>Changements de combustibles</i>							
Capteurs solaires ECS non électr. exist.	Comb. ECS.	50	1	2	20	933	0
Capteurs solaires ECS électr. exist.	Elec. ECS	50	1	2	20	983	0
Capteurs solaires ECS non électr. neuf	Comb. ECS.	50	1	2	20	829	0
Capteurs solaires ECS électr. neuf	Elec. ECS	50	1	2	20	873	0
Rempl. chaud. fuel par chaud. gaz mais exist.	Chauf. comb. mais. exist.	0	70,8	84,8	20	95,3	0
Rempl. chaud. fuel par chaud. gaz app. exist.	Chauf. comb. app exist.	0	70,8	84,8	20	95,3	0
Rempl. chauff. él. maisons exist. par gaz nat.							
Rempl. chauff. él. appart. exist. par gaz nat.							
Rempl. chauff. él. maisons neuves par gaz nat.							
Rempl. chauff. él. appart. neufs par gaz nat.							

## ECONOTEC

	Consommation visée par la mesure	Réduction (%)	Tx pén ds BAU (%)	Tx pén scén réd. (%)	Durée de vie ans	Coût invest. €/GJ écon.	Coût expl. €/GJ écon.	
<b>SECTEUR TERTIAIRE</b>								
<i>Enveloppe du bâtiment</i>								
	Isolation toiture tertiaire	Chauffage	13	63	68	30	40	0
	Rempl. VS par VD HR++ bât. exist.	Chauffage	26	85	95	20	290	0
	Rempl. VD par VD HR++ bât. exist.	Chauffage	12	20	80	20	429	0
	Rempl. VD HR par VD HR++ bât. neufs	Chauffage	6,5	4	5,3	20	155	0
<i>Comportement</i>								
	Modif. comportements chauff. tertiaire	Chauffage	5	0	100	1	0	2,5
	Modif. comportements éclairage tert.	Eclairage	5	0	100	1	0	4,5

## ECONOTEC

	Consommation visée par la mesure	Réduction (%)	Tx pén ds BAU (%)	Tx pén scén réd. (%)	Durée de vie ans	Coût invest. €/GJ écon.	Coût expl. €/GJ écon.
<b>SECTEUR TERTIAIRE</b>							
<i>Equipement</i>							
	Chaudière condens. bât. exist.	10	16	46	20	66,9	0
	Chaudière condens. bât. neufs	10	30	80	20	39	0
	Gestion technique centralisée	2,8	10	20	5	9	0
	Lampes fluo-compactes	70	12	17	5	39,4	0
	Rempl. TL class. par TL à ballast électron.	48	17,5	24,5	10	373	0
	Contrôle autom. de l'éclairage	20	10	30	10	56	0
	Amélioration install. frigo supermarchés	80	10	20	10	5	0
	Capteurs solaires ECS	50	1	2	20	829	0