



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.

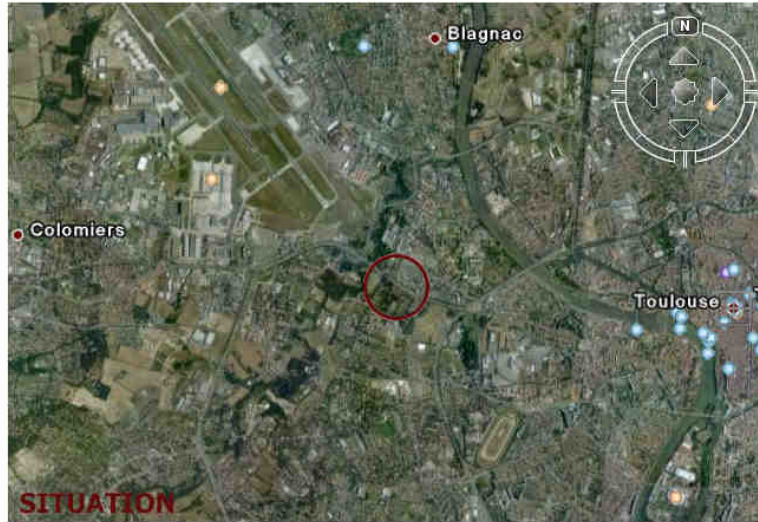
- Revisiter de manière critique certaines pratiques
 - Ventilation.
 - Négligence de l'inertie thermique
 - Mauvais traitement des problèmes de vapeur d'eau,
 - Fragilité des isolants

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

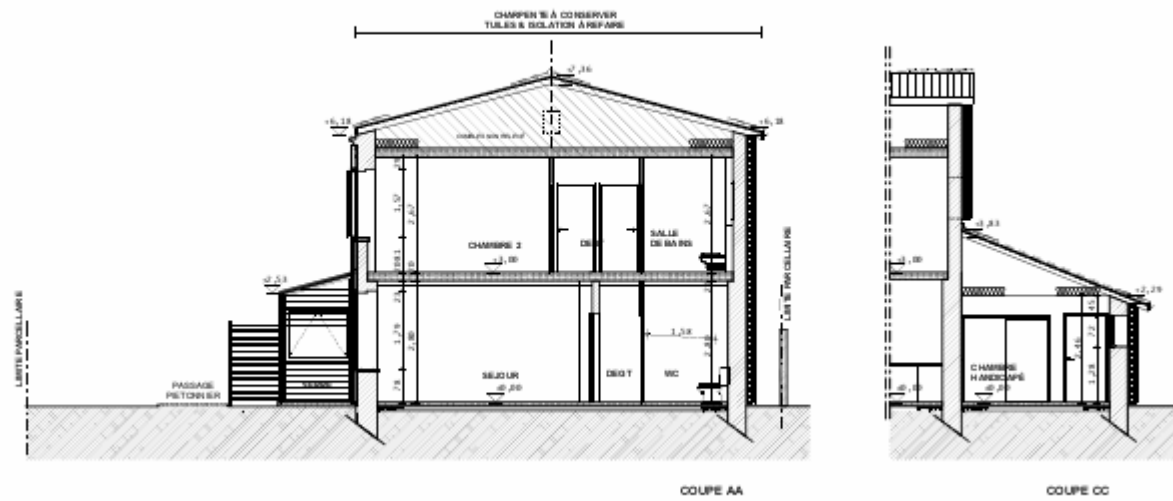
- Restreindre les émissions de CO₂ liées à la rénovation du bâtiment.

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

Plan de masse



Coupe

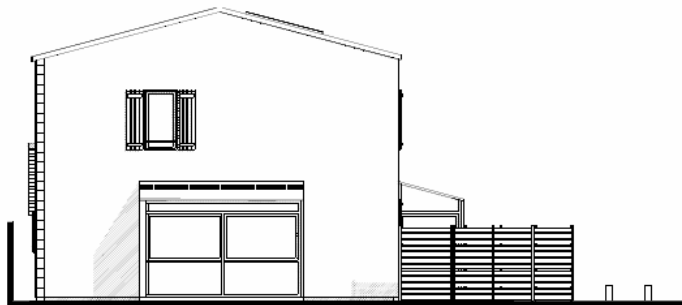


Façades

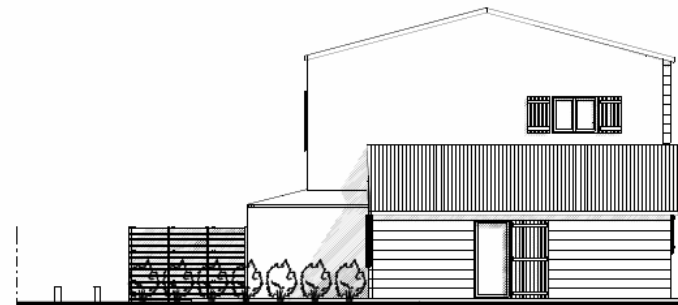


FAÇADE SUD-EST

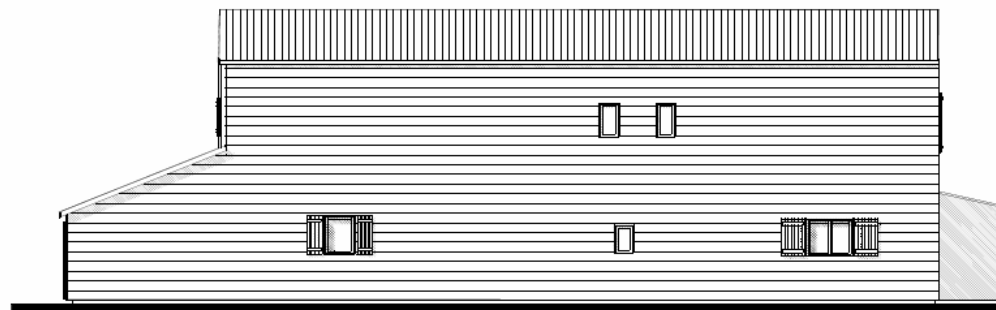
DEPARTEMENT de la Haute-Garonne	J.F. COLLART	JUN 2006
COMMUNE DE TOULOUSE	ARCHITECTE D.P.L.G.	DOSSIER PC 6
MAÎTRE DE L'OUVRAGE	Place du Château 31500 VIRVIEL	
SAHLM Les CHÂLETS 29, boulevard Koenigs 31027 TOULOUSE-CEDEX	RENNOUVELLEMENT ARCHITECTURAL ET PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE REHABILITATION D'UN ENSEMBLE 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

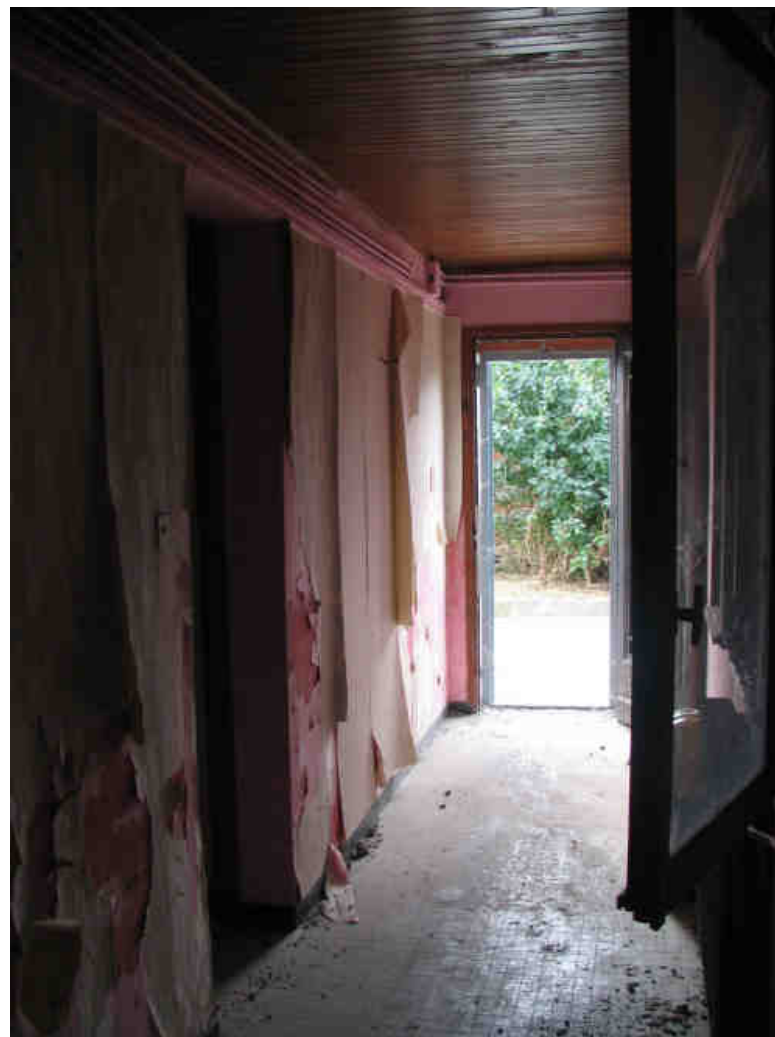


FAÇADE NORD-OUEST

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.

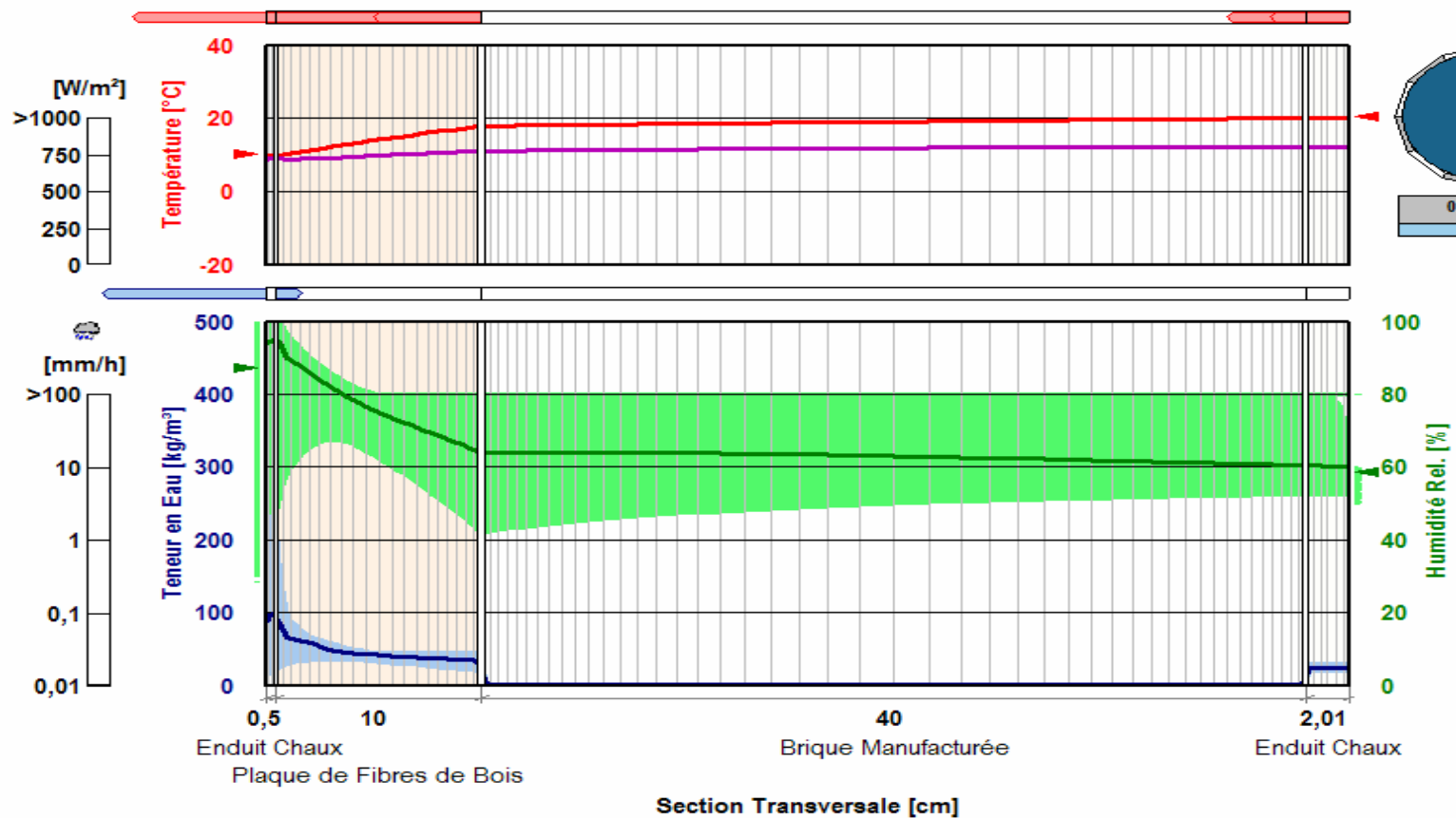
Gestion humidité : piquage



- 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

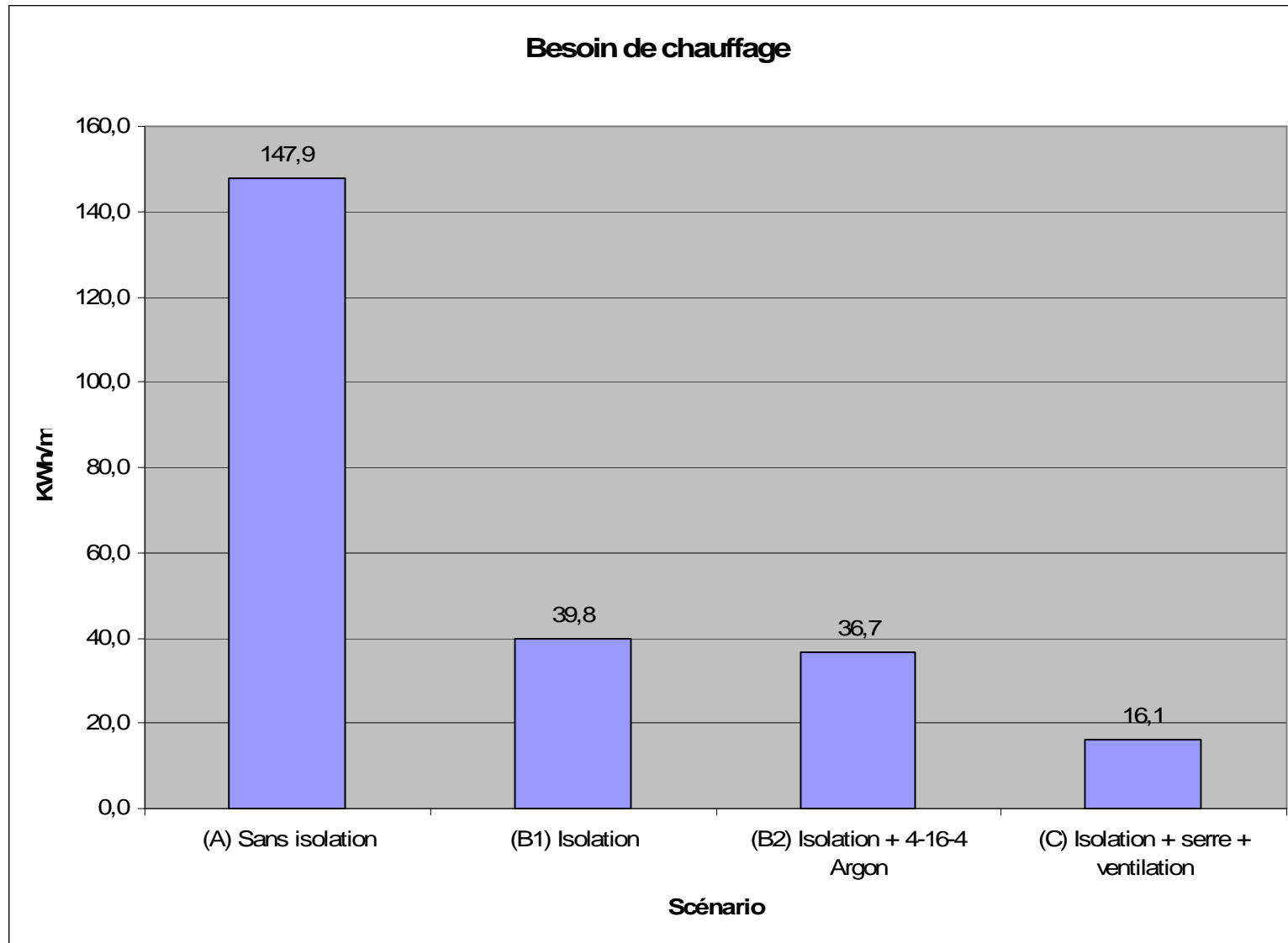


- Murs périphériques (10 cm feutre de bois) $R = 2,8$
- Plafonds (30 cm ouate de cellulose) $R = 7,2$
- Soubassements (trottoir périphérique de 1 m) polyuréthane $R = 5$

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 €

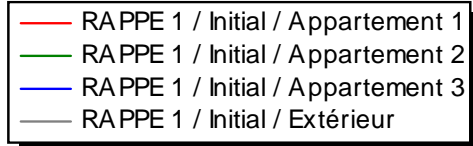
Idem + Argon			
Augmentation annuelle coût de l'énergie			
Année	1,5%	3%	6%
1	786 €	786 €	786 €
10	899 €	1 026 €	1 328 €
20	1 043 €	1 378 €	2 378 €
30	1 210 €	1 852 €	4 259 €
Total	29 504 €	37 393 €	62 137 €

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 €

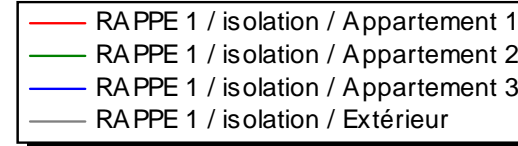
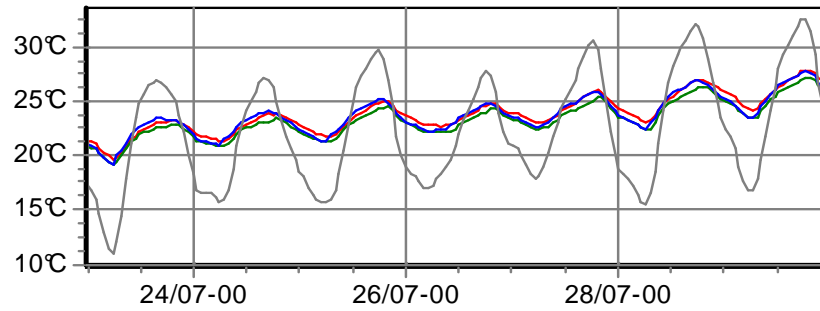
Regrets: Pas de mutualisation de chaudière et panneaux solaires pour 3 appartements

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

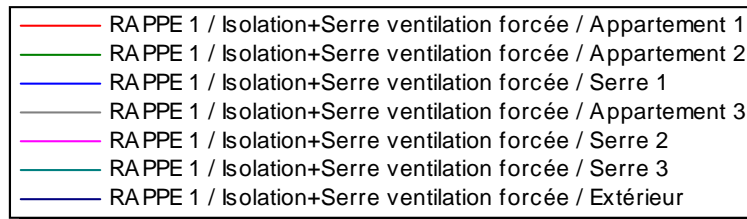
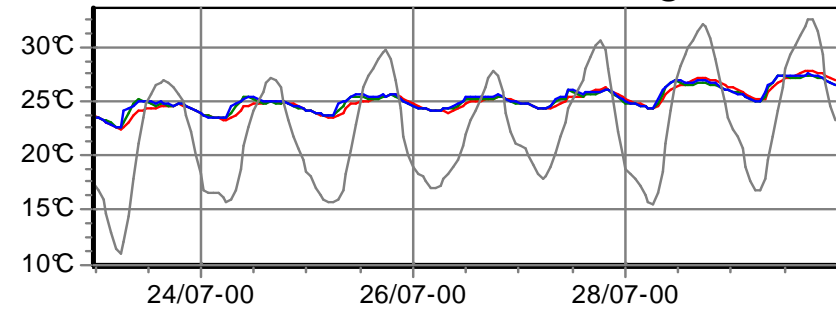
Canicules



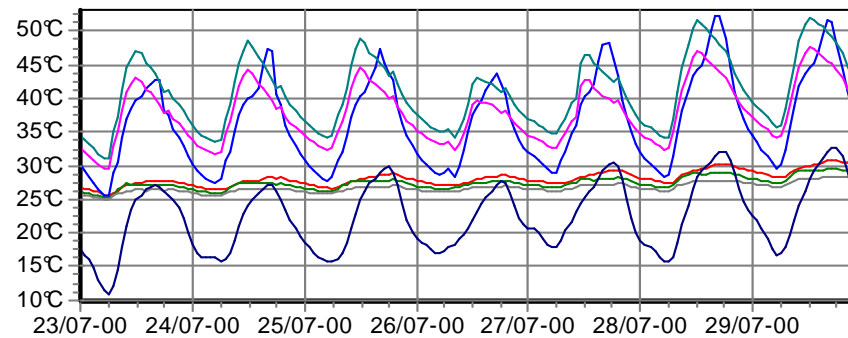
Initial



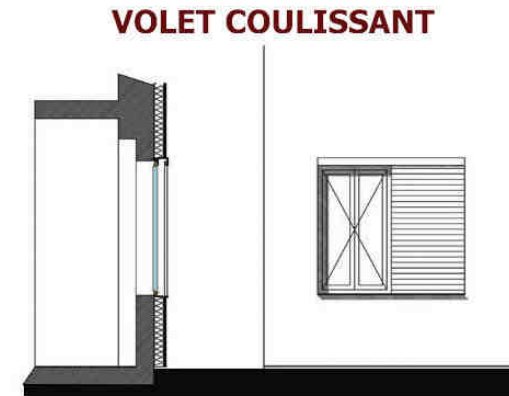
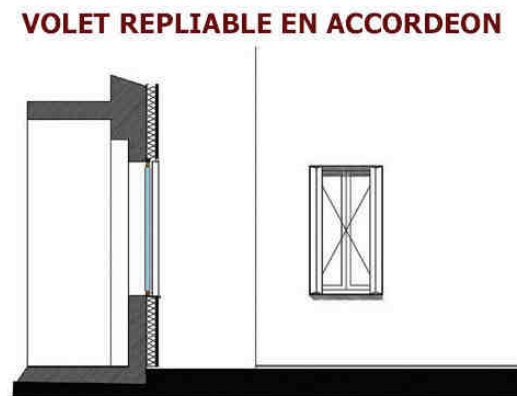
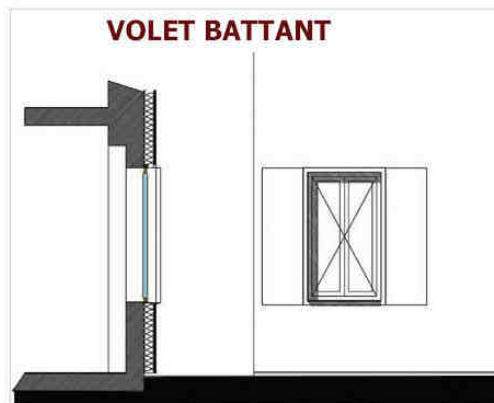
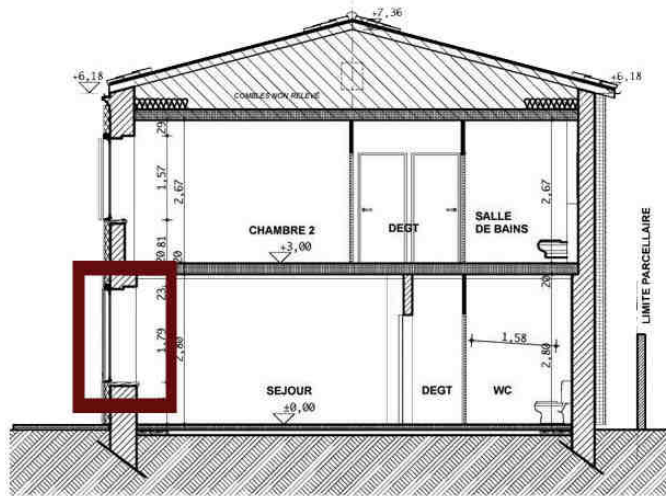
Isolation +
double
vitrage

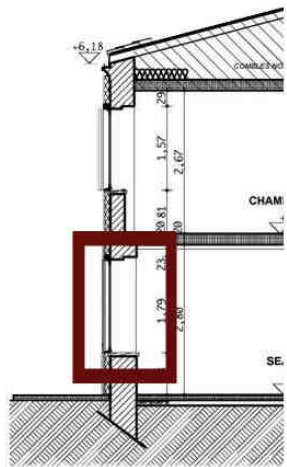


+ serres

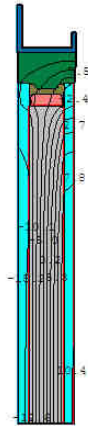


Ponts thermiques

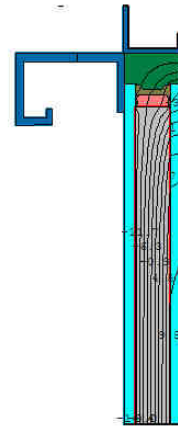




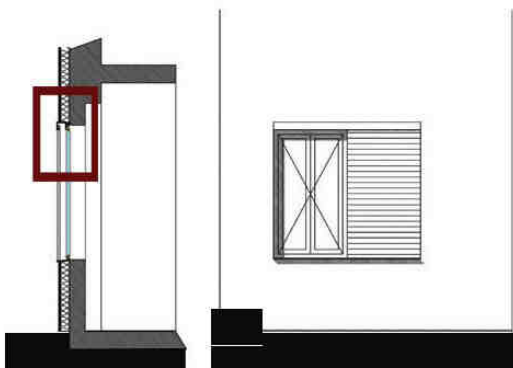
U = 2.70 W/M²K



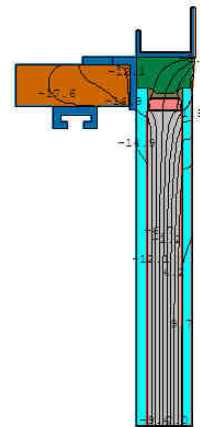
PONT THERMIQUE : MENUISERIES



U = 2.81 W/M²K



VOLET COULISSANT



= 2.57 W/M²K



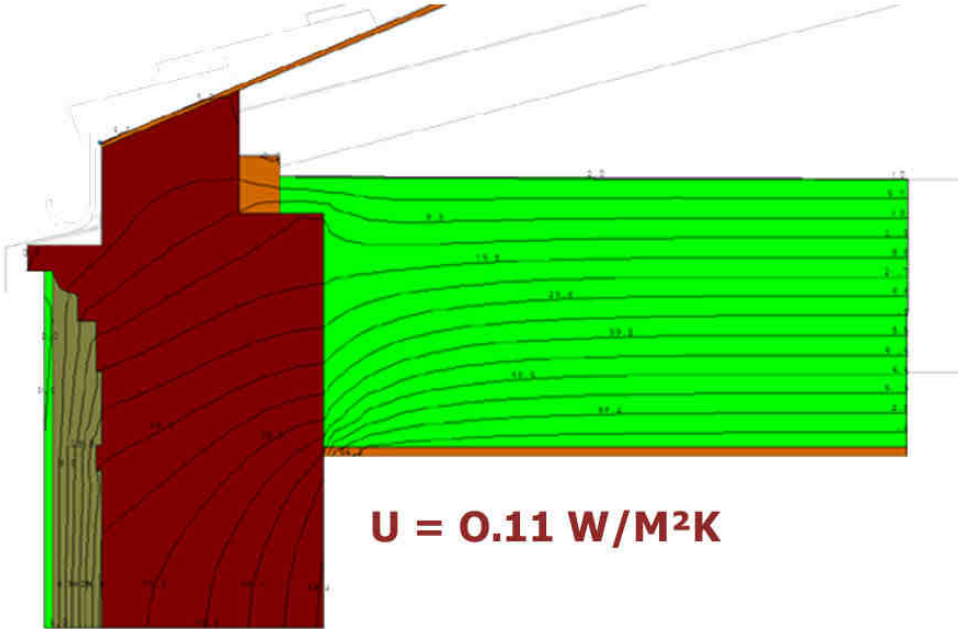
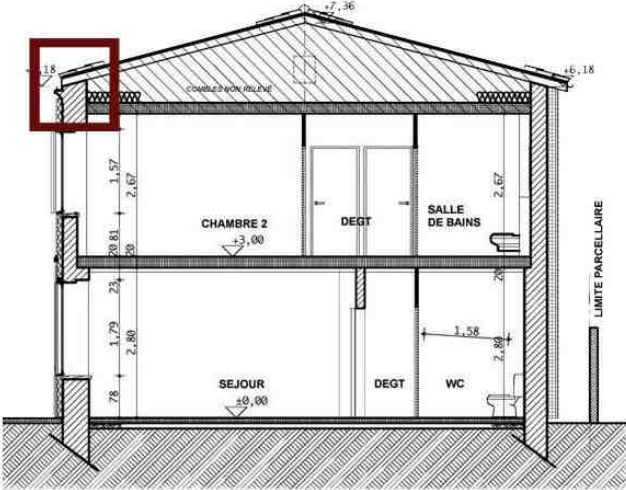
isothermes

couleur infrarouge

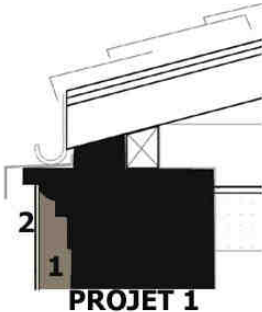
Corniche



PONT THERMIQUE : CORNICHE



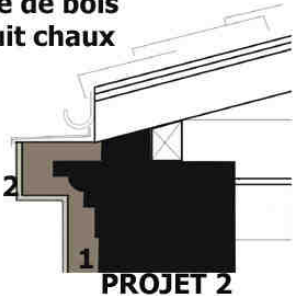
U = 0.11 W/M²K



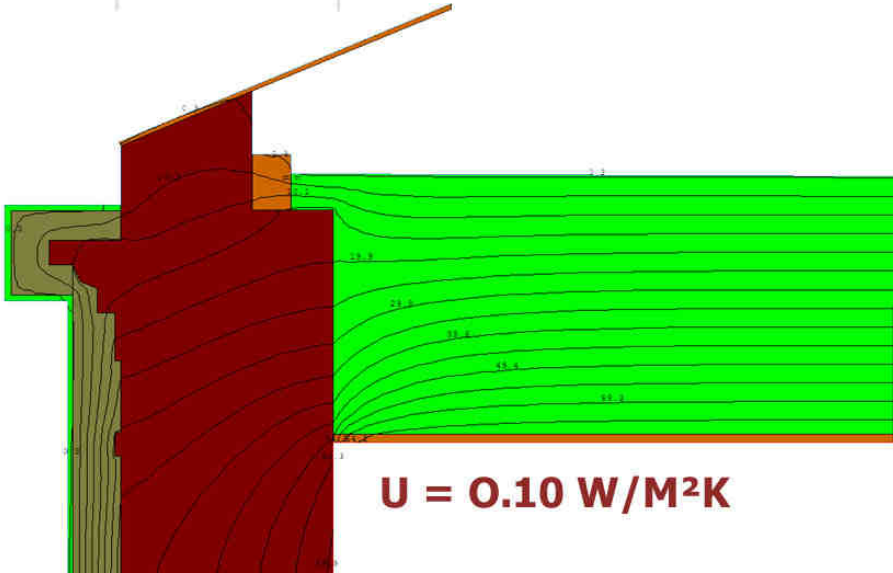
PROJET 1



- 1. feutre de bois
- 2. enduit chaux

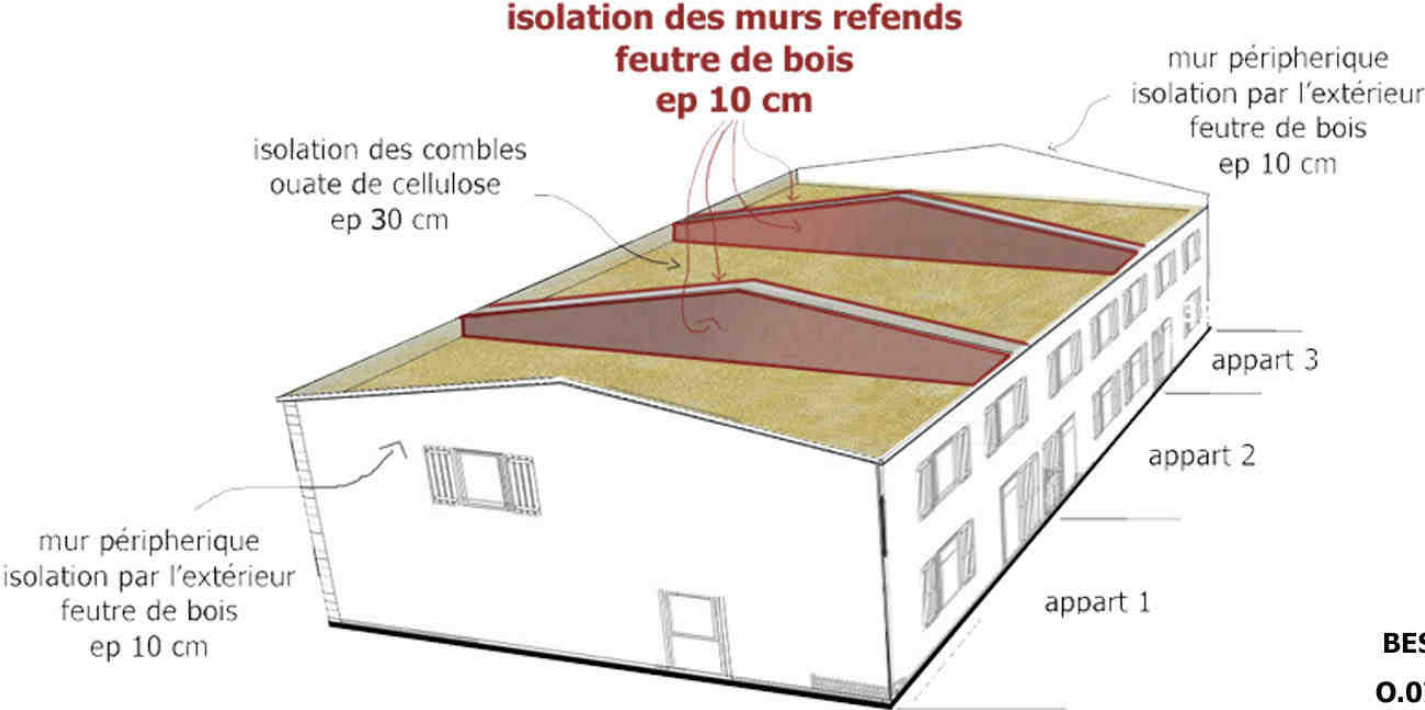


PROJET 2



U = 0.10 W/M²K

PONT THERMIQUE : MUR REFEND



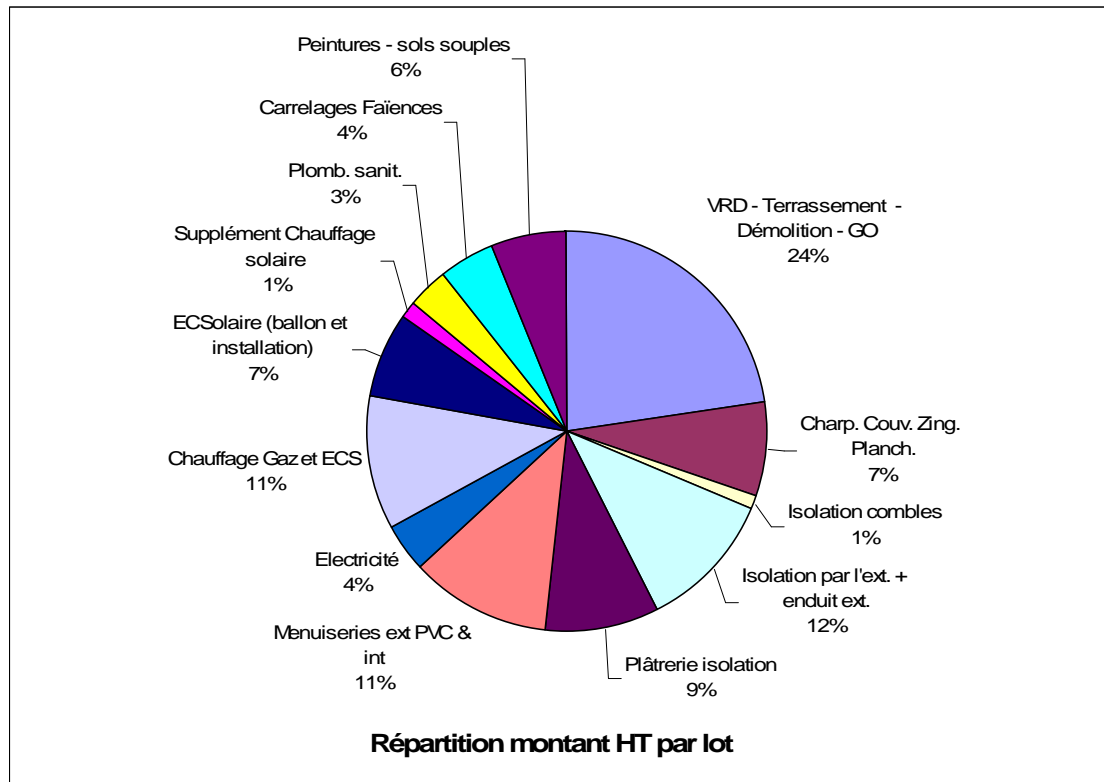
**BESOIN DE CHAUFFAGE
0.07 % DE DIFFERENCE**

Estimation du coût des travaux

MONTANT DES TRAVAUX PAR LOTS

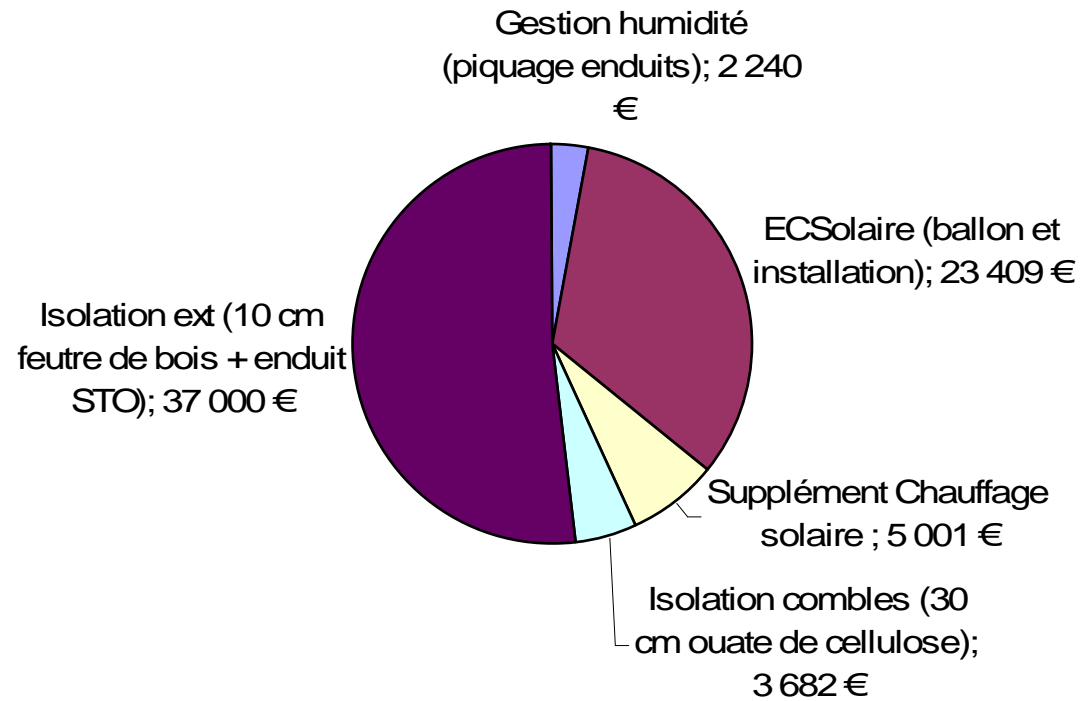
SHON (m ²)	359	Surf habitable (m ²)	285
coût HT/m ²	935 €	coût HT/ m ²	1 177 €
coût TTC/m ²	1 184 €	coût TTC m ²	1 236 €

	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 €

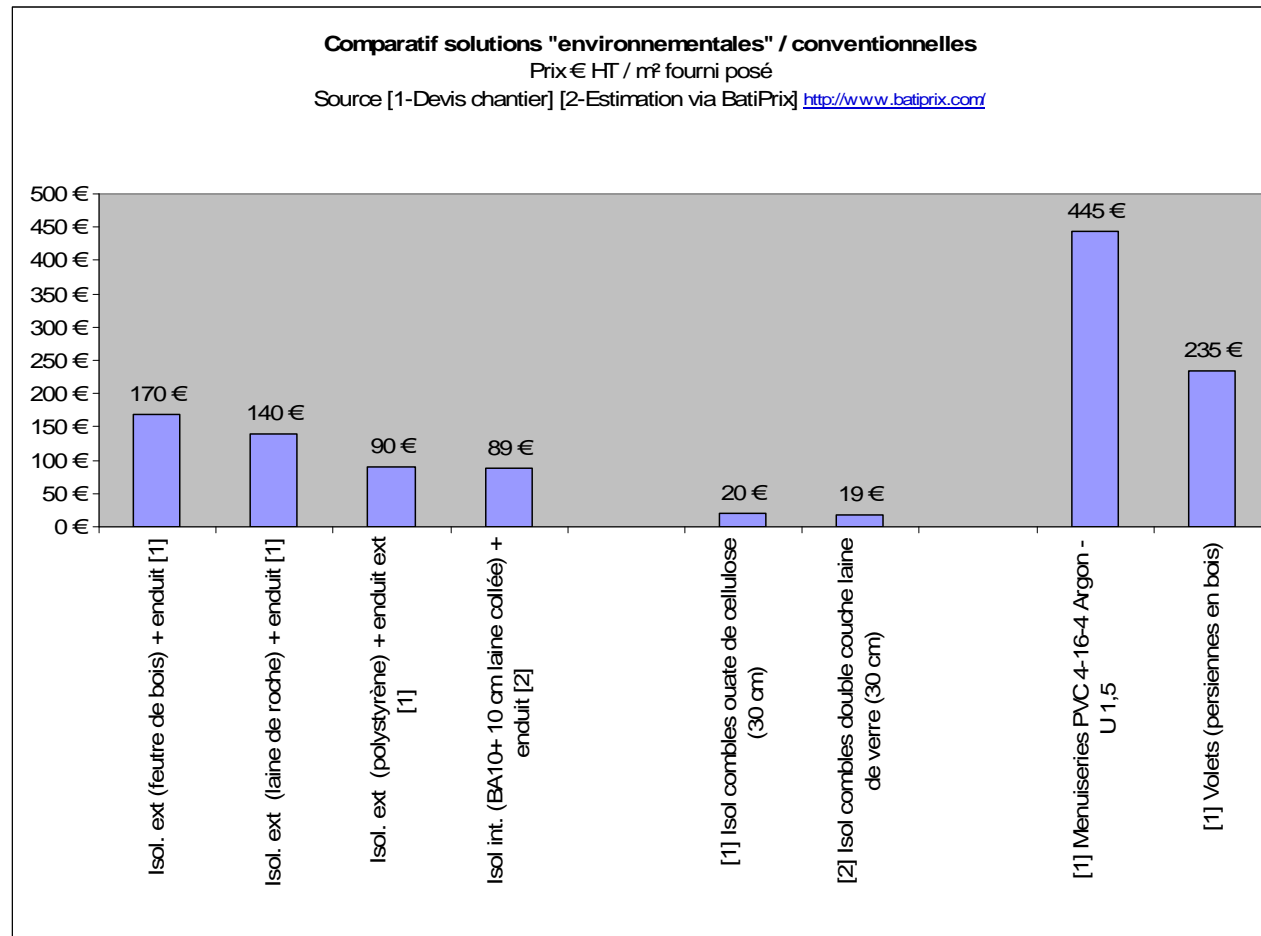


Plus values « performanciennes »

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

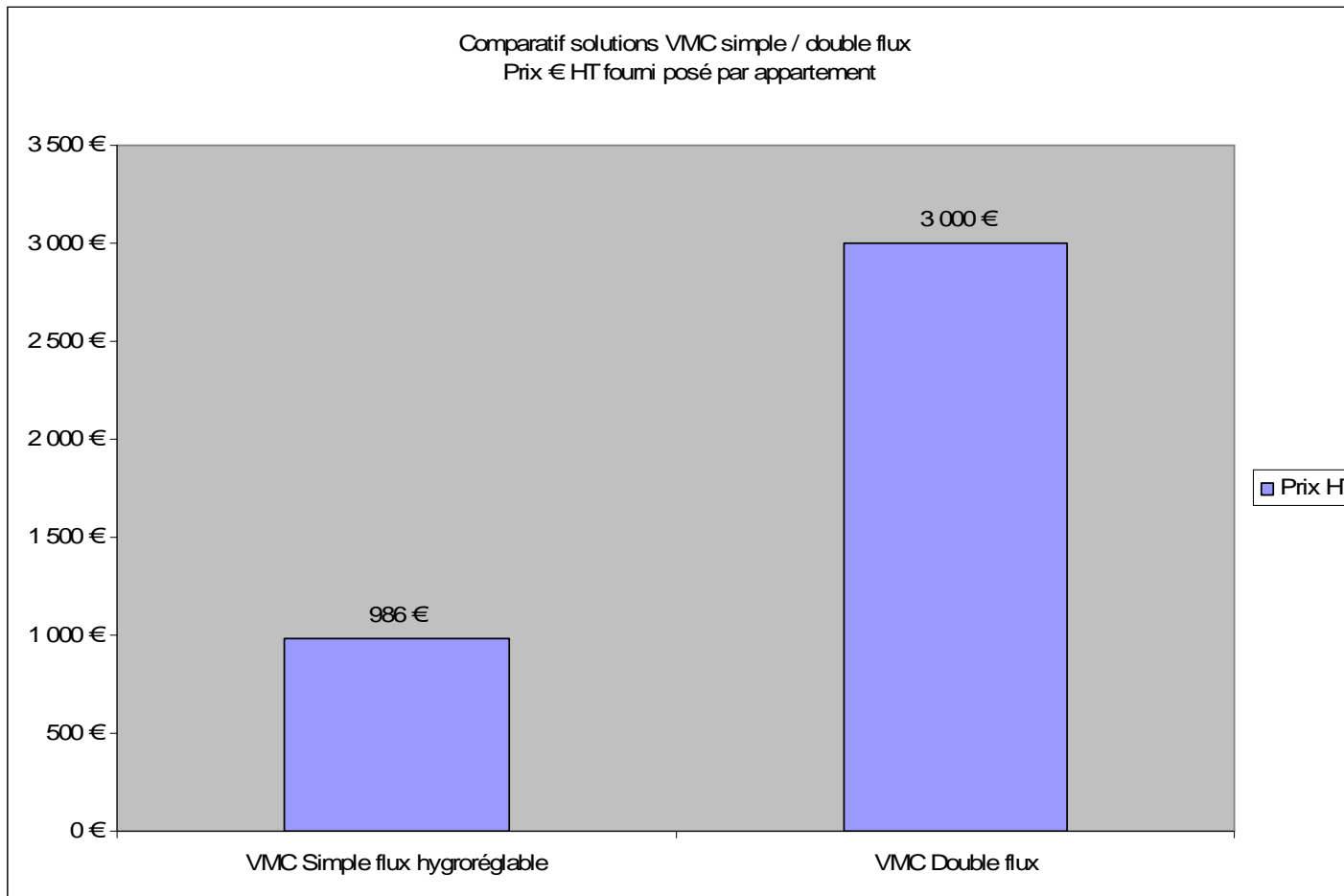
- Polystyrène: 90 € HT / m²
- Feutre de bois: 170 € HT / m²
- Ch. Clim. 9,3 kg CO₂ / m²

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
Total en Francs				13807,63

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											
	Parpaing de ciment													
***** BETONS & mortiers & enduits														
Prédalle en béton précontraint														
Poutrelle en béton précontraint														
Poutre en béton précontraint														

Rendement énergétique (au m ² de paroi)			Changement climatique		Besoin annuel chauffage		Confort d'été (déphasage)		Inertie	
Energie grise / Résistance thermique		Energie grise 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

PAROIS U maximal				W/(m ² .K)	Conforme	Seuil	40%	Conforme
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	

BD avec + de 350 références de matériaux

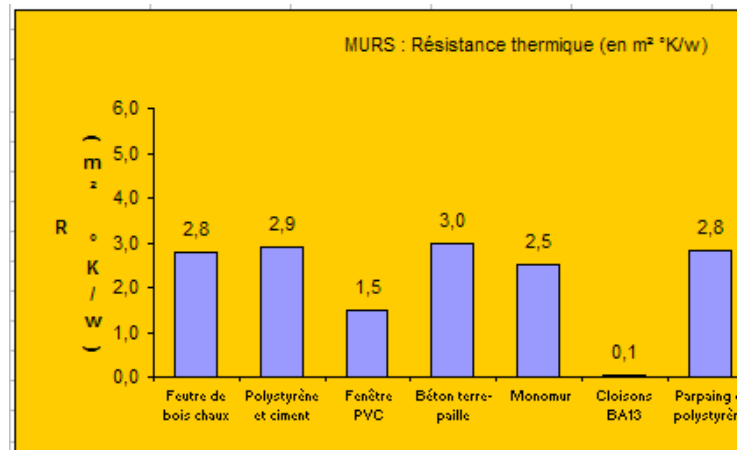
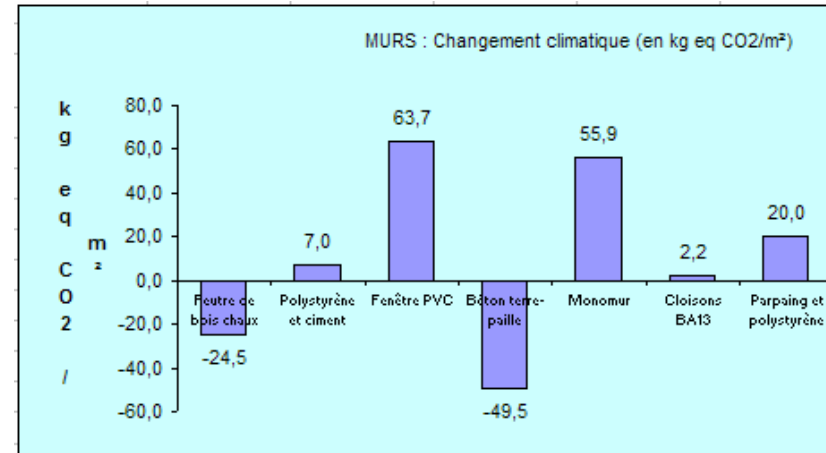
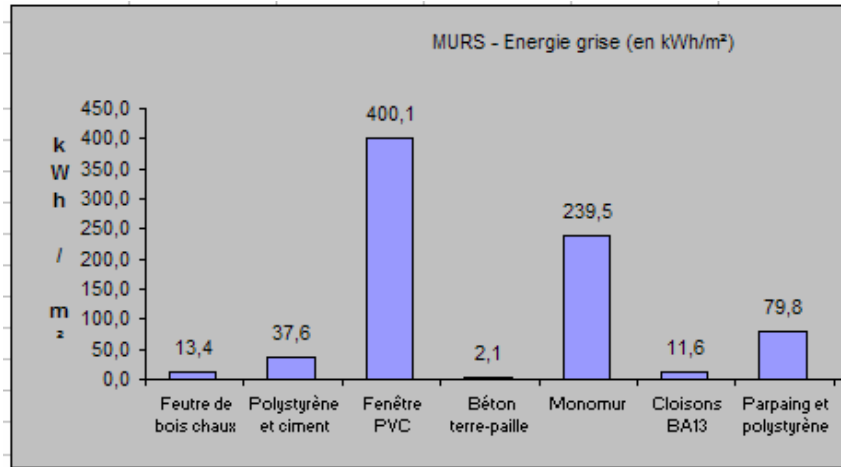
Détermination impact environnemental (énergie grise / CO₂ / eau / air....).

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				

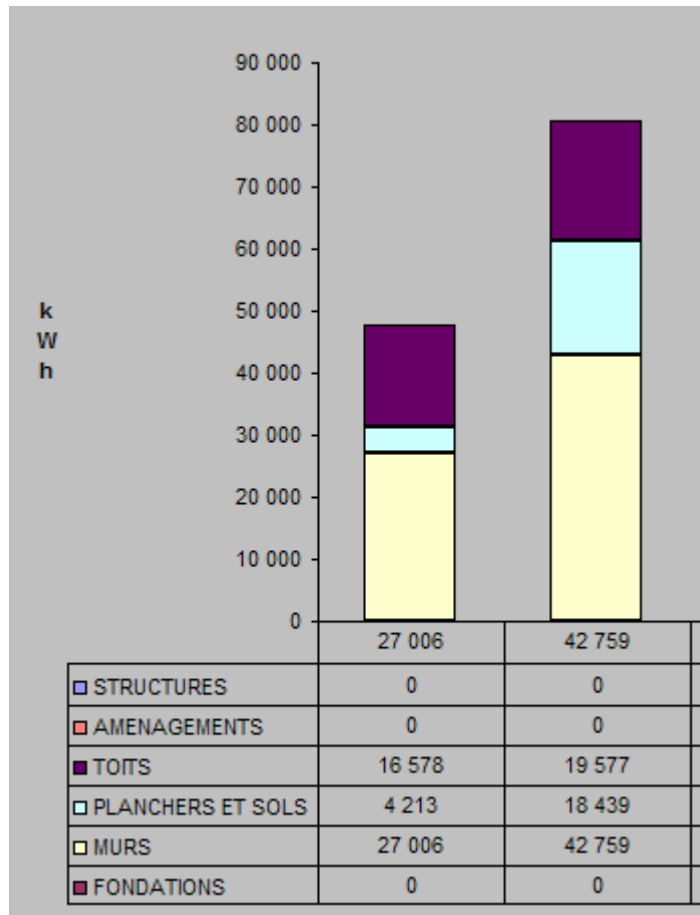
TOITS & PLAFONDS- Composition des projets							
		Surface par projet (en m ²)					
Projet		A	B	C	D	E	F
T1	Ouate de cellulose + BA13	185					
T2	Laine minérale + BA13		185				
T3	Tuiles terre cuite	227	227				
T4	Bac acier	227	227				
Surface totale (m²)		412	412				

Comparaison de scenarii de construction / rénovation:

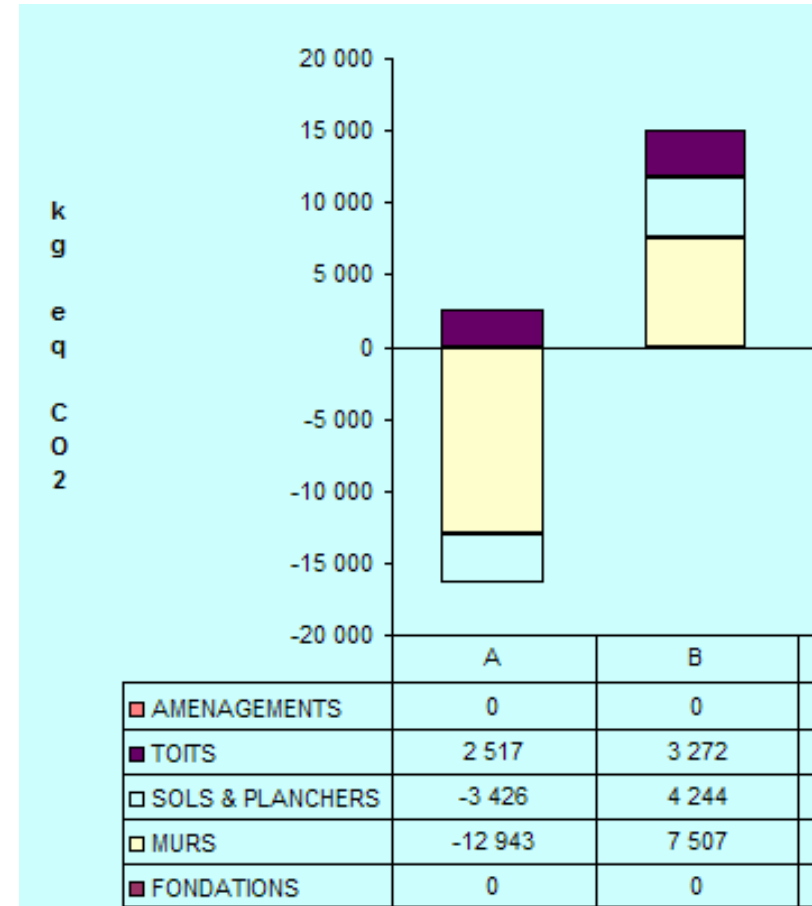
- Options morphologiques.
- Options matériaux.
- Options économiques...

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.