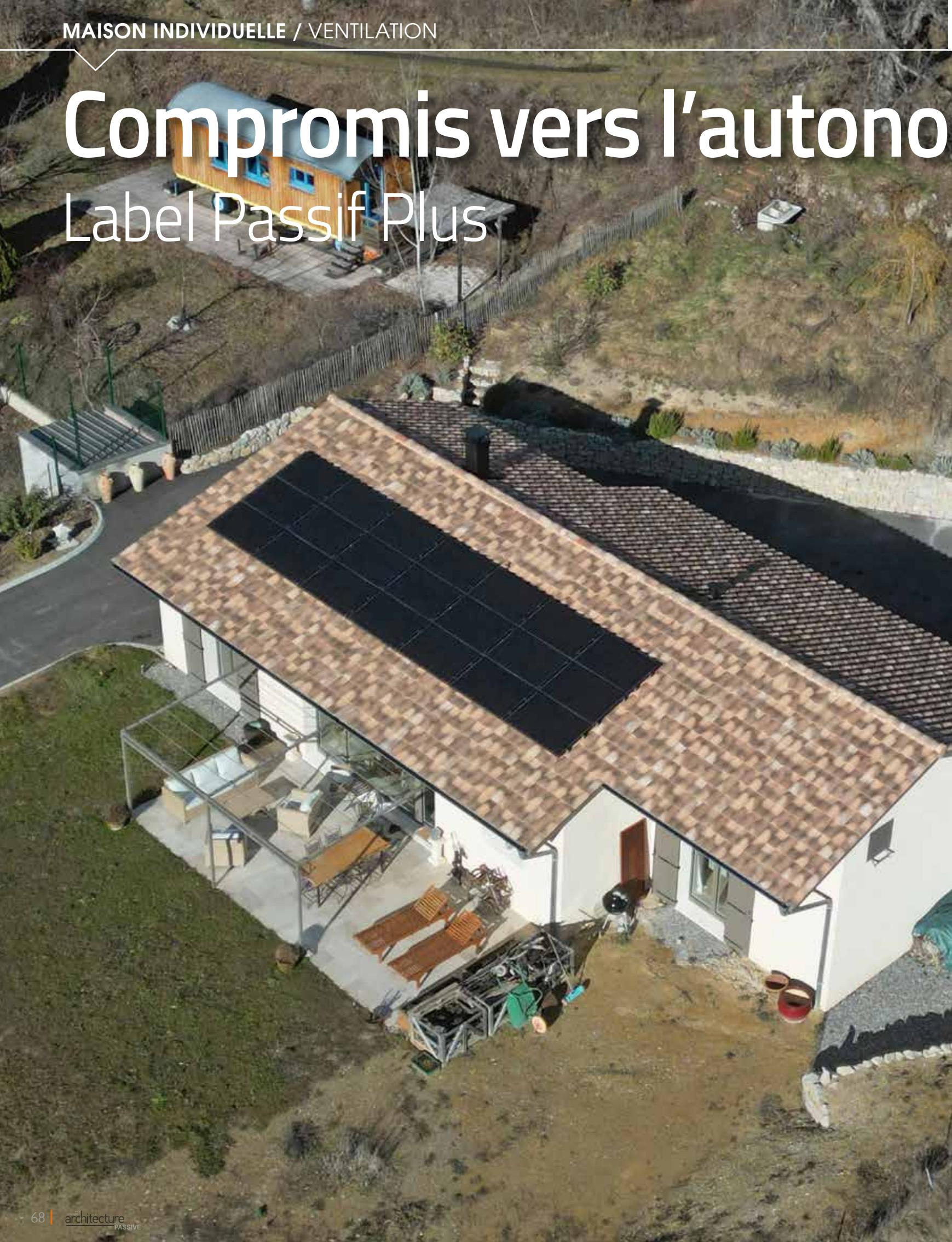


# Compromis vers l'autonomie

Label Passif Plus





#### LE PROJET EN BREF

**Maître d'ouvrage:** privé  
**Maître d'œuvre:** Bebio Construction  
**Bureau d'études:** Bebio Construction  
**Lieu:** Bayons (05) - **Altitude:** 900 m  
**Superficie:** 144 m<sup>2</sup> + garage/atelier 54 m<sup>2</sup>  
**Système constructif:** Béton cellulaire  
**Besoin de chauffage PHPP:** 10 kWh/m<sup>2</sup>.an  
**Besoins totaux énergie primaire PHPP n-R:** 81 kWh/m<sup>2</sup>.an  
**Besoins Ep-R:** 38 kWh/m<sup>2</sup>.an  
**Production:** 55 kWh/m<sup>2</sup>.an  
**Taux de surchauffe PHPP:** 1% >25°C  
**Test d'étanchéité à l'air n50:** 0,33 vol/h  
**Coûts:** 2 480 €/m<sup>2</sup> TTC (sauf cuisine Sdb)  
**Label passif?** : oui passif Plus (LMP)

**Jeunes retraités, les maîtres d'ouvrage souhaitaient se retirer de la ville et de ses nuisances pour profiter de la montagne et atteindre un certain degré d'autonomie. Le label passif, présenté par le maître d'œuvre Thierry Giambellucco de Bebio Construction lors d'une petite foire bio, leur est apparue comme la bonne trajectoire pour poursuivre cette démarche. Mais jusqu'où aller pour l'autonomie électrique ?**

Photos : Bebio Construction



*Le bloc de 400 mm permet de se passer d'isolation. Des renforts permettent l'élevation en zone sismique.*

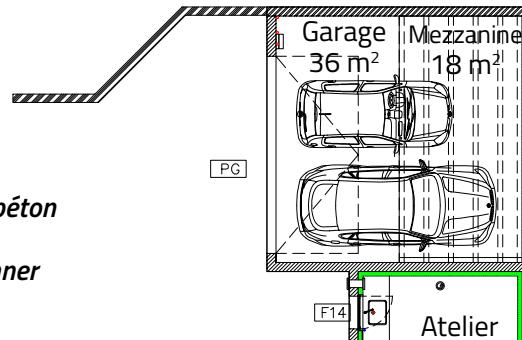
« Comme souvent, au départ c'était le rêve de l'autonomie, l'idée de se couper des réseaux, qui les guidaient, explique Thierry Giambelluca, mais lorsqu'ils ont compris qu'une maison passive pouvait se passer de chauffage, ils ont tout de suite compris que c'était également une forme d'autonomie. Finalement, le passif, c'est de

*Les joints verticaux doivent être soignés, mais l'étanchéité à l'air est essentiellement réalisée par les enduits.*

*la sobriété, du bon sens!»* Ils font l'acquisition d'un joli terrain de 3 500 m<sup>2</sup> à 900 m d'altitude dans les Alpes-de-Haute-Provence avec une vue magnifique sur le massif des Monges. Un endroit réputé pour ses nombreuses sources naturelles. La conception commence avec des compromis à trouver entre les valeurs archi-



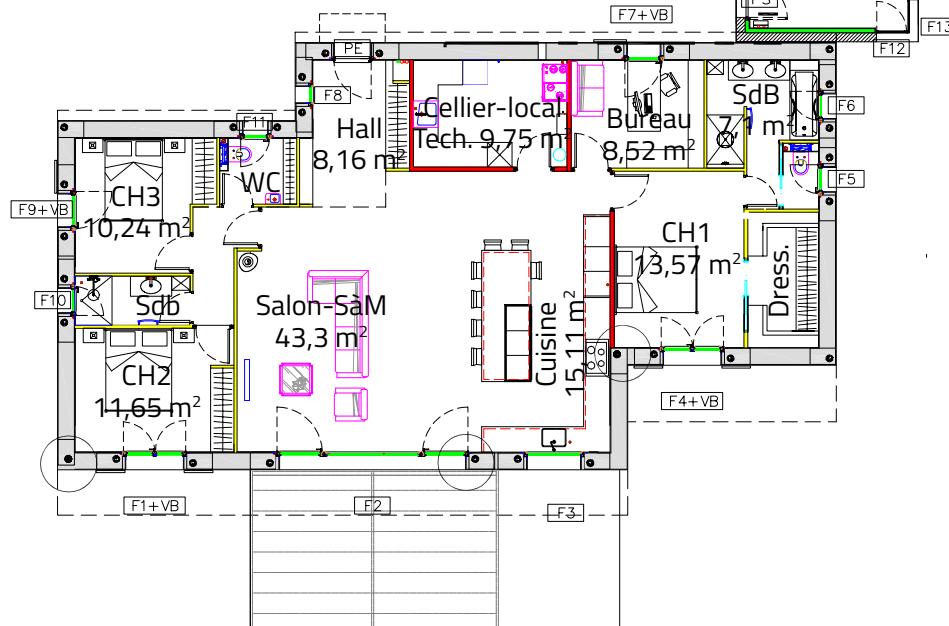
*Détails de la charpente et des débords de toiture.*



tecturales assez conservatrices de la région et des exigences de l'architecte du patrimoine des Alpes-de-Haute-Provence et les envies de modernité du couple. Le projet dessiné est un plain-pied de 144 m<sup>2</sup>, formant un L avec l'atelier de couture de Madame et le garage-atelier de Monsieur, ces deux espaces n'étant pas dans l'enveloppe passive. « Nous souhaitions casser une peu les codes provençaux habituels. Nous avions plus de chances de voir accepter un toit plat de petite surface, nous avons donc conçu l'atelier comme un élément de liaison entre deux espaces à toiture traditionnelle deux pans et le permis a été accepté ». L'espace habitation est un rectangle avec deux décrochés, permettant une bonne compacité tout en délimitant bien les espaces et en optimisant le bioclimatisme: deux chambres à l'ouest avec salle d'eau pour recevoir les enfants, un grand espace à vivre, protégé au nord par un local technique et un bureau, et à l'est la suite parentale avec dressing et sa salle de bain.

## DU BÉTON CELLULAIRE PASSIBLOC+

Comme la plupart des projets Bebio Construction, l'étude est faite avec du béton cellulaire, le Passibloc+ de 400 mm fabriqué par Cellumat. « C'est malheureusement le dernier chan-





Les menuiseries bois-alu de Bader présentent d'excellentes performances.



La Compact C de Nilan: un seul appareil pour le chauffage, la ventilation, le froid et l'ECS. Un gain de place et de belles performances.

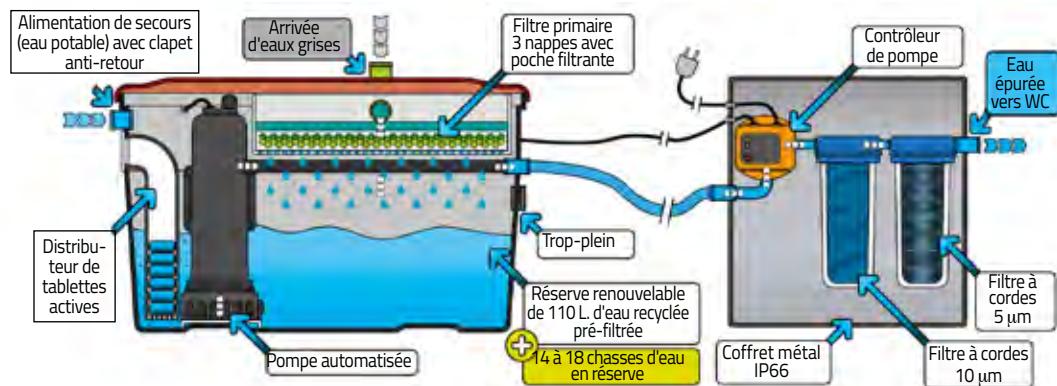


Le poêle, appoint potentiel, n'a jusqu'ici jamais été nécessaire.

tier que je pourrai concevoir ainsi, car depuis le rachat de Cellumat par Xella, le Passibloc+ n'est plus fabriqué et c'est bien dommage, car il évitait une isolation complémentaire des murs! » Le projet est toutefois chiffré en ossature bois pour comparaison. « La maçonnerie est très ancrée dans la culture régionale, et l'offre en ossature bois n'était pas compétitive, nous avons donc conservé la première idée. » La construction étant en zone sismique 4, un dimensionnement par un bureau d'étude spécialisé est réalisé. La dalle béton, isolée par 500 mm de Misapor, et les 500 mm de fibre de bois en vrac de la toiture, apporteront de l'inertie. Les murs sont constitués des seuls Passiblocs. L'étude PHPP aboutit à un besoin de chauffage de 10 kWh/m<sup>2</sup>.an. « Nous avons sélectionné un maçon de la région qui ne connaissait pas le passif mais qui connaissait bien le béton cellulaire. Malgré nos recommandations, il a fallu reprendre un certain nombre de joints verticaux, le test intermédiaire ayant révélé d'importantes fuites! Mais maintenant, le passif, il sait ce que c'est! » Une fois les corrections apportées, le test final aboutit à n50 de 0,33 vol/h, alors même qu'un PVC de 50 mm était resté ouvert! Le résultat réel devait donc être excellent. Rien à dire en ce qui concerne les menuiseries bois-alu parfaitement étanches de Bader, choisies pour leurs performances. « Nous avons un peu hésité avec les Smartwin de Menuiserie André, d'autant bonne qualité, et qui présentent l'avantage du dormant caché. Comme ça n'avait pas d'importance pour les clients, les fenêtres de la gamme Passive de Bader l'ont emporté. »

#### AUTONOMIE OU PAS ?

La Nilan Compact n'a fait l'objet d'aucune hésitation, Thierry Giambellucco en ayant prescrit un certain nombre, il est convaincu de la qualité de cet appareil compact capable de faire l'appoint de chauffage, le rafraîchis-



Le terrain regorge de sources naturelles, idéales pour l'arrosage du jardin.



Le Spareau, permet de récupérer les eaux grises pour alimenter les toilettes.





## ENVELOPPE & ÉQUIPEMENTS

**Isolation toiture:** Laine de bois en vrac 500 mm

**Isolation murs:** Béton cellulaire Passibloc 400 mm (Cellumat)

**Isolation planchers:** 500 mm verre cellulaire Misapor

**Menuiseries:** triple vitrage Bois-Alu / Bader Gamme Passive

**Ventilation/ECS:** Nilan Compact P

**Chauffage d'appoint:** Poêle Contura 5 kW équipé d'un conduit « Efficience » de Poujolat et raccordement par le dessus.

**Photovoltaïque:** 6 kWc

**Divers:** Récup. eaux grises pour WC

*Fonctionnelle, conviviale, lumineuse... et économique. La maison répond en tous points aux objectifs du programme.*

sement, l'eau chaude sanitaire en plus de la ventilation. Il a réalisé lui-même les plans des réseaux qu'il a préféré prendre chez Zehnder pour la variété des accessoires et la simplicité des assemblages de type Plug-and-Play. Nilan est venu faire la mise en service. « Je me suis formé et j'ai acquis le matériel pour équilibrer moi-même les réseaux, car nous manquons souvent de compétences dans ce domaine, et l'équilibrage est la clé d'un bon fonctionnement du réseau... Je suis d'ailleurs en train de former une équipe constituée d'un plâtriste et d'un électricien pour mes futurs chantiers. » Les clients ont souhaité installer un poêle pour le plaisir, mais dans les faits, ils ne l'ont jamais allumé. Par militantisme, ils ont choisi de s'équiper d'un Spareau, une invention française qui consiste à envoyer dans les toilettes les eaux grises issues des douches, lavabos et lave-linge, stockées dans une cuve de 110 litres.

« Ils ont préféré ce système à celui de la récupération de l'eau de pluie, car le terrain est rempli de sources et l'arrosage du potager se fait facilement. C'est tout aussi intéressant et implique une cuve de plus petite taille, mais c'est sans doute un peu plus contraignant, car le système de filtration doit être nettoyé très régulièrement, surtout si on utilise une lessive liquide qui a tendance à produire une pâte et une odeur résiduelle en cas de non utilisation pendant plusieurs jours. Mais après quelques tâtonnements, et un changement de lessive, les clients en sont finalement satisfaits, et sont ravis de ne pas envoyer d'eau potable dans les toilettes ! »

Jusqu'au bout du projet, l'autonomie complète en électricité a été un sujet. Mais il aurait fallu équiper la maison d'une puissance de 9 kWc minimum et d'un parc de batteries plutôt polluantes... nécessitant de doubler l'investissement qui a finalement été choisi: le compromis de l'autoconsommation avec la sécurité du réseau. La toiture compte 6 kWc de puissance, soit 35 m<sup>2</sup>, permettant une production de 10,31 MWh, supérieure à leur consommation annuelle (6,53 MWh). La maison a d'ailleurs été labellisée Passif Plus. Elle a coûté 2 480 € TTC/m<sup>2</sup> tout compris (VRD + Raccordement), hors meubles cuisine et salle de bain. Grâce aux panneaux, leur facture d'électricité annuelle est de l'ordre de 1 084 €, - à laquelle il faut retrancher 774 € de rachat de production photovoltaïque - leur plus grosse consommation électrique étant la plaque à induction !

## « C'EST UN PLANCHER CHAUFFANT ? »

La question posée par un voisin curieux fait sourire. Pourtant, même au plus froid de l'hiver – et nous sommes en montagne – le sol est chaud. Passivement chaud. A tel point que le propriétaire est souvent pied-nu. « Eux-mêmes ont été surpris au départ. Comme nous n'avions pas encore statué sur l'autonomie ou



*Avec 6 kWc la maison est largement positive en énergie, sans les contraintes de l'autonomie complète.*

non, leur maison n'était pas raccordée lorsqu'ils ont emménagé (sauf à un tableau de chantier), et c'était en hiver! Sans aucun appoint, il faisait 16°C le matin, mais dès le 1<sup>er</sup> rayon de soleil, la température montait en flèche pour atteindre 22, voire 23°C dès 9h! C'était finalement une bonne façon de faire connaissance avec leur maison. D'ailleurs, si le PHPH annonce 1% de surchauffe (au-dessus de 25°C), dans les faits, ils n'en ont jamais souffert. Nous avons également simulé les hausses de températures et même avec le scénario de +3°C du GIEC, nous n'excérons pas 10% de surchauffe.» Pas de brise-soleils orientables, juste des volets battants à l'ancienne, très efficaces à qui sait bien les utiliser. La grande baie vitrée est protégée par un voile Ferrari monté sur la pergola, largement suffisant. Et puis, il y a le rafraîchissement... « Au départ, ils ne pensaient pas l'utiliser, et les calculs ont été réalisés dans le PHPH sans... mais lorsqu'ils y ont goûté... Ils n'ont plus voulu s'en passer, ce qui explique que les consommations soient un peu supérieures aux prévisions du PHPH.» Il reste toutefois une seule piste d'amélioration: l'hiver, l'air est très sec, parfois trop sec. « L'hygrométrie tombe vite à 30%, or à cette limite, la VMC se met au ralenti pour permettre à l'humidité de remonter. Mais l'air extérieur étant aussi sec... Ils pensent à installer un humidificateur. Il en existe sur la Compact de Pichler, mais pas chez Nilan. C'est bien dommage! Nous réfléchissons sur le sujet, même si la nuisance est très relative (quelques mini-fissures de surface sur les peintures qui se referment en été) et que la maison leur donne pleinement satisfaction. »

### Puissance et production

CSV

Jour Semaine Mois Cycle de facturation Année

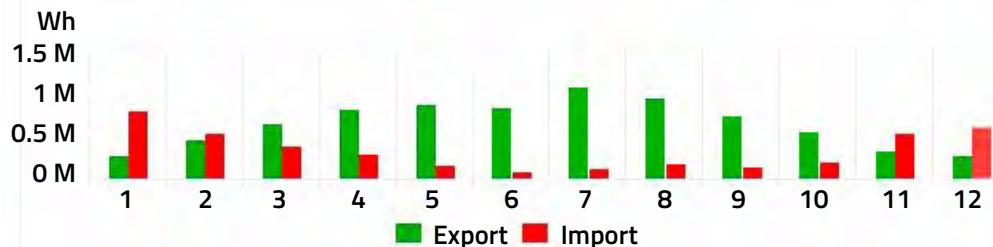
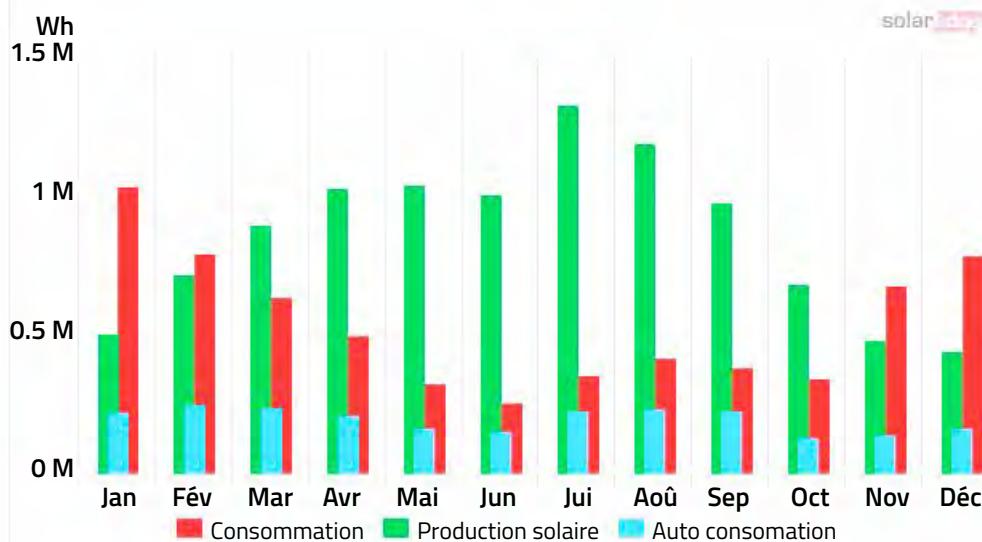
01/01/2023 - 31/12/2023

Production : 10,31 MWh

Consommation : 6,53 MWh

23 % 77 % 37 % 63 %

Auto-consommation : Export : Auto-production : Achat  
2,39 MWh 7,92 MWh 6,53 MWh 4,14 MWh



*A l'arrière, le L forme une petite cour protégée avec l'accès au garage et à l'atelier. La maison s'ouvre sur le paysage grandiose des Alpes.*



# Ventilation & appoints



*Air Comfort de Brink est composé de deux appareils distincts pour produire à la fois l'eau chaude sanitaire, l'appoint de chauffage sur l'air ou le refroidissement sur l'air en plus de la ventilation double flux. Installation Maison Voegelé. Hors-série n°21.*

standard passif avec une simple flux). La majeure partie de l'année, les apports du soleil et les apports internes suffisent à maintenir une température agréable hiver comme été.

## UNE VENTILATION INDISPENSABLE

La maison passive étant étanche à l'air, il est impératif de l'équiper d'une ventilation efficace pour assurer un air intérieur sain. On compte environ 30 m<sup>3</sup>/h par personne, ce qui est imperceptible et ne génère ni courant d'air, ni bruit, ni assèchement de l'air. Les VMC double flux sont équipées de filtres qu'il est impératif de nettoyer et de remplacer régulièrement (idéalement dans le cadre d'un contrat d'entretien, une à deux fois par an). Il est recommandé de placer la VMC dans le volume chauffé.

## VENTILER SANS PERDRE DE CALORIES

Pour limiter les pertes de chaleur par ventilation, les VMC double flux pré-chauffent l'air entrant grâce aux calories récupérées sur l'air sortant. Plusieurs types d'échangeurs permettent ce transfert de calories: à courants croisés, contre-courant (éventuellement à enthalpie pour qu'il y ait transfert d'humidité) ou rotatif (gros débits). Le pourcentage de chaleur ainsi récupéré donne le rendement de la VMC. Pour le passif, ce rendement doit être supérieur à 75 % (en rendement effectif, basé sur des protocoles de tests précis, attention aux rendements théoriques annoncés par les fabricants). La certification passive des appareils est une garantie de sérieux des rendements annoncés, mais une vérification sur site lors de la mise en route est recommandée (comparaison des températures sortie air vicié/ entrée air neuf).

## PROTÉGER DU GEL

Même très performantes, les VMC double flux ont une limite de température acceptable en deçà de laquelle, elles se détériorent. Pour y remédier, la VMC peut être reliée à une petite résistance électrique (batterie chaude) ou à un puits canadien à air ou hydraulique qui ramènera l'air entrant au-dessus de -4 °C.

Dans le cas du puits canadien hydraulique, l'air neuf va puiser des calories dans un échangeur avec un circuit d'eau qui passe dans des tubes d'une centaine de mètres de long, enterrés à environ 2 m de profondeur dans la terre, là où la température varie très peu. En intersaison, le puits canadien est coupé (par by-pass).

## PRODUIRE DE L'EAU CHAUE SANITAIRE

S'il est possible de réduire considérablement les besoins de chauffage, il n'en est pas de même pour la production d'eau chaude sanitaire (ECS), qui reste l'un des postes importants de consommation d'un bâtiment. La norme pour les bâtiments passifs est de 25 l d'eau chaude à 60 °C par personne et par jour. Une famille consomme ainsi de 1500 à 5000 kWh/an pour ce seul poste, à cela s'ajoutent les déperditions de chaleur du réservoir et de la tuyauterie soit 1000 à 3000 kWh par an en plus. Pour limiter ces pertes, il est impératif que le ballon soit fortement isolé et placé dans la surface chauffée, ces pertes étant comptabilisées dans les apports internes. Le chauffe-eau solaire avec appoint électrique ou thermodynamique est une solution courante dans les maisons passives (80% des cas en Allemagne et en Autriche).

Certaines installations de VMC intègrent directement la production d'ECS au moyen d'une petite pompe à chaleur. Ces combinés multi-énergies assurent le chauffage, l'eau chaude et la ventilation, ce qui limite le nombre d'équipements et optimise la régulation des systèmes. D'autres systèmes associent la VMC au chauffe-eau, en récupérant des calories du ballon solaire; ou encore associent la VMC aux évacuations en récupérant la chaleur des eaux grises.

Le seuil du besoin de chauffage de 15 kWh par m<sup>2</sup> et par an n'est pas arbitraire. La pratique et la théorie montrent qu'au dessous de cette valeur, une maison n'a plus besoin d'avoir de système de chauffage indépendant. Les besoins en chaleur sont si faibles que le bâtiment peut être chauffé sur l'air par un petit appoint, les quelques jours par an où les apports passifs sont insuffisants. Le bâtiment passif évite ainsi l'investissement dans un appareil de chauffage conventionnel sous réserve d'une ventilation performante, correctement dimensionnée et installée par un professionnel compétent. (Il est impossible d'atteindre le





Clement Castel

*La VMC Double Flux Thermodynamique 4 en 1 PKOM<sup>4</sup> distribuée par GECO. Un appareil compact assurant la ventilation, le chauffage sur l'air, l'eau chaude sanitaire et le refraîchissement. Détentrice d'un TITRE V RE2020.*

*Centrale double flux Helios KWL EC 2600S mise en œuvre pour la rénovation de la Résidence de l'Ostrevent à Bouchain (59). Architecte: Philippe Caucheteux / BE Energélio. (Hors-série n°22)*



*Accès facile pour le changement des filtres. VMC ComfoAir350 de Zehnder*



Zehnder

## LES APPOINTS

Les critères du passif limitent les besoins de chauffage à une puissance de 10 W/m<sup>2</sup>. Selon les configurations, cet appoint peut être intégré au système combiné (petite pompe à chaleur). Toutes les solutions sont envisageables: petite batterie chaude, poêle bûches ou granulés étanche, pompe à chaleur, etc. Théoriquement, le passif permet d'éviter une installation coûteuse, mais dans les grands bâtiments tertiaires ou collectifs, l'installation d'une pompe à chaleur ou d'une chaudière peut s'avérer cohérente pour l'appoint. Notons aussi qu'en France, il faudra trouver des solutions compatibles avec le respect de la RE2020 (système de régulation, limite de 100 m<sup>2</sup> pour le chauffage au bois,...), qui impose souvent la pose de radiateurs électriques superflus...

*Côté poêle, une toute petite puissance suffit pour appoint. Ici, un poêle Hwam de 4,5 kW.*



*L'intérieur de la Nilan Compact P, une VMC combinée 4 fonctions.*



Nilan

## A PROPOS DU REFROIDISSEMENT

Au cas où une climatisation est nécessaire, le besoin de refroidissement ne doit pas dépasser les 15 kWh/m<sup>2</sup>.an. Le critère d'énergie primaire reste inchangé, le besoin en refroidissement doit donc être compensé par ailleurs.

