

Annexe 1 : bâtiment

I. généralités

État initial

- . villa construite en 1926
- . SRE : 104 m²
- . structure en plots de ciment
- . pas d'isolation



Figure 1 : état initial de la maison

D'après le propriétaire, Monsieur Aeschbacher:

« Cette villa individuelle a été construite en 1926 par un propriétaire disposant de peu de moyens financiers, donc réalisée plutôt légèrement. Mal orientée, elle était très sensible à la bise et au vent d'Ouest, ainsi qu'aux bruits des avions utilisant l'aéroport de Genève-Cointrin .

Il y a environ 25 ans, son propriétaire avait posé une isolation de 4cm sous la toiture et de 3cm sous les planchers du rez-de-chaussée. Depuis, la consommation annuelle était d'environ 2 500 m³ de gaz ou 2 500 l de mazout. La surface de plancher était alors de 104 m², soit une consommation spécifique de 24 m³ de gaz par m² ou un indice énergétique de plus de 850 MJ/m².an. Son confort était moyen à acceptable, elle était peu fonctionnelle et peu pratique, ses pièces petites, peu lumineuses et mal disposées.

Pour différentes raisons, notamment budgétaires, il a été impossible de raser cette maison. La rénovation par étapes a énormément compliqué la tâche et augmenté les contraintes. Cependant, elle a eu pour effet de diminuer de façon importante les besoins en énergie grise...

L'idée a été de concevoir et de réaliser le projet pilote sur la construction existante, qui s'y prêtait mal, et donc de faire les adaptations nécessaires. Le but final étant de tenter d'obtenir une réduction de consommation de 75 à 85 % environ. Cette très importante réduction de la consommation d'énergie ne doit pas se traduire par la perte d'un confort normal. Cette réalisation a entraîné une série de défis. Il a donc fallu une planification rigoureuse et méticuleuse de la rénovation. Rien n'a été laissé au hasard déjà au niveau de l'étude et des plans d'ensemble et de détail. »

Le projet RENOVA s'inscrit dans le cadre de la rénovation de cette maison existante, située à Chambésy, dans la banlieue Nord de Genève (fig. 2) :

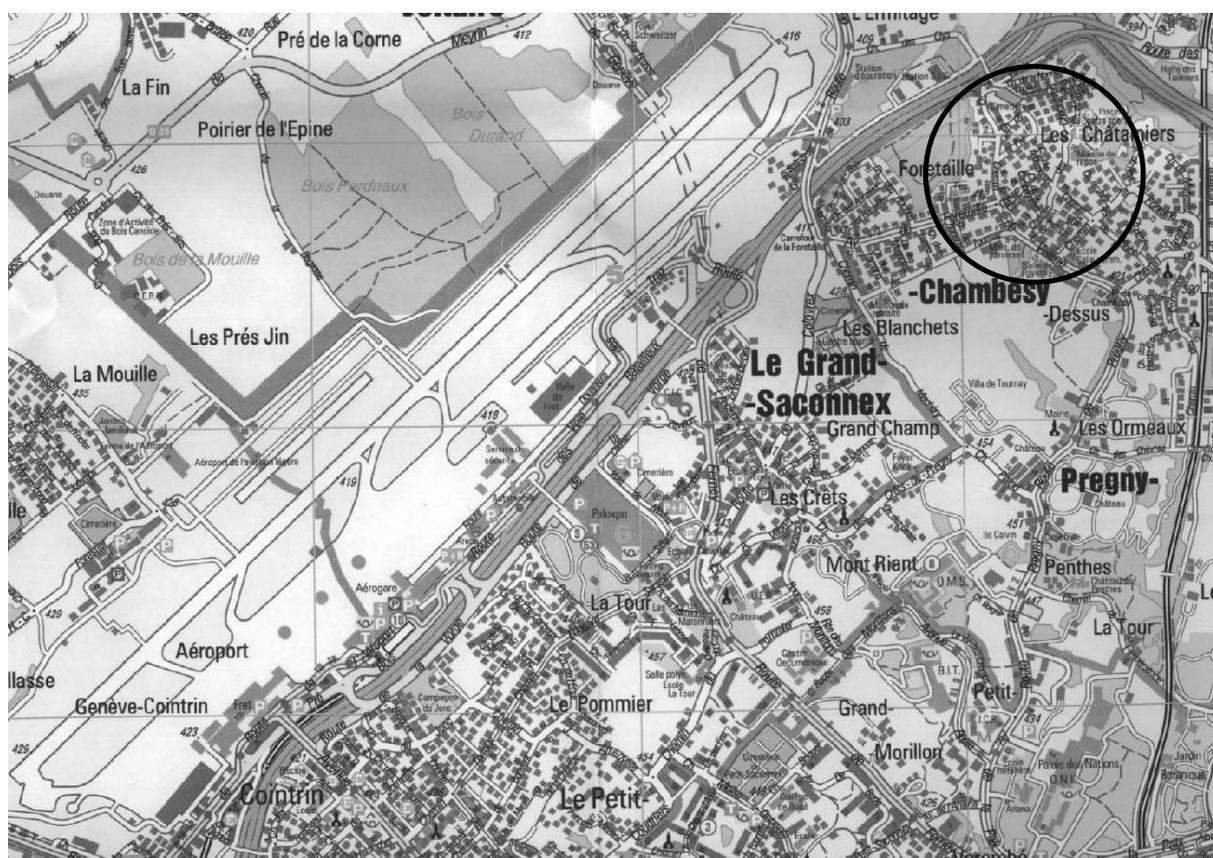


Figure 2 : région Nord de Genève

Les données météorologiques moyennes de Genève selon Météonorm® sont les suivantes (fig. 3) :

Calculs (mois)		31. 08. 2000 / 16:28				
METEONORM Version 3.0						
Site:	Genève-Cointrin					
Situation:	dégagée					
Horizon:	astronomique					
Azimut:	0					
Inclinaison:	45					
Mois	H_Gh	H_Dh	H_Gk	H_Dk	H_Bk	Ta
Janv.	29	21	40	20	20	1.0
Fév.	46	31	59	28	31	1.8
Mars	92	52	107	48	60	5.6
Avr.	122	67	125	61	64	8.8
Mai	156	82	147	75	72	13.2
Juin	172	84	155	77	78	16.6
Juil.	189	81	175	75	100	20.3
Août	161	72	162	66	96	19.6
Sept.	116	55	133	51	82	15.9
Oct.	69	40	88	37	51	11.0
Nov.	31	23	41	21	20	5.3
Déc.	24	18	35	16	18	2.6
Année	1205	625	1264	571	693	10.1
Mois	Sd	RH	FF	DD	RR	
Janv.	50	81	2.2	189	8.8	
Fév.	70	77	2.5	176	8.8	
Mars	131	71	2.5	153	8.6	
Avr.	149	70	2.5	112	6.9	
Mai	178	70	2.2	123	8.1	
Juin	207	68	2.0	132	9.4	
Juil.	268	64	1.9	164	7.2	
Août	242	65	1.8	133	8.3	
Sept.	196	72	1.9	159	8.4	
Oct.	121	78	1.9	233	8.0	
Nov.	53	81	2.0	211	9.7	
Déc.	52	82	2.2	90	9.4	
Année	1717	73	2.1	156	101.6	
Légende:						
H_Gh:	Irradiation du rayonnement global horizontal					
H_Dh:	Irradiation du rayonnement diffus horizontal					
H_Bh:	Irradiation du rayonnement direct horizontal					
H_Gk:	Irradiation du rayonnement global, plan incl.					
H_Dk:	Irradiation du rayonnement diffus, plan incl.					
H_Bk:	Irradiation du rayonnement direct, plan incl.					
Ta:	Temp. de l'air					
Sd:	Durée d'insolation			RH:	Humidité relative	
FF:	Vitesse du vent			DD:	Direction du vent	
RR:	Précipitations					
Rayonnement en [kWh / m2]						
Température en [°C]						
Vitesse du vent en [m / s]						
Précipitation en [cm]						

Figure 3 : données météorologiques de Genève

État actuel

Le propriétaire a voulu effectuer une rénovation exemplaire du bâtiment dans la perspective d'en faire une maison autonome du point de vue des énergies fossiles.

La maison et la toiture n'ayant pas une orientation optimale, l'intégration architecturale dans la rénovation d'une façade sud et d'un pan de toit exposé plein sud constitue une particularité de RENOVA.

La maison, fermée au nord, est largement ouverte au sud avec une véranda non chauffée de 19m² (fig. 4). La disposition des pièces permet d'obtenir des températures différenciées selon les zones d'occupation. Une attention particulière a été apportée à l'isolation extérieure du bâtiment.



Figure 4 : état actuel de la maison

L'installation solaire active ainsi que le système de stockage saisonnier de l'énergie sont décrits dans les annexes suivantes.

La ventilation se fait de façon naturelle, sans système mécanique. La maison est habitée de façon permanente par deux personnes.

II. Description de l'enveloppe

Le tableau de la figure 5 résume les valeurs moyennes calculées à partir de la composition de l'enveloppe.

Paroi	Coef. K [W/Km ²]	Surface [m ²]
plafonds sur combles non chauffés	0.6	96.6
murs sur extérieur	0.3	96
fenêtres	1.5	11.3
plancher sur cave tempérée	0.64	96.6

Figure 5 : tableau synthétique des valeurs calculées

Description détaillée de la composition des éléments (intérieur / extérieur):

murs extérieurs rez (96 m²):

- chambre sur extérieur : 6cm laine de pierre / 18cm briques / 11cm sagex
- chambre sur garage : 6cm laine de pierre / 18cm briques
- sale de bain : 10cm laine de pierre / 18cm briques / 11cm sagex
- autres murs extérieurs : 20cm plots ciments / 11cm sagex

sol rez (96.6 m²) :

- cuisine : 0.8cm catelles / 7cm chape / 3cm liège / 2.5cm plancher
- séjour : 0.8cm catelles / 7cm chape / 3cm liège / 10cm hourdis sagex entre poutres ciment 10-60-10 / 5cm sagex
- chambre : 2.5cm parquet / 2.2cm bois aglo / 6cm vermibite (mica expansé enrobé bitume) / 2.5cm plancher
- hall : 1.9cm bois / 2.5cm vermibite / 5cm chape / 2.5cm plancher
- bains + wc : 0.8cm catelles / 1.9cm bois / 2.5cm vermibite / 5cm chape / 2.5cm plancher

plafonds (96.6 m²) :

- chambre + cuisine : 1.9cm bois / 15cm poutres béton avec hourdis plots de ciment / 2cm plâtre / 15cm poutres (=vide d'air) / 2.5 cm plancher / 2.5cm parquet (état actuel, à isoler)
- séjour : 20cm dale / 10cm laine de pierre / 2.7cm bois
- hall + bain + wc : 1.9cm placo-plâtre / 2.7cm panneaux de coffrage / 20cm vide d'air / 15 cm poutres (=vide d'air) / 2.5cm plancher / 2.5cm parquet (état actuel, à isoler)

fenêtres (11.3 m²) :

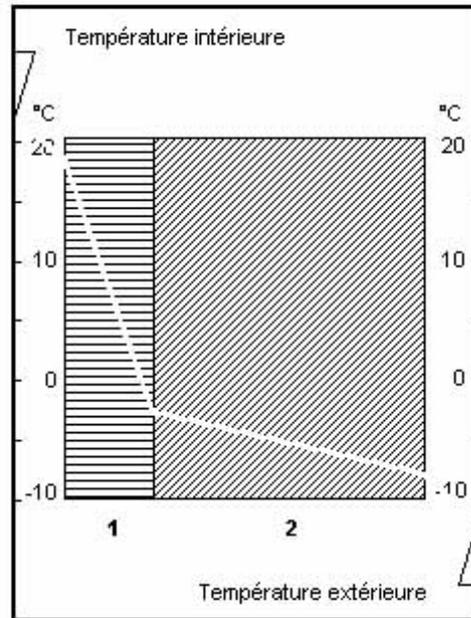
- fenêtres $K= 1.7$ ($K_{vitre} = 1.1-1.3$ [W/Km²])
- portes-fenêtres $K= 1.6$
- stores isolants extérieurs, étanches et à fleur de façade.

Chaque partie de l'enveloppe a été étudiée séparément afin de déterminer les coefficients de pertes thermiques (coefficient K).

Les figures 6 à 17 donnent les détails du calcul à l'aide du logiciel DIAS [1]. Le tableau de la figure 5 résume les résultats du calcul.

Elément: **RENOVA mur chambre sur garage**

N°	Matériaux	d	R
I	Convection α_{int} 8	----	0.125
1	Laine de Pierre, moyenne	0.060	1.667
2	brique modulaire	0.180	0.409
E	Convection α_{ext} 8	----	0.125
Total épaisseur (m)		0.240	
Total R (m ² K/W)			2.326

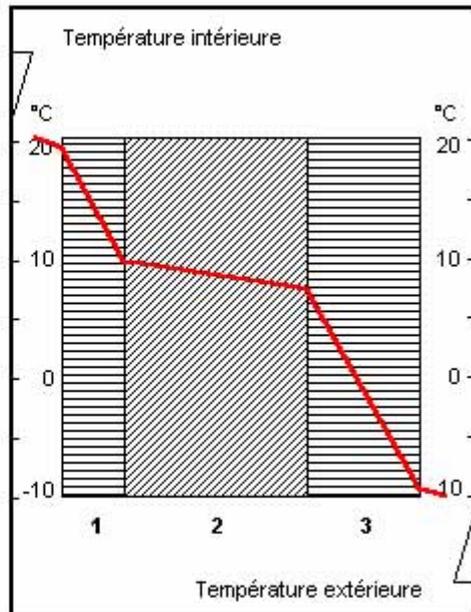


$\triangleright k = 1 / R = 0.43 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$

Figure 6 : mur chambre sur garage

Elément: **RENOVA mur chambre sur extérieur**

N°	Matériaux	d	R
I	Convection α_{int} 8	----	0.125
1	Laine de Pierre, moyenne	0.060	1.667
2	brique modulaire	0.180	0.409
3	Polystyrène expansé, moye	0.110	2.895
E	Convection α_{ext} 20	----	0.050
Total épaisseur (m)		0.350	
Total R (m ² K/W)			5.145

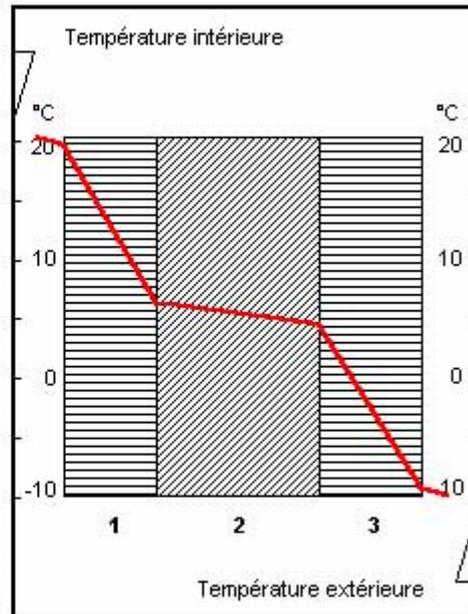


$\triangleright k = 1 / R = 0.19 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$

Figure 7 : mur chambre sur extérieur

Elément: **RENOVA murs salle de bain**

N°	Matériaux	d	R
I	Convection α_{int} 8	----	0.125
1	Laine de Pierre, moyenne	0.100	2.778
2	brique modulaire	0.180	0.409
3	Polystyrène expansé, moye	0.110	2.895
E	Convection α_{ext} 20	----	0.050
Total épaisseur (m)		0.390	
Total R (m ² K/W)			6.257

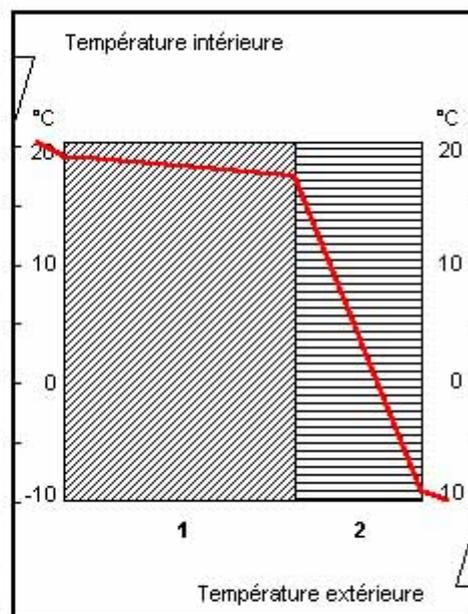


$\triangleright k = 1 / R = 0.16 \text{ W / m}^2 \text{ K}$

Figure 8 : mur salle de bain sur extérieur

Elément: **RENOVA autres murs**

N°	Matériaux	d	R
I	Convection α_{int} 8	----	0.125
1	plots de ciment, plein	0.200	0.182
2	Polystyrène expansé, moye	0.110	2.895
E	Convection α_{ext} 20	----	0.050
Total épaisseur (m)		0.310	
Total R (m ² K/W)			3.252

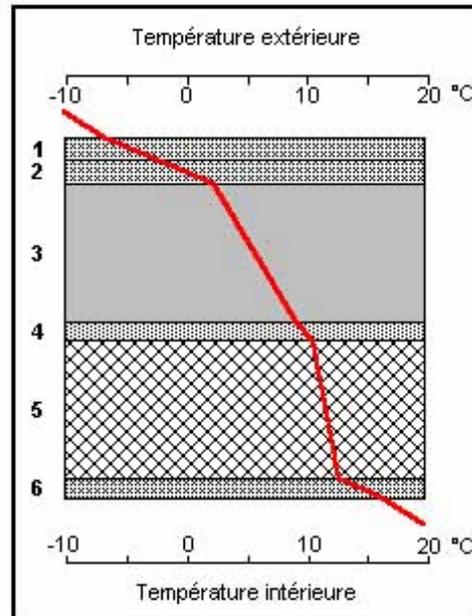


$\triangleright k = 1 / R = 0.31 \text{ W / m}^2 \text{ K}$

Figure 9 : autres murs

Elément: **RENOVA plafond chambre cuisine**

N°	Matériaux	d	R
E	Convection α ext 8	----	0.125
1	Parquet (Pin)	0.024	0.170
2	Pin / Sapin	0.025	0.179
3	vide d'air entre poutres bois	0.150	0.270
4	Plâtre	0.020	0.050
5	Béton armé	0.150	0.083
6	Pin / Sapin	0.020	0.143
I	Convection α int 8	----	0.125
Total épaisseur (m)		0.389	
Total R (m ² K/W)			1.145

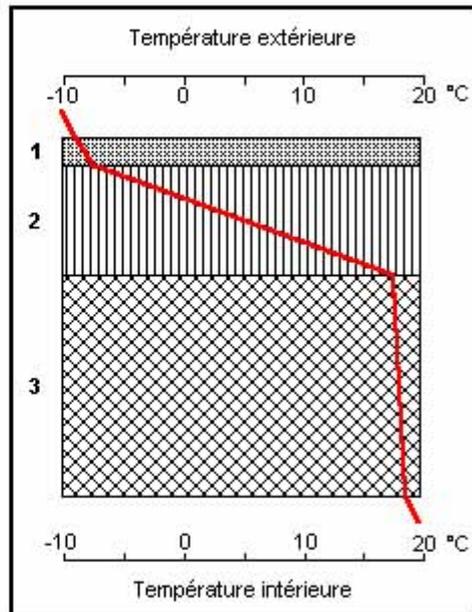


$$k = 1 / R = 0.87 \text{ W / m}^2 \text{ K}$$

Figure 10 : plafond chambre et cuisine

Elément: **RENOVA plafond séjour**

N°	Matériaux	d	R
E	Convection α ext 8	----	0.125
1	Pin / Sapin	0.025	0.179
2	Laine de Pierre, moyenne	0.100	2.778
3	Béton armé	0.200	0.111
I	Convection α int 8	----	0.125
Total épaisseur (m)		0.325	
Total R (m ² K/W)			3.317

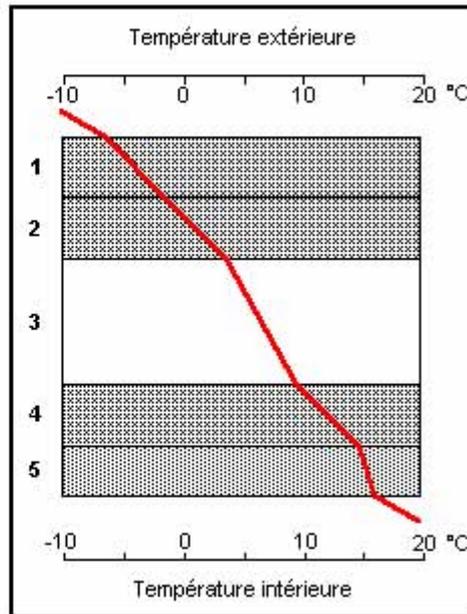


$$k = 1 / R = 0.30 \text{ W / m}^2 \text{ K}$$

Figure 11 : plafond séjour

Elément: **RENOVA plafond hall bain wc**

N°	Matériaux	d	R
E	Convection α ext 8	----	0.125
1	Pin / Sapin	0.024	0.171
2	Pin / Sapin	0.025	0.179
3	Lame horizontale dans dalle	0.050	0.206
4	Pin / Sapin	0.025	0.179
5	Plâtre	0.020	0.050
I	Convection α int 8	----	0.125
Total épaisseur (m)		0.144	
Total R (m ² K/W)			1.035

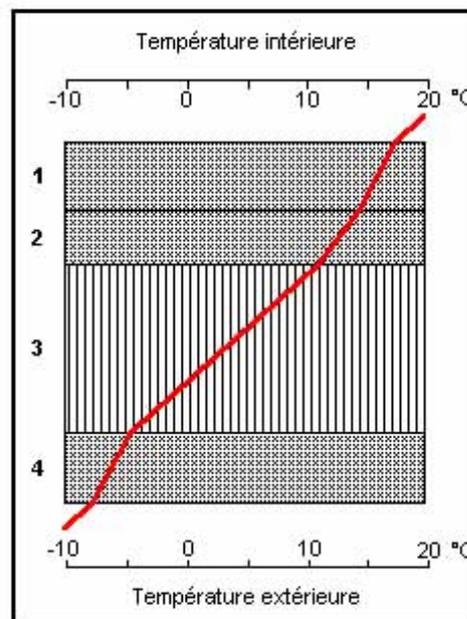


$\triangleright k = 1 / R = 0.97 \text{ W / m}^2 \text{ K}$

Figure 12 : plafond hall, salle de bain et WC

Elément: **RENOVA sol chambre**

N°	Matériaux	d	R
I	Convection α int 8	----	0.125
1	Parquet (Pin)	0.024	0.170
2	Bois aggloméré, léger	0.020	0.182
3	Perlite, vermiculite, en vrac	0.060	0.857
4	Pin / Sapin	0.025	0.179
E	Convection α ext 8	----	0.125
Total épaisseur (m)		0.129	
Total R (m ² K/W)			1.638

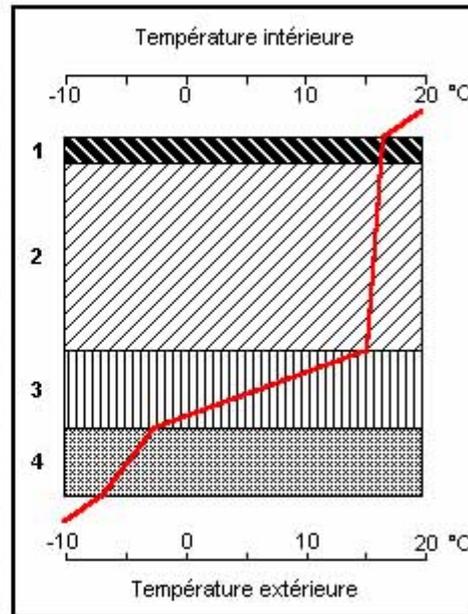


$\triangleright k = 1 / R = 0.61 \text{ W / m}^2 \text{ K}$

Figure 13 : sol chambre

Elément: **RENOVA sol cuisine**

N°	Matériaux	d	R
I	Convection α_{int} 8	----	0.125
1	Carrelage céramique	0.010	0.010
2	Chape	0.070	0.047
3	Liège, panneaux, expansé	0.030	0.714
4	Pin / Sapin	0.025	0.179
E	Convection α_{ext} 8	----	0.125
Total épaisseur (m)		0.135	
Total R (m ² K/W)			1.200

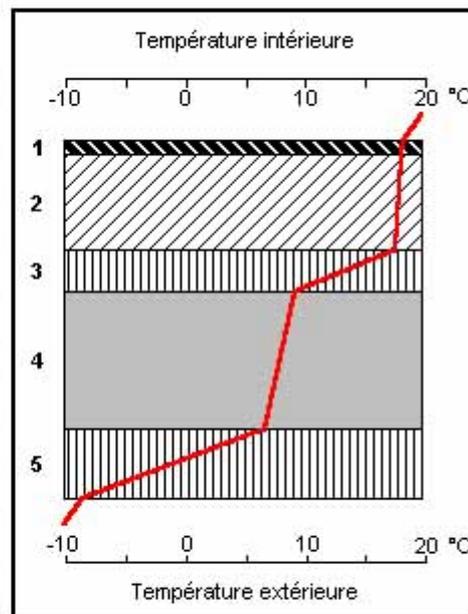


$$k = 1 / R = 0.83 \text{ W / m}^2 \text{ K}$$

Figure 14 : sol cuisine

Elément: **RENOVA sol séjour**

N°	Matériaux	d	R
I	Convection α_{int} 8	----	0.125
1	Carrelage céramique	0.010	0.010
2	Chape	0.070	0.047
3	Liège, panneaux, expansé	0.030	0.714
4	hourd. sagex entre poutres	0.100	0.210
5	Polystyrène expansé, moye	0.050	1.316
E	Convection α_{ext} 8	----	0.125
Total épaisseur (m)		0.260	
Total R (m ² K/W)			2.547

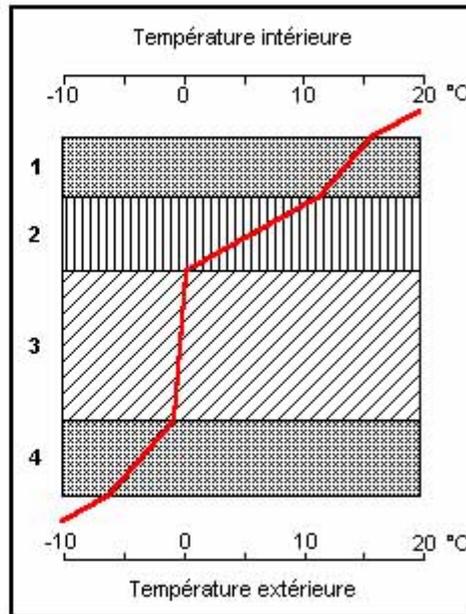


$$k = 1 / R = 0.39 \text{ W / m}^2 \text{ K}$$

Figure 15 : sol séjour

Elément: **RENOVA sol hall**

N°	Matériaux	d	R
I	Convection α_{int} 8	----	0.125
1	Pin / Sapin	0.020	0.143
2	Perlite, vermiculite, en vrac	0.025	0.357
3	Chape	0.050	0.033
4	Pin / Sapin	0.025	0.179
E	Convection α_{ext} 8	----	0.125
Total épaisseur (m)		0.120	
Total R (m ² K/W)			0.962

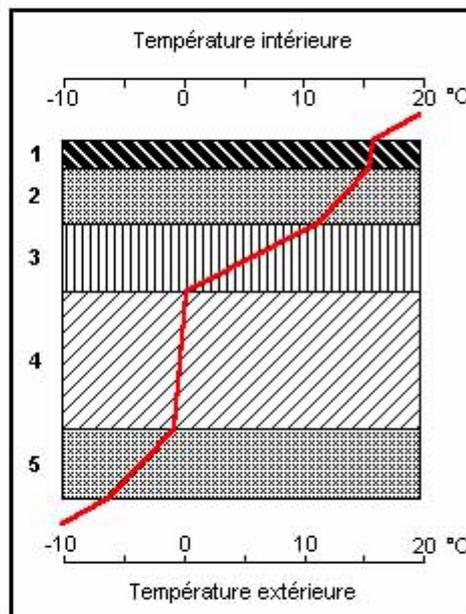


$$\triangleright k = 1 / R = 1.04 \text{ W / m}^2 \text{ K}$$

Figure 16 : sol hall

Elément: **RENOVA sol bain-wc**

N°	Matériaux	d	R
I	Convection α_{int} 8	----	0.125
1	Carrelage céramique	0.010	0.010
2	Pin / Sapin	0.020	0.143
3	Perlite, vermiculite, en vrac	0.025	0.357
4	Chape	0.050	0.033
5	Pin / Sapin	0.025	0.179
E	Convection α_{ext} 8	----	0.125
Total épaisseur (m)		0.130	
Total R (m ² K/W)			0.972



$$\triangleright k = 1 / R = 1.03 \text{ W / m}^2 \text{ K}$$

Figure 17 : sol salle de bain et WC

III. Simulation de la demande de chauffage

Etant donné la structure multi-zone du bâtiment (températures différentes d'une chambre à l'autre), la demande de chauffage a été calculée de manière détaillée à la main à partir de la météo locale, des degrés jours réels et des coefficients de pertes thermiques de l'enveloppe. Le logiciel DIAS a permis de préciser les apports solaires par la véranda et les fenêtres. Le tableau de la figure 18 résume les principaux résultats des calculs.

Pertes et gains de chaleur (moyennes 97-99)

Surface de référence énergétique : SR = 96.6 m²
Volume chauffé : V = 241 m³
Nombre de jours de chauffage : 200 jours
Degrés jours réels : 2927

Objet	Pertes [MJ/m ² an]	Gains [MJ/m ² an]
plafonds	69	
murs	75	
fenêtres	39	42
véranda	14	23
sol	34	
ventilation	40	
Gains internes		69

Figure 18 : tableau des pertes et des gains de chaleur