

Certification Concepteur Maison Passive - Passivhaus / Prolongation du certificat

Sur la base d'un projet Maison Passive exemple

Documentation de l'objet Maison Passive



Crédit photographie : Cyrille Pawloski

Projet Maison TRI TOEN à Saint-Avé (56890). ID : 6334

Concepteur/Conseiller : Lylia GHERBI Architecte
 Bureau d'études : Hinoki
 Architecte : SARL Archiblock
 Maître d'ouvrage : Confidentiel.

Ce projet a été construit en 2018 sur la commune de Baden, en Bretagne, dans le cadre d'une commande privée.

La maison compte un seul grand logement mais donne à lire trois volumes, reliés par des pans inclinés de toitures en ardoises. Les façades sont composées en ossature et bardage bois, ponctuées de menuiseries triple vitrage de différentes tailles. La façade principale de la maison est tournée vers le Sud et s'ouvre largement au soleil et au jardin.

Les trois volumes contiennent des espaces de vie, exploitant tantôt le volume des combles avec des espaces aménagés, des combles perdues ou des double-hauteurs.

Plus d'informations sont disponibles sur www.bddmaisonpassive.fr (ID : 6334)

Particularités : Bâtiment en ossature bois. Recours minimal aux matériaux non biosourcés.

Valeur $U_{\text{mur_extérieur}}$	0.17 W/(m ² .K)	Besoin de chal. PHPP	12.6 kWh/(m ² .an)
Valeur U_{sol}	0.13 W/(m ² .K)		
Valeur U_{toit}	0.14 W/(m ² .K)	Besoin EP PHPP	72 kWh/(m ² .an)
Valeur $U_{\text{fenêtre_meo}}$	0.58 W/(m ² .K)		
Récupération de chaleur	90.2 %	Test de pression	n50 = 0.55 vol/h

2. Page de présentation du projet en anglais

Certification Passive House Designer – PassivHaus / Certificate Extension

Based on a Passive House example project

PassivHaus Documentation



Photograph : Cyrille Pawloski

ID : 6334 TRI TOEN House, Saint-Avé (France)

PassivHaus Designer/Consultant, Project leader: Lylia GHERBI, Architect
 Engineering design office: Hinoki
 Architect: SARL Archiblock
 Builder: Undisclosed.

This project was built in 2018 in the municipality of Baden in Brittany, as part of a private commission.

The house consists of a single large dwelling but presents three volumes, connected by sloping roof sections made of slate. The facades are framed with a wooden structure and cladding, punctuated by triple-glazed windows of various sizes. The main facade of the house faces Southeast and opens wide to the sunlight and garden.

The three volumes gather living spaces on the wings, with central family spaces linking each other. The volume under the roof unveils double-heights onto some ground floor rooms, a first floor, a mezzanine or attic areas.

Special features: This wooden-framed house is mainly bio-based.

U _{exterior-wall} value	0.17 W/(m ² .K)	PHPP space heat demand	12.6 kWh/(m ² .an)
U _{ground} value	0.13 W/(m ² .K)		
U _{roof/exterior-slab} value	0.14 W/(m ² .K)	PHPP Primary energy demand	72 kWh/(m ² .an)
U _{windows} value	0.58 W/(m ² .K)		
Heat Recovery	90.2 %	Pressure test	n50 = 0.55 vol/h

SOMMAIRE

2. Page de présentation du projet en anglais.....	2
3. Photographies de façades	4
4. Photographies d'intérieur	5
5. Coupes de la réalisation	6
6. Façades	8
7. Plans de niveaux	10
7. Détails de construction de la Dalle de sol	11
8. Construction des murs extérieurs	13
<i>Murs à ossature bois « MOB »</i>	13
9. Construction du toit	15
10. Fenêtres et installation des fenêtres.....	17
<i>Résumé des caractéristiques des vitrages projet</i>	18
11. Ponts thermiques de l'enveloppe.....	19
12. Etanchéité à l'air de l'enveloppe.....	20
13. Conception du système de ventilation	22
14. Unité centrale de ventilation / Appoint de chauffage	24
15. Brèves descriptions des résultats PHPP (feuille de vérification)	25
16. Coût du bâtiment	26
17. Coût de construction.....	26
18. Année de construction.....	26
19. Architecte	26
20. Bureau d'études	26

3. Photographies de façades



1 : Façade Sud / Angle Est



2 : Façade Sud / vue de face

Crédit photographies : Cyrille Pawloski.

4. Photographies d'intérieur



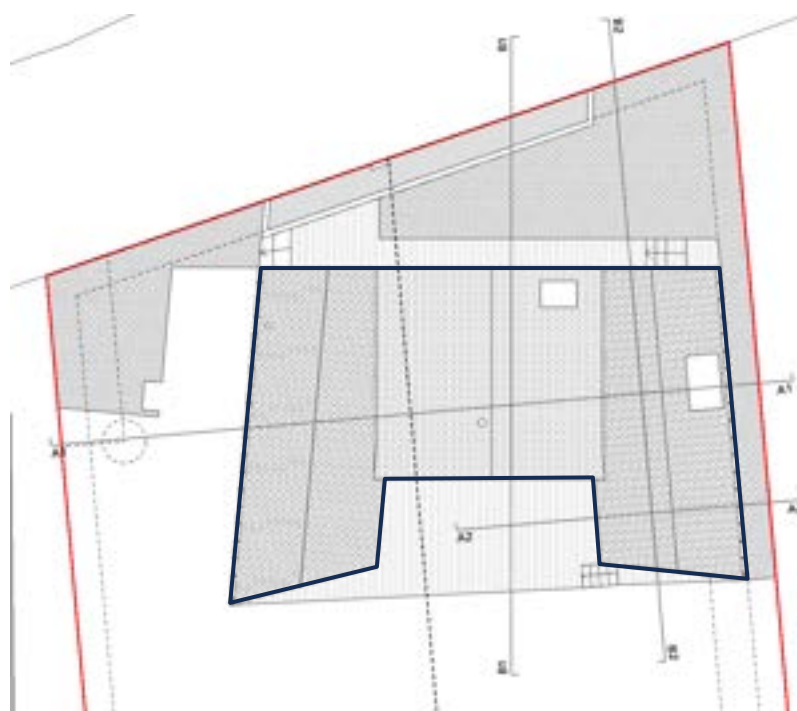
3 : Vue du séjour. Poêle pour chauffage d'appoint, châssis triple vitrage de grandes dimensions côté Sud.



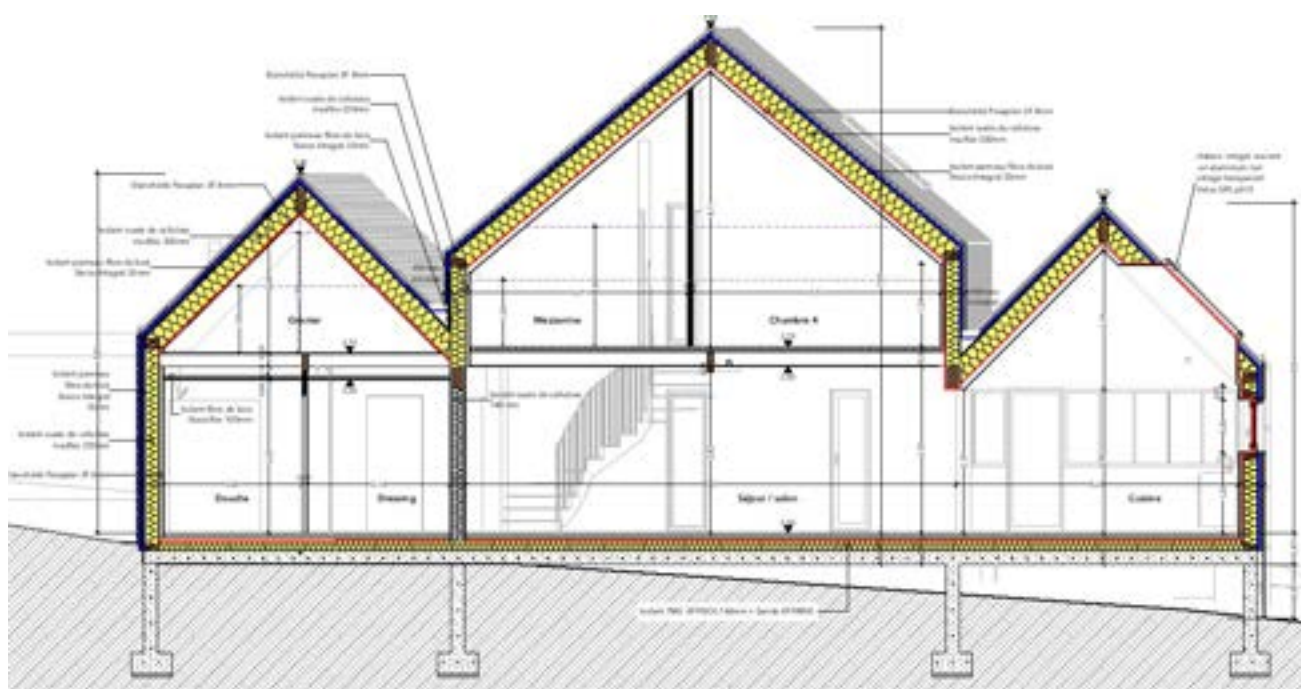
4 : Vue de la cuisine et salle à manger.

Crédit photographies : Cyrille Pawloski.

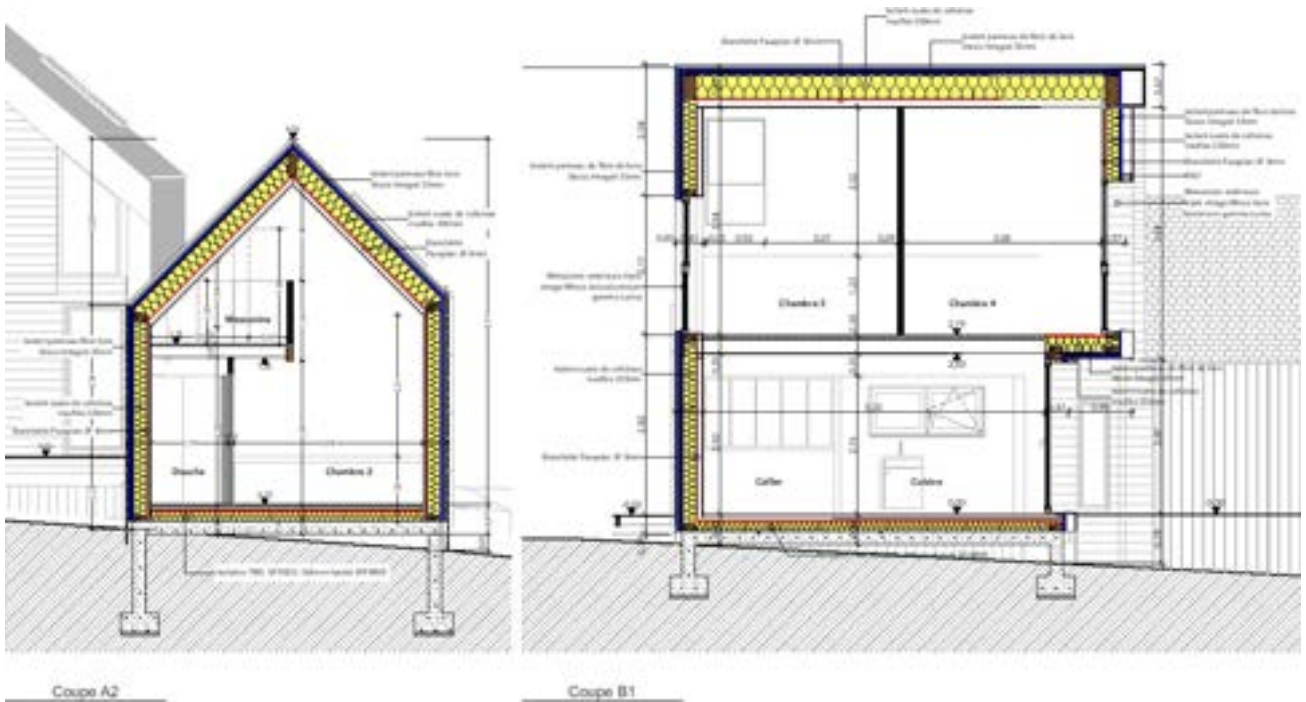
5. Coupes de la réalisation



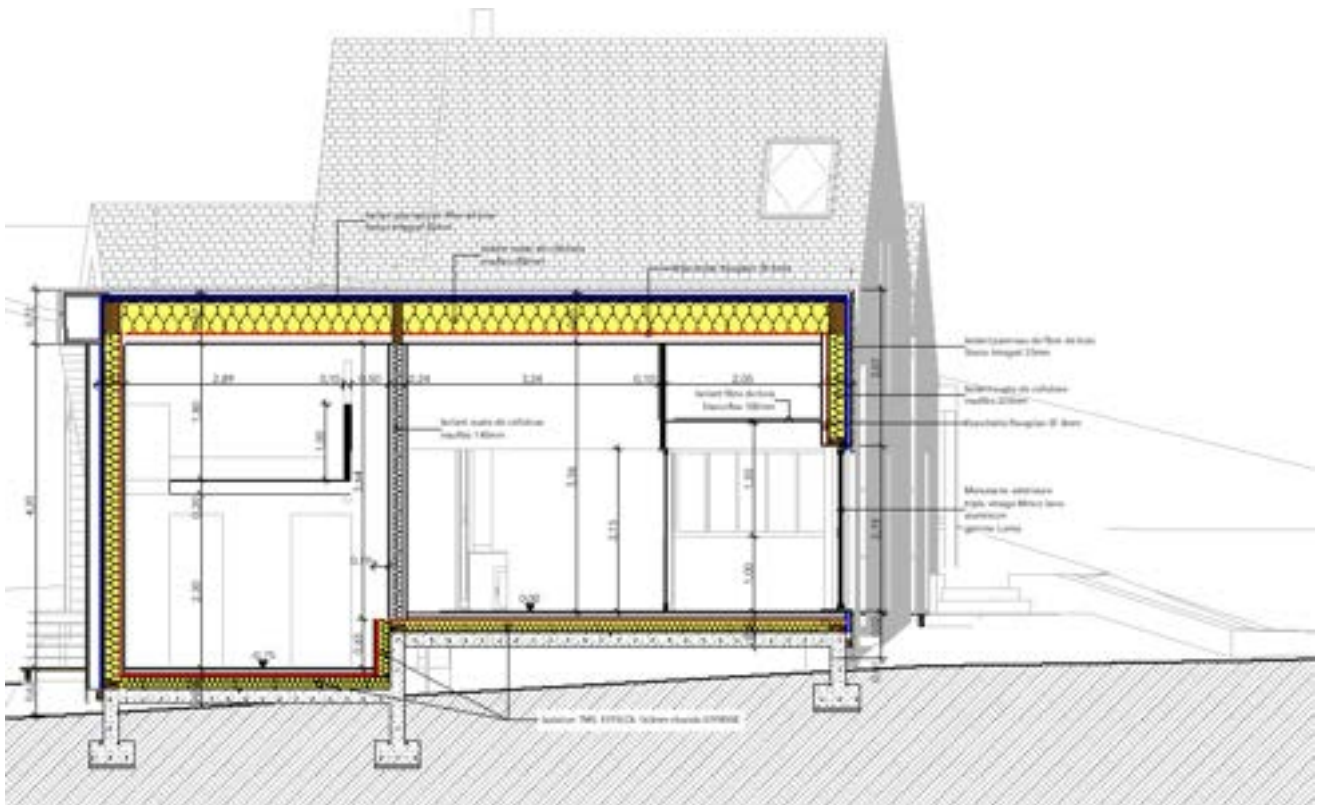
5 : Repérage des coupes présentées ci-après de la maison Tri Toen.



6 : Coupe A1 d'Ouest en Est : longitudinale à travers l'aile parentale, le volume central, l'aile cuisine



7 : Coupes A2 et B1 : A2 coupe longitudinale Est-Ouest sur la chambre à l'aile Est en rez-de-chaussée / B1 coupe transversale Nord-Sud sur la cuisine et les chambres d'étages. Volume central en léger débord à l'étage.



8 : Coupe B2 : transversale Sud-Nord : donne à lire la chambre de l'aile Est puis la cuisine ; la chambre est en décaissé par rapport à la cuisine, pour profiter d'une double hauteur avec mezzanine.

7. Plans de niveaux



13 : Plan du Rez-de-Chaussée- orienté vers le nord.

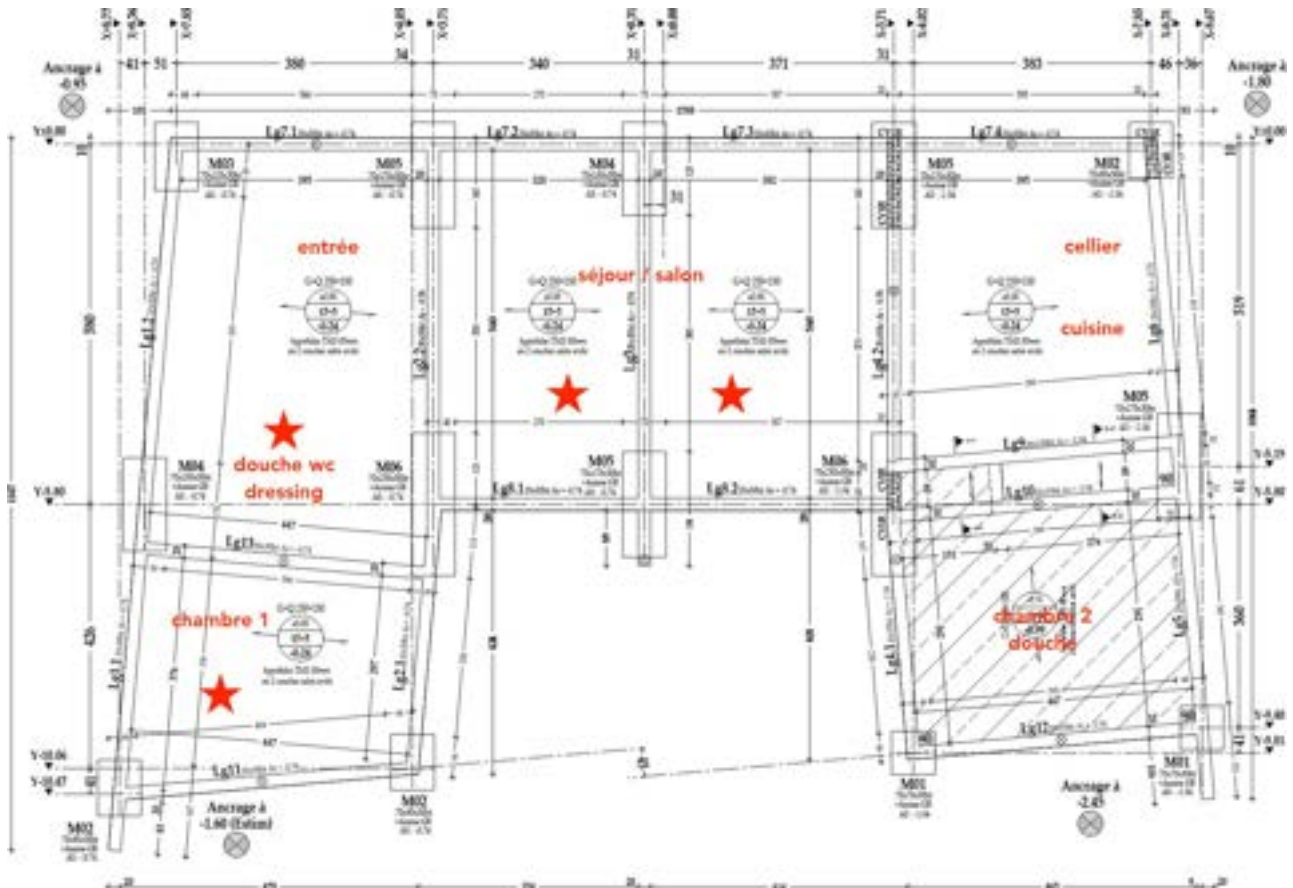


14 : Plan du R+1 – orienté vers le nord.

7. Détails de construction de la Dalle de sol

Le projet s'implante sur un terrain légèrement pentu. Le principe de fondation est le suivant : semelles filantes maçonnées avec dalle portée béton, massifs béton aux angles, sur un entre-deux de terre-plein et de vide sanitaire.

La pente est utilisée à profit pour créer notamment un décaissé dans la chambre 2 en quasi terre-plein, en rez-de-chaussée, libérant une double hauteur exploitable pour une mezzanine à cet endroit.

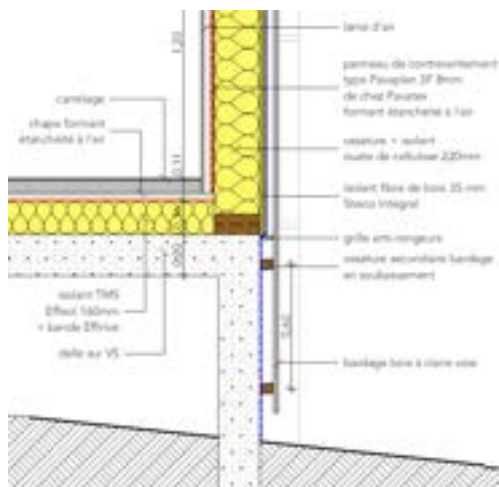


15 : Plan de fondations PRO – des longrines sont disposées sur le périmètre bâti avec des massifs de fondation aux angles. On interprète que la terrasse bois plein sud n'a pas de longrines dédiées.



16 : Photographie de la dalle poutrelles-hourdis sur les fondations, en début de chantier

Le plancher est isolé sous chape. Ainsi une épaisseur d'isolant est disposée sur la dalle portée seulement.



La mise en œuvre d'une dalle portée sur vide sanitaire permet de rehausser le socle béton qui supporte l'ensemble de la structure et de garantir une différence de hauteur > 0.20m entre la lisse basse du MOB et le nu du terrain fini en pied de façade.

17 : Détail de pied de façade. Continuité du plan isolant et de l'épaisseur d'étanchéité à l'air de mur à dalle.

Par ailleurs, l'isolation sous chape permet d'assurer une continuité de l'épaisseur isolante de dalle à mur comme l'illustre le détail ci-haut.

L'isolation mise en jeu dans chacun de ces cas donne le $U_{\text{plancher_bas}}$ suivant (cf. résultats PHPP) :

Nr. de la paroi		02ud				Plancher bas		Isolation intérieure?	
Orientation des parois		3-sous-sol		Résistance superficielle [m²K/W]		interne R_{si} :		0,17	
Adjacent à		2-sol				externe R_{se} :		0,00	
Section 1	λ [W/(mK)]	Section 2 (optionnelle)	λ [W/(mK)]	Section 3 (optionnelle)	λ [W/(mK)]	Epaisseur [mm]			
Revetement de sol	2,000					20			
Chape	2,000					50			
TMS EFISOL S	0,022					160			
Dalle	2,000					200			
Pourcentage de surface de la section 1		Pourcentage de surface de la section 2		Pourcentage de surface de la section 3		Total			
100%						43,0 cm			
Majoration de la valeur U				Valeur U :		0,132 W/(m²K)			

8. Construction des murs extérieurs

Les murs extérieurs sont en Montants Ossature Bois (MOB).

L'enveloppe thermique est homogène : la composition de montants ossature bois, depuis la dalle basse jusqu'en toiture, constitue l'intégralité de l'enveloppe murale de la maison. La toiture étant également de type ossature bois, il n'y a pas de discontinuité majeure dans l'enveloppe.

L'habillage de tous les murs est en bardage bois.

Murs à ossature bois « MOB »

Les MOB reposent sur des lisses placées sur la dalle béton du rez-de-chaussée. Ce sont des cadres en bois composés de lisses et de montants d'une hauteur d'étage. Il y a 2 épaisseurs d'isolant :

- Ouate de cellulose en âme de MOB dans l'épaisseur à insuffler disponible $e_{\text{montants}} = 220 \text{ mm}$.
- Complément extérieur d'isolant en fibre de bois 35mm avant le pare-pluie et les tasseaux recevant le bardage bois.

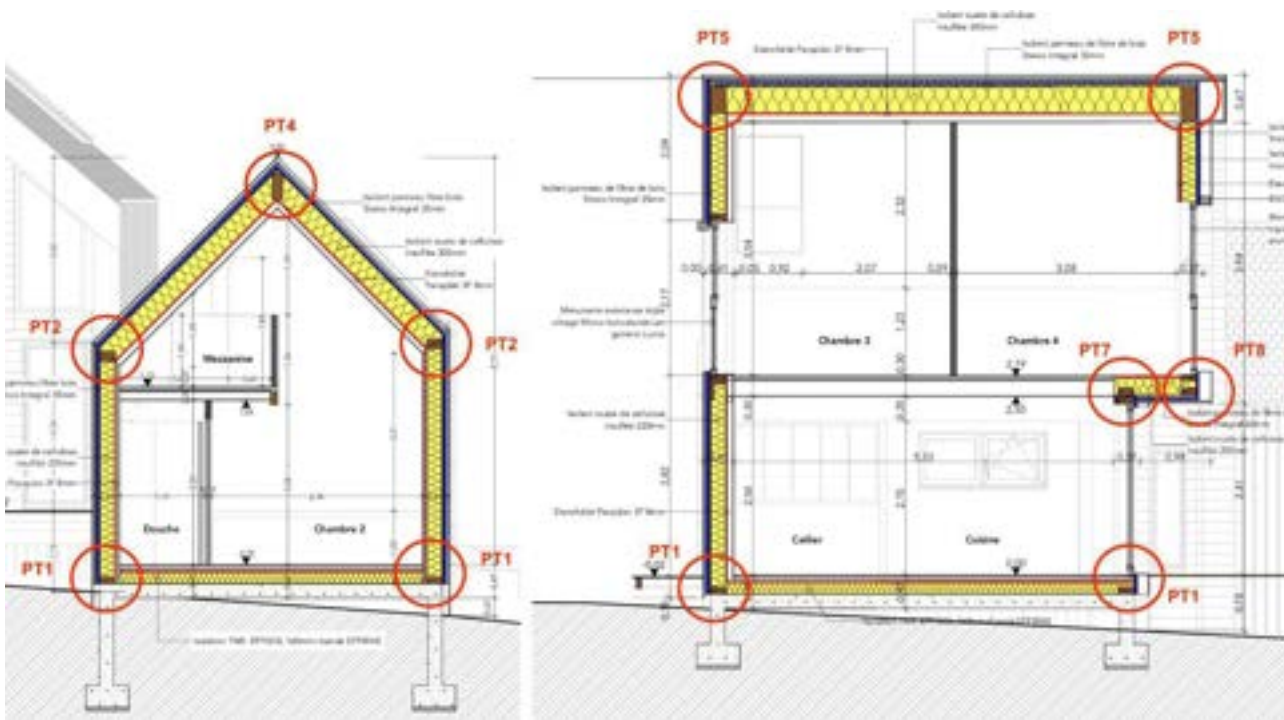
Côté intérieur, un panneau type PAVAPLAN assure l'étanchéité à l'air / frein-vapeur + contreventement, d'épaisseur $e_{\text{PAVAPLAN}} = 8 \text{ mm}$ (trait rouge).

La composition de paroi saisie dans le PHPP pour les MOB donne le U_{MOB} suivant :

Nr. de la paroi	Description de la paroi		Isolation intérieure?			
01ud	Mur extérieur					
Orientation de la paroi		Résistance superficielle [m ² K/W]				
Adjacent à		intérieure R_{si} :		0,13		
		extérieure R_{se} :		0,13		
Section 1	λ [W/(mK)]	Section 2 (optionnelle)	λ [W/(mK)]	Section 3 (optionnelle)	λ [W/(mK)]	Epaisseur [mm]
plaque de plâtre	0,250					13
lame d'air	0,260					48
PAVAPLAN	0,130					12
Ouate de Cellulose	0,041	montants bois	0,130			220
Fibre de bois ISOLAIR	0,044					35
Pourcentage de surface de la section 1		Pourcentage de surface de la section 2		Pourcentage de surface de la section 3		Total
90%		10,0%				32,8 cm
Majoration de la valeur U		Valeur U:		0,169		W/(m ² K)

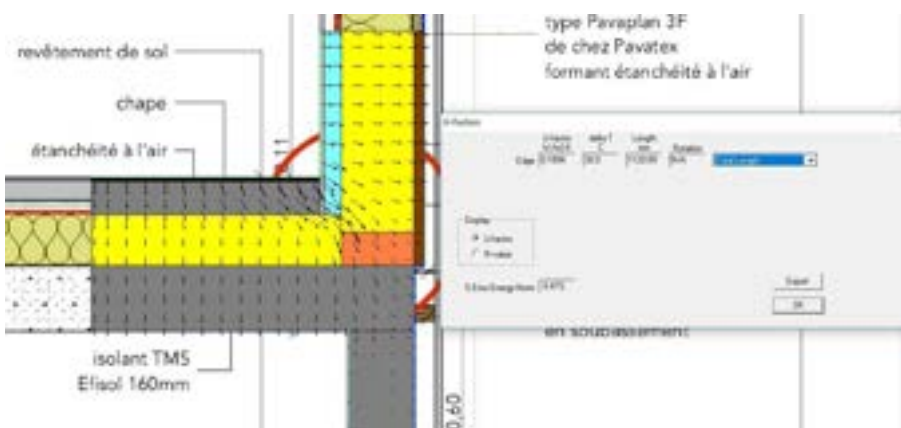
Le pourcentage de surface de la section occupé par des éléments en bois (montants, lisses, traverses) est évalué à 10% dans le cas des montants ossature bois courants.

Bien que l'enveloppe thermique soit homogène, des traverses en bois, présentes pour des raisons de tenue structurelle, scindent parfois l'enveloppe et peuvent créer des ponts thermiques. Voici un exemple de recensement desdits ponts thermiques dans l'enveloppe :



18 : Repérage des ponts thermiques par le BET Hinoki.

Ci-dessous, un exemple d'évaluation de pont thermique (pied de mur) :

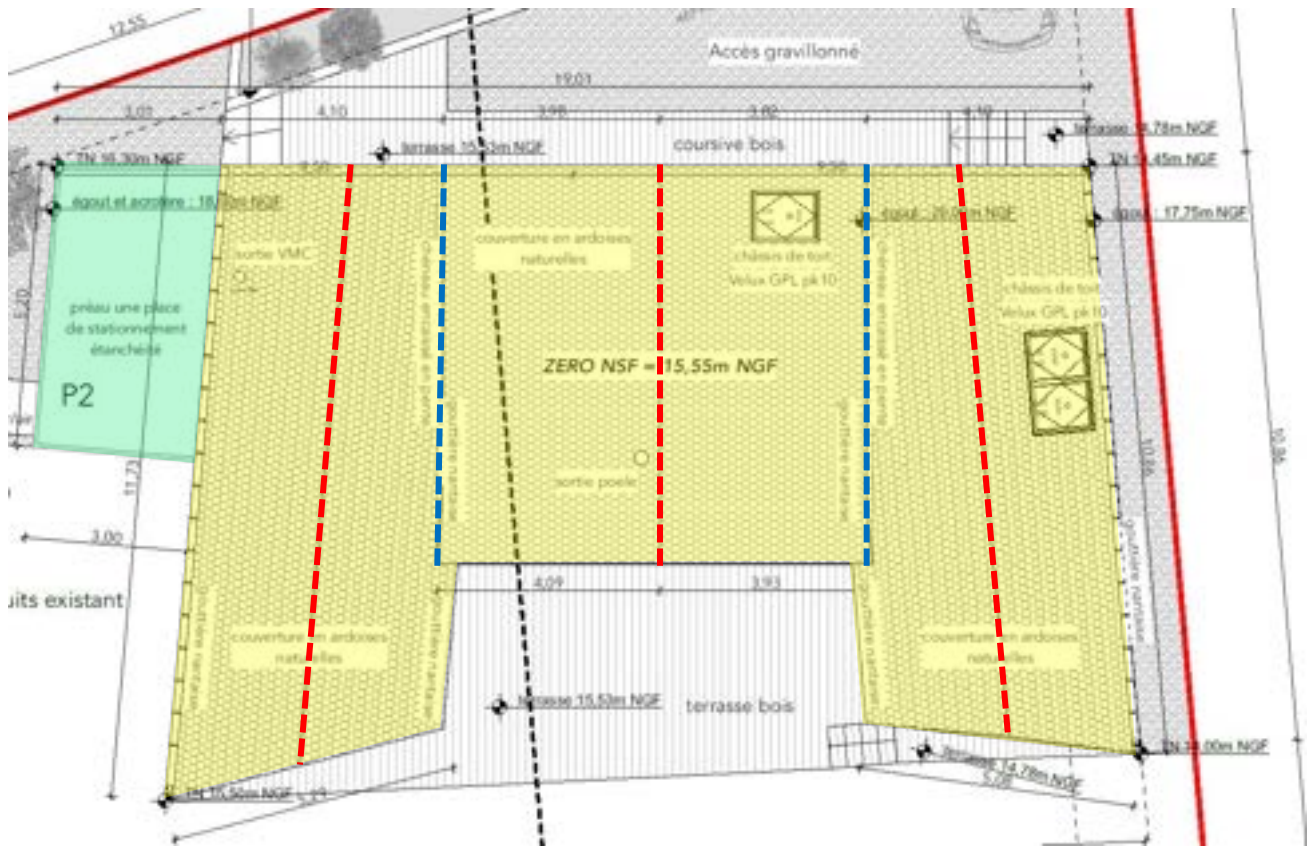


Ce type de pont thermique a été évalué dans le cadre de l'étude PHPP pour ce projet et a été comptabilisé dans le bilan énergétique global pour la construction.

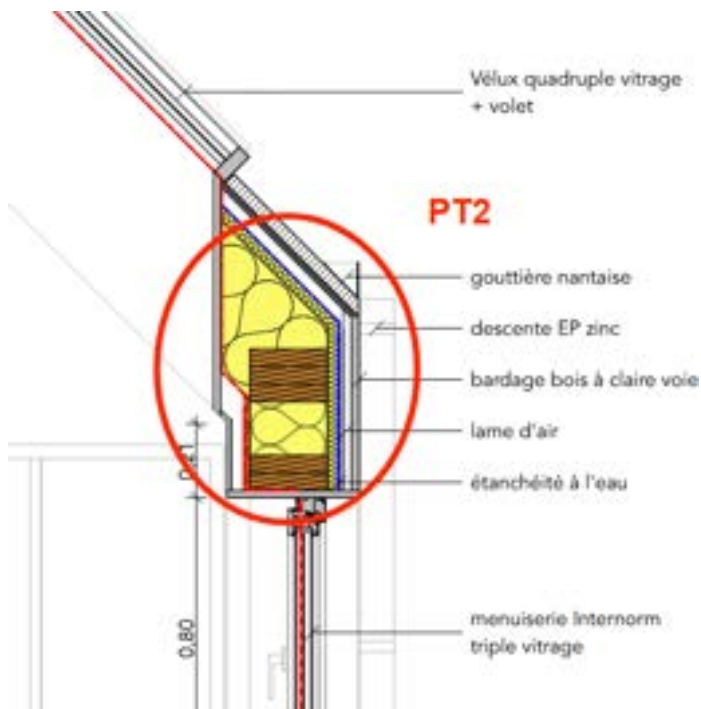
Voir le chapitre sur les ponts thermiques.

19 : Capture d'écran des profils isothermes générés sur le logiciel de calcul THERM7 pour les ponts thermiques.

9. Construction du toit



20 : Plan de toiture PRO. En jaune : toiture en pente de l'enveloppe chauffée. En vert : toiture du carport, hors de l'étude. En pointillé rouge : chéneau de toiture sur faîtage. En pointillé bleu : chéneau entre mur extérieur contre toiture.



La toiture de la maison est en ardoise, à pans multiples, en pente.

La présence de lisses en bois aux angles et au contact des châssis induit un pont thermique qui a été calculé par le bureau d'études thermique.

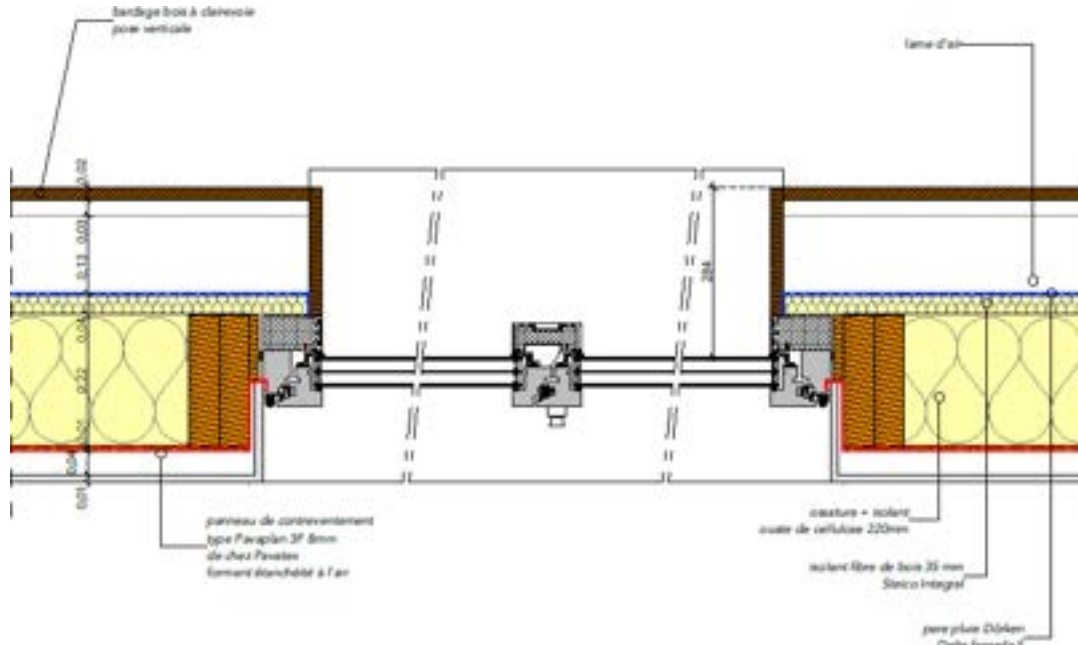
21 : Détail architecte de jonction d'angle sortant MOB / toiture.

La toiture possède un U_{toiture} conforme aux attendus passivhaus, à savoir (cf. PHPP) :

N° de la paroi		04ud				Rampants		Isolation intérieure?	
Orientation des parois		1-toit		Résistance superficielle [m ² K/W]		interne R _{si} :		0,10	
Adjacent à		1-air extéri				extérieure R _{se} :		0,04	
Section 1	λ [W/(mK)]	Section 2 (optionnelle)	λ [W/(mK)]	Section 3 (optionnelle)	λ [W/(mK)]	Epaisseur [mm]			
plaque de platre	0,250					13			
Lame d'air (Sixbox)	0,250					47			
pare vapeur	0,000					0			
ouate de cellulose	0,041	charpente	0,130			300			
fibre de bois	0,043					35			
Pourcentage de surface de la section 1		Pourcentage de surface de la section 2		Pourcentage de surface de la section 3		Total			
85%		15,0%				39,5 cm			
Majoration de la valeur U				Valeur U :		0,146 W/(m ² K)			

10. Fenêtres et installation des fenêtres

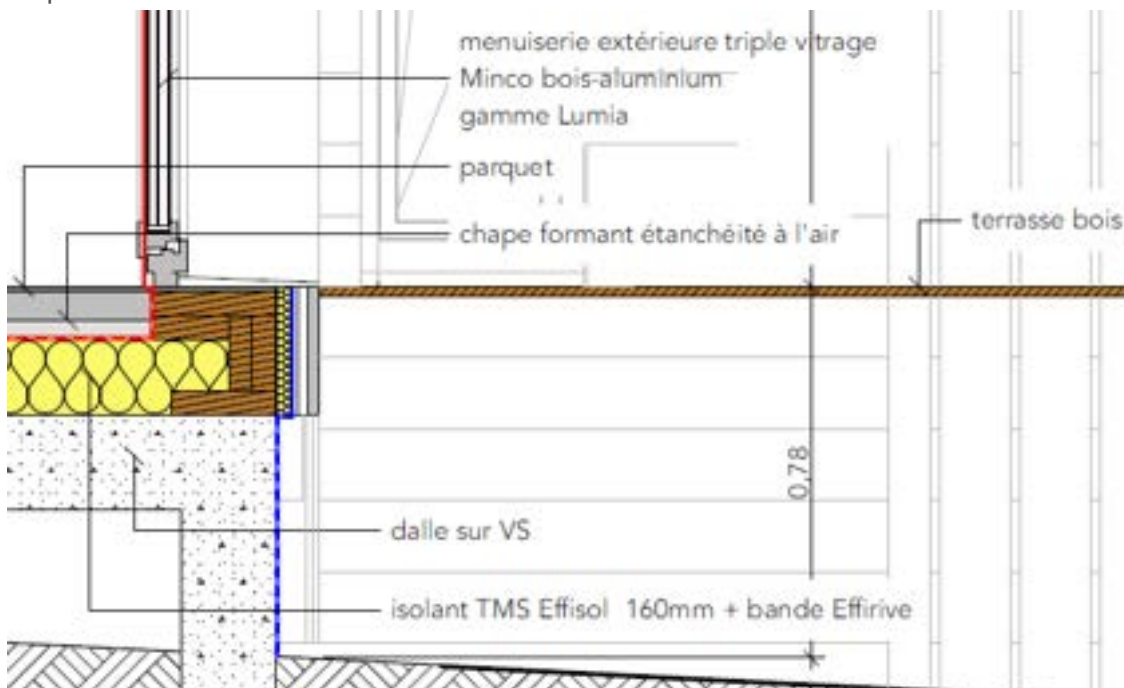
Les menuiseries projet sont conformes aux standards PassivHaus (triple vitrage, fort pouvoir isolant) : elles sont caractérisées par un U_{w_meo} allant de 0,72 à 1,09 W/(m².K). Les châssis sont mixtes Bois/Alu. Un soin tout particulier a été accordé à la mise en œuvre de ces éléments.



22 : Principe de mise en œuvre de menuiserie dans un MOB – documents architecte

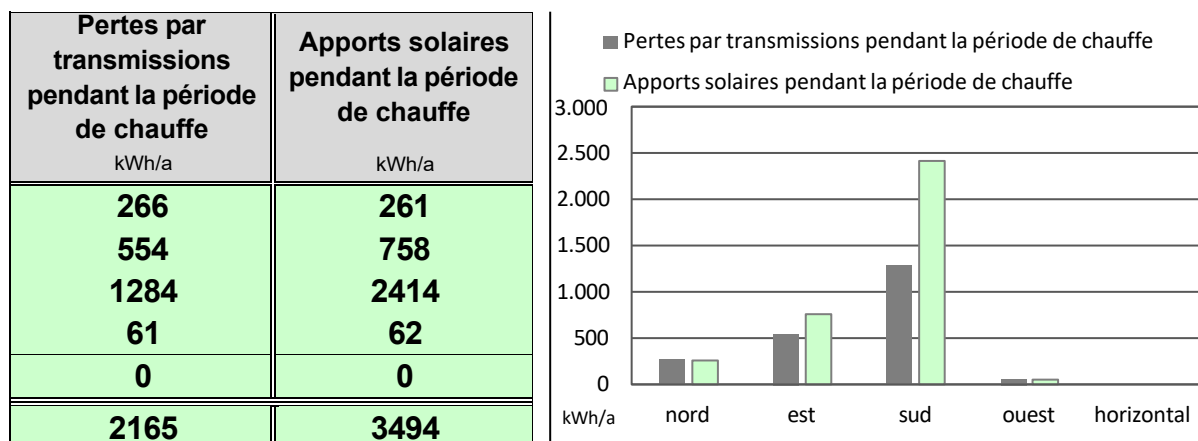
Des précadres font partie de l'ossature des MOB et reçoivent les châssis des menuiseries extérieures. Les menuiseries ont des châssis mixtes alu/bois et du triple vitrage performant.

Le plan isolant extérieur en fibre de bois 35mm vient contre les cadres de la menuiserie.



23 : Principe de mise en œuvre des menuiseries en pied de façade – le plan isolant extérieur se rapporte aussi contre le précadre en partie basse

Le logiciel PHPP estime les pertes et gains énergétiques au poste menuiseries du projet :



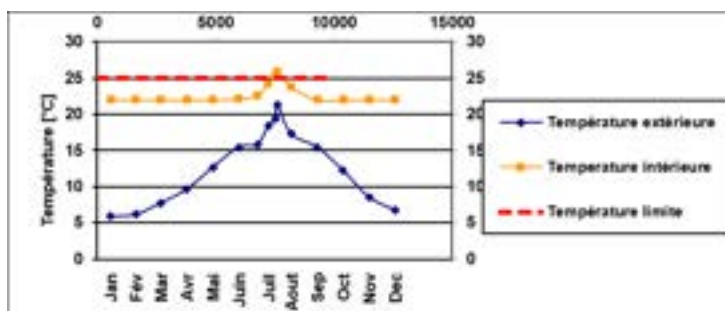
Le diagramme en barres l'illustre ci-contre (apports et pertes en kWh/an ; résultats issus du PHPP) : le bâtiment bénéficie de 3494 kWh/an d'apports solaires gratuits contre 2165 kWh/an de pertes par transmission au poste des menuiseries.

Surface des fenêtres	Valeur U des fenêtres	Surface de vitrage	Rayonnement global moyen
m ²	W/(m ² K)	m ²	kWh/(m ² a)
8,56	0,52	5,50	131
8,53	1,08	5,37	413
35,95	0,59	25,28	399
2,28	0,44	1,34	156
0,00	0,00	0,00	385
55,32	0,65	37,49	

Le solde est positif, ce qui s'explique par la bonne répartition de surfaces vitrées sur l'ensemble de l'enveloppe.

La présence sur le terrain d'arbres de haute tige a été prise en compte : certains sujets ont un effet sur l'ombrage des baies à l'est (masque solaire pris en compte dans les bilans énergétiques).

Dans l'autre sens, selon le PHPP, la température intérieure excède très ponctuellement les 25°C (sous réserve de conditions climatiques normales (fichier météorologique standard en correspondance avec l'emplacement géographique du projet)). Le risque de surchauffe estivale est donc bien appréhendé.



Marque et modèles de châssis : MINCO Extrem66 / MINCO Lumia (battant ou fixe),

Vitrages : Triple vitrage MINCO. Facteur solaire $g = 0.54$.

Velux : Double vitrage Velux GPL. Facteur solaire $g = 0,50$.

Résumé des caractéristiques des vitrages projet

Valeur Ug moyenne	0.53 W/(m ² .K)	Type vitrages men. projet	TRIPLE VITRAGE
Valeur Uf moyenne	0.85 W/(m ² .K)		
Valeur Uw moyenne	0.54 W/(m ² .K)		
Valeur Ug velux (à part)	1.20 W/(m ² .K)		
Valeur Uf velux (à part)	1.20 W/(m ² .K)	Type châssis men. projet	MIXTE BOIS/ALU
Valeur Uw velux (à part)	1.60 W/(m ² .K)		

11. Ponts thermiques de l'enveloppe

En construction ossature bois, la plupart des ponts thermiques des jonctions murs / toiture, murs/murs, mur/dalle peuvent être moindre sinon négatifs.

Une attention technique au fil de la conception du projet a permis d'éviter des ponts thermiques majeurs, en faveur d'une enveloppe thermique homogène.

Les ponts thermiques identifiés par le bureau d'études Hinoki ont été modélisés puis calculés avec le logiciel THERM7.

En synthèse, la saisie des ponts thermiques dans le PHPP donne les valeurs Ψ [W/(m.K)] suivantes :

Saisie des ponts thermiques											
N° PT	Dénomination des ponts thermiques	N° groupe	Attribution au groupe	Quantité	x (	Longueur l [m]	-	Longueur à déduire [m]	)=	Longueur ℓ [m]	Saisie du coefficient de pont thermique ψ [W/(mK)]
1	PT1 - pieds de mur	16	Pont thermique périmètre	1	x (	54,77	-		)=	54,77	0,052
2	PT2 - mur-toiture rampant	15	Pont thermique air extérieur	1	x (	72,60	-		)=	72,60	-0,012
3	PT3 - chèneau	15	Pont thermique air extérieur	1	x (	14,26	-		)=	14,26	0,040
4	PT4 - toiture faitage	15	Pont thermique air extérieur	1	x (	28,13	-		)=	28,13	0,040
5	PT5 - toiture rive	15	Pont thermique air extérieur	1	x (	42,00	-		)=	42,00	-0,003
6	PT6 - Dalle-mur de refend	17	Pont thermique dalle sur sol/plafond	1	x (	2,22	-		)=	2,22	0,100
7	PT7 - plancher intermédiaire-mur RDC	15	Pont thermique air extérieur	1	x (	5,00	-		)=	5,00	0,040
8	PT8 - plancher intermédiaire-mur Etage	15	Pont thermique air extérieur	1	x (	5,00	-		)=	5,00	0,040

12. Etanchéité à l'air de l'enveloppe

La mise en œuvre de l'étanchéité à l'air de l'enveloppe a été assurée dans tout le projet.



24 : Mise en œuvre de l'étanchéité à l'air dans la maison.

Il a été nécessaire de faire preuve d'une grande rigueur dans la mise en œuvre du plan d'étanchéité compte tenu de la géométrie relativement complexe du volume bâti et de toutes les frontières et traversées d'enveloppe, pouvant être source d'infiltration.

Ci-haut une photographie de la mise en œuvre de l'étanchéité entre des murs et rampants, avec bordures de menuiseries.

Par ailleurs, il est possible de lire le plan d'étanchéité (tracé en rouge) sur les coupes détails de pieds de murs, de composition de parois et de toiture (documents présentés précédemment). L'étanchéité a donc été anticipée puis mise en œuvre dans les parois et au niveau des menuiseries.

Enfin, le test de pression / dépression à 50 Pa fait état d'un taux de renouvellement d'air n_{50} = 0,55 vol/h, valeur conforme aux exigences du standard Passif.

Cette donnée nous permet d'estimer le taux de renouvellement d'air dû aux infiltrations, aux conditions climatiques propres au projet (cf. PHPP), valeur nécessaire pour déterminer les besoins de chauffage.

Résultat de la perméabilité à l'air du bâtiment

$$n_{50} = 0,55 \text{ h}^{-1}$$

Intervalle : $\pm 14,52 \%$ [0,47, 0,63]

$$Q_{4\text{Pa-surf}} = 0,07 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$$

Pressurisation	Dépressurisation
Exposant du débit d'air	
n = 0,83 Intervalle : $\pm 7,36 \%$ [0,77, 0,90]	n = 0,96 Intervalle : $\pm 7,31 \%$ [0,89, 1,03]
Coefficient de fuite d'air en $\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{Pa}^n)$	
$C_t = 9,03$ Intervalle : $\pm 21,42 \%$ [7,30, 11,17]	$C_t = 5,96$ Intervalle : $\pm 23,77 \%$ [4,71, 7,54]
Coefficient de débit d'air en $\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{Pa}^n)$	
$C_{env} = 8,97$ Intervalle : $\pm 21,42 \%$ [7,25, 11,09]	$C_{env} = 5,95$ Intervalle : $\pm 23,77 \%$ [4,70, 7,53]
Surface de fuite effective	
ELA = $30,90 \text{ cm}^2$	ELA = $24,18 \text{ cm}^2$

13. Conception du système de ventilation

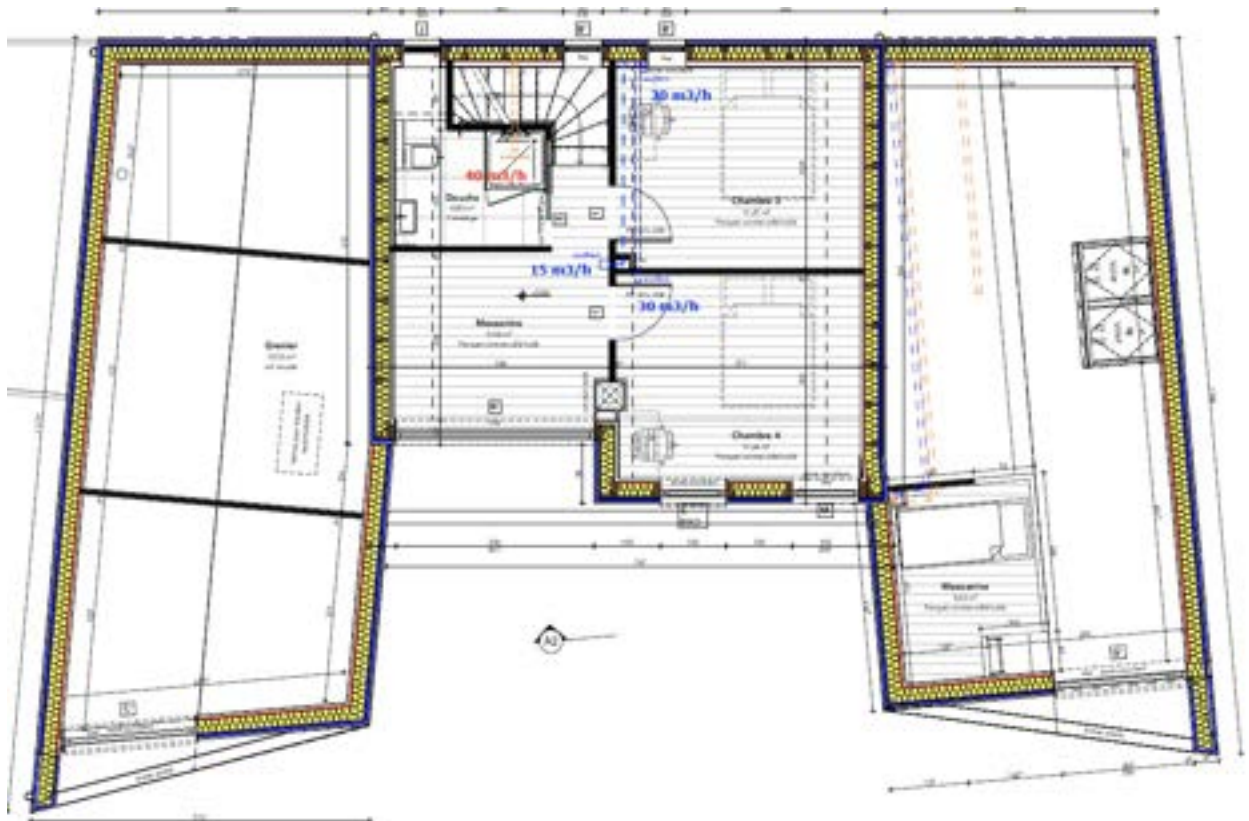
Une CTA double flux, dans un placard technique au rez-de-chaussée, en proximité des façades permet de limiter fortement la longueur des conduites d'air neuf et d'air vicié. L'air se regroupe ou disperse depuis des caissons de répartition, renvoyant des gaines semi-rigides à leurs terminaux de soufflage / d'extraction dans la maison.

Les gaines longent la façade nord, hormis celles allant sur l'aile Ouest de la maison. Les combles perdus de l'aile Est sont mises à profit pour faire cheminer des gaines jusque l'espace de cuisine et de la chambre 2.

Les plans d'étages avec filaire de ventilation illustrent ce déploiement :



25 : Plan de ventilation RDC



26 : Plan de ventilation R+1



Ci-contre, une photo extraite du dossier de réalisation de la maison, avec les caissons de répartition AS/AR et leurs gaines semi-rigides en départ et arrivée.

27 : Photographie des caissons de répartition.

14. Unité centrale de ventilation / Appoint de chauffage

La centrale de traitement d'air est un modèle de type combiné thermodynamique Paul Novus 450. C'est une CTA double flux d'efficacité $\epsilon_{MOE} = 90,2 \%$ (rendement PHI de 93%). Dans le contexte de ce projet, la centrale de traitement d'air a un débit nominal de $210 \text{ m}^3/\text{h}$, conformément aux débits hygiéniques ramenés au nombre de personnes dans le bâtiment.


L'air neuf est préchauffé par l'échangeur de la CTA avant d'être acheminé par les gaines aérauliques dans les étages.

Un petit poêle a été installé en appoint dans le séjour.

À besoins de chauffage usuels, l'air insufflé suffit sinon à traiter les ambiances intérieures.



15. Brèves descriptions des résultats PHPP (feuille de vérification)

Bâtiment Passif-Vérification							
				Projet:			
				Adresse:			
Code postal / localité:		56870	Baden				
Région:		Bretagne	FR-France				
Type de bâtiment: Maison Individuelle							
Données climatiques: FR0068a-Lorient							
Région:		4: Climat tempéré	Altitude:	16,8 m			
Maître(s) de l'ouvrage:							
Adresse:							
Code postal / localité:							
Région:							
Entreprise de construction:							
Adresse:							
Code postal / localité:							
Région:							
PHPP							
Bilan énergétique: Hinoki							
Adresse: 25 La Delée							
Code postal / localité:		35150	Amanlis				
Région:		Bretagne	FR-France				
Année de construction:		2017	Température intérieure hiver [°C]	20,0	Température intérieure été [°C]	25,0	
Nombre de logements:		1	Apports internes Chauffage [W/m²]	2,4	Apports internes Refroidissement [W/m²]	2,4	
Nombre d'occupants:		2,9	Capacité thermique surfacique [Wh/K par m² SRE]	104	Refroidissement mécanique:		

Performance énergétique annuelle du bâtiment						
				Critères		Conforme?*
				Critères	alternatifs	
Chauffer	Surface de référence énergétique: m²	153,1				oui
	Besoin de chauffage kWh/(m²a)		≤	15	-	
	Puissance de chauffe W/m²		≤	-	10	
Refroidir	Refroidissement + déshumidification kWh/(m²a)	-	≤	-	-	-
	Puissance de refroidissement W/m²		≤	-	-	
	Fréquence de surchauffe (> 25°C) %		≤	10	-	oui
	Fréquence d'humidité excessive (> 12 g/kg) %		≤	20	-	oui
Etanchéité à l'air	Test d'infiltrométrie n50 1/h	0,55	≤	0,6	-	oui
Energie primaire non-renouvelable (EP)	Consommation d' EP kWh/(m²a)	72	≤	120	-	oui
Energie primaire renouvelable (EP-R)	Consommation d'EP-R kWh/(m²a)		≤	-	-	
	Production d'énergie renouvelable (par rapport à la surface au sol kWh/(m²a) de la zone bâtie)		≥	-	-	-

* Champ vide: les données sont manquantes; ** Aucune exigence.

Le besoin de chauffage est faible. La fréquence de surchauffe est également très basse, d'après l'outil PHPP. L'étanchéité à l'air est bonne pour le standard passif. Le niveau d'énergie primaire est normal.

16. Coût du bâtiment

Donnée non divulguée.

17. Coût de construction

Donnée non divulguée.

18. Année de construction

Le chantier a démarré en 2019 et le projet a été livré en 2020.

19. Architecte

L'agence Archiblock a dessiné ce projet.

20. Bureau d'études

Le bureau d'études Hinoki a réalisé l'étude thermique du projet. Hinoki est un bureau d'études précurseur de la construction passive qui a livré plus de 100 bâtiments passifs certifiés et non certifiés depuis 2010.