



Après 2012...

la maison positive en énergie

Photos : Arteco



Achevée en 2010, il s'agit de la première maison à énergie positive réalisée en Morbihan. Cet ouvrage répond donc non seulement aux exigences de la RT 2012, mais, avec 10 ans d'avance, elle préfigure des prochaines obligations de la RT 2020. En deux mots : des besoins énergétiques très réduits, des déperditions très faibles et donc pas de chauffage. Par ailleurs, la production en énergie renouvelable dépasse les consommations énergétiques.

Le projet en bref

Type de projet : maison individuelle maçonnée
Lieu : Vannes, Morbihan [56]
SHON : 171,91 m² - **Surface habitable :** 148,82 m²
Année : 2010
Travaux : 10 mois
Conception : Maisons Arteco [56]
Bureau d'études thermiques : BETCS Harel [49]
 et NRGYS domotic [44]
Coût : 2000 €/m² TTC
Particularités : maison sans système de chauffage à énergie positive
Consommations (Cep) (après déduction de la production photovoltaïque) : 37 kWh_{EP}/m².an
Production EnR : solaire photovoltaïque [50 m²]
Labellisation Maison Passive en cours



Une maison positive en énergie est également une maison sobre en énergie.

Exigences de résultats Conception

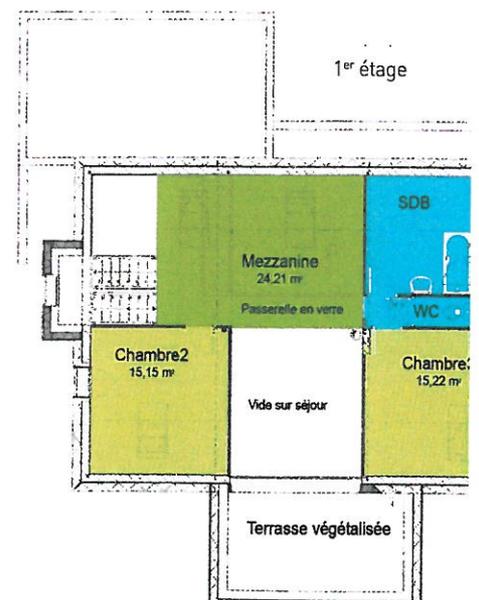
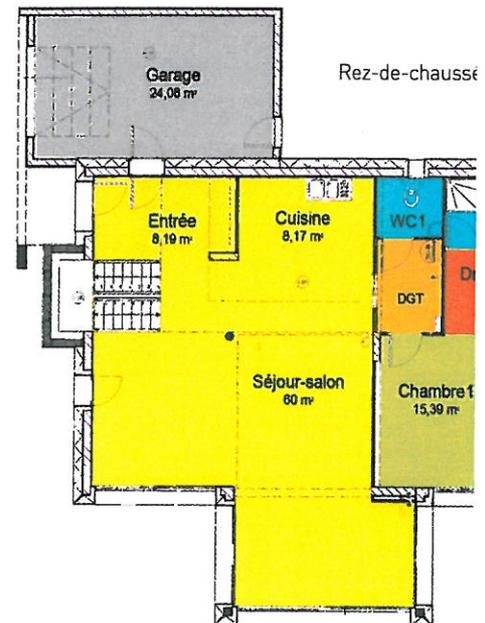
Le projet se déroule en Morbihan. Une zone tempérée qui se distingue par des températures douces (rareté des températures négatives), un ciel particulièrement ensoleillé et des précipitations abondantes. Bref, un climat océanique avec « option soleil ». Dans ce contexte, le constructeur Arteco (maître d'ouvrage sur ce projet) entendait réaliser une maison particulièrement performante. Rompu à l'exercice de la construction BBC, ce professionnel voulait faire de cette maison un exemple en termes d'efficacité énergétique. « Dès le départ, commente Guillaume Daoust de chez Maisons Arteco, nous voulions réaliser une maison, pas seulement positive, mais réellement performante, qui puisse totalement se passer de système de chauffage. Une maison passive. Et, cerise sur le gâteau, ajouter à cette maison une production énergétique. » Cet objectif est passé, bien entendu, par une conception soignée afin de maîtriser les besoins en énergie, pour l'éclairage comme pour la chaleur. L'implantation de la maison sur son terrain a donc été soumise à une analyse de l'ensoleillement afin de profiter au maximum du rayonnement solaire, particulièrement intéressant ici. Apports solaires passifs et production énergétique avec le solaire actif (capteurs photovoltaïques en toiture) sont donc au programme. En conséquence, la maison est évidemment orientée nord/sud et largement ouverte sur sa façade sud. Une partie de la toiture (la

toiture terrasse) est, par ailleurs, végétalisée afin d'apporter une inertie thermique bénéfique au confort intérieur et de participer à la régulation des eaux de pluie (les précipitations sont relativement fortes).

Étude thermique et enveloppe

L'étude thermique préalable a permis d'estimer une consommation en énergie primaire à 40,78 kWh_{EP}/m².an. L'étude selon PHPP (méthode de calcul de la Maison Passive) a indiqué une consommation totale en énergie primaire (comprenant tous les postes de consommation de la maison, au-delà des 5 postes de la RT) inférieure à 120 kWh_{EP}/m².an. Les besoins en chaleur sont, comme l'exige la construction passive, inférieurs à 15 kWh_{EP}/m².an (avec EF = énergie finale). Par ailleurs, 78 kWh/m².an d'énergie photovoltaïque seront produits localement. La consommation conventionnelle en énergie primaire (Cep) calculée sur ce projet est donc de -37 kWh_{EP}/m².an photovoltaïque déduit (sachant que, selon RT 2012, seuls 12 kWh_{EP}.an sont déductibles de la Cep initiale). Le bilan énergétique de la maison est positif.

Pour aboutir à des besoins aussi faibles, l'enveloppe a été particulièrement soignée : isolation et étanchéité ont été les deux piliers de la réussite. Ici, la solution constructive retenue est la maçonnerie en briques de terre cuite alvéolées (Porotherm de Wienerberger). Le matériau, naturel, participe activement à la performance avec une isolation répartie (R de 1,67 m².°C/W)





La maison sera également labellisée passive, preuve de l'excellence de sa conception.

et apporte de l'inertie au mur. Ces parois verticales en brique ont reçu une isolation complémentaire, par l'extérieur. Le choix de cette méthode a permis de résoudre les risques de ponts thermiques (notamment en nez de dalle). Mais elle a permis aussi et surtout de conserver tout l'intérêt de la brique en termes d'inertie et de gain de confort (ce qui n'aurait pas été le cas avec une isolation par l'intérieur, coupant la brique de l'ambiance intérieure). Ainsi posée, l'isolation (250 mm de panneaux de polystyrène collés sur la brique, $R = 6,15 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$) apporte à la fois une importante résistance thermique garante de faibles besoins en chaleur (R total du mur de $7,8 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$) et une amélioration du confort des occupants grâce à la régulation hygro-thermique apportée par la brique.

Les combles ont été surisolés avec une laine minérale faiblement émissive en COV (Laine G3 d'Isover) posée sous rampant sur 300 mm d'épaisseur (R de $9,4 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$) et horizontalement sur une épaisseur de 400 mm (R de $12,4 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$). La résistance thermique des parois du vide sanitaire est de $2,64 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$ grâce à la mise en œuvre de blocs monomur

en pierre ponce (blocs Cogetherm de 300 mm d'épaisseur). La pierre ponce a ici permis d'éviter les ponts thermiques et de résoudre la question des remontées capillaires (le Cogebloc a un taux d'absorption quasi nul).

Exigences de moyens Menuiseries et protection solaire

Pourvue de 31 m^2 de vitrages, la maison profite largement des apports solaires et fait entrer lumière et chaleur naturelles par de larges ouvertures placées sur la façade sud. Côté nord, on ne trouve que deux VELUX, équipés de triple vitrage, qui permettent de capter la lumière zénithale et d'éclairer naturellement l'étage sous comble en journée. Afin de limiter au mieux les déperditions thermiques et malgré la douceur du climat local, les menuiseries posées sont toutes équipées de triples vitrages à haute performance (menuiseries mixtes bois aluminium de Bieber 4-12-4-12-4) présentant un coefficient de transmission thermique U_g de $0,6 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ et un facteur solaire de 52 %. Les apports solaires passifs ne seront pas

aussi importants que si le double vitrage avait été choisi, mais en retour l'enveloppe est particulièrement efficace et les déperditions surfaciques par les vitrages sont maîtrisées. Toutes ces ouvertures sont protégées du soleil estival pour éviter les surchauffes comme l'indique la réglementation. Ainsi, côté sud, des volets roulants obéissent à un protocole domotique « IO Home Control », pour un contrôle automatique (pilote par des capteurs d'enseillement) des apports solaires ; ce qui permet de bénéficier de chaleur gratuite en hiver, tout en s'en protégeant l'été venu. Côtés est et ouest, les volets roulants à lames orientables viennent compléter le dispositif.

Étanchéité à l'air & ventilation

Afin de parfaire l'enveloppe et de maîtriser les déperditions autant que faire se peut, l'étanchéité à l'air devait être parfaite. Si la RT 2012 exige une étanchéité inférieure à $0,6 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$ mesurés sous une pression de 4 Pascals, il est plus que probable que la réglementation suivante et la construction positive aillent de pair avec un niveau d'exigence plus élevé. Les concepteurs de cette maison



Une première en Morbihan qui préfigure déjà le futur label BEPOS.

Contemporaine, spacieuse, lumineuse, la maison reste simple à vivre et confortable en toute saison.

l'ont bien compris. Visant le niveau Maison Passive, l'étanchéité à l'air de la maison (vérifiée par un test) devait être inférieure à 0,6 vol/h sous 50 Pascals (soit 0,18 m³/h.m² sous 4 pascals, si l'on veut comparer avec les unités de mesure selon la RT 2012). Pour y parvenir, la mise en œuvre d'une membrane d'étanchéité sur la face intérieure de l'isolant en toiture, la pose des briques de terre cuite à joints minces (précision de la pose et limitation des ponts thermiques), l'ajout d'une isolation par l'extérieur (résout les points critiques de la maçonnerie) et un revêtement extérieur de type enduit (solution d'étanchéité avérée pour la maçonnerie) : telles sont les solutions qui ont concouru à une enveloppe bien étanche. L'étanchéité mesurée par Blower Door test est bien celle escomptée (0,57 vol/h, sous 50 Pascals) et la maison affiche une très bonne étanchéité à l'air. Pour compenser cette étanchéité, un système de ventilation à haut rendement a été installé pour le renouvellement de l'air intérieur. Afin d'économiser la moindre calorie, cette ventilation (VMC double flux) récupère la chaleur sur l'air extrait.

Recours aux énergies renouvelables et chauffage

Première chose à souligner, la maison est parvenue à une telle qualité d'enveloppe que ses besoins en chaleur sont inférieurs à 15 kWh/m².an en énergie utile. La maison peut donc se passer d'un système de chauffage. Si nombre de maisons passives sont équipées d'un petit poêle à bois, rien de tel ici. La chaleur nécessaire au confort est intégralement fournie par les apports solaires et la vie de la maison (matériel informatique, chaleur humaine...). Cette chaleur est ensuite précieusement gardée (pas de fuites de calories et récupération de chaleur avec la VMC). Le système de ventilation à haut rendement (Combinéo 185 de Tresco) est cependant plus qu'une VMC, c'est un système thermodynamique





Priorité a été donnée à l'éclairage naturel, permettant de réduire les consommations électriques et améliorer le confort visuel.

combiné, assurant également la production d'eau chaude sanitaire. Utilisant une pompe à chaleur (système air/air) : les calories sont puisées dans l'air extérieur (ainsi que dans l'air intérieur avec le système de récupération de chaleur sur air extrait) et la chaleur produite est restituée par convection. Ce système thermodynamique est couplé à un ballon d'eau chaude de 380 l. L'eau est chauffée à 55 °C en 24 heures.

Les consommations ont été estimées à 40,7 kWh_{ep}/m².an par le bureau d'études. Mais, avec ses 50 m² de capteurs photovoltaïques (panneaux monocristallins SunModule de SolarWorld) orientés plein sud, la maison va produire plus d'énergie qu'elle n'en consomme. Les panneaux devraient ainsi produire 78 kWh.m².an. Une production qui d'un côté compense les consommations, et d'un autre permet un retour sur investissement bien plus rapide (avec un tarif de rachat de 0,60 euros/kWh).

Finitions & autres équipements

Une attention toute particulière a été portée sur l'éclairage. Priorité a ainsi été donnée à l'éclairage naturel pour réduire les consommations électriques et améliorer le confort visuel (la lumière naturelle étant la plus adaptée à l'équilibre physiologique et psychologique de l'humain). Arteco a ainsi étudié, en partenariat avec la société VELUX, les meilleures configurations d'éclairage pour les différentes pièces de la maison. La lumière artificielle est fournie par des éclairages très basse consommation avec la mise en place de Leds.

Budget

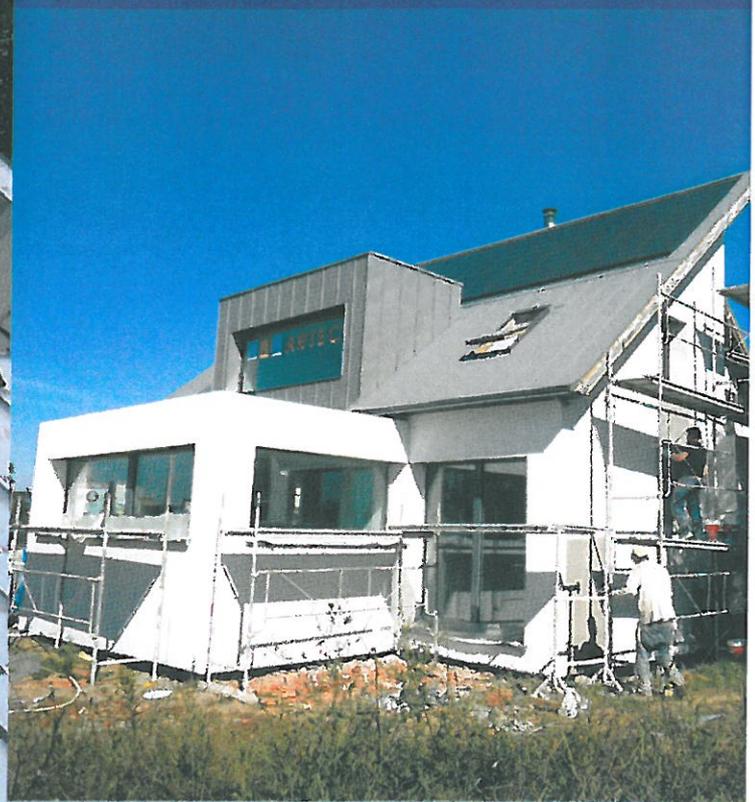
Le coût global de la construction s'élève à 2000 €/m², intégrant les honoraires des architectes et du bureau d'études, le coût du test d'infiltrométrie ainsi que les frais de labellisation. ■

Témoignage

« Nous avons inauguré cette maison en décembre 2010 et, depuis, nous nous en servons de bureau et de lieu de démonstration. Aujourd'hui, nous avons suffisamment de recul pour dire qu'il est possible de réaliser des maisons qui se passent totalement de chauffage et qui sont très confortables à vivre. Certes, la maison ne fonctionne pas tout à fait comme un lieu d'habitation... Mais, en plein hiver, nous maintenons une température de confort de 19 °C. Nous attendons avec impatience la labellisation Maison Passive qui pour nous est très importante. C'est un point de départ essentiel, pour Arteco, pour être ensuite positif en énergie. »
Guillaume Daoust, Maisons Arteco.

Zoom

Maison à énergie positive ou l'après RT 2012



Le label BBC préfigure les exigences de la RT 2012, mais après janvier 2013, qu'advient-il de ce niveau de performance devenu la norme ? Les exigences seront encore relevées : un nouveau label THPE RT2012 est en cours de définition pour augmenter encore les exigences et opérer la transition vers la construction à énergie positive.

Le label HPE RT2012

Ce label présente un niveau de performance renforcé et améliore la performance globale du bâtiment (renforcement de la valeur pivot des 50 kWh/m².an. Il encouragera l'amélioration de la performance des solutions de production de l'eau chaude sanitaire : en maison individuelle, l'eau chaude sanitaire devient le poste de consommation souvent majoritaire. Il préfigurera la RT2020. L'article 4 de la loi Grenelle 1 a fixé comme objectif « que toutes les constructions nouvelles présentent, sauf exception, à partir de 2020, une consommation d'énergie primaire inférieure à la quantité d'énergie renouvelable produite dans ces constructions et notamment le bois énergie. »

L'article 1 de la loi Grenelle 2 a également fixé comme objectif « à partir de 2020, pour les constructions nouvelles, le niveau d'émission de gaz à effet de serre » est « pris en considération dans la définition de la performance énergétique » suivant une méthode de calculs à définir.

Les exigences du label actuel Effinergie + par rapport à la RT 2012

→ **Diminution de la consommation CEP de 20 % par rapport à la RT 2012**

- Logements : 40 kWh/m².an
 - Tertiaire : entre 30 et 45 kWh/m².an selon la typologie du bâtiment
- Cette diminution est rendue possible par une amélioration de 20 % du coefficient Bbio max. La consommation en énergie primaire reste, par ailleurs, pondérable selon les zones géographiques et l'altitude.

→ **Amélioration de l'étanchéité à l'air par rapport aux exigences de la RT 2012**

- Maison individuelle : 0,4 m³/h.m²
- Logement collectif : 0,8 m³/h.m²
- Bâtiment tertiaire : 1,2 m³/h.m²

Ce durcissement de l'exigence de perméabilité va de pair avec une obligation de mesure des débits de ventilation, garantissant une bonne qualité de l'air intérieur.

→ **Obligation d'une évaluation des consommations mobilières et autres usages de l'énergie (électroménager, média...) avec mise en place de compteurs reliés aux prises de courant**

→ **Affichage obligatoire de certaines informations**

- Consommation conventionnelle en énergie primaire
- Besoin bioclimatique du bâtiment
- Évaluation des consommations mobilières, par usage
- Part de consommation couverte par une production d'énergie locale
- Émissions de GES