

# Annexes

## Module CONS10/11

---

### 1. Présentation de la maison

Le bâtiment étudié est une maison individuelle de deux étages (Figure 1), d'environ 135 m<sup>2</sup> SHON (89 m<sup>2</sup> SHAB) prévue pour une famille de 4 personnes. Elle est située en France, près de Chambéry à 270m d'altitude, sur la plateforme de recherche INCAS gérée par l'INES<sup>1</sup>.



**Figure 1 : vue Sud-Est de la maison INCAS "Double-Mur" (source : LISTIC – Polytech Annecy Chambéry)**

Cette maison a été conçue pour atteindre un très haut niveau de performance (proche du standard « *PassivHaus* »). Pour ce faire, elle adopte une architecture plutôt simple et compacte, et possède une isolation renforcée. La particularité des parois opaques est qu'elles sont composées de deux épaisseurs de blocs bétons séparées par un isolant d'où son nom de maison INCAS « double-mur » (DM). Cette option a été envisagée pour augmenter l'inertie du bâtiment et favoriser le confort d'été.

### 2. Description générale

La maison est orientée plein Sud, de dimensions extérieures 7,50 x 8,50 m. La hauteur du R+1 est de 2,40 m, alors que celle du rez-de-jardin est de 2,70 m afin de pouvoir installer un faux plafond. La toiture correspond à un toit à deux versants dont l'arrête est 2,50 m au-dessus du plafond du R+1 (Tableau 1).

---

<sup>1</sup> INES : Institut National de l'Énergie Solaire

**Tableau 1 : dimensions générales de la maison I-DM (source : DESHAYES & ALBARIC, 2010)**

Longueur extérieure (m)	8,5
Largeur extérieure (m)	7,5
Hauteur entre le niveau du rez-de-chaussée et le haut du poinçon de la charpente (m)	8,13
Hauteur entre le niveau du rez-de-chaussée et le haut du débord de la toiture coté nord (m)	5,72
Hauteur entre le niveau du rez-de-chaussée et la dalle du premier étage (m)	2,65
Hauteur entre le niveau du premier étage et l'isolant des combles (m)	2,55
Avancée du balcon (m)	1,3
Débords de toit côtés Nord, Est et Ouest (m)	0,6
Débord de toit côté Sud (m)	1

En termes d'aménagement intérieur, la maison comporte une grande pièce de vie, un WC, un hall d'entrée et un cellier au rez-de-chaussée (Figure 2), ainsi que trois chambres, une salle de bain et un WC à l'étage (Figure 3). La liste de ces pièces est fournie dans le Tableau 4. La maison est construite sur vide-sanitaire d'une hauteur de 80 cm et possède des combles perdus.

Tableau 2 : caractéristiques des pièces de la maison I-DM (source : DESAHYES & ALBARIC, 2010)

Nom des pièces		Superficie (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
Rez-de-chaussée	Hall d'entrée	4,35	10,9
	WC	1,15	2,875
Hauteur de l'étage sans le faux plafond (m) : 2,5	Pièce de vie (coin cuisine, salon-séjour, salle à manger)	32,6	81,5
	Cellier	5	12,5
	Zone de dégagement	2,15	5,4
	<b>Total RDC</b>	<b>45,25</b>	<b>113,18</b>
	Etage	Chambre 1	12
Hauteur de l'étage sans le faux plafond (m) : 2,4	Chambre 2	11,75	28,2
	Chambre 3	11,75	28,2
	Salle de bain	4	9,6
	WC	1,4	3,36
	Zone de dégagement	2,9	6,96
<b>Total Etage</b>	<b>43,8</b>	<b>105,12</b>	
<b>Total maison</b>		<b>89,05</b>	<b>218,30</b>

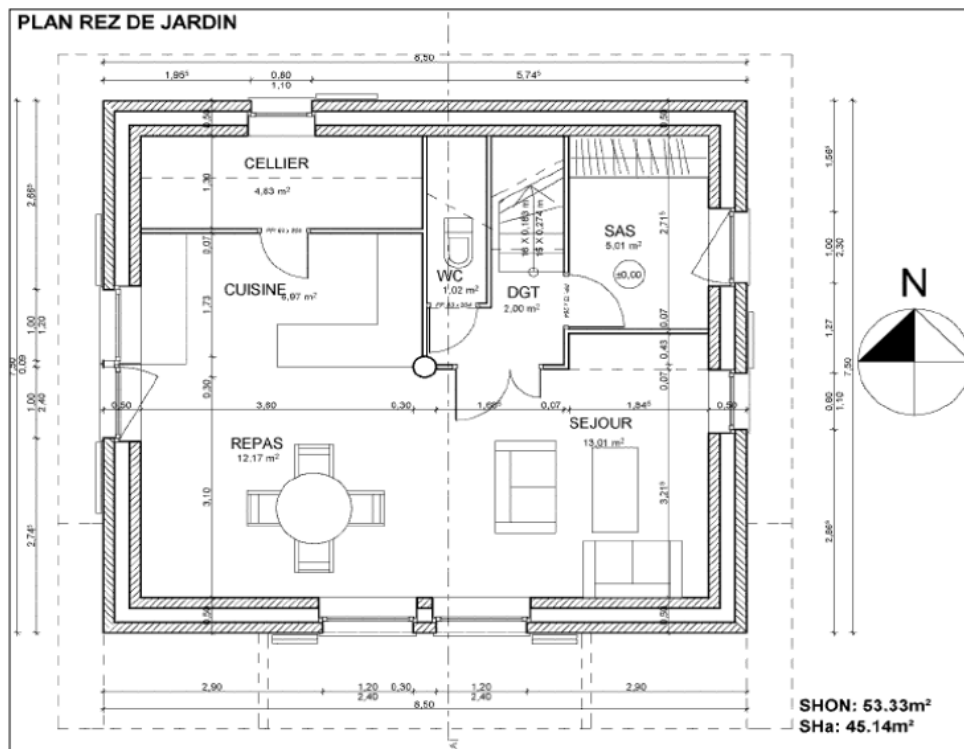


Figure 2 : plan du rez-de-chaussée de la maison I-DM

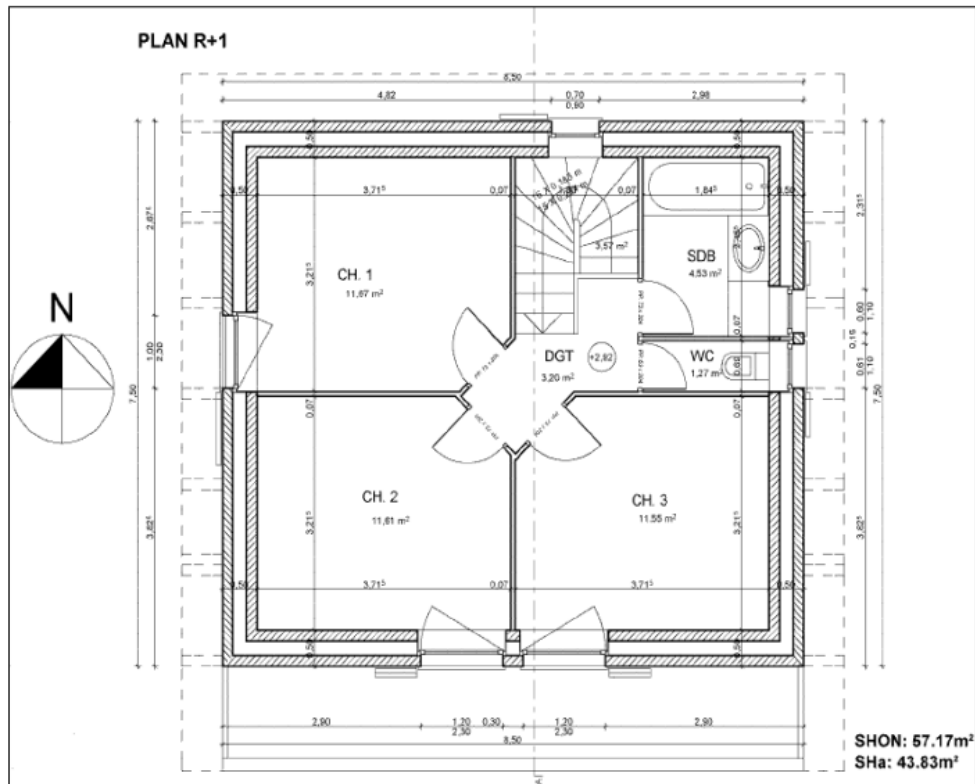


Figure 3 : plans du R+1 de la maison I-DM

### 3. Composition de l'enveloppe

#### Parois opaques

Comme tout bâtiment économe en énergie, la maison I-DM bénéficie d'une isolation renforcée, et tout particulièrement au niveau des murs. La composition des parois (Figure 4) est indiquée dans le Tableau 3.

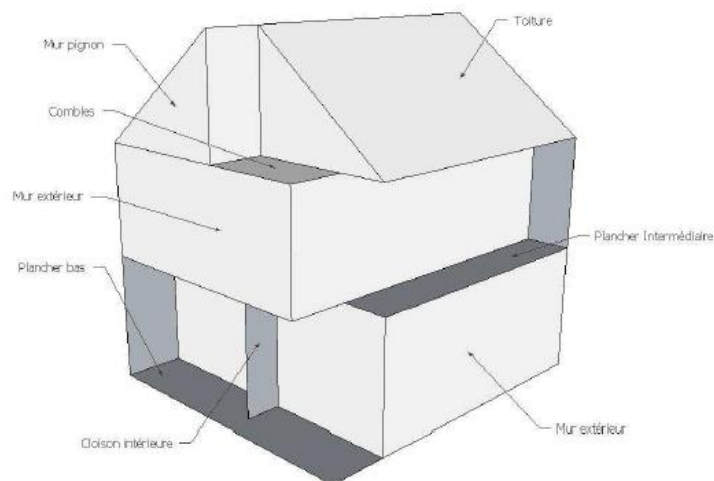


Figure 4 : nomenclature des différents types de parois (capture d'écran Sketchup)

Tableau 3 : caractéristiques des parois

Type de paroi	Matériau	Épaisseur (cm)	Conductivité (W/(m.K))	Masse volumique (kg/m <sup>3</sup> )	Chaleur spécifique (J/(kg.K))	Coefficient U (W/(m <sup>2</sup> .K))
Mur extérieur (épaisseur : 50 cm)	Béton	15	0,74	800	648	0,15
	Laine de verre semi rigide	20	0,035	12	840	
	Béton	15	0,74	800	648	
Plancher bas (épaisseur : 45 cm)	Polystyrène extrudé	25	0,029	15	880	0,11
	Hourdis	16	1,23	1300	648	
	Béton léger	4	1,75	2400	880	
Combles (épaisseur : 41 cm)	Laine de verre semi	40	0,035	12	840	0,11
	Plâtre gypse	1	0,42	1200	837	
Plancher intermédiaire (épaisseur : 22 cm)	Béton plein	22	1,75	2400	880	-
Cloisons intérieures (épaisseur : 4.5 cm)	Plâtre	1,5	0,42	1200	837	-
	Lame d'air	1,5	0,1	1	1224	
	Plâtre gypse	1,5	0,42	1200	837	

Les coefficients de transfert thermique U des trois types de paroi en contact avec l'extérieur sont les suivants :

- mur extérieur : 0,15 W/(m<sup>2</sup>.K) ;
- plancher bas : 0,11 W/(m<sup>2</sup>.K) ;
- combles : 0,11 W/(m<sup>2</sup>.K).

Le bâtiment possède une inertie plutôt lourde puisque le plancher intermédiaire est constitué de 22 cm de béton plein, que le plancher bas est isolé par l'extérieur, et qu'une des deux tranches de béton du mur extérieur bénéficie de la présence de l'isolant.

### Ponts thermiques

Une attention particulière a été portée à la réduction de potentiels ponts thermiques. Ainsi, une isolation supplémentaire (polystyrène expansé) a été placée :

- au niveau des fonds de coffrage des poteaux des murs extérieurs ;



- au niveau des linteaux des fenêtres ;
- à la liaison entre la toiture et le mur pignon ;
- au niveau des coffres de volets roulants.

Par ailleurs, la liaison entre les menuiseries et le bâti est assurée par un précadre en bois installé au droit de la couche d'isolant des murs extérieurs.

D'après les calculs de ponts thermiques effectués par le CSTB, nous retenons un coefficient de 0,16 W/m/K sur le périmètre du plancher bas. Afin de prendre en compte d'autres ponts thermiques résiduels (vitrages par exemple), cette valeur est arrondie à 0,20 W/m/K.

### **Infiltrations**

---

Des efforts ont été consentis pour limiter le débit d'infiltration au niveau des ouvrants. Ainsi, la liaison menuiseries/bâti est assurée par une membrane d'étanchéité, des bandes de mousse imprégnée précomprimée et du silicone.

Le test de la porte soufflante réalisé en février 2010 donne  $n_{50} = 0,62$  vol/h. En se basant sur la norme EN 13790, une surface de parois froides au sens de la RT de 179 m<sup>2</sup>, un volume intérieur de 218 m<sup>3</sup>, et une protection au vent faible, le débit des entrées d'air parasites a été estimé à 0,06 vol/h pour le cas de la VMC double-flux.

### **Propriétés optiques**

---

Les propriétés optiques des revêtements correspondent aux valeurs par défaut du logiciel (absorption à 0.6 et émissivité à 0.9)

### **Ouvrants et protections solaires**

---

Les menuiseries employées sont de type PVC, double ou triple vitrage, avec un remplissage air/argon (10%/90%). Les ouvrants sont en retrait de 33 cm par rapport au nu extérieur. Sur l'ensemble de la maison, huit dimensions de fenêtres et porte-fenêtres sont utilisées. Le ratio « surface vitrée/surface opaque » est d'environ 27 % pour la façade sud, 14 % pour la façade ouest, 6 % pour la façade est et 5 % pour la façade nord. Le pourcentage de clair des fenêtres est de 85%.

Le Tableau 4 présente les caractéristiques thermiques et optique des menuiseries mises en œuvre. Celles-ci sont équipées de volets roulants, notamment pour se protéger du soleil durant l'été. La distance entre le volet fermé et la vitre est de 30 mm. Les coffres de volets roulants sont particulièrement bien isolés. Ces volets sont automatisés et comprennent 3 positions : ouverts, quasi fermés (avec jour visible) et fermés. La Figure 5 présente les plans des façades de la maison.

Tableau 4 : caractéristiques des ouvrants (source : DESHAYES & ALBARIC, 2010)

Type de vitrage	Coefficient de transfert thermique Uverre (W/m <sup>2</sup> /K)	Coefficient de transfert thermique Ucadre (W/m <sup>2</sup> /K)	Facteur solaire du vitrage Sv (-)
Double vitrage, couche de faible émissivité en face 3, remplissage argon, type 4-16-4	1,1	1,45	0,62
Triple vitrage, couches de faible émissivité en faces 2 et 5, remplissage argon, type 4-12-4-12-4	0,7		0,5

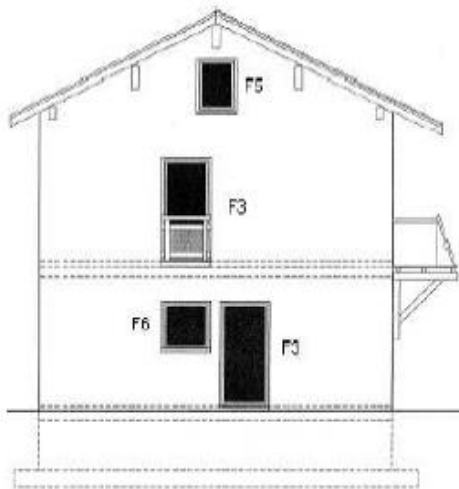


Figure 47 - Façade Ouest de la maison à « double mur » (DESHAYES & ALBARIC, 2010)

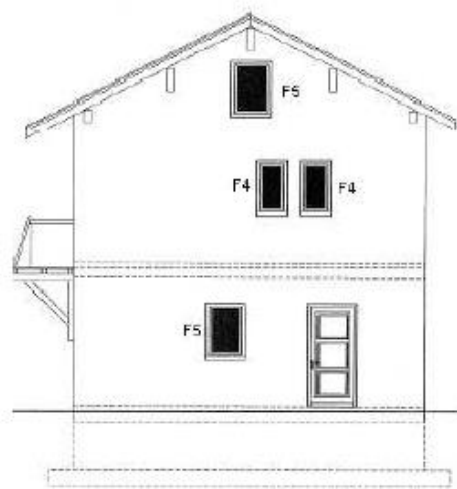


Figure 48 - Façade Est de la maison à « double mur » (DESHAYES & ALBARIC, 2010)

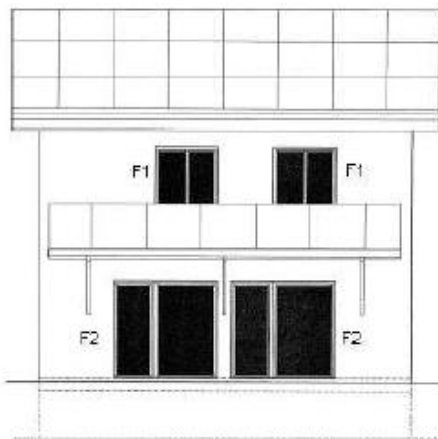


Figure 49 - Façade Sud de la maison à « double mur » (DESHAYES & ALBARIC, 2010)

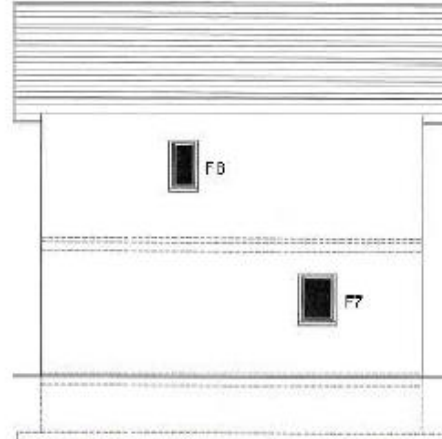


Figure 50 - Façade Nord de la maison à « double mur » (DESHAYES & ALBARIC, 2010)

Figure 5 : plans des façades de la maison I-DM



## 4. Environnement

### Horizon

Le profil montagneux a été mesuré, et est fourni Figure 6.

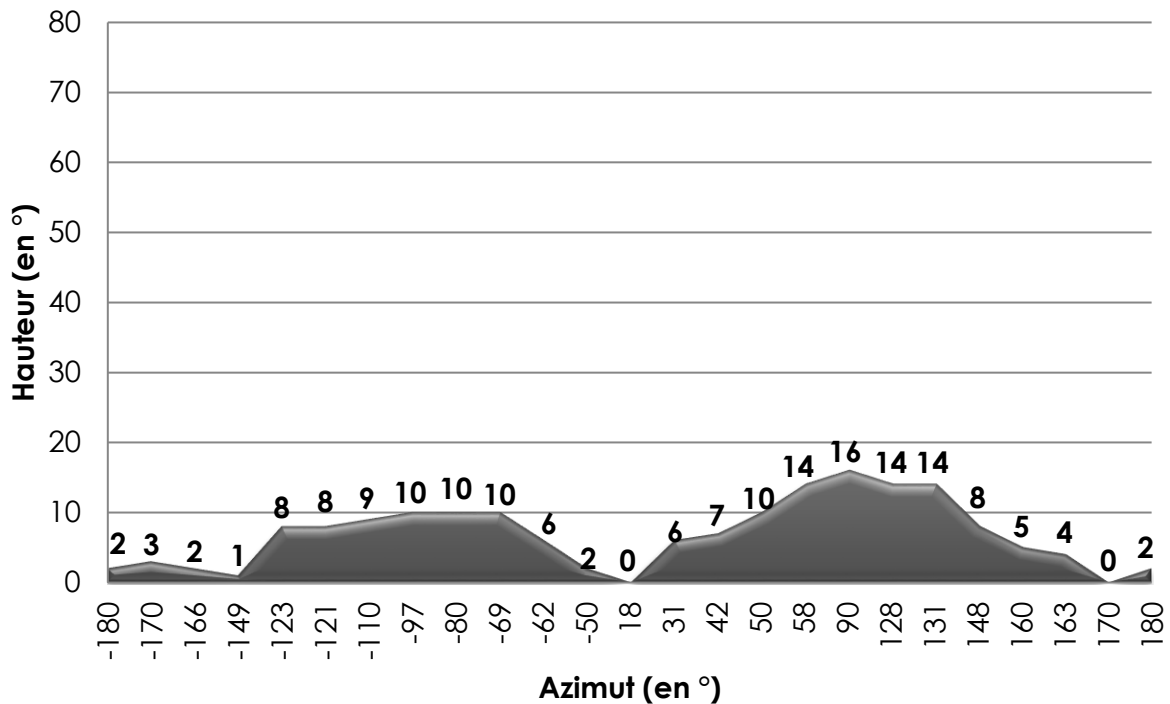


Figure 6 : horizon mesuré de la maison I-DM

### Masques proches

Les masques proches éventuels (bâtiments voisins, arbres) sont supposés inexistants.

### Masques intégrés

Les « casquettes solaires » que constituent les débords de toit et le balcon ont également pour but d'améliorer le confort d'été dans la maison. Le « balcon » additionnel sous la fenêtre des combles (à l'est) ainsi que le garde-corps des baies vitrées de l'étage (au sud) sont aussi considérés comme des masques intégrés.

À terme, les abords de la maison seront végétalisés (herbe rase). Cependant au jour d'aujourd'hui, le gazon n'a pas été semé. Un coefficient d'albédo de 0,2 (gravier clair) est pour l'instant considéré.

## 5. Scénarios d'occupation et de fonctionnement

### Consigne de température

La consigne de chauffage en hiver est fixée à 19°C, et il n'y a pas de système de climatisation.





## Occupation

---

Les 4 occupants sont présents dans le bâtiment de 18h à 8h. On considère 50% d'occupation entre 17 et 18h, et 0% entre 8h et 17h.

## Ventilation

---

On considère un taux de renouvellement d'air de 0,5 vol/h.

L'échangeur double-flux présente une efficacité de 75%.

En été, l'échangeur pourra être by-passé en été pour éviter de préchauffer l'air entrant, et le bâtiment surventilé ( $\approx 4$  vol/h) la nuit (entre 22h et 7h) pour être rafraîchi.

## Puissance dissipée

---

La puissance dissipée représente 70 % des 2 300 kWh/an de consommations d'électricité spécifiques soit 1 600 kWh/an. Elle est répartie sur les heures selon le tableau ci-dessous, et répétée de manière identique tous les jours.

<b>Heure</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
<b>P (W)</b>	20	20	20	20	20	20	510	410	20	20	20	20
<b>Heure</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>
<b>P(W)</b>	20	20	20	20	20	410	410	630	710	510	490	20