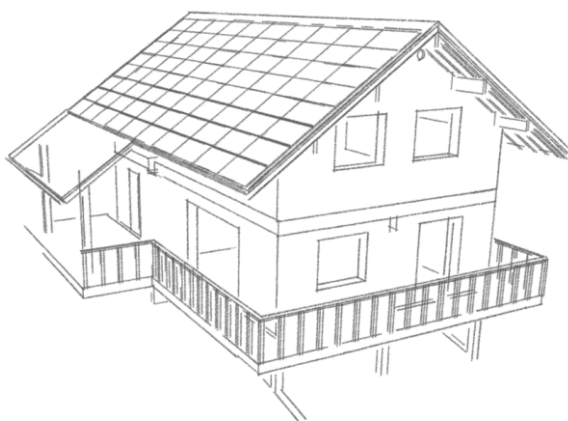

La Petite Maison ZEN



Dossier de présentation



Sommaire	3
Introduction	4
1 Un bâtiment sobre et efficace	5
1.1 Une architecture bioclimatique	5
1.2 Une isolation et une inertie adaptées	7
1.2.1 L'isolation.....	7
1.2.2 Les vitrages	8
1.2.3 L'inertie.....	8
1.3 Un renouvellement d'air maîtrisé	8
1.4 L'efficacité énergétique	9
1.4.1 L'éclairage.....	9
1.4.2 La ventilation	9
1.5 Le chauffage et l'eau chaude sanitaire : système AEDOMIA	9
1.6 Un bâtiment sobre	11
2 L'utilisation des énergies renouvelables	11
2.1 Le photovoltaïque.....	11
2.2 La récupération des eaux de pluie	12
3 Le bilan énergétique	13
3.1 Le détail des consommations.....	13
3.2 L'adéquation des besoins avec la production	14
4 Evaluation économique	15
5 Partenaires du projet	16

Le concept de bâtiment Z.E.N – pour Zéro Energie Nette – se développe en silence sur la petite commune de Montagnole (73), sous l'œil attentif de l'équipe de Cythelia à l'origine du projet.

Une maison Z.E.N - telle qu'elle a été pensée par Alain Ricaud, gérant de Cythelia, et son équipe - est une maison qui produit au moins autant d'énergie que ce qu'elle consomme annuellement. Pour atteindre cet objectif, les projets sont abordés au travers de la démarche NegaWatt : Sobriété, Efficacité et utilisation d'énergies renouvelables.

La première [Maison Z.E.N](#), conçue comme une maison individuelle, mais occupée comme un bâtiment tertiaire, a vu le jour en 2007 sur la commune de Montagnole (73). Après quatre ans d'utilisation, de suivi et analyse de la performance, [la Maison Z.E.N](#) est une réussite ! En effet, son enveloppe performante et sa toiture photovoltaïque intégrale permettent de confirmer le bilan positif attendu, avec une consommation énergétique totale inférieure à la production photovoltaïque.

Fort des enseignements de la première maison, Cythelia a décidé de développer un second bâtiment Z.E.N, conçu cette fois pour une utilisation tertiaire. C'est ainsi que la « Petite Maison Z.E.N » (notée PMZ par la suite) a vu le jour.

Construite à Montagnole, sur les hauteurs de Chambéry, la PMZ reprend la démarche de la maison Z.E.N et en améliore certains points :

- une architecture bioclimatique : optimisation des apports solaires et limite des déperditions en été avec une façade Sud largement vitrée et protégée des rayons d'été par un débord de toiture et des feuillus, et une façade nord très fermée ;
- des matériaux locaux : bois des Bauges et du Jura, équipements français (dans la limite du possible), etc. afin de limiter le transport et les émissions de gaz à effet de serre ;
- des artisans locaux : développement de l'économie locale, et limitation des transports et émissions de gaz à effet de serre liées ;
- une sur-isolation pour garantir une enveloppe à minima basse consommation, et cette fois peu d'inertie pour être réactif à une utilisation tertiaire (alors que la maison Z.E.N présente une inertie plus importante pour le confort des habitants) ;
- des ouvrants très performants, en double vitrage au Sud, à l'Est et à l'Ouest pour maximiser les apports solaires d'hiver, et en triple vitrage au Nord pour limiter les déperditions.

La PMZ, dont les travaux ont débuté début novembre 2010, accueille la société Screen Solar depuis Août 2011, et le service « R&D et Energétique du bâtiment » de Cythelia depuis Janvier 2012.

Démonstrateur d'un bâtiment bien pensé, la PMZ accueille un prototype de toiture multifonctionnelle, AEDOMIA, développé dans le cadre d'un projet ANR par Cythelia et ses partenaires (CIAT, INES, ARMINES). Cette toiture permet la production d'électricité, via des modules photovoltaïque en couche mince distribués par Screen Solar, mais aussi la production de chaleur, d'eau chaude sanitaire, et le rafraîchissement du bâtiment.

Au final, c'est une maison très performante, permettant de répondre aux exigences envisagées pour la réglementation thermique de 2020. Alain Ricaud, à l'origine du projet, précise même que « *le concept va au-delà des exigences envisagées pour 2020, avec une prise en compte des consommations tous usages ainsi que des émissions de gaz à effet de serre, tant de la construction*

(utilisation de matériaux naturels et puits de carbone) que de son utilisation sur la durée de vie du bâtiment (équipement peu producteur d'émissions). De plus, les transports locaux ont été étudiés, et un véhicule électrique pourra être rechargé sur place, via la production photovoltaïque locale. »

La PMZ se veut aujourd'hui un démonstrateur simple et efficace, s'appuyant sur des techniques connues des professionnels, et des matériaux performants et accessibles sur le marché (ossature bois, isolants en fibre et laine de bois, électroménager très performant, etc.).

1 Un bâtiment sobre et efficace

La maison a été conçue pour être un bâtiment basse consommation, soit des consommations inférieures à 50 kWh/m²/an pour les usages réglementaires, c.à.d. le chauffage, le rafraîchissement, la production d'eau chaude sanitaire ECS, l'éclairage et les auxiliaires (dont la ventilation). Nous sommes allés plus loin en nous fixant comme objectif de consommer moins de 50 kWh/m²/an tous postes confondus (chauffage + climatisation + ECS + ventilation + éclairage + électricité spécifique), soit tous les appareils utilisés dans le bâtiment : bureautique, électroménager, etc.

1.1 Une architecture bioclimatique

La PMZ est un bâtiment basse consommation. Tout d'abord, la compacité a été travaillée. Plus un bâtiment est compact, plus il est performant. On mesure la compacité avec le rapport surface déperditives (mur, toit, etc.) sur la SHAB : ratio $S_{\text{déperditive}}/\text{SHAB}$. Plus ce rapport est grand, plus il y a de surfaces déperditives pour un même volume habitable. La Petite maison ZEN a un ratio de 0.90. Par comparaison, une sphère, qui est la forme géométrique la plus compacte qui soit, aurait à surfaces déperditives égales, une compacité de 0.64.

Les ouvertures au Nord sont de taille réduite, mais permettent un éclairage naturel des pièces. Deux petites lucarnes de 0,6 m x 0,6 m sont dans la salle de réunion, et deux Velux permettent d'amener plus de lumière dans le grand bureau et les toilettes de l'étage.



Façades Nord et Ouest

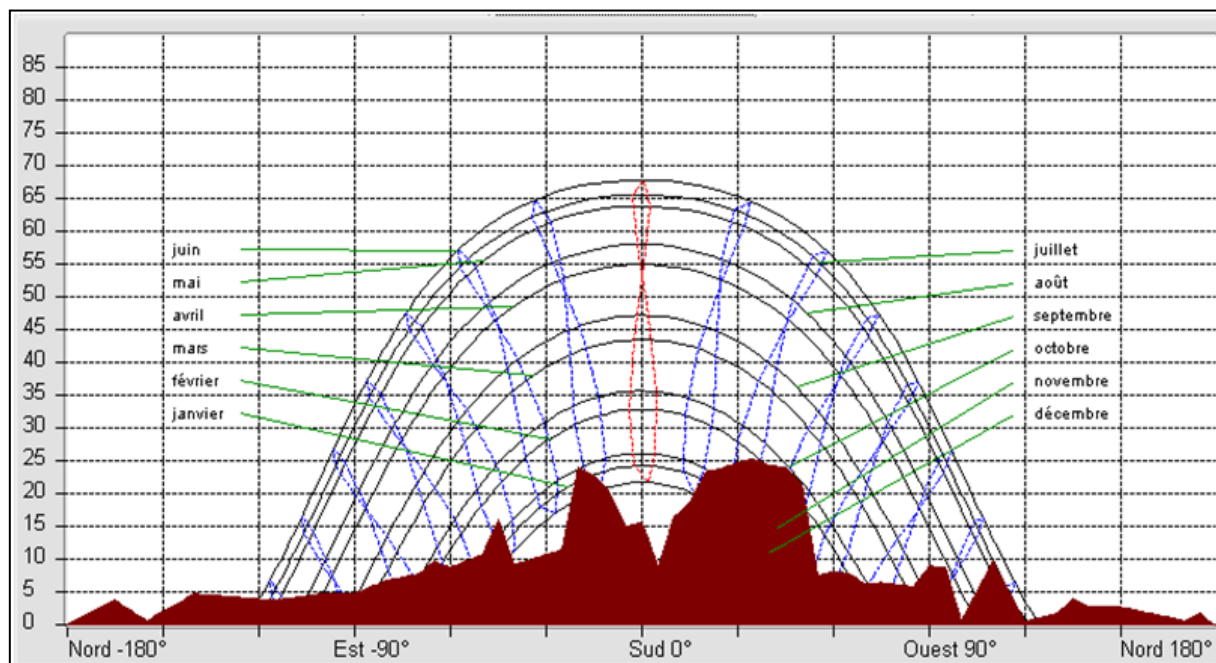


Façades Est et Sud

Au sud, des portes-fenêtres présentant une surface vitrée importante (7,5 m²) permettent de bénéficier des apports solaires en hiver. Une casquette permet de les limiter en été et de réduire les surchauffes. A l'est, nous avons 6,8 m² de vitrages, et environ deux fois moins à l'ouest (3,6 m²). Les surchauffes de fin de journée seront ainsi limitées.

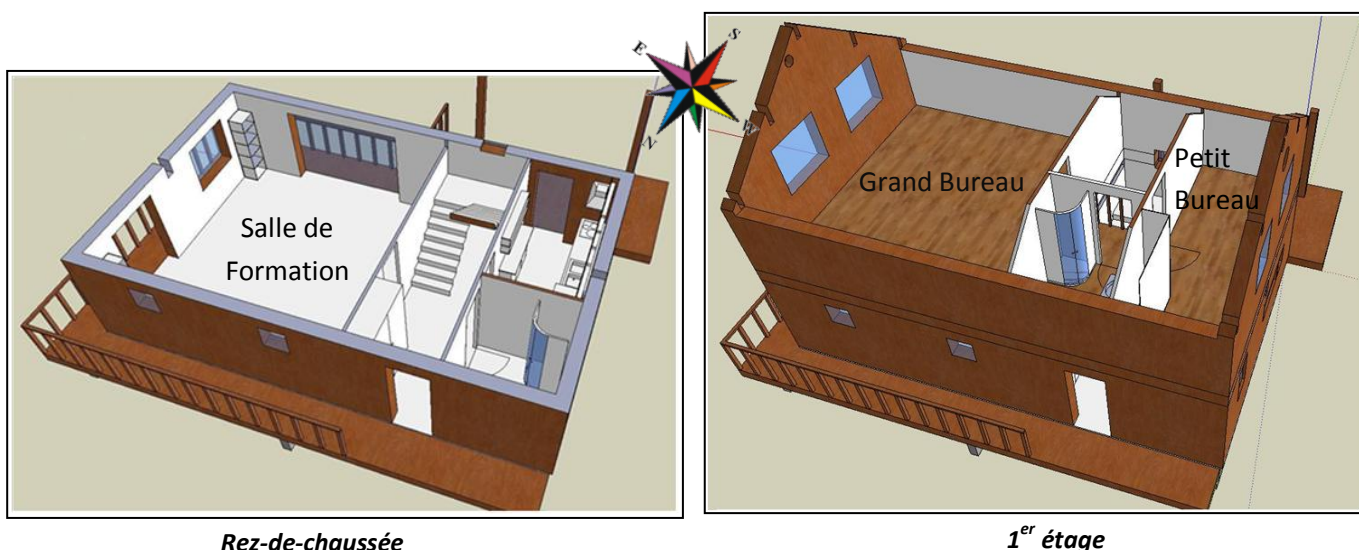
L'orientation de la maison (20° Est) permet de réduire l'impact du masque plus important à l'ouest et de maximiser les apports solaires.

Le masque peut sembler important, mais il est essentiellement composé d'arbres caducs, qui vont donc perdre leurs feuilles en hiver. Il n'y aura finalement que peu d'occultations durant cette période.



Masque proche de la PMZ

Au rez-de-chaussée, le bâtiment dispose d'une salle de formation/réunion de 36 m² dont les ouvertures sont orientées Sud et Est. Côté ouest, une petite cuisine ainsi qu'une salle de bain / WC seront à la disposition des occupants.



Rez-de-chaussée

1^{er} étage

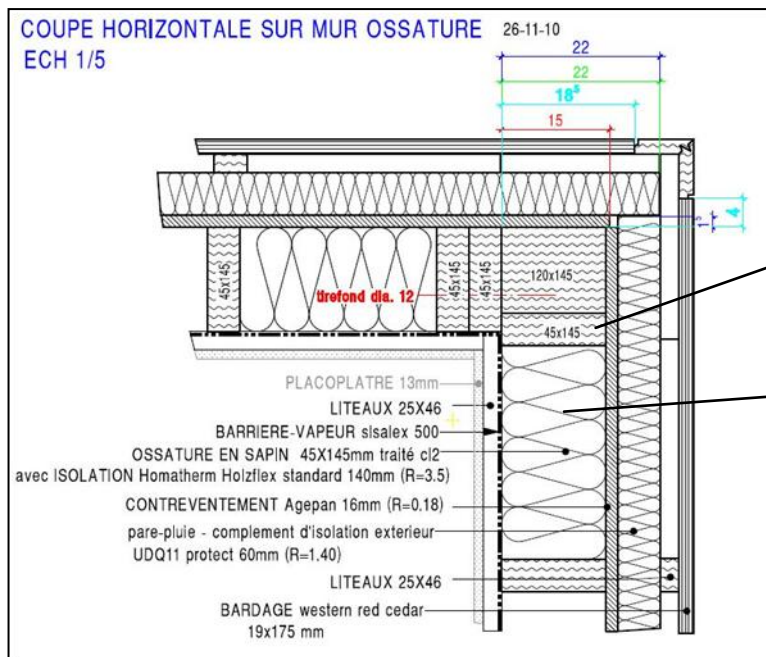
Les bureaux sont situés à l'étage : nous avons un grand bureau à l'est, pouvant accueillir 4 à 5 personnes et un petit bureau à l'ouest. Une salle d'eau / WC est située en face de l'escalier, coté Nord.

La surface utile de la maison est de 116 m².

1.2 Une isolation et une inertie adaptées

1.2.1 L'isolation

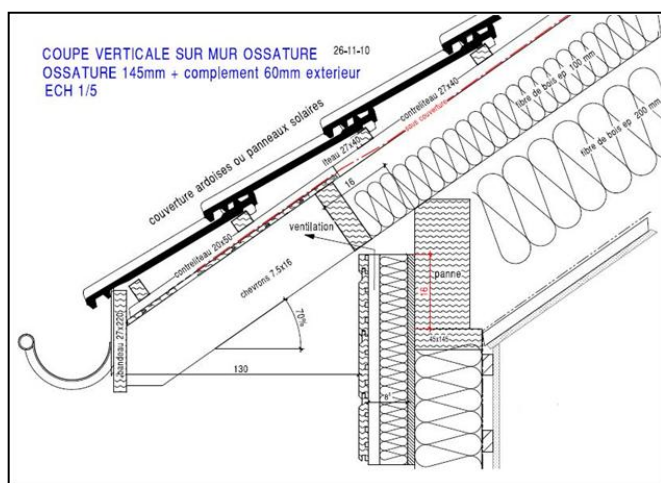
La maison est en ossature bois (épicéa de 145 mm traité classe II et raboté). L'isolation est assurée par de la laine de bois : les murs contiennent une première couche de laine de bois entre montants de 140 mm,



Isolation entre montants

Coupe du mur

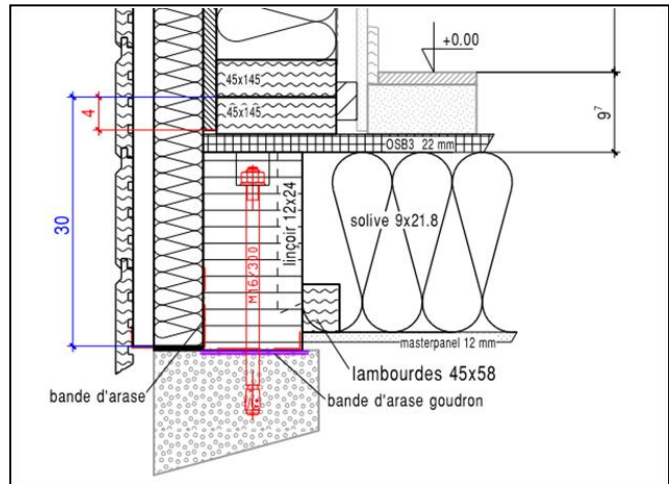
et une isolation par l'extérieur de 60 mm permet de couper les ponts thermiques créés par l'ossature. Des Panneaux Agepan DWD de 16 mm font office de contreventement. Le litage intérieur permet de fixer le frein vapeur contre les montants. Enfin, les cloisons intérieures sont en Placoplatre BA13. La résistance thermique du mur de ($R_{\text{mur}} = 4.7 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$) ;



Coupe de la toiture

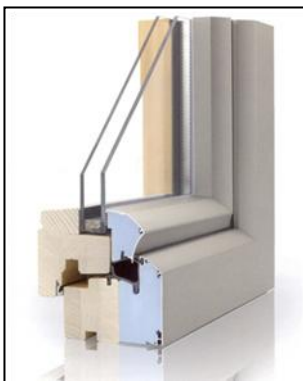
La charpente est construite en bois massif (épicéa ou sapin des bauges). C'est une charpente traditionnelle avec des pannes de section 120*300 mm et des chevrons (75*160mm). La toiture est isolée avec 200 mm de laine de bois entre pannes et 100 mm entre chevrons ($R_{\text{toit}} = 7 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$). Un pare pluie recouvre la toiture et est maintenue par des contre liteaux de 27*40 mm. Sur le pan Nord, un litage est posé pour accueillir des Ardoises, alors que coté Sud, des panneaux solaires sont installés.

Le plancher bas est constitué de solives (218*90 mm) et possède 200 mm de laine de bois entre solives. Des plaques de MasterPanel (mélange de bois-ciment) sont fixées sous les solives et empêchent l'humidité de rentrer. En partie haute, une chape anhydrite est coulée sur un plancher OSB pour poser le carrelage. Le plancher a une résistance de $R = 4.5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.



Coupe du plancher bas

1.2.2 Les vitrages



**Double vitrage utilisé au Sud,
à l'Est et à l'Ouest**

Les vitres de la façade nord sont en triple vitrage ($U_w = 1.13 \text{ W/m}^2/\text{K}$). Elles ont ainsi des déperditions faibles mais permettent d'apporter de l'éclairage naturel.

Au Sud, à l'est et à l'Ouest, les vitres sont en double vitrage peu émissif avec une lame d'Argon. Ce sont des vitrages très performants ($U_w = 1.29 \text{ W/m}^2/\text{K}$), un peu moins bon que le triple tout de même (10% de déperditions supplémentaires) qui permettent d'avoir plus d'apports solaires (environ 20% à 30% supplémentaires). Le gain apporté par les apports solaires est donc plus important que les déperditions supplémentaires, ce qui nous a conduit à ce choix.

1.2.3 L'inertie

La Petite Maison ZEN est destinée à recevoir des bureaux. Son taux d'occupation sera nul la nuit et maximum la journée. Les consignes de températures vont fortement varier entre le jour et la nuit. Le bâtiment doit pouvoir monter rapidement en température, et pour cela, une faible inertie est préférable. Les murs et plancher bas sont en bois et laine de bois, ce qui apporte assez peu d'inertie. La chape du rez-de-chaussée est une dalle anhydrite, moins inertielle que le béton. Le plancher intermédiaire possède 4 cm de sable, lui procurant de la masse, apportant une légère inertie, et surtout un meilleur confort acoustique (moins de transmission de bruit).

1.3 Un renouvellement d'air maîtrisé

Un bâtiment peu étanche à l'air ne pourra pas maîtriser les déperditions dues au renouvellement d'air. Les conditions climatiques extérieures, dont principalement le vent, vont fortement influencer sur le taux de renouvellement d'air. Toutes les fuites non maîtrisées sont autant d'air extérieur qui entre dans le bâtiment et vient refroidir l'intérieur de la maison. Il devient important dans les bâtiments basse consommation de maîtriser ses fuites. La Petite Maison ZEN possède un pare-vapeur entre le Placoplatre et l'ossature qui assure l'étanchéité à l'air. De cette manière, le renouvellement d'air est entièrement contrôlé par la ventilation mécanique double flux.

1.4 L'efficacité énergétique

Des appareils efficaces sont des appareils qui pour un même service rendu, consomment moins d'énergie. Ils sont caractérisés par leur classe (A++, A+, A, B, ...). Aujourd'hui nous pouvons considérer qu'un appareil est efficace s'il est au minimum A+. Les appareils de la PMZ sont A+ ou A++.

NB : Les appareils de classe inférieure à A ne devraient plus être commercialisés à ce jour.

1.4.1 L'éclairage

La petite maison ZEN est entièrement équipée de lampes LED. Les ampoules LED sont placées dans des spots classiques acceptant des culots GU10, comme la plupart des halogènes.

Afin d'avoir un éclairage homogène et suffisamment puissant pour une utilisation tertiaire, il nous a fallu placer un spot tous les 1,2 m. Pour un bureau de 36 m², 19 ampoules ont été nécessaires, soit 133 W de puissance électrique.



Ampoule LED 7W

En comparaison, pour éclairer convenablement le bureau, il aurait fallu 4 à 5 ampoules fluocompactes, soit 100-120 W de puissance électrique. La solution LED consomme légèrement plus que la solution fluocompacte, mais procure un éclairage plus agréable. Les lampes ont une durée de vie plus longue (50 000 h), sont beaucoup moins sensibles aux cycles d'allumage/extinction, et ne produisent quasiment pas de champ électromagnétique (le champ mesuré est souvent celui du câble d'alimentation).

1.4.2 La ventilation

La PMZ possède une ventilation mécanique contrôlée (VMC) double flux. Ce modèle de chez Aldes (DFE 450 microwatt) permet de récupérer 90% des calories de l'air vicié afin de les restituer à l'air neuf injecté. Typiquement, si l'air extérieur est à 0°C et que l'air intérieur est à 20°C, l'air neuf insufflé sera à 18°C, soit une réduction des besoins de 22 kWh sur une journée !



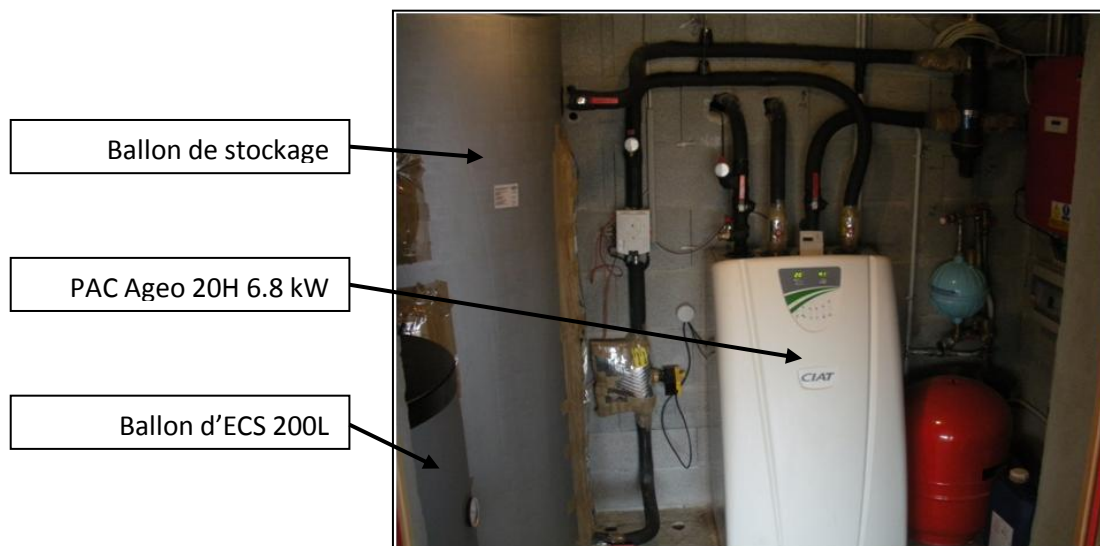
Ventilation Mécanique Contrôlée double flux

1.5 Le chauffage et l'eau chaude sanitaire : système AEDOMIA

Le chauffage de la maison est assuré par un astucieux système de couplage des panneaux photovoltaïques et d'une pompe à chaleur (système AEDOMIA).

Le système est composé de trois éléments principaux :

1. Un caisson courant le long du faitage, auquel une gaine est connectée en lien direct avec un double ventilateur extracteur associé à un échangeur air-eau (module de type « CTA » de CIAT)
2. Une pompe à chaleur (PAC) eau/eau de CIAT
3. Un ballon de stockage



PAC et ballon de stockage

La CTA a été conçue en fonction des contraintes d'encombrement dans le grenier de la PMZ. L'air est mis en mouvement au moyen de deux ventilateurs basse consommation (moteur à variateur de vitesse et à courant continu) et l'échangeur air/eau transfère les calories extraites sous toiture vers l'évaporateur de la pompe à chaleur. Cette dernière est une PAC standard eau/eau (Ageo + 20 H de CIAT), dont les plages de fonctionnement sont suffisamment larges pour ne pas nécessiter de modifications ou développements spécifiques. Les circulateurs sont à débit variable et donc plus économes en énergie (5 à 70 W contre 300 W classiquement). Ainsi couplée à l'énergie solaire, la PAC devient héliothermique.

Une étude préliminaire par simulation a montré la nécessité de disposer d'un stockage car il n'y a en général pas de corrélation entre les besoins de chauffage d'un bâtiment et la production de chaleur par la toiture. Le stockage permet une liberté totale sur les heures de fonctionnement de la PAC qui n'est en route que lorsque les conditions sont les plus favorables. Un stockage de 1 m³ permet d'assurer une « autonomie » d'un bâtiment BBC de 100 m² pendant 24 h en hiver.

Une vanne 3 voies permet de passer de la production de chauffage à la production d'ECS par la PAC. Cette dernière chauffe l'ECS à 45-50°C. Le ballon de stockage est lui chauffé jusqu'à 45°C. Il alimente un réseau de 6 ventilo convecteurs répartis dans les différentes pièces de la maison. Chaque ventilo-convecteur possède sa propre régulation avec sa propre température de consigne. Il est alors possible de diminuer la température dans les pièces inoccupées. La salle de réunion est ainsi chauffée à 15°C lorsqu'elle n'est pas utilisée.

Les ventilo-convecteurs sont bien adaptés à une utilisation tertiaire ou l'on a besoin d'un système réactif. Le soir, ils sont éteints, puis ils sont remis en route le matin. En 1h, le bâtiment est de nouveau à 19°C. Cette baisse des consommations la nuit entraîne d'importantes économies d'énergies.

Pour les périodes de grand froid, une résistance électrique d'appoint à l'intérieure des ventilo convecteur permet d'assurer une puissance de chauffage minimum.

En été, la PAC fonctionne en mode « production d'eau froide ». Le circuit de chauffage devient un circuit d'eau glacée et les ventilo convecteurs rafraichissent le bâtiment. La PAC fonctionne la nuit, au moment où la température extérieure est la plus froide. De plus, l'échange radiatif des modules PV avec la voûte céleste entraîne une diminution de leur température. L'air extrait sera plus froid que l'air extérieur. La PAC aura un meilleur rendement.

1.6 Un bâtiment sobre

La sobriété énergétique est une chose que chaque citoyen peut faire chez lui. Avoir un comportement sobre consiste à faire attention à ne pas consommer lorsque que l'on n'en a pas besoin.

Par exemple, une personne avec un comportement sobre n'allumera que les lampes de la pièce dans laquelle elle se trouve. Les appareils électriques seront éteints et non mis en veille. Les pièces telles que la cuisine auront des températures de consignes plus basses que le salon. La température de consigne sera plus faible la nuit.

Ces actions ne réduisent pas le confort des habitants, mais demandent une modification de nos comportements.

2 L'utilisation des énergies renouvelables

Une fois les besoins énergétiques de la maison réduits au minimum, il est temps de penser à la manière dont on peut produire notre propre énergie pour compenser les consommations.

2.1 Le photovoltaïque

L'énergie solaire photovoltaïque présente plusieurs avantages comparés à d'autres sources d'énergie :

- Elle ne demande pas de surface de terrain supplémentaire puisqu'elle est peut être installée directement sur le toit
- Elle rend la toiture multifonctionnelle : production d'électricité, de chaleur (dans certains cas), rôle d'étanchéité.
- C'est une énergie locale. Les pertes de distribution qui représentent environ 33% en France sont quasiment nulles (1 à 2%).
- Elle favorise l'autoconsommation et mène vers l'habitat autonome.



Installation de la toiture photovoltaïque

La maison fonctionne uniquement à l'électricité. Il devient naturel d'installer des modules photovoltaïques (PV) afin de couvrir les besoins. La maison doit consommer moins de 5 000 kWh par an. En couvrant toute la toiture Sud avec des modules en couche mince CIGS à 12% de rendement, nous pouvons installer 7,2 kWc. Une telle surface produira annuellement 7 700 kWh.

Les modules PV viennent en substitution des tuiles ou des ardoises. Les modules en couche mince ont un coût au m² plus faible que les modules au silicium cristallin. Le

différentiel d'investissement sera plus faible et rapidement amorti par la revente de l'électricité sur le réseau.

Nous avons en plus intégré 12 m² de modules semi-transparents sur la véranda. Ces 10 modules ont une puissance de 1 kWc et produiront environ 1 000 kWh par an.

Au total, la maison produira 8 700 kWh par an, soit 75 kWh/m² supérieurs à l'objectif annuel de consommations de 50 kWh/m². Elle est donc à énergie positive.

La production PV permet d'éviter annuellement le rejet de 200 kg équivalent carbone dans l'atmosphère. Cette valeur assez faible vient du fait que l'électricité française est peu carbonée (0.023 kg eq C/kWh) due à son parc nucléaire. Comparé à la moyenne européenne (0.096 kg eq C/kWh), l'installation évitera le rejet de 835 kg équivalent carbone.



Installation de la toiture photovoltaïque

Il faut savoir que le rendement des modules photovoltaïques baisse avec l'augmentation de leur température (typiquement -0,4% par °C) et que leur durée de vie diminue. Un module fonctionnant à 70°C se dégrade 7 fois plus vite qu'un module fonctionnant à 50°C !

Avec la plupart des systèmes d'intégration actuels, les modules peuvent facilement atteindre 80°C en été ! Il devient nécessaire de correctement refroidir les modules afin de garantir leur performance dans le temps et de limiter leur dégradation. La petite maison ZEN est équipée d'un extracteur qui va permettre de faire circuler l'air sous les modules PV de manière forcée et ainsi de les refroidir. Grâce à ce système, la température des modules sera 20°C° plus faible qu'avec un système d'intégration classique.



Extracteur/Echangeur

La consommation électrique du ventilateur d'extraction est compensée par l'augmentation de rendement des modules PV.

2.2 La récupération des eaux de pluie



Cuve de récupération des eaux de pluie

La Petite Maison ZEN possède également un système de récupération des eaux de pluie. Une cuve en béton de 3 000 L permet de stocker l'eau qui est utilisée pour les toilettes et l'arrosage.

Les avantages du béton sont :

- un prix plus faible,
- une désacidification de l'eau de pluie,
- un poids plus élevé permettant de s'auto lester

Environ 100 m³ d'eau pluviale seront ainsi récupérés chaque année.

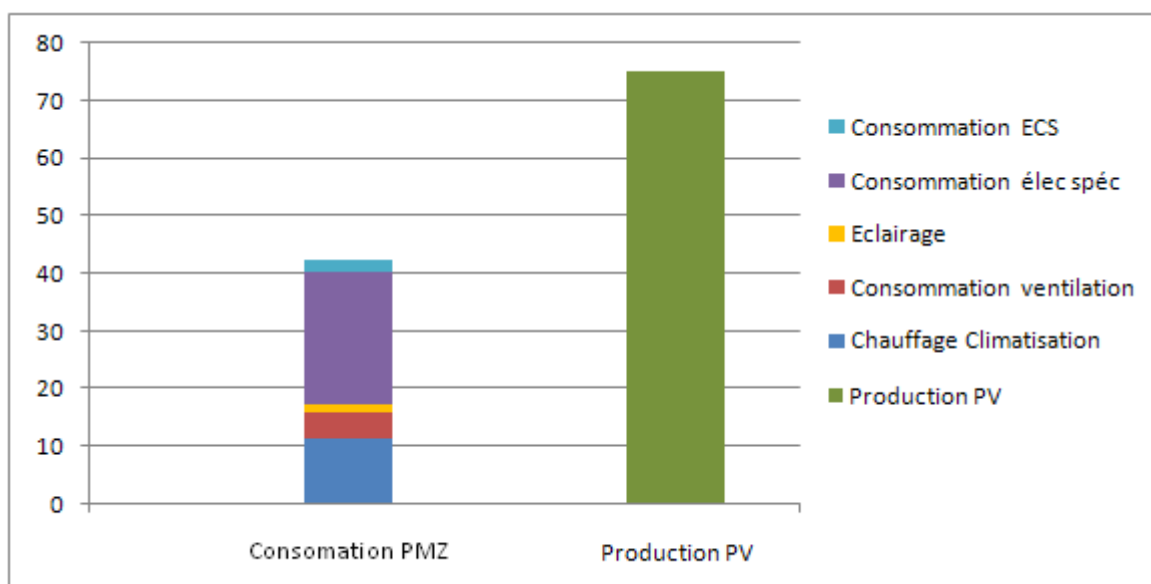
3 Le bilan énergétique

3.1 Le détail des consommations

Le tableau ci-dessous montre une estimation du détail des différents postes de consommation. Les valeurs sont des kilowatts heure électriques (donc en énergie finale) consommés par les appareils. Nous avons utilisé un COP de 3 pour la PAC. Les besoins de chauffage seraient de 30 kWh_{th}/m²/an, et les besoins de climatisation de 4.2 kWh_{th}/m²/an.

Bilan des consommations			
Chauffage	1 167 kWh/an	10 kWh/m ² /an	
Climatisation	167 kWh/an	1.4 kWh/m ² /an	
ECS	232 kWh/an	2 kWh/m ² /an	
Ventilation	529 kWh/an	4.6 kWh/m ² /an	
Eclairage	139 kWh/an	2.3 kWh/m ² /an	
Electricité spécifique	1 740 kWh/an	15 kWh/m ² /an	
Extracteur air PV	932 kWh/an	8 kWh/m ² /an	
Total	4 906 kWh/an	43.3 kWh/m²/an	
Energie PV produite	8700 kWh/an	75 kWh/m²/an	

Nous voyons très nettement sur le graphique ci-dessous que le poste le plus consommateur est l'électricité spécifique. Cette répartition est typique des bâtiments basse consommation où les consommations de chauffage deviennent plus faibles que la consommation des appareils électriques, et particulièrement dans le cas des bâtiments tertiaires, très consommateurs pour le poste de la bureautique notamment.

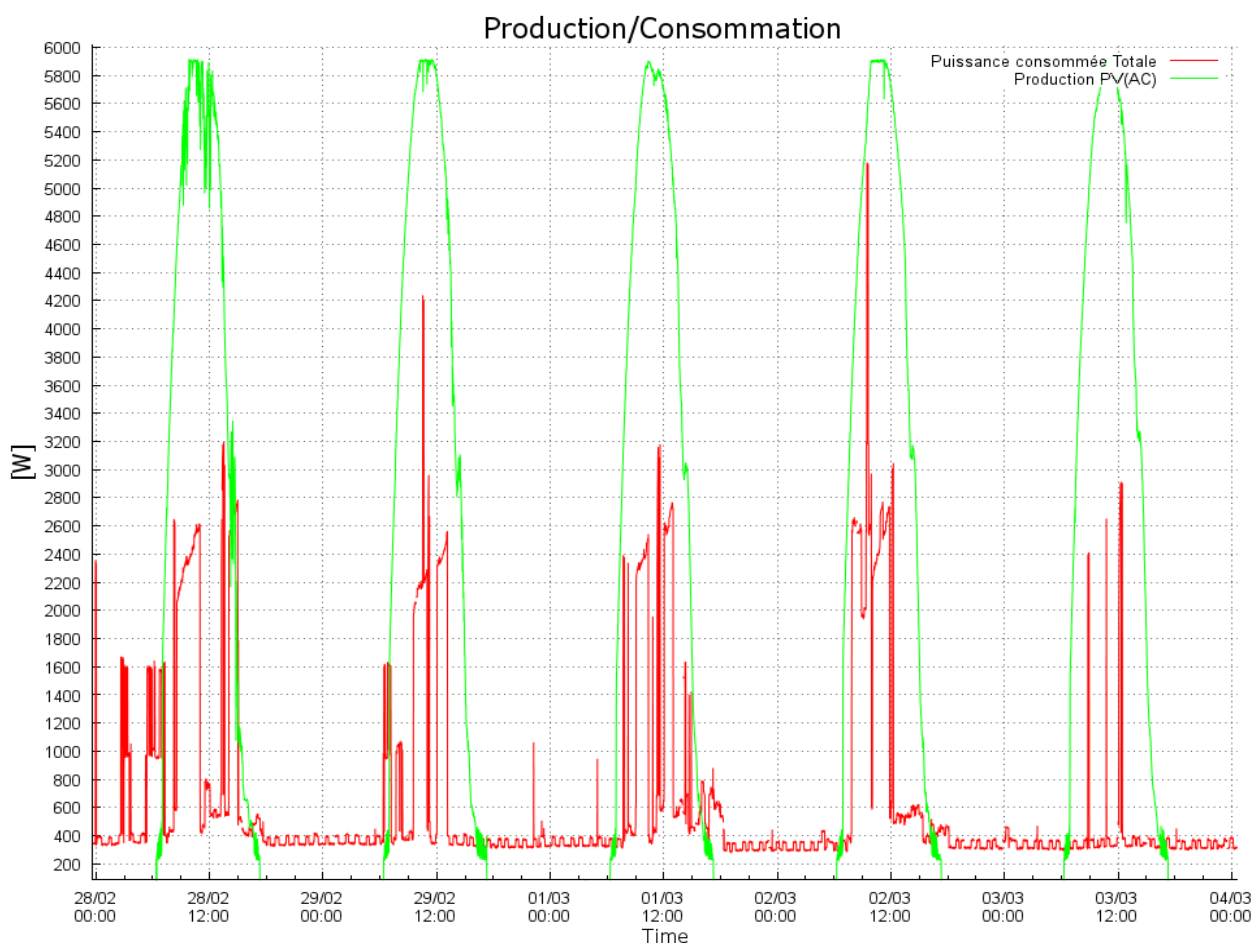


Sur ce graphique n'apparaît pas l'utilisation de la voiture électrique. Le véhicule utilisé à Cythelia est une Kangoo électrique qui consomme 22 kWh/100 km en moyenne. Avec 6 000 km parcouru par an, la voiture

consomme 1 320 kWh/an (11.4 kWh/m²/an). Le surplus de production PV pourra servir à alimenter jusqu'à trois véhicules électriques pour les petits trajets autour du lieu de travail.

3.2 L'adéquation des besoins avec la production

Grace au système de chauffage AEDOMIA, et à l'utilisation de type tertiaire du bâtiment, les besoins ont principalement lieu en journée. Il y a alors une parfaite adéquation entre la ressource solaire et la consommation. Le chauffage ne fonctionne que pendant les heures où l'ensoleillement est maximum. Le reste du temps, seuls les circulateurs doivent fonctionner pour amener l'eau chaude du ballon de stockage jusqu'aux ventilo convecteurs.

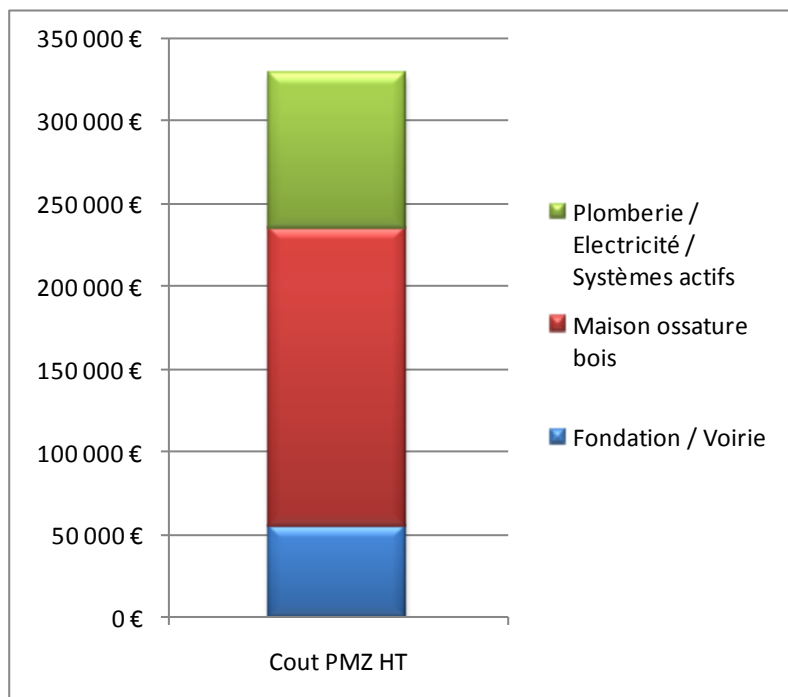


Les pics de consommation autour de 12h correspondent à la mise en marche de la PAC. Les petites oscillations observées la nuit aux alentours de 400W sont les cycles de marche/arrêt du réfrigérateur. Il y a environ 360 W consommés en permanence. Ces 360W se décomposent en :

- 80 W consommés par les circulateurs et cartes électroniques de la PAC
- 20 W consommés par la CTA
- 18 W par le circulateur des ventilo convecteurs
- 40 W par les ventilo convecteurs
- 130 W par les prises électriques (alimentation du PC de monitoring)
- 70 W par la VMC (soit 35W par ventilateur)

4 Evaluation économique

Cette maison prototype a coûté 330 000 € HT. La répartition des coûts est détaillée ci-dessous.



L'aspect prototype a une part non négligeable dans le prix final. Pour un bâtiment de ce type au stade commercial, nous pourrions économiser

- 14 000 € HT sur la maîtrise d'œuvre
- 11 000 € HT sur la régulation chaud/froid

Soit 25 000€ d'économie.

Le surcoût « qualité » de la maison est estimé à 40 000 € HT. Nous entendons par surcoût qualité, l'utilisation de vitrage Internorm® au lieu de vitrages meilleurs marchés, le choix d'avoir un parquet en chêne au lieu d'un parquet flottant, la toiture en ardoise et non en tuile...

Le tarif de rachat de l'électricité photovoltaïque permet de gagner 3 200 € TTC par an. L'installation photovoltaïque est rentabilisée en 11 ans.

5 Partenaires du projet

Nous tenons à remercier les partenaires qui ont permis l'aboutissement de ce projet



DARVEY

Construction et maîtrise d'œuvre générale



CYTHELIA

Maîtrise d'œuvre systèmes énergétiques



CEA – INES

Monitoring d'Aedomia

O. MERCAN

Terrassement, fondations, sous sol, VRD



CALEX

Electricité, ventilation



T. ODIN

Plomberie, sanitaire, chauffage



Screen Solar

Système d'intégration CANOPIA



Q - Cells

Fourniture des modules photovoltaïques



ACOME

Câbles électriques pour le photovoltaïque



CIAT

Echangeur Air-Eau, PAC, ventilo-convecteurs, régulation



Watts Up

Pose du prototype CANOPIA



ALDES

Ventilation double flux



Région Rhone Alpes

Aide financière