

N° réception :	
----------------	--

Concours de projet d'architecture  
« Logement durable » (2006)

Pièces écrites

Concours de projet Logement durable – E q u i p e 9 8 6 6 8
---

1. Parti architectural
2. Systèmes
  - 2.1. *Enveloppe du bâtiment*
  - 2.2. *Eau chaude sanitaire et chauffage*
  - 2.3. *Ventilation*
  - 2.4. *Eclairage*
3. Maintenance
4. Recyclage des matériaux et déchets
5. Note de calcul consommation énergétique
  - 5.1. *Note de calcul justifiant le respect d'un niveau d'isolation maximum K45 et de l'objectif BE250*
  - 5.2. *Note de calcul sur base de la Directive européenne 2002/91/CE sur les performances énergétiques des bâtiments résidentiels.*
6. Coût
  - 6.1. *Coût global hors adaptation au site choisi*
  - 6.2. *Coût global d'adaptation au site choisi*
  - 6.3. *Coût d'utilisation*
  - 6.4. *Coût de recyclage*

## 1. Parti architectural

Le site, un terrain de football désaffecté, se trouve en limite d'une zone d'habitat au sud et d'une zone d'activité économique au nord. L'implantation choisie consiste à construire la voirie d'accès le long de la limite nord du terrain, ce qui permettrait dans le futur, l'implantation dans une orientation nord-sud de quatre groupes de cinq habitations. Un espace sera ménagé entre la voirie et les habitations permettant l'implantation de car port et d'accès personnalisés.

Les jardins des habitations se développeront plein sud et seront tournés vers la zone d'habitat existante. L'extrémité sud des jardins pourrait être traitée en espace semi privatif en liaison avec l'espace vert à vocation sociale. La limite nord de la parcelle jouxtant une zone fortement boisée, les constructions s'intègrent parfaitement dans le site.

Au vu de la proximité immédiate d'importants bâtiments du site économique, la volonté a été de mettre en place un ensemble faisant trait d'union entre les dits bâtiments et la zone d'habitat existante.

En articulant les logements respectivement sur deux niveaux pour les deux chambres et sur trois niveaux pour les quatre chambres, la volonté est au-delà d'une esthétique, de renouer avec le toit terrasse, élément d'une pratique individuelle intime apportant un complément important à des logements aux surfaces minimalistes.

Les matériaux de parement liés à cette volumétrie peuvent être en fonction des sites choisis tout autant du zinc, du bois ou de la brique.

Cette conception apporte outre une plastique originale des espaces extérieurs, des avantages de coût de construction et de fonctionnement (voir plus en détail ci-après). Elle permet également un usage parcimonieux du sol et des équipements de voirie réduits.

## 2. Systèmes

### 2.1. Enveloppe du bâtiment

#### *Isolation thermique*

#### *Isolation – étanchéité à l'air – compacité*

De façon à assurer une faible consommation énergétique l'enveloppe du bâtiment a été conçue de manière à limiter les déperditions calorifiques (bonne isolation et bonne étanchéité à l'air) mais aussi de manière à éviter la surchauffe (apports solaires trop importants en été). Afin d'éviter des surfaces de déperditions trop importantes, l'accent a également été mis sur la compacité des volumes.

Le bâtiment présente une masse importante. Latéralement, les parois sont en maçonnerie lourde de terre cuite et les planchers, le sol et la toiture sont composés de hourdis en béton.

Les parois avant et arrière que nous appellerons ci-après 'Paroi légère à revêtement libre' se composent d'une structure en bois isolée et de baies vitrées à châssis en aluminium équipés de vitrages sélectifs à haut rendement.

Le calcul présenté plus loin montre que ces dispositions permettent d'atteindre un K29 au niveau de l'isolation de l'habitation, révélateur d'une bonne isolation et un niveau BE de 132.08 MJ/m<sup>2</sup>, révélateur d'une faible consommation énergétique.

## **Conception acoustique**

### **Murs désolidarisés - creux – masses volumiques différentes**

Il est à noter que les murs mitoyens ont fait l'objet d'une conception acoustique particulière de manière à réduire les bruits aériens, les bruits de contacts et les effets de flanking que l'on rencontre de nos jours dans les habitations mitoyennes.

Pour éviter la transmission des bruits aériens (parole humaine), la composition du mur double type (comprenant un creux et un isolant) a été adaptée : les 2 parois se composent de maçonnerie de masse volumique différente ( $r_1 = 900 \text{ kg/m}^3$  et  $r_2 = 1200 \text{ kg/m}^3$ ), limitant ainsi fortement tout effet de résonance.

Pour éviter la propagation des bruits de contacts (course dans les escaliers) et les effets de flanking (propagation des basses via les parois), les murs doubles ont été complètement désolidarisés (fondations distinctes et maçonneries dépourvues de crochets de liaison).

## **2.2 Eau chaude sanitaire et chauffage**

### **Panneaux solaires – réservoir isolé – chaudière HR gaz – chauffage sol – inertie thermique**

Le système retenu pour la production d'eau chaude sanitaire (ECS) est un chauffe-eau solaire avec appoint de type instantané par l'intermédiaire d'une chaudière HR.

Les capteurs ( $5\text{m}^2$  par logement), placés sur les toitures plates, alimenteront en chaleur des ballons de stockage situés aux premiers étages des logements.

Cette implantation permet de réduire au minimum les distances parcourues par les fluides tant entre les capteurs et le ballon de stockage qu'entre ce dernier et les différents points de distribution d'eau. L'orientation des capteurs (S-SO) et leur inclinaison à  $45^\circ$  permet un rendement optimal de ceux-ci. Le ballon se trouve à côté d'une chaudière murale HR permettant l'appoint d'eau chaude en période de rendement plus faible des capteurs (période hivernal ou temps couvert).

Les besoins en ECS d'une habitation 4 chambres ont été évalués à  $105 \text{ l/jour}$  selon la méthode décrite dans l'annexe 2 de la NIT 212 du CSTC<sup>1</sup> prenant en compte le nombre de pièces de l'habitation, le standing de celle-ci et la  $T^\circ$  d'eau chaude délivrée.

Cependant la capacité du ballon a été fixée à 300 litres afin de répondre aux besoins en ECS et à alimenter la chaudière en eau préchauffée pour le chauffage sol.

Le choix d'un chauffage par le sol et d'une chaudière gaz HR ont été retenus pour plusieurs raisons :

- le gaz a été privilégié par rapport aux autres combustibles car, outre, sa disponibilité dans la rue, il présente l'avantage de ne requérir aucun stockage et moins d'entretien du corps de chauffe.
- La compacité des chaudières murales aux gaz actuelles permet de les intégrer plus aisément dans des habitations de faible surface.
- Un chauffage par le sol ne nécessite pas une production d'eau chaude à très haute  $T^\circ$ . Un minimum d'énergie est donc nécessaire pour amener l'eau préchauffée par le chauffe-eau solaire à la  $T^\circ$  de chauffage.
- Le chauffage sol, combiné à l'inertie et à la très bonne isolation thermique du bâtiment, permet d'éviter tout effet de pic au niveau de l'utilisation et donc toute surconsommation.

1. NIT 212 - Code de bonne pratique pour l'installation des chauffe-eau solaires, CSTC, Bruxelles, 1999, BEL

- Le chauffage sol permet, outre un gain de place dû à l'absence de radiateurs, un niveau de confort supérieur à celui obtenu avec un chauffage par radiateurs pour une même T° intérieure. Cette sensation est due principalement au fait que la chaleur produite se fait par rayonnement et non par convection.

Certes, un gain énergétique supplémentaire aurait été possible sur base d'une chaudière à condensation. Cependant, le coût d'installation de ce type de chaudière étant nettement supérieur, nous avons préféré opter pour une chaudière HR.

## 2.3 Ventilation

### Ventilation mécanique à double flux – ventilation naturelle intensive

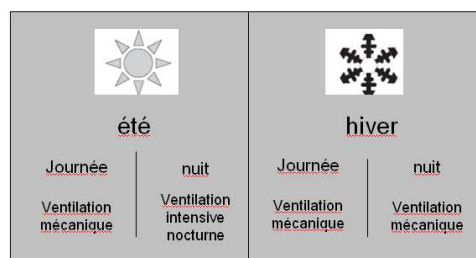
Le projet intègre pour chaque habitation, 2 modes de ventilation.

#### Ventilation mécanique à double flux

Le premier mode de ventilation est de type **mécanique à double flux** (système D). Il a comme fonction d'assurer une bonne qualité de l'air à l'intérieur du bâtiment.

L'air neuf sera pulsé mécaniquement dans les locaux dits « propres » (séjour et chambres) et sera extrait mécaniquement par les locaux humides ou viciés (cuisine, salle de bain, sanitaires et local technique).

Les gaines de ventilation seront intégrées dans la colonne technique située au centre du bâtiment. Des gaines horizontales assureront la distribution de l'air neuf pulsé dans les différentes pièces et l'air vicié sera quant à lui repris près de la colonne de distribution. Un échangeur de chaleur à contre courant (rendement supérieur à 80%) permettra de récupérer la chaleur de l'air extrait pour préchauffer l'air frais de manière à réduire au maximum les pertes thermiques par ventilation. Le passage d'air dans l'échangeur de chaleur occasionnant évidemment une chute de pression et, par conséquent, un supplément de consommation d'énergie par le ventilateur, on choisira des conduits étanches circulaires à double joint générant peu de pertes de pression, ainsi qu'un ventilateur efficace (à courant continu). L'étanchéité à l'air de l'enveloppe sera soignée lors de l'exécution de manière à limiter les déperditions thermiques par infiltration.



Stratégies de ventilation

#### Ventilation naturelle nocturne intensive

Pour éviter le risque de surchauffe en été et assurer le confort des occupants, un second mode de ventilation sera appliqué aux logements : la ventilation naturelle intensive nocturne.

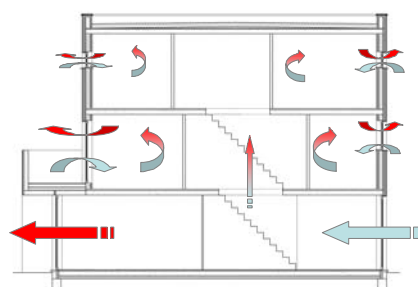
Il s'agit en fait plus d'une stratégie que d'un système car ce type de ventilation nécessite peu de machinerie (faible coût d'investissement) et donnera de meilleurs résultats si les occupants la comprennent et y adhèrent.

Cette stratégie comprend trois grandes catégories de mesures anti-surchauffe :

1. **Réduction des apports thermiques** via une isolation importante des parois (murs et toiture) et des apports solaires limités via les baies (vitrage sélectif à haut rendement)

2. **Masse thermique** suffisante et accessible (parois latérales en briques de terre cuite et plancher en béton).
3. **Refroidissement** nocturne par ventilation intensive

Le refroidissement s'effectue donc la nuit par ventilation naturelle intensive. Pour établir un échange thermique suffisant entre la structure du bâtiment et l'air froid, il faut réaliser un renouvellement d'air de plusieurs volumes par heure. C'est pourquoi, de grandes grilles de ventilation anti-effractions amovibles ont été intégrées aux fenêtres.



**Ventilation naturelle intensive nocturne**

**Au rez**, la ventilation sera de type *transversale*  
**Aux étages**, la ventilation pourra être de type *unilatérale* (portes intérieurs fermées) ou *transversale* (portes intérieurs ouvertes).

## 2.4. Eclairage

### Rayonnement diffus – baies vitrées – protection solaire fixe – rayonnement direct – lampes économiques intégrées

L'éclairage a fait l'objet d'une attention toute particulière dans ce projet tant au niveau de l'éclairage naturel qu'au niveau de l'éclairage artificiel

#### Eclairage naturel

Une attention particulière a été portée à l'éclairage naturel de l'ensemble de l'habitation. Dans le cas de l'habitation 4 chambres, le ratio de surface vitrée à la surface au sol est de 0,19 (19 m<sup>2</sup>/102 m<sup>2</sup>) supérieur au rapport 1 à (0,125) généralement considéré comme révélateur d'une habitation lumineuse.

Les Facteurs Lumière du Jour - FLJ - (rapport de l'éclairement horizontal intérieur à l'éclairement horizontal extérieur sous ciel couvert) ont été prédéterminés au centre des différentes pièces à 0,8 m de hauteur selon la méthode des protractors développée par le BRE<sup>2</sup>.

Les valeurs obtenues montrent que l'éclairement intérieur sous ciel diffus est satisfaisant, supérieur aux valeurs minimales recommandées<sup>3</sup>.

Pièce	FLJ calculé	FLJ minimum recommandé	FLJ minimum recommandé
Cuisine Salle à manger	2,8 %	0,5 %	2 %
Salon	1,4 %	0,5 %	2,5 %
Chambre arrière 1 <sup>er</sup>	2,6 %	0,3 %	2 %
Chambre avant 1 <sup>er</sup>	2,1 %		
Chambre arrière 2 <sup>ème</sup>	0,8 %		
Chambre arrière 2 <sup>ème</sup>	1,3 %		

Facteurs lumière du jour calculés

Si l'éclairage naturel diffus a été considéré, l'éclairage naturel direct a également été pris en compte. C'est pourquoi, au rez-de-chaussée, sur l'arrière, une terrasse a été prévue au-dessus de la baie vitrée du living de manière à servir de protection solaire fixe en été tout en permettant une pénétration des rayons du soleil directs dans le séjour en hiver. La terrasse a été remplacée par un pare-soleil dans les logements deux chambres.

2. Estimating daylight in buildings : Part 1 – an aid to energy efficiency, Building research establishment Digest 309, 1986, BRE Garston, UK  
 3. L'éclairage naturel des bâtiments, Architecture et Climat – RW, BEL

## **Eclairage artificiel**

Bien que n'étant pas le poste le plus énergivore d'une habitation, la consommation énergétique de l'installation d'éclairage a fait l'objet d'une attention spécifique vu l'installation, dans les parties communes (escaliers), de luminaires équipés de lampes fluocompactes à soclet « à broche ».

La salle de bain et la cuisine seront quant à elles équipées de tubes TL de couleur blanc chaud (température de couleur de 3000 K) encastrés et munis de ballasts électroniques.

## **3. Maintenance**

La maintenance a, dans la mesure du possible, été réduite au maximum de manière à limiter les contraintes et les coûts.

Les matériaux proposés pour les façades (zinc, bois ou brique) ne nécessitent pas d'entretien de la part ni des occupants ni du propriétaire.

Les châssis ont été choisis en aluminium pour éviter tout entretien

Les chaudières au gaz ne nécessiteront une inspection que tous les 2 ou 3 ans, de même que l'installation de ventilation.

Il faudra toutefois procéder annuellement au nettoyage des panneaux solaires de manière à ce que leur rendement reste optimum.

## **4. Recyclage des matériaux et déchets**

### **4.1. Déchets issus de l'occupation**

Outre les déchets propres à la consommation des ménages (près de 500 kg par personne par an en 2002<sup>4</sup>), les déchets issus des consommations énergétiques liées à l'occupation peuvent être chiffrés en rejet de CO<sub>2</sub>.

La note de calcul présentée en annexe évalue la consommation énergétique à :

4244 kWh par an pour l'installation de chauffage

1256 kWh par an pour l'installation d'eau chaude sanitaire

Ce qui représente, sur base d'un facteur de conversion<sup>5</sup> de 0,198 kg de CO<sub>2</sub> par kWh, respectivement 850 kg de CO<sub>2</sub>, 248 kg de CO<sub>2</sub>.

L'ICEDD (Institut de Conseil et d'Etude en Développement Durable) estime la consommation électrique d'un ménage wallon à 3700 kWh / an.

Sur base d'une typologie de logement social, nous tablons dans nos calculs sur une consommation de 2500 kWh, ce qui représente, sur base d'un facteur de conversion de 0,297, 650 kg de CO<sub>2</sub>.

Les eaux usées, estimées sur base d'une consommation de 80 litres par personnes par jour se monteront à 140 m<sup>3</sup> par an pour l'habitation 4 chambre, se rejeteront dans le système d'égouttage public.

4. Le guide de bonnes pratiques pour prévenir la production de déchets ménagers, 2004, RW.

5. CD-Energie +, Version 5, RW.

- L'utilisation de **matériaux recyclés** ou intégrant un pourcentage de déchets
- L'utilisation de **matériaux recyclables** ou inertes

S'il n'est pas ici possible de lister l'ensemble des matériaux utilisables, l'utilisation de matériaux recyclés se traduira dans le projet par l'emploi :

- de blocs en terre cuite perforés du type 'bloc-treillis' composés d'argiles, de boues de sciage de pierres calcaires et de sciures de bois
- de membrane d'étanchéité de toiture à base de PVC recyclé issu de déchets de membranes PVC
- de chapes de compressions intégrant des produits recyclés (vermiculite expansée, granulats de polystyrène expansé recyclés des emballages en EPS)
- d'isolant acoustique pour les chapes flottantes se composant de granulats de polyuréthane broyés
- de tablette de fenêtre intérieure en PVC recyclé, extrudé dur

Les panneaux isolants en fibre de bois sont composés en partie de déchets de papier et de résidus de bois tendre fabriqués sans aucun halogène, biocide, plastifiant ou métaux lourds et sont composés à 85 % de matière première rapidement renouvelable

Le lattage des terrasses (et éventuellement le bardage extérieur) peuvent être réalisés à partir de planches plastiques rainurées en matières plastiques recyclées.

L'accent a également été mis sur l'utilisation de matériaux recyclables et dans la mesure du possible, il a été opté pour des matériaux inertes

Les calculs réalisés sur l'habitation centrale quatre chambres renseignent une très bonne isolation thermique ainsi qu'une faible consommation énergétique.

## 5. Note de calcul - consommation énergétique

Le niveau d'isolation thermique atteint **K29** ;  
 Les **besoins nets en énergie** atteignent **132,08 MJ/m<sup>2</sup>.an** (soit 3,6 litres de mazout par m<sup>2</sup> par an - ramenés à 3,2 litres de mazout par m<sup>2</sup> par an sur base d'un calcul journalier dynamique) ;

Le calcul de la consommation énergétique primaire selon la méthode de calcul flamande de la PEB en réponse à la Directive européenne 2002/91/CE sur les performances énergétiques des bâtiments résidentiels montre une consommation de :

543,6 MJ/m<sup>2</sup>.an soit un **E 75** pour l'habitation sans panneaux solaires  
 324,4 MJ/m<sup>2</sup> an un **E 60** pour l'habitation avec panneaux solaires

Performance énergétique	
Isolation thermique	K 29
Be	132,08 MJ/m <sup>2</sup> 3,6 l de mazout par m <sup>2</sup> par an Ramenés à 3,2 l en cas d'étude dynamique
PEB flamande	E 60

Ci-après se trouvent résumés les points importants des différents calculs. Les détails sont explicités dans l'annexe au présent document.

### 5.1. Note de calcul justifiant le respect d'un niveau d'isolation maximum K45 et de l'objectif BE250

Concours de projet Logement durable – E q u i p e 9 8 6 6 8	N° réception :
---	----------------

Rem.1 : Une étude présentée au congrès Français de thermique, SFT 2005 à Reims en juin 2005 a montré que l'écart moyen entre l'évaluation des consommations par la NBN et par des **méthodes dynamiques détaillées** est de  $\pm 10\%$ . Une analysée sur base dynamique mènerait ainsi à une consommation de l'ordre de **3,2 litres** de mazout par  $m^2$  par an

<b>1. Niveau d'isolation thermique globale selon la NBN B62-301</b>	
Surface totale de déperdition :	151 $m^2$
Volume protégé :	324 $m^3$
Compacité :	2.15
Déperditions thermiques de l'enveloppe :	59,84 W/K
Déperditions thermiques par ventilation :	82,62 W/K
Coefficient moyen de transmission :	0,4 $W/m^2K$
Coefficient de déperdition total :	142,46 W/K
<b>Niveau d'isolation thermique global :</b>	<b>K29 (&lt; K30)</b>

<b>Besoins nets en énergie de chauffage selon les arrêtés du 15 février 1996</b>	
Température de non chauffage :	14,55°C
Classe d'inertie	I3 ( $I=362 \text{ kg/m}^2 < 400$ )
Somme des degrés-jours :	1255,51
Besoins nets en énergie pour le chauffage :	
Be= 132,08 $MJ/m^2 \text{ an} = 36.69 \text{ kWh/m}^2\text{an}$	
soit <b>3,6 litres</b> de mazout par $m^2$ par an <sup>*Rem.1</sup> ou 3,2 litres de mazout par $m^2$ par an sur base d'un calcul dynamique	
Be,max (Be450) = 297,33 $MJ/m^2\text{an}$	
Be,max (Be250)=150,6 $MJ/m^2\text{an} > 132,08 \text{ MJ/m}^2\text{an}$	

## 5.2. Note de calcul sur base de la Directive européenne 2002/91/CE sur les performances énergétiques des bâtiments résidentiels.

### 5.2.1. Calcul pour une habitation sans panneaux solaires

Niveau de consommation d'énergie primaire selon les arrêtés du gouvernement flamand publiés au Moniteur Belge le 17 juin 2005.

Energie nette pour le chauffage :	209.88 $MJ/m^2 \text{ an}$ <sup>*Rem.2</sup>
Energie nette pour l'eau chaude sanitaire :	31.36 $MJ/m^2 \text{ an}$

En considérant une chaudière au gaz à condensation de rendement de production égal à 107% et une production instantanée d'eau chaude sanitaire par combustion de rendement égal à 50%, les différents postes de consommation sont les suivants :

Concours de projet Logement durable – E q u i p e 9 8 6 6 8	N° réception :
---	----------------

Le niveau de consommation d'énergie primaire (selon les arrêtés du gouvernement flamand) : **E 75**

Le risque de surchauffe de ce type d'appartement évalué selon les mêmes arrêtés est nul.

Energie primaire pour le chauffage :	237.3 MJ/m <sup>2</sup> .an
Energie primaire pour l'eau chaude sanitaire :	121.9 MJ/m <sup>2</sup> .an
Energie primaire pour les auxiliaires de chauffage :	48.5 MJ/m <sup>2</sup> an
Consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire :	407.7MJ/m <sup>2</sup> an soit 113.25kWh/m <sup>2</sup>
Consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire de référence :	543.6 MJ/m <sup>2</sup> an soit 151 kWh/m <sup>2</sup> an
<b>Niveau E</b>	<b>75</b>

### 5.2.2. Calcul pour une habitation avec panneaux solaires

Niveau de consommation d'énergie primaire selon les arrêtés du gouvernement flamand publiés au Moniteur Belge le 17 juin 2005.

En considérant 5 m<sup>2</sup> de capteur solaire par logement (rendement optique = 0.84 et coefficient de déperdition = 3.36 W/m<sup>2</sup>K), incliné à 45° et orienté au sud :

Soit une couverture solaire de 70%.

Energie primaire pour l'eau chaude sanitaire :	38.65 MJ/m <sup>2</sup> an
--	----------------------------

Consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire :	324.4 MJ/m <sup>2</sup> an
<b>Niveau E</b>	<b>60</b>

Le niveau de consommation d'énergie primaire (selon les arrêtés du gouvernement flamand) : **E 60**

Rem.2 : La différence entre les besoins nets en énergie de chauffage évalués selon la NBN ou selon l'application flamande de la Directive Européenne est due entre autre à

- ◇ des apports internes gratuits différents
- ◇ des taux de renouvellement d'air différents
- ◇ la prise en compte de coefficients correctifs du facteur d'ombrage

Concours de projet Logement durable – E q u i p e 9 8 6 6 8	N° réception :
---	----------------

## 6. Coût

### 6.1. Coût global hors implantation au site choisi

L'estimatif a été réalisé sur base de l'appartement 4 chambres central.

	Postes	Coûts totaux
1	Infrastructure	
	Hors égouttage	3.199,50 €
	<b>Egouttage compris</b>	<b>6.699,50 €</b>
2	Gros-oeuvre	21.833,80 €
3	Toiture	5.545,00 €
4	Fermeture de façades	11.211,75 €
5	Parachèvements intérieurs	21.535,00 €
6	Sanitaires – HVAC	10.500,00 €
7	Electricité	3.215,00 €
	<b>TOTAL hors égouttage</b>	<b>77.040,05 €</b>
	<b>TOTAL égouttage compris</b>	<b>80.540,05 €</b>

Compte d'une superficie de 100 m<sup>2</sup> (cages d'escalier et paliers compris) pour la maison 4 chambres, la construction revient à

770,40 € / m<sup>2</sup> hors égouttage  
ou 805,54 € / m<sup>2</sup> égouttage compris

Par extrapolation, nous pouvons estimer le coût global des 5 maisons représentées sur les plans à :

385.200,25 € hors égouttage  
ou 402.700,25 € égouttage compris.

### 6.2. Coût global d'adaptation du site choisi pour les 5 logements

	Postes	Coûts totaux
1	Terrassements	1.440,00 €
2	Voirie	8.770,00 €
3	Egouttage	6.650,00 €
4	Impétrants	3.500,00 €
5	Zones privatives	1.000,00 €
	<b>TOTAL hors égouttage</b>	<b>21.360,00 €</b>

Rem. 3: Le détail de ces estimatifs présentés aux points 6.1. et 6.2. sont disponibles dans les annexes jointes au présent document.

Concours de projet Logement durable – E q u i p e 9 8 6 6 8

N° réception :

### 6.3. Coût d'utilisation

Les coûts d'utilisation comportent d'une part les coûts liés à la consommation énergétique du bâtiments et , d'autre part, les coûts de maintenance.

#### Coûts de la consommation énergétique

	Consommation	Coût
Chauffage	4.244 kWh	
Eau chaud sanitaire	1.256 kWh	
Total gaz naturel	5.500 kWh	310 €
Electricité	2.500 kWh	335 €
Eau	72 m <sup>3</sup>	95 €
Charges fixes (redevances, TVA et autres)		225 €
Total annuel		1.075 €
Total mensuel		90 €

La consommation d'eau de l'habitation 4 chambres (5 personnes) a été calculée sur base d'une consommation de 80 litres d'eau par personne provenant, à titre égale, de la récolte des eaux de pluie et de la société de distribution d'eau.

Les coûts de la consommation de gaz ont été calculées sur base du tarif A et ceux de l'électricité sur base du tarif normal bi-horaire.

#### Coûts de maintenance

Les **coûts de maintenance** sont quant à eux, évalués à une moyenne de un homme jour par an sur base de l'entretien des panneaux solaires, de l'installation de chauffage et de ventilation.

### 6.4. Coût de démolition et de recyclage

Le coût de démolition et de recyclage a été calculé pour l'habitation 4 chambres au moyen du logiciel MEDECO 1.1.<sup>6</sup> sur base du métré établi au point 6.1. pour l'évaluation des coûts de construction.

Le calcul n'a considéré que les coûts de démolition et de recyclage et de mise en centre d'enfouissement technique.

Il n'a pas tenu compte d'une éventuelle revente des déchets.

Coût de recyclage	14.900 €
-------------------	----------

6. Le logiciel MEDECO, réalisé par T.I.P. group en collaboration avec le CSTC et la supervision de Tradecowall S.C., est libre disponible à l'adresse : <http://www.marco-construction.be>

Rem. 4 : Le détail complet du calcul de démolition et recyclage est disponible sur demande.