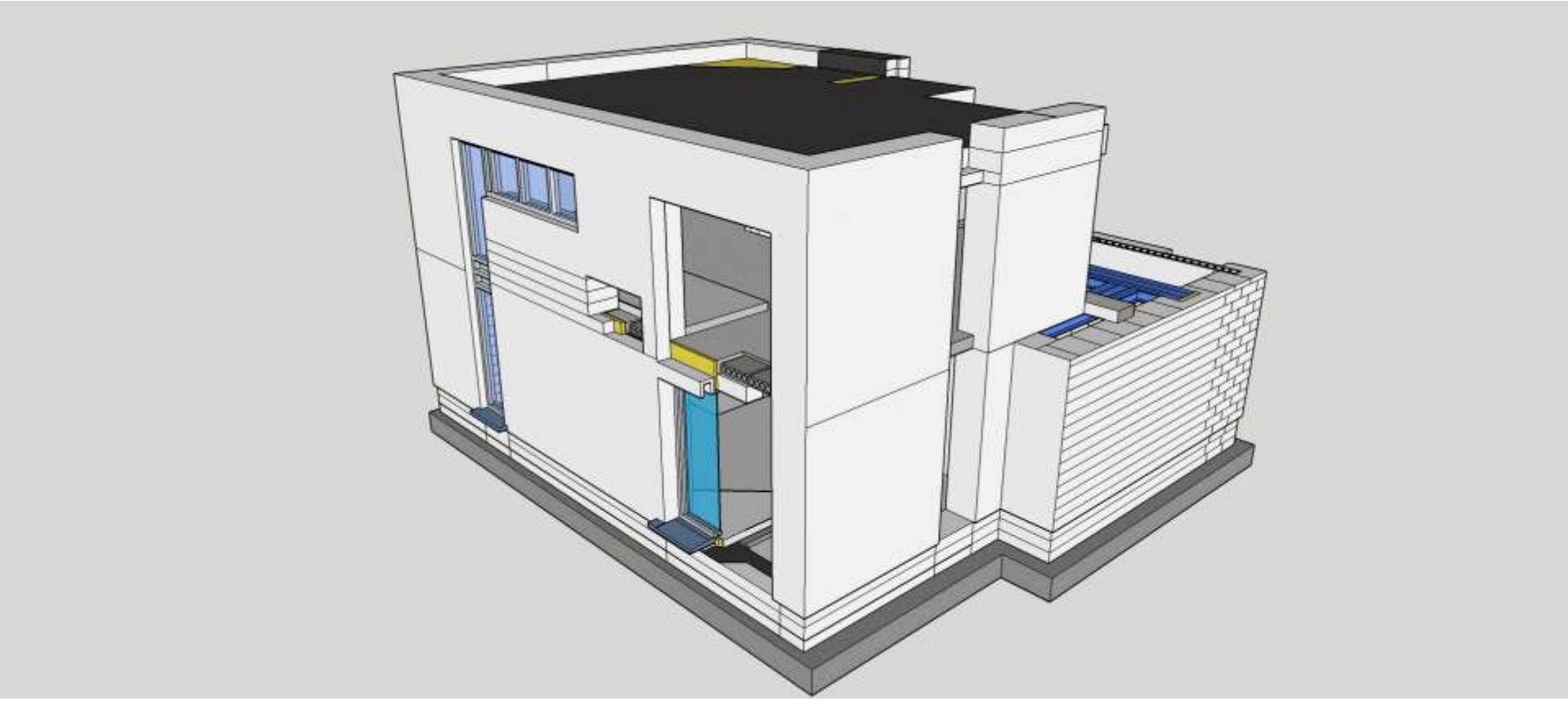
FABRICANT DE PRODUITS
EN BÉTON CELLULAIRE

Conception d'une maison Passive Cellumat

Ing. Marc Lacrosse

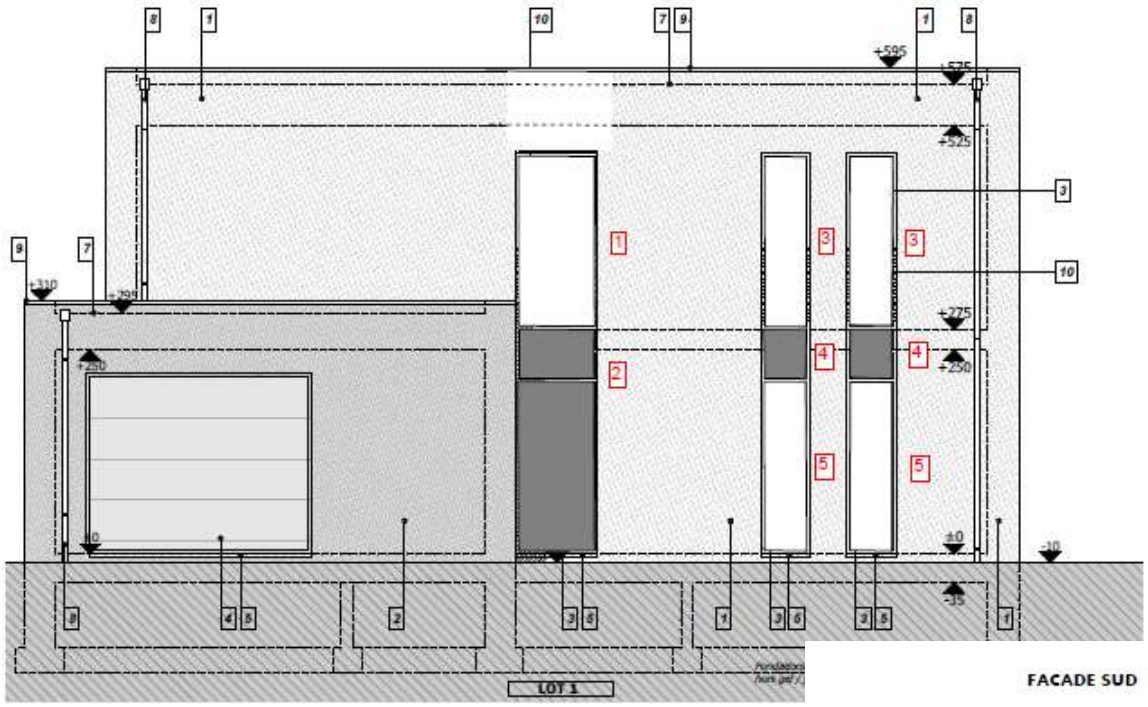
Construction d’une maison individuelle en FRANCE.

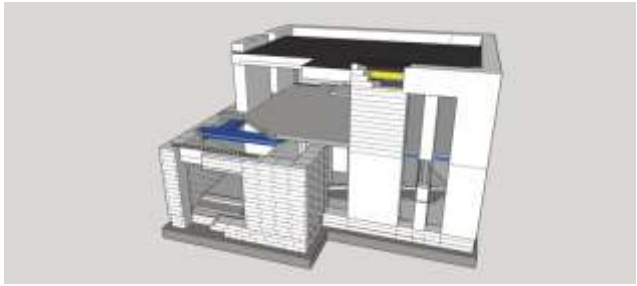


Architecte : Jean Marc Robeert

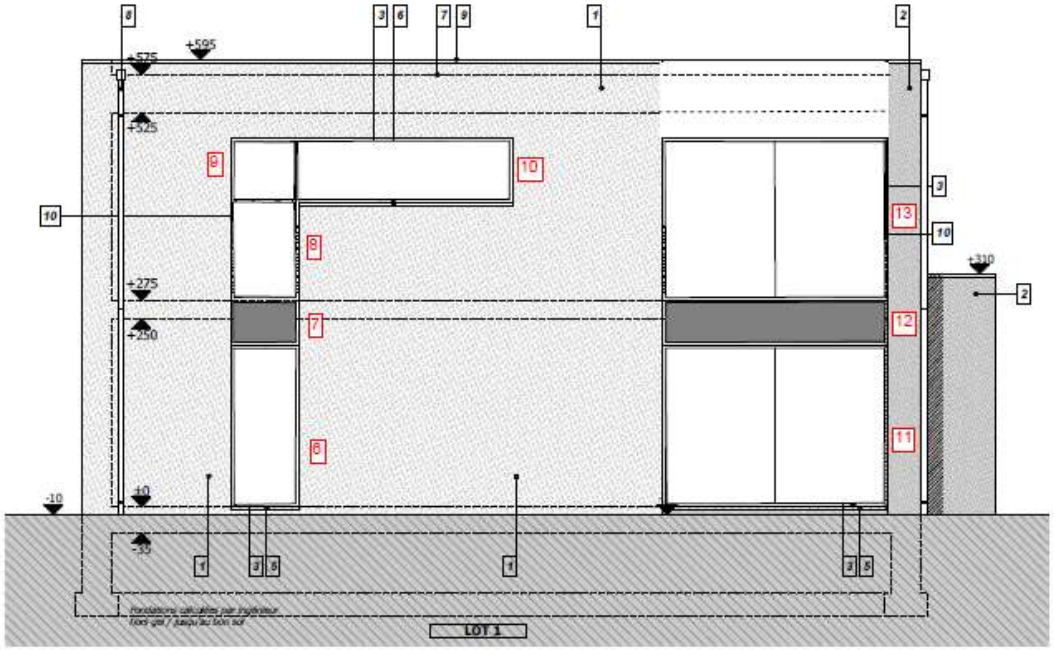
Façades

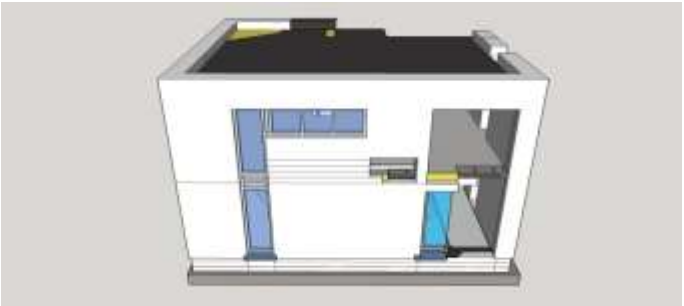
FACADE NORD





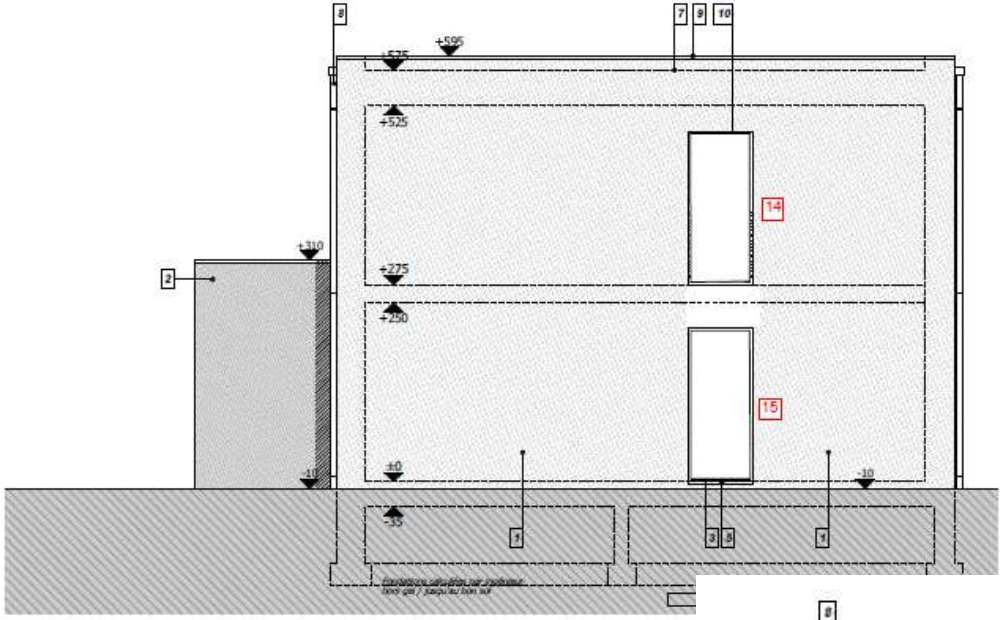
FACADE SUD

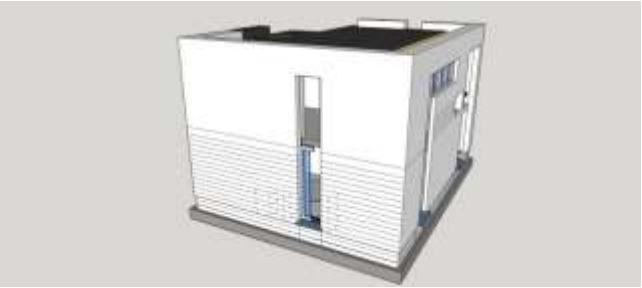




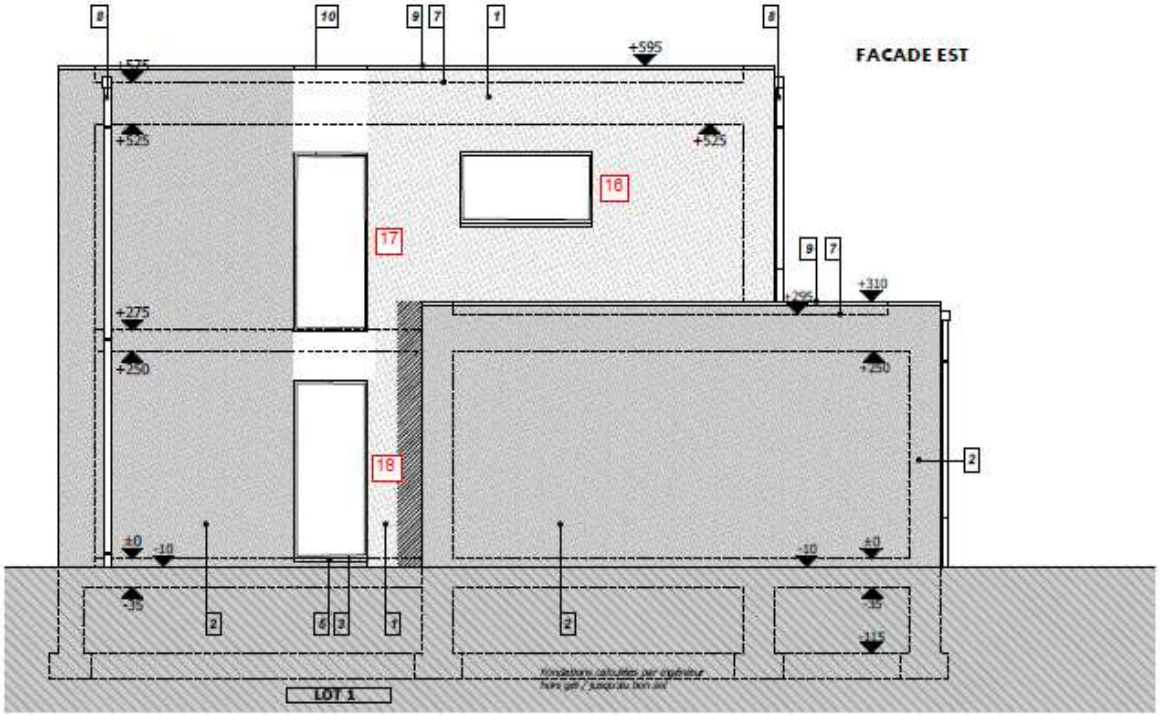
Façades

FACADE OUEST

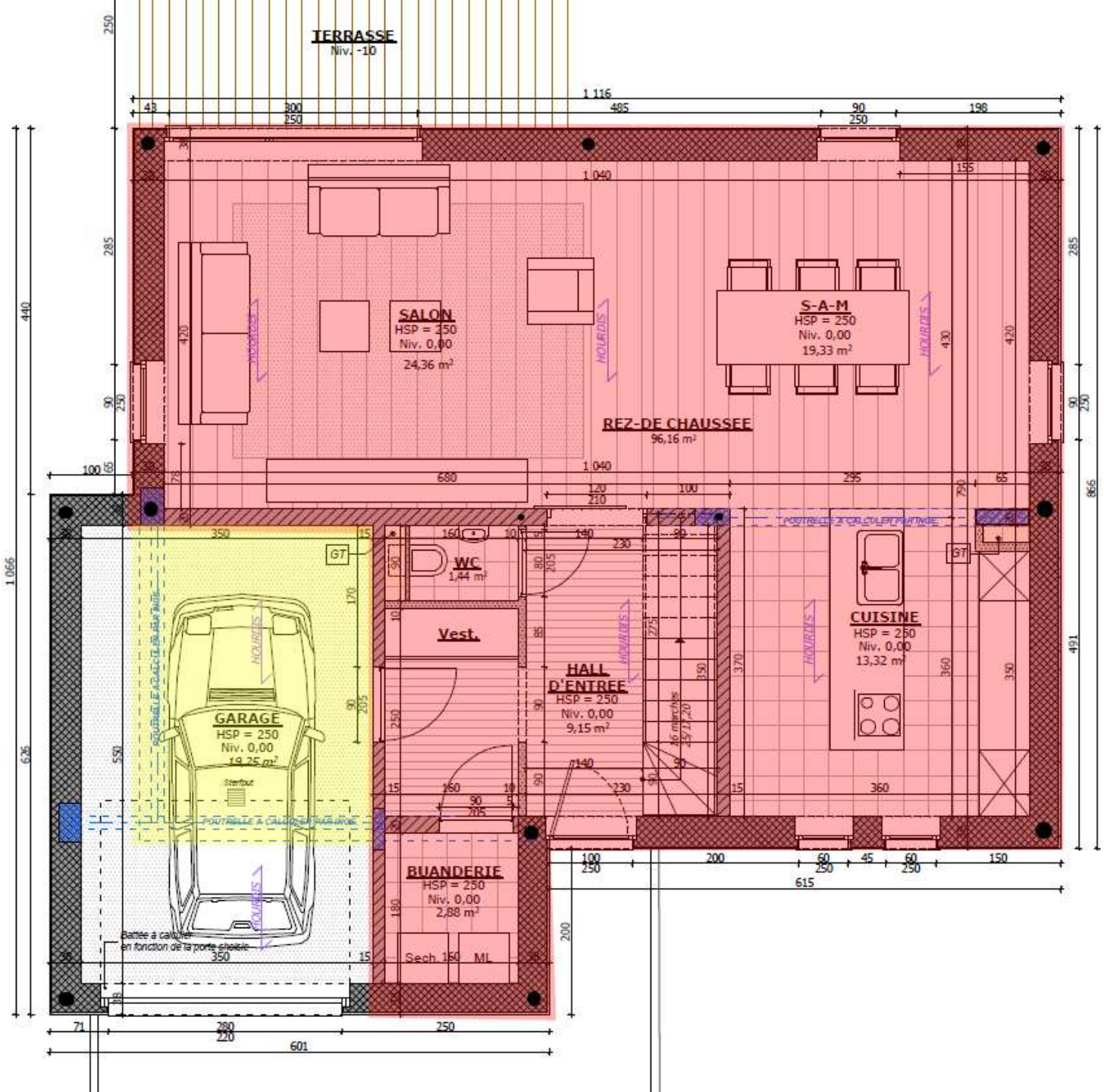




FACADE EST

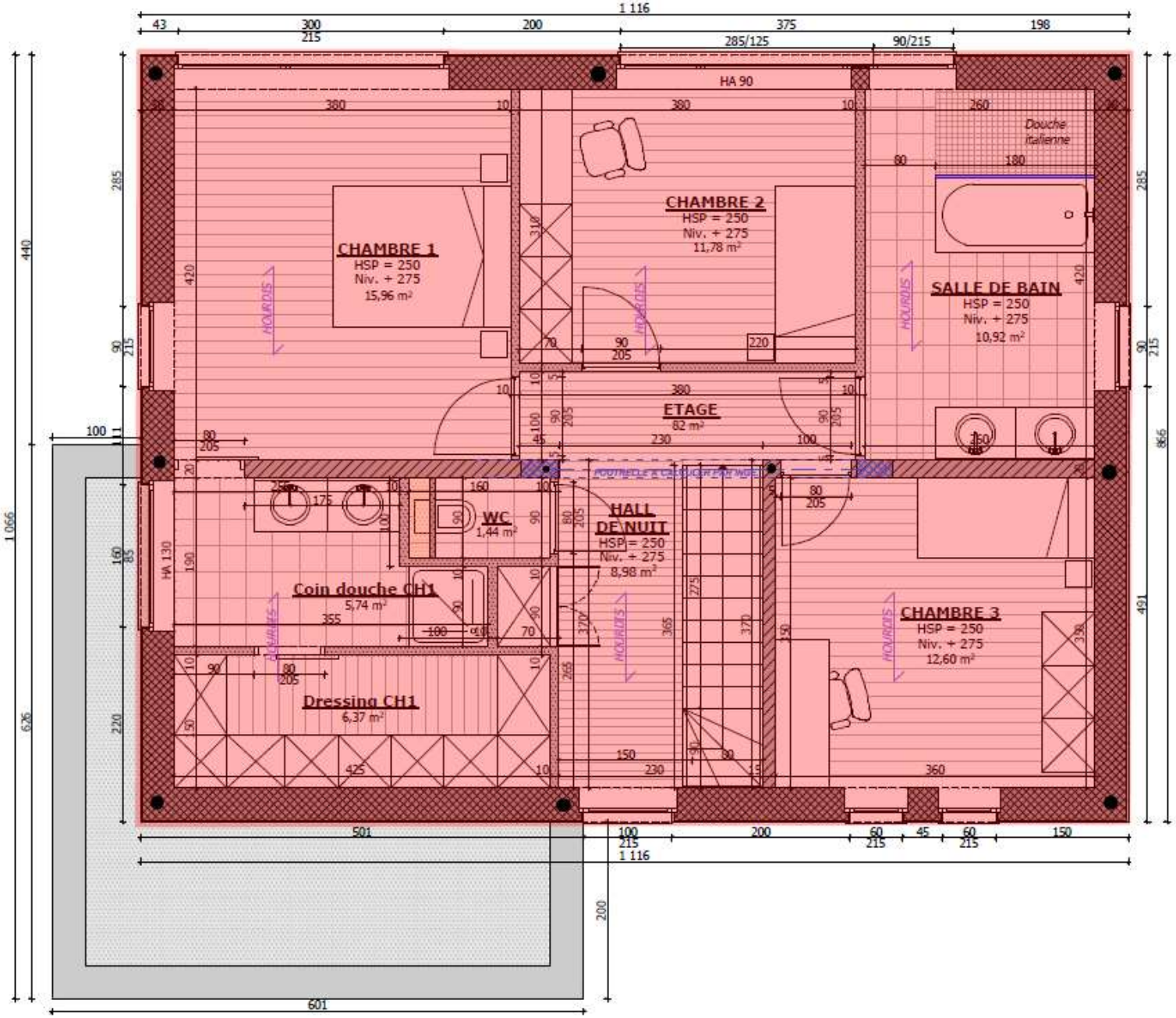


Rez


TERRASSE
Niv. -10
SALON
HSP = 250
Niv. 0,00
24,36 m²
S-A-M
HSP = 250
Niv. 0,00
19,33 m²
REZ-DE CHAUSSEE
96,16 m²
WC
1,44 m²
Vest.
HALL D'ENTREE
HSP = 250
Niv. 0,00
9,15 m²
CUISINE
HSP = 250
Niv. 0,00
13,32 m²
GARAGE
HSP = 250
Niv. 0,00
19,25 m²
BUANDERIE
HSP = 250
Niv. 0,00
2,88 m²
Sech. 150
ML
POUTRELLE A CALCULER PAR LA SUITE
Battee a calculer en fonction de la porte choisie
1 116
1 040
1 066
601
615

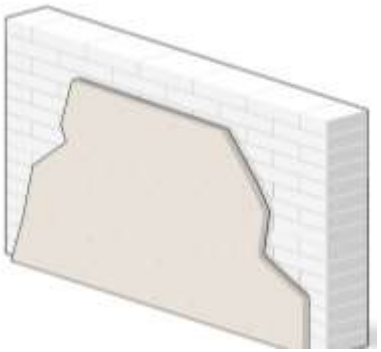
S
O
N
E

Etage


CHAMBRE 1
HSP = 250
Niv. + 275
15,96 m²
CHAMBRE 2
HSP = 250
Niv. + 275
11,78 m²
SALLE DE BAIN
HSP = 250
Niv. + 275
10,92 m²
Douche italienne
ETAGE
82 m²
WC
1,44 m²
HALL DE NUIT
HSP = 250
Niv. + 275
8,98 m²
Coin douche CH1
5,74 m²
Dressing CH1
6,37 m²
CHAMBRE 3
HSP = 250
Niv. + 275
12,60 m²
HOURDIS
HA 90
HA 130
1 116
1 066
601
501

S
O
E
N

Système monolitique de Cellumat



PASSIFBLOC®

λ = 0,065 W/mK

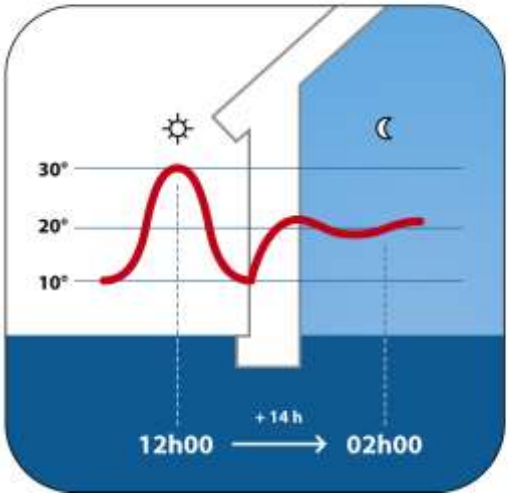
	Ép. 60 cm	Ép. 55 cm	Ép. 50 Cm
U (W/m²K)	0,11	0,12	0,13
R (m²K/W)	9,42	8,65	7,88

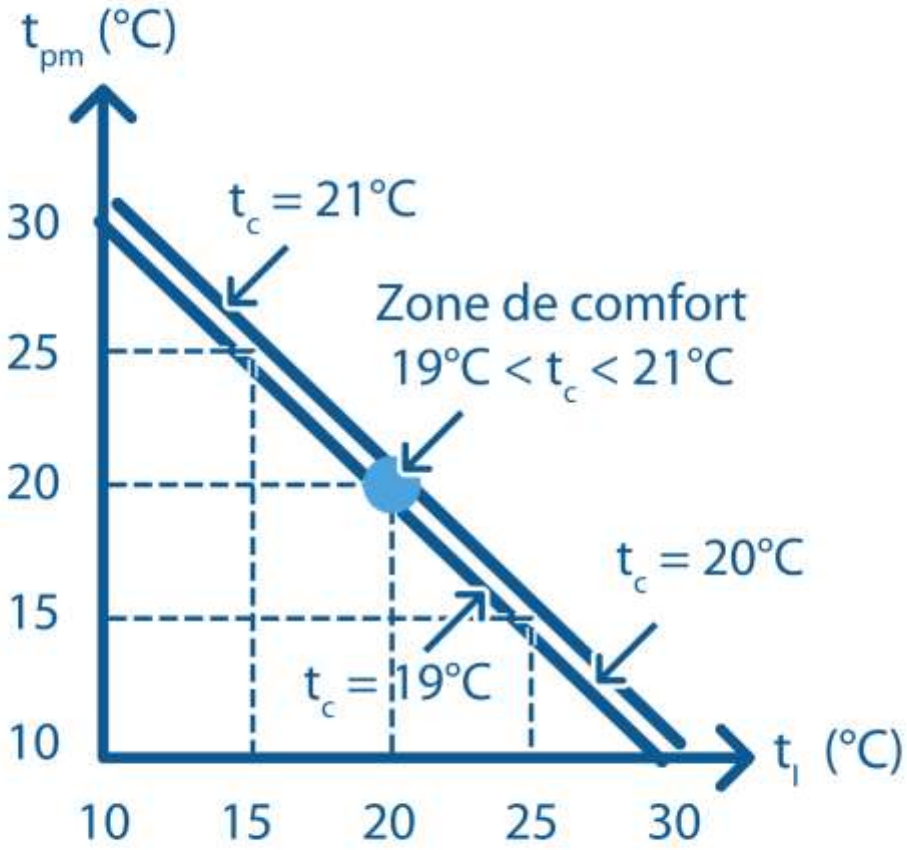
	Charges aux ELU N_{RD} kN/ml	Charges aux ELS tonnes/ml
MVn 350 ép. 20 cm	85,84	6,13
MVn 350 ép. 25 cm	122,21	8,72
PASSIFBLOC ép. 50 cm	**218,09**	**15,57**

Blocs Cellumat + doublage ITI

Cellumat MVn 350 ép. (cm)	ITI TH32	R (m²K/W)	U (m²K/W)
30	18	9,20	0,11
36,5	16	9,29	0,11
40	14	9,06	0,11
50	10	8,92	0,11

Confort thermique





$$t_c = (t_a + t_{pm}) / 2$$

Inertie thermique

Matériaux	C J/kgK	ρ kg/m³	e m	Qs J/m²K	λui W/mK	A h
PASSIFBLOC Cellumat	**1000**	**350**	**0,50**	**175.000**	**0,065**	**373**
Verre cellulaire	1000	160	0,30	48.000	0,057	70
Mousse de polyurèthane	1450	34	0,20	9.860	0,029	19
Brique terre cuite	1000	650	0,14	91.000	0,029	12
Polystyrène extrudé	1450	34	0,24	11.832	0,035	23
Béton	1000	2150	0,14	301.000	2,50	5
Laine de verre	1030	30	0,24	7.416	0,035	14

Capacité thermique Qs : C . ρ . e en J/m²K

C = chaleur spécifique du matériau

P = masse volumique sèche du matériau

E = épaisseur du matériau

Temps de refroidissement A : Qs . e / λ . 3600 en heures

Pour compenser les fluctuations thermiques, il est important d'avoir une capacité thermique élevée, mais également un coefficient de conductivité thermique λ faible.
Ainsi, non seulement le mur peut emmagasiner la chaleur, mais il peut la stocker pour la restituer au moment le plus opportun. Cette affirmation fait appel à la fois à la capacité thermique et au temps de refroidissement.

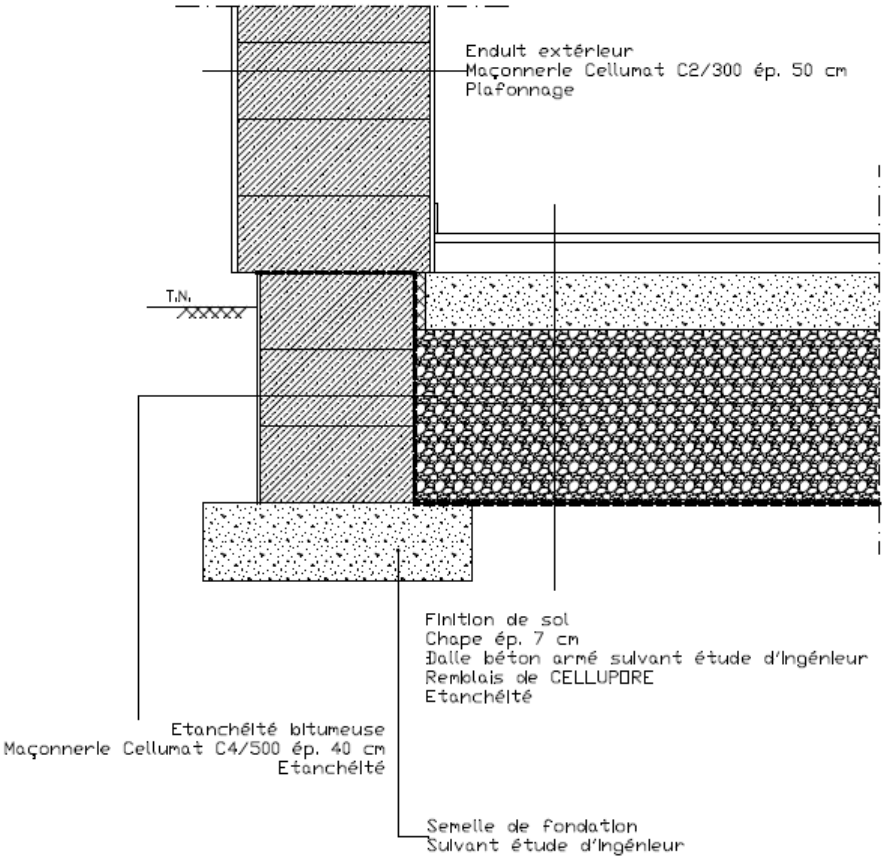
Cellumat

GRANULÈGE

GRANULATS POUR CHAPE

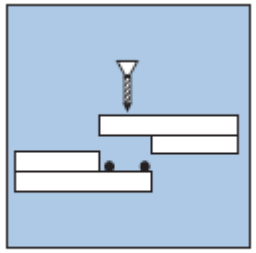
Maçonnerie de soubassement avec isolation sous la dalle.

	1-8	5-15	5-25
CARACTÉRISTIQUES			
Granulométrie	1-8	5-15	5-25
Classe de densité (kg/m³ +/- 15%)	290	250	225
Conductivité thermique l (W/mK)	0,065	0,065	0,065
Absorption d'eau (+/- 15%)	100	100	100
Résistance à l'écrasement (N/mm²)	0,4	0,3	0,3
Résistance à l'écrasement (tonnes/m²)	40,8	30,6	30,6
pH	7-8	7-8	7-8
Couleur	Blanc	Blanc	Blanc
Classification au feu	A1	A1	A1
APPLICATIONS			
Chape (sèche et autres)	oui	non	non
Remise à niveau et égalisation	oui	non	non
Remblais léger isolant	oui	oui	oui
POSSIBILITÉS DE LIVRAISON			
Sac 50 litres	oui	oui	oui
Big-bag 1 m³	oui	oui	oui
Big-bag 2 m³	oui	oui	oui
Vrac	oui	oui	oui



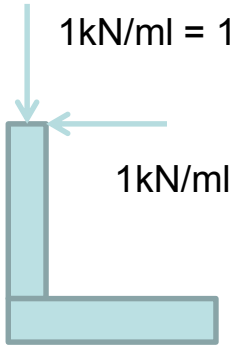
Chapes sèches Cellumat.

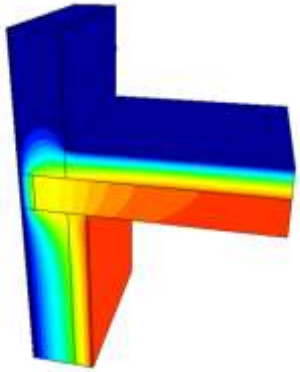
Cellumat
GRANULÈGE
GRANULATS POUR CHAPE

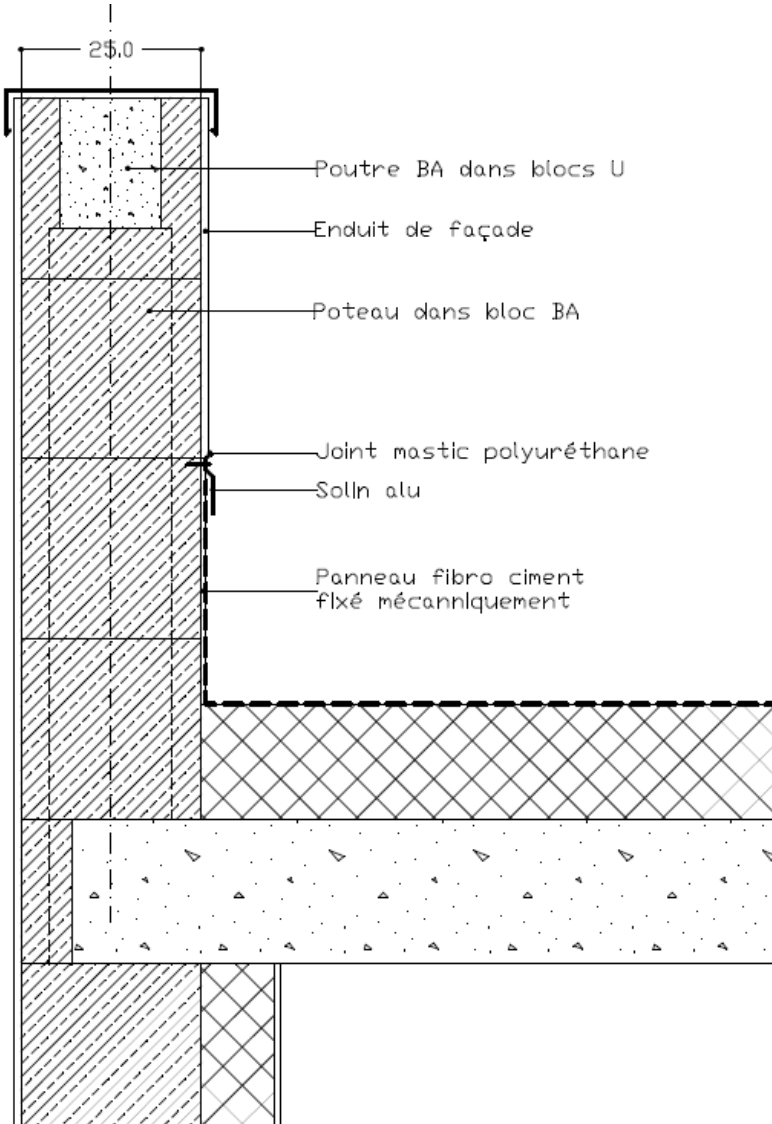


Collage et fixation d'éléments de chape sèche Rigidur

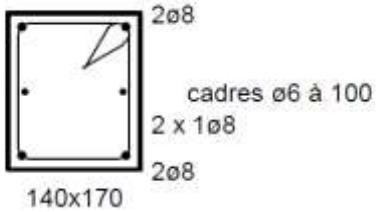
Acrotère Cellumat.



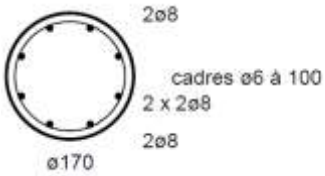




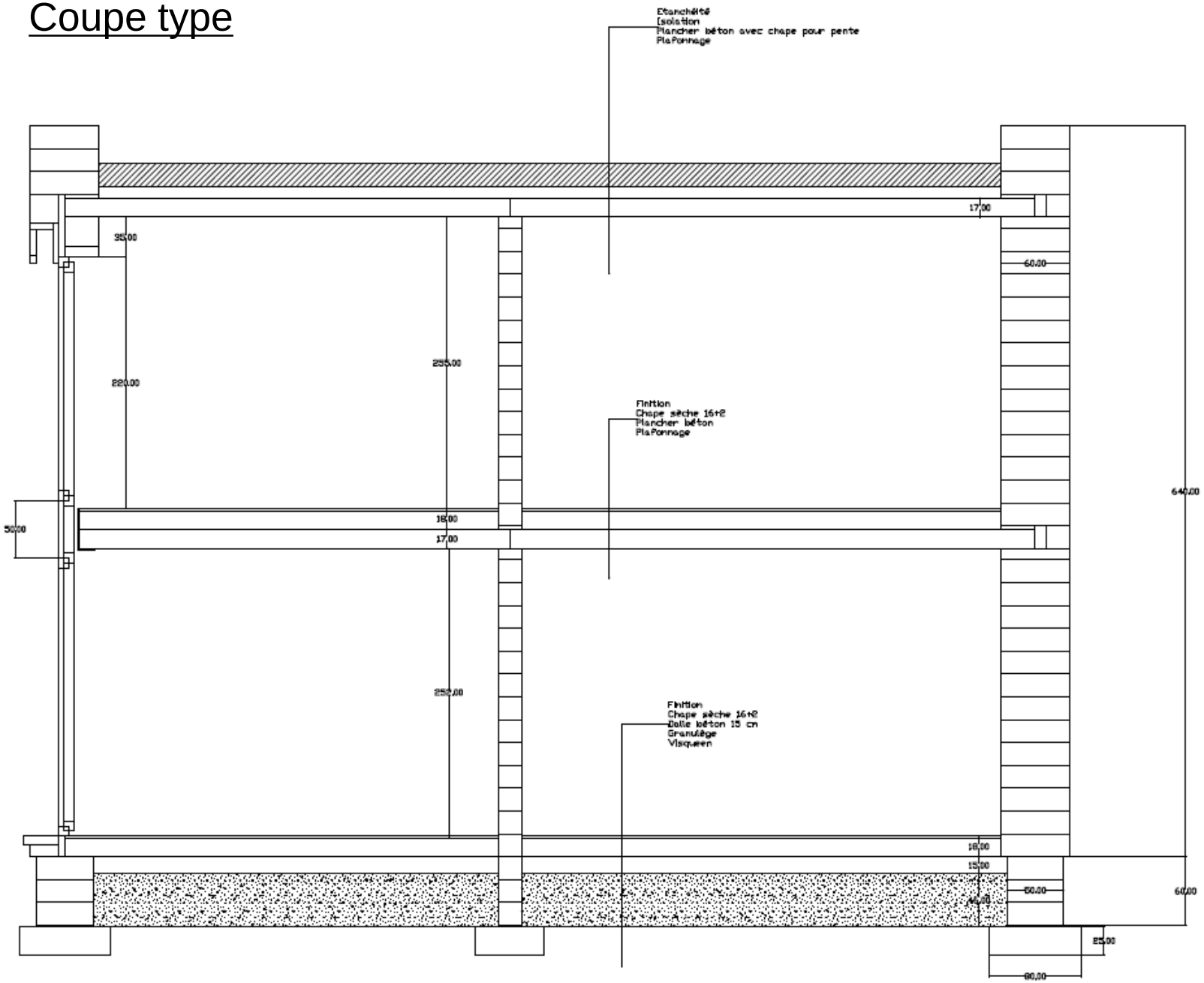
Poutre de tête

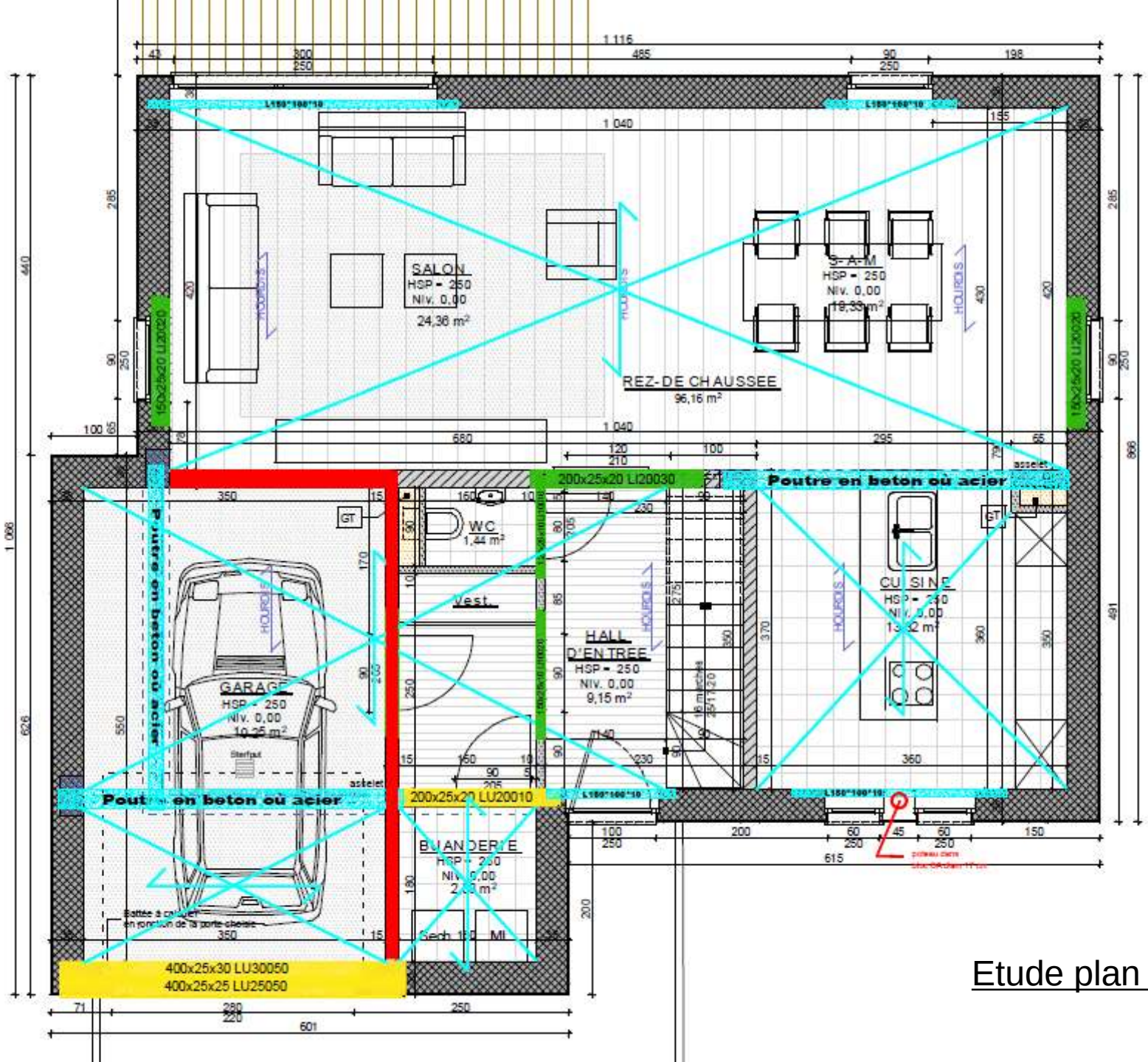


Poteau

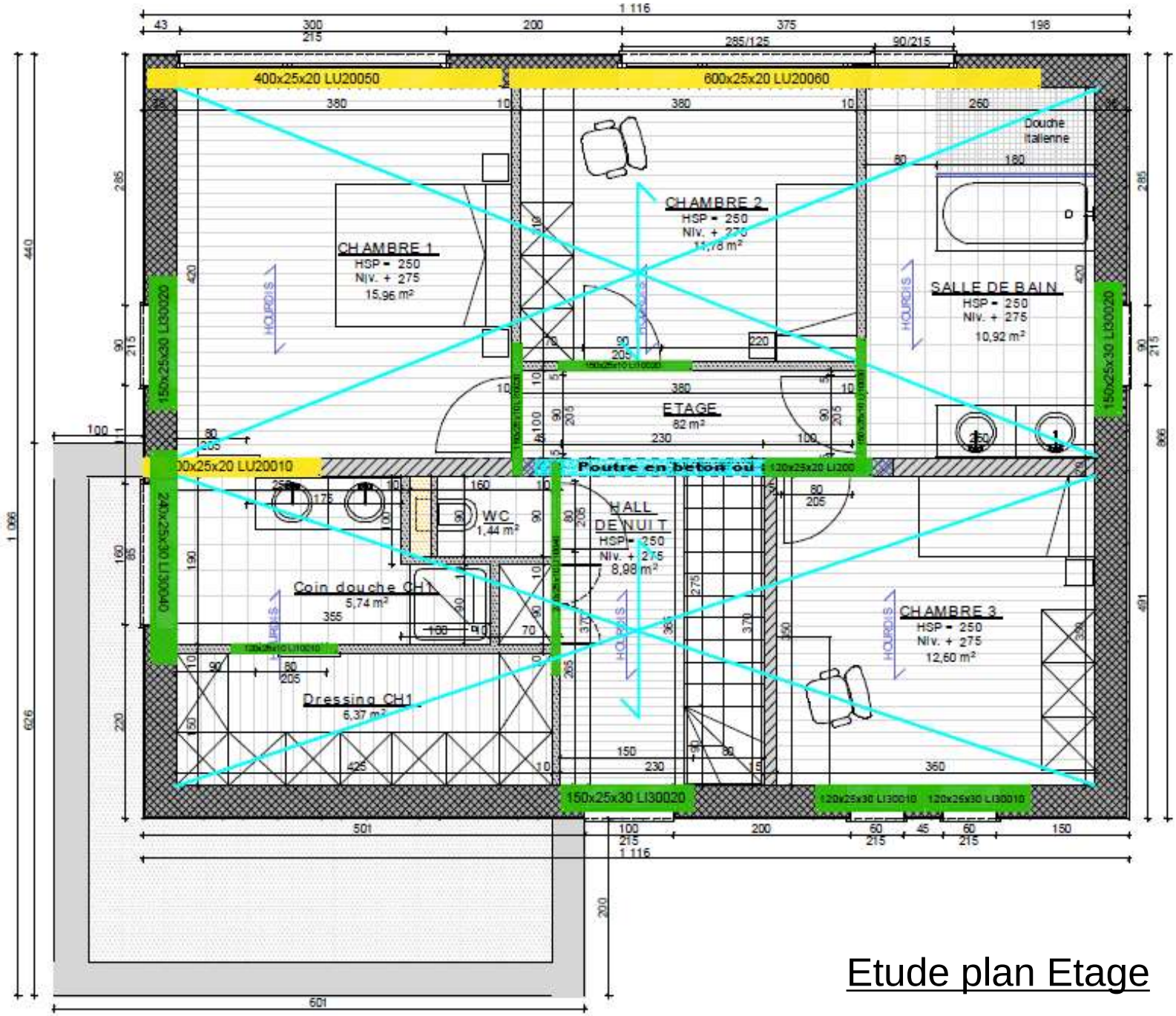


Coupe type


Etanchéité
Isolation
Plancher béton avec chape pour pente
PlaPonnage
17,00
35,00
60,00
255,00
220,00
Finition
Chape sèche 16+2
Plancher béton
PlaPonnage
640,00
50,00
18,00
17,00
252,00
Finition
Chape sèche 16+2
Dalle béton 15 cm
Granulège
Visqueen
18,00
15,00
60,00
60,00
85,00
80,00



Etude plan Rez



Etude plan Etage

Calcul sous PHPP

Formulaire bâtiment passif

Projet:	Bâtiment Cellumat Ép. 50cm Lambda 0,065
Localité et zone climatique:	Paris — F - Paris
Adresse:	
Code postal / localité:	
Pays:	France
Type de bâtiment:	Habitation unifamiliale
Maître de l'ouvrage:	
Adresse:	
Code postal / localité:	
Architecte:	Jean-Marc Robeerst
Adresse:	Rue Haut Cornillon, 18
Code postal / localité:	4450 Lantin
Bureau d'étude fluides / techniques spéciales:	Cellumat ing. Lacrosse Marc
Adresse:	
Code postal / localité:	
Année de construction:	2014
Nombre de logements:	1
Volume extérieur du bâtiment V_e:	693,3 m^3
Nombre d'occupants:	4,4
Température intérieure:	20,0 °C
Apports internes:	2,1 W/m²

Calcul besoin en électricité / apports internes

Type de bâtiment: Bâtiment résidentiel

Sources des apports internes

Usage: Habitation

Valeurs de référence: Standard

Nombre d'occupants projetés:

4 Vérification des exigences

Vérification : Méthode mensuelle

Conception passive

VALEURS U DES PAROIS

Projet: Bâtiment Cellumat ép. 50cm Lambda 0,065

Couches à pente intégrée (isola
couche d'air immobile -> outils de calcul é

Direction du flux de chaleur			
	montant	horizontal	descendant
R_{si} [m²K/W]: résistances superficielles internes	0,10	0,13	0,17
R_{se} [m²K/W]: résistances superficielles externes	0,04		
R_{se} [m²K/W]: résistances superficielles externes contre terre	0		

$R = Ri + \sum e/\lambda + Re$ m²K/w $\qquad U = 1/R$ w/m²K

1	Mur ext.
N° de la paroi	Descritption de la paroi

Résistance superficielle [m²K/W] intérieure R_{si} : 0,13
extérieure R_{se} : 0,04

	Section 1	λ [W/(mK)]	Section 2 (optionnelle)	λ [W/(mK)]	Section 3 (optionnelle)	λ [W/(mK)]	Epaisseur [mm]
1.	Enduit mince	0,350					3
2.	Passifbloc Cellumat	0,065					500
3.	Crépis	0,500					12
4.							
5.							
6.							
7.							
8.							

Pourcentage de surface de la section 2 | Pourcentage de surface de la section 3 | Total 51,5 cm

Valeur U: 0,127 W/(m²K)

2	Mur garage

N° de la paroi Description de la paroi

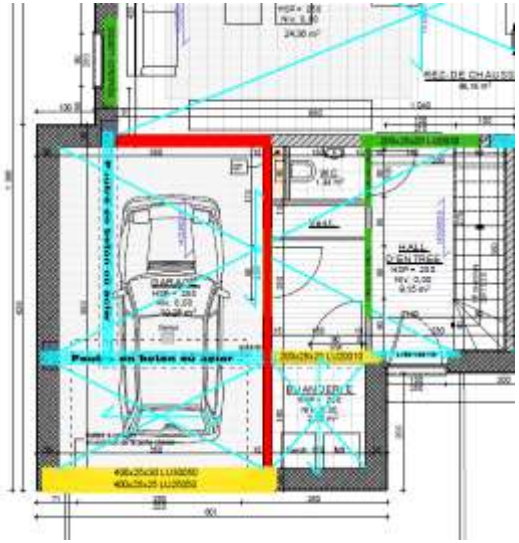
Résistance superficielle [m²K/W] intérieure R_{si} : 0,13

extérieure R_{se} : 0,13

	Section 1	λ [W/(m·K)]	Section 2 (optionnelle)	λ [W/(m·K)]	Section 3 (optionnelle)	λ [W/(m·K)]	Epaisseur [mm]
1.	Plaque de plâtre	0,330					13
2.	Isolant	0,032					100
3.	Cellumat Energie+	0,065					300
4.							
5.							
6.							
7.							
8.							

Pourcentage de surface de la section 2 | Pourcentage de surface de la section 3 | Total 41,3 cm

Valeur U: 0,124 W/(m²K)



3	Toiture

N° de la paroi Description de la paroi

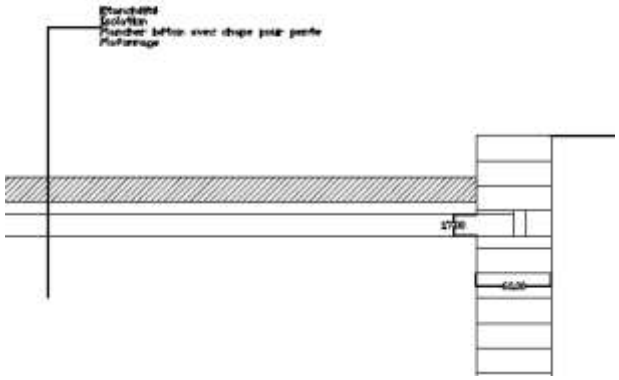
Résistance superficielle [m²K/W] intérieure R_{si} : 0,10

extérieure R_{se} : 0,04

	Section 1	λ [W/(m·K)]	Section 2 (optionnelle)	λ [W/(m·K)]	Section 3 (optionnelle)	λ [W/(m·K)]	Epaisseur [mm]
1.	Etanchéité	4,000					5
2.	Isolation PU	0,023					200
3.	Plancher BA	2,500					170
4.	Enduit mince	0,350					3
5.							
6.							
7.							
8.							

Pourcentage de surface de la section 2 | Pourcentage de surface de la section 3 | Total 37,8 cm

Valeur U: 0,112 W/(m²K)



4	Dalle sur sol

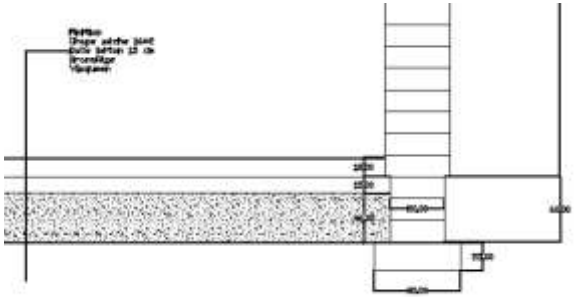
N° de la paroi Description de la paroi

Résistance superficielle [m²K/W] intérieure R_{si} : 0,17
extérieure R_{se} : 0,00

	Section 1	λ [W/(mK)]	Section 2 (optionnelle)	λ [W/(mK)]	Section 3 (optionnelle)	λ [W/(mK)]	Epaisseur [mm]
1.	Revêtement	0,130					15
2.	Panneaux chape	0,330					20
3.	Granulège Cellumat	0,065					160
4.	Dalle BA	2,500					150
5.	Granulège Cellumat	0,065					460
6.							
7.							
8.							

Pourcentage de surface de la section 2 | Pourcentage de surface de la section 3 | Total 80,5 cm

Valeur U: 0,101 W/(m²K)



5	Plancher sur garage

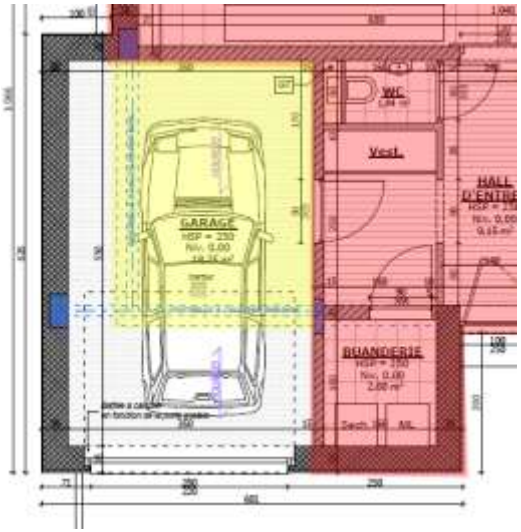
N° de la paroi Description de la paroi

Résistance superficielle [m²K/W] intérieure R_{si} : 0,10
extérieure R_{se} : 0,04

	Section 1	λ [W/(mK)]	Section 2 (optionnelle)	λ [W/(mK)]	Section 3 (optionnelle)	λ [W/(mK)]	Epaisseur [mm]
1.	Revêtement	0,130					15
2.	Pabbeaux chape	0,330					20
3.	Granulège Cellumat	0,065					160
4.	Dalle BA	2,500					170
5.	Isolation plafond	0,023					150
6.							
7.							
8.							

Pourcentage de surface de la section 2 | Pourcentage de surface de la section 3 | Total 51,5 cm

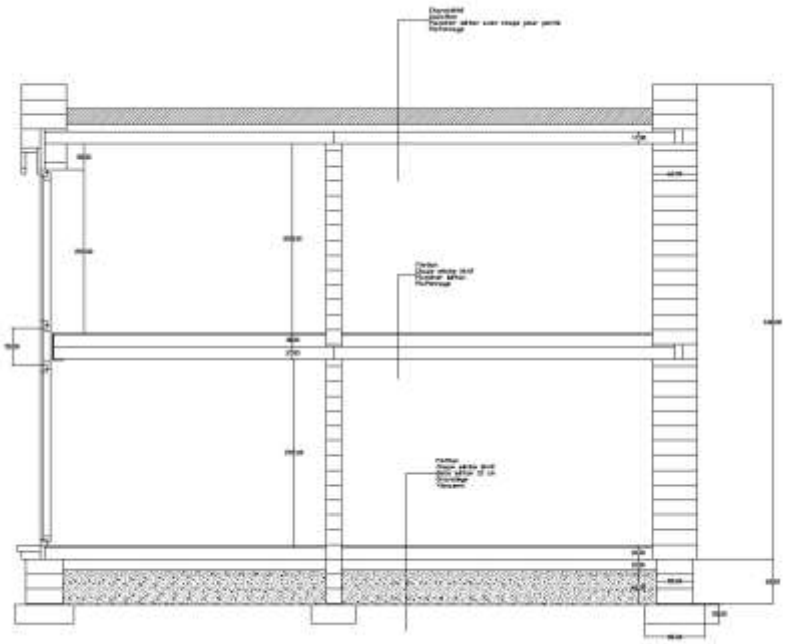
Valeur U: 0,107 W/(m²K)



Saisie des surfaces

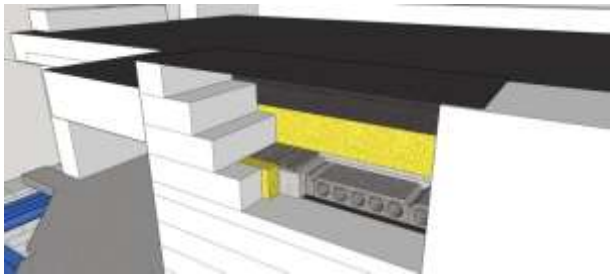
N° de surface	Dénomination de la paroi	N° de groupe	Attribution au groupe	Quantité	x (	a [m]	x	b [m]	+	Calcul personnel [m²]	-	Déduction personnelle [m²]	-	Déduction fenêtres [m²]	) =	Surface [m²]	Choix de la paroi correspondante	N°	Valeur U [W/(m²K)]
	Surface de référence énergétique A_{RE}	1	Surface de référence énergétique	1	x (		x		+	154,27	-				) =	154,3			
	Fenêtre nord	2	Fenêtre nord													10,4	Valeur de la feuille "Fenêtre"		0,842
	Fenêtre est	3	Fenêtre est													5,9	Valeur de la feuille "Fenêtre"		0,799
	Fenêtre sud	4	Fenêtre sud													25,0	Valeur de la feuille "Fenêtre"		0,712
	Fenêtre ouest	5	Fenêtre ouest													4,4	Valeur de la feuille "Fenêtre"		0,785
	Fenêtre horizontale	6	Fenêtre horizontale													0,0	Valeur de la feuille "Fenêtre"		0,000
	Porte extérieure	7	Porte extérieure	2	x (		x		+	2,31	-		) -		=	4,6	Valeur U porte extérieure		0,75
1	Mur ext SUD	8	Paroi en contact avec l'air extérie	1	x (		x		+	70,41	-		) -	25,0	=	45,4	Mur ext.	1	0,133
2	Mur ext NORD	8	Paroi en contact avec l'air extérie	1	x (		x		+	91,74	-		) -	10,4	=	81,4	Mur ext.	1	0,133
3	Mur ext OUEST	8	Paroi en contact avec l'air extérie	1	x (		x		+	55,24	-		) -	4,4	=	50,8	Mur ext.	1	0,133
4	Mur ext EST	8	Paroi en contact avec l'air extérie	1	x (		x		+	46,31	-		) -	5,9	=	40,4	Mur ext.	1	0,133
5	Mur int Garage	8	Paroi en contact avec l'air extérie	1	x (		x		+	22,26	-		) -	0,0	=	22,3	Mur garage	2	0,135
6	Toiture	10	Toiture/plancher en contact avec	1	x (		x		+	105,56	-		) -	0,0	=	105,6	Toiture	3	0,112
7	Plancher sur garage	10	Toiture/plancher en contact avec	1	x (		x		+	13,03	-		) -	0,0	=	13,0	Plancher sur garage	5	0,107
8	Dalle sur sol	11	Dalle sur sol	1	x (		x		+	101,02	-		) -	0,0	=	101,0	Dalle sur sol	4	0,101

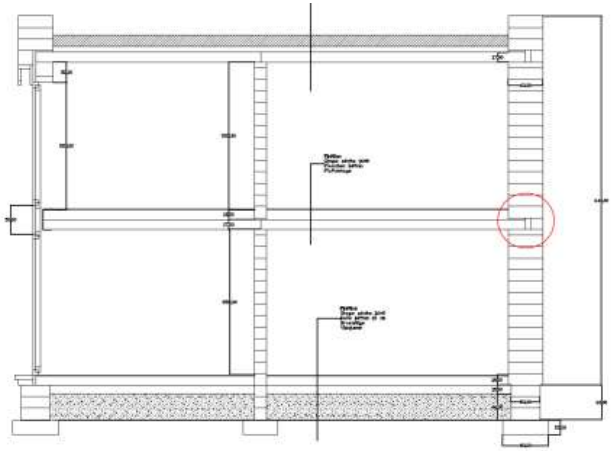
Uniquement saisir dans la feuille "Fenêtres" !

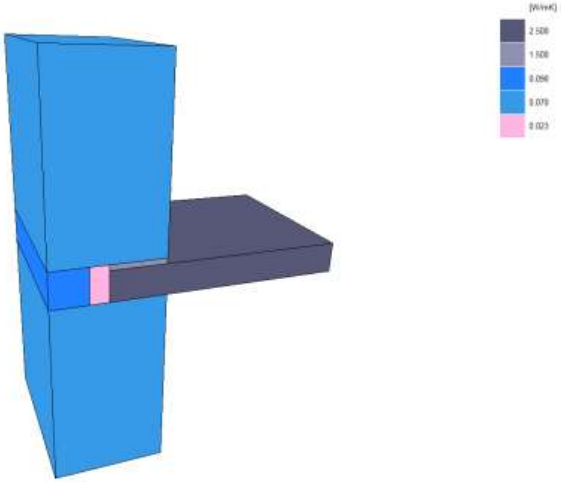


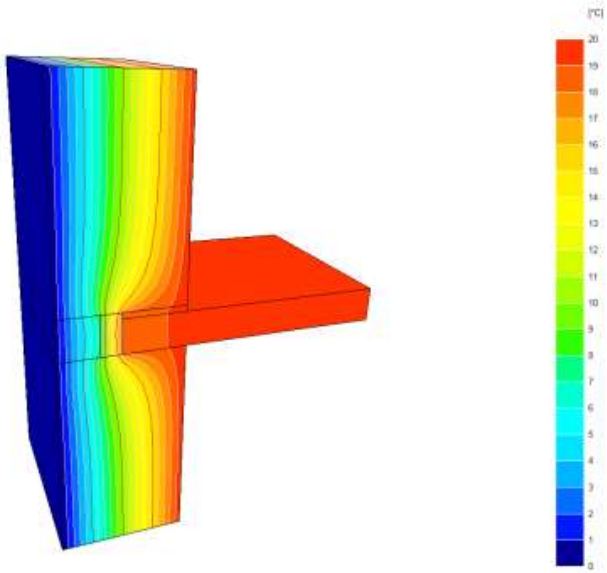
Détermination et calcul des nœuds constructif

Calcul de Ψ et f (facteur de température)
Réalisé sous TRISCO









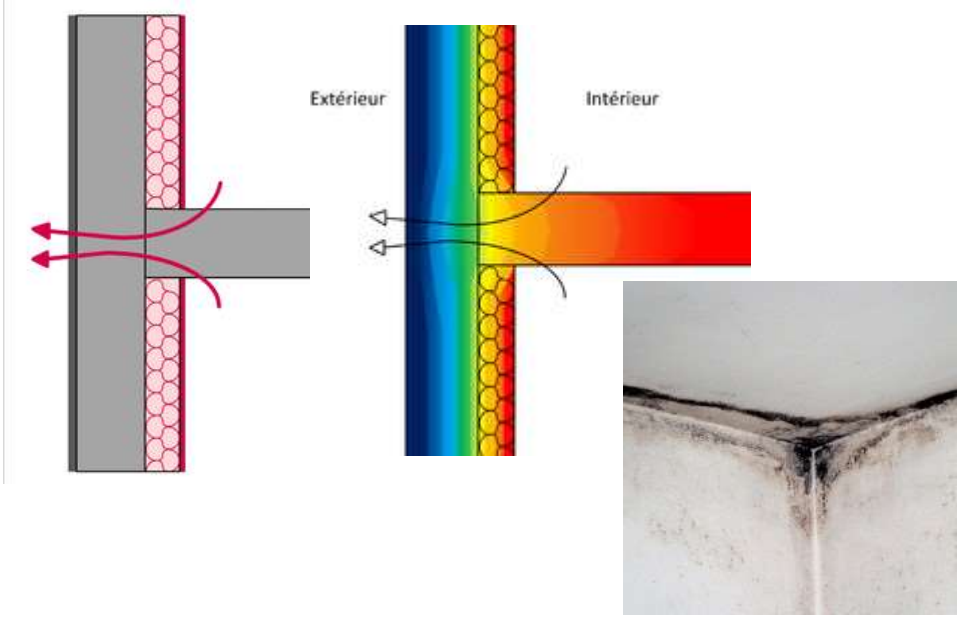
Qu’est ce qu’un pont thermique?

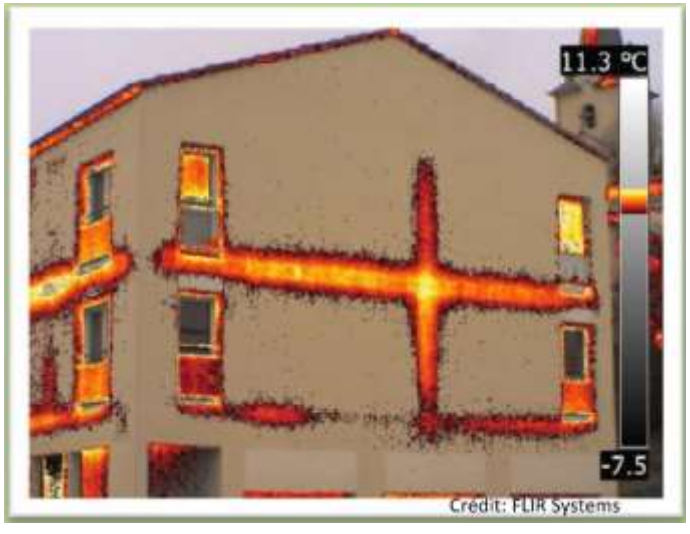
Un pont thermique est une zone ponctuelle ou linéaire qui, dans l’enveloppe d’un bâtiment, présente
Une variation de résistance thermique.
Il s’agit d’un point de la construction où la barrière isolante est rompue.

- PONT THERMIQUE GEOMETRIQUE : changement de la géométrie de l’enveloppe.
- PONT THERMIQUE CONSTRUCTIF : changement de matériaux et ou de résistance thermique.

Dégâts physiques (condensation f ≥ 0,7) et SURCONSOMMATION (calcul Ψ w/mK)

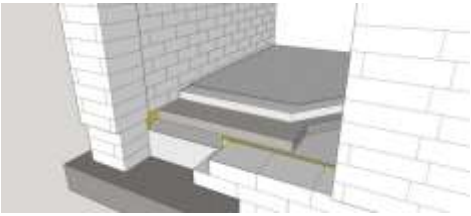
(

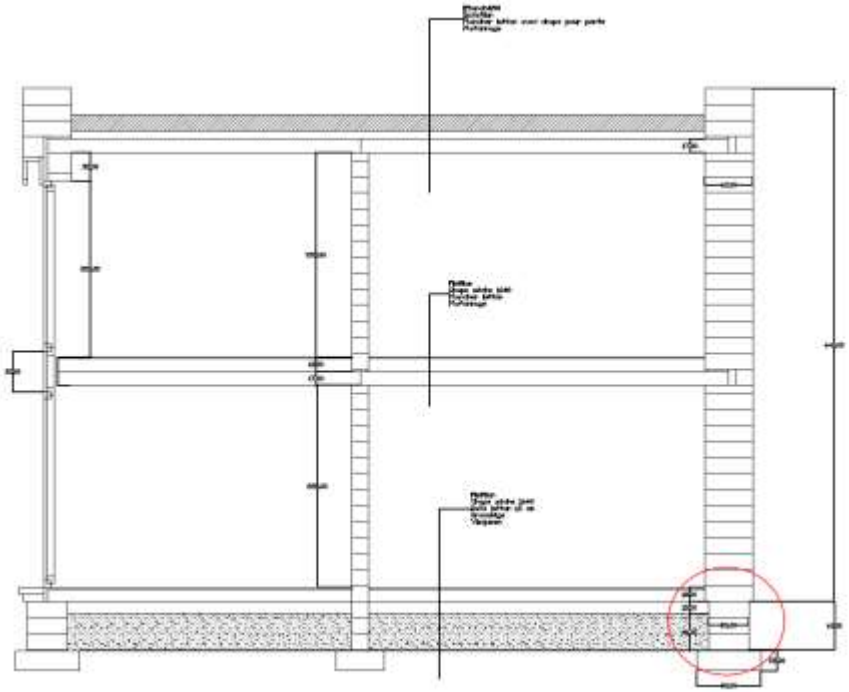


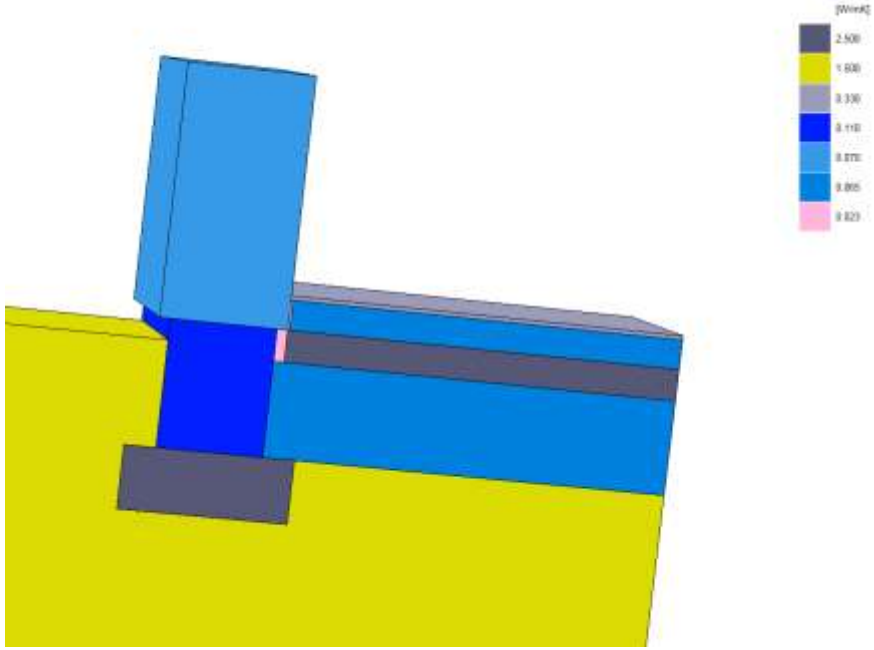


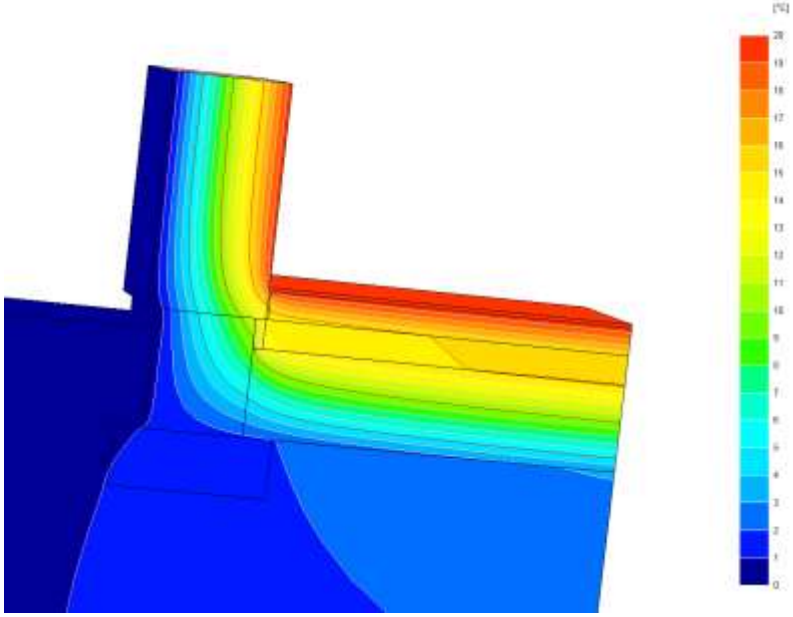
Détail 1

Ψ = -0,0288 w/mK
f = 0,950
Hr > 94 %



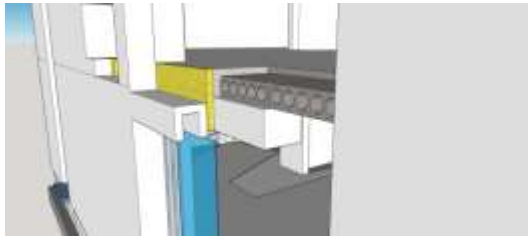


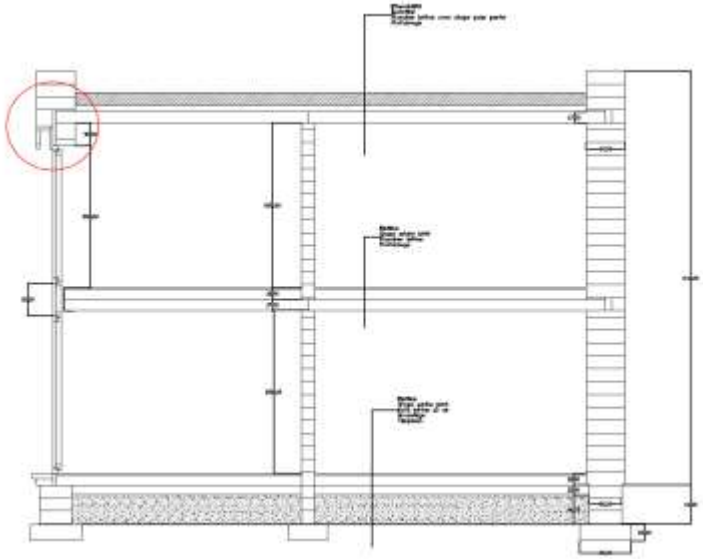


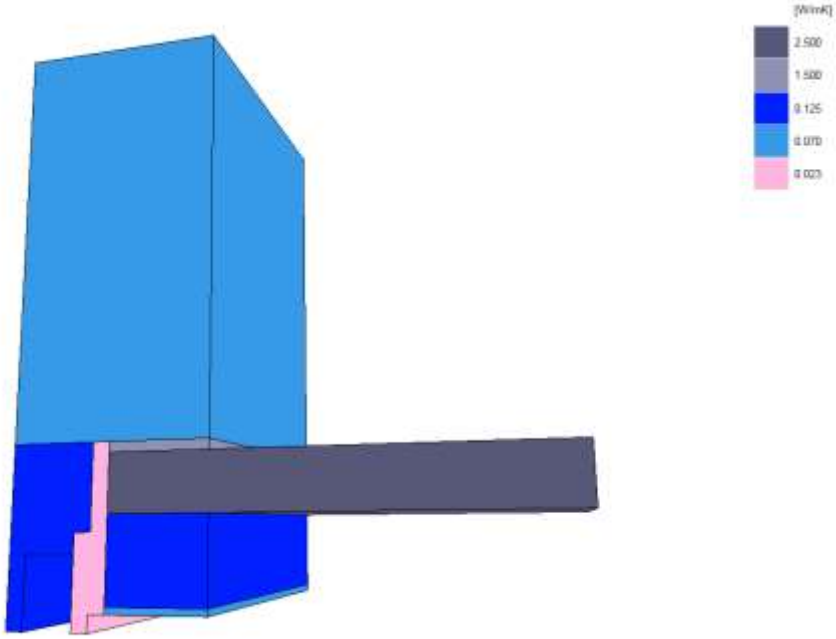


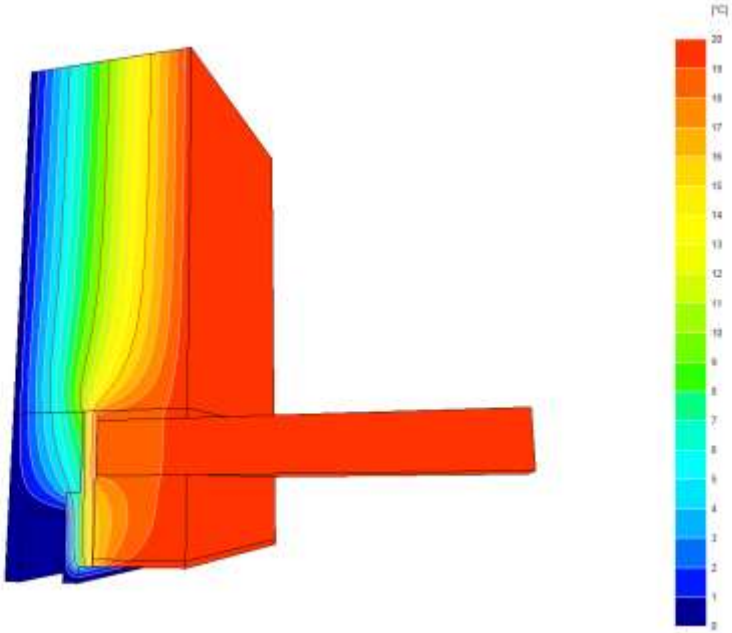
Détail 2 avec linteau plein BC

Ψ = 0,073 w/mK
f = 0,929
Hr > 92 %



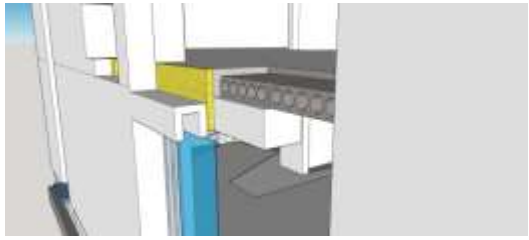


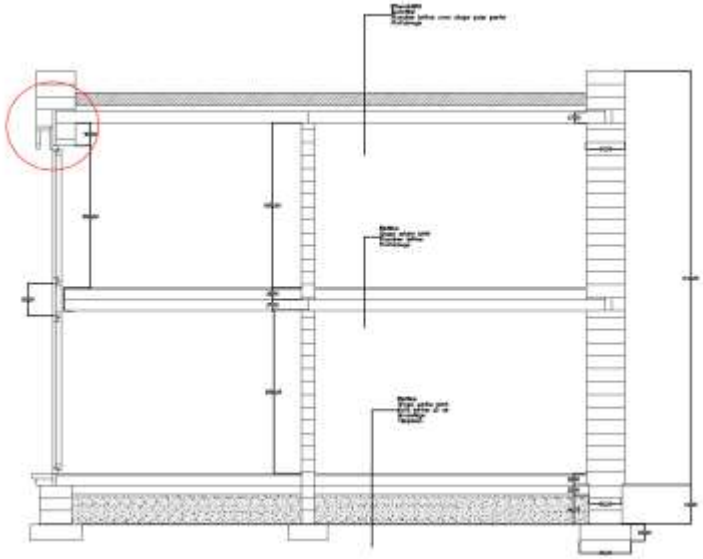


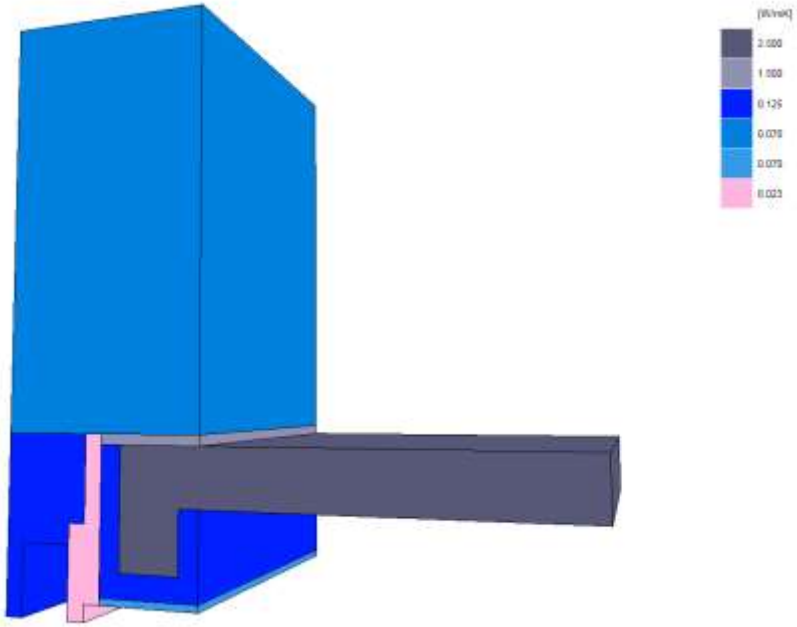


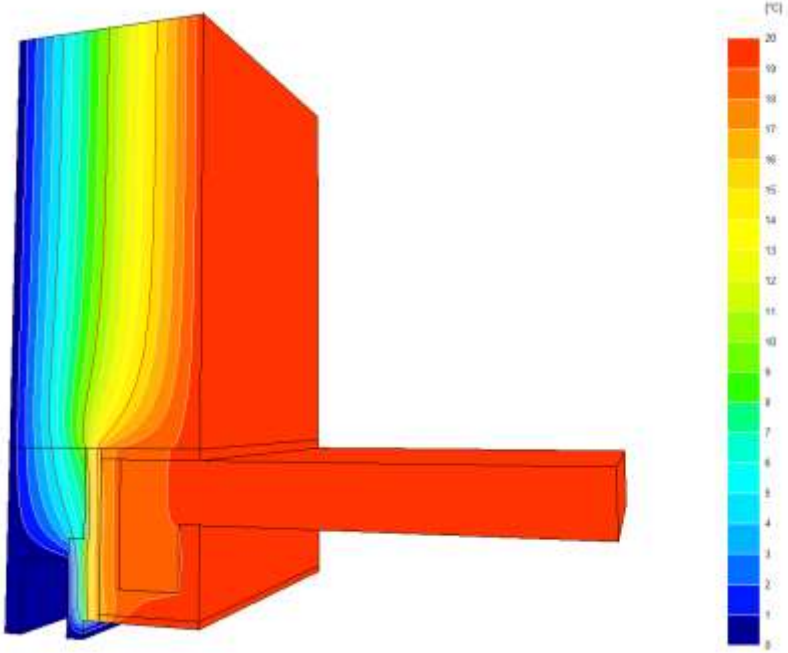
Détail 2b avec linteau U+poutre BA

Ψ = 0,071 w/mK
f = 0,945
Hr > 93 %



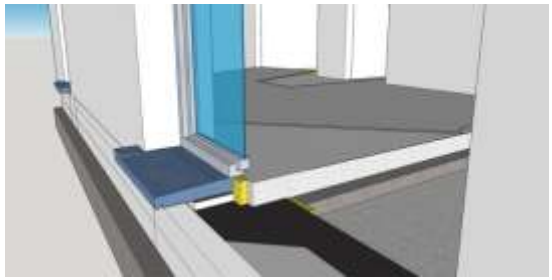


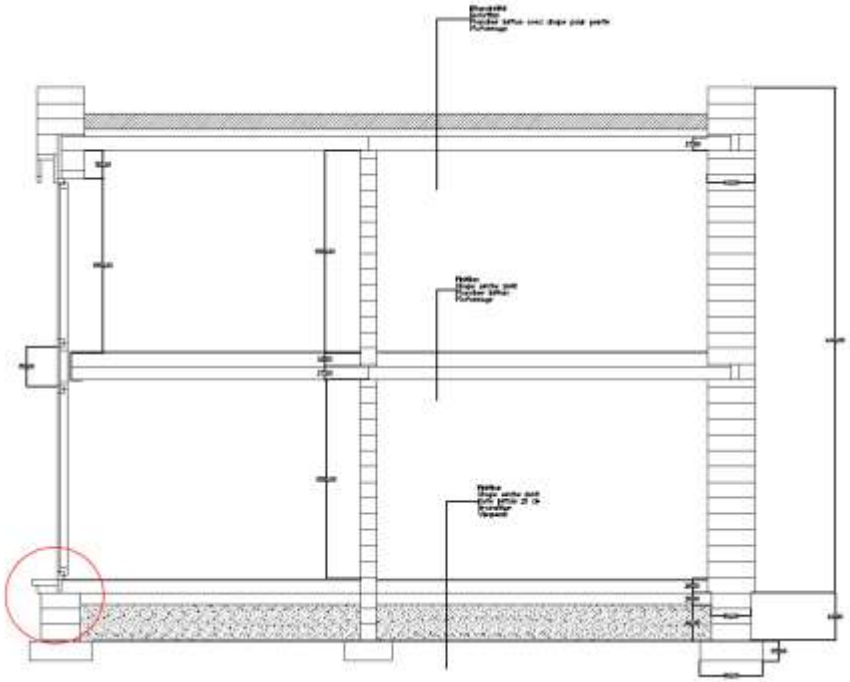


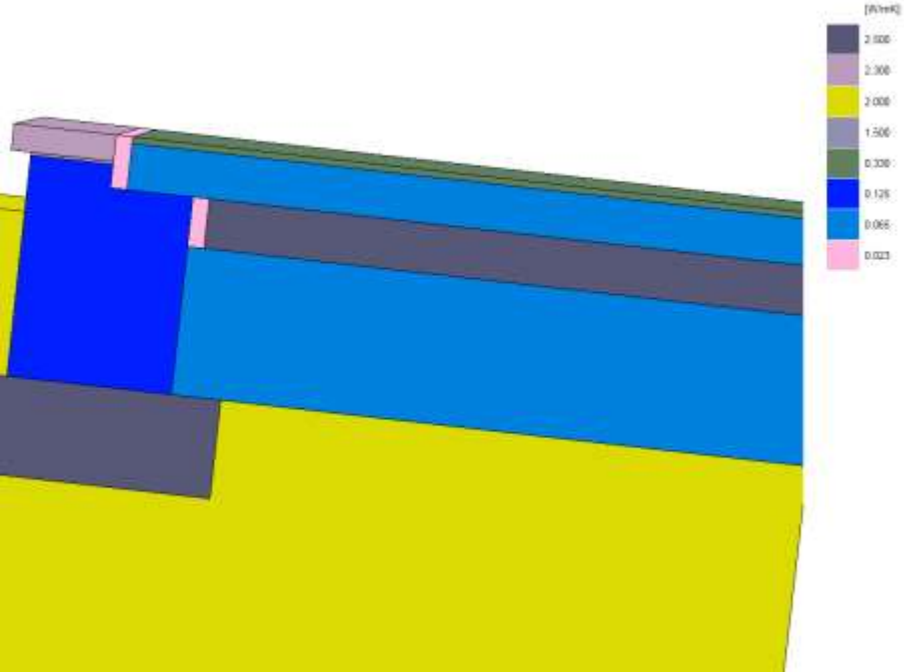


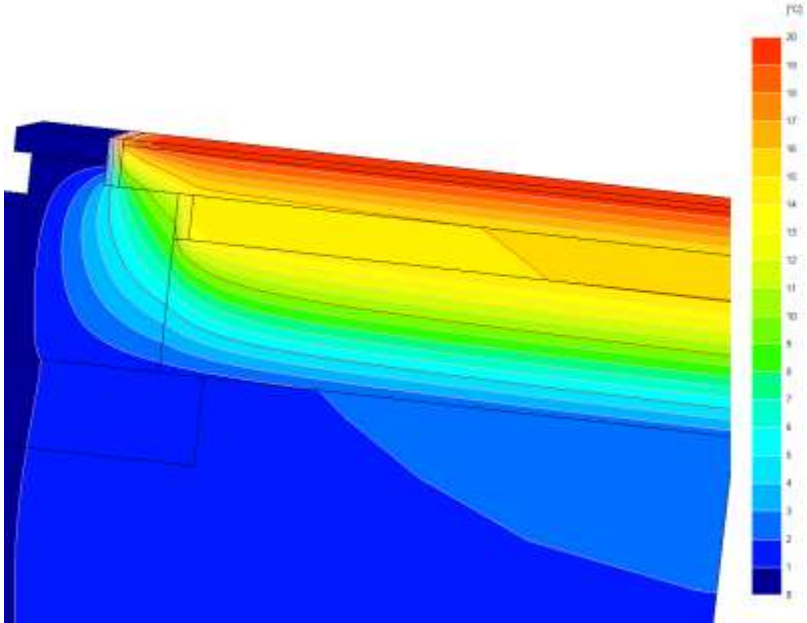
Détail 3

Ψ = 0,125 w/mK
f = 0,910
Hr > 89 %



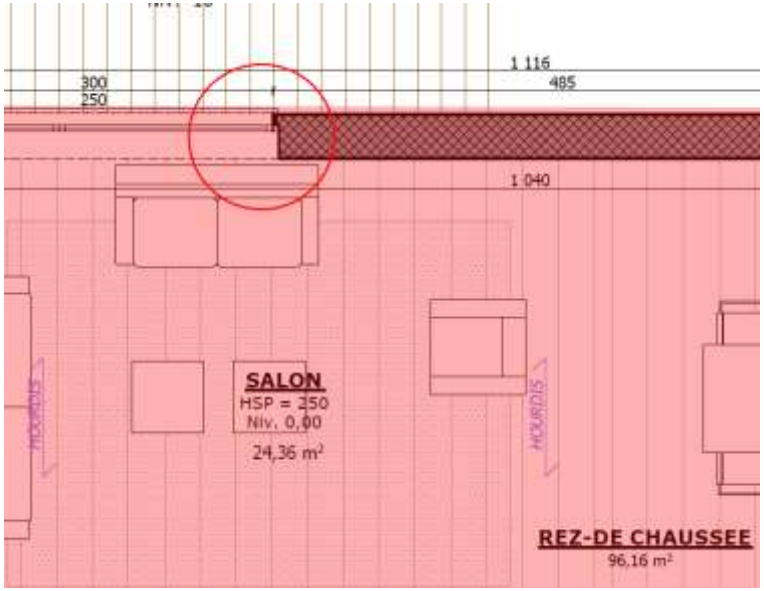


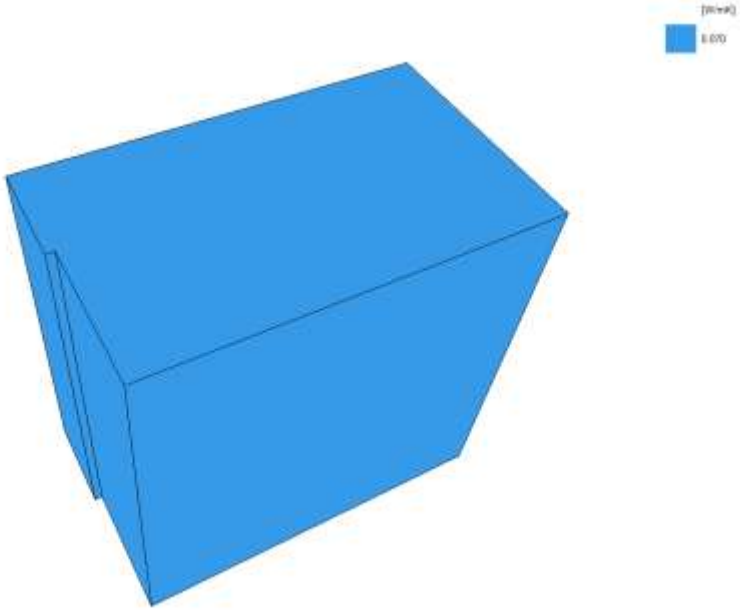


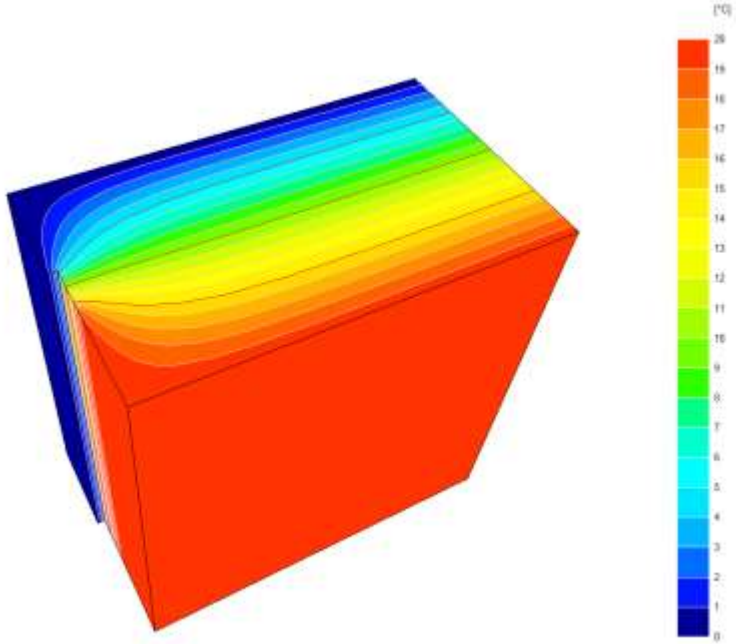


Détail 4

Ψ = 0,021 w/mK
f = 0,857
Hr > 84 %

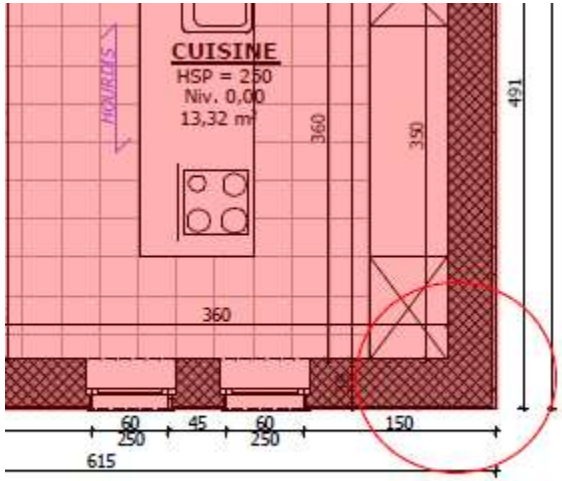


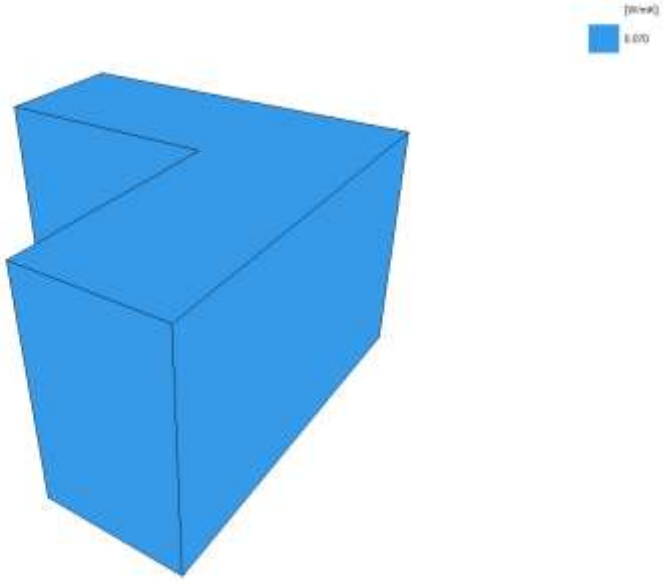


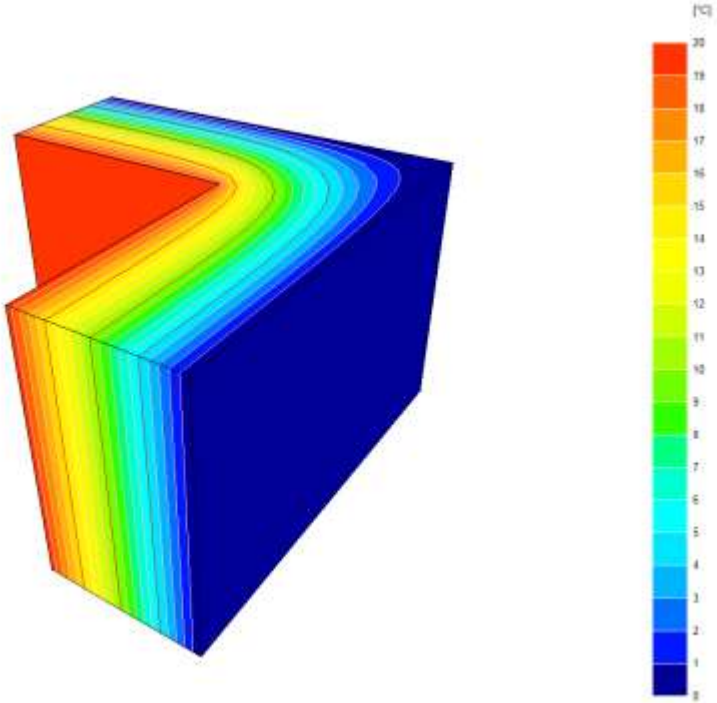


Détail 5 angle sortant

Ψ = -0,107 w/mK
f = 0,932
Hr > 92 %

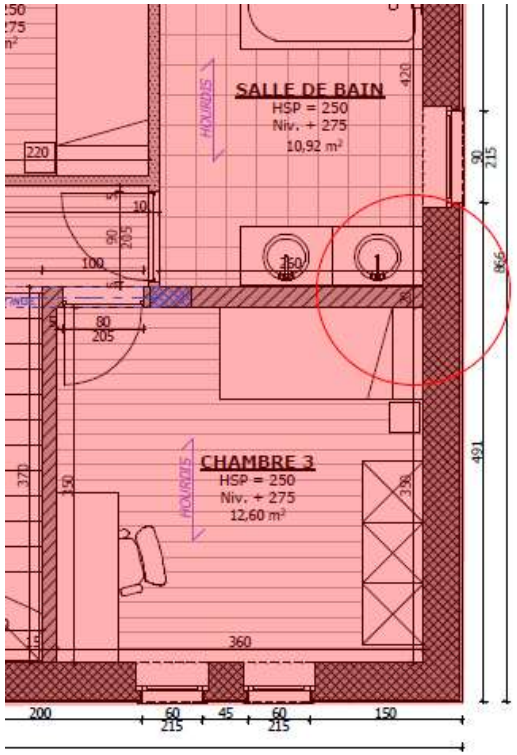


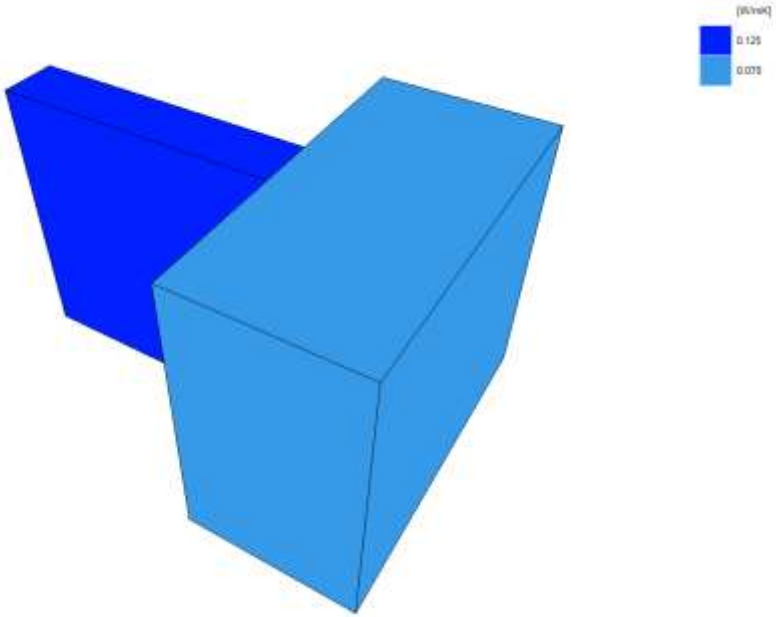


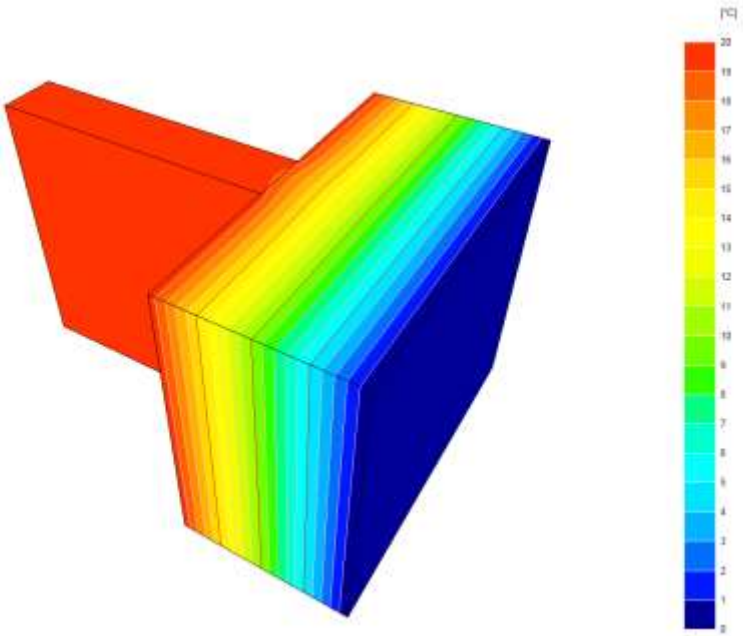


Détail 6 mur de refend de 20cm dans mur extérieur

Ψ = -0,001 w/mK
f = 0,973
Hr > 97 %

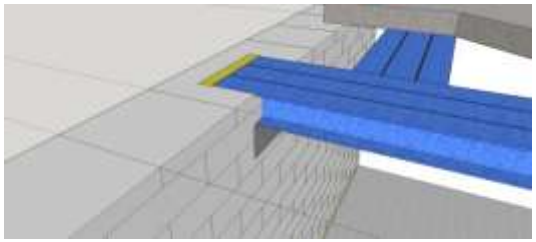


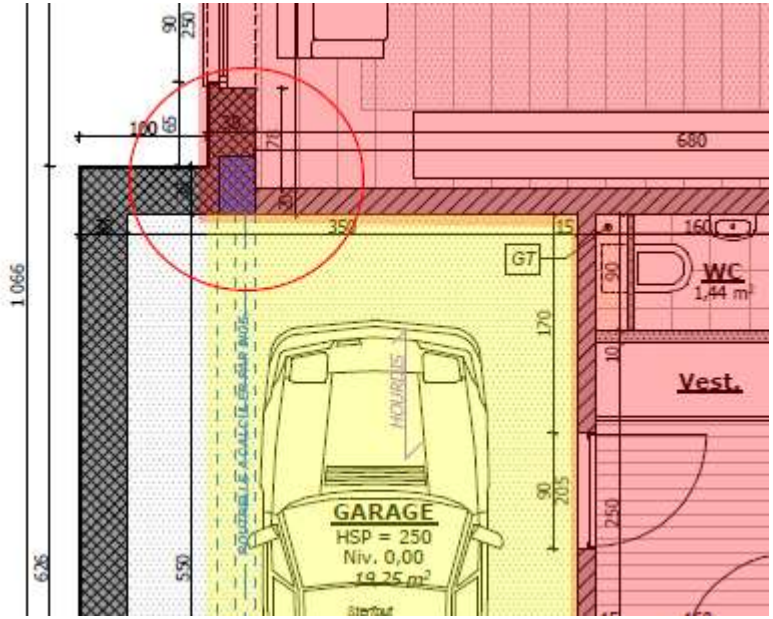


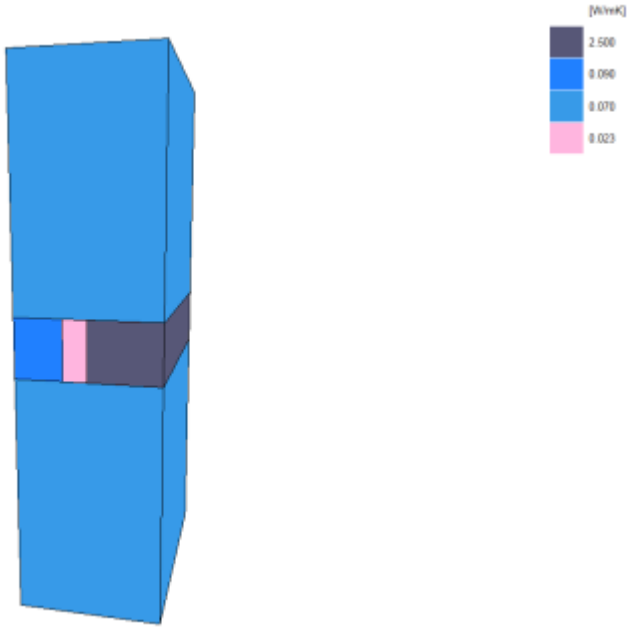


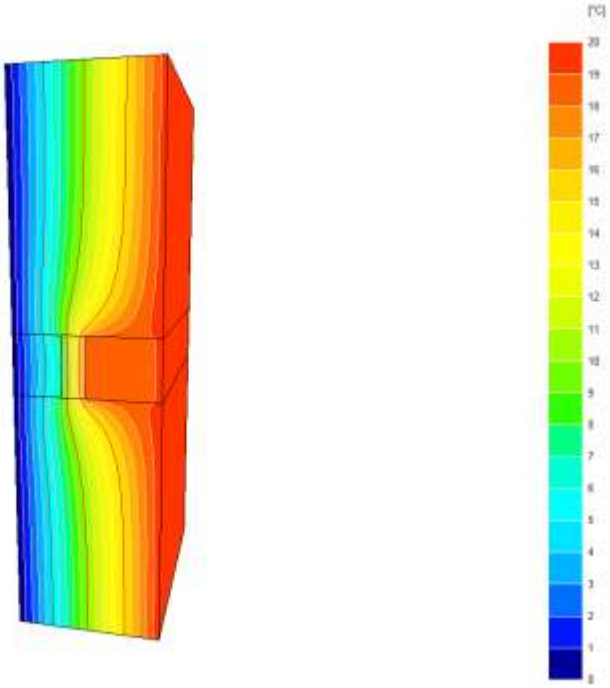
Détail 7 Sommier béton

Ψ = 0,023 w/mK
f = 0,956
Hr > 95 %



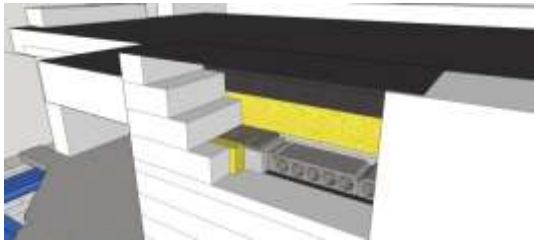


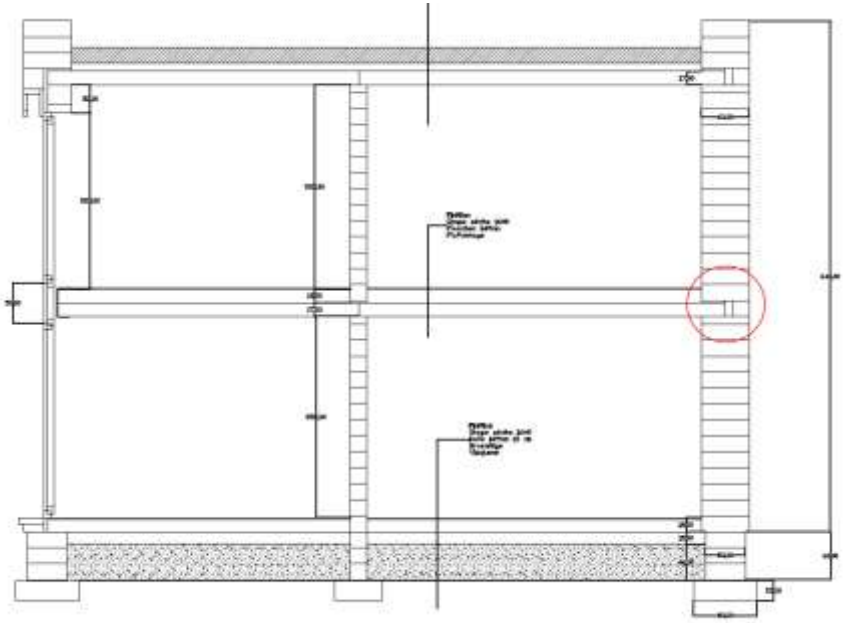


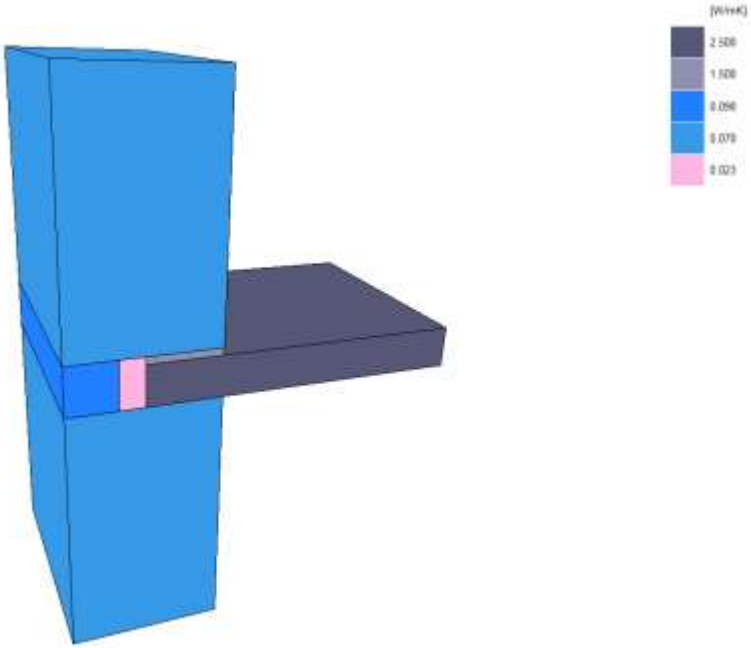


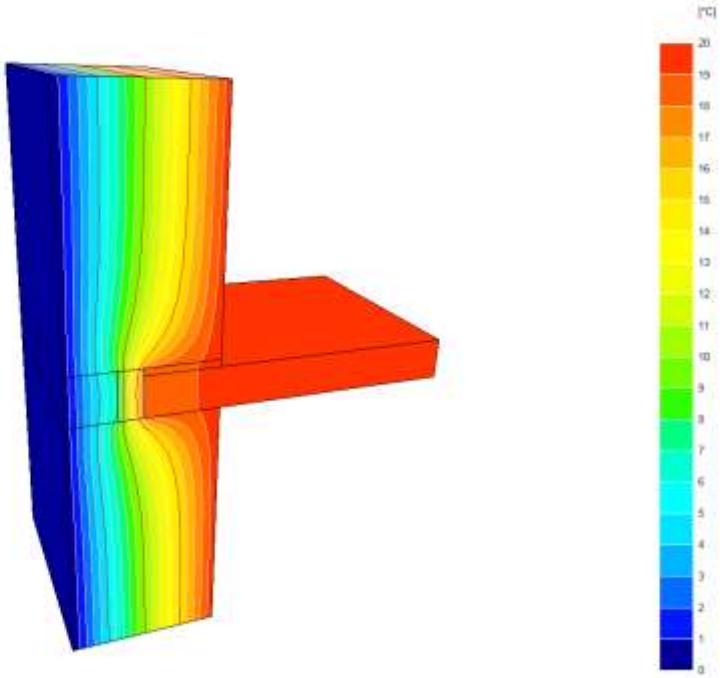
Détail 8 Plancher intermédiaire

Ψ = 0,027 w/mK
f = 0,959
Hr > 96 %



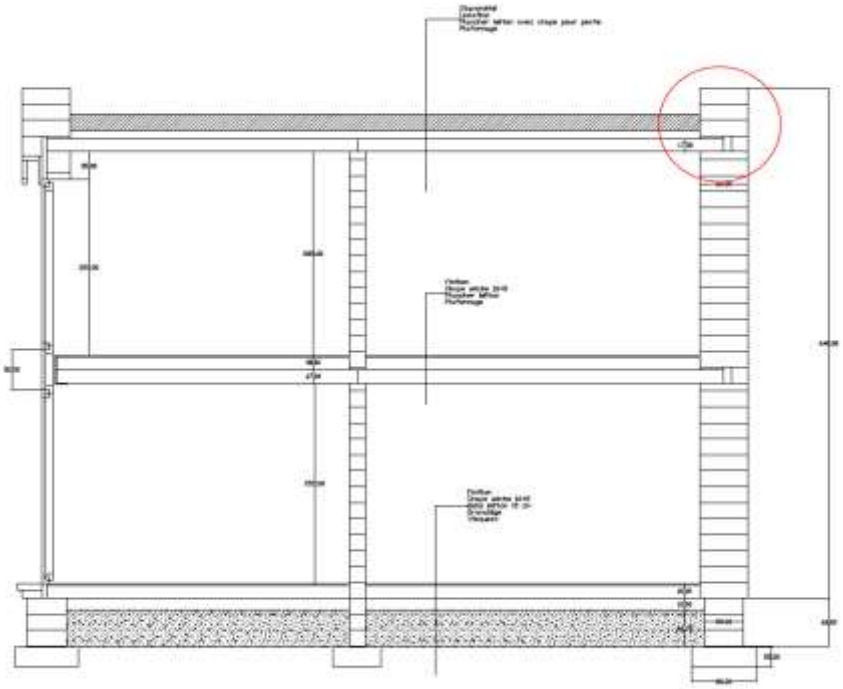


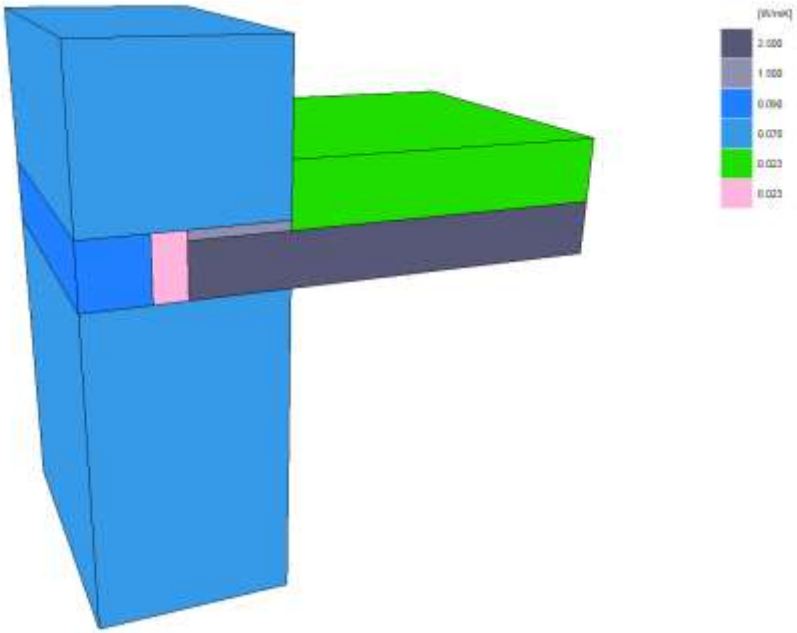


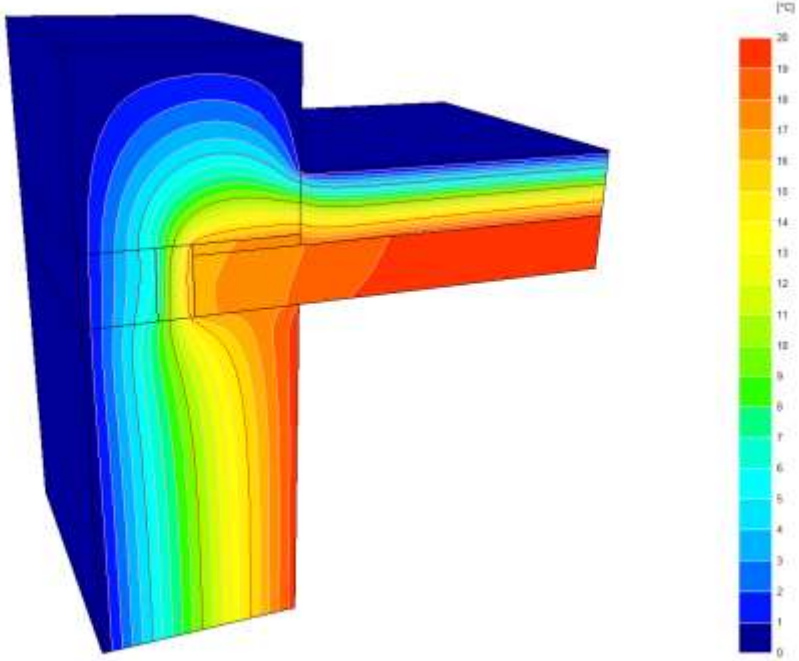


Détail 9

Ψ = 0,011 w/mK
f = 0,918
Hr > 90 %

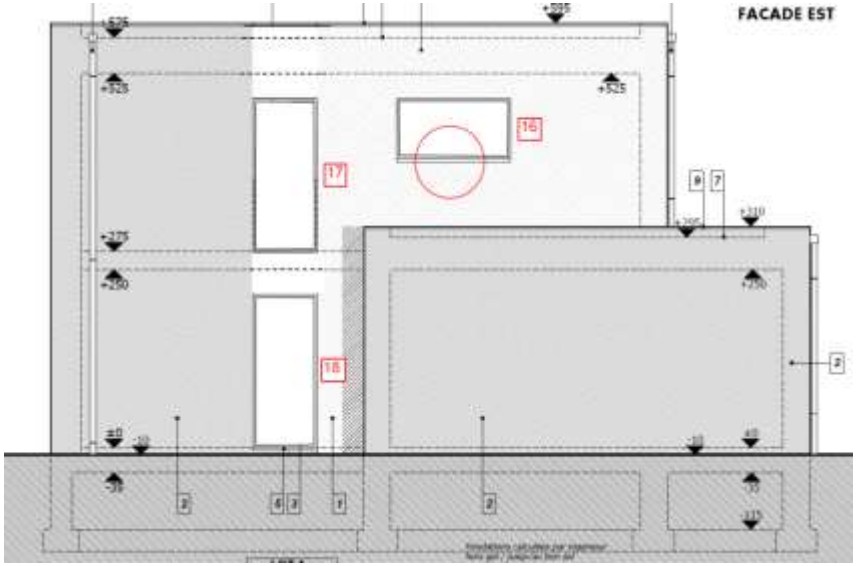


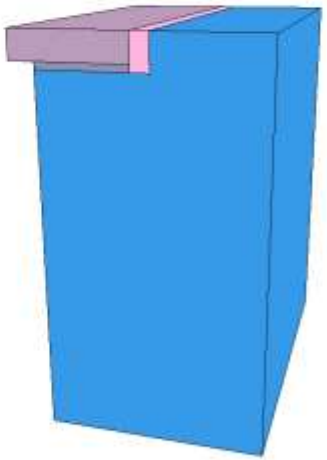


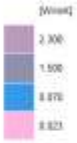


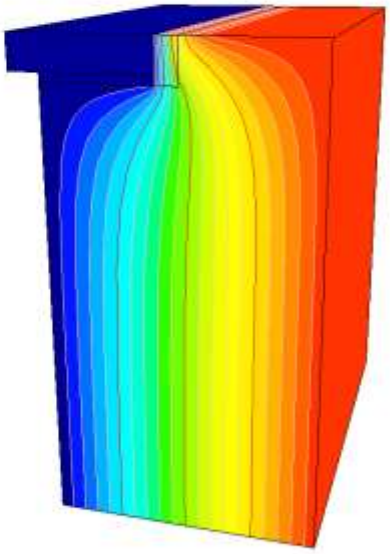
Détail 10

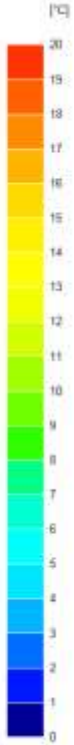
Ψ = 0,034 w/mK
f = 0,855
Hr > 83 %





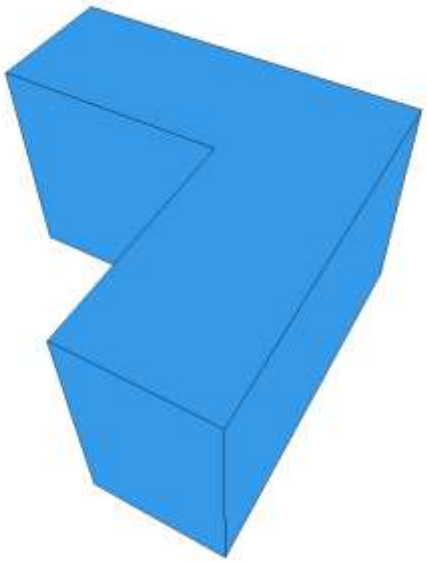


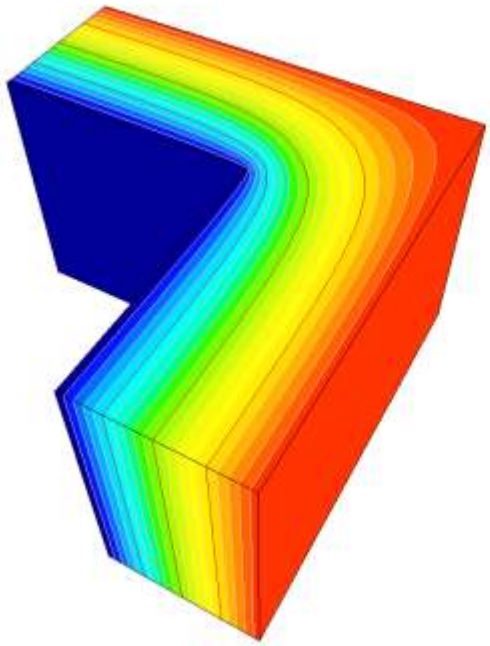




Détail 11 Angle rentrant

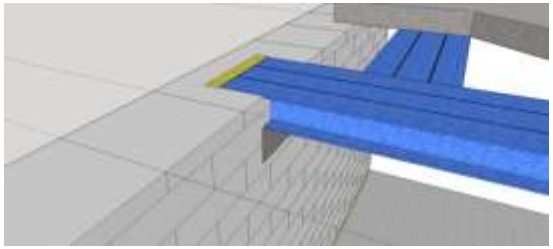
Ψ = 0,041 w/mK
f = 0,983
Hr > 98 %

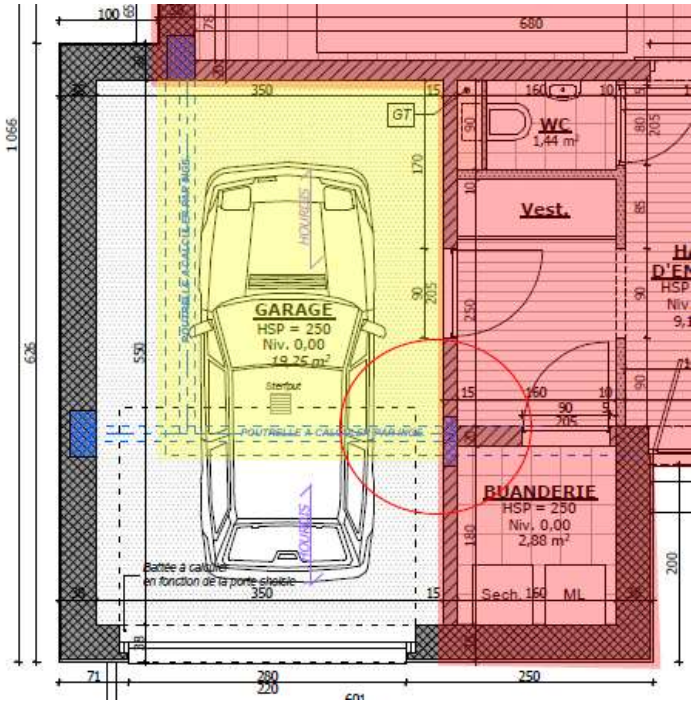


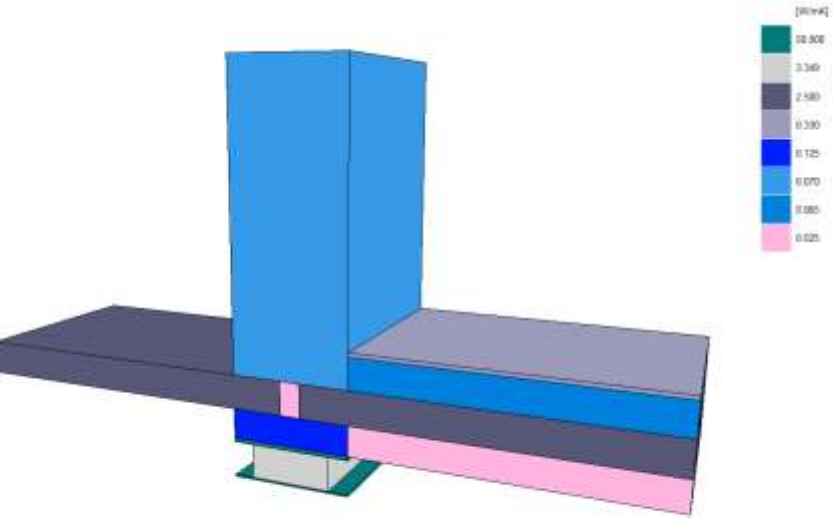


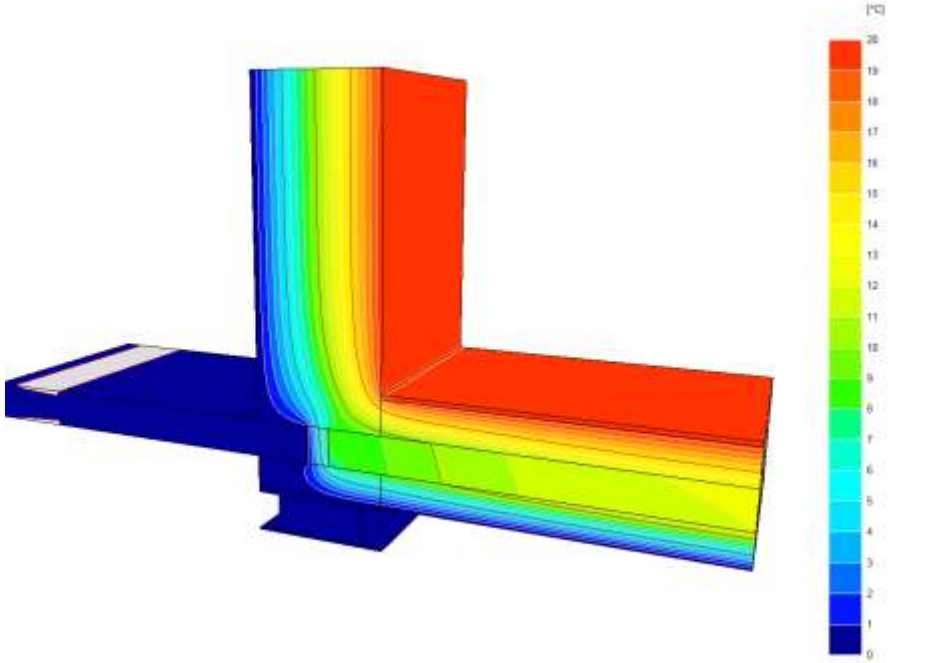
Détail 12

Ψ = 0,024 w/mK
f = 0,938
Hr > 93 %



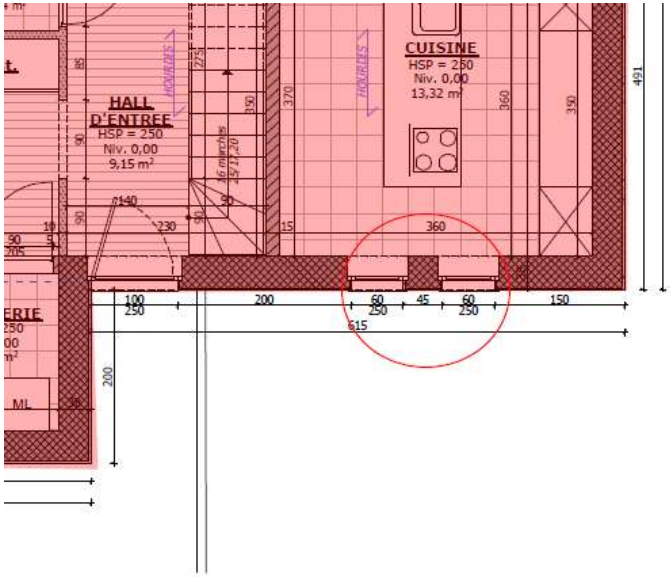


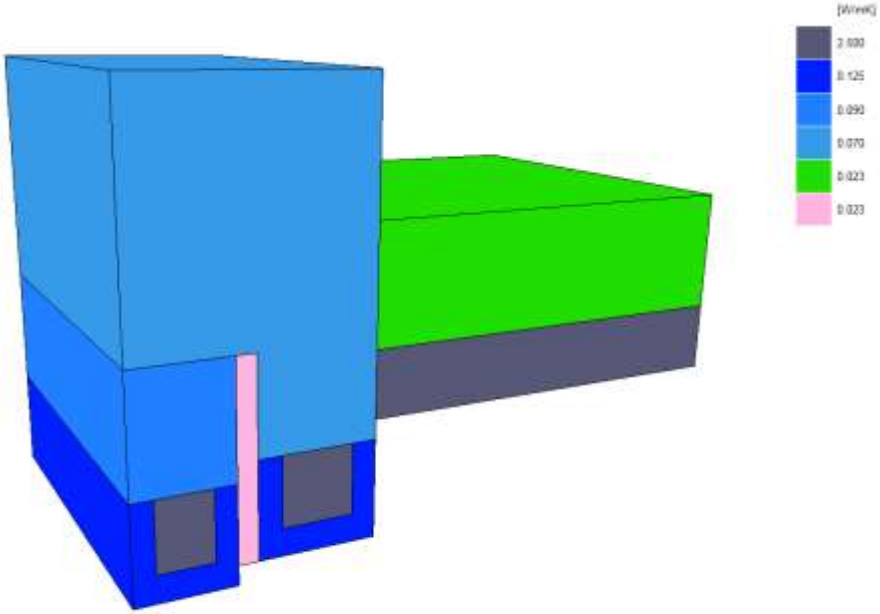


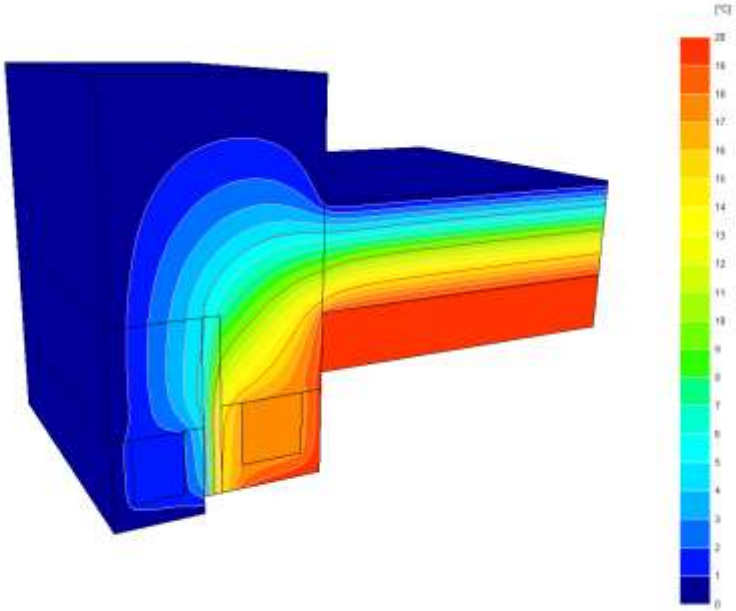


Détail 13 Double linteaux U + BA

Ψ = 0,136 w/mK
f = 0,909
Hr > 89 %

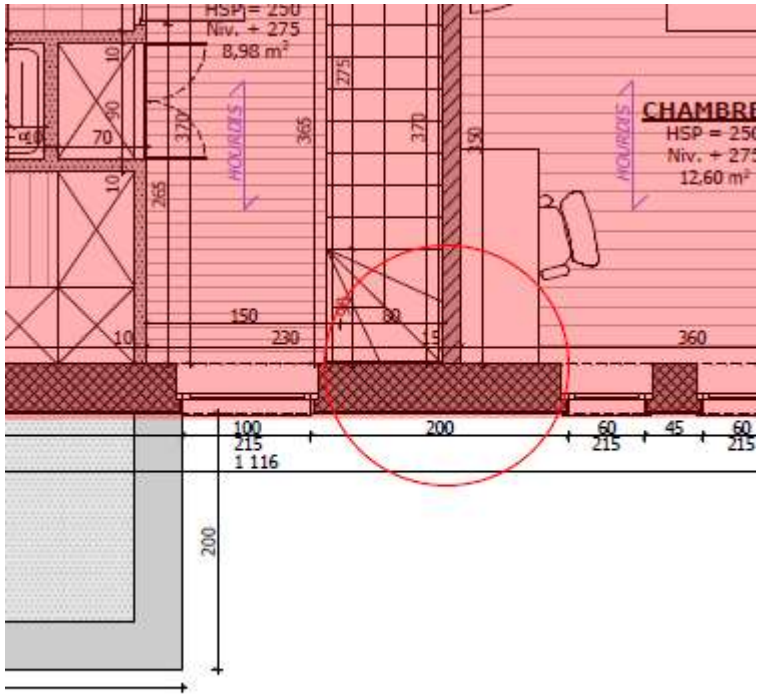


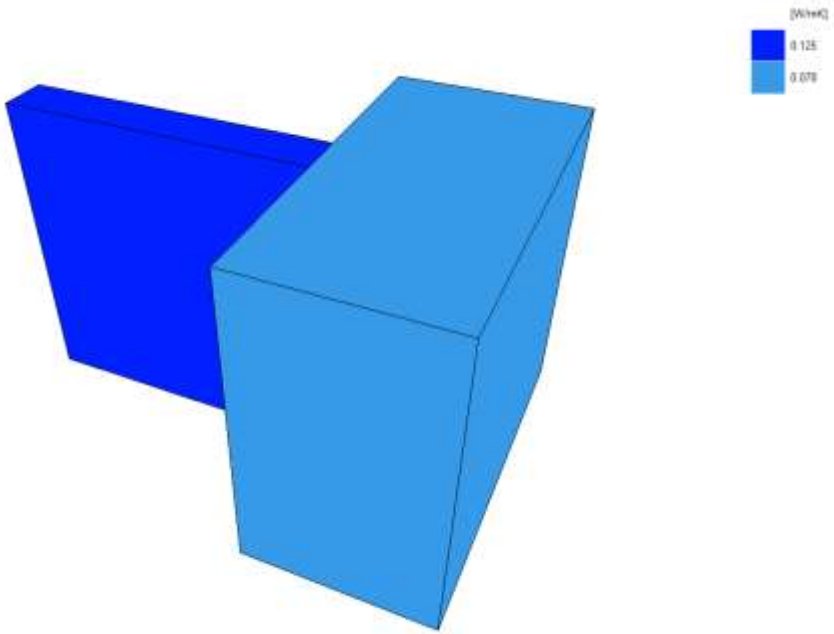


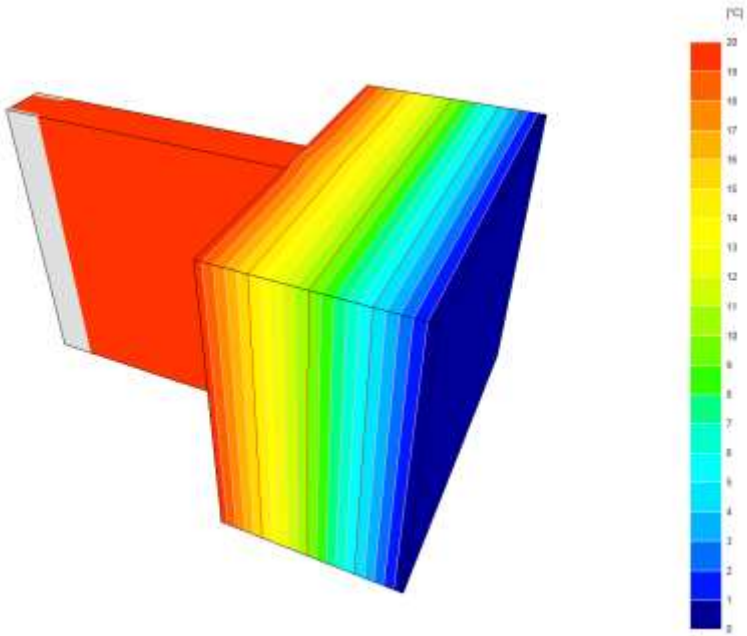


Détail 14 mur de refend de 15cm dans mur extérieur

Ψ = 0,001 w/mK
f = 0,975
Hr > 97 %

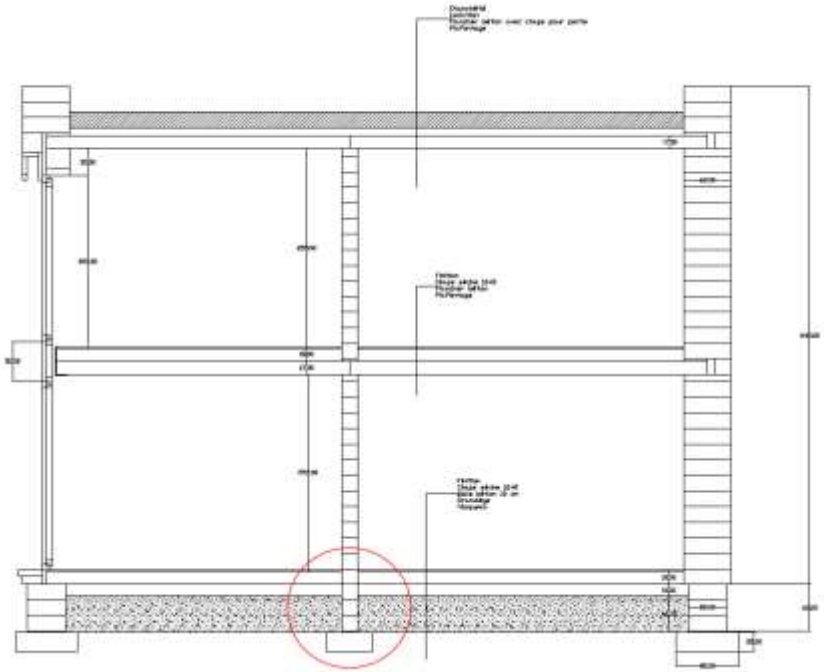


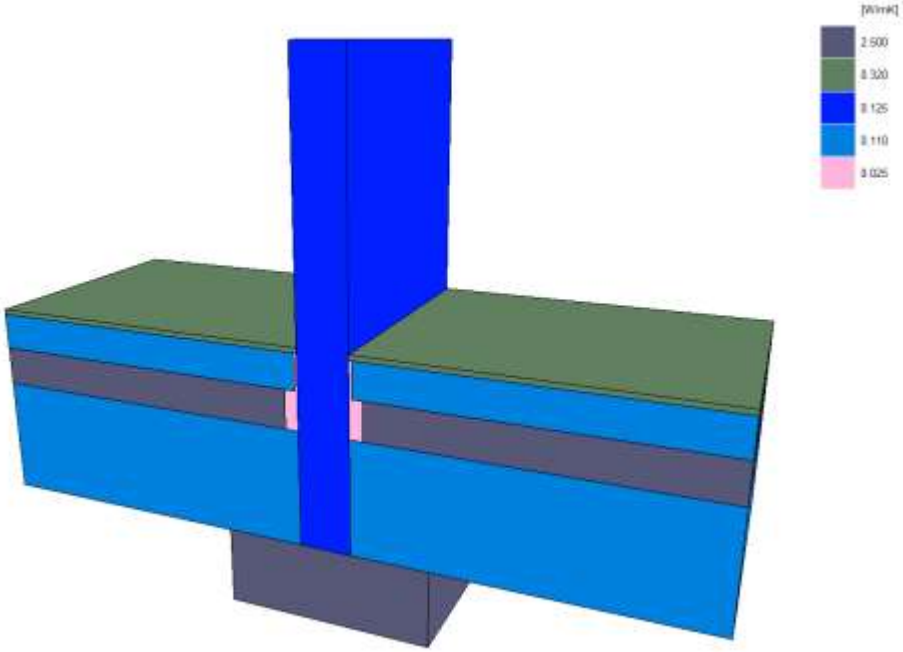


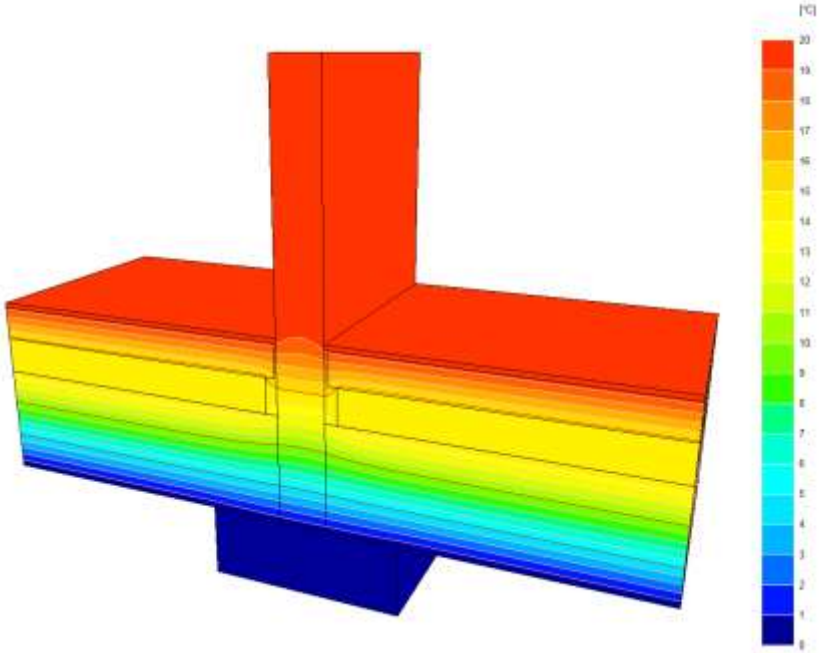


Détail 15 Refend dalle de sol ép. 20 cm

Ψ = -0,007 w/mK
f = 0,972
Hr > 97 %

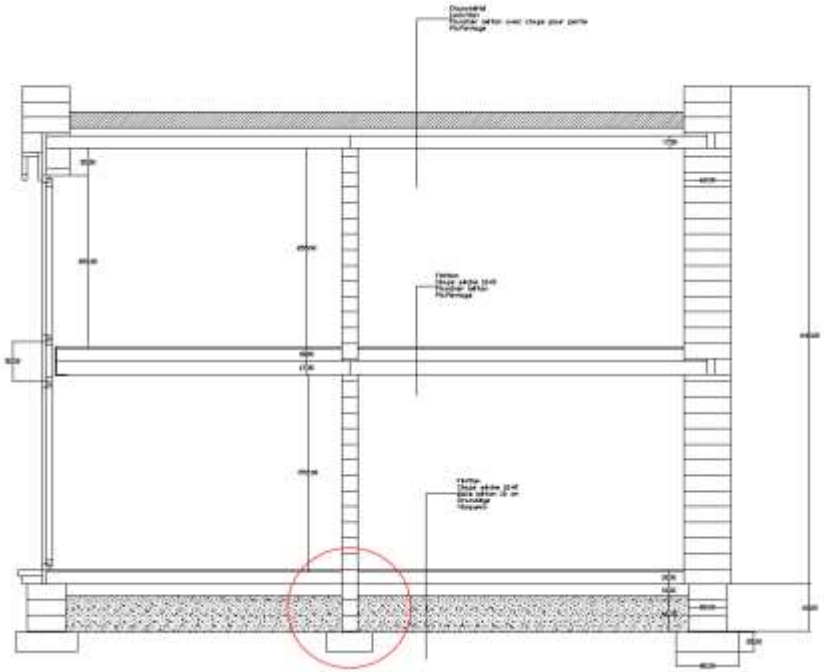


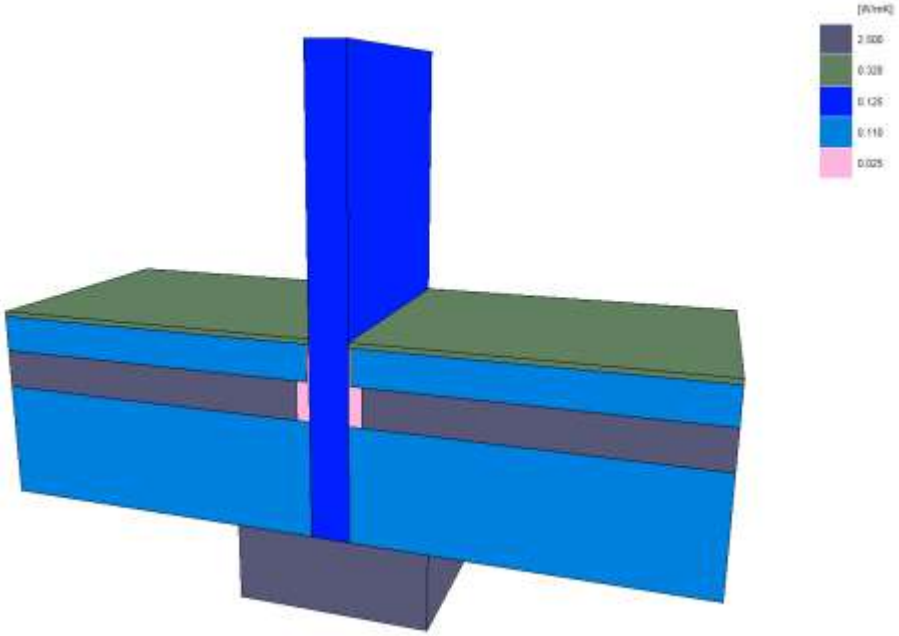


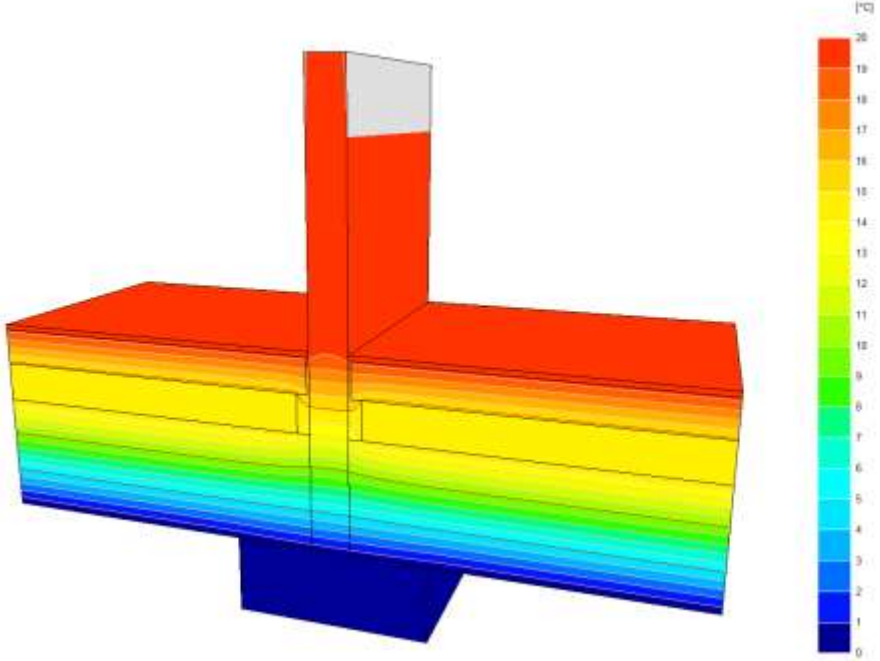


Détail 16 Refend dalle de sol ép. 15 cm

Ψ = -0,006 w/mK
f = 0,974
Hr > 97 %

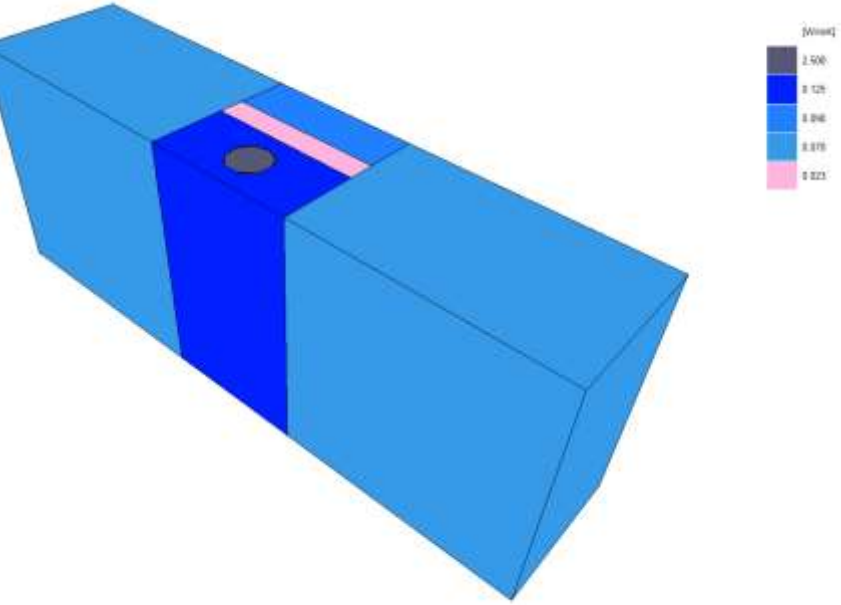


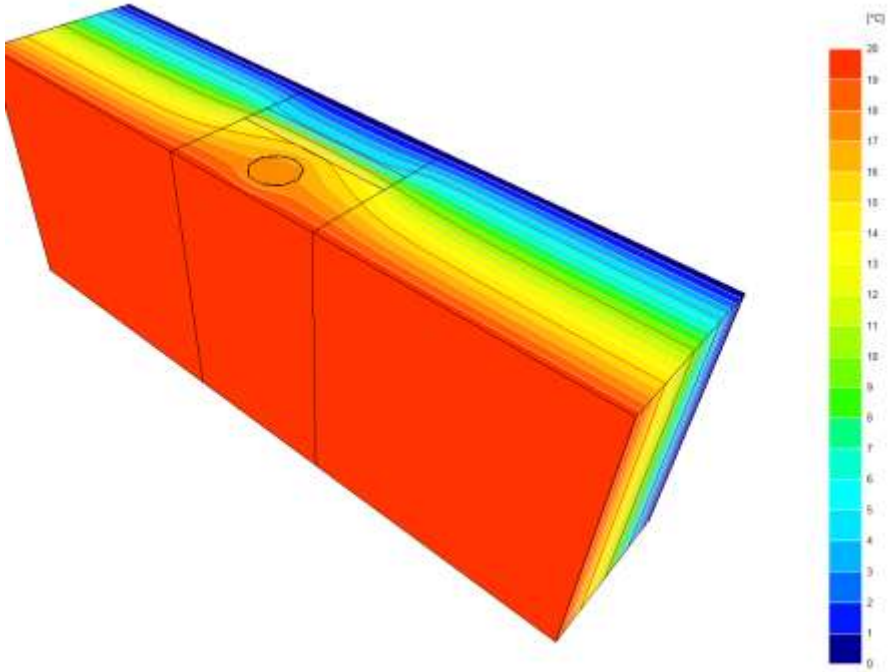




Détail 17 Poteau plein mur diam. 17 cm

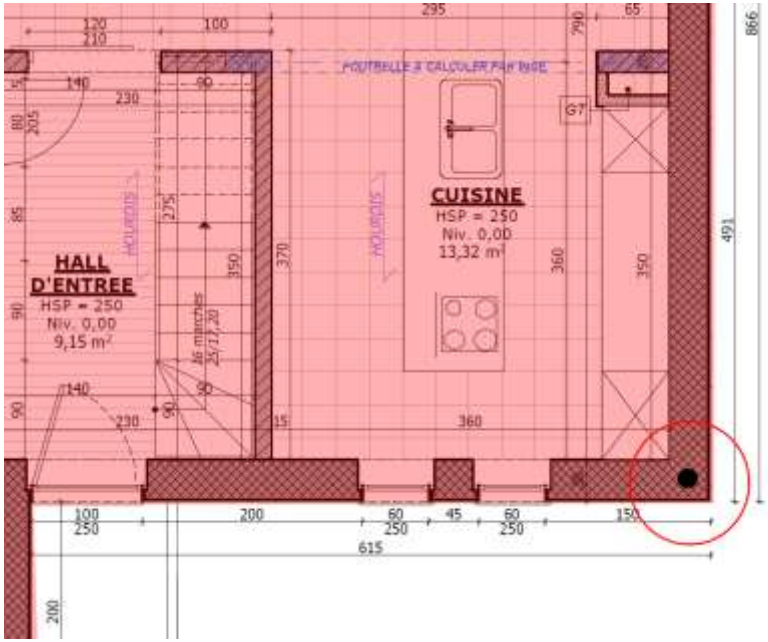
Ψ = 0,007w/mK
f = 0,973
Hr > 97 %

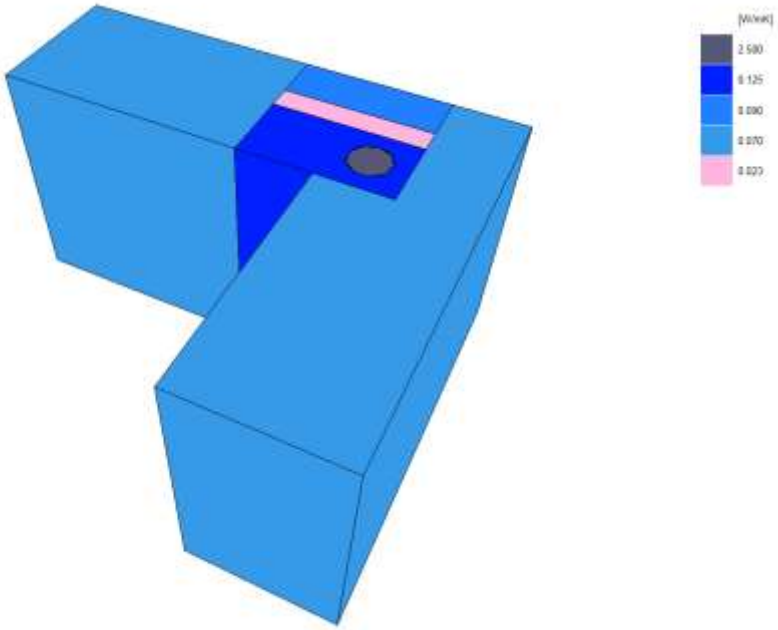


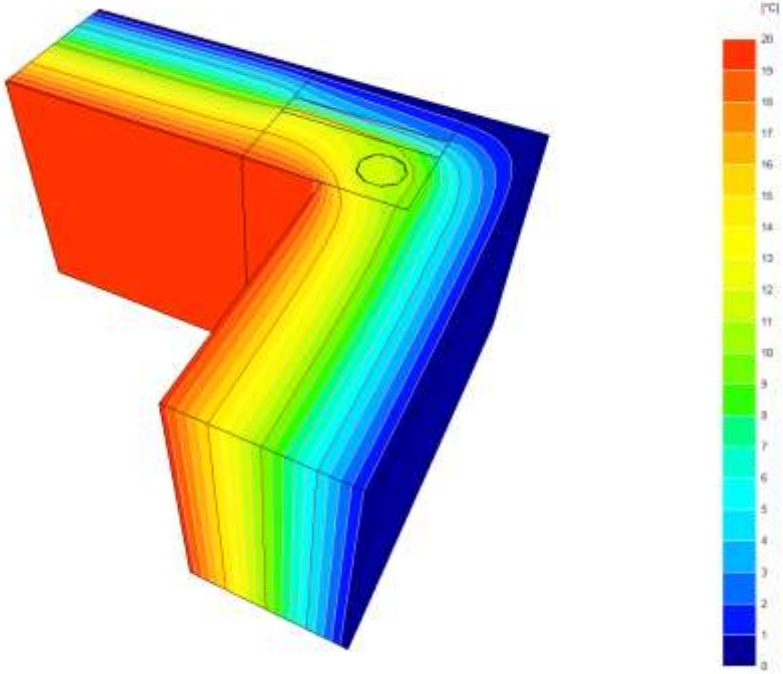


Détail 18 Poteau angle sortant diam. 17 cm

Ψ = -0,085 w/mK
f = 0,910
Hr > 89 %

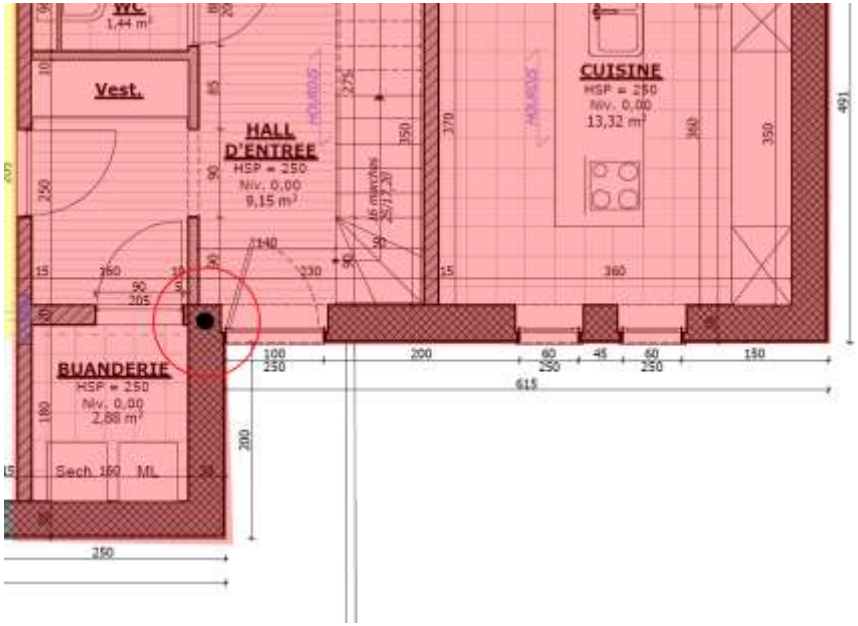


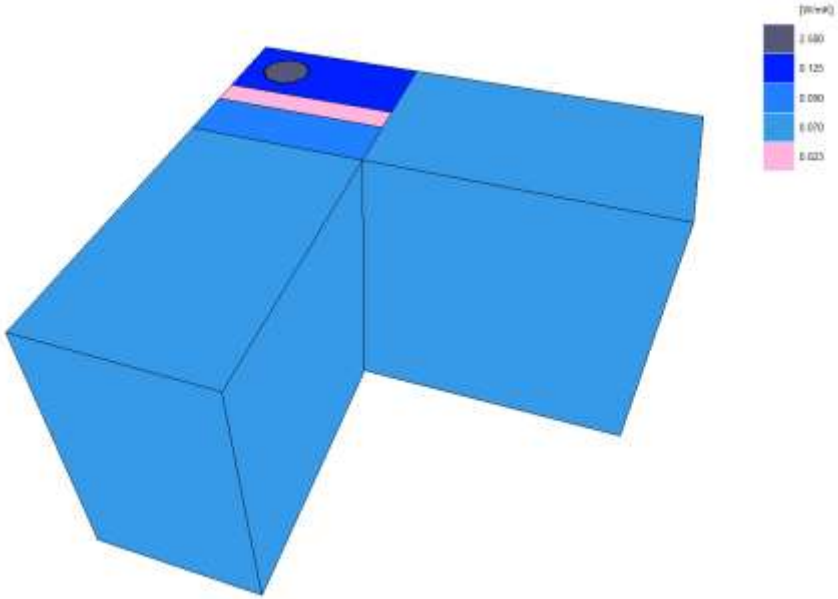


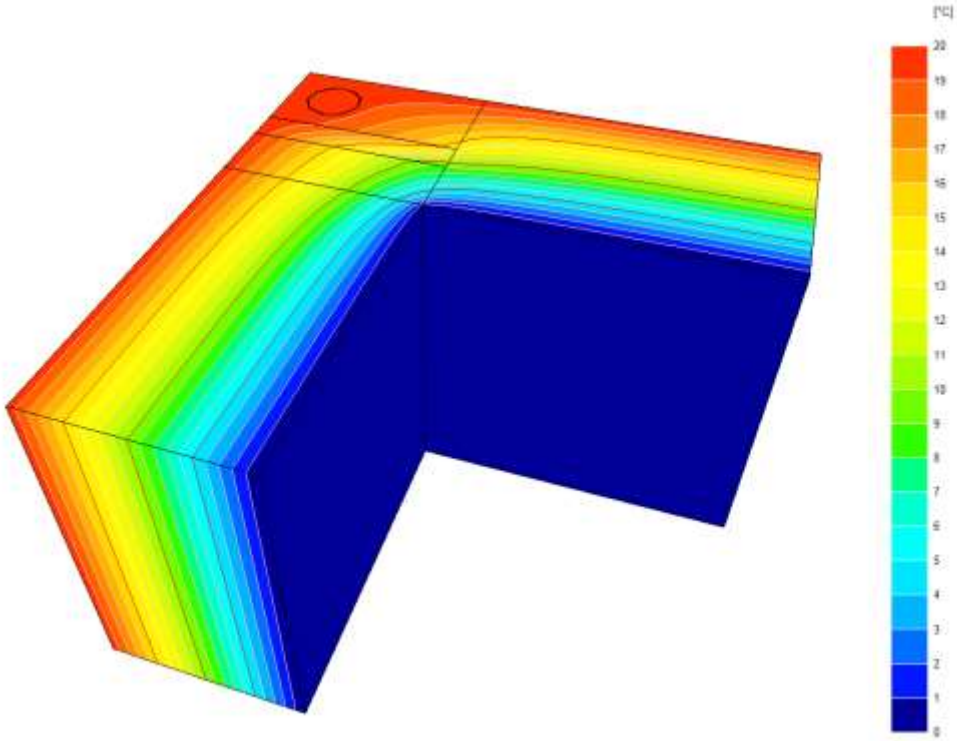


Détail 19 Poteau angle rentrant diam. 17 cm

Ψ = 0,049 w/mK
f = 0,980
Hr > 98 %

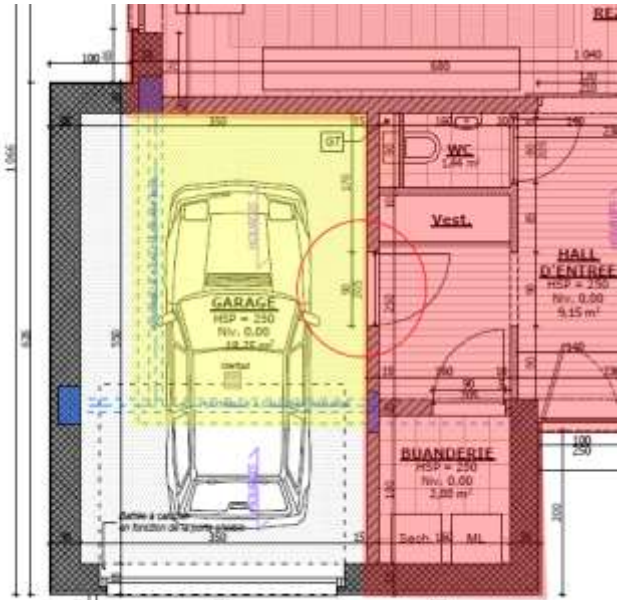


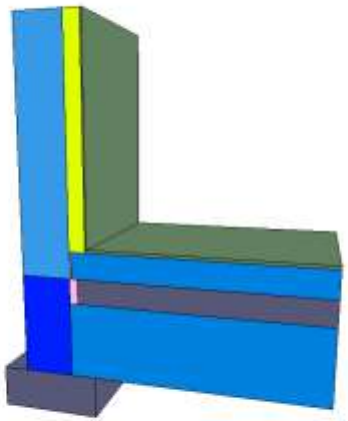


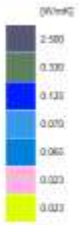


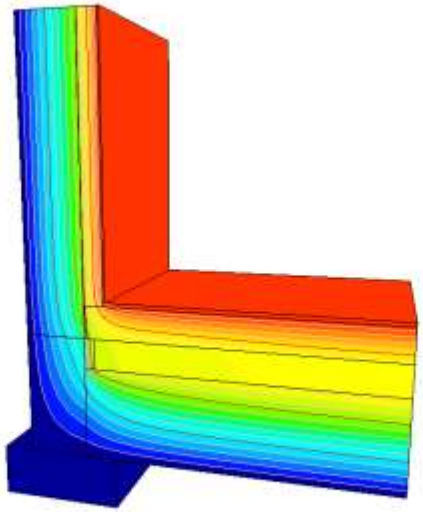
Détail 20 refend garage-partie passive niveau fondation

Ψ = -0,074 w/mK
f = 0,951
Hr > 94 %



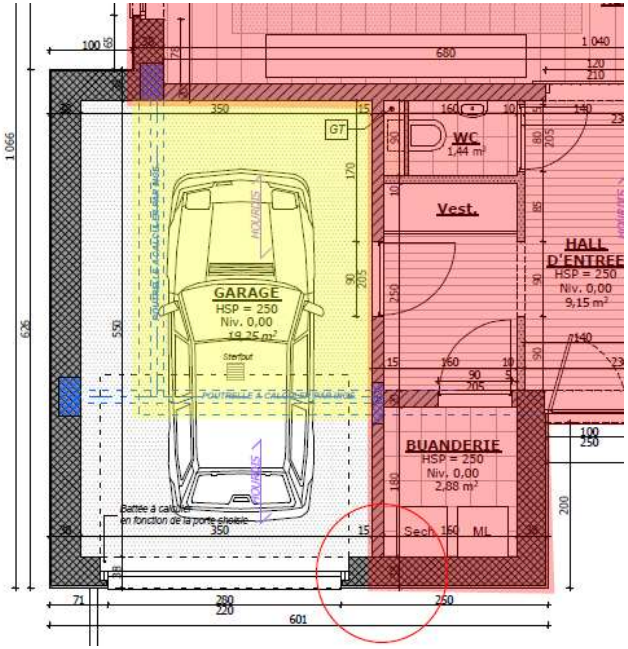


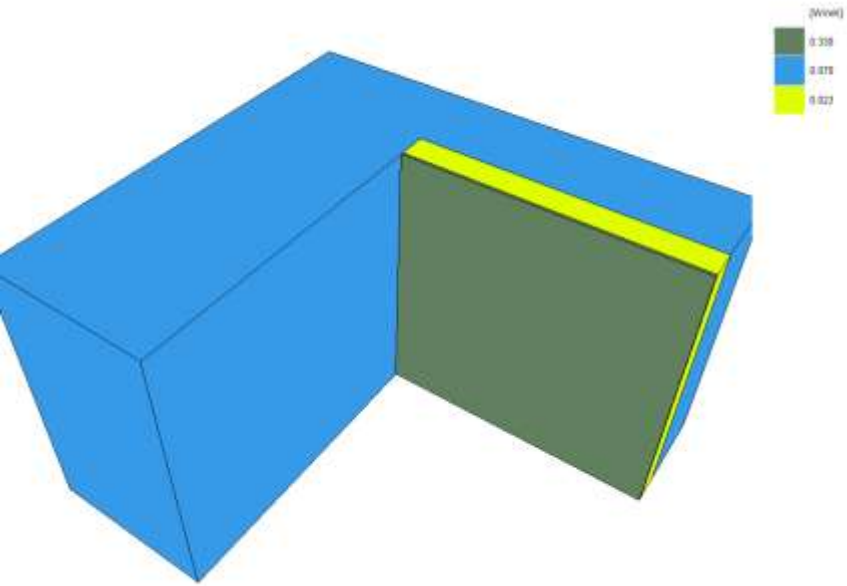


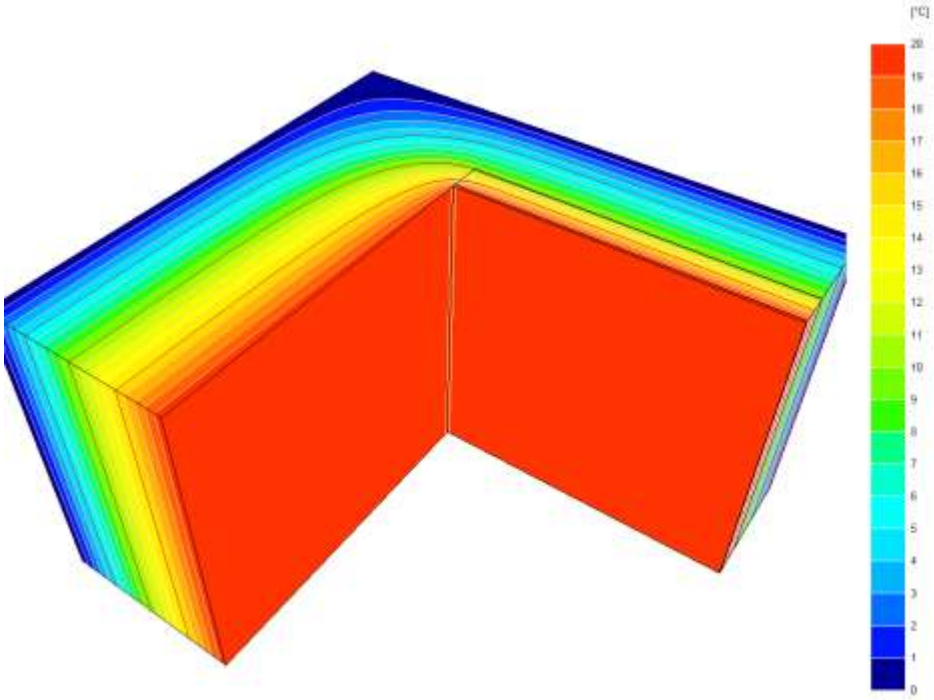


Détail 21

Ψ = -0,081 w/mK
f = 0,932
Hr > 92 %

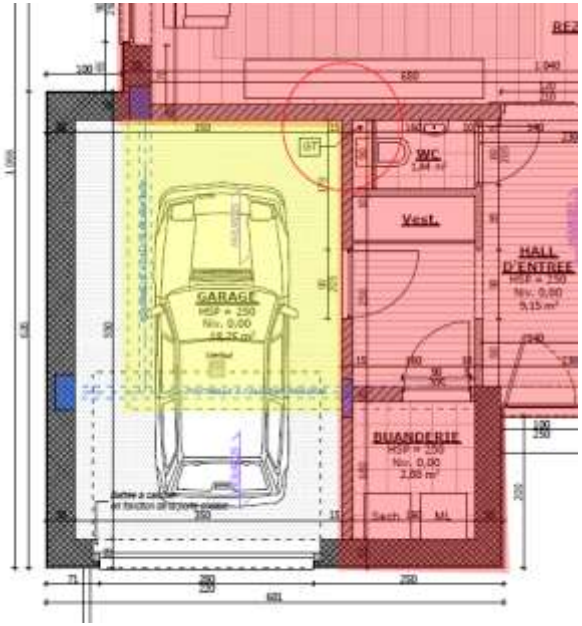


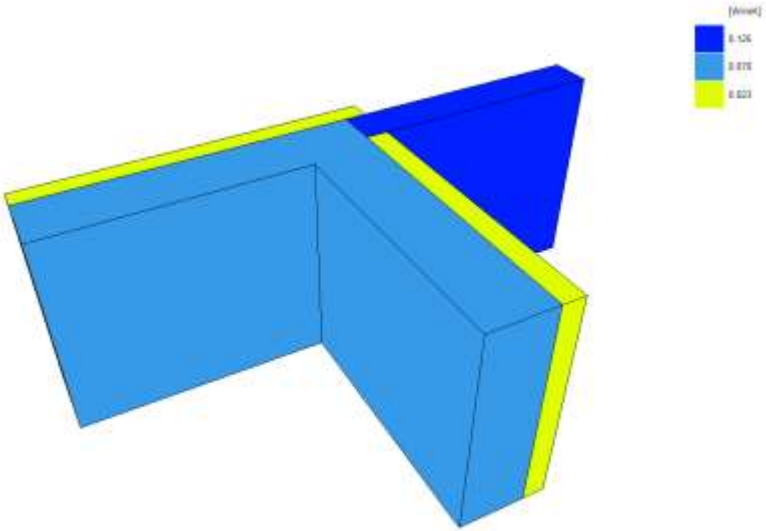


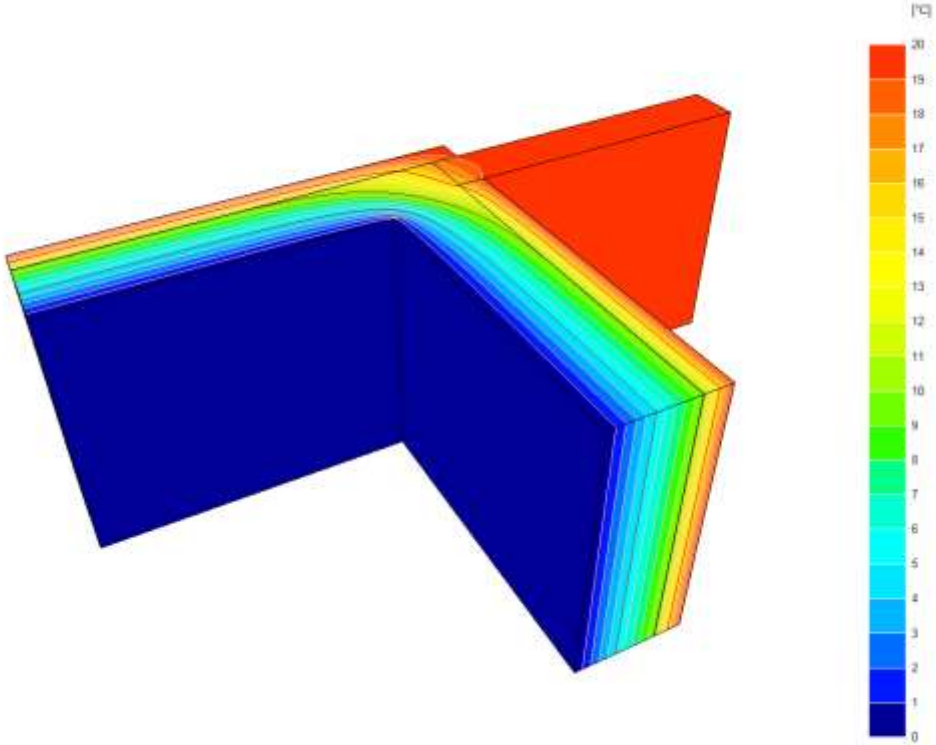


Détail 22

Ψ = 0,043 w/mK
f = 0,963
Hr > 95 %

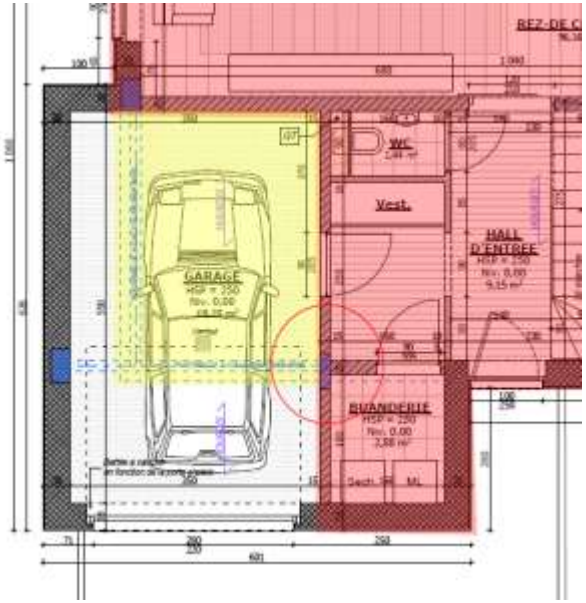


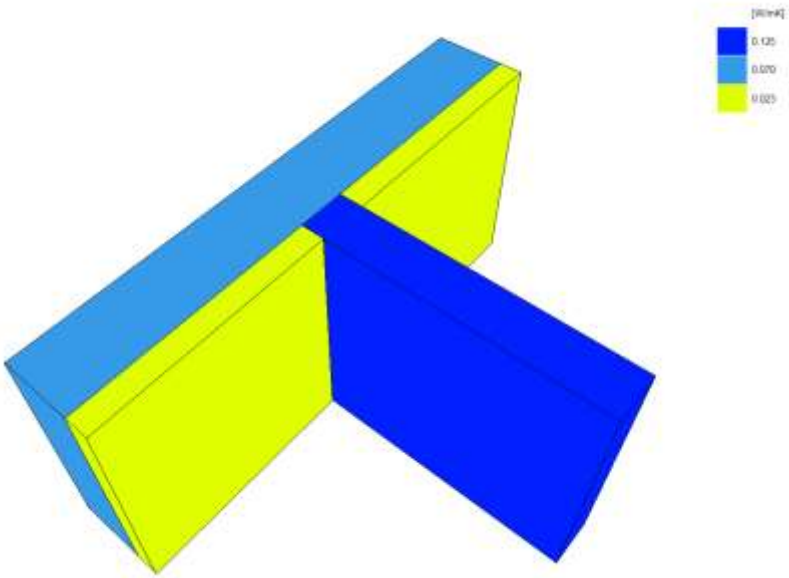


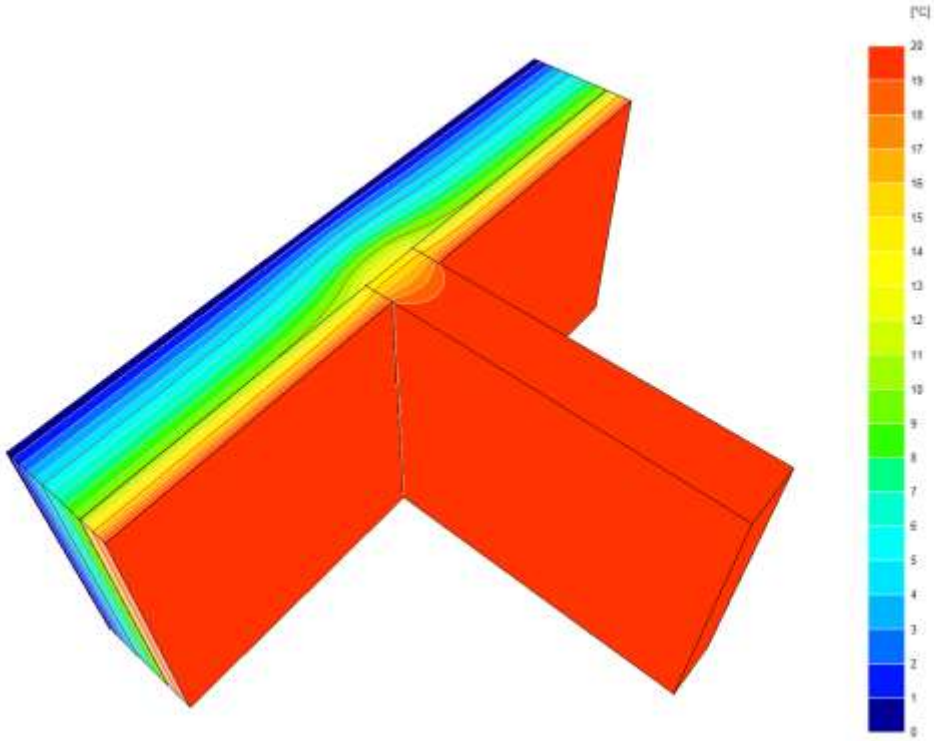


Détail 23

Ψ = 0,019 w/mK
f = 0,936
Hr > 92 %

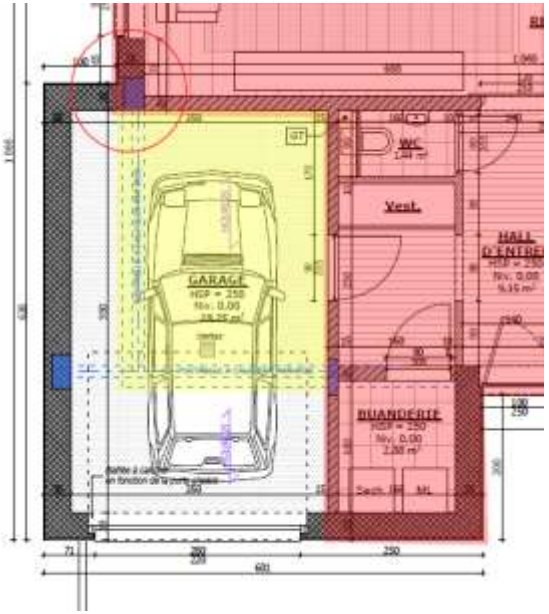


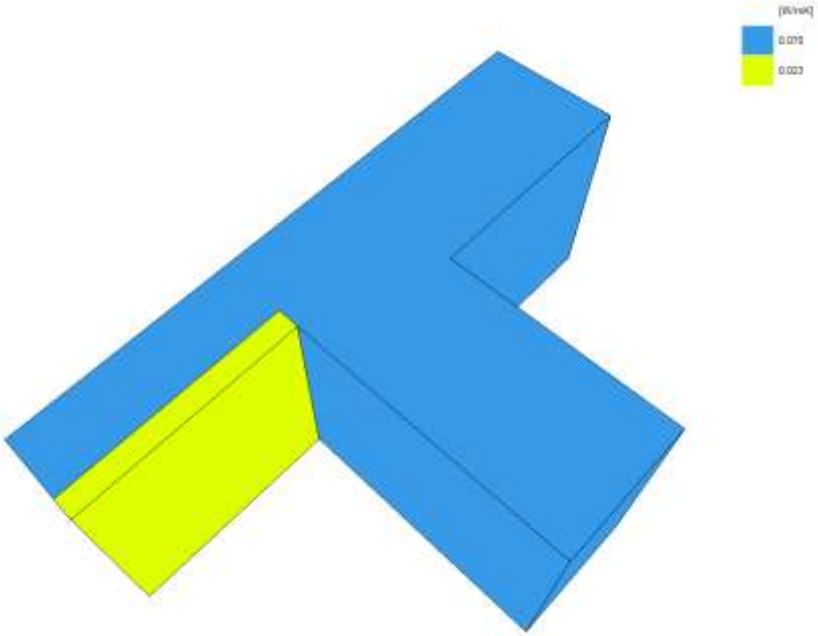


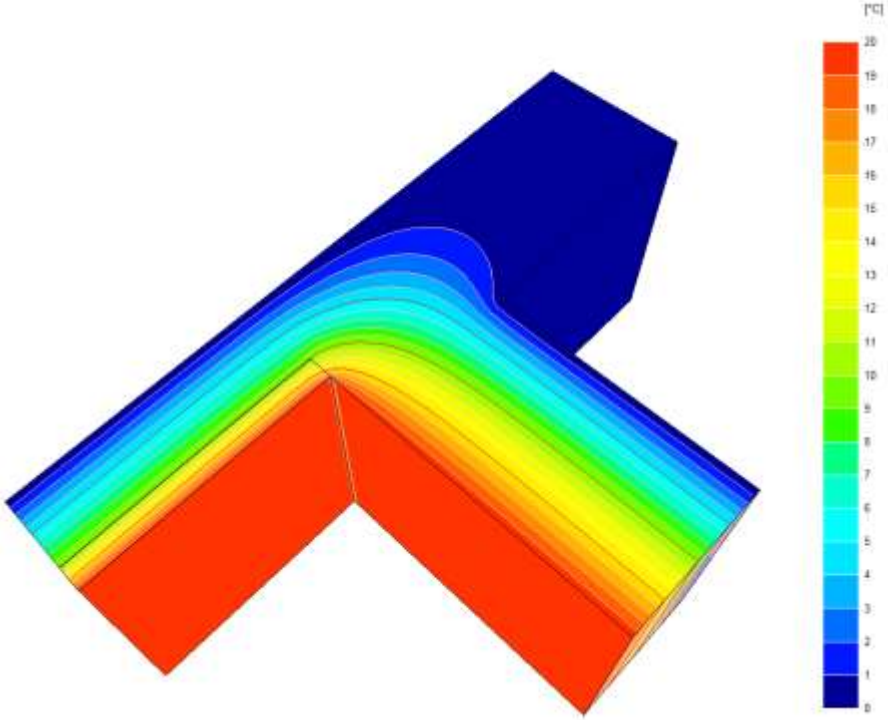


Détail 24

Ψ = -0,084 w/mK
f = 0,902
Hr > 89 %

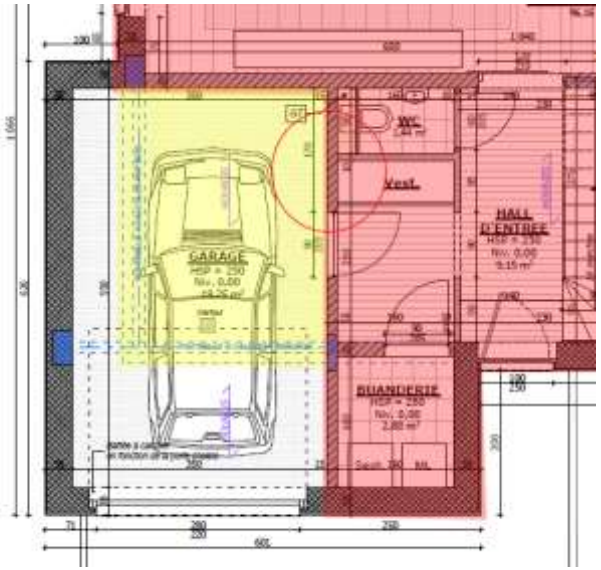


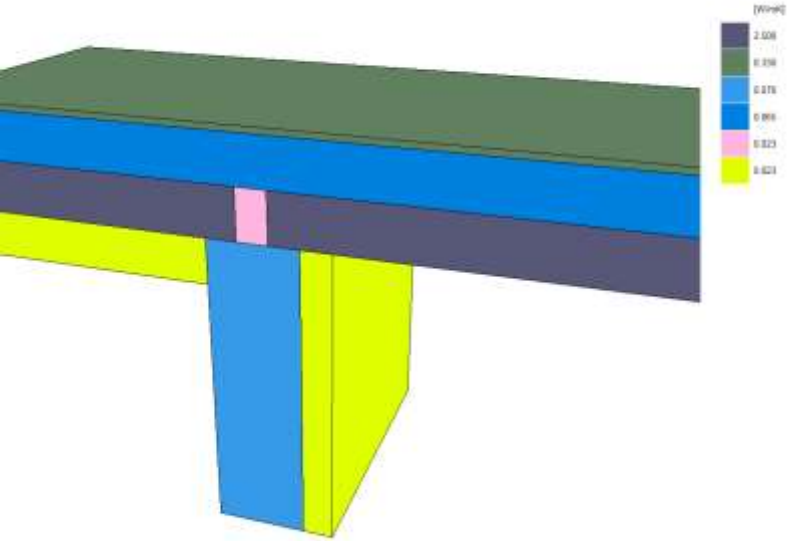


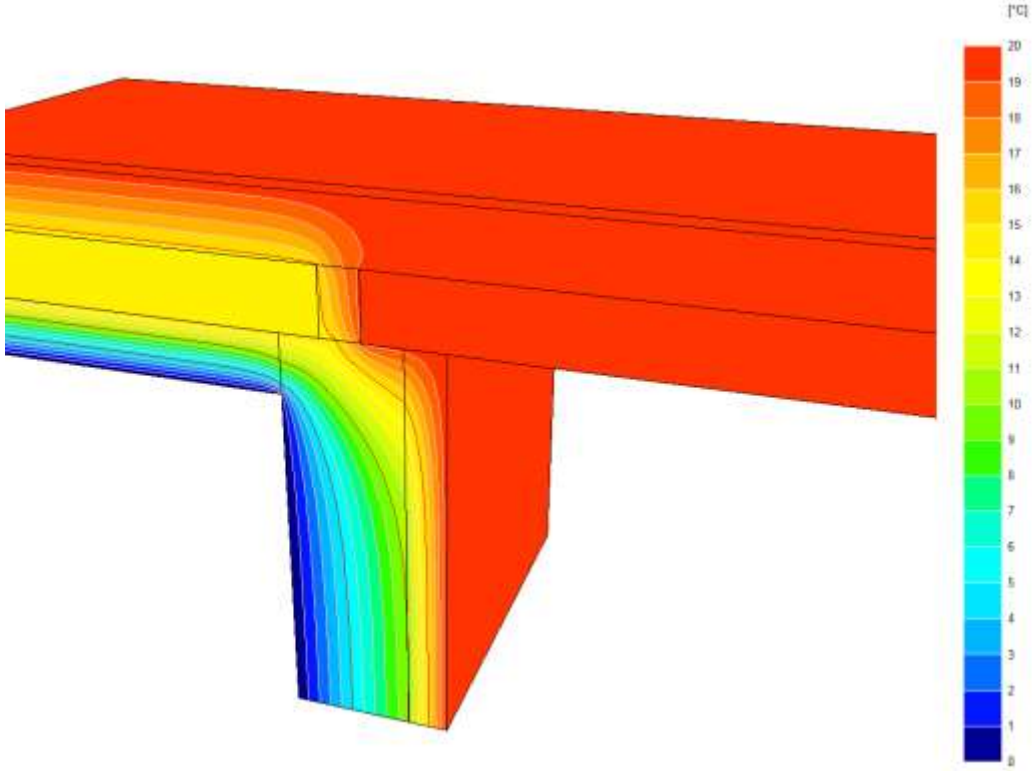


Détail 25 Plancher cvt Rez entre garage et partie passive

Ψ = 0,048 w/mK
f = 0,979
Hr > 97 %

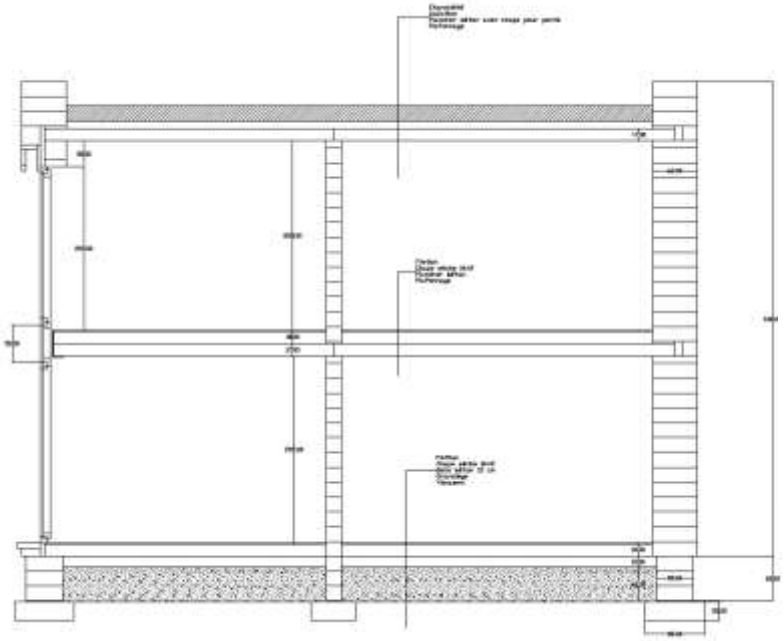






Saisie des ponts thermiques

N° Pont thermique	Dénomination des ponts thermiques	N° Groupe	Attribution au groupe	Quantité	x (	Calcul personnel de la longueur [m]	-	Déduction personnelle de la longueur [m]	)=	Longueur ℓ [m]	Saisie du coefficient de déperdition du pont thermique W/(mK)	Ψ W/(mK)
1	Détail 1	17	Pont thermique dalle sur sol	1	x (	37,27	-		) =	37,27	Détail 1	-0,288
2	Détail 18	15	Pont thermique air extérieur	3	x (	6,20	-		) =	18,60	Détail 18	-0,085
3	Détail 18	15	Pont thermique air extérieur	1	x (	2,90	-		) =	2,90	Détail 18	-0,085
4	Détail 6	15	Pont thermique air extérieur	1	x (	2,85	-		) =	2,85	Détail 6	-0,001
5	Détail 7	15	Pont thermique air extérieur	1	x (	0,70	-		) =	0,70	Détail 7	0,023
6	Détail 8	16	Pont thermique périmètre	1	x (	37,57	-	8,60	) =	28,97	Détail 8	0,027
7	Détail 9	16	Pont thermique périmètre	1	x (	41,40	-	13,15	) =	28,25	Détail 9	0,011
8	Détail 19	15	Pont thermique air extérieur	1	x (	3,30	-		) =	3,30	Détail 19	0,049
9	Détail 12	15	Pont thermique air extérieur	1	x (	6,53	-		) =	6,53	Détail 12	0,024
10	Détail 14	15	Pont thermique air extérieur	1	x (	2,85	-		) =	2,85	Détail 14	-0,001
11	Détail 15	17	Pont thermique dalle sur sol	1	x (	3,87	-		) =	3,87	Détail 15	-0,007
12	Détail 16	17	Pont thermique dalle sur sol	1	x (	3,00	-		) =	3,00	Détail 16	-0,006
13	Détail 20	17	Pont thermique dalle sur sol	1	x (	7,53	-	0,90	) =	6,63	Détail 20	-0,074
14	Détail 21	15	Pont thermique air extérieur	1	x (	2,85	-		) =	2,85	Détail 21	-0,081
15	Détail 22	15	Pont thermique air extérieur	1	x (	2,85	-		) =	2,85	Détail 22	0,043
16	Détail 23	15	Pont thermique air extérieur	1	x (	2,85	-		) =	2,85	Détail 23	0,019
17	Détail 24	15	Pont thermique air extérieur	1	x (	2,85	-		) =	2,85	Détail 24	-0,084
18	Détail 25	16	Pont thermique périmètre	1	x (	7,53	-		) =	7,53	Détail 25	0,048
19	Détail 17	15	Pont thermique air extérieur	3	x (	6,20	-		) =	18,60	Détail 17	0,007
20	Détail 17	15	Pont thermique air extérieur	1	x (	2,90	-		) =	2,90	Détail 17	0,007
21	Détail 18	15	Pont thermique air extérieur	1	x (	3,30	-		) =	3,30	Détail 18	-0,085



Conception passive

DEPERDITION DE CHALEUR PAR LE SOL

Caractéristiques du sol			
Conductivité thermique	λ	2,0	W/(mK)
Chaleur volumique	ρc	2,0	MJ/(m³K)
Prof. de pénétration périodique	δ	3,17	m

Données climatiques			
Temp. moyenne intérieure: hiver	T_i	20,0	°C
Temp. moyenne intérieure: été	T_i	25,0	°C
Temp. moy. à la surface du sol.	$T_{e,m}$	10,6	°C
Amplitude de $T_{e,m}$	$T_{e,\wedge}$	7,6	°C
Durée de la période de chauffe	n	6,7	Mois
Degrés-heures extérieurs	G_t	72,7	kKh/a

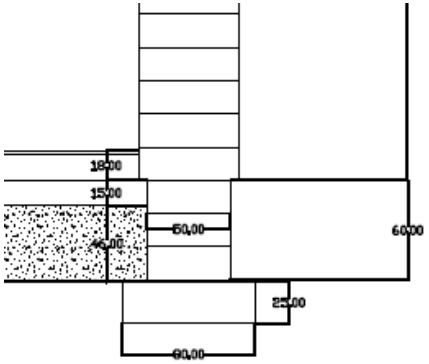
Données du projet							
Surface: dalle sur sol	A	101,2	m²	Valeur U: dalle sur sol	U_f	0,101	W/(m²K)
Périmètre: dalle sur sol	P	46,2	m	Ponts thermiques PT: dalle sur sol	Ψ_B*l	-11,27	W/K
Dim. Caractéristique: dalle sur sol	B'	4,38	m	Valeur U dalle sur sol, PT inclus	U_f'	-0,011	W/(m²K)
				Epaisseur active du sol	d_t	-185,2	m

Type de dalle de sol (ne saisir qu'une cellule)

	Cave chauffée ou dalle sur sol enterrée		Cave non chauffée
x	Dalle sur terre-plein		Dalle sur vide sanitaire ventilé

Cas 1 : dalle sur cave ou dalle sur sol enterrée

Hauteur cave	z		m	Valeur U mur de cave enterré	U_{wK}		W/(m²K)
Complément pour cave non chauffée				Ht. mur de cave au-dessus du sol	h		m
Renvlt. d'air dans cave non chauf.	n	0,20	h^{-1}	Valeur U mur de cave au-dessus du s	U_W		W/(m²K)
Volume de la cave	V		m³	Valeur U dalle sur sol cave	U_{fK}		W/(m²K)



Cas 2 : isolation périmétrique pour dalle sur terre-plein

Largeur/prof. isolation périmétrique	D		m
Epaisseur isolation périmétrique	d_n		m
Cond. therm. isolation périmétrique	λ_n		W/(mK)
Position isolation périmétrique	horizontale		
(saisir qu'une cellule)	verticale		

Cas 3 : dalle sur vide sanitaire ventilé

Valeur U dalle sur vide ventilé	U_{Hohl}		W/(m²K)
Hauteur paroi du vide ventilé	h		m
Valeur U paroi du vide ventilé	U_W		W/(m²K)
Surface ouvertures de ventilation	εP		m²
Vitesse moy. du vent à 10 m d'alti.	v		m/s
Facteur de protection au vent	f_W		-

Déperdition supplémentaire du pont thermique le long du périmètre				Part stationnaire	$\Psi_{P,stat}$*l	1,454	W/K
Déphasage	β		Mois	Part harmonique	$\Psi_{P,harm}$*l		W/K

Correction en présence d'une nappe phréatique

Prof. du niv. de la nappe phréatique	z_w		m	Conductance des parois en contact avec le sol (sans sol)	L_{reg}	0,36	W/K
Vitesse d'écoulement	q_w		m/d	Standard relatif d'isolation	d_t/B'	127,82	-
				Profondeur relative de la nappe phréatique	z_w/B'	0,00	-
Facteur de corr. de la nappe phréatiq	G_w		-	Vit. d'écoulement relative de la nappe phréatique	l/B'		-

Conception passive
CHASSIS CERTIFIÉS

Saisie des vitrages à partir de la ligne: 2

	TYPE	Valeur U_f	Dimension châssis				Pont therm.	Pont therm.
N° de liste	Châssis	Châssis	Largeur gauche	Largeur droite	Largeur en bas	Largeur en haut	$\Psi_{espaceur}$	$\Psi_{mise\ en\ oeuvre}$
		W/(m²K)	m	m	m	m	W/(mK)	W/(mK)
1	PVC Elith Pierret System	0,68	0,088	0,088	0,088	0,088	0,050	1,000
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								

Conception passive
VITRAGE SUIVANT CERTIFICAT

Saisie des châssis à partir de la ligne: 71

	TYPE		
N° de liste	Vitrage	Facteur solaire (valeur g)	Valeur U_g du vitrage
			W/(m²K)
1	Pierret Sys Iso A+++	0,500	0,500
2	Panneau opaque isolé	0,000	0,730
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			

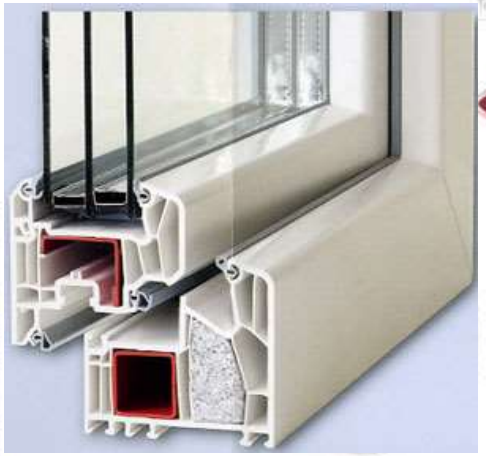


Tableau thermique

Pack thermique	Vitrage	Ug (W/m²K)	FS (facteur solaire)	Intercalaire	Uw (W/m²K)
Standard		1,1	0,63	Alu	1,27
Iso		1,1	0,63	Thermix	1,16
Iso A+++		0,5	0,50	Swisspacer V	0,68

Conception passive

FACTEUR DE REDUCTION DU RAYONNEMENT SOLAIRE, VALEUR U DES FENETRES

Projet: Bâtiment Cellumat ép. 55cm Lambda 0,07

Besoin de chaleur de chauffage: 12 kWh/(m²a)

Degrés heures: 72,7

Climat: F - Paris

Orientation des surfaces des fenêtres	Rayonnement global (points cardinaux)	Ombrage	Facteur de saillisure	Rayonnement incident non perpendiculaire	Clair de vitrage	Facteur solaire (valeur g)	Facteur de réduction du rayonnement	Surface des fenêtres	Valeur U des fenêtres	Surface de vitrage	Rayonnement global moyen	Déperditions conductives	Apports solaires
maximal:	kWh/(m²a)	0,75	0,95	0,85				m²	W/(m²K)	m²	kWh/(m²a)	kWh/a	kWh/a
nord	95	0,83	0,95	0,85	0,693	0,43	0,46	10,37	0,84	7,2	95	634	194
est	211	0,82	0,95	0,85	0,749	0,50	0,49	5,93	0,80	4,4	211	344	309
sud	399	0,95	0,95	0,85	0,812	0,46	0,62	24,99	0,71	20,3	399	1293	2850
ouest	213	0,80	0,95	0,85	0,758	0,50	0,49	4,40	0,78	3,3	213	251	228
horizontal	326	0,75	0,95	0,85	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	326	0	0
		Somme ou moyenne sur toutes les fenêtres				0,46	0,56	45,68	0,76	35,3		2523	3581

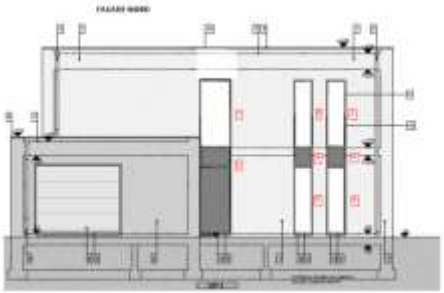
					Dimension "jour fini" de la fenêtre		Montage		Vitrage		Châssis		Facteur solaire (valeur g)	Valeur U		Dimension du châssis				Mise en œuvre				Valeur Ψ		Résultats			
Quantité	Description	Ecart par rapport à l'orientation nord	Inclinaison par rapport à l'horizontale	Orientation	Largeur	Hauteur	dans la paroi de la feuille "Surfaces"	N°	Choix des vitrages de la feuille "Fenêtres types"	N°	Choix des châssis de la feuille "Fenêtres types"	N°	Rayonnement perpendiculaire	Vitrage	Châssis	Largeur gauche	Largeur droite	Largeur en bas	Largeur en haut	gauche 1/0	droite 1/0	en bas 1/0	en haut 1/0	$\Psi_{espaceur}$	$\Psi_{mise\ en\ oeuvre}$	Surface de fenêtre	Surface de vitrage	Valeur U fenêtre	Clair de vitrage
		Degré	Degré		m	m	sélectionner:		sélectionner:		sélectionner:		-	W/(m²K)	W/(m²K)	m	m	m	m					W/(mK)	W/(mK)	m²	m²	W/(m²K)	%
1	Ch1	0	90	nord	1,100	0,870	Mur ext NORD	2	Panneau opaque	2	PVC Eith Pierret	1	0,00	0,73	0,68	0,09	0,09	0,09	0,09	0,021	0,021	0	0	0,050	1,000	1,0	0,64	0,92	0,67
1	Ch2	0	90	nord	1,100	2,100	Mur ext NORD	2	Pierret Sys Iso A	1	PVC Eith Pierret	1	0,50	0,50	0,68	0,09	0,09	0,09	0,09	0,021	0,021	0	0,136	0,050	1,000	2,3	1,78	0,77	0,77
2	Ch3	0	90	nord	0,700	2,100	Mur ext NORD	2	Pierret Sys Iso A	1	PVC Eith Pierret	1	0,50	0,50	0,68	0,09	0,09	0,09	0,09	0,021	0,021	0	0,136	0,050	1,000	2,9	2,02	0,85	0,69
2	Ch4	0	90	nord	0,700	0,550	Mur ext NORD	2	Panneau opaque	2	PVC Eith Pierret	1	0,00	0,73	0,68	0,09	0,09	0,09	0,09	0,021	0,021	0	0	0,050	1,000	0,8	0,39	1,00	0,51
2	Ch5	0	90	nord	0,700	2,420	Mur ext NORD	2	Pierret Sys Iso A	1	PVC Eith Pierret	1	0,50	0,50	0,68	0,09	0,09	0,09	0,09	0,021	0,021	0,125	0	0,050	1,000	3,4	2,35	0,83	0,69
								0		0		0																	
1	Ch6	180	90	sud	1,000	2,420	Mur ext SUD	1	Pierret Sys Iso A	1	PVC Eith Pierret	1	0,50	0,50	0,68	0,09	0,09	0,09	0,09	0,021	0,021	0,125	0	0,050	1,000	2,4	1,85	0,76	0,76
1	Ch7	180	90	sud	1,000	0,850	Mur ext SUD	1	Panneau opaque	2	PVC Eith Pierret	1	0,00	0,73	0,68	0,09	0,09	0,09	0,09	0,021	0,021	0	0	0,050	1,000	0,9	0,56	0,93	0,65
1	Ch8	180	90	sud	1,000	0,800	Mur ext SUD	1	Pierret Sys Iso A	1	PVC Eith Pierret	1	0,50	0,50	0,68	0,09	0,09	0,09	0,09	0,021	0,021	0	0	0,050	1,000	0,8	0,51	0,79	0,64
1	Ch9	180	90	sud	1,000	1,300	Mur ext SUD	1	Pierret Sys Iso A	1	PVC Eith Pierret	1	0,50	0,50	0,68	0,09	0,09	0,09	0,09	0,021	0	0	0,071	0,050	1,000	1,3	0,93	0,78	0,71
1	Ch10	180	90	sud	3,000	1,300	Mur ext SUD	1	Pierret Sys Iso A	1	PVC Eith Pierret	1	0,50	0,50	0,68	0,09	0,09	0,09	0,09	0	0,021	0,034	0,071	0,050	1,000	3,9	3,17	0,72	0,81
1	Ch11	180	90	sud	3,100	2,420	Mur ext SUD	1	Pierret Sys Iso A	1	PVC Eith Pierret	1	0,50	0,50	0,68	0,09	0,09	0,09	0,09	0,021	0,021	0,125	0	0,050	1,000	7,5	6,56	0,66	0,87
1	Ch12	180	90	sud	3,100	0,550	Mur ext SUD	1	Panneau opaque	2	PVC Eith Pierret	1	0,00	0,73	0,68	0,09	0,09	0,09	0,09	0,021	0,021	0	0	0,050	1,000	1,7	1,09	0,92	0,64
1	Ch13	180	90	sud	3,100	2,100	Mur ext SUD	1	Pierret Sys Iso A	1	PVC Eith Pierret	1	0,50	0,50	0,68	0,09	0,09	0,09	0,09	0,021	0,021	0	0,071	0,050	1,000	6,5	5,63	0,65	0,86
								0		0		0																	
1	Ch14	270	90	ouest	1,000	2,200	Mur ext OUEST	3	Pierret Sys Iso A	1	PVC Eith Pierret	1	0,50	0,50	0,68	0,09	0,09	0,09	0,09	0,021	0,021	0,035	0,073	0,050	1,000	2,2	1,67	0,76	0,76
1	Ch15	270	90	ouest	1,000	2,200	Mur ext OUEST	3	Pierret Sys Iso A	1	PVC Eith Pierret	1	0,50	0,50	0,68	0,09	0,09	0,09	0,09	0,021	0,021	0,125	0,073	0,050	1,000	2,2	1,67	0,81	0,76
								0		0		0																	
1	Ch16	90	90	est	1,700	0,900	Mur ext EST	4	Pierret Sys Iso A	1	PVC Eith Pierret	1	0,50	0,50	0,68	0,09	0,09	0,09	0,09	0,021	0,021	0,034	0,073	0,050	1,000	1,5	1,10	0,84	0,72
1	Ch17	90	90	est	1,000	2,200	Mur ext EST	4	Pierret Sys Iso A	1	PVC Eith Pierret	1	0,50	0,50	0,68	0,09	0,09	0,09	0,09	0,021	0,021	0,035	0,073	0,050	1,000	2,2	1,67	0,76	0,76
1	Ch18	90	90	est	1,000	2,200	Mur ext EST	4	Pierret Sys Iso A	1	PVC Eith Pierret	1	0,50	0,50	0,68	0,09	0,09	0,09	0,09	0,021	0,021	0,125	0,073	0,050	1,000	2,2	1,67	0,81	0,76

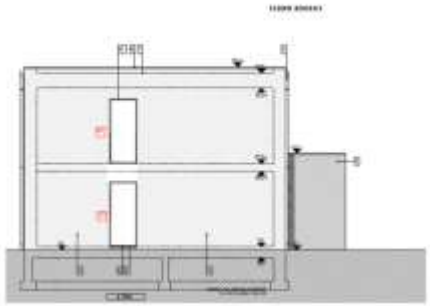
Conception passive

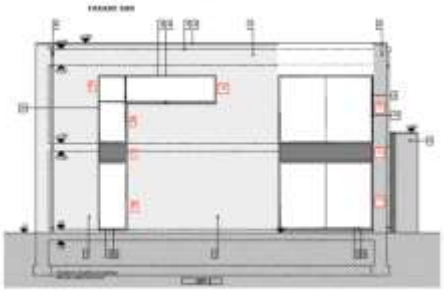
CALCUL DES SUPERFICIES

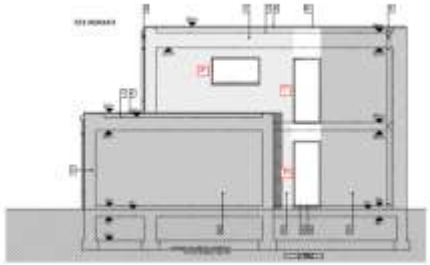
Projet: Bâtiment Cellumat ép. 55cm Lambda 0,07 | Besoin de chauf. 12 kWh/(m²a)

Récapitulatif							Aperçu des éléments de construction	Moyenne des valeurs U [W/(m²K)]
N° de groupe	Groupe de surface	Zone de température	Surface	Unité	Remarque			
1	Surface de référence énergétique A_{RE}		154,27	m²	*Surface de plancher chauffé à l'intérieur de l'enveloppe thermique (volume protégé)*			
2	Fenêtre nord	A	10,37	m²	Les résultats proviennent de la feuille "Fenêtres"		Fenêtre nord	0,842
3	Fenêtre est	A	5,93	m²			Fenêtre est	0,799
4	Fenêtre sud	A	24,99	m²			Fenêtre sud	0,712
5	Fenêtre ouest	A	4,40	m²			Fenêtre ouest	0,785
6	Fenêtre horizontale	A	0,00	m²			Fenêtre horizontale	
7	Porte extérieure	A	4,62	m²	*Déduire soi-même la surface de la porte extérieure dans l'élément de construction correspondant.*		Porte extérieure	0,750
8	Paroi en contact avec l'air extérieur	A	240,28	m²	*Déduction automatique des surfaces des fenêtres suivant les superficies renseignées dans la feuille "Fenêtre".*		Paroi en contact avec l'air exté	0,133
9	Paroi en contact avec le sol	B	0,00	m²	*La zone de température "A" est l'air extérieur.*		Paroi en contact avec le sol	
10	Toiture/plancher en contact avec l'air extérieur	A	118,59	m²	*La zone de température "B" est le sol.*		Toiture/plancher en contact av	0,112
11	Dalle sur sol	B	101,02	m²			Dalle sur sol	0,101
12			0,00	m²	*Les zones de températures "A", "B", "D","P" et "X" peuvent êtres utilisées. Ne PAS utiliser "I"*			
13			0,00	m²	*Les zones de températures "A", "B", "D","P" et "X" peuvent êtres utilisées. Ne PAS utiliser "I"*	Facteur à X		
14		X	0,00	m²	*Zone de température "X": saisir ici le facteur de pondération de la temp. (0 < f_t < 1):*	67%		
							Aperçu des déperditions des ponts thermiques	Ψ [W/(mK)]
15	Pont thermique air extérieur	A	73,93	m	*unité en mètre courant*		Pont thermique air extérieur	-0,026
16	Pont thermique périmètre	P	64,75	m	*unité en mètre courant; la zone de température "P" correspond au périmètre (voir feuille sol)*		Pont thermique périmètre	0,022
17	Pont thermique dalle sur sol	B	50,77	m	*unité en mètre courant*		Pont thermique dalle sur sol	-0,222
18	Paroi mitoyenne (vers voisin)	I	0,00	m²	*Pas de déperdition de chaleur, uniquement tenir compte pour le dim. de la puissance de chauffage.*		Paroi mitoyenne (vers voisin)	
Somme des parois déperditives de l'enveloppe			510,19	m²			U moyen de l'enveloppe	0,160









Conception passive

CALCUL DES FACTEURS D'OMBRAGE

Climat: F - Paris

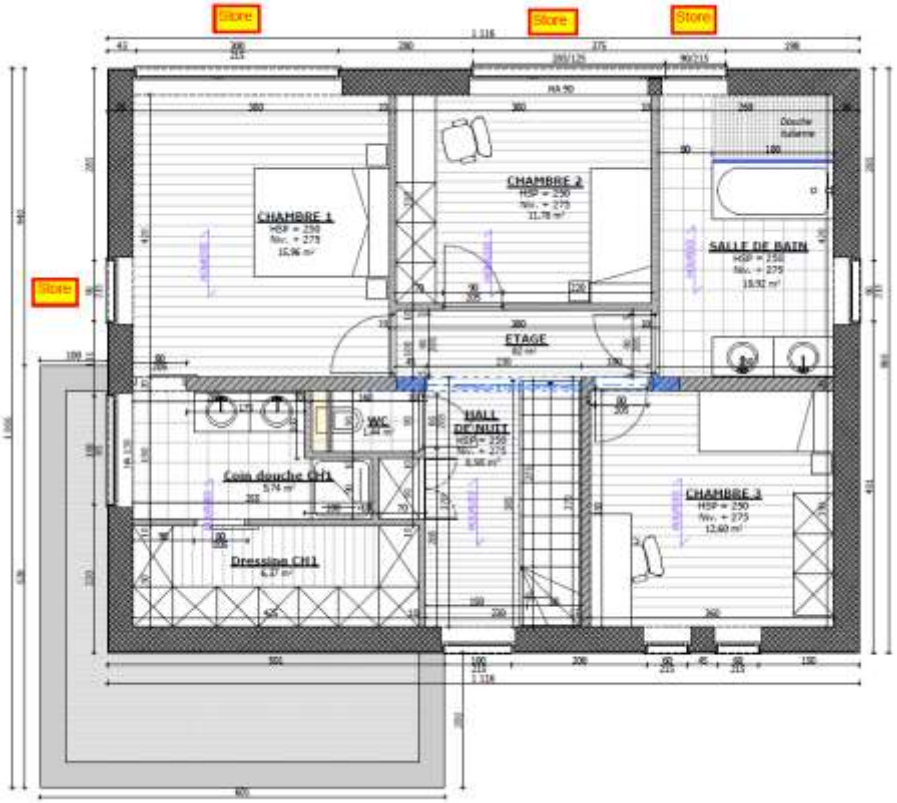
Projet: Bâtiment Collumat ép. 55cm Lambda 0,07

Latitude: 48,87 °

Orientation	Surface de vitrage m²	Facteur de réduction r_v
nord	7,18	79%
est	4,44	74%
sud	20,30	93%
ouest	3,34	74%
horizontal	0,00	100%

Quantité	Description	Ecart par rapport à l'orientation nord	Inclinaison par rapport à l'horizontale	Orientation	Largeur du vitrage	Hauteur du vitrage	Surface de vitrage	Hauteur de l'objet qui crée l'ombrage	Distance horizontale	Profondeur ébrasement	Distance entre le bord du vitrage et l'ébrasement	Profondeur du débordant	Distance entre le haut du bord du vitrage et le débordant	Facteur d'ombrage supplémentaire	Facteur de réduction ombrage horizontal	Facteur de réduction ombrage ébrasement	Facteur de réduction ombrage débordant	Total facteur de réduction d'ombrage
		Degré	Degré		m	m		m	m	m	m	m	m	%	%	%	%	%
					b_F	h_F	A_v	h_{Hori}	a_{Hori}	$U_{ébrasement}$	$a_{ébrasement}$	U_{haut}	a_{haut}	r_{so}	r_H	r_L	r_U	r_V
1	Ch1	0	90	nord	0,92	0,69	0,6			0,27	0,090				100%	87%	100%	87%
1	Ch2	0	90	nord	0,92	1,92	1,8			0,27	0,090	0,27	0,09		100%	87%	93%	81%
2	Ch3	0	90	nord	0,52	1,92	2,0			0,27	0,090	0,27	0,09		100%	80%	93%	75%
2	Ch4	0	90	nord	0,52	0,37	0,4			0,27	0,090				100%	80%	100%	80%
2	Ch5	0	90	nord	0,52	2,24	2,4			0,27	0,090				100%	80%	100%	80%
1	Ch6	180	90	sud	0,82	2,24	1,8			0,27	0,09				100%	89%	100%	89%
1	Ch7	180	90	sud	0,82	0,67	0,6			0,27	0,09				100%	89%	100%	89%
1	Ch8	180	90	sud	0,82	0,62	0,5			0,27	0,09				100%	89%	100%	89%
1	Ch9	180	90	sud	0,82	1,12	0,9			0,27	0,09	0,27	0,09		100%	89%	94%	84%
1	Ch10	180	90	sud	2,82	1,12	3,2			0,27	0,09	0,27	0,09		100%	96%	94%	90%
1	Ch11	180	90	sud	2,92	2,24	6,6			0,27	0,09				100%	96%	100%	96%
1	Ch12	180	90	sud	2,92	0,37	1,1			0,27	0,09				100%	96%	100%	96%
1	Ch13	180	90	sud	2,92	1,92	5,6			0,27	0,09	0,27	0,09		100%	96%	96%	93%
1	Ch14	270	90	ouest	0,82	2,02	1,7			0,27	0,09	0,27			100%	80%	93%	74%
1	Ch15	270	90	ouest	0,82	2,02	1,7			0,27	0,09	0,27			100%	80%	93%	74%
1	Ch16	90	90	est	1,52	0,72	1,1			0,27	0,09	0,27	0,09		100%	87%	85%	74%
1	Ch17	90	90	est	0,82	2,02	1,7			0,27	0,09	0,27	0,09		100%	80%	93%	74%
1	Ch18	90	90	est	0,82	2,02	1,7			0,27	0,09	0,27	0,09		100%	80%	93%	74%

Position des stores ext.



Conception passive

CALCUL DES FACTEURS D'OMBRAGE D'ETE

Ville: F - Nancy

Projet: Bâtiment Collectif Ep. Ville Cambrin 1.57

Latitude: 48,67

Été:

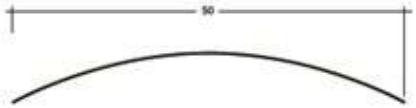
Orientation	Surface de vitrage	Facteur de réduction ESTIVALE
	m²	τ_e
nord	7,18	85%
Est	4,44	25%
sud	20,20	5%
ouest	3,34	47%
horizontal	0,00	100%

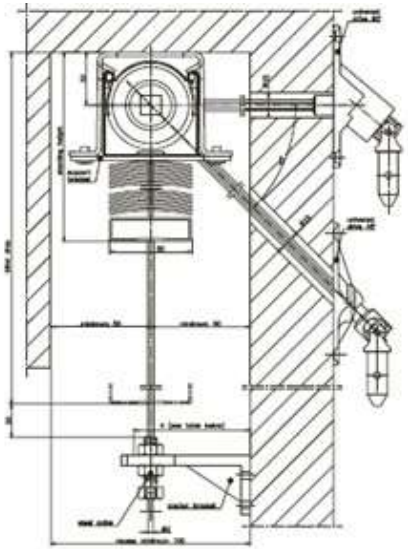
Résultats de la feuille "Eté":

Surchauffe estivale $h_{U,e\,max}$: 0,0%

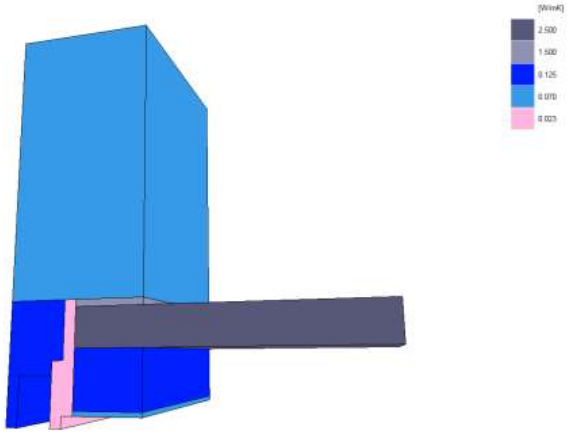
Cellules de saisie

Quantité	Description	Écart par rapport à l'orientation nord	Inclinaison par rapport à l'horizontale	Orientation	Largeur du vitrage	Hauteur du vitrage	Surface du vitrage	Facteur du fuligé sur vitre Fenêtrage	Distance horizontale	Profondeur dévoiement	Distance entre le haut du vitrage et l'élévoiement	Profondeur du débordant	Distance entre le haut du bord du vitrage et le débordant	Facteur de réduction d'ombrage supplémentaire (ffs)	Eté: Facteur de réduction pour protection solaire temporaire	Eté: Facteur de réduction ombrage horizontale	Eté: Facteur de réduction ombrage dévoiement	Eté: Facteur de réduction ombrage débordant	Facteur total de réduction d'ombrage
		Degré	Degré		m	m	m²	-	m	m	m	m	m	%	%	%	%	%	%
					L_w	h_w	A_w	$F_{fuligé}$	d_{hor}	$d_{dévoiement}$	$d_{dévoiement}$	$d_{débordant}$	$d_{débordant}$	f_{fs}		f_{hor}	$f_{dévoiement}$	$f_{débordant}$	f_{tot}
1	Ch1	0	90	nord	0,83	1,69	1,4			0,27	0,09					100%	88%	100%	88%
1	Ch2	0	90	nord	0,83	1,69	1,4			0,27	0,09	0,27	0,09			100%	88%	38%	84%
1	Ch3	0	90	nord	0,83	1,69	1,4			0,27	0,09	0,27	0,09			100%	82%	38%	80%
2	Ch4	0	90	sud	0,83	2,27	3,4			0,27	0,09					100%	82%	100%	82%
2	Ch5	0	90	sud	0,83	2,28	3,4			0,27	0,09					100%	82%	100%	82%
1	Ch6	180	90	sud	0,83	2,28	1,8			0,27	0,09				0%	100%	82%	100%	0%
1	Ch7	180	90	sud	0,83	2,27	1,8			0,27	0,09				0%	100%	82%	100%	0%
1	Ch8	180	90	sud	0,83	2,12	1,8			0,27	0,09				0%	100%	85%	100%	0%
1	Ch9	180	90	sud	0,83	1,12	0,9			0,27	0,09	0,27	0,09		0%	100%	85%	85%	4%
1	Ch10	180	90	sud	2,83	1,13	3,2			0,27	0,09	0,27	0,09		0%	100%	95%	85%	5%
1	Ch11	180	90	sud	2,83	2,28	6,4			0,27	0,09				0%	100%	95%	100%	0%
1	Ch12	180	90	sud	2,83	1,27	3,6			0,27	0,09				0%	100%	90%	100%	0%
1	Ch13	180	90	sud	2,83	1,22	3,4			0,27	0,09	0,27	0,09		0%	100%	90%	94%	0%
1	Ch14	270	90	ouest	0,83	2,02	1,7			0,27	0,09	0,27	0,09			100%	52%	57%	83%
1	Ch15	270	90	ouest	0,83	2,02	1,7			0,27	0,09	0,27	0,09		0%	100%	52%	57%	0%
1	Ch16	90	90	est	1,83	0,78	1,1			0,27	0,09	0,27	0,09			100%	95%	88%	84%
1	Ch17	90	90	est	0,83	2,02	1,7			0,27	0,09	0,27	0,09		0%	100%	92%	98%	0%
1	Ch18	90	90	est	0,83	2,02	1,7			0,27	0,09	0,27	0,09	30%	0%	100%	92%	98%	0%





A	70	90	110	130	150	170



Conception passive

VENTILATION

Projet: Bâtiment Collumat 8p. 50cm Lambda 0,065

Surface de référence énergétique A_{ER}	m²	154	(feuille Surfaces)
Hauteur sous plafond h	m	2,5	(feuille Besoin de chaleur de chauffage)
Volume d'air ventilé (A_{ER}*h) = V_L	m³	386	(feuille Besoin de chaleur de chauffage)

Dimensionnement du système de ventilation - mode de fonctionnement standard

Ratio d'occupation	m²/P	35				
Nombre d'occupants	P	4,4				
Air neuf par personne	m³/(P*h)	30				
Besoin d'air neuf	m³/h	132				
Locaux d'évacuation d'air vicié		Cuisine	SDB	Douche	WC	
Nombre de locaux		1	1	1	2	
Besoin d'air évacué par local	m³/h	60	40	20	20	
Total des besoins d'évacuation d'air	m³/h	180				
Débit d'air retenu pour la conception (maximum)	m³/h	272				

Calcul du renouvellement d'air moyen

Scénario type	Durée d'utilisation quotidienne h/d	Coefficient par rapport au maximum	Débit d'air m³/h	Renouvellement d'air 1/h
Maximum		1,00	272	0,71
Standard		0,81	220	0,57
Moyen	24,0	0,54	146	0,38
Minimum		0,40	109	0,28
			Débit d'air moyen (m³/h)	Renouvellement d'air moyen (1/
x Bâtiment résidentiel	Valeur moyenne	0,64	146	0,38

Renouvellement d'air dû aux infiltrations suivant DIN EN 832

Coefficient de protection au vent e et f selon EN 832		
Coefficient e de classe d'exposition	plusieurs façades exposées	une façade exposée
aucune protection	0,10	0,03
protection moyenne	0,07	0,02
forte protection	0,04	0,01
Coefficient f	15	20

		Pour le besoin annuel	Pour la puis. chaud.				
Coefficient d'exposition au vent e		0,07	0,18				
Coefficient d'exposition au vent f		15	15	Volume d'air net du test d'infiltrométrie	V_{ER}	Perméabilité à l'air	q_{50}
Renvit d'air test d'infiltrométrie	n_{50} 1/h	0,45	0,45	429	m³	0,38	m³/(h

Type de système de ventilation

			Pour le besoin annuel	Pour la puis. chaud.
x	Ventilation double-flux bât. Passif	saisir une cellule		
	Extraction seul (VMC)			
Excès d'air extrait		1/h	0,00	0,00
Renvit. d'air dû aux infiltrations	$n_{L,Inf}$	1/h	0,035	0,088

Rendement réel de la récupération de chaleur sur la ventilation

x	Unité de ventilation à l'intérieur du volume chauffé			
	Unité de ventilation à l'extérieur du volume chauffé			
Rendement de récup. appareil	η_{WRG}		0,92	thermos 200 DC - Rail
Conductance du conduit d'air neuf	Ψ	W/(mK)	0,284	Pour le calcul, voir calcul annexe
Longueur du conduit d'air neuf		m	1	
Conductance du conduit d'air vicié	Ψ	W/(mK)	0,275	Pour le calcul, voir calcul annexe
Longueur du conduit d'air vicié		m	2,2	
Température du local technique de l'unité		°C		
(A compléter seulement si l'unité est située hors du volume chauffée.)				

Température intérieure (°C)	20
T. moy. ext. période de chauf. (°C)	5,2
Temp. moy. du sol. (°C)	10,4

Rend réel de la récupération de chaleur $\eta_{WRG,eff}$ **90,3%**

Rendement réel de la récupération de chaleur du l'échangeur géothermique

Rendement théorique de l'échangeur géothermique	η^*_{Erd}	
Rendement effectif de l'échangeur géothermique	η_{Erd}	0%

Calcul annexe:
Valeur du Ψ pour le conduit d'air neuf ou pulsé

Diamètre nominal	100	mm
Epaisseur de l'isolation:	60	mm
Surface réfléchissante ? Saisir une cellule avec "x":		
Oui		
x Non		
Conductivité thermique	0,04	W/(mK)
Débit d'air nominal	220	m³/h
Δθ	15	K
Diamètre intérieur du conduit	0,100	m
Diamètre intérieur	0,100	m
Diamètre extérieur	0,220	m
α-intérieur	31,56	W/(m²K)
α-superficie	5,92	W/(m²K)
Valeur Ψ	**0,287**	**W/(mK)**
Diff. de température de surface	1,468	K

Calcul annexe:
Valeur du Ψ pour le conduit d'air vicié ou extrait

Diamètre nominal	125	mm
Epaisseur de l'isolation:	80	mm
Surface réfléchissante ? Saisir une cellule avec "x":		
Oui		
x Non		
Conductivité thermique	0,04	W/(mK)
Débit d'air nominal	220	m³/h
Δθ	15	K
Diamètre intérieur du conduit	0,12500	m
Diamètre extérieur du conduit	0,12500	m
Diamètre extérieur	0,28500	m
α-intérieur	21,12	W/(m²K)
α-superficie	5,84	W/(m²K)
Valeur Ψ	**0,278**	**W/(mK)**
Diff. de température de surface	1,285	K

Maçonnerie en PASSIFBLOC 50 cm, paroi 2,28 x 1,96 m

Test réalisé suivant la norme NBN EN 12114:2000 sous une différence de pression de 50 Pa

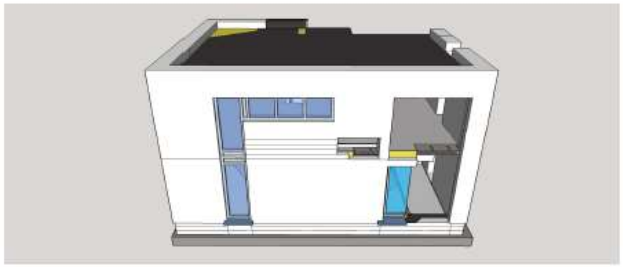
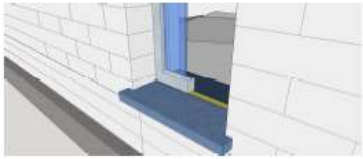
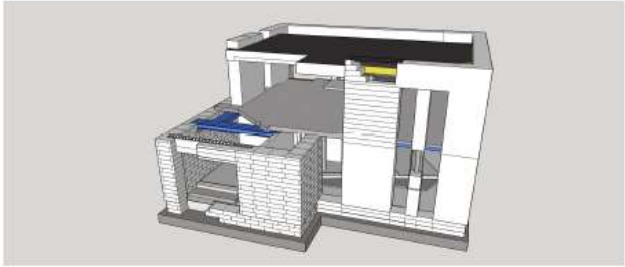
Essai 1, mur brut
débit de fuite : **0,0957 m³/h,m²**

Essai 2, mur + enduit pelliculaire de 2 mm
débit de fuite : **0,0009 m³/h,m²**

Suivant projet de recherche DREAM
Valeur seuil CSTC :
≤ 0,10 m³/h,m²

Valeur de renouvèlement d'air à atteindre lors du test d'infiltrométrie : 0,45 1/h

Formulaire bâtiment passif

Valeurs rapportées à la surface de référence énergétique

Surface de référence énergétique A_{NE}: 154,3 m^2

	Méthode utilisée:	Méthode mensuelle	Certification standard passif:	Critères respectés ?
Besoin de chaleur de chauffage annuel:	12	$kWh/(m^2a)$	15 $kWh/(m^2a)$	oui
Résultat du test d'infiltrométrie:	0,5	h^{-1}	0,6 h^{-1}	oui
Besoin en énergie primaire (eau chaude sanitaire, chauffage, électricité auxiliaire et domestique):		$kWh/(m^2a)$	120 $kWh/(m^2a)$	
Besoin en énergie primaire (eau chaude sanitaire, chauffage et électricité auxiliaire):		$kWh/(m^2a)$		
Besoin en énergie primaire économisée par la production d'électricité photovoltaïque:		$kWh/(m^2a)$		
Puissance de chauffage:	12	W/m^2		
Surchauffe estivale:	0	%	sup. à 25 °C	
Besoin de refroidissement annuel:		$kWh/(m^2a)$	15 $kWh/(m^2a)$	
Puissance de refroidissement:	4	W/m^2		

RÉALISATIONS AVEC CELLUMAT

Constructeur :

Maisons Plaisancia

Eco Quartier à Beny