

1. Projet Exemple

Maison Individuelle, Bois d'Amont, Jura, France



ID : 5160



Conseiller CEPH : Sylvain CHATZ, ENERCOBAT,

www.enercobat.com

Le projet de la maison passive de 162 m² de BOIS D'AMONT (39220) a été initié en 2013 par M. et Mme Yann LE QUELLEC, sur le plateau du Haut-Jura vers Les Rousses à 1056 m d'altitude. Cette maison individuelle a été construite par la société BOLE-RICHARD CONSTRUCTION BOIS basée à DESERVILLERS (25330), dans le cadre d'un « Contrat de Construction de Maison Individuelle » loi de 1990. Les premières fondations ont commencé en 2014 et la construction a été achevée en 2015.

Afin de réussir à avoir une maison passive respectant les critères du label Passiv Haus, M. et Mme LE QUELLEC ont mandaté M. Sylvain CHATZ, conseiller CEPH et gérant d'ENERCOBAT, pour mener l'ensemble des études nécessaires. Le label a été obtenu le 27 octobre 2016.

Principales caractéristiques :

La maison est en ossature bois et présente une surface de 162 m² répartis sur 2 étages, avec un garage attenant. Le plancher bas est sur vide sanitaire, isolé sous chape. Les menuiseries sont mixtes, en bois et aluminium. Les fenêtres sont en triple vitrage et équipées de brise-soleil orientables. La toiture est isolée à l'intérieur et à l'extérieur.

La maison est équipée d'une ventilation double flux Paul Novus 300, d'un poêle à granulés HOBEN 5 de 6 kW pour le chauffage (rendement de 92 %) et la production d'Eau Chaude Sanitaire (ECS) se fait par un système hybride solaire thermodynamique YACK ORA (COP = 2,52).

U-murs extérieurs	0,013 W/m ² .K	Besoin de chauffage	8 kWh/m ² .an
U-plancher bas	0,121 W/m ² .K	Puiss. de chauffe	14 W/m ²
U-toiture	0,096 W/m ² .K	Rendement effectif PHPP	88,2 %
U _w moyen	0,9 W/m ² .K	Fréq. de surchauffe (> 25°C)	4 % ≤ 10 %
n ₅₀	0,4 vol / h	Conso. en énergie primaire	68 kWh/m ² .an

2. Passivhaus Documentation

Single family house, Bois d'Amont, Jura, France



ID : 5160



CEPH consultant : Sylvain CHATZ, ENERCOBAT,

www.enercobat.com

The Passive House project, 162 m², based in BOIS D'AMONT (39220) was initiated in 2013 by Mr. and Mrs. Yann LE QUELLEC. It is located on "Haut-Jura" mountains, around "Les Rousses", at 1056 m a.s.l.. This single family house was built by the company BOLE-RICHARD CONSTRUCTION BOIS based in DESERVILLERS (25330).

The first foundations in 2014 and the construction in summer completed in 2015.

In order to complete the PassivHaus criteria of the Passive House Institute, Mr. and Mrs. LE QUELLEC mandated Mr. Sylvain CHATZ, CEPH consultant and manager of ENERCOBAT, to conduct all the necessary studies. This leads to a successful labelling which was obtained on October 27, 2016.

Key features:

The timber frame house has a surface of 162 m² spread over 2 floors, with an attached garage. The low floor is on a crawlspace, insulated under screed. Joinery is mixed, in timber and aluminum. The windows are triple glazed and equipped with swiveling sunshades. The roof is insulated inside and outside.

The house is equipped with a Paul Novus 300 ventilation unit and a 6 kW HOBEN 5 pellet stove for the heating (92% global efficiency). The production of Domestic Hot Water (DHW) is ensured by a thermodynamic solar hybrid system YACK ORA (COP = 2.52).

U-value external walls	0.013 W/(m ² K)	PHPP space heat demand	8 kWh/ (m ² a)
U-value floor	0.121 W/(m ² K)	Heating Power :	14 W/m ²
U-value roof	0.096 W/(m ² K)	Heat Recovery Factor	88.2 %
U-value window	0.9 W/(m ² K)	PHPP primary energy demand	68 kWh/ (m ² a)
Airtightness measure n ₅₀	0.4 h ⁻¹	Freq. of overheating (> 25°C) :	4 % ≤ 10 %

3. Photos de façades



Façade Ouest



Façade Sud



Façade Est



Façade Nord



Façade Sud-Est



Façade Sud-Ouest



Façade Nord-Ouest



Façade Ouest



Façade Sud



Façade Est



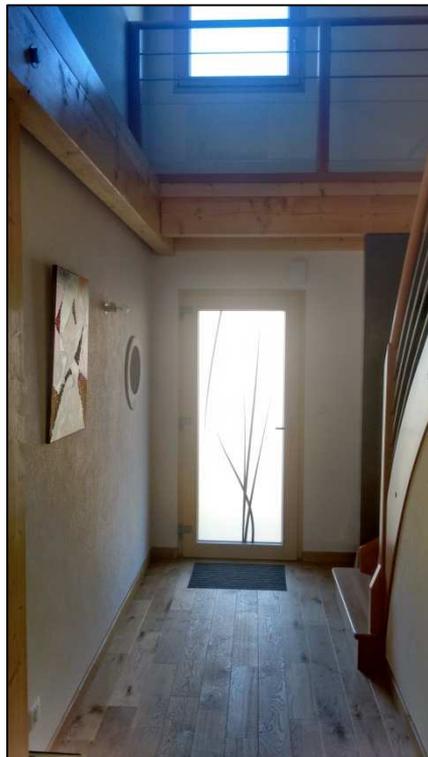
Façade Nord

4. Photos intérieures

La maison est composée d'un rez-de-chaussée et d'un étage avec un garage attenant. Elle présente une cuisine ouverte sur un salon/séjour, trois (3) chambres, un cellier, une salle de douche avec WC séparé et une salle de bain.

Au rez-de-chaussée, une entrée d'environ 10 m² s'ouvre sur un espace cuisine/salon d'environ 53 m². Une chambre, une salle de douche et un WC séparé sont également présents au niveau du rez-de-chaussée. Un cellier sert d'espace tampon avec le garage attenant.

Voici quelques photos de l'intérieur de la maison. Ici le hall d'entrée avec la porte d'entrée vitrée :



En entrant sur la droite, se situe le coin cuisine/salon avec le poêle à granulés de bois H5 Evolution Inox de la marque HOBEN et d'une puissance de 6 kWh. La cuisine est au fond, ouverte sur le salon.



Voici une vue rapprochée de la cuisine :



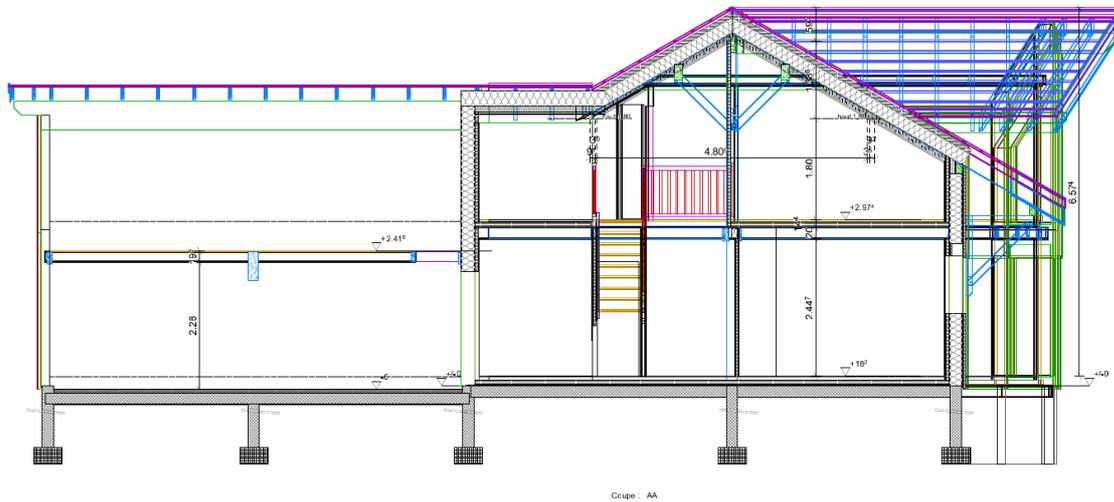
Ci-dessous la salle de douche et la chambre du rez-de-chaussée :



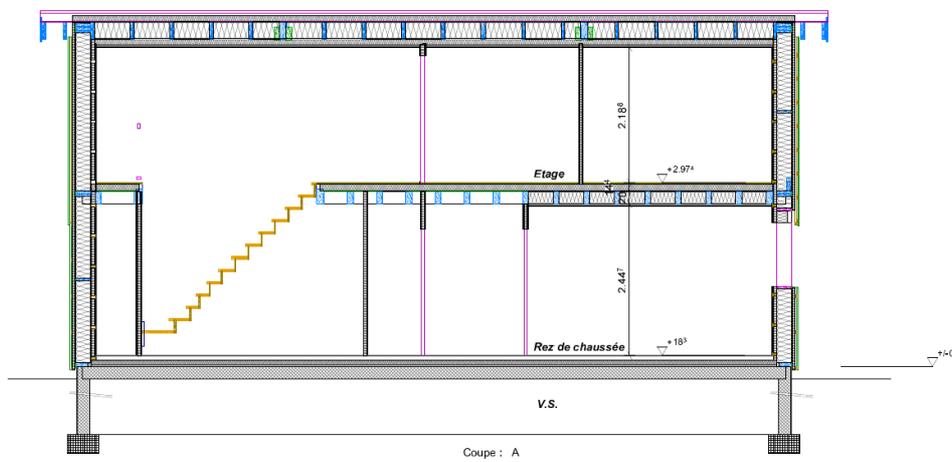
5. Coupe de la réalisation

Coupe latérale (Nord-Sud).

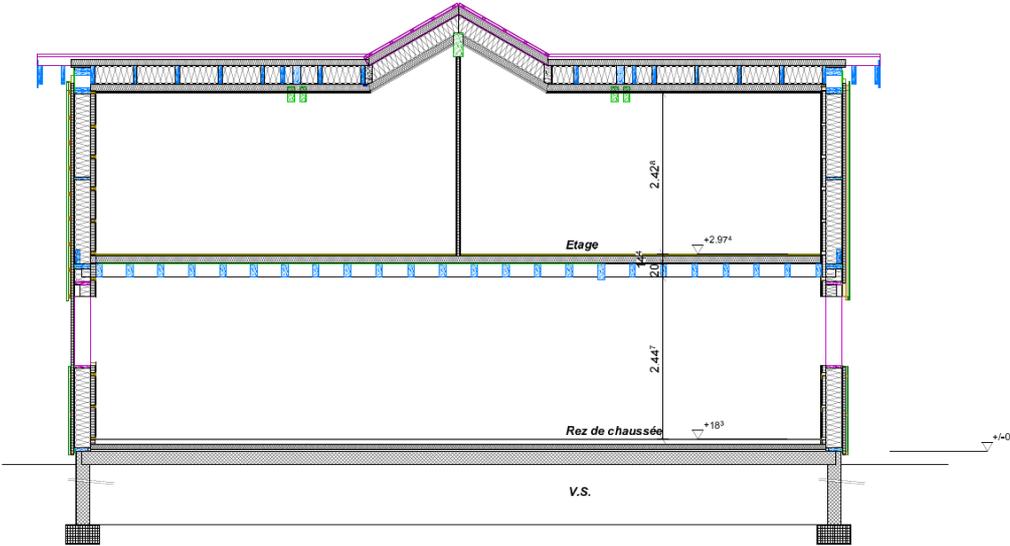
Elle met en avant l'isolation de la partie chauffée et la différence de niveau entre le 1^{er} étage de la maison et les combles du garage.



Coupe longitudinale (Est-Ouest) au niveau de l'escalier.

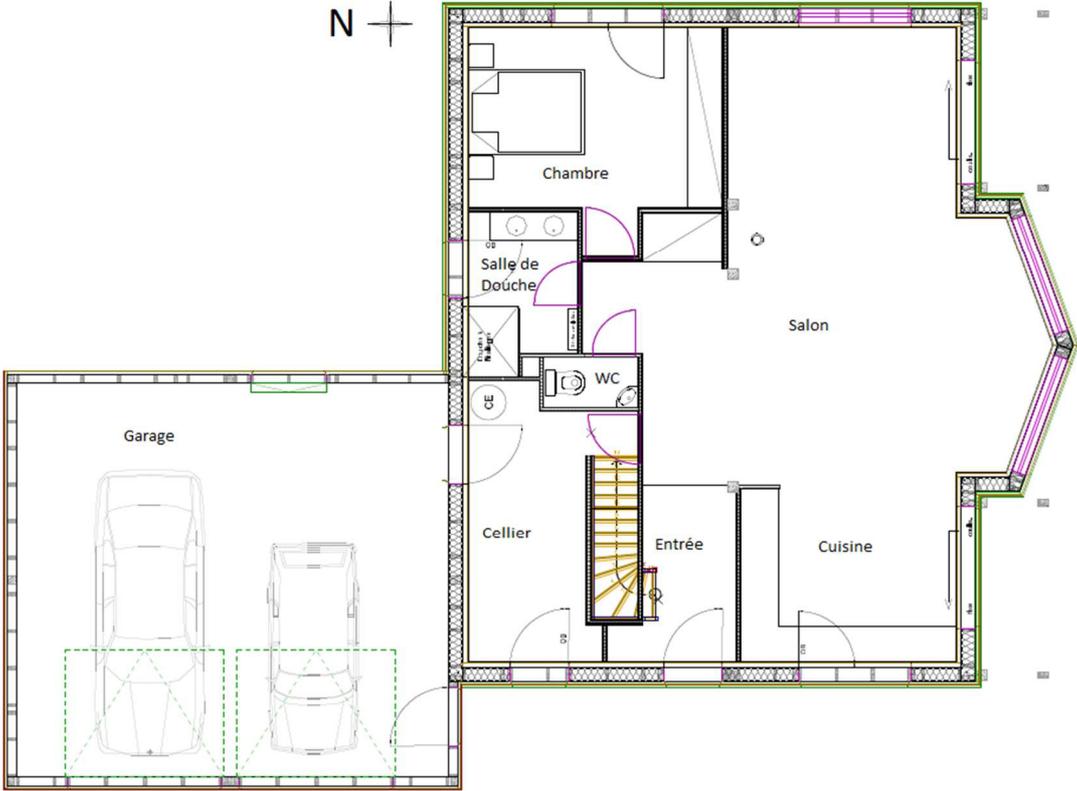


Coupe longitudinale (Est-Ouest) au niveau de l'avancée. L'isolation de l'enveloppe et du plancher bas y sont bien visibles.

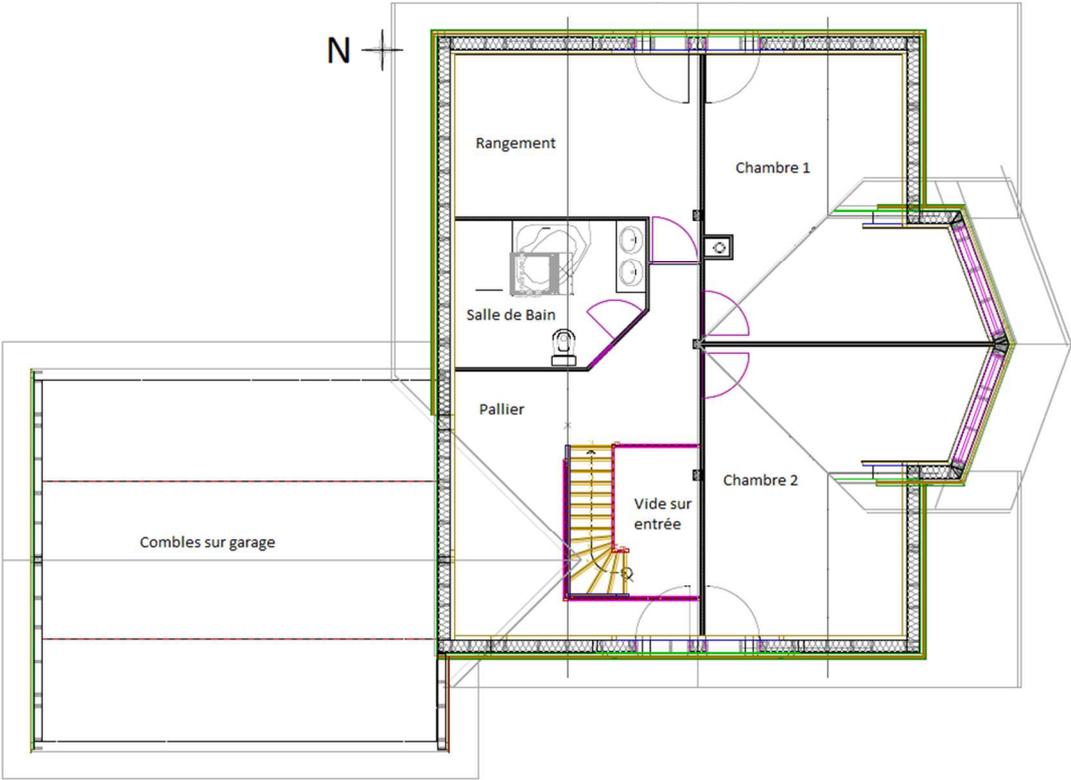


Coupe : B

Plan du Rez-de-Chaussée



Plan du 1^{er} étage



7. Construction de la Dalle de sol / Plafond du sous-sol

Le plancher bas est construit sur un vide sanitaire, la maison ne présente pas de sous-sol.

Le plancher a été réalisé en poutrelle hourdis polystyrène Knauf Treillis therm B ($0,23 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} \geq U_p \geq 0,20 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$). Au-dessus du ravaillage de 30 mm, il y a une couche d'isolant Efisol TMS de 80 mm ($\lambda=0,022 \text{ W/m} \cdot \text{K}$). Enfin, la dernière couche correspond à la chape de 60 mm ($\lambda=1,4 \text{ W/m} \cdot \text{K}$)

Le coefficient de transfert thermique de la dalle de sol est de $U = 0,121 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

Schéma représentant l'isolation de la dalle de sol :

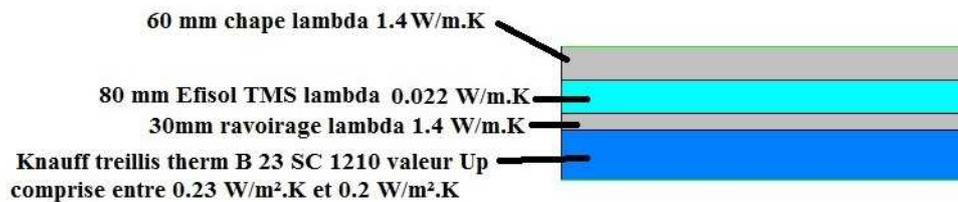
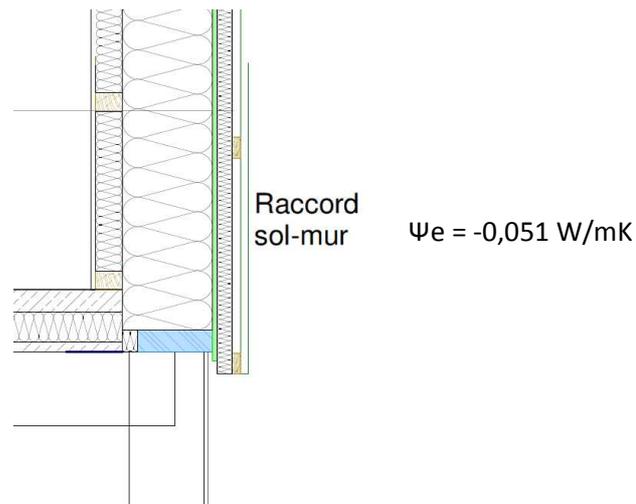


Schéma de connexion entre le plancher bas et les murs extérieurs :



Le pont thermique entre le plancher bas et les murs extérieurs a été traité de la façon suivante : l'ajout d'une pièce de TMS entre la lisse bois, en appui sur le mur de soubassement, et le ravaillage a permis d'améliorer la valeur du pont thermique de ce raccord. En effet, de cette manière, il n'y a pas d'interruption entre l'isolant des murs et le complexe isolant du plancher (TMS + plancher isolant KNAUF hourdis polystyrène).

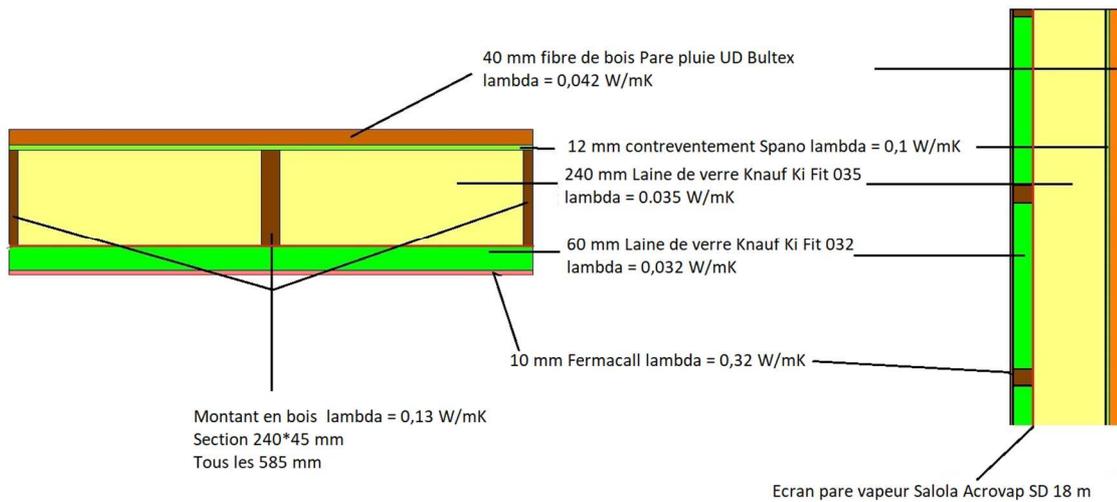
Photo de mise en œuvre de l'isolation de la dalle de sol :

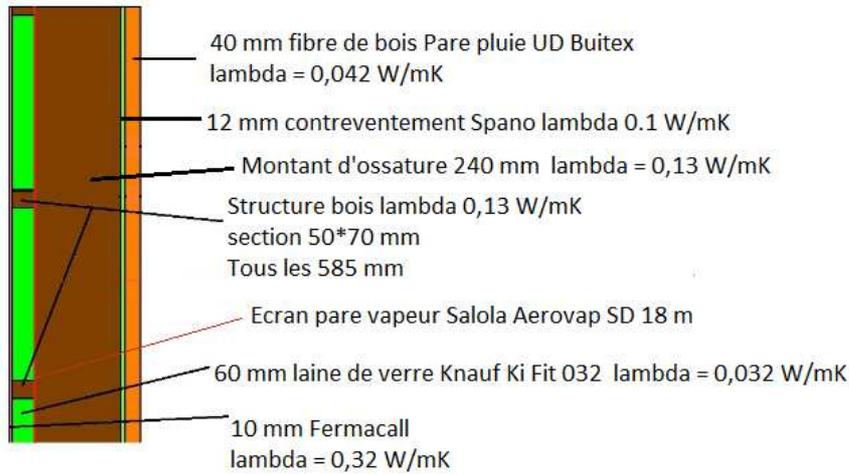


8. Construction des murs extérieurs

Les coupes de principe ci-dessous rendent compte de la nature des isolants mis en œuvre :

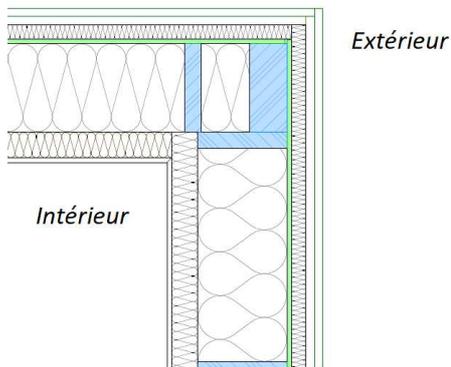
- 40 mm de fibre de bois Pare pluie UD Bultex, $\lambda=0,042$ W/mK
- 240 mm de laine de verre Knauf Ki Fit 035 (entre montants, tous les 585 mm, section 240 * 45 mm), $\lambda=0,0035$ W/mK
- 60 mm de laine de verre Knauf Ki Fit 032, $\lambda=0,032$ W/mK





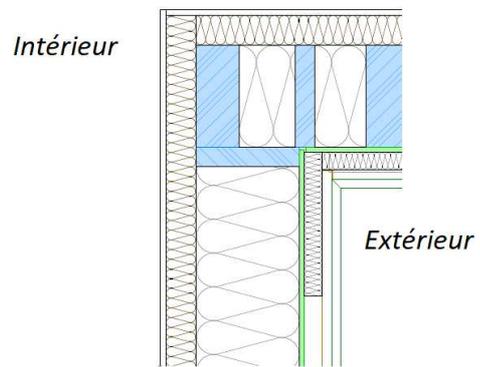
Le pont thermique avec les autres murs extérieurs est ici traité grâce à la continuité des compléments d'isolation extérieure et intérieure. De plus, l'ajout d'isolant à l'intérieur des poteaux d'angle reconstitué garantit une réduction encore plus importante du pont thermique.

Angle sortant

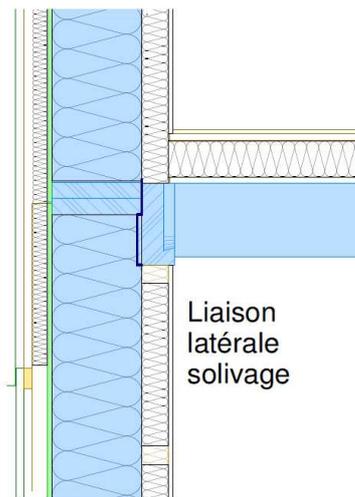


$\Psi_e = -0,057 \text{ W/mK}$

Angle rentrant

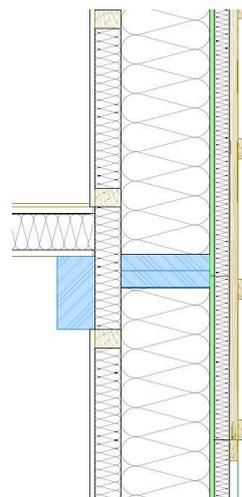


$\Psi_e = + 0,033 \text{ W/mK}$



Liaison latérale solivage

$$\Psi_e = +0,011 \text{ W/mK}$$



Liaison longitudinale solivage

$$\Psi_e = -0,002 \text{ W/mK}$$

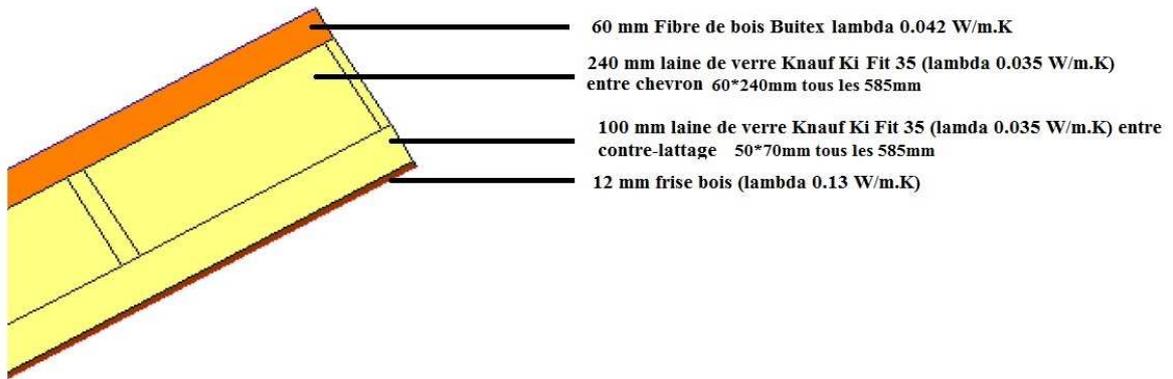
Les ponts thermiques entre les murs extérieurs et le plancher intermédiaire ont été traité par le positionnement totalement intérieur de la structure porteuse du plancher. De même, la continuité de l'isolant extérieur contribue à réduire le pont thermique engendré par les lisses intermédiaires.

Pour la construction du plancher intermédiaire, les solives ont été fixées aux lisses intermédiaires au moyen d'un assemblage solive/muraille spécifique comme le montre la photo ci-dessous.

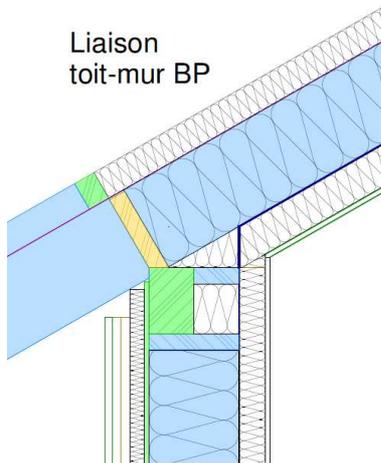


9. Construction du toit / du plafond du dernier étage

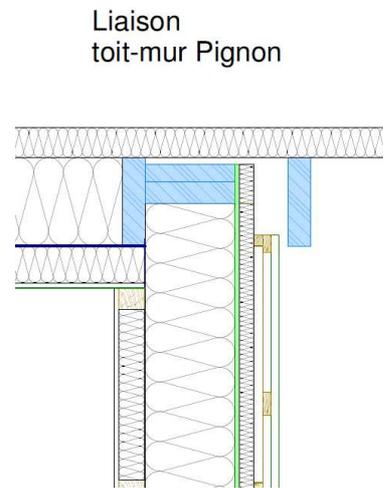
L'isolation de la toiture présente une épaisseur totale de 400 mm. L'isolation extérieure de la toiture est faite par des panneaux en fibre de bois Buitex ($\lambda = 0,042 \text{ W/m.K}$). Puis, deux couches de laine de verre Knauf Ki Fit 35 ($\lambda = 0,035 \text{ W/m.K}$). La première d'une épaisseur de 240 mm est positionnée entre chevron 60*240 mm tous les 585 mm. La deuxième épaisseur de 100 mm d'épaisseur entre contre-lattage 50* 70 mm tous les 585 mm. L'isolation intérieure se termine par une frise bois ($\lambda = 0,13 \text{ W/m.K}$).



Les coupes de principe suivantes montrent les liaisons existantes entre le toit et les murs gouttereaux (murs Bas de Pente), ainsi qu'entre le toit et le mur pignon.



$$\Psi_e = - 0,074 \text{ W/mK}$$



$$\Psi_e = - 0,056 \text{ W/mK}$$

La photo ci-dessous montre la mise en œuvre de la laine de verre KNAUF.



Les deux photos ci-dessous montre la mise en œuvre du pare-vapeur sous toiture et au niveau des murs.



10. Fenêtres et installation de la fenêtre

Les menuiseries sont en triple vitrage sur l'ensemble du bâtiment. Elles sont constituées d'un cadre bois/aluminium EUROFEN HA 56 hybrid accueillant un triple vitrage AGC 4/Arg18/4/Arg18/4 avec un intercalaire « warm edge ».

Voici les caractéristiques techniques des menuiseries :

$U_f = 0,78 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

$U_g = 0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

$g = 61 \%$

$\Psi_{\text{intercalaire}} = 0,029 \text{ W}/\text{mK}$

$U_w \text{ moyen projet} = 0,91 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$

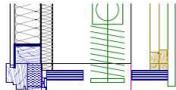
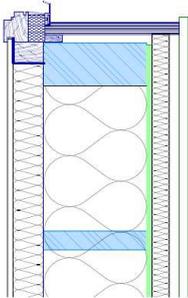
Une petite fenêtre de toit est présente sur la toiture Nord, au niveau de la salle de bain du 1^{er} étage.

Il s'agit d'une fenêtre FAKRO FTT U8 Thermo 2012 qui dispose d'un certificat PHI. Elle présente les caractéristiques suivantes :

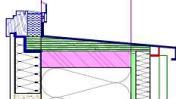
- $U_g = 0,41 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- $U_f \text{ moy} = 1,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- $U_w = 1,45 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- $\Psi_{\text{intercalaire}} = 0,036 \text{ W}/\text{mK}$
- $G = 35\%$

Les coupes de principe ci-dessous montrent le traitement des ponts thermiques au niveau des menuiseries.

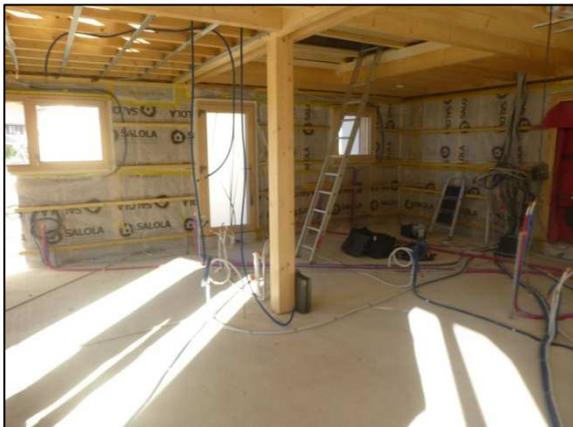
Horizontale
Menuiserie



Verticale
menuiserie



Voici quelques photos de la mise en œuvre des menuiseries.



Les grandes baies vitrées de la façade Sud :



La porte d'entrée est également en triple vitrage et présente les caractéristiques suivantes :

- Dimensions : 0,99 m * 2,319 m
- $g = 46 \%$
- $U_g = 0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$
- $U_f = 0,78 \text{ W/m}^2\text{K}$
- $\Psi_{\text{intercalaire}} = 0,29 \text{ W/mK}$

Voici la composition du triple vitrage de la porte d'entrée, d'une épaisseur totale de 44,8 mm :

- Verre feuilleté – Pilkington Optilam Therm S3 – épaisseur 8,8 mm
- Argon (90%) – épaisseur 14 mm
- Verre recuit – Pilkington Optifloat Clear – épaisseur 4 mm
- Argon (90%) – épaisseur 14 mm
- Verre recuit – Pilkington Optitherm S3 – épaisseur 4 mm

La photo ci-dessous montre la mise-en-œuvre de l'isolation et de la perméabilité à l'air au niveau de la porte d'entrée :



11. Etanchéité à l'air de l'enveloppe

Le niveau d'étanchéité de la maison est de 0,38 volume/heure. Sur l'échelle du PassivHaus, cela correspond à un très bon niveau d'étanchéité.

L'étanchéité à l'air est garantie par :

- la pose soignée d'une membrane pare-vapeur au niveau des murs et de la toiture,
- des raccords murs/sol
- la bonne mise en œuvre et le réglage des menuiseries
- un poêle à granulés étanche à l'air

Le résultat de la perméabilité à l'air du bâtiment est le suivant :

$n_{50} = 0,38 \text{ h}^{-1}$ soit $Q_4 \text{ Pa-surf} = 0,09 \text{ m}^3/(\text{h}.\text{m}^2)$

En pressurisation, on obtient :

- un exposant du débit d'air $n=0,73$;
- un coefficient de fuite d'air $C_L = 9,27 \text{ m}^3/(\text{h}.\text{Pa}^n)$;
- un coefficient de débit d'air $C_{env} = 9,30 \text{ m}^3/(\text{h}.\text{Pa}^n)$;
- une surface de fuite effective $ELA = 27,24 \text{ cm}^2$

En dépressurisation, on obtient les résultats suivants :

- un exposant du débit d'air $n=0,69$;
- un coefficient de fuite d'air $C_L = 10,72 \text{ m}^3/(\text{h}.\text{Pa}^n)$;
- un coefficient de débit d'air $C_{env} = 10,68 \text{ m}^3/(\text{h}.\text{Pa}^n)$;
- une surface de fuite effective $ELA = 30,06 \text{ cm}^2$

Les tests d'étanchéité à l'air ont été réalisés par M. la société A2AIR, localisée à Chaponost (69630).



12. Système de ventilation

Le système de ventilation est assuré par une centrale double flux Paul Novus 300 (certifiée PHI), avec récupération de chaleur. Elle est installée dans le cellier (à l'intérieur du volume chauffé). Le réseau de distribution est en gaine semi-rigide fourni par la société Zehnder.

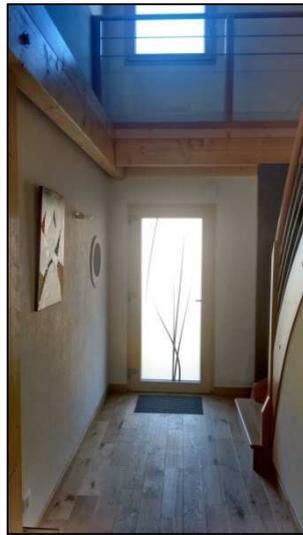
La bouche d'aspiration de l'air extérieur se situe au niveau du garage, sur la façade Ouest de la maison.



Il y a plusieurs bouches d'insufflation d'air neuf dans le salon :



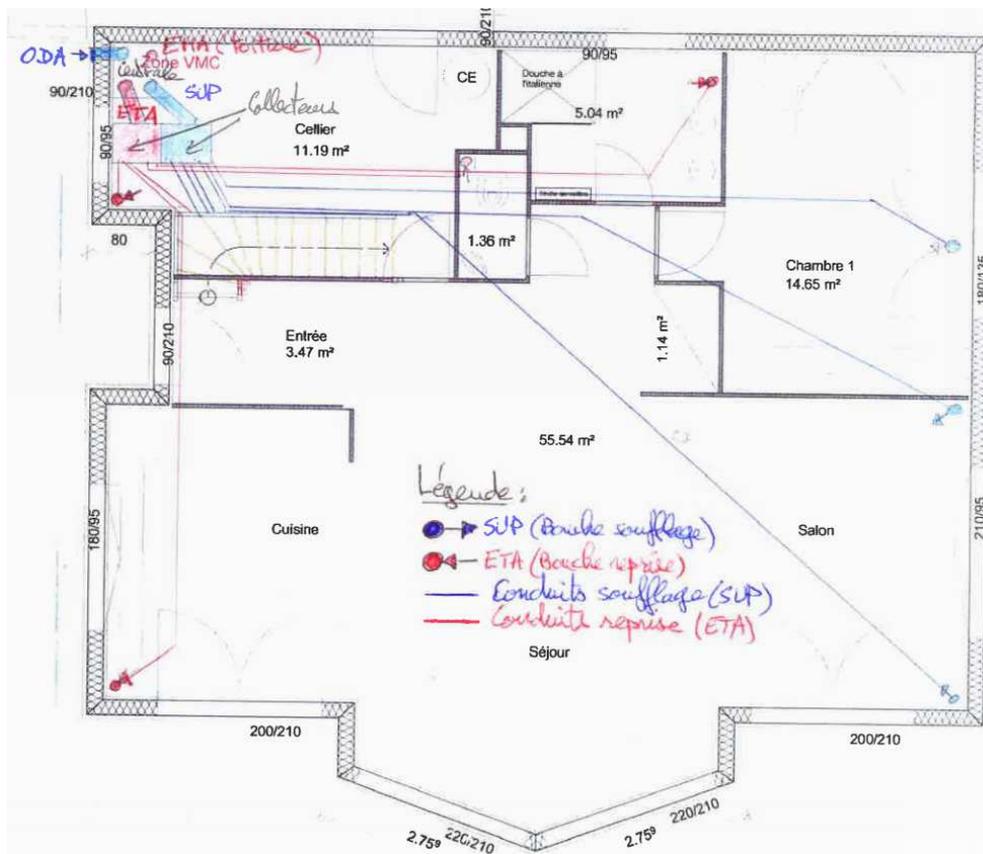
Le hall d'entrée sert de zone de transfert :



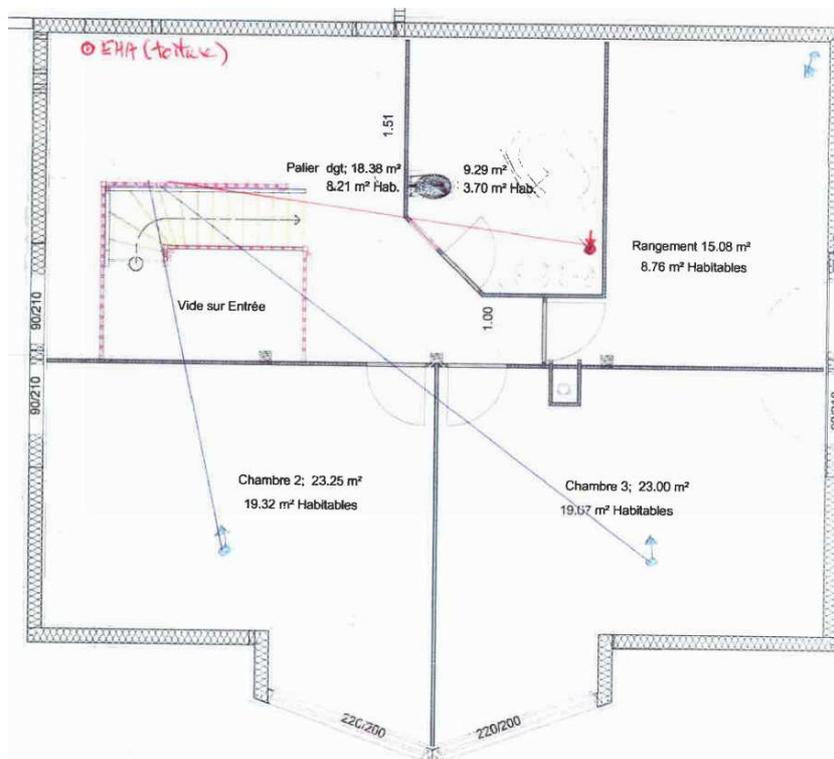
Les salles d'eau (ici la salle de douche du rez-de-chaussée), le WC séparé et la cuisine sont équipés de bouche d'extraction d'air :



Voici le schéma (avec légende) de mise en œuvre du circuit de ventilation du rez-de-chaussée :



Voici le schéma (avec légende) de mise en œuvre du circuit de ventilation de l'étage :



Sur la photo ci-dessous on voit les conduits de ventilation utilisés pour l'arrivée d'air neuf (pris en façade Nord, à côté de la porte d'entrée) et l'extraction de l'air vicié (extrait en toiture). Ces conduits sont constitués d'un matériau isolant de 15mm d'épaisseur ($\lambda = 0,042 \text{ W/mK}$) de la marque Zehnder COMFOPIPE.



Sur la photo ci-dessous on aperçoit les deux collecteurs reliés à la centrale avec les différentes gaines distribuant l'air tempéré d'un côté et aspirant l'air vicié de l'autre.



13. Unité centrale de ventilation

Le système de ventilation est assuré par une centrale double flux Paul Novus 300 (certifiée PHI), avec récupération de chaleur. Elle est installée dans le cellier (à l'intérieur du volume chauffé). Le réseau de distribution est en gaine semi-rigide fourni par la société Zehnder.

La centrale présente les caractéristiques techniques suivantes :

- Valeur de récupération de chaleur effective : 88,2 %
- Valeur efficacité électrique : 0,24 Wh/m³



14. Alimentation en chaleur

14.1 Production de chauffage

La production de chaleur pour chauffer la maison est assurée par un poêle fonctionnant à partir de granulés de bois. Le modèle retenu est un HOBEN H5 gamme signature et ce dernier est installé au RDC dans le salon lui conférant ainsi une position centrale dans le bâtiment. Le H5 Signature dispose d'une petite puissance (**6 kW**) et d'une grande ventilation, pour un **rendement maximal de 92 %**. Il répond ainsi parfaitement aux exigences des maisons fortement isolées (RT 2012, Passiv Haus) aux faibles besoins de chauffage répartis sur de grands volumes. Leur **ralenti extrêmement bas (1.3 kW)**, allié au système de régulation inédit HOBEN, s'adapte finement au plus près des demandes, sans effet de surchauffe.



14.2 Production d'Eau chaude Sanitaire

La production d'eau chaude sanitaire est assurée par un ballon thermodynamique Yack ORA Thermo-Solaire (**COP = 2,52**).

Une plaque évaporatrice de moins de 2 m² permet l'utilisation de systèmes de transferts énergétiques originaux :

- La conduction (la pluie transmet ses calories).
- La convection (le vent transmet ses calories) ; fonctionne en statique comme en dynamique.
- Le rayonnement (le soleil transmet ses calories).

La plaque évaporatrice se rapprochant d'un corps noir, absorbe le maximum d'énergie solaire, ce qui augmente considérablement ses performances énergétiques. Toutes les calories disponibles sont utilisées quelles que soient leurs provenances ce qui engendre un coefficient de performance annuel très important.

Le système Yack Ora dont la capacité de la cuve est de **316 L** est situé à l'intérieur du volume chauffé au rez-de-chaussée dans le cellier comme le montre la photo ci-dessous :



15. Brèves description des résultats PHPP (feuille vérification)

Conception bâtiment passif



Projet:	Maison passive à Bois d'Amont		
Adresse:	3320 route de Franche Comté		
Code postal / localité:	39220 Bois d'Amont		
Pays:	F		
Type de bâtiment:	MI		
Donnée climatique:	La Chaux de Fonds		
Maître(s) de l'ouvrage:	M. Yann LE QUELLEC		
Adresse:	3320 route de Franche Comté		
Code postal / localité:	39220 Bois d'Amont		
Architecte:	Pascal BOLE-RICHARD		
Adresse:	12 rue Neuve		
Code postal / localité:	25330 DESERVILLERS		
Bureau d'étu. fluides / TS:	ENERCOBAT - Sylvain CHATZ		
Adresse:	3 rue du Pré Bénévix		
Code postal / localité:	74300 CLUSES		
Année de construction:	2015	Température intérieure:	20,0 °C
Nombre de logements:	1	Apports de chaleur internes:	2,1 W/m²
Vol. ext. du bâtiment V _e :	858,5 m³	moyenne hauteur d'étage:	2,5 m
Nombre d'occupants:	4,6		

Valeurs caractéristiques du bâtiment par rapport à la surface de référence énergétique et par année		utilisé: Méthode annuelle	
		Critères	Respectés?*
Chauffer	Surface de référence énergétique:	162,6 m²	
	Besoin de chaleur de chauffage	11 kWh/(m²a)	15 kWh/(m²a) <input type="checkbox"/>
	Puissance de chauffage	14 W/m²	10 W/m² <input type="checkbox"/>
Refroidir	Demande totale de refroidissement	kWh/(m²a)	- <input type="checkbox"/>
	Puissance de refroidissement	W/m²	- <input type="checkbox"/>
	Fréquence de surchauffe (> 25 °C)	2,9 %	- <input type="checkbox"/>
Energie primaire	Chauffer, refroidir, déshumidification, ECS, électricité domestique et ECS, chauffage et électricité auxiliaire	75 kWh/(m²a)	120 kWh/(m²a) <input type="checkbox"/>
	Réduction énergie prim. par la prod. d'élec. solaire	50 kWh/(m²a)	- <input type="checkbox"/>
		kWh/(m²a)	- <input type="checkbox"/>
Etanchéité à l'air	Test d'infiltrométrie n ₅₀	0,4 1/h	0,6 1/h <input type="checkbox"/>

* cellule vide: données manquantes; -: aucune exigence

Bâtiment passif?

oui

Le soussigné déclare que les résultats ci-dessus ont été fournis et calculés suivant la méthode de calcul PHPP sur base des caractéristiques du bâtiment. La note de calcul avec le PHPP est fournie en annexe.

Prénom:
 Nom:
 Entreprise:

Numéro d'enregistrement PHPP:
 Fait le:
 Signature:

16. Coûts du bâtiment

Le coût du bâtiment est de **2280,95 €/m²**.

17. Coût de construction

L'enveloppe globale du coût de la construction a été de **369515 € TTC**.

18. Année de construction

La maison a été construite en 2015.

19. Information concernant le design/l'architecture

BÔLE-RICHARD – CONSTRUCTIONS BOIS est une entreprise de construction qui propose des maisons individuelles en ossature bois. Basé à Déservillers dans le Doubs, son activité rayonne sur toute la Franche-Comté. A sa création, en 1930, c'est une entreprise de charpentes. Puis, dans les années 1980, son activité se tourne vers la construction bois et l'usage du procédé poteaux-poutres.

En 2004, elle conçoit une maison pilote pour le chauffage par géothermie à captage vertical. Dès 2011, elle construit des maisons labellisées BBC. En juin 2014, l'obtention du label RGE vient conforter la reconnaissance de prestations en matière d'efficacité énergétique dans la rénovation. Enfin en 2015, avec la maison de M. et Mme LE QUELLEC, l'entreprise BÔLE-RICHARD réalise sa première maison passive.

20. Information concernant le bureau d'études

ENERCOBAT est un bureau d'études créé en 2008, spécialisé dans la performance énergétique et la qualité environnementale des bâtiments. Aujourd'hui ENERCOBAT est constitué d'une équipe de quatre personnes, ingénieurs et techniciens en thermique et fluides CVC, répartis sur la Région Rhône-Alpes.

Son gérant, Sylvain CHATZ, est convaincu de la nécessité de préserver notre planète et ses ressources.

Après avoir suivi en 2008 la formation de « chargé de projet en maîtrise de l'énergie, énergies renouvelables et éco-construction » de l'ASDER à Chambéry, il devient auditeur à partir de 2009 pour les processus de certifications CEQUAMI « NF maison Individuelle - Démarche HQE® », « NF Habitat construction maison HQE® », et « Pro Perméa » (démarche qualité sur la perméabilité à l'air des bâtiments). En 2010, il obtient la certification « Expert en Rénovation Energétique » (ERE) reconnu par PROMOTELEC pour accompagner le « Label Rénovation Energétique – option Bâtiment à Basse Consommation ». Enfin, en 2012, il est certifié « concepteur Européen de Maison Passive » (CEPH) depuis 2012.