

Rapport de synthèse – Maison Passive Turenne

Dossier Thermique suivi par Sabine CHOUFFOUR
sabine@fiabitat.com
09 77 19 86 97

Projet de Constrcution Neuve Locative
Maison Passive Témoin

Rapport de synthèse des calculs réalisés
en simulation dynamique
et calcul PHPP

Livraison bâtiment Septembre 2018



Maîtrise d'ouvrage : Dubois et Associés
AMO thermique : Fiabitat SCOP, Ecoparc, 41210 Neung sur Beuvron
Maitrise d'œuvre : Monique Frösh Architecture sur mesure

En quelques mots, le fiabiscopie c'est ...

Une démarche permettant d'estimer le comportement des projets en phase conception

- Le bâtiment est-il confortable, reste il frais en été ?
- Quelle est l'influence de choix personnalisés sur les performances ?
- Quels seront les coûts de fonctionnement ?

Un outil pour comparer des solutions techniques

Tester différentes solutions, et les comparer entre elles

- Performance thermique
- Impact environnemental
- Coûts d'investissement & fonctionnement

⇒ Faciliter le raisonnement global via un outil intégré

⇒ Prendre des décisions sur les choix constructifs et énergétiques

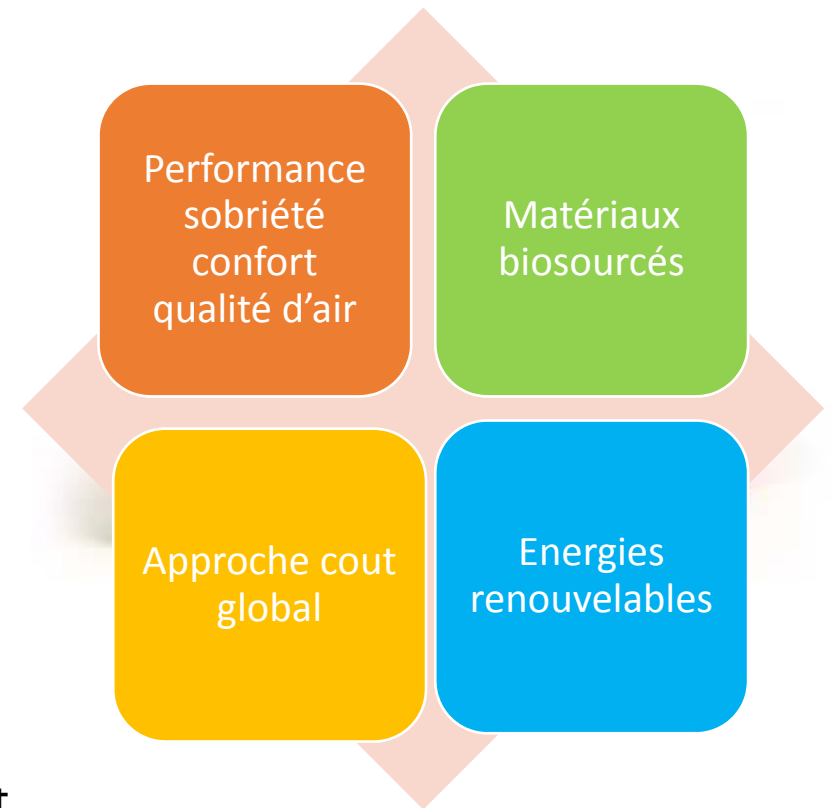
Pourquoi une réflexion sur le sujet est elle pertinente ? Quels sont les enjeux énergétiques ?

L'objectif de tout usager est d'occuper un bâtiment qui puisse assurer un **excellent confort thermique** toute l'année de la manière la plus « passive » possible : **en minimisant les dépenses d'énergie.**

Nos outils de simulation **permettent d'effectuer les prescriptions pour atteindre ce but :**

- Réduire au maximum les coûts de fonctionnement & d'entretien à l'usage, en tenant compte de l'investissement initial.
- Valoriser la **démarche « low tech »**, pour limiter la complexité technique des solutions (éviter les « usines à gaz » difficiles à gérer en exploitation.
- Réduire **l'impact environnemental des projets de construction** : via les **matériaux biosourcés**, la prise en compte des pollutions et déchets, utilisation **d'énergies renouvelables.**

Notre outil d'étude thermique prend en compte tous ses enjeux, permettant de vérifier que le projet étudié est globalement pertinent.



Qu'est ce que le fiabiscopé ?

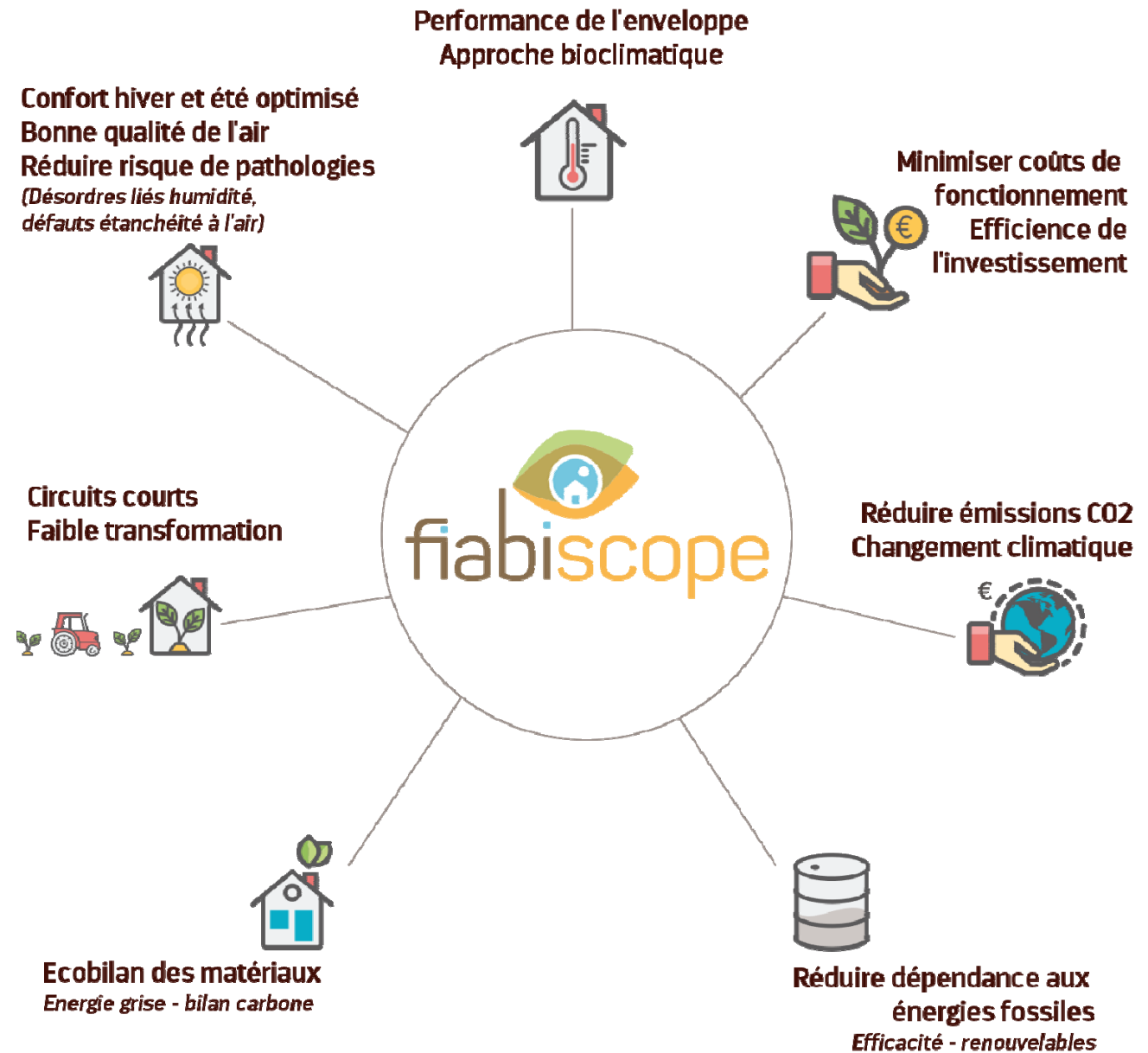
Pour traduire ces enjeux, nous utilisons une grille d'objectifs permettant de situer le bâtiment projeté :

Le fiabiscopé propose un regard croisé sur :

- la réduction des consommations d'énergie,
- le confort toute saison
- la qualité de l'air
- l'écobilan de l'enveloppe
- L'analyse en cout global

Dans quel but?

En premier lieu faire en sorte que le bâtiment soit le plus pertinent possible,
Pour aiguiller la prise de décision, par la comparaison multi critères, ces objectifs constituant des éléments de programme.



Objectifs de l'étude demandée par le Maître d'ouvrage

1 – Etablir un bilan thermique du projet initial /valider l'objectif passif

- Besoin de chauffage < 15 kWh/m² an
- Analyse du comportement du bâtiment en simulation dynamique hiver/été

2 – Analyser les résultats selon les différents indicateurs :

- Environnementaux : émissions gaz à effet de serre et énergie primaire.
- Energétique : faibles besoin de chauffage
- Financiers : coût de fonctionnement annuel



La simulation thermique dynamique, comment ça marche ?

Les études dynamiques sont des outils d'analyse qui permettent d'évaluer précisément la performance thermique d'un bâtiment et son confort thermique, hiver et été.

Elles reposent sur une modélisation fine du bâtiment, son environnement proche et des données météo locales, sur une définition des occupations « réaliste ». Elles prennent en compte plus d'influences que les calculs réglementaires : les besoins d'énergie calculés sont donc plus fiables et précis.

Les calculs sont effectués au pas de temps horaire. Cela permet d'évaluer précisément les conditions de surchauffe : on analyse une courbe de température qui varie toutes les heures selon l'occupation, le soleil, les apports internes, comment on occulte les volets ou ventile, etc.

Nous utilisons ici le logiciel Pleiades+Comfie v3,67

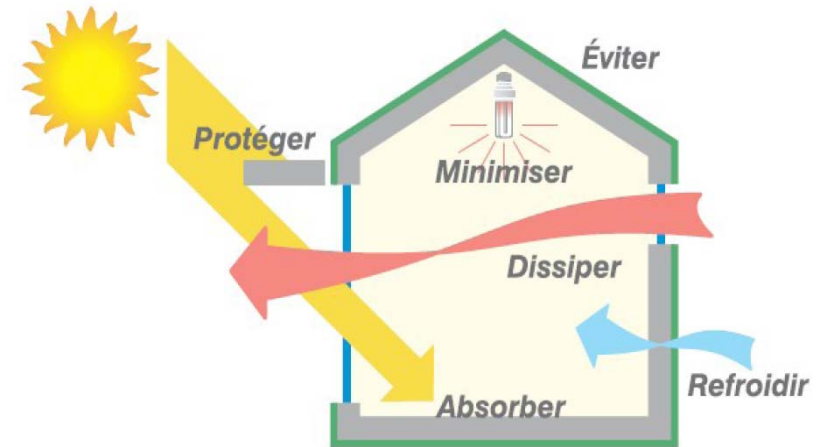


Schéma issu de Conception de maisons neuves durables – Architecture et Climat 2011

L'intérêt premier de ces calculs est d'évaluer le projet de construction ou rénovation. En effet, il vaut mieux identifier avant le chantier des défauts de confort car ils sont moins problématiques à corriger à ce stade.

L'étude permet d'analyser les différentes possibilités de systèmes constructifs pour éclairer la prise de décision.

Le projet étudié en résumé :

L'étude est menée sur l'ensemble du bâtiment projeté.

Données météo : Brive la Gaillarde

Scénarios occupation : 4 personnes à l'année

Scénarios chauffage : scénario constant à 20°C en période d'occupation

Scénarios ventilation : Double flux centralisée haut rendement certifiée PHI

Scénario de rafraîchissement : Impact du puits canadien

Principes constructifs : Plancher bas hourdis PSE isolation polyuréthane sous chape $U = 0,103 \text{ W/m}^2\text{K}$

Murs ossature bois 220+ ITI 40 mm laine bois et ITE laine de bois rigide 60 mm enduite $U = 0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$

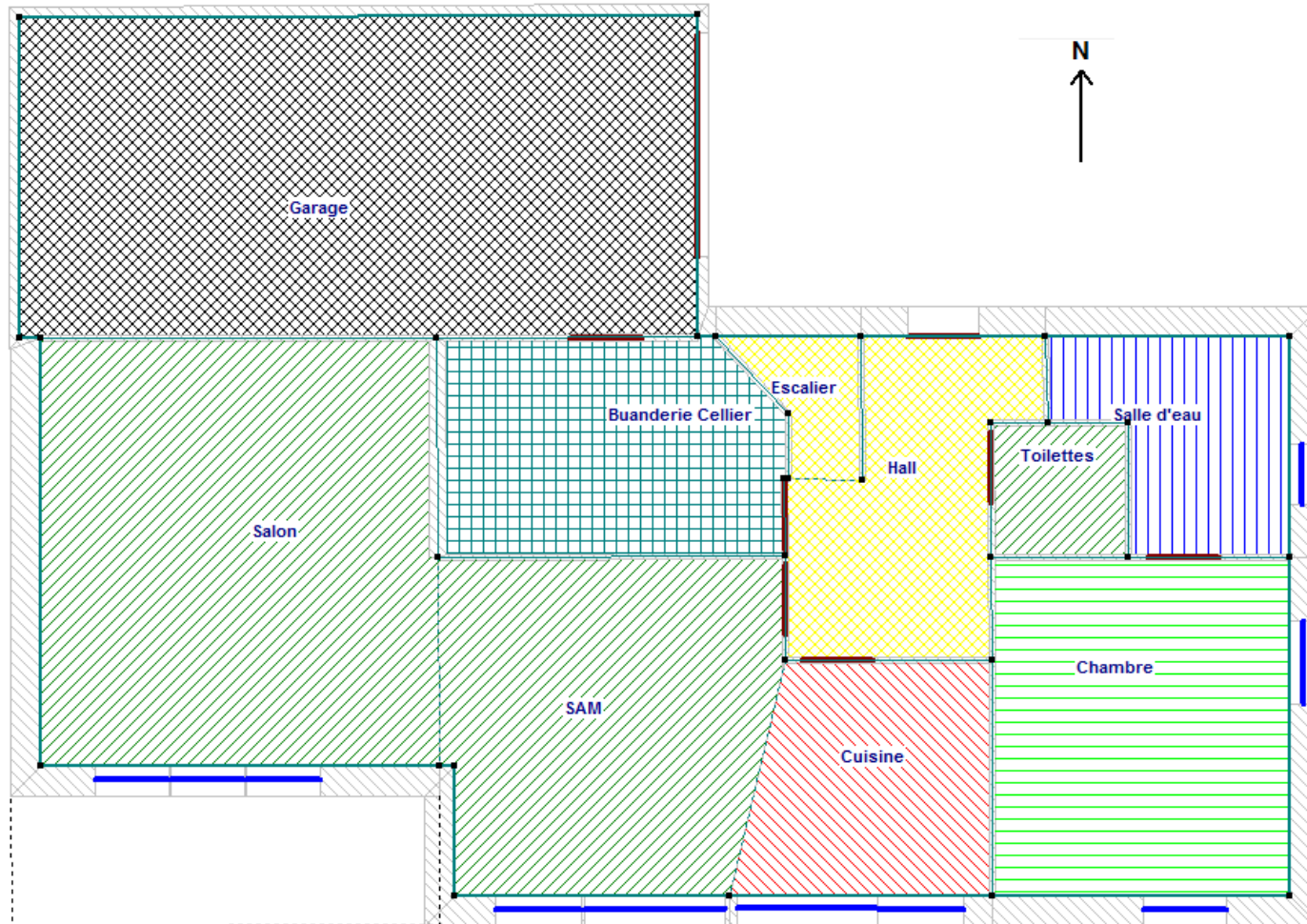
Toiture plate caisson 300 mm isolé en laine de bois $U = 0,112 \text{ W/m}^2\text{K}$

Rampants caissons 300 mm + 60 mm fibre bois rigide $U = 0,111 \text{ W/m}^2\text{K}$

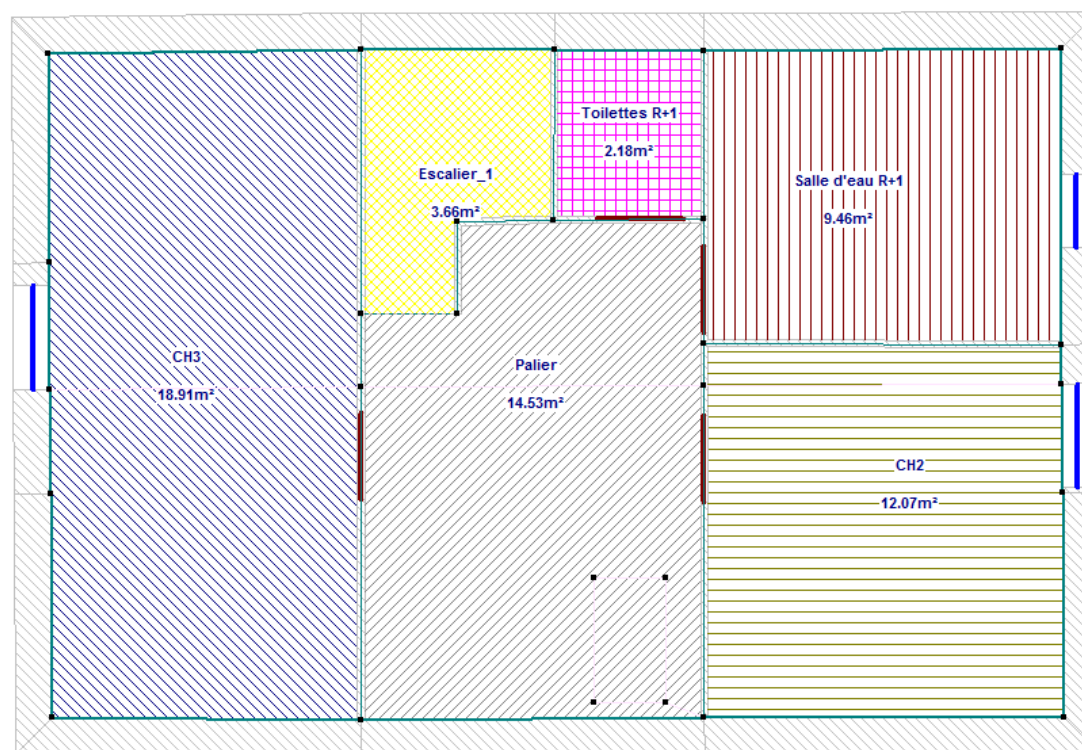
Menuiseries triple vitrage / châssis bois alu passif $U_w = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$

Étanchéité à l'air objectif $n_{50} = 0,6 \text{ vol/h}$

Zonage thermique RDC



Zonage thermique R+1



Valeurs U du projet

Les parois du projet

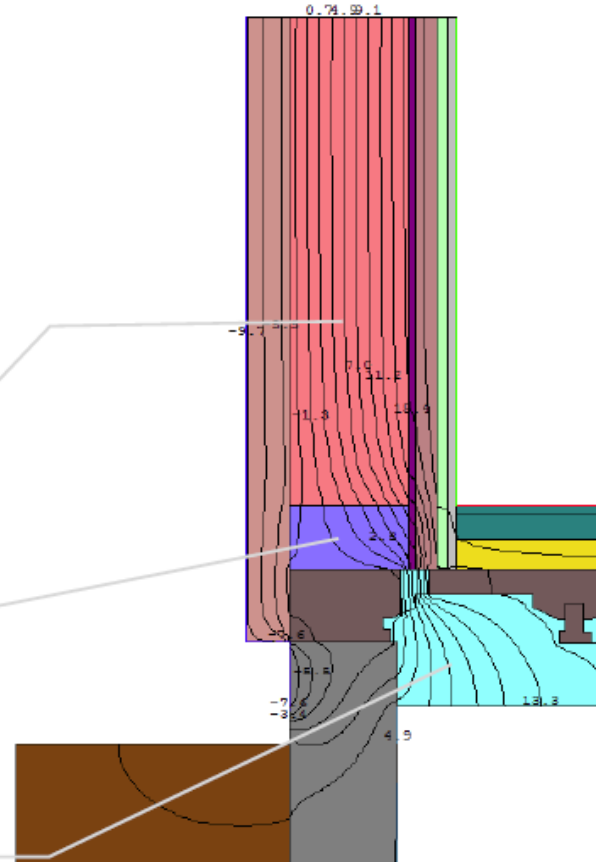
Toiture plate : poutre en I 240 mm + 120 mm Isolation extérieure en fibre de bois. $U=0,126 \text{ W/m}^2\text{K}$ (R 7,9)

Rampants : poutre I 300 mm + 60 mm extérieur. $U=0,111 \text{ W/m}^2\text{K}$ (R 9)

Ossature 220 mm contreventement intérieur OSB isolation en laine de bois + complément extérieur 60 mm et intérieur 40 mm.
 $U= 0,13 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ (R 7,7)

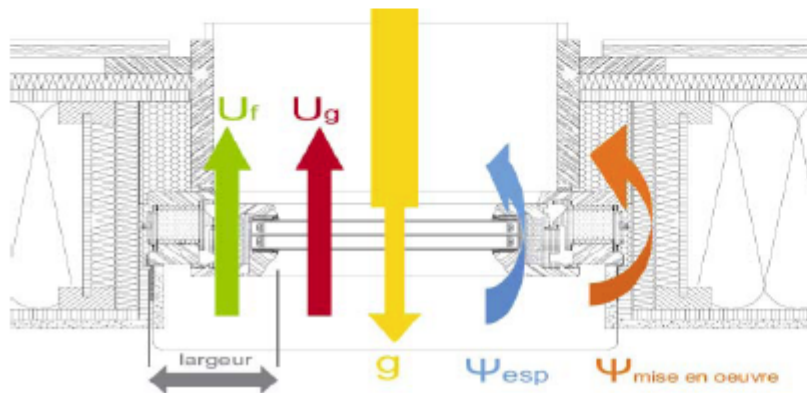
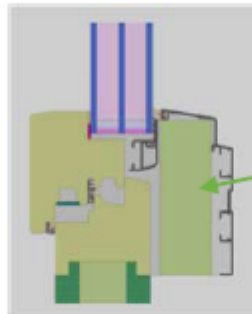
Un rang de béton cellulaire est prévu sur la périphérie du projet afin de réduire le pont thermique à la jonction avec les murs de soubassement.

Hourdis isolant avec rupteurs longitudinaux, transversaux et de refend, complément d'isolation sous chape. $U \text{ global} = 0,118 \text{ W/m}^2$



Les menuiseries

Caractéristiques des menuiseries



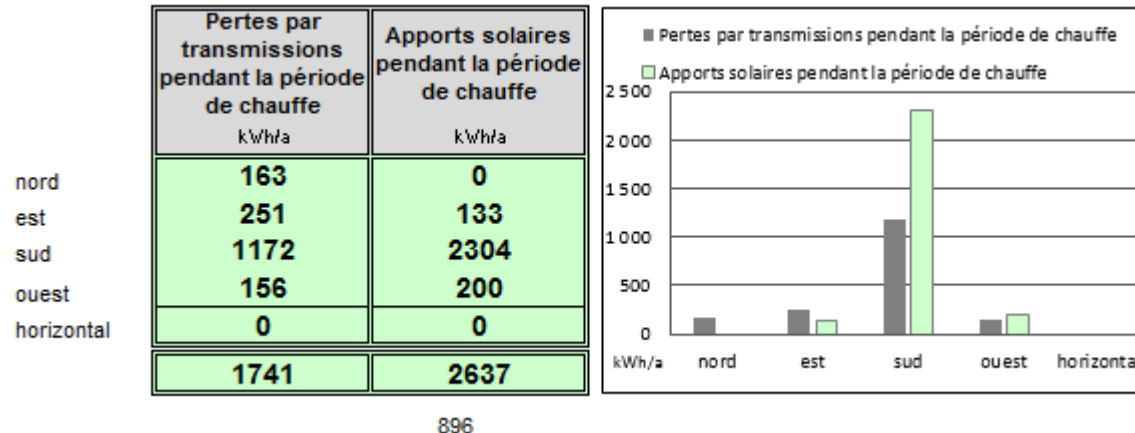
Les menuiseries sont équipées d'un capotage Aluminium isolé DUAL certifié PHI $U_f = 0.83 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Triple vitrage $U_g = 0.7 \text{ W/m}^2 \text{ K}$, avec un facteur solaire élevé $g = 0.6$

L'intercalaire de vitrage est très isolant (Swisspacer Ultimate)
 $\Psi_{\text{esp}} = 0.032 \text{ W/m K}$

Ouvertures coulissante à translation pour assurer une parfaite étanchéité à l'air.

Bilan du lot menuiseries



Le bilan du lot menuiserie est positif : cela signifie que les fenêtres apportent plus de chaleur qu'elles n'en perdent.

En effet, sur ce projet, les déperditions liées au lot menuiseries est de 1741 kWh/an, et les apports sont de 2637 kwh/an.

Le bilan est donc de + 896 kwh/an soit

Cela n'est possible qu'avec des niveaux de performance de vitrage et châssis importants ET grâce à une bonne orientation plein sud du projet.

Bilan du projet phase PC

Répartition des déperditions
Besoin de chauffage et puissance

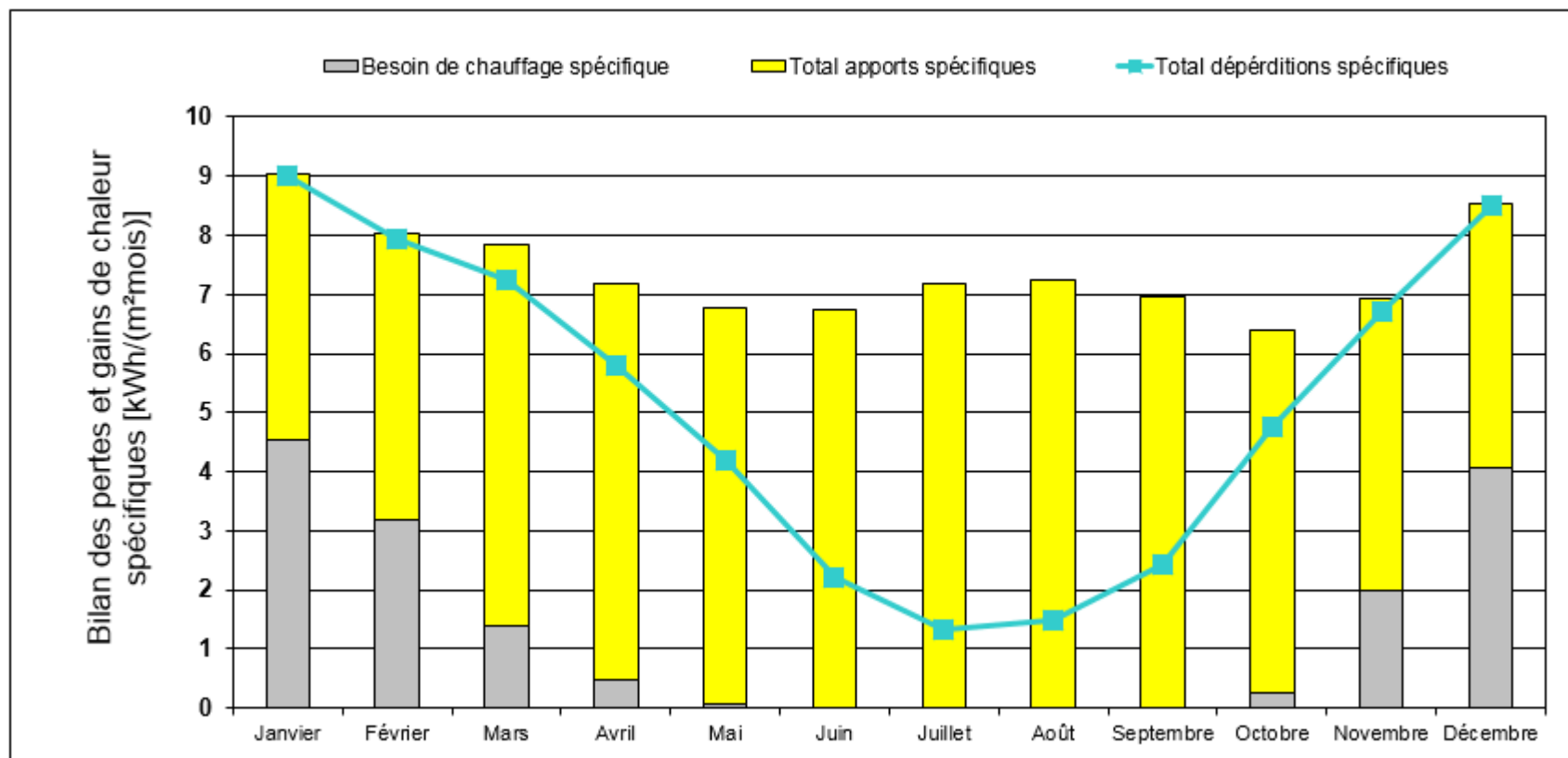
Performance de l'enveloppe
Approche bioclimatique



Répartition des déperditions du projet

Zone de température	Surface m'	Valeur U W/(m.K)	Facteur correctif	G_i kWh/a	=	kWh/a	par m' de surface de réf. énergétique	
Parois du bâtiment								
Paroi contact l'air extérieur	A	159,1	1,00	83	=	1742	13,50	
Paroi en contact avec le sol	B	103,9	1,00	68	=	730	5,66	
Toiture/plancher contact air ext.	A	133,3	1,00	83	=	1309	10,15	
Vers garage	X	33,5	0,96	83	=	424	3,29	
Fenêtres	A	28,2	1,00	83	=	2152	16,68	
Porte extérieure	A	1,9	1,00	83	=	176	1,36	
Pont thermique ext. (long./m)	A	110,7	1,00	83	=	34	0,27	
						Total	6568	50,9
Déperditions par transmission Q_T								
						Total	1026	8,0
						Total	7594	58,8
Déperditions aérauliques Q_A								
$\left(\begin{matrix} Q_T \\ kWh/a \end{matrix} + \begin{matrix} Q_A \\ kWh/a \end{matrix} \right) \cdot \begin{matrix} \text{Facteur de réduction} \\ \text{d'intermittence des} \\ \text{nuits et WE} \end{matrix} = \begin{matrix} kWh/a \end{matrix}$								
$\left(\begin{matrix} 6568 \\ kWh/a \end{matrix} + \begin{matrix} 1026 \\ kWh/a \end{matrix} \right) \cdot \begin{matrix} 1,0 \end{matrix} = \begin{matrix} 7594 \\ kWh/a \end{matrix}$								
Total déperditions Q_D							7594	58,8
						Total	5207	40,3
Apports solaires Q_S								
$\begin{matrix} kWh/d \\ 0,024 \end{matrix} * \begin{matrix} d/a \\ 303 \end{matrix} * \begin{matrix} W/m' \\ 2,5 \end{matrix} * \begin{matrix} m' \\ 129,0 \end{matrix} = \begin{matrix} kWh/a \\ 2334 \end{matrix}$								
Apports internes Q_I							2334	18,1
Taux d'utilisation des apports gratuits η_G						=	73%	
						$\eta_G * Q_F$	5529	42,8
Total des apports Q_G								
						$Q_D - Q_G$	2066	16
Besoin de chauffage Q_H								

Besoin de chauffage mois par mois calcul PHPP



Détails par pièce en simulation dynamique

Simulation thermique

Phase PRO

Calcul des besoins :

Le tableau ci dessous récapitule les données calculées via la simulation thermique dynamique.

Les calculs sont établis à partir des hypothèses de consigne / occupation du projet et tiennent compte des compositions de parois détaillées dans la fiche de suivi correspondant au numéro de la simulation.

Calcul de puissance par pièce

La puissance est calculée à partir du moteur STD, sans tenir compte de coefficients de surpuissance (pour gérer les relances rapides, que les chauffagistes ajoutent entre 10% + 25% selon les cas). Elle diffère de la norme EN 12831 utilisée par les chauffagistes.

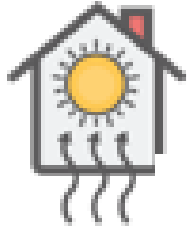
Zones	Groupe	Surface	Volume
		m ² utile	m ³
Salon SAM	RDC	36,49	91,20
Cuisine	RDC	7,30	18,25
Ch rdc	RDC	13,34	33,40
WC rdc	RDC	2,29	5,73
Buanderie cellier	RDC	8,79	21,97
Hall escalier	RDC	7,80	32,40
Salle d'eau rdc	RDC	5,56	13,90
CH 3	R+1	13,39	50,10
CH2	R+1	8,89	33,80
Salle d'eau r+1	R+1	6,28	23,20
WC r+1	R+1	0,91	4,10
Pallier	R+1	12,81	42,20

Besoins Chauffage	Puissance chauffage
kWh/an	en W
366,00	615
58,00	145
65,00	191
3,00	3
11,00	26
122,00	114
145,00	96
253,00	227
126,00	165
187,00	107
31,00	17
186,00	123

Bilan du projet phase EXE

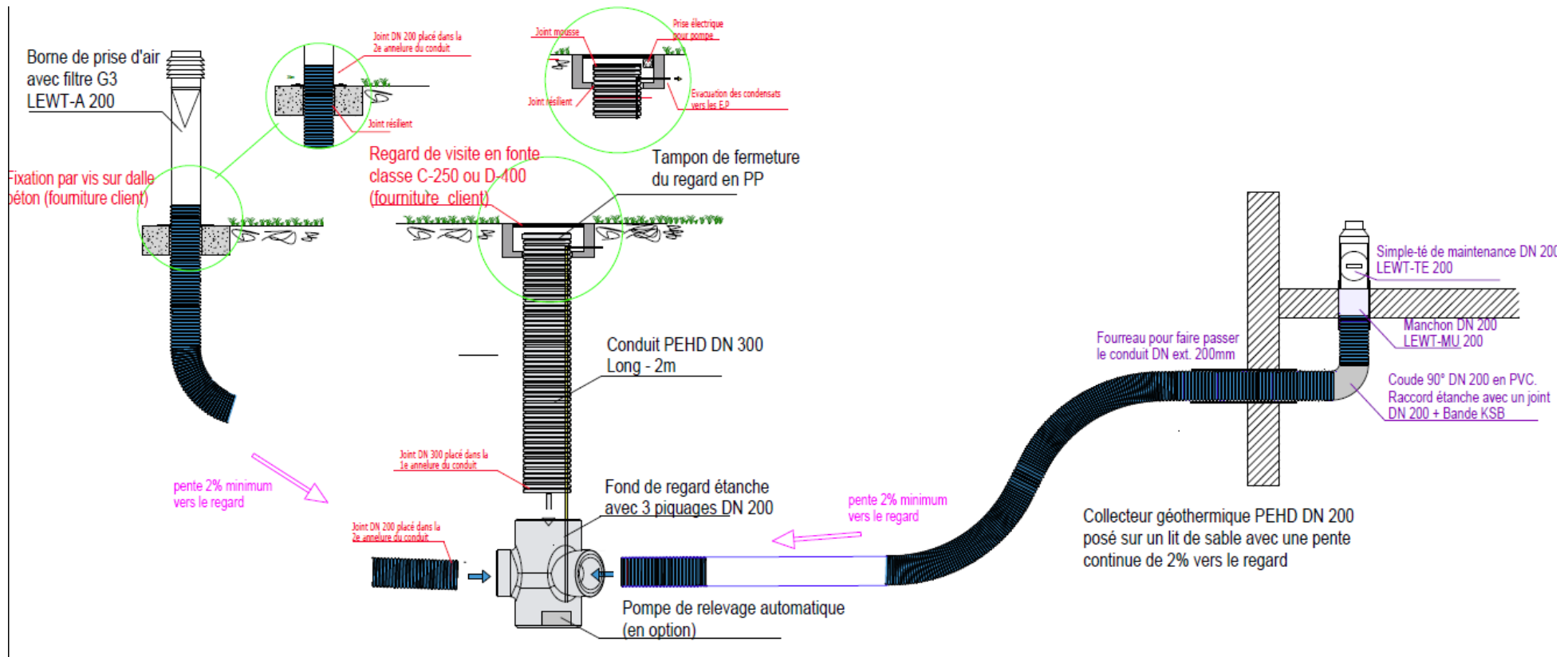
Confort d'été
Ventilation / étanchéité

Confort hiver et été optimisé
Bonne qualité de l'air
Réduire risque de pathologies
*(Désordres liés humidité,
défauts étanchéité à l'air)*



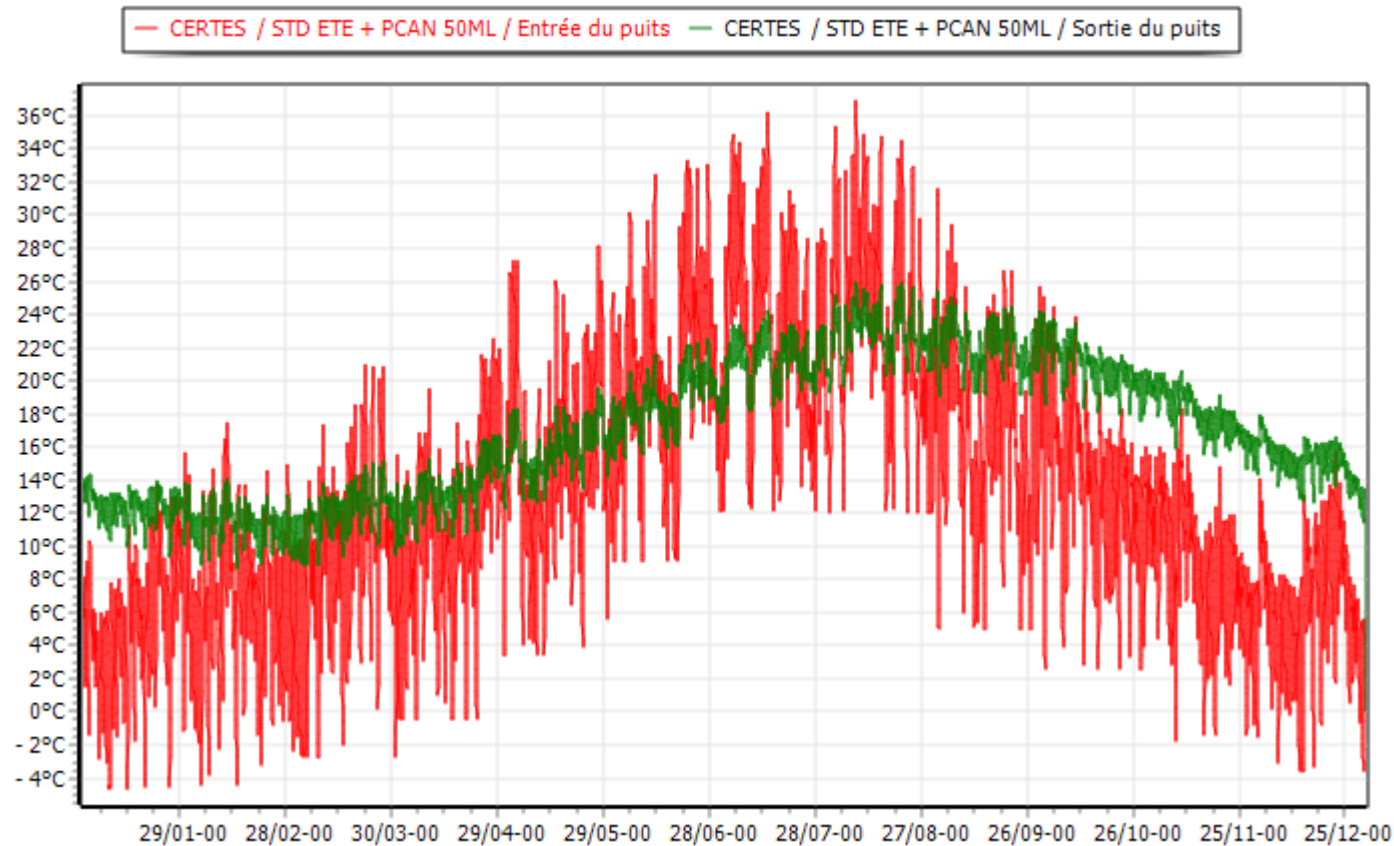
Analyse du confort d'été en simulation dynamique

Dimensionnement du puits canadien – Implantation sur le terrain



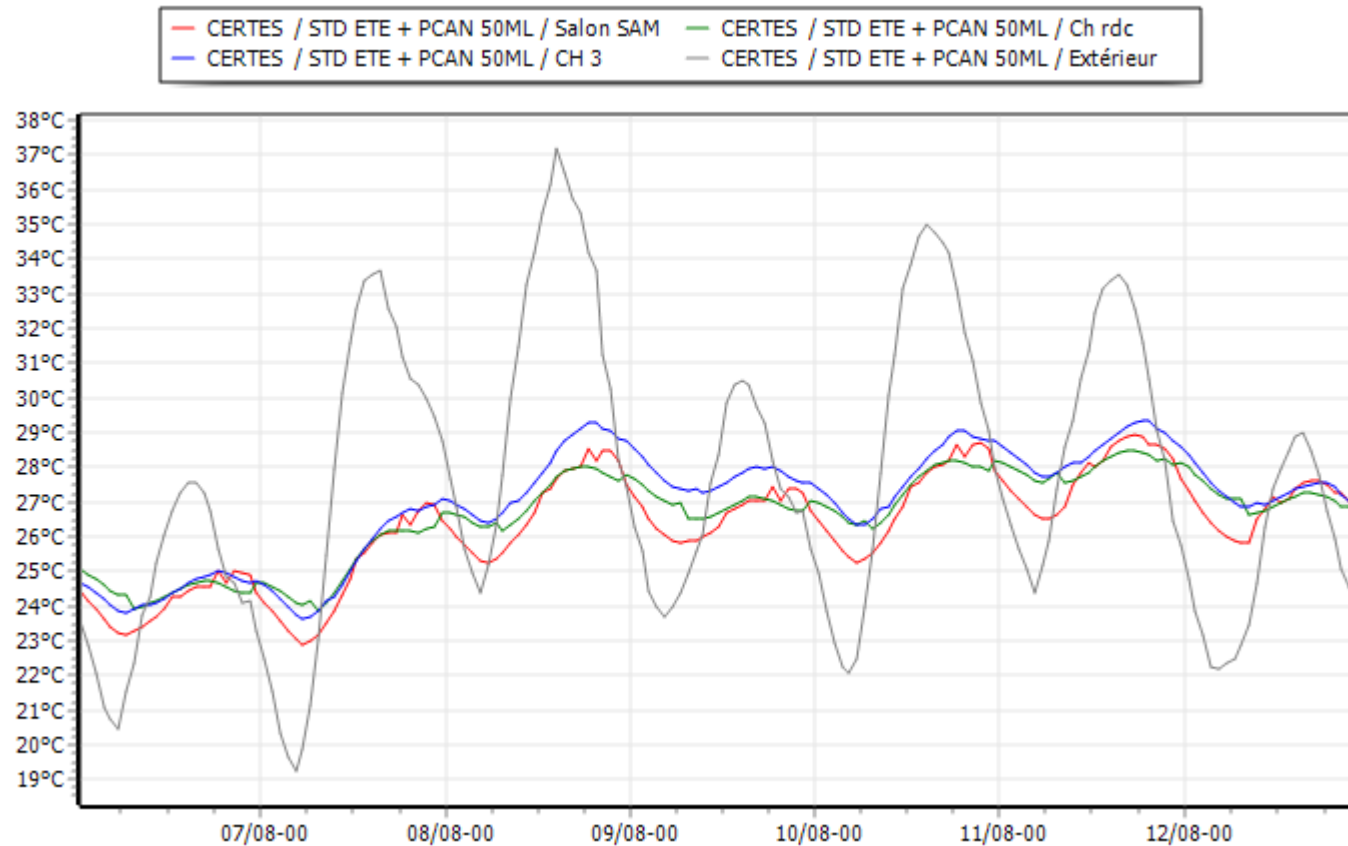
Analyse du confort d'été en simulation dynamique

Comportement du puits à l'année



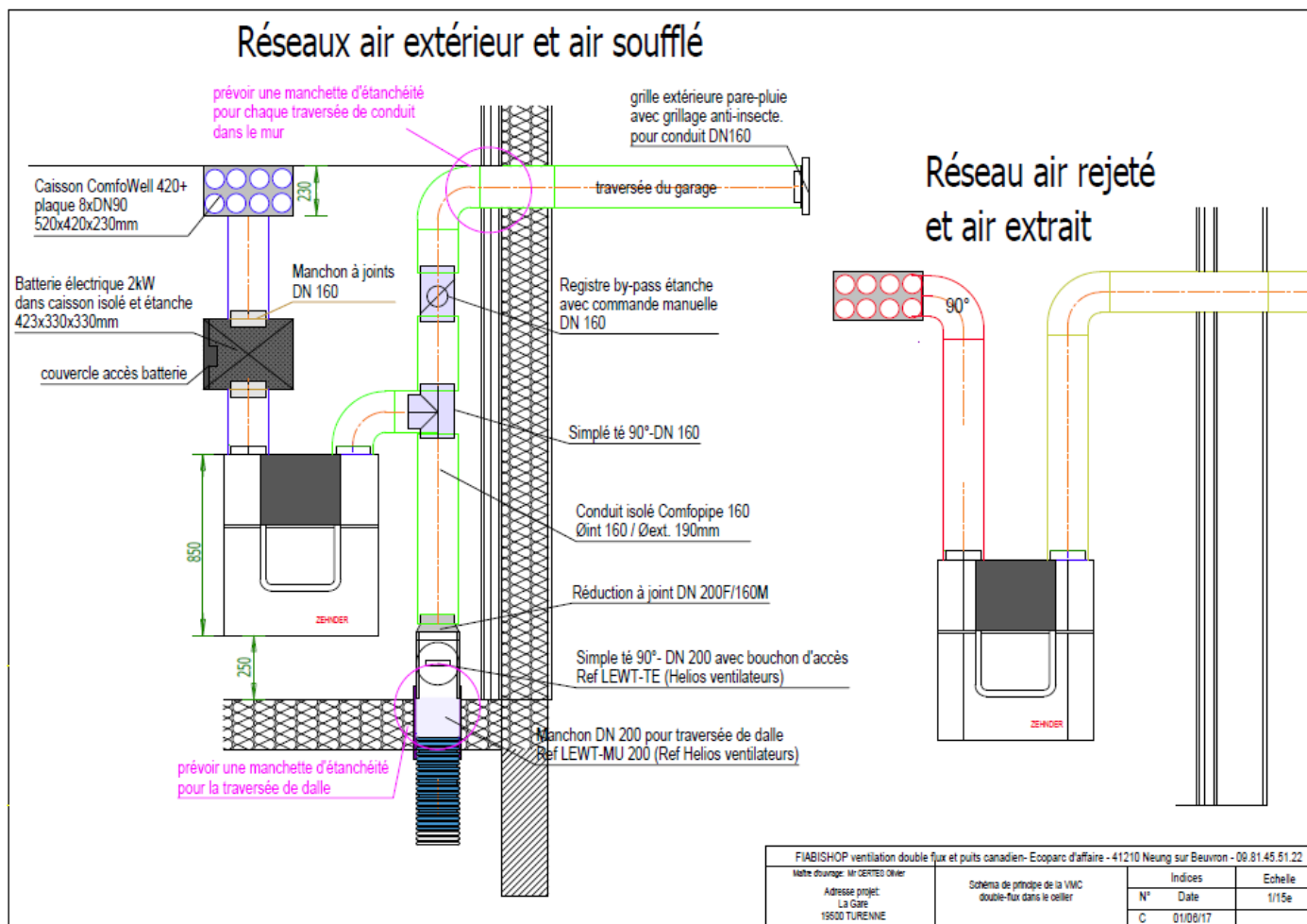
Analyse du confort d'été

T°C intérieure avec utilisation du puits canadien, en période caniculaire.

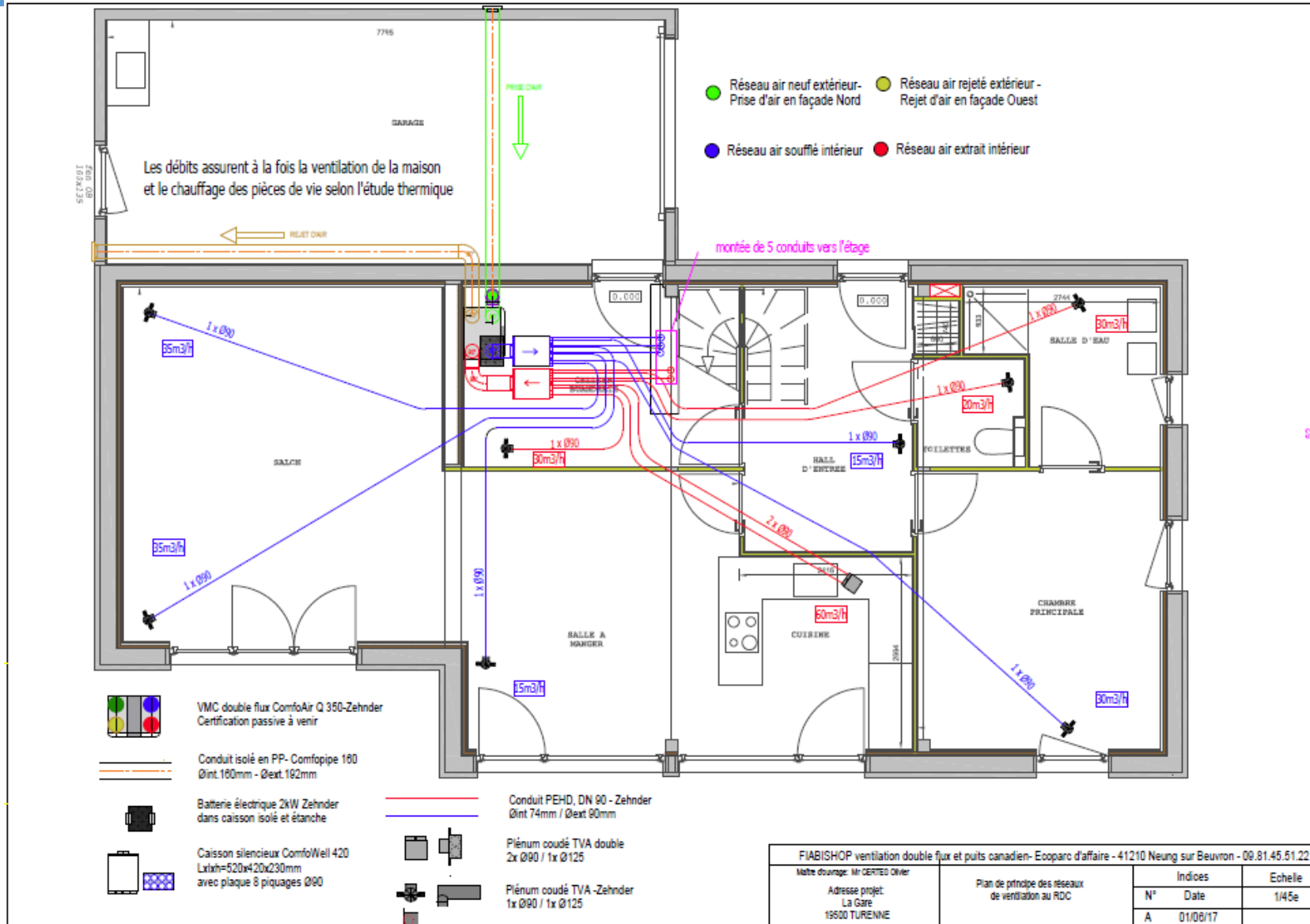


Le projet ne présente pas de risque de surchauffe anormale à condition de bien respecter les scénarios de ventilation et d'occultation des vitrages.

Ventilation double flux



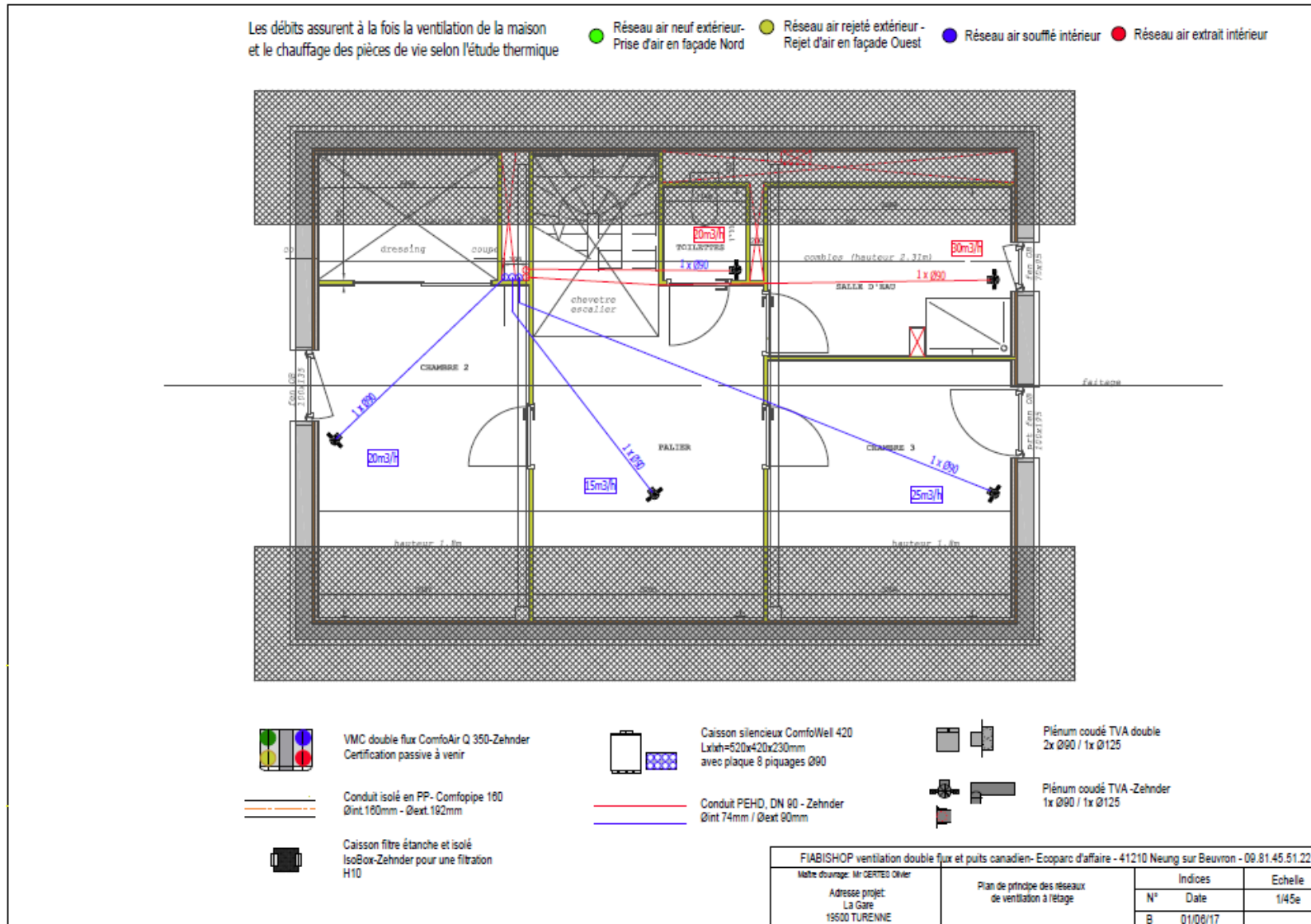
Ventilation double flux réseau



Ventilation double flux réseau



Ventilation double flux réseau



Etanchéité à l'air enveloppe phase chantier

Résultat de la perméabilité à l'air du bâtiment

$$n_{50} = 0,64 \text{ h}^{-1}$$

Intervalle : $\pm 9,69 \%$ [0,58, 0,70]

$$Q_{4\text{Pa-surf}} = 0,12 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$$

Pressurisation

Dépressurisation

Exposant du débit d'air

$n = 0,78$

$n = 0,80$

Intervalle : $\pm 2,78 \%$ [0,76, 0,80]

Intervalle : $\pm 1,81 \%$ [0,79, 0,82]

Coefficient de fuite d'air en $\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{Pa}^n)$

$C_L = 12,22$

$C_L = 12,67$

Intervalle : $\pm 7,37 \%$ [11,35, 13,15]

Intervalle : $\pm 4,95 \%$ [12,06, 13,31]

Coefficient de débit d'air en $\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{Pa}^n)$

$C_{env} = 12,19$

$C_{env} = 12,67$

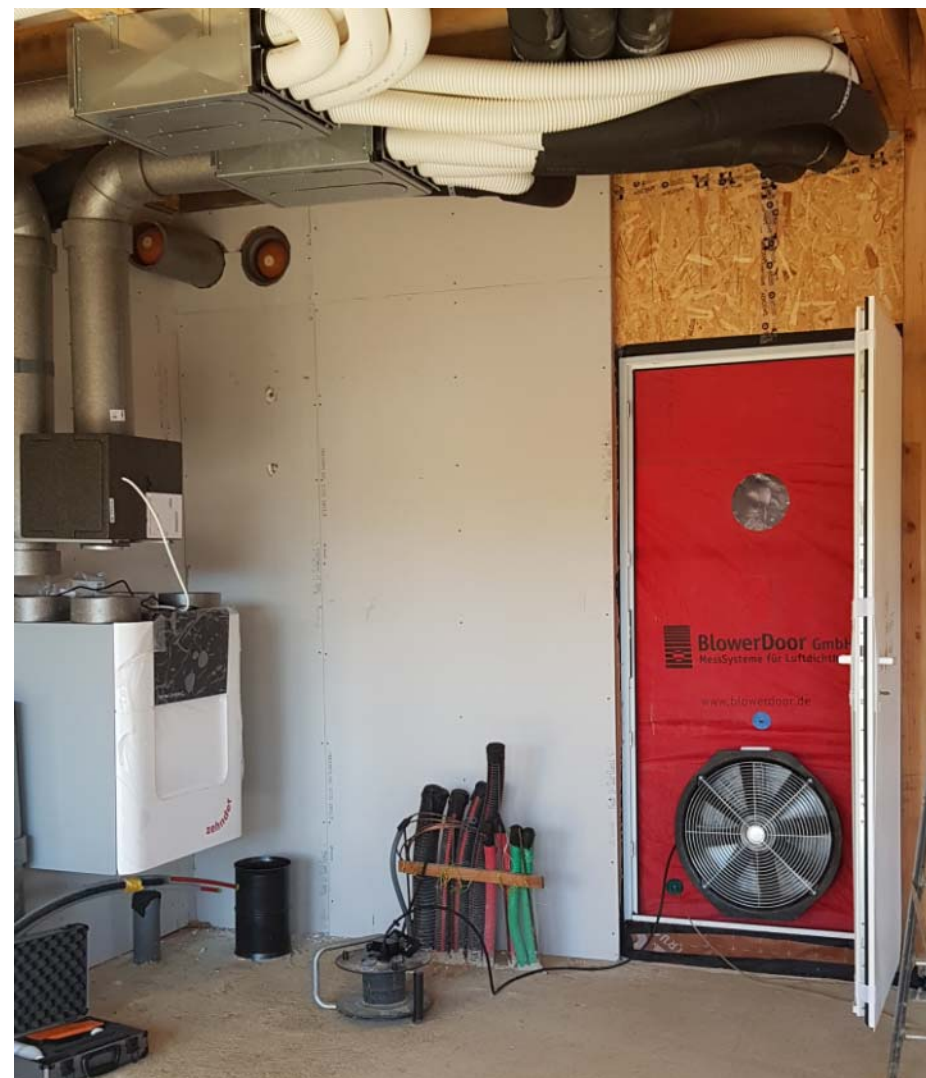
Intervalle : $\pm 7,38 \%$ [11,32, 13,12]

Intervalle : $\pm 4,95 \%$ [12,05, 13,31]

Surface de fuite effective

ELA = $38,74 \text{ cm}^2$

ELA = $41,50 \text{ cm}^2$



Etanchéité à l'air réseau

Aj	12,4	m ²
Pessai (val abs)	80	Pa
Moyenne Qv mesuré	4,67	m ³ /h
Moyenne Qv caisson déduit	4,67	m ³ /h

f	0,0001046	m ³ /(s.m ²)
---	-----------	-------------------------------------

Caisson inclus :	non	oui ou non
Q _{fuite caisson}	1,1675	m ³ /h

OBJECTIF fmax		
Classe A	0,000465985	m ³ /(s.m ²)
Classe B	0,000155328	m ³ /(s.m ²)
Classe C	0,00005177615	m ³ /(s.m ²)
Classe D	0,00001725872	m ³ /(s.m ²)
Classe B		



Bilan du projet phase Chantier

Coût de fonctionnement annuel



Minimiser coûts de
fonctionnement
Efficience de
l'investissement

Solution énergétique chauffage par batterie électrique



CHAUFFAGE

Chauffage n°1 :

Avec Ventilation : électrique

Surface : **129,05** [m²]
Durée hiver : **4000** h / an

Besoin de chauffage couvert par le système : **2110,41** [kWh/an]

Emetteurs
Régulation

Soufflage d'air via batterie électrique **0,20** [°C]
Soufflage d'air par pièce **0,20** [°C]



Pertes thermiques liées à l'émission : **61,2** [kWh/an]
Pertes thermiques liées à la régulation : **63,0** [kWh/an]

Consommation finale couverte par le système : **2235** [kWh]
*Rendement global de l'installation : **94,4%***

Solution énergétique retenues ECS solaire

Donnees meteo

Mois	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
T extérieure	5,8	6,7	9,6	11,3	15,6	19	20,5	21,2	16,7	13,9	8,1	6
T eau froide	9,33	9,79	11,23	12,09	14,23	15,93	16,68	17,04	14,79	13,38	10,48	9,43

T eau froide : Methode ESM2

Installation

Capteurs		Stockage	
Surface	4,7m ²	Situation	Interieur (18 C)
Helio Plan SRDV 2.3 VAILLANT Group France (2 x 2,35 m ²)			
Inclinaison	45 /Horiz	Temperature ECS	50 C
Orientation	0 / Sud	Volume de stockage	260 Litres
(*) Coefficient B	0,829	Cste de refroidissement	0,2963 Wh/jour.l. C
(*) Coefficient K	4,8W/m ² . C	Type d'installation	Circulation forcee, échangeur noye

(*) Coefficient B et Coefficient K : donnees Tecsol validées par VAILLANT Group France

	Irradiation capteurs (Wh/m ² .jour)	Besoins (kWh/mois)	Apports (kWh/mois)	Apports (kWh/jour)	Taux (%)	Volume (litres)
Janvier	1793	220	86	2,8	39,2	150
Fevrier	2623	196	107	3,8	54,7	150
Mars	3808	210	158	5,1	75,3	150
Avril	4602	198	173	5,8	87,0	150
Mai	4494	193	175	5,6	90,5	150
Juin	5081	178	169	5,6	95,0	150
Juillet	5531	180	174	5,6	96,5	150
Aout	5225	178	170	5,5	95,5	150
Septembre	4747	184	164	5,5	89,1	150
Octobre	3245	198	137	4,4	69,4	150
Novembre	2372	207	101	3,4	48,6	150
Decembre	1777	219	82	2,7	37,6	150

Taux couverture solaire	71,8	%	Apport solaire annuel	1697	kWh/an
Besoin annuel	2362	kWh/an	Productivite annuelle	361	kWh/m ² .an

calcul realise sur www.tecsol.fr

Consommations calculée

USAGES ELECTROMENAGERS				
Profil 1 Maison		Nom :	Nombre :	1 [nb]
Auxilliaires				
Eau chaude solaire	nb : 1,00	Valeurs standard : 75,6 [kWh/an]	Pondération / usage moyen : 100%	légerement modulées : 75,60 [kWh/an]
				Total auxilliaires : 75,60 [kWh/an]
Eclairage				
Eclairage maison individuelle	surface : 110,00	Valeurs standard : 0,9 [W/m².logt.an]	Pondération / usage moyen : 100%	non modulée (nbjour/mois) : 99,00 [kWh/an]
				Total éclairage : 99,00 [kWh/an]
Equipement électroménager				
Réfrigérateur-congélateur	nb : 1,00	Valeurs standard : 319,0 [kWh/an]	Pondération / usage moyen : 100%	non modulée (nbjour/mois) : 319,00 [kWh/an]
Internet	nb : 1,00	Valeurs standard : 50,0 [kWh/an]	Pondération / usage moyen : 100%	50,00 [kWh/an]
Télévision	nb : 1,00	Valeurs standard : 150,0 [kWh/an]	Pondération / usage moyen : 100%	150,00 [kWh/an]
Lave vaisselle	nb : 1,00	Valeurs standard : 125,0 [kWh/an]	Pondération / usage moyen : 100%	125,00 [kWh/an]
Lave-linge	nb : 1,00	Valeurs standard : 193,0 [kWh/an]	Pondération / usage moyen : 100%	193,00 [kWh/an]
Conso. Résiduelles veille rech	nb : 1,00	Valeurs standard : 480,0 [kWh/an]	Pondération / usage moyen : 50%	240,00 [kWh/an]
				Total électroménager : 1252,20 [kWh/an]
Informatique				
Ordinateurs portables 4h/j	nb : 1,00	Valeurs standard : 175,2 [kWh/an]	Pondération / usage moyen : 100%	175,20 [kWh/an]
Cuisson :				
Four de cuisine	nb : 1,00	Valeurs standard : 224,0 [kWh/an]	Pondération / usage moyen : 100%	224,00 [kWh/an]
Micro-ondes	nb : 1,00	Valeurs standard : 75,0 [kWh/an]	Pondération / usage moyen : 100%	75,00 [kWh/an]
Cafetière	nb : 1,00	Valeurs standard : 31,0 [kWh/an]	Pondération / usage moyen : 100%	31,00 [kWh/an]
Grille-pain	nb : 1,00	Valeurs standard : 14,0 [kWh/an]	Pondération / usage moyen : 100%	14,00 [kWh/an]
Plaques vitro	nb : 1,00	Valeurs standard : 281,0 [kWh/an]	Pondération / usage moyen : 100%	281,00 [kWh/an]
				Total cuisine : 625,00 [kWh/an]

Coût de fonctionnement annuel

Système	Energie	Surface chauffée en m ²	Coût énergie en €/kWh	Energie finale corrigée* en kWh/an	autoconso PV en kWh/an	Coût en €/an	Energie fossile kWhep/an	Emissions CO2 en kgCO2/an	Entretien annuel
Chauffage				2235	0	324,01 €	6771	592	- €
Avec Ventilation : électrique -	Electricité	129	0,1450 €	2235	0	324,01 €	6771	592	0
Chaudière bois buches -	Bois buches	0	0,0417 €	0	0	0	0	0	0
dont solaire thermique chauffage	Solaire			0		- €	0	0	Voir ECS
Climatisation				0	0	- €	0	0	- €
Eau chaude sanitaire				279	0	40,48 €	846	12	60,00 €
Appoint électrique intégré -	Electricité ecs.	0	0,1450 €	279	0	40,48 €	846	12	0
dont solaire thermique ECS	Solaire					- €	0	0	60
Ventilation				409	0	59,30 €	1239	37	40,00 €
Usages				2052	0	297,51 €	6217	205	- €
Autres auxiliaires	Electricité		0,1450 €	76	0	10,96 €	229	8	0
Eclairage	Electricité		0,1450 €	99	0	14,36 €	300	10	0
Electroménager	Electricité		0,1450 €	1252	0	181,57 €	3794	125	0
Cuisine	Electricité		0,1450 €	625	0	90,63 €	1894	63	0
Vente de l'électricité photovoltaïque						- €			- €
Abonnements élec/gaz						110,52 €			
EDF 6 KVA	Electricité	Par logement				110,52 €	0	0	0
Maintenance des systèmes						100,00 €			

TOTAL :**932,00**

[€/ an]

15073

[kWhepnr / a]

846

[kgCO2 / a]

7,22[€/ m².an]**116,8**[kWhepnr / m².a]**6,56**[kgCO2 / m².a]



Réduire dépendance aux
énergies fossiles
Efficacité - renouvelables

Bilan du projet phase Chantier

Consommations en énergie primaire
et émission gaz à effet de serre.

Réduire émissions CO2
Changement climatique



Indicateurs écologiques

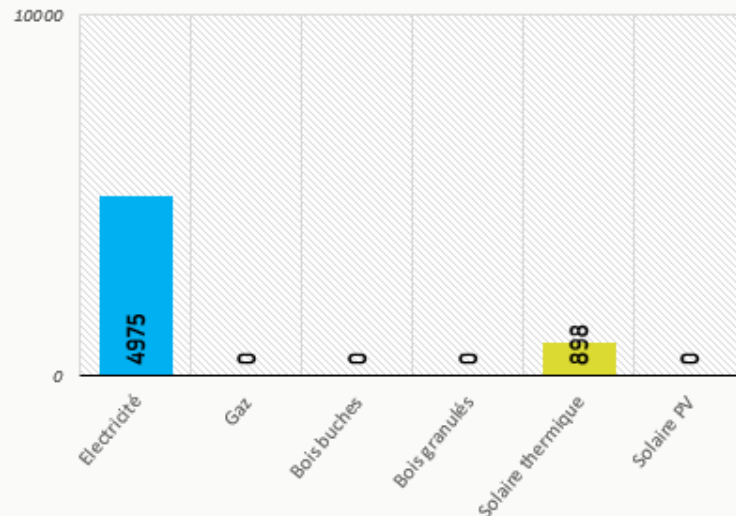
INDICATEURS - PERFORMANCE GLOBALE DU PROJET

Energie primaire correspond à la quantité d'énergie non renouvelable consommée pour tous les usages (en kWh_{ep}/m²hab.an)

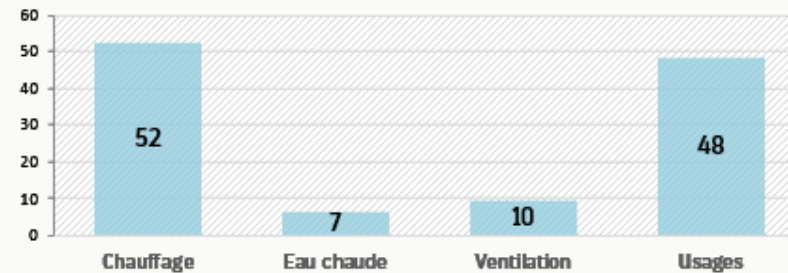
Emissions CO₂ correspond à l'impact du projet vis à vis du changement climatique (en kg CO₂/m² hab.an)

Coûts de fonctionnement correspond au coût pour les dépenses énergétiques (consommations électriques tous usages + consommations chauffage/ECS, abonnement et maintenance des systèmes énergétiques, calculé sur base des prix de l'énergie 2016).

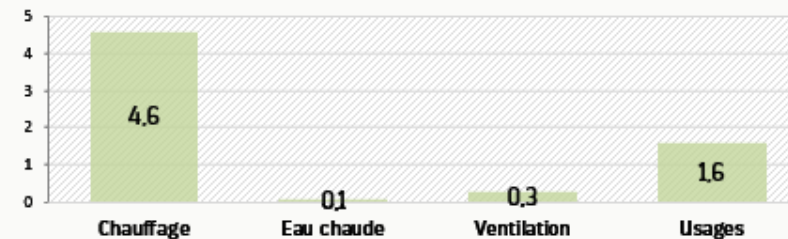
Consommation finale par type d'énergie en kWh_{ef}/an



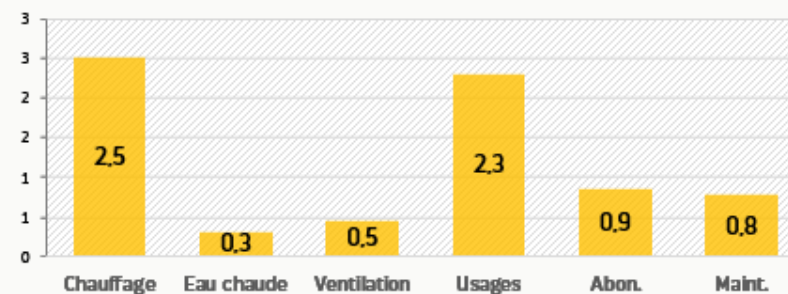
Conso. énergie primaire



Emissions CO₂



Coûts de fonctionnement



RT 2012 à titre indicatif

Résultats du besoin bioclimatique conventionnel Bbio en énergie du bâtiment

Besoins bioclimatique (en nombre de points, sans dimension)	Projet	Bbio max	Gain en %
			$(Bbio_{max} - Bbio) / Bbio_{max}$
Coefficient Bbio	28,3	70,2	59,7

Résultats du calcul de la consommation conventionnelle d'énergie Cep du bâtiment

Consommations en énergie primaire (kWh ep/m ² S _{RT})	Projet	Cep _{max}	Gain en %
			$(Cep_{max} - Cep) / Cep_{max}$
Coefficient Cep	33	58,2	43,3

Résultats des calculs de température d'été (Tic) des zones ou parties de zones, groupes de catégorie CE1

Zones ou parties de Zones (groupes) de catégorie CE1	SHAB ou SU _{RT} m ²	Tic en °C	Tic Réf en °C	Tic - Tic Réf	Conformité à la RT2012
Zone : Zone 1 / Groupe : Groupe 1	123,8	27,4	32,6	-5,2	Conforme

Ecobilan des parois

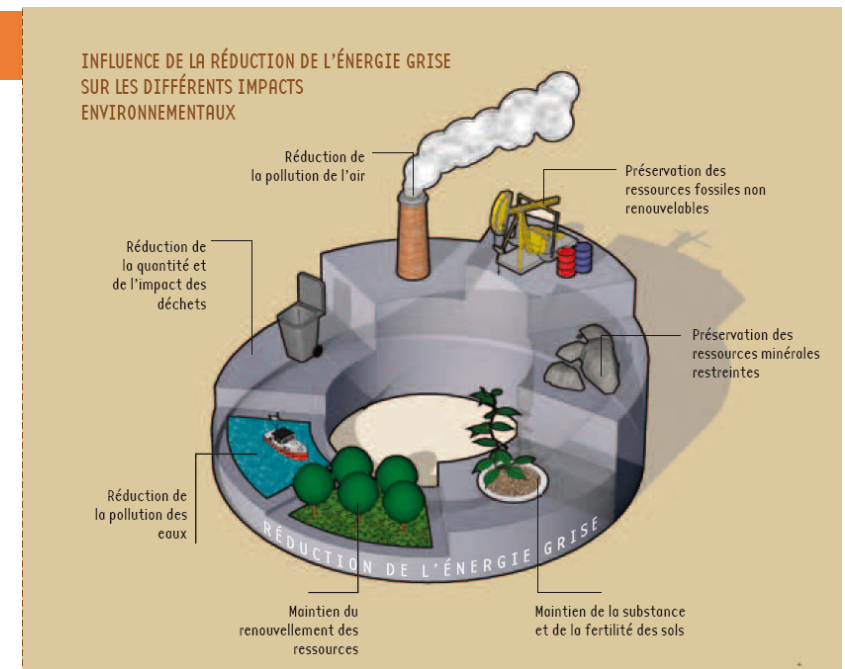
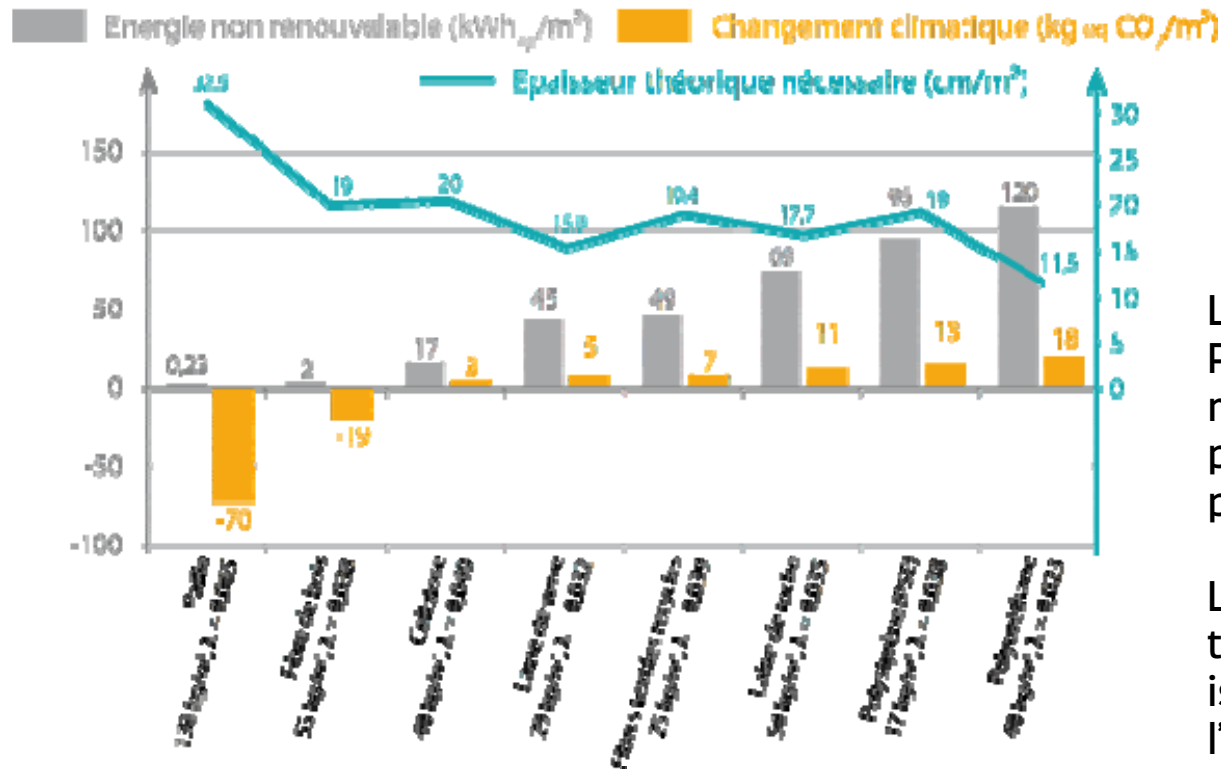
Phase EXE



Ecobilan des matériaux
Energie grise - bilan carbone

Ecobilan – grands principes

Le thème de l'écobilan des parois est ici étudié sous l'angle du bilan énergie grise et bilan carbone mais ce sujet recouvre une réalité plus vaste, qui englobe la question des déchets, des ressources consommées (étudier la possibilité du recyclage donc), de la pollution de l'air, etc.

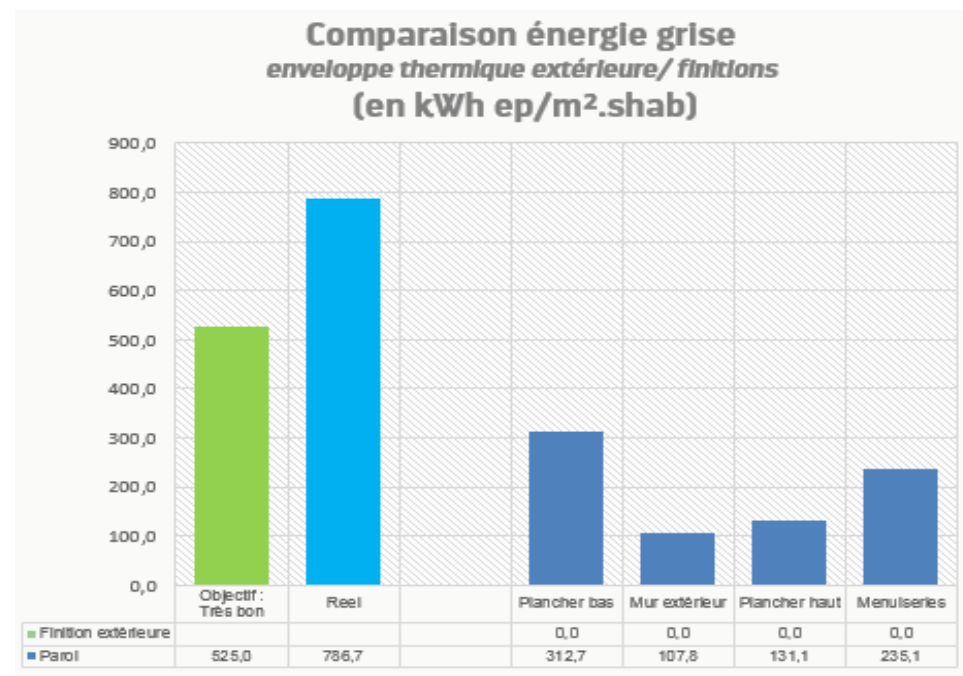


Le diagramme ci contre résume bien le principe. Pour un niveau d'isolation comparable, tous les matériaux ne se valent pas, certains sont plus polluants. Il est donc pertinent d'orienter le projet vers les solutions les moins énergivores.

La prise en compte de ce sujet ne s'arrête toutefois pas à uniquement la question des isolants mis en œuvre mais vise à optimiser l'ensemble du bâtiment dans une logique de **sobriété** de consommation de matériaux.

Ecobilan – matériaux stade EXE

L'énergie grise correspond à la quantité d'énergie fossile nécessaire pour fabriquer l'enveloppe thermique du projet



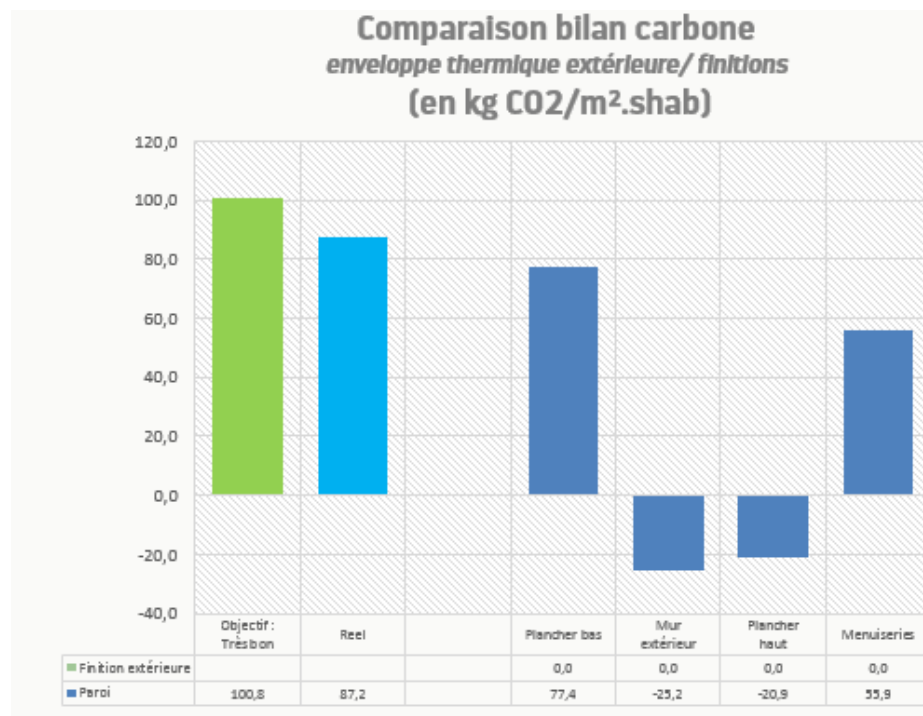
Le choix du hourdis polystyrène pèse dans le bilan carbone du projet. Un plancher bois aurait été moins pénalisant. Les solutions techniques sont contraintes à la nature du sol très argileux et humide.

Le capotage aluminium des menuiseries pèse également dans le bilan carbone du projet, cependant il présente l'avantage d'une facilité d'entretien plus confortable en face extérieur qu'un châssis tout bois...

Les menuiseries impactent toujours sur le bilan carbone d'un projet, notamment pour la partie en verre.

Ecobilan – matériaux stade EXE

Le bilan carbone correspond aux les émissions de gaz à effet de serre émises pour fabriquer l'enveloppe thermique du projet



L'emploi du bois est valorisé du fait de son effet stockage de gaz à effet de serre lors de sa croissance.

Conclusions

La synthèse présentée ici permet de situer le projet vis-à-vis de l'objectif passif et de valider la possibilité de chauffer via le réseau de ventilation.

Un retour d'expérience est à venir à l'issue du premier hiver d'usage de la maison mise en location en septembre.

