

APPEL À PROJETS RÉGIONAL
« Logements sociaux économes
et emblématiques du développement durable »

Maître d'ouvrage:
Société HLM des Chalets (Pierre Marchal)

Maître d'œuvre:
Lexa Conception (Alexis Letellier)

Bureaux d'étude
Indiggo-Trivalor (Didier Miquey)
Grecau – Ecole architecture Toulouse (Luc Floissac)

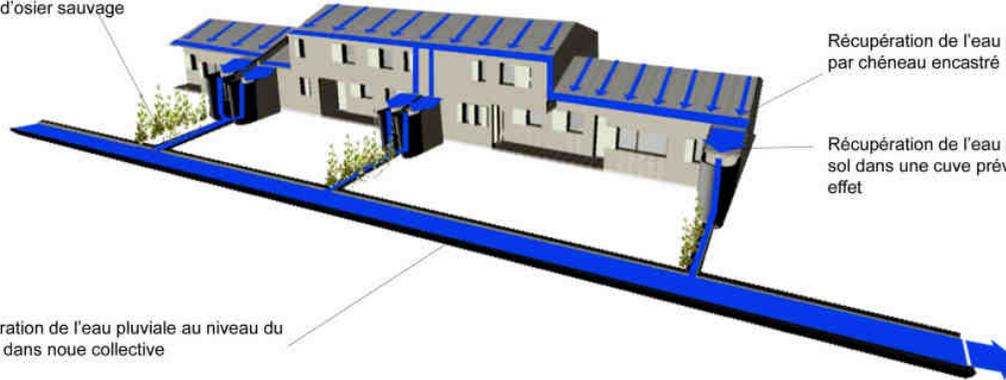
Plan masse



Luc Floissac / GRECAU

Gestion eaux pluviales

Effet de filtre dans caniveau naturel planté d'osier sauvage



Récupération de l'eau pluviale en toiture par chéneau encastré

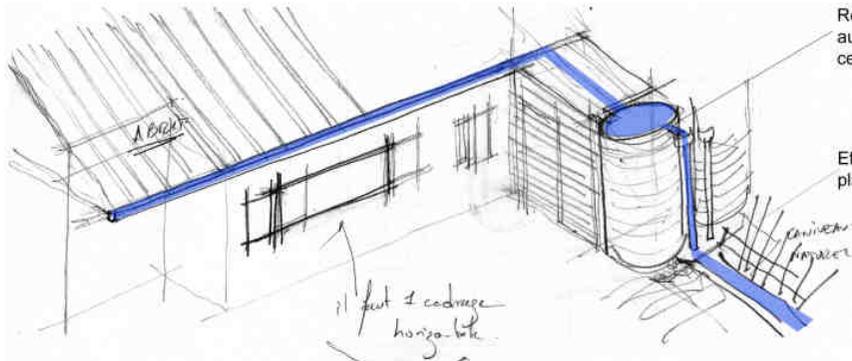
Récupération de l'eau pluviale au sol dans une cuve prévue à cet effet

Récupération de l'eau pluviale au niveau du quartier dans noue collective



Osier sauvage

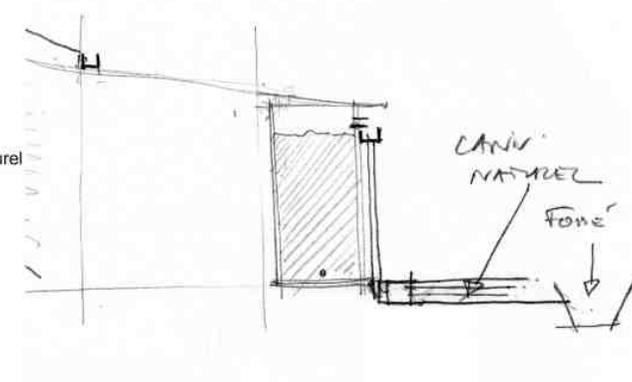
Schéma perspective du système de récupération de l'eau pluviale



Récupération de l'eau pluviale au sol dans une cuve prévue à cet effet

Effet de filtre dans caniveau naturel planté d'osier sauvage

il faut 4 cadres horizontaux



Croquis explicatifs

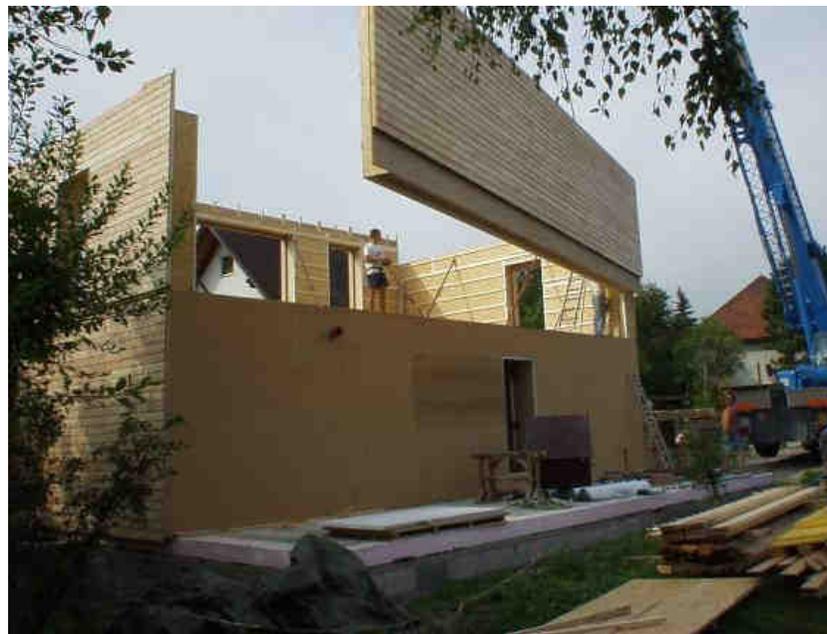


Récupérer l'eau pluviale

Principes constructifs

- Fondations
 - Béton
 - Récupération fraîcheur (à confirmer)
- Structure
 - Murs de refends béton
- Cloisons
 - Briques de terre crue (à confirmer).
- Dalle étage
 - Dalle béton
 - OU
 - Solives porteuses tous les 40 cm d'entre axe avec
 - Parefeuilles de terre cuite de 1,5 cm d'épaisseur.
 - Bandes de liège (isolation phonique).
 - Briques foraines de terre cuite de 5 cm d'épaisseur.
- Murs périphériques
 - Bardage de bois
 - Vide d'air ventilé
 - Panneau pare pluie rigide de feutre de bois.
 - Bottes de paille de 35 cm
 - Plaques de fermacell
- Couverture
 - Caissons avec isolation en bottes de paille
 - OU
 - Combles perdus avec ouate de cellulose.

Principes constructifs



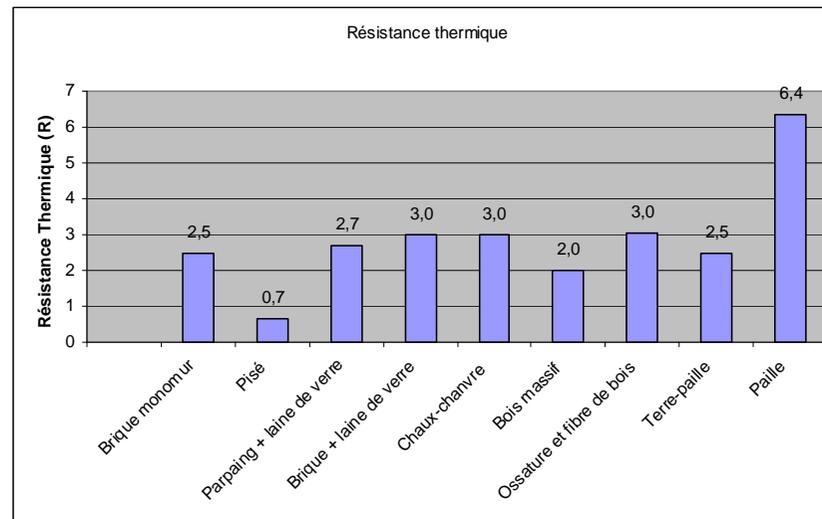
Luc Floissac / GRECAU

Principes constructifs

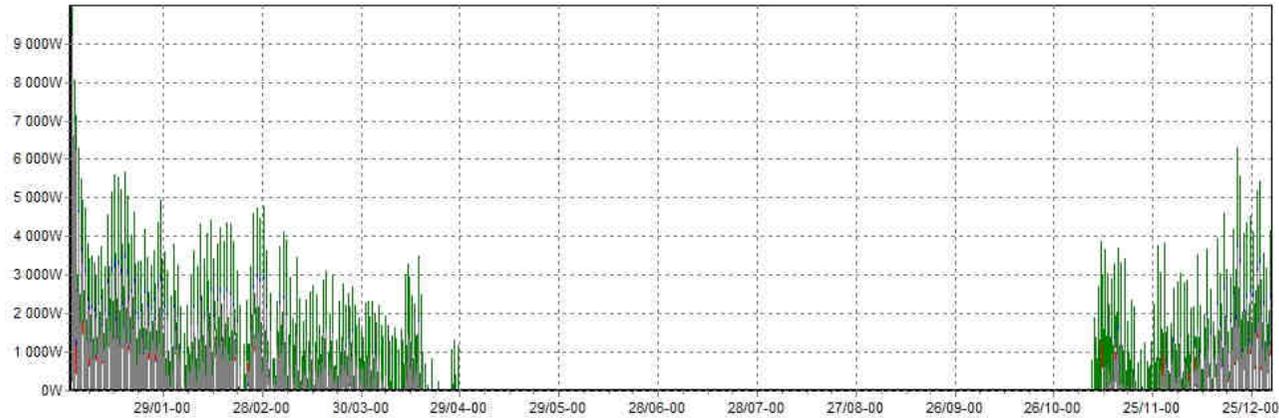


Résistance thermique

Situation vis-à-vis de la réglementation selon le type de paroi				Transmission calorifique 0,12			
Type de parois	RT 2005			Basse énergie		Très basse énergie	
	min	max	conforme ?		conforme ?		conforme ?
Murs en contact avec l'extérieur	0,4	0,36	oui	0,2	oui	0,13	oui



Besoins de chauffage



Zones	Besoins Chauffage.	Besoins Chauffage.
	kWh	kWh/m ²
Appartement		
T3.1	1661	23
T4.1	2909	40
T4.2	1448	14
T.5	1445	14
T3.2	1582	22
Moyenne	1809	22

Confort d'été

Confort d'été (déphasage de 12 h)	
Temps de transfert	
heures	Note (0 à 20)
15,6	20,0

Résistance à la canicule => semaine la + chaude

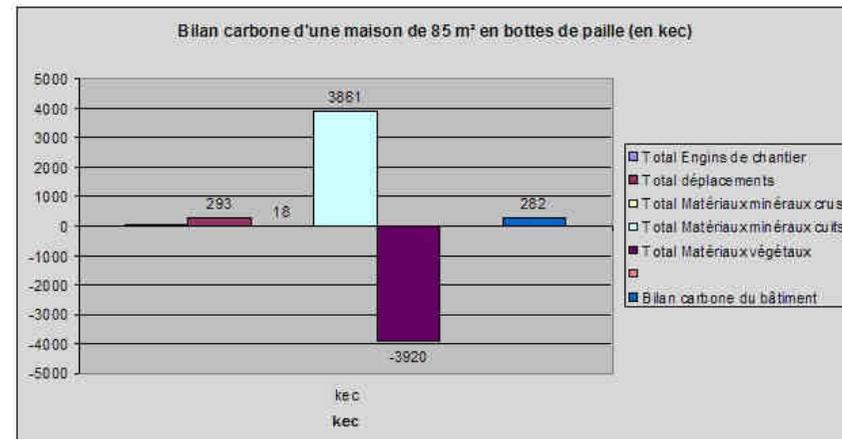
A la fin de la période mesurée, la température maximale atteinte à l'intérieur du bâtiment est de 28°C alors qu'à l'extérieur la température a atteint 35°C.



Bilan environnemental

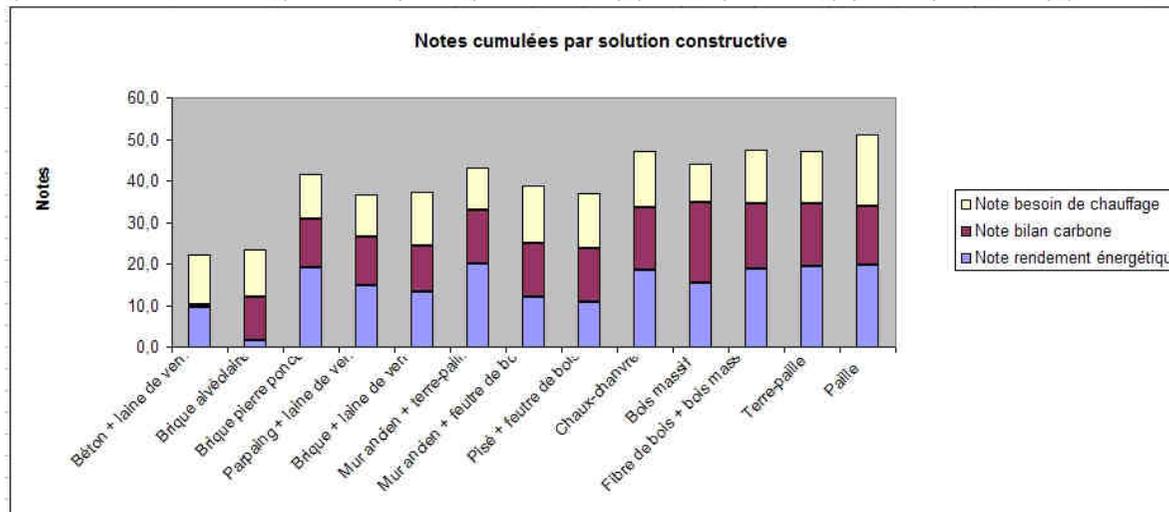
Rendement énergétique (au m ² de paroi)	
Energie grise / Résistance thermique	
kWh/R	Note (0 à 20)
6	19,1

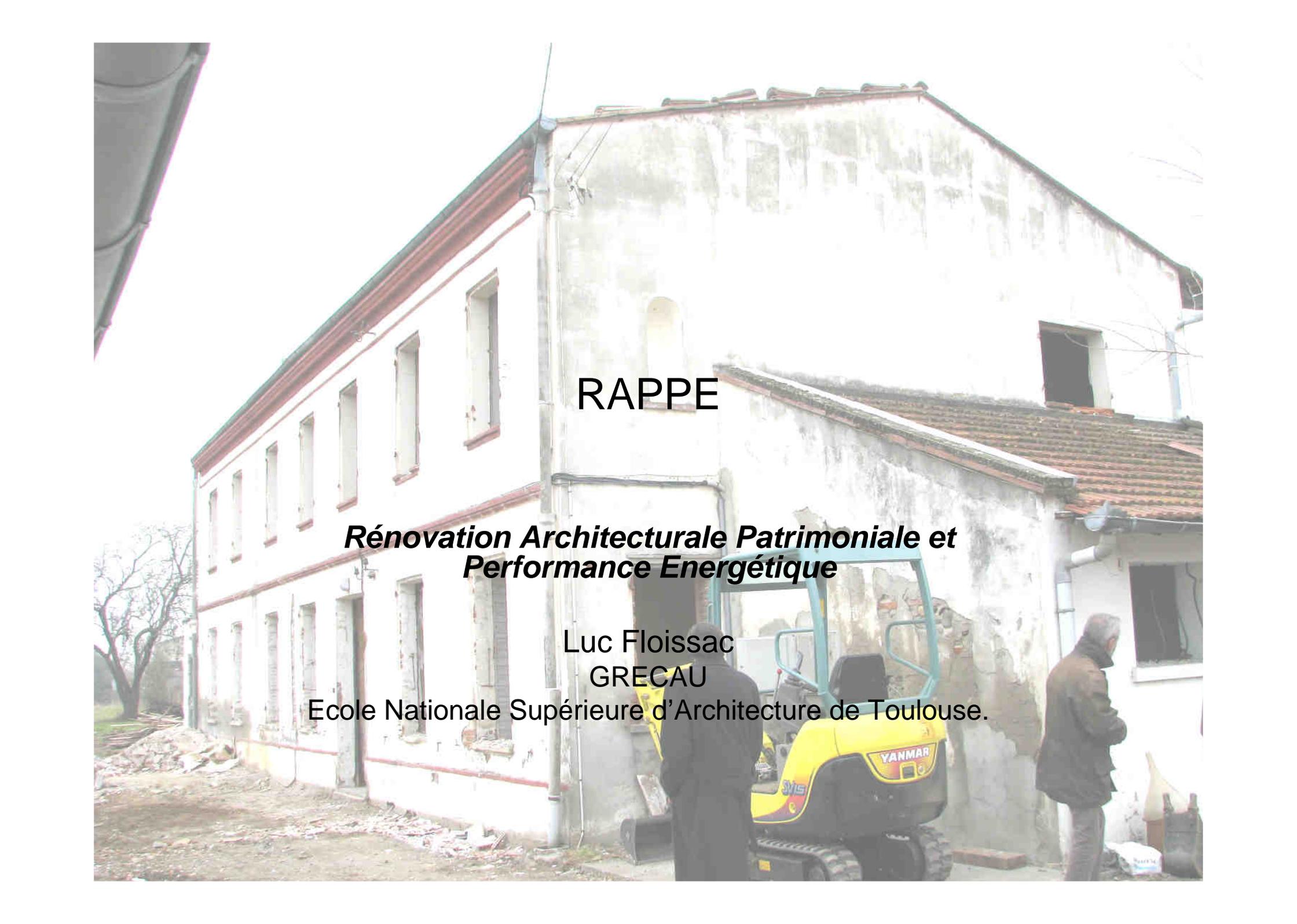
Bilan CO2 de la paroi	
Matériaux neufs	
kg eqC / m ²	Note (0 à 20)
-12,4	13,6



Comparatif de solutions constructives

Solution constructive	Épaisseur totale cm	Rendement énergétique (au m ² de paroi)		Bilan carbone de la paroi		Besoin annuel chauffage (par m ² de paroi)		Note moyenne
		Résistance thermique		Matériaux neufs		Matériaux neufs		
	kWh/R	Note rendement énergétique	kec/m2	Note bilan carbone	kWh/m ²	Note besoin de chauffage	Note moyenne	
Béton + laine de verre	32	68,7	9,4	121,3	0,8	1,0	11,8	7,4
Brique alvéolaire	37,5	120,5	1,5	18,6	10,6	1,1	11,4	7,8
Brique pierre ponce	35	6,2	19,1	6,0	11,8	1,1	10,8	13,9
Parpaing + laine de verre	28	34,6	14,7	-7,6	11,7	1,2	10,2	12,2
Brique + laine de verre	32	44,8	13,1	12,0	11,2	0,9	13,0	12,4
Mur ancien + terre-paille	60	0,9	19,9	-8,3	13,2	1,2	10,0	14,4
Mur ancien + feutre de bois	52	51,2	12,1	-5,8	12,9	0,8	13,6	12,9
Pisé + feutre de bois	52	60,5	10,7	-5,8	12,9	0,8	13,3	12,3
Chaux-chanvre	40	9,4	18,6	-26,0	14,9	0,8	13,6	15,7
Bois massif	30	30,8	15,3	-75,0	19,5	1,3	9,3	14,7
Fibre de bois + bois massif	19	8,1	18,8	-34,5	15,7	0,9	12,9	15,8
Terre-paille	40	3,8	19,4	-26,9	14,9	0,9	12,8	15,7
Paille	40	1,7	19,7	-18,5	14,1	0,3	17,2	17,0





RAPPE

***Rénovation Architecturale Patrimoniale et
Performance Énergétique***

Luc Floissac
GRECAU

Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Toulouse.

Partenaires



- ADEME: Mr Guyot
- GRECAU Groupe de Recherche Environnement et Conception Architecture et Urbanisme – Ecole d'architecture de Toulouse
 - Luc Floissac
 - Nathalie Tornay
 - Laure Fernandez.
- Cabinet d'architecture JFC – 31590 Verfeil
 - Jean-François Collart.
 - Agnès Pouget.
- SA HLM des Chalets – 31027 Toulouse Cedex

Objectifs

- Rénover un bâtiment sans modifier sa morphologie.
- Aménagement de 3 appartements (dont 1 pour handicapés).
- Accroître les performances énergétiques d'un bâtiment ancien.
- Utiliser certaines technologies contemporaines indiscutables.
 - Fermetures et vitrages performants.
 - Dispositifs de chauffage à haut rendement.

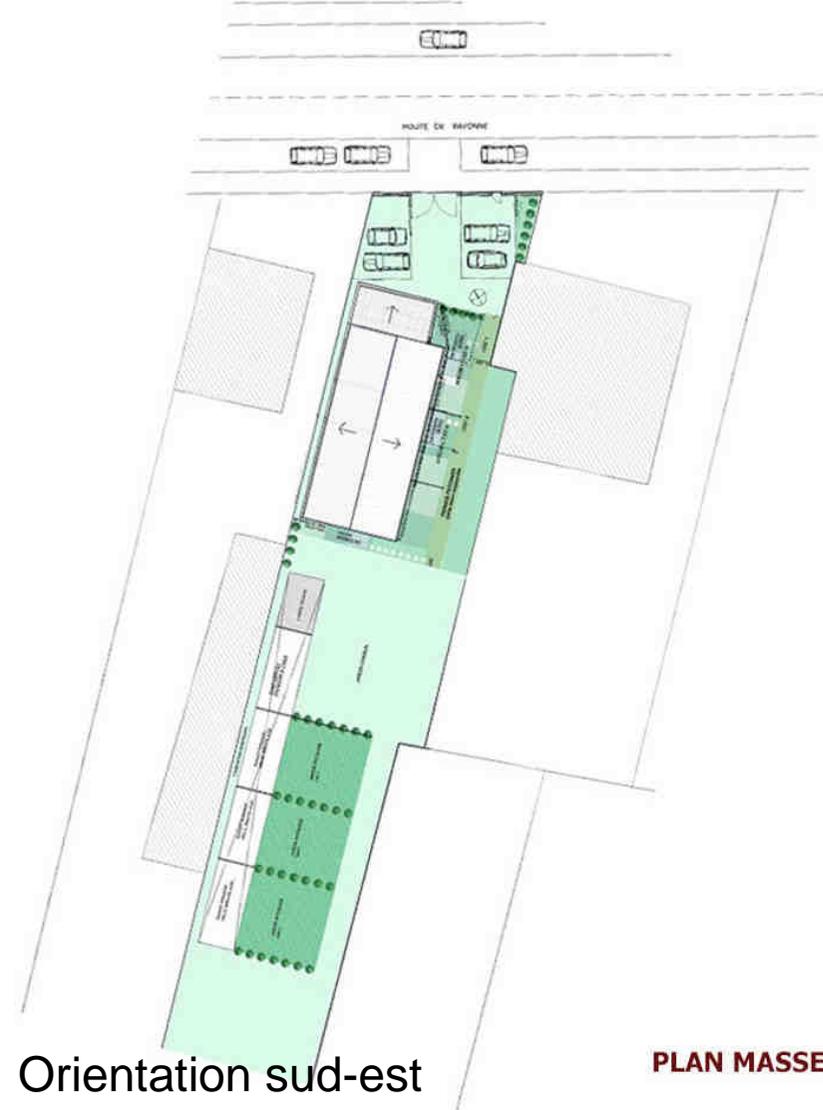
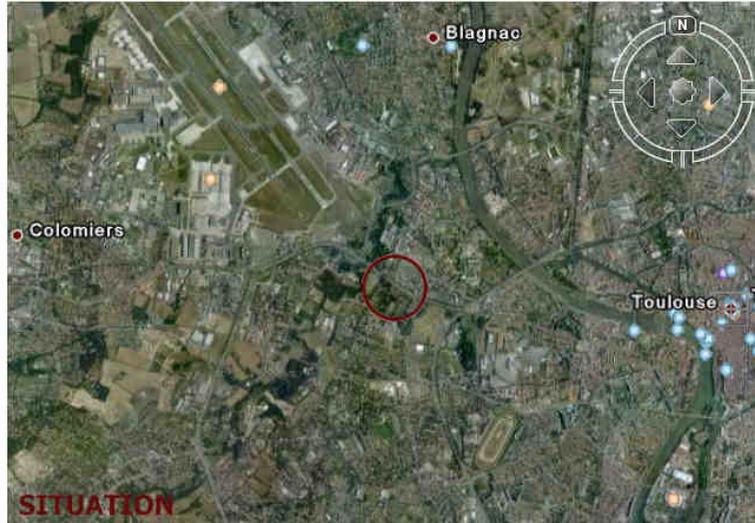
- Revisiter de manière critique certaines pratiques
 - Ventilation.
 - Négligence de l'inertie thermique
 - Mauvais traitement des problèmes de vapeur d'eau,
 - Fragilité des isolants

- Diminuer la consommation énergétique
 - Constatée à: 223 Kwh / m² / an
 - Espérée à: 50 Kwh ep / m² / an

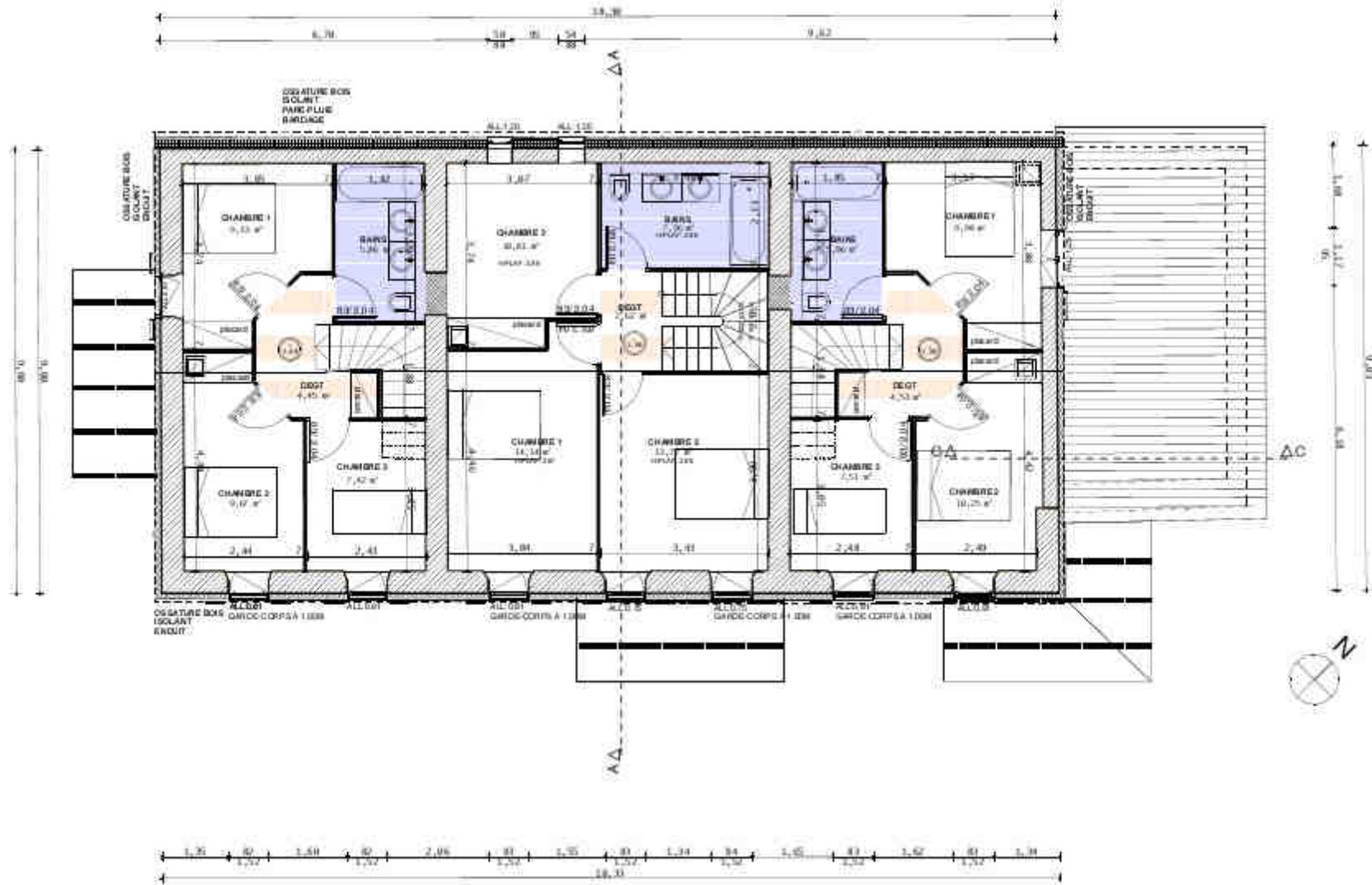
- Restreindre les émissions de CO₂ liées à la rénovation du bâtiment.

- Réaliser l'opération à un coût raisonnable (1000 € HT / m² habitable).

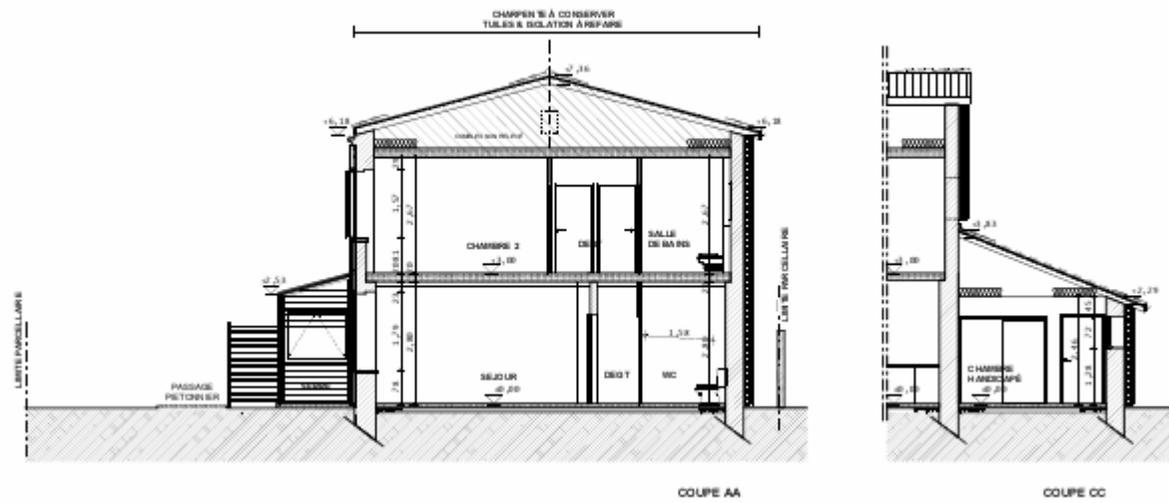
Plan de masse



Etage



Coupe



Façades

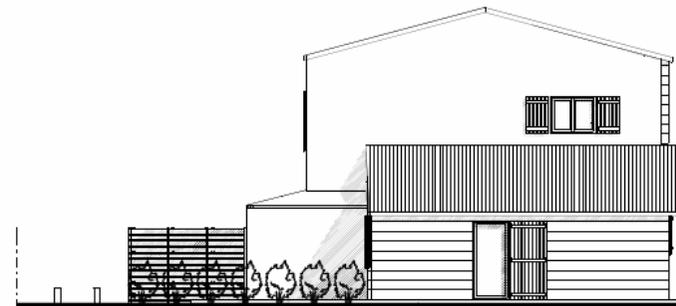


FAÇADE SUD-EST

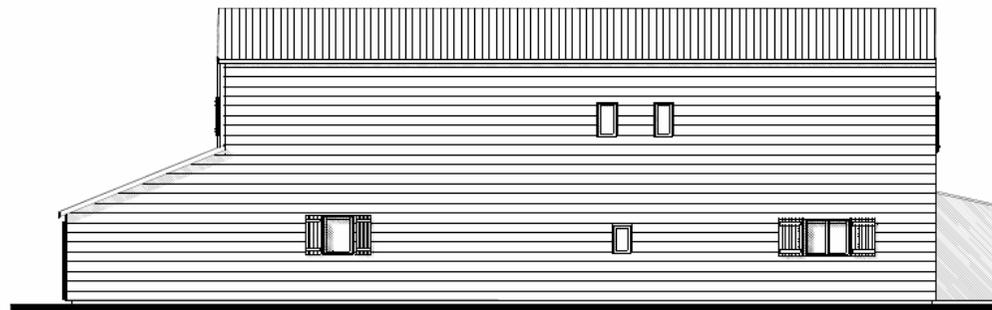
DEPARTEMENT de la Haute-Garonne	J.F. COLLART	JUN 2006
COMMUNE DE TOULOUSE	ARCHITECTE D.P.L.G.	DOSSIER IC 6
MAÎTRE DE L'OUVRAGE	Place du Château 31500 VIRVIEL	
SAHLM Les CHÂLETS 29, boulevard Koenigs 31027 TOULOUSE-CEDEX	RENNOUVELLEMENT ARCHITECTURAL ET PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE REHABILITATION D'UN ENSEMBLE DE 3 MAISONS DE QUARTIER	tél : 05 34 27 44 47 fax : 05 34 27 48 32
FAÇADES éch. 1/100 e		



FAÇADE SUD-OUEST



FAÇADE NORD-EST

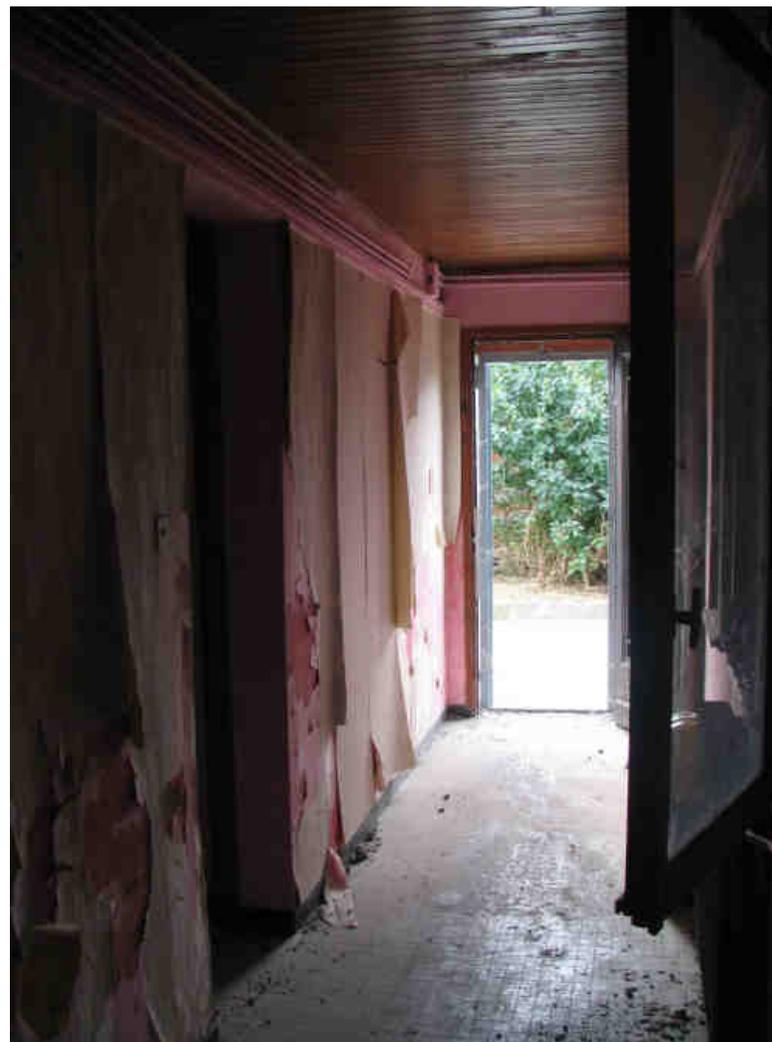


FAÇADE NORD-OUEST

Bâtiment



Humidité



Matériaux



- Galets + « briques foraines » + enduit de ciment
- Dalle de béton coulée sur une ancienne dalle de terres-cuites
-
- Cloisons: briques foraines de 5 cm d'épaisseur.
- Plancher de bois de 2,7 cm d'épaisseur surmonté d'un comble perdu ventilé.
- Menuiseries très endommagées.
- Système de chauffage ancien.

Préconisations

- **Gestion des soubassements**
 - Drainage terrain.
 - Piquage enduits ciment
- **Isolation des murs**
 - Par l'extérieur (panneaux de feutre de bois)
 - Bas de murs isolés sur 50 premiers centimètres avec des plaques de liège
- **Isolation des combles**
 - Fibres végétales ou ouate de cellulose en vrac sur 30 cm.
- **Menuiseries extérieures et vitrages**
 - Doubles vitrages en 4-16-4 argon ($U = 1,5$).
 - Menuiseries au nu extérieur des murs
 - Volets de bois.
- **Chauffage**
 - Chaudières individuelles à condensation au gaz.
 - Conduit de fumée pour poêle à bois en complément.
 - ECS et chauffage par 30 m² de panneaux solaires.

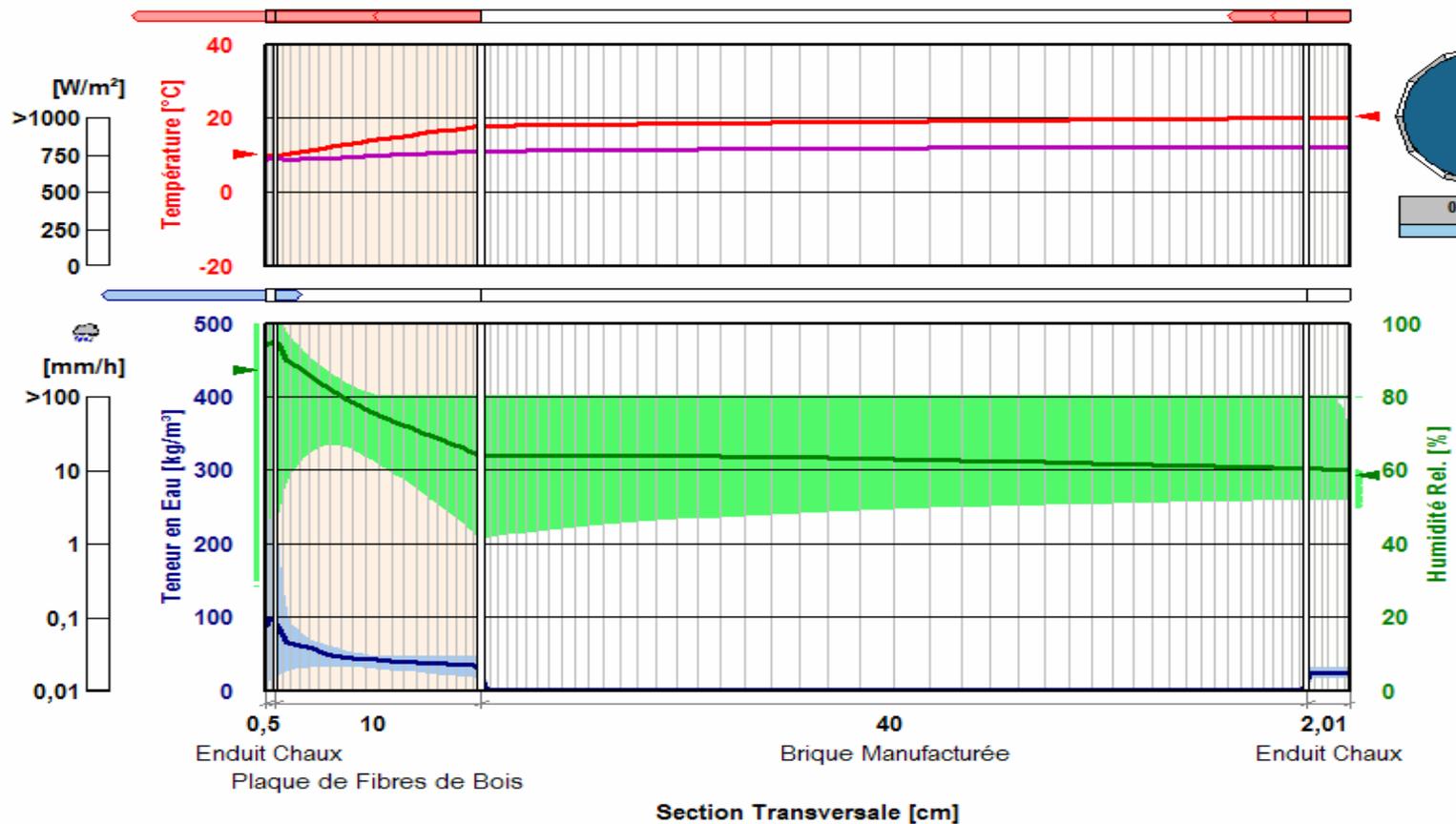
Gestion humidité : piquage



- Murs périphériques: galets et briques cuites
- Murs de refend: pierre et de briques cuites surmonté d'adobes

Gestion humidité et isolation

Isolation extérieure perméable à vapeur d'eau

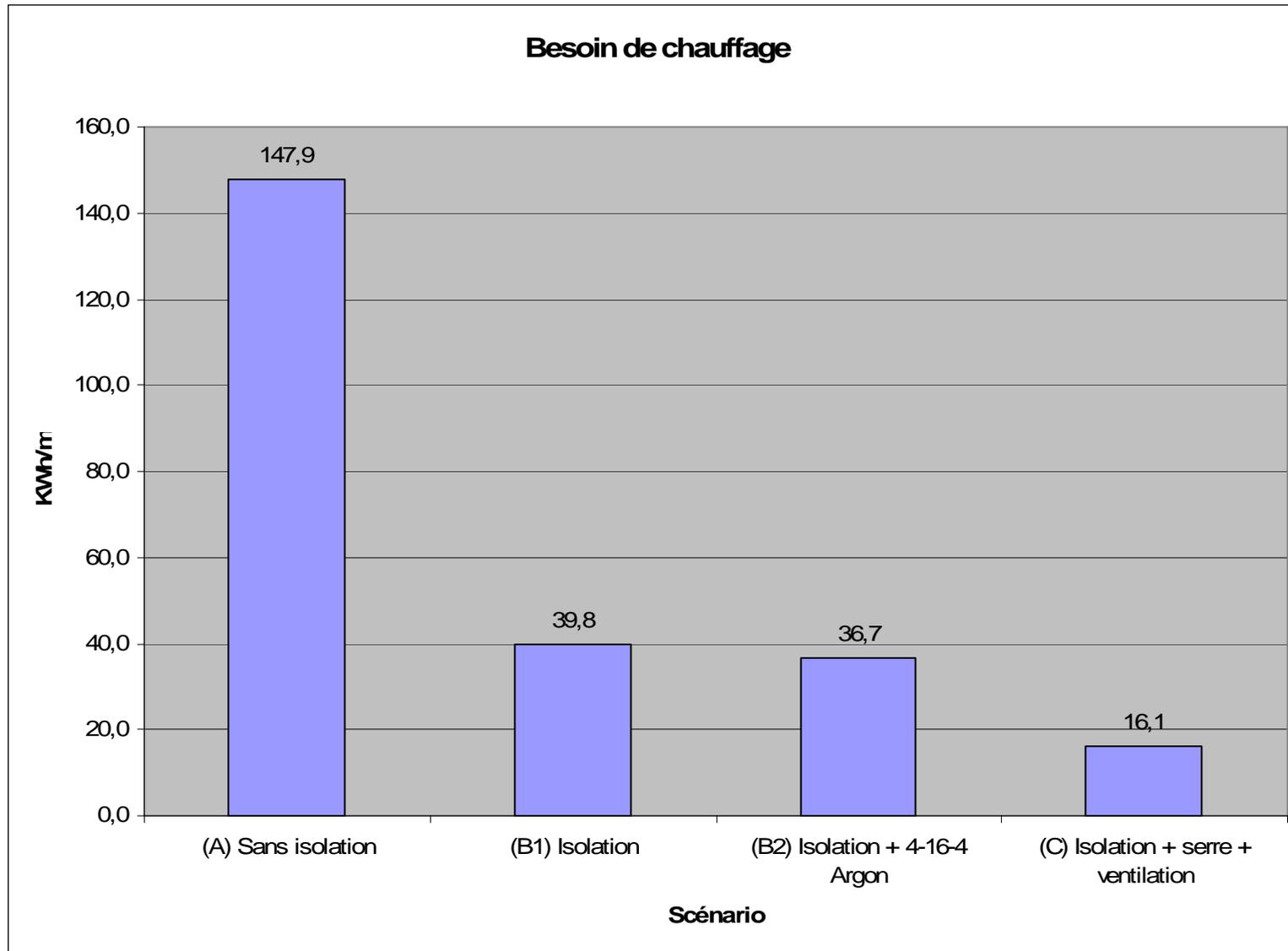


- Murs périphériques (10 cm feutre de bois) $R = 2,8$
- Plafonds (30 cm ouate de cellulose) $R = 7,2$
- Soubassements (trottoir périphérique de 1 m) polyuréthane $R = 5$

Besoins de chauffage

Zones	Besoins		Puiss. Chauff	T° Min °C	T° Moy °C	T° Max °C	Economie relative	
	Chauffage kWh	Surface habitable kWh /m²					/A	/B
Scénario								
(A) Sans isolation	42 142	285	148	11 475				
Appartement 1	11 732	78	150	3 375	11,9	18,5	28,5	
Appartement 2	14 972	106	142	4 725	13,5	18,6	27,7	
Appartement 3	15 439	101	152	3 375	8,2	17,4	28,5	
(B1) Isolation	11 351	285	40	10 328				73%
Appartement 1	3 095	78	40	3 375	15,0	20,0	27,9	
Appartement 2	3 435	106	33	3 578	15,0	20,0	27,4	
Appartement 3	4 821	101	48	3 375	15,0	19,9	27,5	
(B2) Isolation + 4-16-4 Argon	10 457	285	37	10 254				75% 3%
Appartement 1	2 729	78	35	3 375	15,0	20,1	27,8	
Appartement 2	3 176	106	30	3 504	15,0	20,1	27,4	
Appartement 3	4 552	101	45	3 375	15,0	19,9	27,5	
(C) Isolation + serre + ventilation	4 594	285	16	11 107				89% 18%
Appartement 1	1 345	78	17	3 375	15,0	23,2	32,0	
Appartement 2	1 353	106	13	4 357	15,0	23,4	30,6	
Appartement 3	1 895	101	19	3 375	15,0	23,2	29,1	
Serre 1					5,8	26,2	61,7	
Serre 2					7,4	27,4	52,7	
Serre 3					5,9	29,4	58,4	

Besoins de chauffage



Coût du chauffage

Sans isolation			
Augmentation annuelle coût de l'énergie			
Année	1,5%	3%	6%
1	2 029 €	2 029 €	2 029 €
10	2 320 €	2 648 €	3 428 €
20	2 693 €	3 558 €	6 140 €
30	3 125 €	4 782 €	10 995 €
Total	76 177 €	96 544 €	160 431 €

Isolation + double vitrage 4/16/4			
Augmentation annuelle coût de l'énergie			
Année	1,5%	3%	6%
1	821 €	821 €	821 €
10	939 €	1 071 €	1 387 €
20	1 089 €	1 440 €	2 484 €
30	1 264 €	1 935 €	4 449 €
Total	30 821 €	39 061 €	64 910 €

Idem + Argon			
Augmentation annuelle coût de l'énergie			
Année	1,5%	3%	6%
1	786 €	786 €	786 €
10	899 €	1 026 €	1 328 €
20	1 043 €	1 378 €	2 378 €
30	1 210 €	1 852 €	4 259 €
Total	29 504 €	37 393 €	62 137 €

Idem + serre			
Augmentation annuelle coût de l'énergie			
Année	1,5%	3%	6%
1	556 €	556 €	556 €
10	636 €	725 €	939 €
20	738 €	975 €	1 682 €
30	856 €	1 310 €	3 012 €
Total	20 868 €	26 447 €	43 948 €

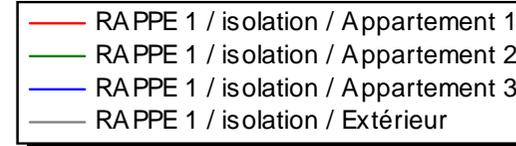
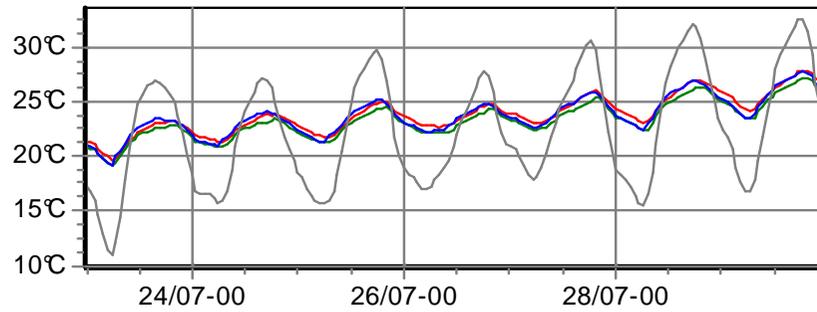
Regrets: Pas de mutualisation de chaudière et panneaux solaires pour 3 appartements

- Volonté du MO de ne pas gérer les impayés.
- Étude en cours gérer 3 chaudières avec les panneaux mutualisés.

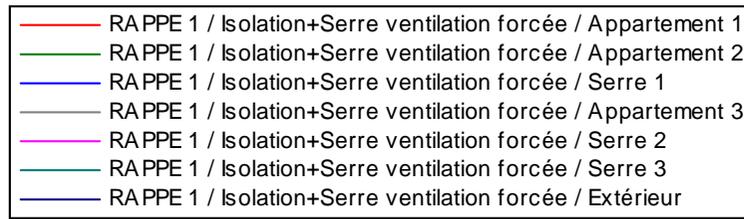
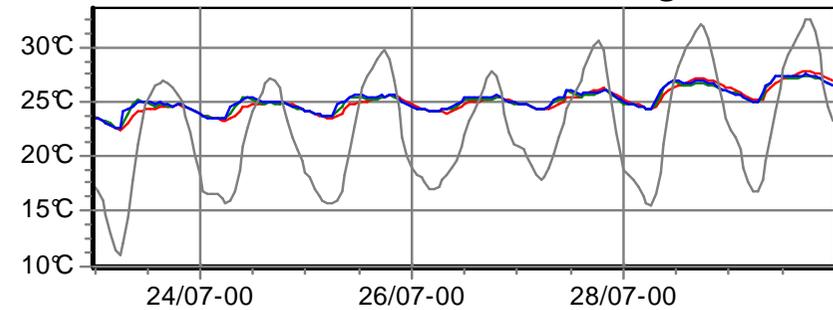
Canicules



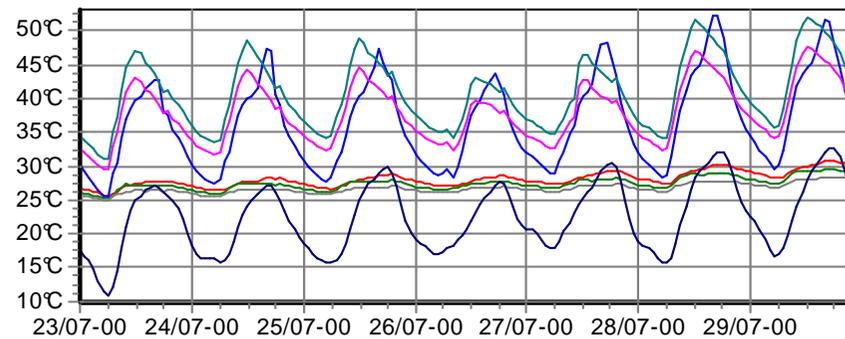
Initial



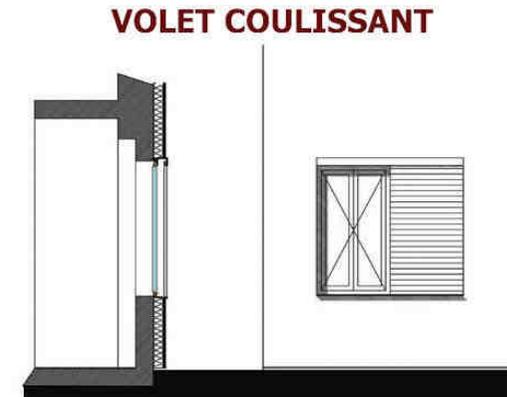
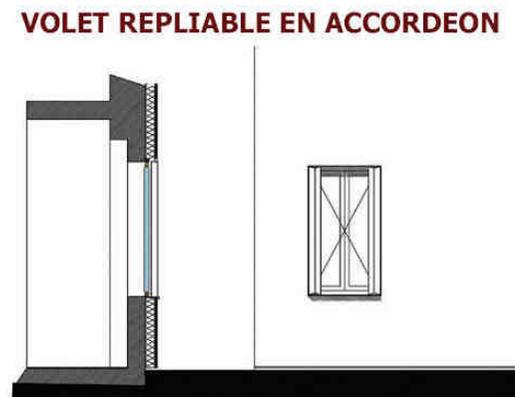
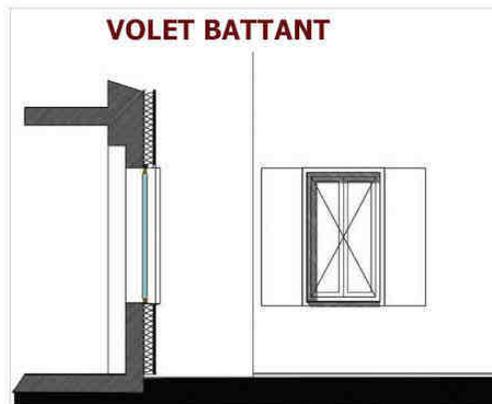
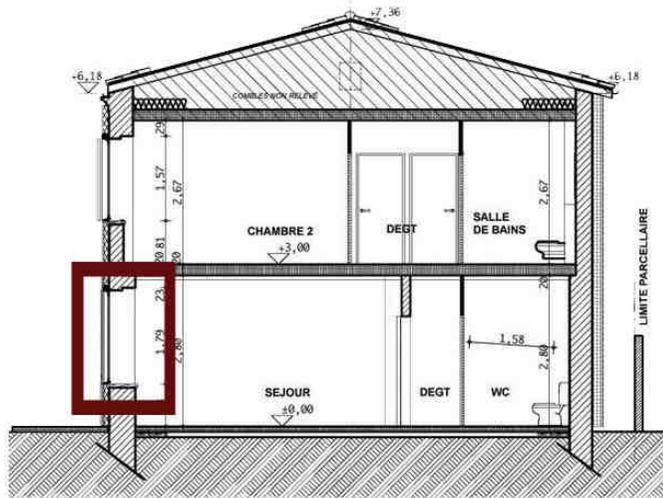
Isolation +
double
vitrage

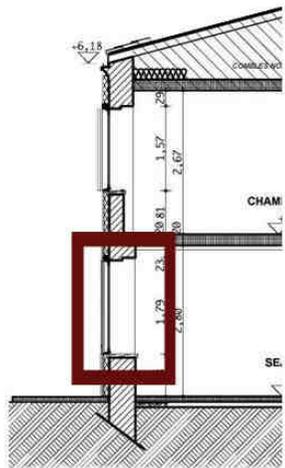


+ serres

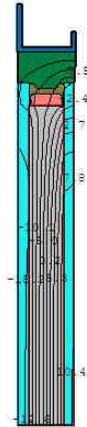


Ponts thermiques

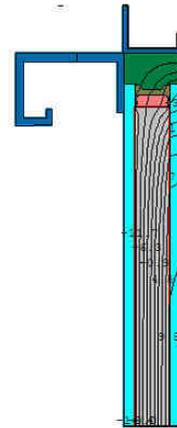




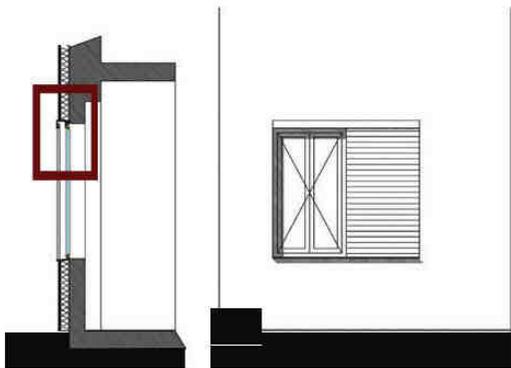
U = 2.70 W/M²K



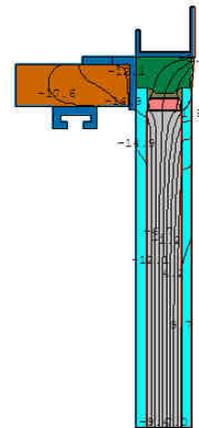
PONT THERMIQUE : MENUISERIES



U = 2.81 W/M²K



VOLET COULISSANT



= 2.57 W/M²K



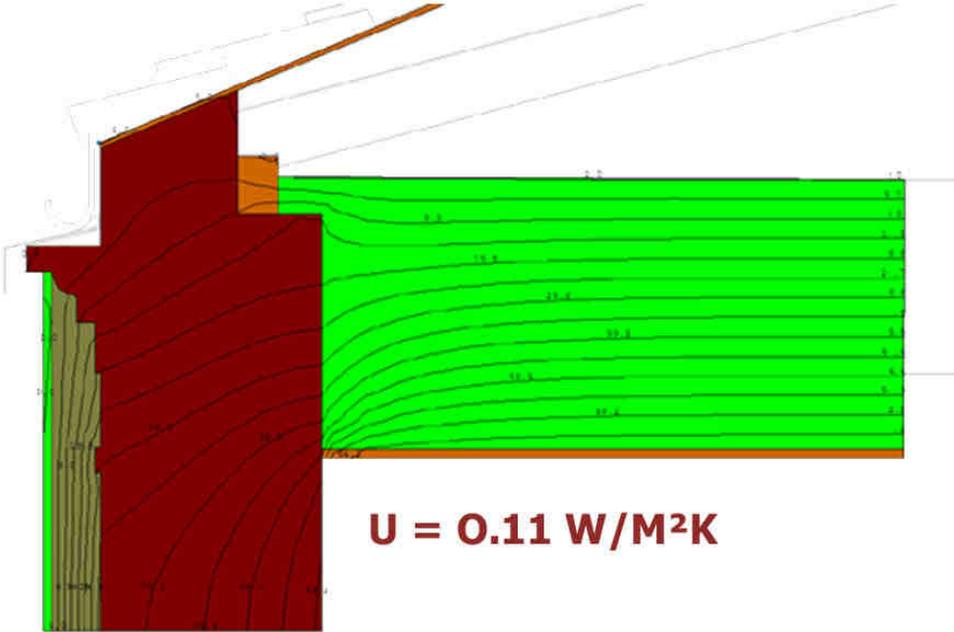
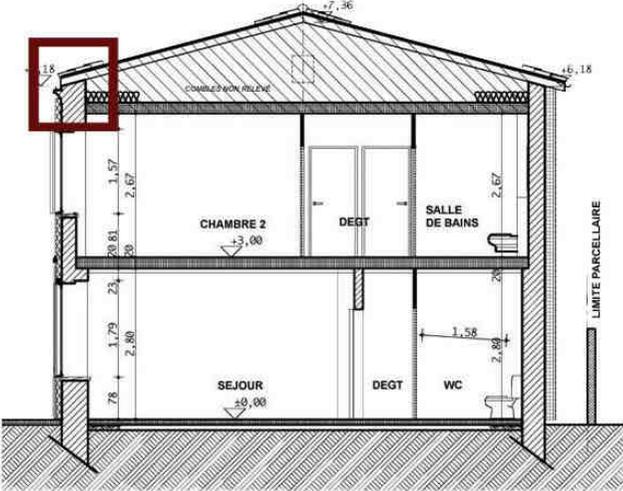
isothermes

couleur infrarouge

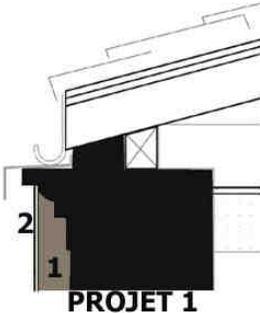
Corniche



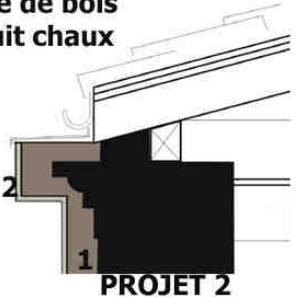
PONT THERMIQUE : CORNICHE



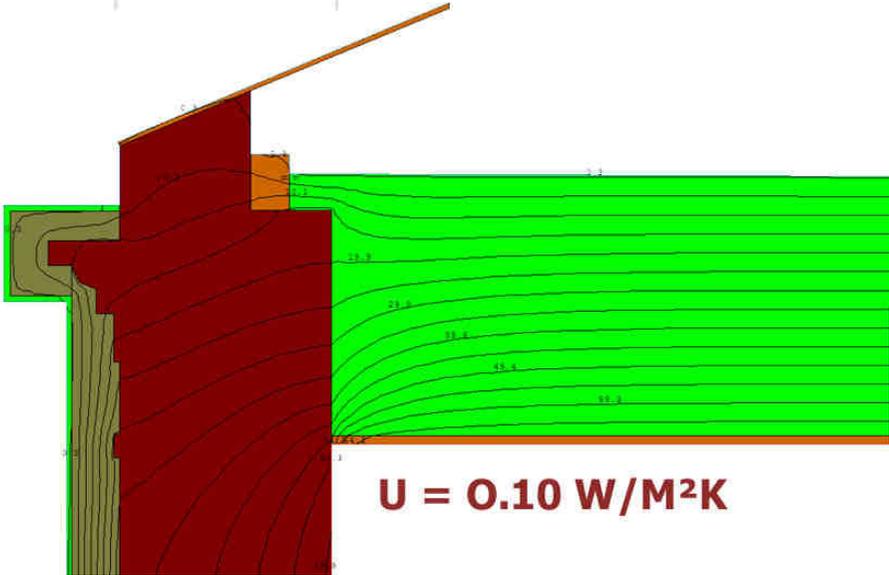
$U = 0.11 \text{ W/M}^2\text{K}$



- 1. feutre de bois
- 2. enduit chaux

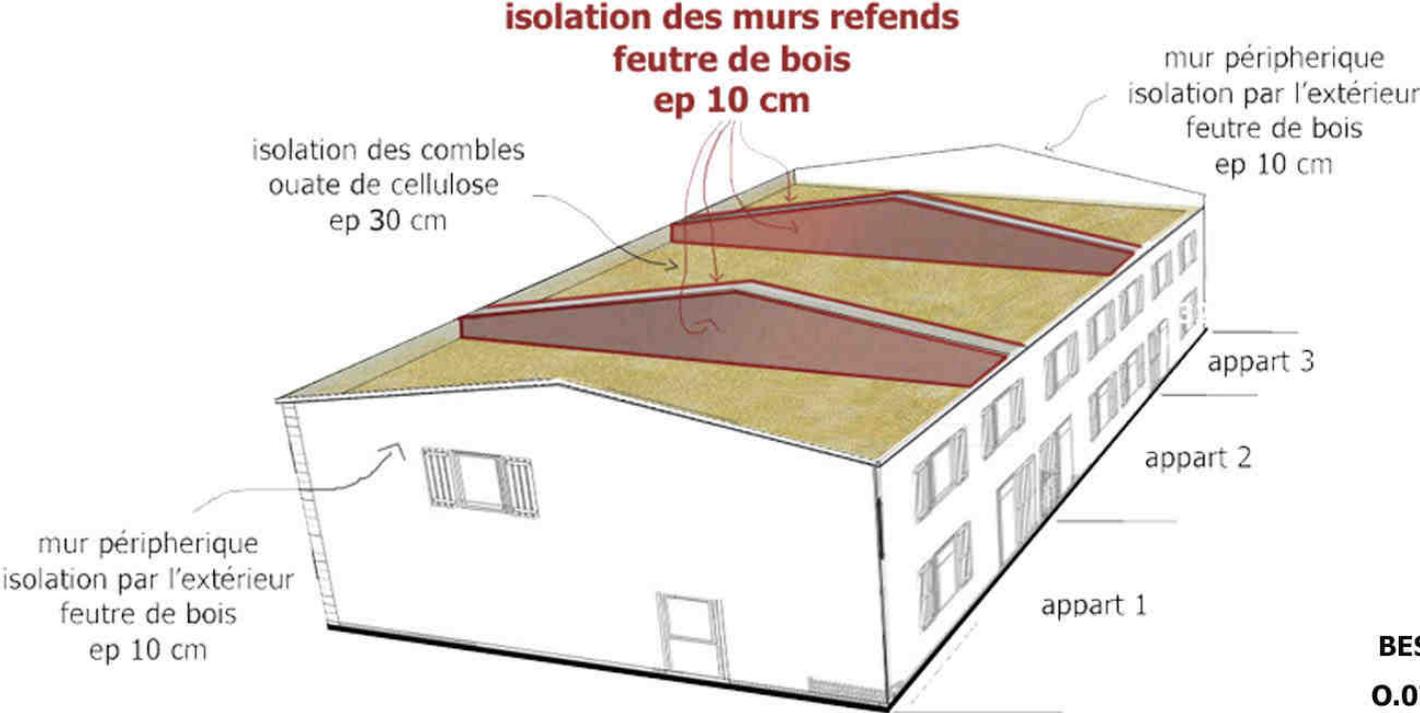


PROJET 2



$U = 0.10 \text{ W/M}^2\text{K}$

PONT THERMIQUE : MUR REFEND



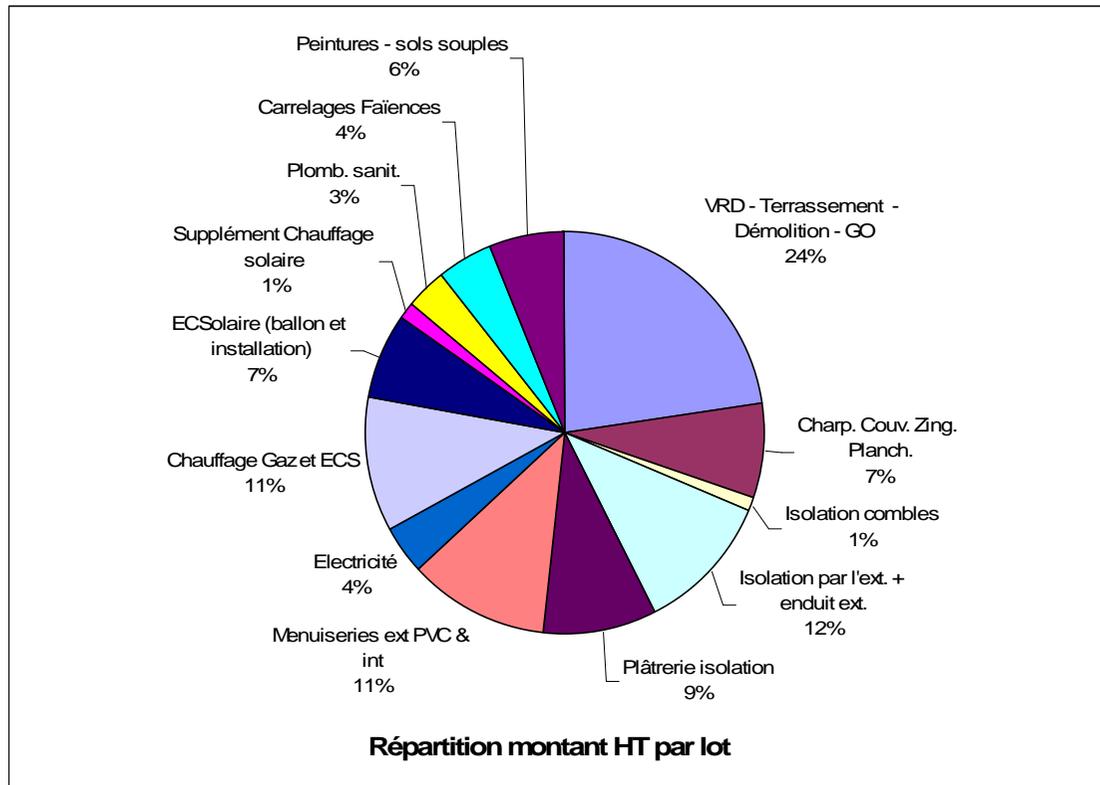
**BESOIN DE CHAUFFAGE
0.07 % DE DIFFERENCE**

Estimation du coût des travaux

MONTANT DES TRAVAUX PAR LOTS

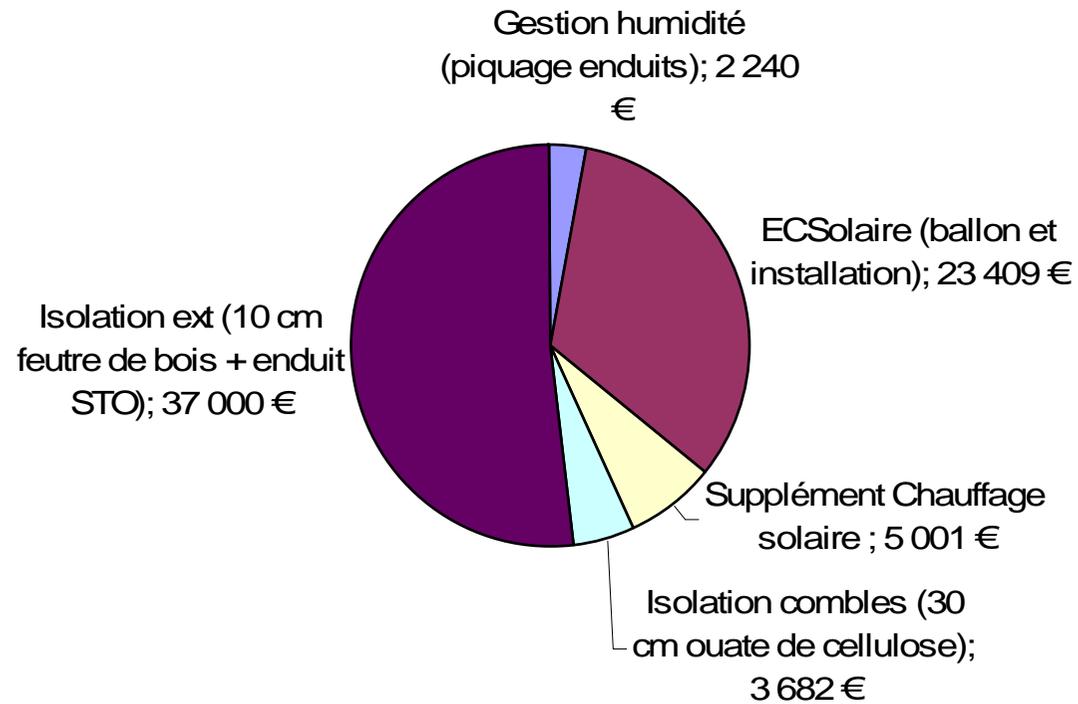
SHON (m ²)	359	Surf habitable (m ²)	285
coût HT/m ²	935 €	coût HT/ m ²	1 177 €
coût TTC/m ²	1 184 €	coût TTC m ²	1 236 €

	Montants H T	TAUX	Montants TVA	MONTANTS TTC
VRD - Terrassement - Démolition - GO	76 835 €	5,5%	4 226 €	81 061 €
Charp. Couv. Zing. Planch.	24 855 €	5,5%	1 367 €	26 222 €
Isolation combles	3 682 €	5,5%	202 €	3 884 €
Isolation par l'ext. + enduit ext.	37 000 €	5,5%	2 035 €	39 035 €
Plâtrerie isolation	30 993 €	5,5%	1 705 €	32 697 €
Menuiseries ext PVC & int	37 936 €	5,5%	2 086 €	40 022 €
Electricité	13 595 €	5,5%	748 €	14 343 €
Chauffage Gaz et ECS	35 592 €	5,5%	1 958 €	37 550 €
ECSolaire (ballon et installation)	23 409 €	5,5%	1 288 €	24 697 €
Supplément Chauffage solaire	5 001 €	5,5%	275 €	5 277 €
Plomb. sanit.	10 953 €	5,5%	602 €	11 555 €
Carrelages Faiences	14 764 €	5,5%	812 €	15 576 €
Peintures - sols souples	20 891 €	5,5%	1 149 €	22 039 €
	335 505 €		16 688 €	352 193 €

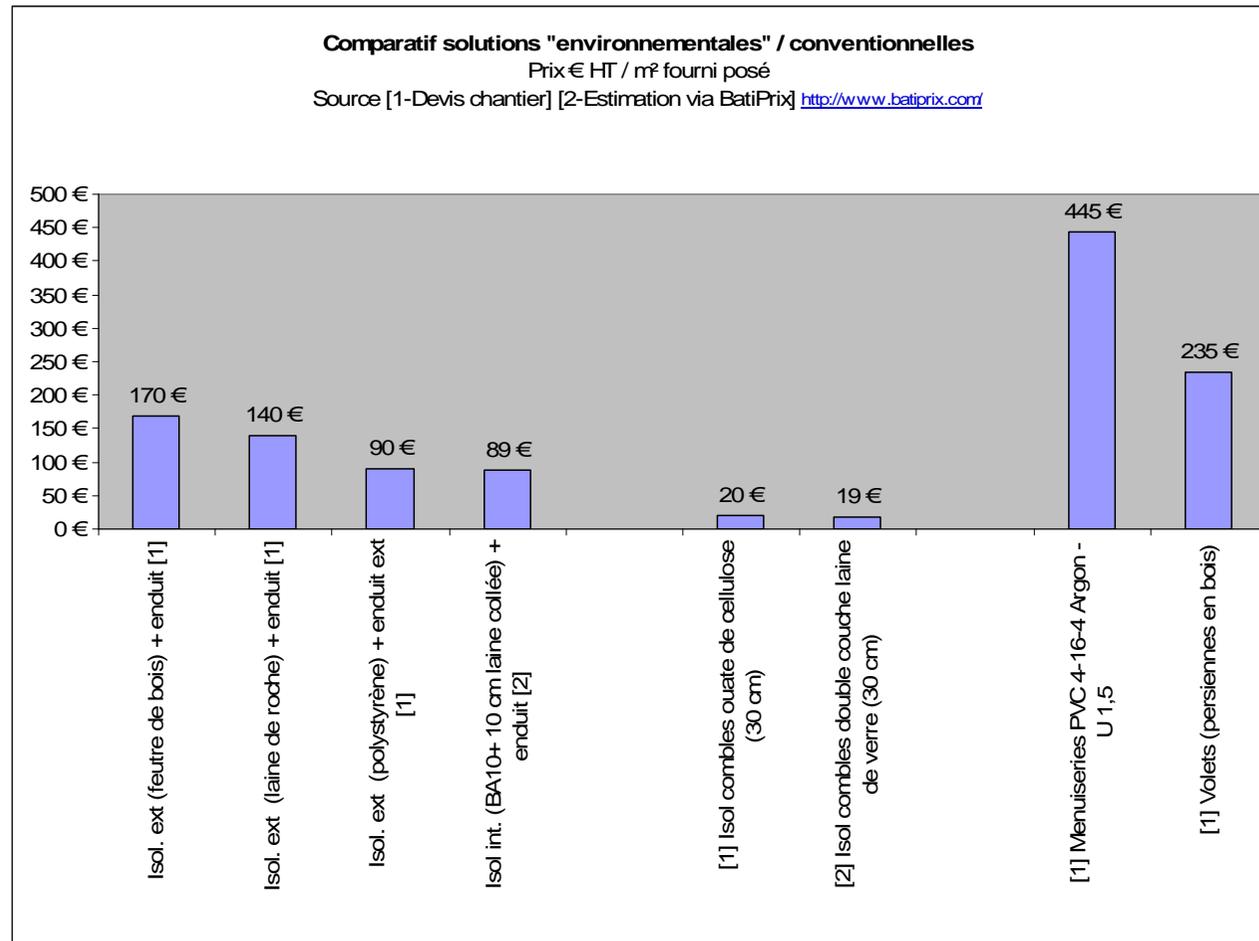


Plus values « performanciennes »

Plus values performantielles



Plus values « performantielles »



- Prix isolation extérieure plus élevé.
- Meilleur traitement des ponts thermiques.
- Inertie préservée.
- Meilleure gestion de l'humidité des murs.
- Augmentation de la surface à isoler (périmètre ext > int).

Comparatif prix polystyrène / feutre de bois

Surface posée / jour / 2 personnes

- Polystyrène: 70 m²

Temps pose enduit heure / personne

- Polystyrène: 1 h / m²
- Feutre de bois: 1h40 / m²

Prix fournitures / m²

- Feutre de bois (10 cm) = 34 €
- Enduit + colle + chevilles = 15 €

Prix fourni posé au m²

- Polystyrène: 90 € HT / m²
- Polystyrène E. Grise = 51 kWh / m²
- Feutre de bois: 170 € HT / m²
- Feutre de bois

E. Grise = 33 kWh / m²

Surface posée / jour / 2 personnes

- Feutre de bois: 45 m²

Temps pose enduit heure / personne

- Polystyrène: 1 h / m²
- Feutre de bois: 1h40 / m²

Prix fournitures / m²

- Feutre de bois (10 cm) = 34 €
- Enduit + colle + chevilles = 15 €

Prix fourni posé au m²

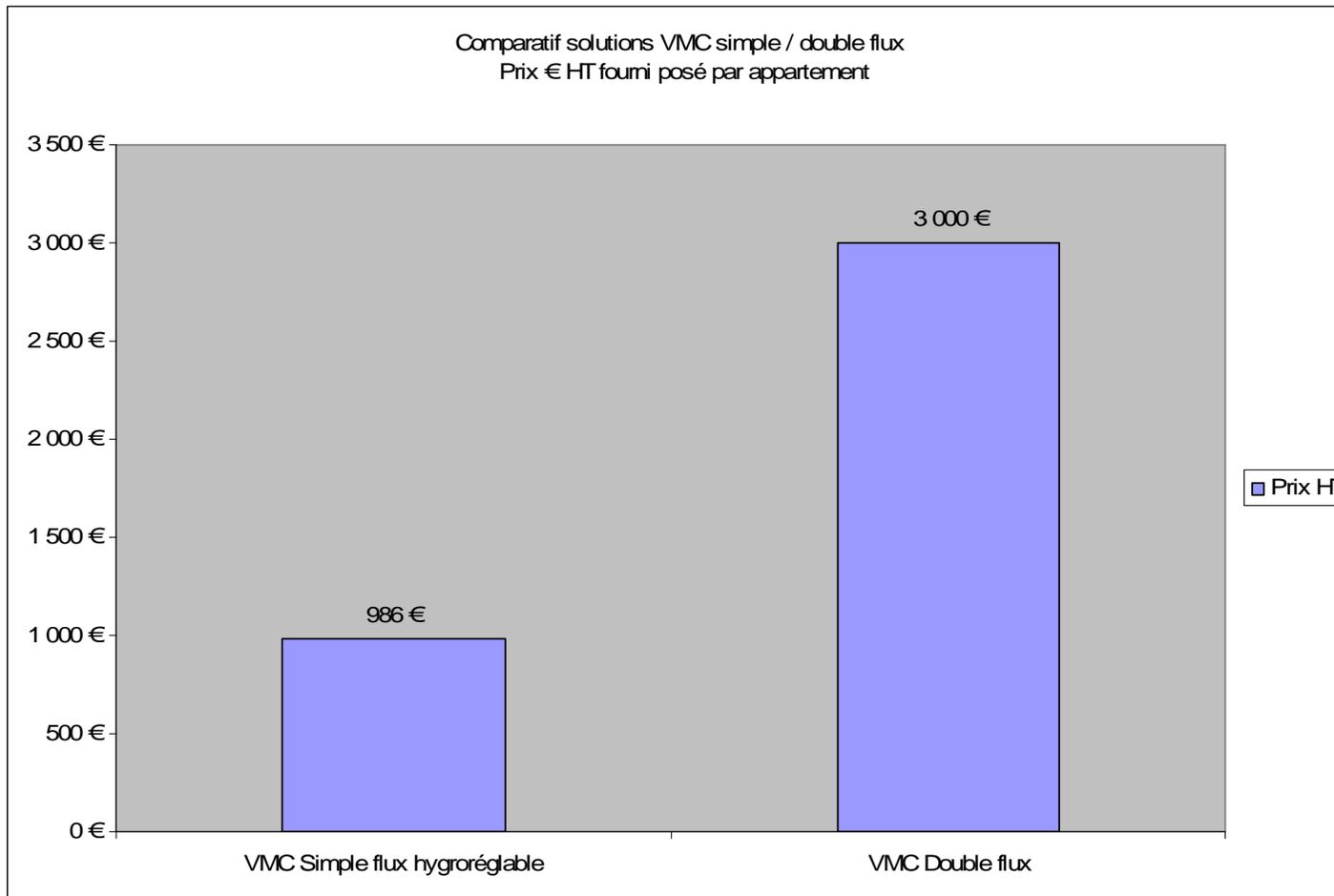
- Polystyrène: 90 € HT / m²
- Feutre de bois: 170 € HT / m²
- Ch. Clim. 9,3 kg CO₂ / m²

Ch. Clim. 10,5 kg CO₂ / m²

Comparatif polystyrène / feutre de bois

	Polystyrène	Feutre de bois
Surface posée / jour / 2 personnes	70 m ²	45 m ²
Type enduit	Base organique (résines)	Base minérale (chaux)
Temps pose enduit	1 h / m ²	1h40 / m ²
Prix isolant 10 cm / m ²		34 € (10 cm)
Prix fournitures / m ²		15 €
Prix fourni posé	90 € / m ²	170 € / m ²
Changement climatique	+ 4,3 kg CO ₂ / m ²	-30,8 kg CO ₂ / m ²
Energie Grise	31 kWh / m ²	1 kWh / m ²

Plus values « performantielles »



Gain potentiel de 25 kWh ep / m² habitable / an selon O.Sidler

Contrôles qualité

- Contrôle de l'étanchéité à l'air par infiltrométrie

765 € HT / appartement

LIBELLE	Qté	P.U. HT		TOTAL HT	
		TVA 19,60 %			
PRESTATIONS à réaliser par logement :					
Test de perméabilité à l'air	3	420,00		1260,00	
Localisation des infiltrations	3	180,00		540,00	
Soit un Sous Total de		600,00		1800,00	
NB - Nous sommes en mesure de réaliser un maximum de 3 logements sur 1 journée					
Frais de déplacement	1	325,00		325,00	
Un forfait étape (85 euros/pers) pour 2 personnes	2	85,00		170,00	
<i>Membre d'une Association agréée par l'Administration Fiscale, acceptant à ce titre le règlement des honoraires par chèque libellé à son nom.</i>				Total € HT	2295,00
				TVA 19.60 %	449,82
				Total € TTC	2744,82

- Contrôle des ponts thermiques par thermographie

immeuble R+1 – 3 logements

2295 € HT

LIBELLE	Qté	P.U. HT		TOTAL HT	
		TVA 19,60 %			
PRESTATIONS à réaliser par logement :					
Bilan thermique de l'enveloppe (intérieur et extérieur)	3	300,00		900,00	
Analyse des thermogrammes et élaboration du rapport	3	150,00		450,00	
Soit un Sous Total de		450,00		1350,00	
NB - Nous sommes en mesure les trois logements sur la journée					
Frais de déplacement	1	325,00		325,00	
Un forfait étape (85 euros/pers) pour 1 personnes	1	85,00		85,00	
<i>Membre d'une Association agréée par l'Administration Fiscale, acceptant à ce titre le règlement des honoraires par chèque libellé à son nom.</i>				Total € HT	1760,00
				TVA 19.60 %	344,96
				Total € TTC	2104,96
				<i>Total en Francs</i>	<i>13807,63</i>

Mesures in situ

- Suivi planifié:
 - Coût: 4 710 € HT
 - Durée 2 ans
 - Extérieur: T° et humidité de l'air
 - Hygroboutons (T° et humidité de l'air et des murs)
- Suivi des consommations de gaz et apports solaires:
 - Coût: 6 673 € HT
 - Non réalisé (hors budget prévisionnel)

Désignation	HygroBouton
Plage de mesure de température	-20 / +85°C
Précision température	± 0.5°C
Plage de mesure de l'humidité	0 / 100%
Précision humidité	± 5%
Résolution	0.1 ou 0.5°C
Nombre de points de mesure	4096 ou 8192
Fréquence de mesure	1 sec à 273 h
Démarrage si alarme possible	Oui

Quantité	Equipement	Localisation
Extérieur		
1	Sonde de mesure Température air	Extérieur - sous abri
1	Sonde de mesure humidité air	Extérieur - sous abri
Appartement n° 1		
1	Sonde de mesure Température air ambiant	RDC - angle SE Chambre handicapé
1	Sonde de mesure humidité air ambiant	RDC - angle SE Chambre handicapé
1	Sonde de mesure température mur	RDC - angle SE Chambre handicapé
1	Sonde de mesure humidité mur	RDC - angle SE Chambre handicapé
1	Sonde de mesure Température air ambiant	Etage - Chambre n° 1
1	Sonde de mesure humidité air ambiant	Etage - Chambre n° 1
Appartement n° 2		
1	Sonde de mesure Température air ambiant	RDC - séjour mur de façade SE
1	Sonde de mesure humidité air ambiant	RDC - séjour mur de façade SE
1	Sonde de mesure température mur	RDC - séjour mur de façade SE
1	Sonde de mesure humidité mur	RDC - séjour mur de façade SE
1	Sonde de mesure Température air ambiant	Etage - Chambre n° 2
1	Sonde de mesure humidité air ambiant	Etage - Chambre n° 2
Appartement n° 3		
1	Sonde de mesure Température air ambiant	RDC - séjour mur de façade SW
1	Sonde de mesure humidité air ambiant	RDC - séjour mur de façade SW
1	Sonde de mesure température mur	RDC - séjour mur de façade SW
1	Sonde de mesure humidité mur	RDC - séjour mur de façade SW
1	Sonde de mesure Température air ambiant	Etage - Chambre n° 2 mur SW
1	Sonde de mesure humidité air ambiant	Etage - Chambre n° 2 mur SW

CO²CON

CO₂ et COmparaison de solutions CONstructives et de niveaux de CONFort

Mur	Feutre de bois chaux		Ep cm	Perte pouvoir isolant % / an	Fréquence de rénovation ans	Situation vis-à-vis de la réglementation selon le type de paroi			Résistance thermique - R (m ² °K/w)		Transmission calorifique - U (W/m ² °C)																																																																			
	Matériaux (choisir dans la liste déroulante ci-dessous)					RT 2005			Basse énergie		Très basse énergie																																																																			
Total		50,5																																																																												
Extérieur ↳	Plaque de fibre de bois - isolant		10																																																																											
	Enduit de chaux		0,5																																																																											
↳ Intérieur	Pierre ferme et demi ferme		40																																																																											
	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> Parpaing de ciment ***** BETONS & mortiers & enduits Prédalle en béton précontraint Poutrelle en béton précontraint Poutre en béton précontraint </div>																																																																													
						<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">RT 2005</th> <th colspan="2">Seuil</th> </tr> <tr> <th>W/(m².K)</th> <th>Conforme</th> <th>40%</th> <th>Conforme</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="5">PAROIS U maximal</td> </tr> <tr> <td>Murs en contact avec l'extérieur ou avec le sol</td> <td>0,45</td> <td>oui</td> <td>0,27</td> <td>non</td> </tr> <tr> <td>Murs en contact avec un volume non chauffé</td> <td>0,45</td> <td>oui</td> <td>0,27</td> <td>non</td> </tr> <tr> <td>Planchers bas donnant sur l'extérieur ou sur un parking collectif</td> <td>0,36</td> <td>oui</td> <td>0,22</td> <td>non</td> </tr> <tr> <td>Planchers bas donnant sur un vide sanitaire ou sur un volume non chauffé</td> <td>0,4</td> <td>oui</td> <td>0,24</td> <td>non</td> </tr> <tr> <td>Planchers haut en béton ou en maçonnerie, et toitures en tôles métalliques ét:</td> <td>0,34</td> <td>non</td> <td>0,20</td> <td>non</td> </tr> <tr> <td>Planchers hauts en couverture en tôles métalliques</td> <td>0,41</td> <td>oui</td> <td>0,25</td> <td>non</td> </tr> <tr> <td>Autres planchers hauts</td> <td>0,28</td> <td>non</td> <td>0,17</td> <td>non</td> </tr> <tr> <td>Fenêtres et portes-fenêtres prises nues donnant sur l'extérieur</td> <td>2,6</td> <td>oui</td> <td>1,56</td> <td>oui</td> </tr> <tr> <td>Façades rideaux</td> <td>2,6</td> <td>oui</td> <td>1,56</td> <td>oui</td> </tr> <tr> <td>Coffres de volets roulants</td> <td>3</td> <td>oui</td> <td>1,80</td> <td>oui</td> </tr> </tbody> </table>								RT 2005			Seuil		W/(m ² .K)	Conforme	40%	Conforme		PAROIS U maximal					Murs en contact avec l'extérieur ou avec le sol	0,45	oui	0,27	non	Murs en contact avec un volume non chauffé	0,45	oui	0,27	non	Planchers bas donnant sur l'extérieur ou sur un parking collectif	0,36	oui	0,22	non	Planchers bas donnant sur un vide sanitaire ou sur un volume non chauffé	0,4	oui	0,24	non	Planchers haut en béton ou en maçonnerie, et toitures en tôles métalliques ét:	0,34	non	0,20	non	Planchers hauts en couverture en tôles métalliques	0,41	oui	0,25	non	Autres planchers hauts	0,28	non	0,17	non	Fenêtres et portes-fenêtres prises nues donnant sur l'extérieur	2,6	oui	1,56	oui	Façades rideaux	2,6	oui	1,56	oui	Coffres de volets roulants	3	oui	1,80	oui
RT 2005			Seuil																																																																											
W/(m ² .K)	Conforme	40%	Conforme																																																																											
PAROIS U maximal																																																																														
Murs en contact avec l'extérieur ou avec le sol	0,45	oui	0,27	non																																																																										
Murs en contact avec un volume non chauffé	0,45	oui	0,27	non																																																																										
Planchers bas donnant sur l'extérieur ou sur un parking collectif	0,36	oui	0,22	non																																																																										
Planchers bas donnant sur un vide sanitaire ou sur un volume non chauffé	0,4	oui	0,24	non																																																																										
Planchers haut en béton ou en maçonnerie, et toitures en tôles métalliques ét:	0,34	non	0,20	non																																																																										
Planchers hauts en couverture en tôles métalliques	0,41	oui	0,25	non																																																																										
Autres planchers hauts	0,28	non	0,17	non																																																																										
Fenêtres et portes-fenêtres prises nues donnant sur l'extérieur	2,6	oui	1,56	oui																																																																										
Façades rideaux	2,6	oui	1,56	oui																																																																										
Coffres de volets roulants	3	oui	1,80	oui																																																																										
Rendement énergétique (au m ² de paroi)		Energie grise		Changement climatique		Besoin annuel chauffage		Confort d'été (déphasage)		Inertie																																																																				
Energie grise / Résistance thermique		Total		Matériaux neufs		Matériaux neufs		Temps de transfert		Capacité thermique																																																																				
kWh/R	Note (0 à 20)	kWh / m ²		kg eq CO ₂ / m ²	Note (0 à 20)	kWh/m ²	Note (0 à 20)	heures	Note (0 à 20)	kj/m ³ .°C	Note (0 à 20)																																																																			
5	19,5	13		-24,5	10,8	0,81	13,5	17,1	20,0	221	19,2																																																																			

BD avec + de 350 références de matériaux

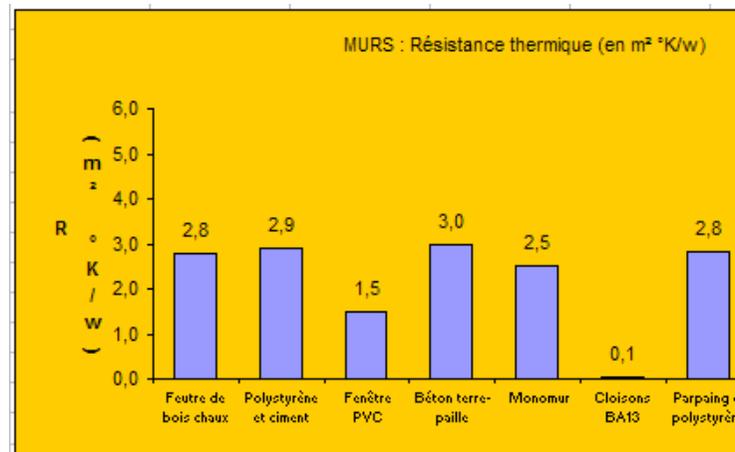
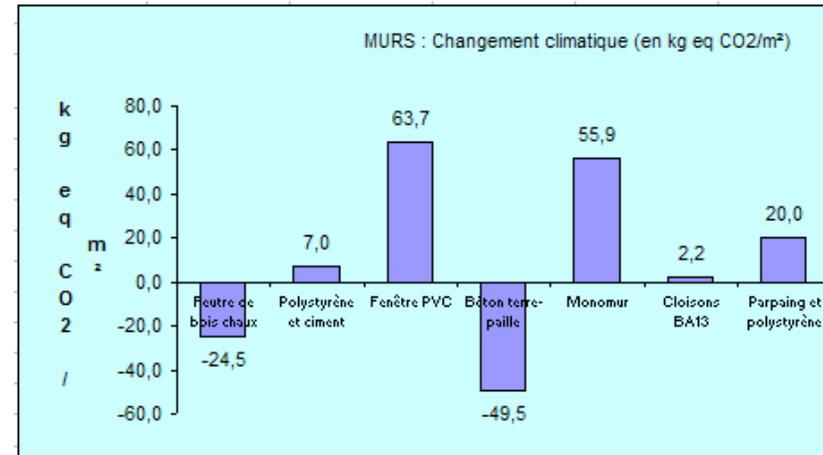
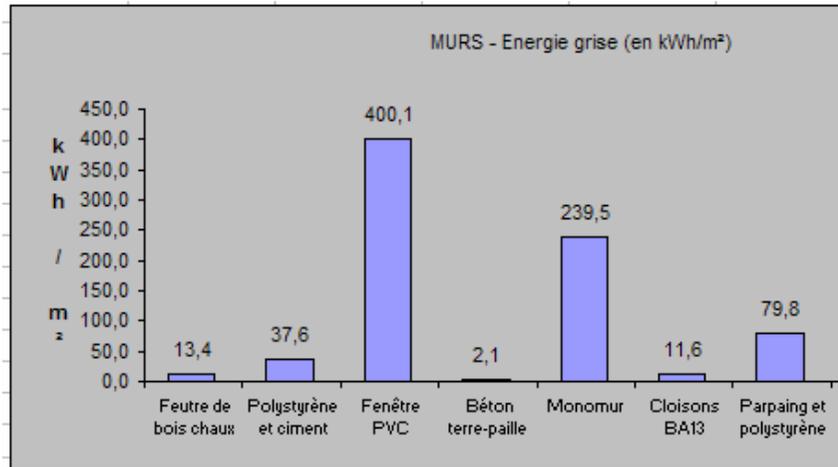
Détermination impact environnemental (énergie grise / CO₂ / eau / air....).

Caractérisation thermique.

Estimation de participation au confort.

CO²CON

CO₂ et COMparaison de solutions CONstructives et de niveaux de CONFort



Comparaison de solutions constructives

CO²CON

CO₂ et COMparaison de solutions CONstructives et de niveaux de CONfort

Type	SURFACES (en m ²)						
		Environnemental	Rénov Convent ionnel	Neuf Convent ionnel			?
	Projet	A	B	C	D	E	F
SHON		359	359				
Habitable		285	285				

FONDATEMENTS - Composition des projets							
Surface par projet (en m ²)							
Projet	A	B	C	D	E	F	
F1 Fondations béton ferraillées							
F2 Parpaings ciment							
F3 Bloc pierre ponce							
Volume total (m3)							

STRUCTURE - Composition des projets							
Volume par projet (en m ³)							
Projet	A	B	C	D	E	F	
S1 ?							
S2 ?							
S3 ?							
Volume total (m3)							

MURS - Composition des projets							
Surface par projet (en m ²)							
Projet	A	B	C	D	E	F	
M1 Feutre de bois chaud	650						
M2 Polystyrène et ciment		650					
M3 Fenêtre PVC	40	40					
M4 Béton terre-paille							
M5 Monomur							
M6 Cloisons BA13	198	198					
M7 Parpaing et polystyrène							
M8 ?							
M9 ?							
M10 ?							
Surface totale (m²)	888	888					

PLANCHERS et SOLS - Composition des projets							
Surface par projet (en m ²)							
Projet	A	B	C	D	E	F	
P1 Plancher bois + laine + BA13	154						
P2 Plancher contreplaqué + laine + BA13		154					
P3 ?							
Surface totale (m²)	154	154					

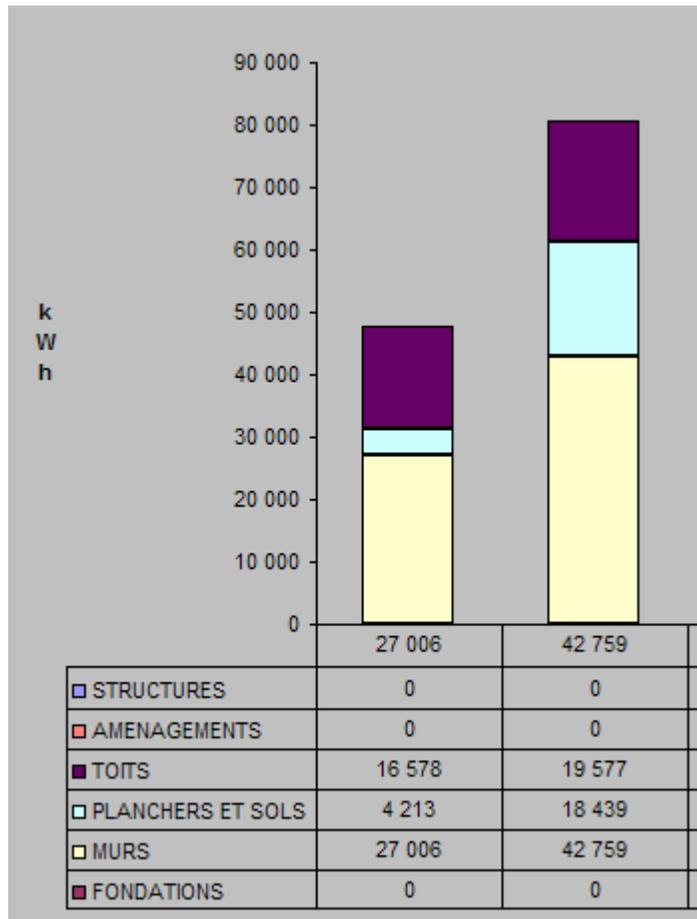
TOITS & PLAFONDS- Composition des projets							
Surface par projet (en m ²)							
Projet	A	B	C	D	E	F	
T1 Ouate de cellulose + BA13	185						
T2 Laine minérale + BA13		185					
T3 Tuiles terre cuite	227	227					
T4 Bac acier	227	227					
Surface totale (m²)	412	412					

Comparaison de scénarii de construction / rénovation:

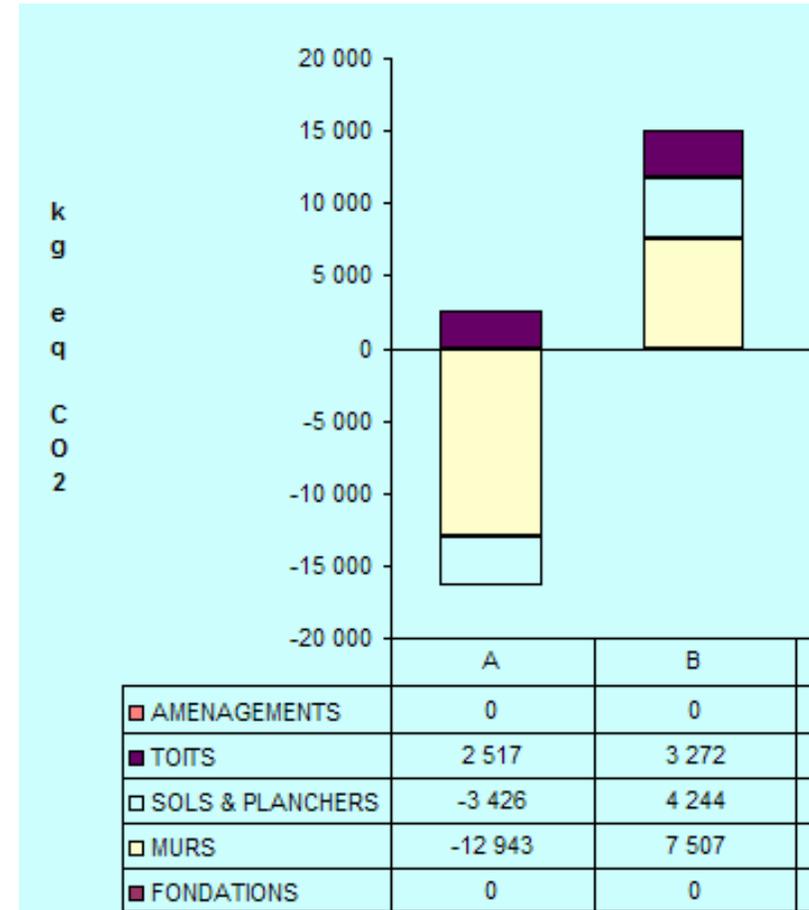
- Options morphologiques.
- Options matériaux.
- Options économiques...

Plus value environnementale

Energie grise (kWh)



Changement climatique (kg eq CO2)



2 scenarii

- « Environnemental » - Feutre de bois, ouate de cellulose
- « Conventiennel » - Polystyrène – laine de verre

Planning

Début	Fin	Acteurs			Activité
		SA HLM DES CHAL ETS	GRECAU	Cabinet JF Collart	
T0	T0 + 1 mois		X	X	. Analyse des dysfonctionnements du bâtiment actuel. . Rédaction de fiches types pour la rénovation. . Rédaction d'un état des lieux. . Modélisation thermique macroscopique
T0	T0 + 1 mois	X			. Rédaction cahier des charges précis de l'opération
T0 + 1 mois	T0 + 3 mois		X	X	. Rédaction de fiches par problématique / solution de rénovation. . Mise en place d'une métrique d'estimation des gains architecturaux / environnementaux / techniques / énergétiques. . Etude de différents scénarii de réhabilitation . Modélisation thermique détaillée par solution de rénovation
T0 + 3 mois		X	X	X	. Choix d'un scénario de réhabilitation
T0 + 3 mois	T0 + 4 mois	X		X	. Sélection d'entreprises pour la réalisation des travaux

Planning

T0 + 5 mois	T0 + 12 mois	X	X	X	<ul style="list-style-type: none"> . Gestion et suivi chantier. . Essais in situ de matériaux sur quelques m² et démolition éventuelle en vu d'expertises. . Visites régulières du chantier . Instrumentation thermique et hygrothermique du bâtiment.
T0 + 12 mois		X			Mise en service du bâtiment.
T0 + 12 mois	T0 + 14 mois		X		. Rédaction de fiches de préconisation pour la rénovation.
T0 + 12 mois	T0 + 24 mois		X		. Retour d'expérience au travers de mesures physiques sur le bâtiment.
T0 + 12 mois	T0 + 24 mois	X	X		<ul style="list-style-type: none"> . Collecte et archivage des retours des usagers. Collecte et archivage des consommations énergétiques du bâtiment (via les équipements de mesure thermique et hygrothermique). . Interviews trimestrielles des usagers.
T0 + 24 mois			X	X	<ul style="list-style-type: none"> . Rédaction d'un rapport final. . Amendement des fiches de préconisation pour la rénovation après les 1^o retours d'expérience.
T0 + 24 mois			X		<ul style="list-style-type: none"> . Rédaction d'un résumé synthétique du projet. . Rédaction d'un bilan énergétique du bâtiment. . Comparaison résultats thermiques constatés / simulations.
T0 + 24 mois		X	X	X	. Bilan de fin de projet.

Conclusions

- Objectifs réglementaires:
 - Valables si contrôlés.
 - Favorisent une véritable émulation (sinon le moins disant l'emporte à coup sûr).
 - Permettent de vérifier le soin apporté aux détails.
- Les CDC doivent inclure des objectifs de performance d'un point de vue:
 - Thermiques,
 - Hygroscopiques,
 - Environnementaux,
 - Confort,
 - Santé,
 - Économique...
 - Contrôle sur chantier = pédagogie => à mettre dans CDC.

Conclusions

- Comprendre et respecter la conception initiale du bâtiment.
 - Différencier bâtiments:
 - Vraiment anciens (traditionnels).
 - Conventionnels (1950 -> 1980).
 - Éviter de toucher aux structures du bâtiment.
- Éviter la confusion des techniques
 - Pas de plaquage systématique des solutions du neuf à l'ancien.
 - Préférer des performances moyennes plutôt que risquer des désordres (humidité, transfert de vapeur d'eau)...
- Rechercher un comportement « passif » du bâtiment
(gestion de la vapeur d'eau dans les parois).



Conclusions

- Veiller au bilan environnemental des interventions
 - Rénover plutôt que démolir.
 - Utiliser des matériaux à faible contenu énergétique et stockeur de carbone (fibres végétales....).
- Ajuster les moyens de manière pragmatique
 - « low tech » soigné
 - « high tech » si justifié
- Développer des outils de simulation adaptés à la rénovation:
 - Couplage humidité / ventilation / vapeur d'eau / thermique
 - Bilans environnementaux.
- Développer la formation / sensibilisation
 - Des maîtres d'ouvrages.
 - Des concepteurs (architectes, BE....)
 - Des entreprises
 - Des usagers.

6 logements à La Terrasse

Maître d'ouvrage



Vincent Rigassi architecte

PLURALIS Maître d'ouvrage

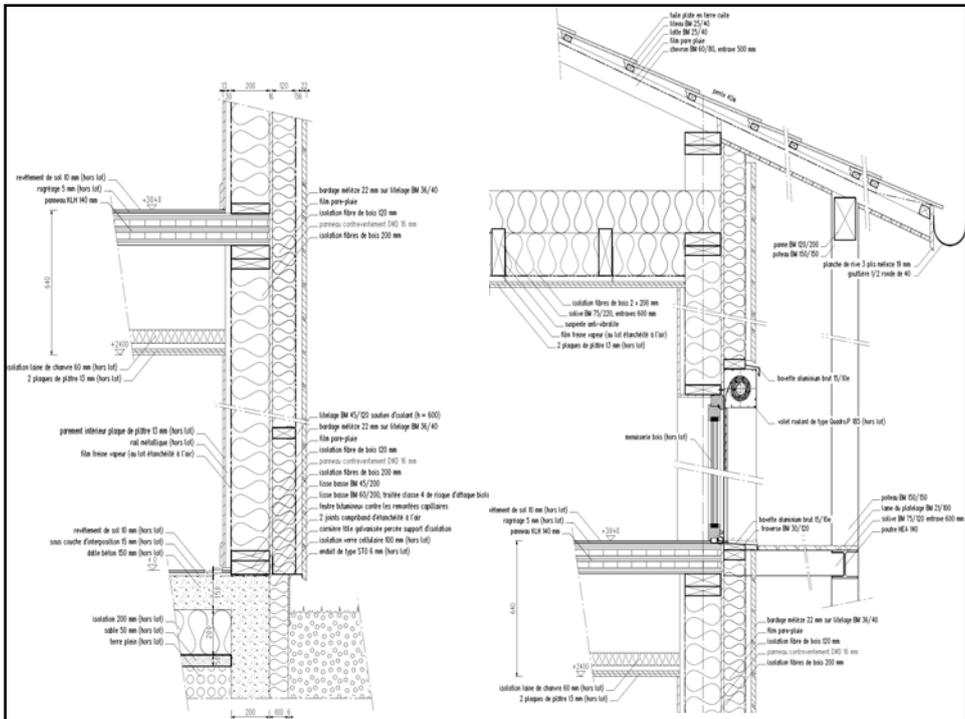
Équipe de Maîtrise d'œuvre
Vincent Rigassi, Architecte mandataire
Patrick Bienvenu, Architecte paysagiste
Gaujard Technologies, BET Bois
Holger Sauer, BETStructures
DIPTYQUE, Économiste
ADF, BET Fluides

Plan-masse

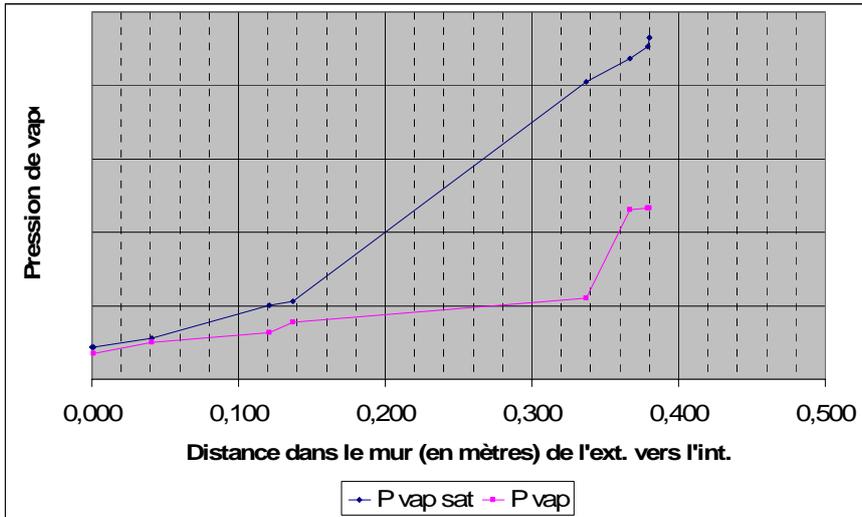


Vincent Rigassi architecte

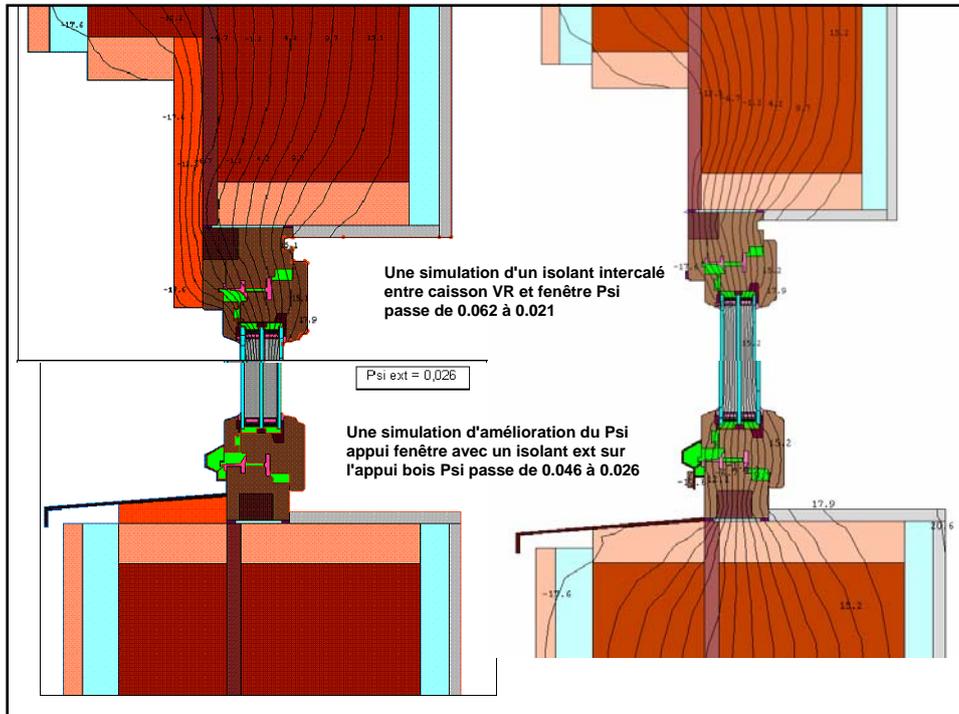
PLURALIS Maître d'ouvrage



Courbe sans freine-vapeur et avec DWD entre deux couches fibre de bois



matériau	épaisseur	lambda	mu
ext			
i/f ext	0,001		
pare-pluie	0,040	0,055	5
laine de bois	0,080	0,040	2
DWD	0,016	0,090	11
laine de bois	0,200	0,040	2
Lame d'air/frein vapeur	0,030	0,100	50
Placo	0,012	0,080	2
i/f int	0,001		



OPTIMISATION DU PROJET pour label MINERGIE-P

MINERGIE, version 9

Données bâtiment, aération et valeur limite:		1	Total/moy.
Station climatique + catégorie	Genève	Hab. collectif	
SRE	m2	330,9	330,9
Q _{ww} Besoins de chaleur eau chaude	kWh/m2	20,7	20,7
	Solaire therm., ECS	60,0%	12,4
	PAC air/eau, ECS	40,0%	8,3
Besoins chaleur pour chauff. Qh,eff	kWh/m2	12,9	12,9
Besoins d'électricité pour l'aération	kWh/m2	2,18	2,18
Electr. pour l'exploitation/rafraîchiss.	kWh/m2	0,0	0,0

Total 35,73

Respect des valeurs limite:	Exigence	Valeur calculée
Exigence primaire posée à l'enveloppe du bâtiment	13,3 kWh/m2	12,9 kWh/m2
Valeur limite MINERGIE - P	30,0 kWh/m2	23,5 kWh/m2
Besoins spécifiques de puissance thermique-MP	10,0 W/m2	9,3 W/m2

Vincent Rigassi architecte

PLURALIS Maitre d'ouvrage

Comparaisons des coûts

	RT 2000 150 kWh/m ² .a	RT 2005 105 kWh/m ² .a	BBC 22 kWh/m ² .a	PASSIF 13 kWh/m ² .a
n		/1,4	/7	/11,5
TOTAL H.T. :	508 300,00 €	583 650,00 €	624 000,00 €	680 000,00 €
TOTAL I.T.C. :	608 000,00 €	698 000,00 €	746 000,00 €	813 000,00 €
Coût m² Shab	1 202 €/m2	1 380 €/m2	1 560 €/m2	1 700 €/m2
n		x1,1	x 1,2	x 1,3

Vincent Rigassi architecte

PLURALIS Maitre d'ouvrage

COMPARAISONS Consommations – Charges – Coût

Comparaison des estimations de consommations par logement en énergie finale

	Version RT 2000	Version RT 2005	Version BBC	Version Passive
Chauffage	102 kWh/m ² .a	110 kWh/m ² .a	22 kWh/m ² .a	13 kWh/m ² .a
ECS	22 kWh/m ² .a	14 kWh/m ² .a	9 kWh/m ² .a	8 kWh/m ² .a
TOTAL	124 kWh/m ² .a	124 kWh/m ² .a	31 kWh/m ² .a	21 kWh/m ² .a

Comparaison des charges

	Version RT 2000	Version RT 2005	Version BBC	Version Passive
Coût des charges annuelles	6 850 €	4 338 €	2 256 €	1 512 €
Chauffage+ECS+Electricité	1142€/log - 95€/mois	723€/log - 60€/mois	376€/log - 31€/mois	250€/log - 21€/mois

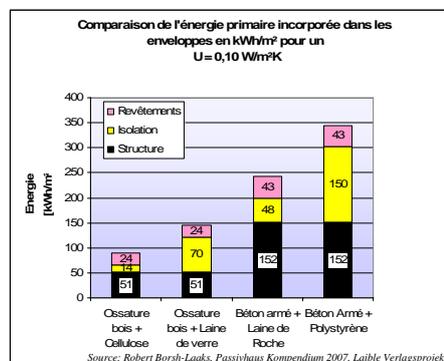
Vincent Rigassi architecte

PLURALIS Maitre d'ouvrage

COMPARAISONS Impact environnementaux

Comparaison de l'énergie et du CO2 incorporé par systèmes constructifs pour les 6 logements

	Version RT 2000	Version RT 2005	Version Passive
Energie incorporée en kWh	311 000 kWh	311 000 kWh	84 250 kWh
économie	soit la consommation des 6 logements passifs durant: 111 ans		226 750 kWh
CO2 stocké en eq kg CO2	83 550 eq kg CO2 438 t béton	83 550 eq kg CO2	-22 400 eq kg CO2 28 t bois
économie	soit la consommation d'émission de 7,6 millions de km d'une Renault Clio 1.2 L 16v (190 tours du monde)		105 950 eq kg CO2



Vincent Rigassi architecte

PLURALIS Maitre d'ouvrage