

Maison à ossature bois BBC Effinergie à Issy-les-Moulineaux



BÂTIMENTS

Soucieux de réaliser une habitation thermiquement performante, tout en limitant ses impacts environnementaux, ce propriétaire issuéen a choisi de recourir à des matériaux biosourcés pour son projet de construction à basse consommation énergétique.

Mariant principes d'architecture bioclimatique et enveloppe performante, ce projet a obtenu un label BBC Effinergie certifiant sa performance.



Caractéristiques

Maison individuelle

170 m² habitables (R+1 avec mezzanines)

Volume chauffé : environ 660 m³

Lieu : Issy-les-Moulineaux (92 130)

Chiffres

Période de construction :

septembre 2012 – décembre 2013

Labellisation BBC Effinergie - RT 2005

Consommation énergétique théorique :

62,25 kWhEp/m²/an pour les consommations de chauffage, eau chaude, éclairage et ventilation, selon calcul BBC Effinergie

Coût de la construction :

environ 1830 € HT / m².

Budget total : 463 039 € TTC.

Acteurs

• **Architecte / Maîtrise d'oeuvre** : Bio Teknik Consulting, Issy-les-Moulineaux

Entreprises ayant participé à la construction :

- BET S2T, Suresnes (Etude thermique) ;
- LARESICHE (Etude bois et structure)
- GINGER CEBTP (Etude de sol)
- PLANETE CONTROLE (Test d'infiltrométrie)
- TECHNOPIEUX (Mise en place des pieux en zone PPRI)
- LIGNOBET (Charpentier Ossature bois et bardage)
- T.B. Distribution (Isolation ouate de cellulose et laine de chanvre)
- LABEL HOME (Enduits à la chaux aérienne)
- BATILLEC (Peinture et enduits écologiques, parquets, carrelages, Fermacell)
- ENR TECH (mise en place Chaudière à granulés de bois OKOFEN)
- COULEURS ENERGIES (mise en place VMC double flux ALDES)
- PLUS NATURE (Toiture végétalisée)



La conception

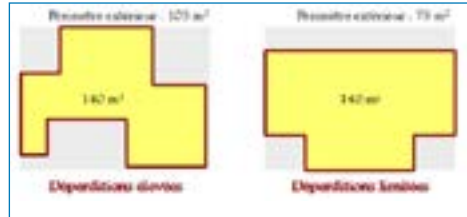
La conception du bâtiment intègre dès l'amont du projet une réflexion sur la prise en compte des principes d'architecture bioclimatique.

Sa forme compacte limite les déperditions thermiques grâce à une surface d'échange réduite avec l'extérieur et à une longueur de ponts thermiques optimisée, pour un volume maximal.

La large place laissée aux parois vitrées sur la façade sud permet de profiter des apports solaires hivernaux, contribuant à l'éclairage naturel et au réchauffement de l'habitation.

Des brise-soleil orientables pilotés automatiquement en fonction de l'ensoleillement, permettent par ailleurs d'éviter les surchauffes estivales.

Au nord, la surface vitrée est réduite de façon à limiter les déperditions par les ouvertures.



Forme et volume
Source : Polénergie



Des ouvertures réduites au nord
Sources : GPSO Energie et Bio Teknik Consulting

UN CHANTIER VERT

En phase chantier, une charte chantier à faible impact environnemental a engagé les entreprises intervenantes à respecter l'environnement et à réduire au maximum les nuisances. Elles se sont ainsi engagées sur la limitation des déplacements, la propreté du site, la réduction et le tri des déchets, la maîtrise des nuisances acoustiques, la préservation de l'air, des sols et des eaux...



Des toilettes sèches pour limiter l'impact environnemental du chantier
Source : Bio Teknik Consulting



LE CHAUFFAGE ET L'EAU CHAUDE SANITAIRE

Les besoins de chauffage de l'ensemble de la maison sont faibles, de l'ordre de 6 kW.

La production de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire est assurée par une chaudière automatique à granulés de bois d'une puissance nominale de 8 kW.

Un silo maçonné de 7 m³ pouvant contenir jusqu'à 4,5 tonnes de granulés, permet une autonomie annuelle. En effet, avec un pouvoir calorifique de 4900 kWh/m³, moins de 3 tonnes de granulés permettent de couvrir les besoins annuels de chauffage et d'eau chaude.

Une jauge en pavés de verre permet de visualiser le niveau de granulés dans le silo.

Caractéristiques techniques de la chaudière

Combustible utilisé	Granulés
Rendement chaudière (%)	92
Puissance (kW)	8
Stockage (tonnes)	4,5

L'émission de chaleur est assurée par un réseau basse température relié à un plancher chauffant.

L'eau chaude sanitaire (ECS) est stockée dans un ballon de 200 litres.

Un poêle à bois d'agrément doit également venir équiper le séjour de la maison. Un capteur de température permettra de désaccoupler le plancher chauffant pour tenir compte des apports de chaleur lorsque le poêle sera en fonction.



Chaudière bois
Source : GPSO Energie



Silo de stockage avec sa jauge
Source : GPSO Energie



LA TOITURE

La toiture terrasse possède une double isolation (60 mm de polyuréthane et 300 mm de ouate de cellulose), qui lui permet d'atteindre une résistance thermique de 10,78 m².K/W.

Matériaux	Épaisseur (mm)	Masse volumique (kg/m ³)	Conductivité thermique (W/m.K)	Résistance thermique (m ² .K/W)
Plaque de Fermacell	12.5	1150	0.320	0.041
Vide sec et étanche	60		0.33	0.18
Ouate de cellulose	300	70	0.038	7.895
Panneaux de particules orientées	22	300	0.13	0.169
Plaques de mousse de polyuréthane	60	30	0.024	2.5
R de la toiture				10.78m ² .K/W

Détail structurel de la toiture, de l'intérieur vers l'extérieur (Utoiture = 0.107 W/m².K)

La couverture de la toiture est mixte : platelage bois, enduit à la chaux et terrasse végétalisée apportant de l'inertie.

LES PLANCHERS BAS

Construite en zone inondable, la maison est mise hors d'eau à environ 2,40 m du terrain naturel grâce à des pieux de fondation vissés. Le rez-de-chaussée accueille uniquement l'entrée et un sous-sol ouvert.



Isolation par insufflation de ouate de cellulose dans l'ossature bois.

Source : Bio Teknik Consulting



Mise en place des pieux pour mise hors d'eau.

Source : Bio Teknik Consulting

Les planchers bas sont isolés avec 30 cm de ouate de cellulose pour le plancher bas sur sous-sol non chauffé, et avec 24 cm de ouate de cellulose et 5,6 cm de polyuréthane pour le plancher bas de l'entrée sur terre plein

Les planchers bas jouent par ailleurs le rôle de planchers chauffants.



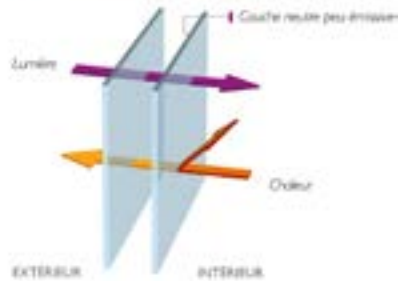
LES MENUISERIES

Les menuiseries possèdent un double vitrage à Isolation Renforcée (VIR). Ces vitrages ont la particularité d'intégrer en plus d'une lame de gaz rare isolant une couche transparente peu émissive qui va empêcher la chaleur de s'échapper en hiver.



Menuiseries bois-alu
Source : fenêtres PASQUET

Double vitrage à isolation renforcée



Double vitrage à isolation renforcée
Source : ADEME

Le facteur solaire élevé permet également d'optimiser les apports solaires hivernaux et de favoriser le réchauffement passif de l'habitation.

Menuiserie	Épaisseur de vitrage (mm)	Type de vitrage	Facteur solaire	Transmission thermique (W/m ² .K)
Mixte bois/aluminium	4/16/4	Double vitrage à faible émissivité, gaz argon	0.47	1.7

Caractéristiques techniques des vitrages (Uw = 1.7 W/m².K)

Des systèmes performants

LE RENOUVELLEMENT D'AIR

Une VMC double flux assure un renouvellement d'air efficace de l'ensemble de l'habitation, tout en limitant les déperditions thermiques grâce à un flux maîtrisé.

Un échangeur de chaleur à haut rendement permet de récupérer 90% des calories de l'air sortant pour préchauffer l'air entrant, limitant ainsi le besoin en chauffage. Un by-pass permet à l'air neuf de contourner l'échangeur en période estivale.



Principe de l'échangeur de chaleur de la VMC double flux.
Source : ADEME / Atelier des Giboulées

Ce système nécessite une maîtrise parfaite de l'étanchéité à l'air de l'enveloppe, afin d'éviter de dégrader son rendement par des infiltrations parasites d'air froid.

ÉTANCHEITÉ À L'AIR

Malgré une performance théorique élevée, l'enveloppe peut toujours présenter des défaillances si la mise en œuvre n'est pas extrêmement rigoureuse. Une mauvaise étanchéité peut provoquer des déperditions thermiques très importantes proportionnellement aux déperditions globales.

Pour être véritablement performant, un bâtiment doit donc avoir, en complément d'une isolation renforcée, une parfaite étanchéité à l'air, obtenue par une mise en œuvre soignée de films et de bandes d'étanchéité.

L'association d'une très bonne étanchéité à l'air et d'un système de renouvellement d'air performant est indispensable afin de maîtriser les entrées et les sorties d'air, et ainsi limiter les déperditions thermiques tout en conservant un air intérieur de qualité.

Un objectif de résultat a été intégré au cahier des charges de l'entreprise afin de garantir une mise en œuvre rigoureuse et permettre l'obtention du label BBC.

Plusieurs tests à la porte soufflante ont été réalisés en cours et en fin de chantier afin de vérifier que la perméabilité à l'air répond à l'objectif du label, soit un débit de fuite maximum de $0,6 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$ sous une pression de 4 pascals.

Résultat du test final : $0,56 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$



Test de perméabilité à l'air à la porte soufflante
Source : GPSO Energie



L'enveloppe thermique

QUELQUES RAPPELS

La résistance thermique (R) représente la performance de l'isolation en prenant en compte l'épaisseur de la paroi ainsi que la conductivité thermique des matériaux. Plus elle est élevée, plus la paroi est isolante. Cette résistance s'exprime en $m^2.K/W$.

La conductivité thermique d'un matériau (λ) exprime sa faculté à conduire la chaleur. Plus elle est faible, plus le matériau est isolant. Cette conductivité s'exprime en $W/m.K$.

La masse volumique (ρ) représente la densité du matériau, elle traduit sa capacité

d'accumulation de chaleur, et donc ses capacités d'inertie. Elle s'exprime en kg/m^3 .

Le coefficient de transmission surfacique (U) est la valeur qui caractérise le pouvoir isolant d'une paroi et s'exprime en $W/m^2.K$. Il s'agit de l'inverse de la résistance thermique. Plus U est faible, plus la paroi est performante.

La transmission thermique (U_w) est la valeur qui caractérise la capacité d'isolation d'une fenêtre et s'exprime en $W/m^2.K$. Elle traduit la déperdition engendrée par la menuiserie. Plus le U est faible, plus la fenêtre est performante.

LES MURS

L'ensemble des murs donnant sur l'extérieur possède une double isolation: 145 mm de ouate de cellulose intégrée dans l'ossature bois et 60 mm de fibre de bois haute densité par l'extérieur, réduisant les ponts thermiques structurels.

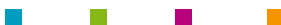
60 mm d'un mélange laine de bois / laine de chanvre remplissent l'espace technique séparant le parement intérieur du pare-vapeur, renforçant encore l'isolation thermique.

Le pare-vapeur assurant également la fonction d'étanchéité à l'air, cet espace permet en outre d'éviter les percements accidentels et de garantir la pérennité des performances de la paroi.

Grâce à cette isolation performante, les façades atteignent une résistance thermique totale de $6.80 m^2.K/W$.

Matériaux	Épaisseur (mm)	Masse volumique (kg/m3)	Conductivité thermique (W/m.K)	Résistance thermique ($m^2.K/W$)
Plaque de Fermacell	12.5	1150	0.320	0.041
Laine de bois/chanvre	60	55	0.038	1.579
Pare-vapeur	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable
Contreventement	12	300	0.13	0.092
Ouate de cellulose dans ossature bois	145	70	0.038	3.816
Laine de bois haute densité	60	230	0.047	1.277
Enduit à la chaux ou bardage bois sur lattage	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable
R des murs donnant sur l'extérieur				6.80 $m^2.K/W$

Détail structurel des murs donnant sur l'extérieur, de l'intérieur vers l'extérieur ($U_{murs} = 0.17 W/m^2.K$)



POUR EN SAVOIR PLUS

CONTACTS

Agence Locale de l'Énergie
GPSO Energie

Espace Info Energie membre du réseau Rénovation Info Service

N° Vert 0 800 10 10 21
APPEL GRATUIT

infoenergie@gpso-energie.fr

www.gpso-energie.fr



Les autres fiches techniques sur la même thématique :

- Construction d'une maison basse consommation à Chaville
- Construction d'une maison passive à Issy-les-Moulineaux
- L'isolation thermique de la toiture
- L'isolation thermique des murs
- L'étanchéité à l'air
- Les isolants naturels

