

Maître d'ouvrage et Architecte
Jean-Michel Leclercq
Atelier des deux maisons sprl
Rue Arthur André 37
1150 Bruxelles

Entrepreneur principal
Stabilame

Entreprise de montage
Stabilame

Stabilité
Enesta

Techniques
Enesta

Chantier
Wancennes

Eternit 

N° 004 // 2012

Construction en éléments

Rénovation
Construction à ossature

Nouvelle construction
Construction massive

ÉTUDE DE PROJET

Construction durable

► Maison active à Wancennes

La recherche d'un architecte pour créer le rapport optimal entre le confort d'une habitation de demain, les réglementations de construction future et une empreinte écologique minimale.

Nouvelle réglementation en Flandre dès 2014. Voir p. 7



► De l'urbanisme avec la construction passive

La maison s'implante en haut d'un village repris au plan de secteur comme zone d'habitat à caractère rural. L'intention de l'architecte a donc été de respecter la typologie des bâtiments du village et les prescriptions urbanistiques exigeantes en matière de gabarits, de matériaux et d'implantation.

La construction est composée de deux volumes, soit un volume simple passif s'articulant sur un volume secondaire séparé. Le garage et atelier, non-passives, est positionné proche de l'alignement pour respecter les obligations urbanistiques. Cela permet une orientation plus libre du volume primaire, la maison, conforme aux règles empiriques de la construction passive : la compacité du volume, le rapport entre le volume protégé et la surface de l'enveloppe, la gestion des pleins et des vides, l'effet naturel d'ombrage et le plus important :

l'orientation. Pour garder l'offre d'une vue spectaculaire de 180° sur la dépression de la Famenne et de la Calestienne vers le Nord du terrain, un investissement dans du triple vitrage était exigé. Dans cette maison, l'ombrage est réalisé par des débordements de la toiture ainsi que des saillies et renforcements architecturaux, tirant ainsi pleinement parti des gains solaires durant les périodes froides et se protégeant durant les périodes estivales.

Il est évident que pour une construction passive de qualité une bonne isolation est élémentaire. Pour limiter le chauffage annuel à 14 kWh/m²/an, la surchauffe estivale à < 5% (>25°) et obtenir une étanchéité à l'air du bâtiment de < 0,60 h⁻¹, les matériaux suivants ont été sélectionnés;

- Isolation thermique du mur avec une mousse rigide Résol 180 mm, $\lambda=0.021$ W/mK. Cet isolant est classé par le NIBE comme la cellulose insufflée c'est-à-dire 1c.
- Isolation thermique de la toiture par le principe du sarking avec une mousse rigide Résol 180mm et 240 mm de laine de verre, $\lambda=0.035$ W/mK, [classe NIBE 1b] entre les chevrons.
- Sous-toiture **ETERROOF Duo d'ETERNIT** pour la protection de l'isolation ainsi que comme pare-vent à l'arrière des parements en bardage en bois sur la façade.
- Isolation sous la dalle en granulat d'argile expansé 200 mm $\lambda=0.10 - 0.16$ W/mK et PIR 200 mm, $\lambda=0.023$ W/mK.
- Des châssis en bois protégés par un capot aluminium extérieur plus triple vitrage.

► D'une maison passive à active

Le bâtiment est certifié ZÉRO ÉNERGIE. C'était le souhait de l'architecte et maître de l'ouvrage. Quand la maison répond aux critères de l'habitation passive où la demande résiduelle d'énergie pour le chauffage et le refroidissement des pièces est complètement minimisée, l'étape suivante vers une indépendance énergétique est facilement atteinte.



Pour diminuer la consommation de l'énergie primaire à 93 kWh/m²/an, les matériaux suivants ont été sélectionnés;

- Système de ventilation type D double flux avec un rendement de 92%.
- Une gestion de l'éclairage semi-domotique avec des lampes principalement LED.
- Un poêle à bois étanche pour maisons passives.
- Deux boucles chauffantes de 1,5 kW avec thermostat sur les bouches de pulsion du living pour assurer une t° de confort après une période d'inoccupation.
- Une pompe à chaleur avec évaporateur statique couplée à un boiler de 300 litres pour assurer l'eau chaude sanitaire.

Le tout donne un besoin total en énergie de 3113 kWh/an suivant le logiciel PHPP. Pour générer ce besoin, le choix s'est porté sur l'usage d'énergie renouvelable du type solaire photovoltaïque intégrée dans le toit. Pour la Belgique un besoin de 3113 kWh/an est égal à 3662 Watt crête et correspond à un paquet « large » de tuiles solaires SOLESIA, à intégrer entre des tuiles en béton STONEWOLD, de +/- 25m². L'installation est orientée plein sud et intégrée dans une toiture avec une pente de 35° conçue pour la collecte d'énergie photovoltaïque optimale. Le système SOLESIA d'ETERNIT a été sélectionné pour sa solution d'intégration architecturale parfaitement esthétique, ainsi que pour;

- Les cellules monocristallines noires qui offrent le meilleur rendement
- C'est un système intégré bien ventilé
- La garantie sur l'étanchéité à la pluie est totalement assurée par les panneaux solaires eux-mêmes
- Un risque de vol quasi inexistant
- Une exposition minimale au vent
- La pose facile et le raccord parfait avec les tuiles STONEWOLD

Pour une certification ZÉRO ÉNERGIE, la région Wallonne utilise le logiciel PEB. Dans ce logiciel, l'apport des systèmes photovoltaïques est pénalisé de 30% au lieu de 15%. Le système installé était donc insuffisant pour la certification. Il a alors été élargi de 8 panneaux de 90 Watt crête vers le paquet XL (extra large) soit un total de 4320 Watt crête et +/- 30m². L'installation a déjà fait preuve d'un apport de +/- 3700 kWh/an. C'est pour cette raison que nous classerons l'habitation de l'architecte Jean-Michel Leclercq comme une MAISON ACTIVE!





► Le choix des matériaux pour une empreinte écologique minimale

La sélection des matériaux avec la plus faible empreinte écologique a été faite en fonction de leur Eco-Bilan classé par le NIBE – Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie. Le NIBE a classé des matériaux de construction en fonction de leur impact environnemental direct et indirect sur leur cycle de vie total, c'est-à-dire Cradle to Grave. Plusieurs critères d'analyse ont été utilisés;

- Utilisation de l'énergie grise
- La disponibilité des ressources naturelles utilisées
- Impact sur la santé et l'environnement
- Entretien, fin de vie et potentiel de recyclage

En prenant ces éléments en compte, c'est un système à ossature en bois massif qui a été sélectionné. Le système de poteaux et poutres offre la stabilité recherchée. Pour le parachèvement de l'intérieur, des madriers de remplissage ont été utilisés. La tuile en béton **STONEWOLD** a été sélectionnée parce que c'est la couverture de toiture la mieux classée : 1a. L'utilisation de l'énergie grise pour la production des tuiles en béton est beaucoup plus faible que pour les tuiles céramiques. La disponibilité des matières premières nécessaires à sa fabrication, sable et ciment, est également beaucoup plus élevée. Ce dernier aspect explique aussi la meilleure classification vis-à-vis de l'ardoise naturelle. Les tuiles en béton ont en outre la capacité d'être entièrement recyclées en une nouvelle tuile de béton, c'est-à-dire Cradle to Cradle. Le fait que la **STONEWOLD** soit une tuile plate en béton permet une intégration parfaite et esthétique d'un système photovoltaïque **SOLESIA**, ce qui était évidemment un autre facteur clé pour la construction d'une maison ZÉRO ÉNERGIE.



► Une construction économique étanche à l'air

L'application d'une membrane d'étanchéité à l'air est très facile dans le système de construction à ossature en bois massif. La construction de base, étanche à l'air, se monte très rapidement et permet de faire un pré Blower Door Test. La détection et correction des fuites à ce stade de la construction est très facile et permet de créer une maison parfaitement étanche. C'est principalement ce dernier point, l'étanchéité à l'air, qui est le plus difficile à réaliser dans la construction d'une maison passive. La combinaison de l'ossature en bois massif avec de l'isolation performante et mince permet d'accrocher

directement les revêtements de toiture et de façade sur la structure au travers des isolants et ce sans perte d'étanchéité. Cette technique permet un gain de temps élevé et génère de réelles économies pendant l'exécution des travaux. L'application des **panneaux de façade en fibres-ciment d'ETERNIT** selon cette technique est également parfaitement réalisable. Cela permet des économies sur les matériaux de construction ainsi que sur le budget total d'une maison passive. Ce qui permettra à davantage de ménages de profiter du confort passif.

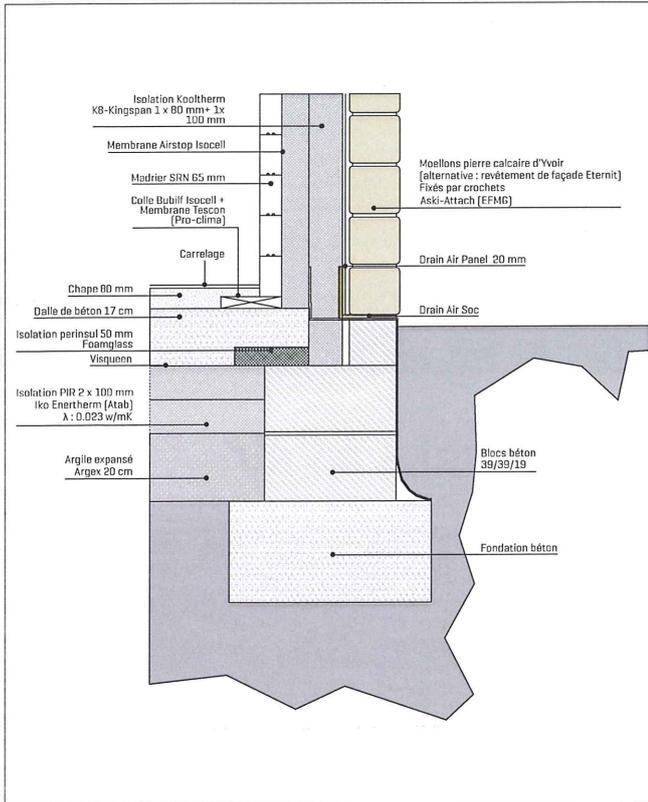


LES 6 FONCTIONNEMENTS DU TOIT SOLAIRE SOLESIA STONEWOLD DANS CE PROJET ;

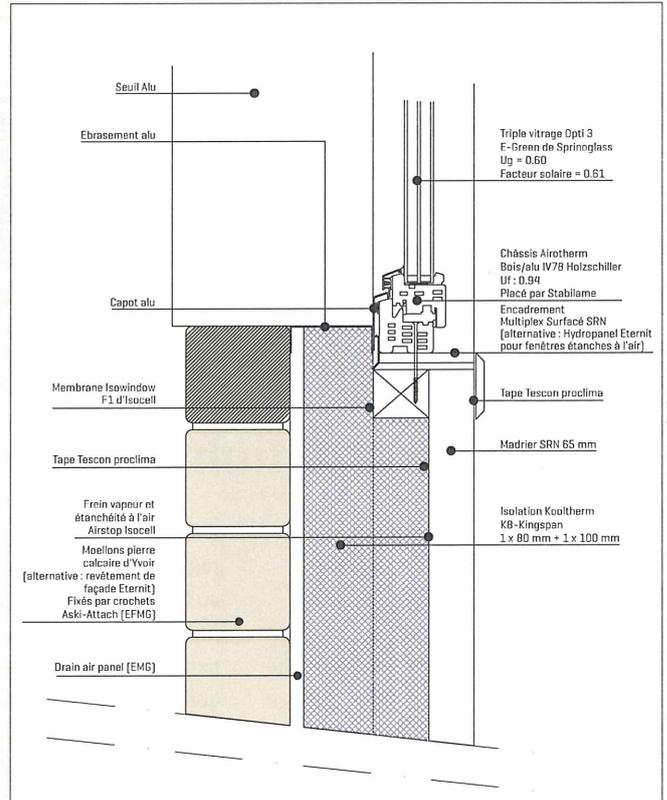
1. Protection performante de l'isolation de la maison passive.
2. Création d'ombre naturelle pour éviter la surchauffe de la maison passive, grâce à la forme du toit.
3. Production d'énergie verte de la maison zéro énergie.
4. Intégration esthétique dans l'environnement.
5. Limitation de l'empreinte écologique des matériaux choisis.
6. Renforcement du caractère durable de cette maison zéro énergie.

► Construction en détail

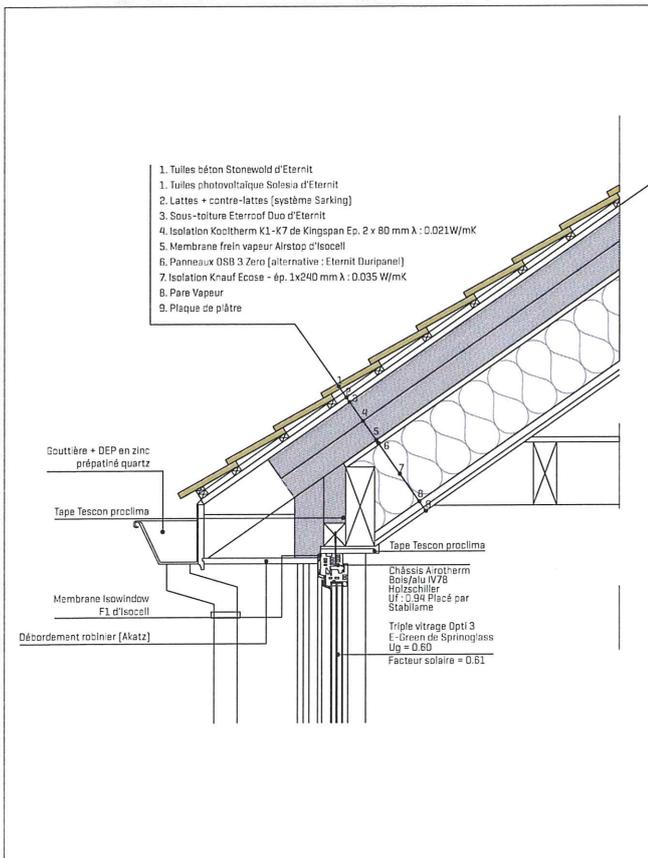
Détail 01.



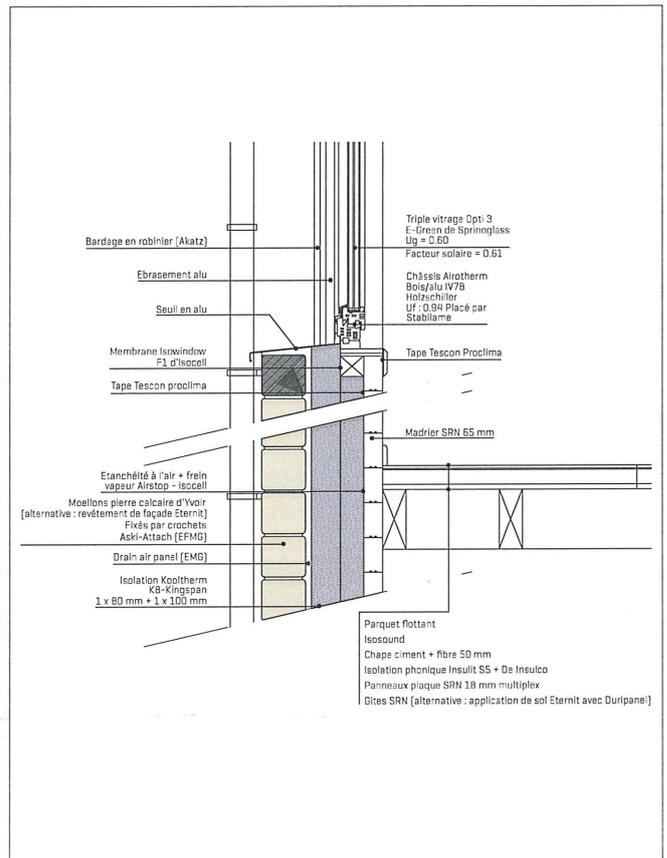
Détail 02.



Détail 03.



Détail 04.



► Performances énergétiques actuelles et futures de blocs de construction et de bâtiments résidentiels, en vigueur sur le marché belge

Le tableau suivant reflète la situation au jour d'aujourd'hui et est par conséquent sujet à modifications en fonction des décisions prises par les pouvoirs publics.

Quelques remarques :

- **PEB 2012** : Ventilation résidentielle et limitation du risque de surchauffe obligatoire.
- **PEB 2014** : Bru 2015 : Consommation d'énergie primaire max. de 45 kWh/m²/an. Température ambiante/an climat intérieur : Max. 5 % au-dessus de 25°C. Étanchéité : n50 = 0,6 h⁻¹.
- **MBE** : La notion de MBE ne fait l'objet d'aucune définition stricte, même si, comme vous pourrez le constater, la loi tentera de combler cette lacune à partir de 2014. Une MBE se situe par définition entre les exigences légales et la maison passive. Une maison très basse énergie est en définitive très proche d'une maison passive, sans toutefois répondre strictement à tous les points indispensables à l'obtention du certificat de maison passive (test Blower Door, ...).
- **PH** : + étanchéité à l'air
- **BEN 2020** : + énergie renouvelable, pompes à chaleur, ...

À partir du 1er janvier 2014, il faut prévoir un certain pourcentage d'énergie renouvelable dans toute nouvelle construction et lors de toute rénovation importante en Flandre. À cet égard, 6 systèmes sont particulièrement recommandés, dont la solution photovoltaïque. Si vous optez pour le PV, vous devez installer 500 Wc pour une habitation comprenant une surface habitable brute de 150 m².

	Valeur U maximale de la façade, en W/m ² K	Valeur U maximale du toit, en W/m ² K	Niveau K maximum	Niveau E maximum			Valeur indicative des besoins annuels en énergie [volume chauffé] kWh/m ² a
				Flandre	Bruxelles	Wallonie	
PEB 2012	0,32	0,27	40	70	60	60	50
PEB 2014	0,24	0,24	35	60			30
MBE Maison très basse énergie (valeur indicative)	0,20 à 0,25	0,20 à 0,25	25 à 35	40 à 60			25 à 30
MP Maison passive (valeur recommandée)	0,15	0,15	15	30			15
BEN 2020 Habitation presque énergétiquement neutre	0,10	0,10	10	10			10

Valeurs publiées Hypothèses ou valeurs indicatives

► Aperçu des mesures prises pour cette maison

Techniques
Pompe à chaleur à évaporateur statique pour eau chaude sanitaire.
Tuiles photovoltaïques SOLESIA en toiture.
Installations des câblages électriques par pré-forage dans les madriers de remplissage (65 mm) de l'ossature bois du côté intérieur de la membrane d'étanchéité à l'air.
Système de ventilation type D double flux avec un rendement de 92%.
Une gestion de l'éclairage semi-domotique avec des lampes principalement LED.
Deux boucles chauffantes de 1,5 kW avec thermostat sur les bouches de pulsion du living pour assurer une t° de confort après une période d'inoccupation.
Étanchéité à l'air
Membrane parfaitement continue placée à l'extérieure de l'ossature bois. Contrôle visuel, facilité et rapidité de mise en œuvre. Aucun percement de cette enveloppe. Raccord parfait et aisés aux châssis.
Pas de nécessité d'enduits intérieur [ossature bois apparente].
Un poêle à bois étanche pour maisons passives.
Isolation
Châssis bois lamellés AIROTHERM IV78 (HOLZ SCHILLER) + triple vitrage SPRIMOGLASS Opti ³ E-GREEN.
Isolation murs et toiture sarking : mousse de Resol KOOLTHERM K1 et K8 [100 mm + 80 mm croisés].
Isolations sols par PIR et granulés d'argile expansée.
Minimum de nœuds constructifs négatifs.

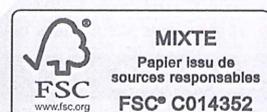


Volumétrie et protections solaires	
Volume compact, rapport optimisé entre surface extérieur et volume intérieur.	
Garage et annexe hors du volume chauffé (pas de liaison directe).	
Dispositif architecturaux (débordements toitures, retraits grande baie au sud, etc.) assurant des ombrages importants en période estivale sur la façade sud.	
Inertie thermique	
Dalle de béton et carrelage cérame gris dans les locaux SUD au rez assurant, en hiver, un effet de masse offrant une bonne inertie à l'ensemble, par contre plancher sur lambourdes isolées côté nord pour une parfaite isolation du sol.	
Ossature bois massive permettant une mise en t° rapide du volume, en hiver, du fait de l'occupation discontinue (actuelle).	

► Les résultats de cette maison

Niveau	Certifié PASSIF et ZÉRO ÉNERGIE
Niveau K	14
Étanchéité à l'air de l'enveloppe (double test d'infiltrométrie)	0.57 h ⁻¹
Système de ventilation	Type D (double flux, rendement 93%)
Cellule photovoltaïques (PV)	28,94 m ² de tuiles SOLESIA d'ETERNIT
Production eau chaude sanitaire	PAC (COP (A2-W15-W45) : 3,0
Niveau E^w niveau de performance énergétique global	13
Consommation d'énergie primaire (passif max : 120)	93 kWh/(m ² a)
Besoin de chaleur de chauffage annuel suivant PHPP	14 kWh/(m ² a)
Valeurs U	
Façade bois massif + bardage bois (épaisseur totale avec isolation 27 cm) U = 0,107W/m ² K	
Toiture à versants (épaisseur totale 42 cm) U = 0,073 W/m ² K	
Dalle sur sol avec carrelage (épaisseur totale 76 cm) U = 0,084 W/m ² K	

Eternit SA
 Kuiermansstraat 1
 1880 Kapelle-op-den-Bos
 Belgique
 Tél +015 71 73 56
 Fax +015 71 73 19
info@eternit.be
www.eternit.be



TVA BE 0466.059.066 - RPM Bruxelles - KBC 482-9098061-09
 E.R.: François Logist - ARK 12/7619_09/12/F - www.ark.be