



Isolation Thermique Extérieure Botte de Paille

1. Cadre :

Maître d'ouvrage & Maître d'Œuvre	M. Filio Gaspar (fgmazerat@sfr.fr)		
Conception	Filio Gaspar Ingénieur Bâtiment - Auto constructeur		
Réalisation	Filio Gaspar Ingénieur Bâtiment - Auto constructeur		
Type d'édifice	Habitat individuel		
	Adresse	Ville, Département	Pays
Localisation	15 rte d'Auterive	GREPIAC, 31 (Hte-Garonne)	France
Période de réalisation	Avril - Octobre 2010		

2. Données techniques & Plans

2.1. Caractéristiques de l'élément d'ouvrage décrit dans cette fiche

Dimensions de l'édifice	Données	Unité	Commentaires
Surface de plancher de l'édifice		m ²	Surfaces de planchers (Hors œuvre brut) Maison à 2 niveaux (Rdch., étage et combles perdus)
Année de construction	1962		
Dimensions de l'ouvrage	Données	Unité	Commentaires
Surface de :	170	m ²	Parois verticales (hors ouverture)
Principaux matériaux utilisés		u m ³ m ³	Bottes de paille Bois douglas Visserie
Durée du chantier	6 mois		
Quantité & Nb d'éléments	3 Façades (EST, SUD, OUEST)		

2.1.1 Photos & Plans de Réalisations

Photos avant et après travaux

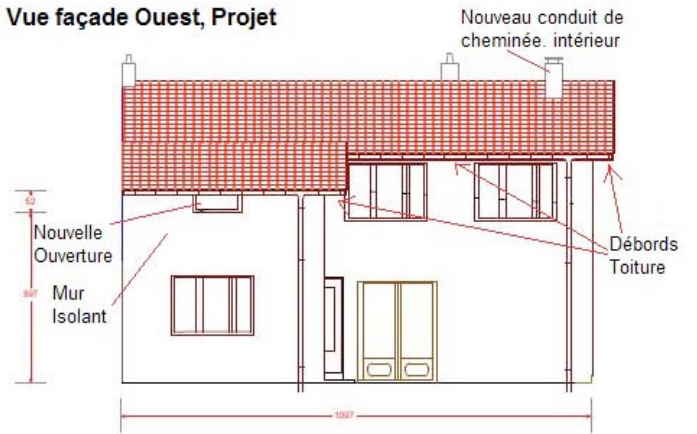


Plans avant et après travaux

Vue Façade Ouest, avant Travaux



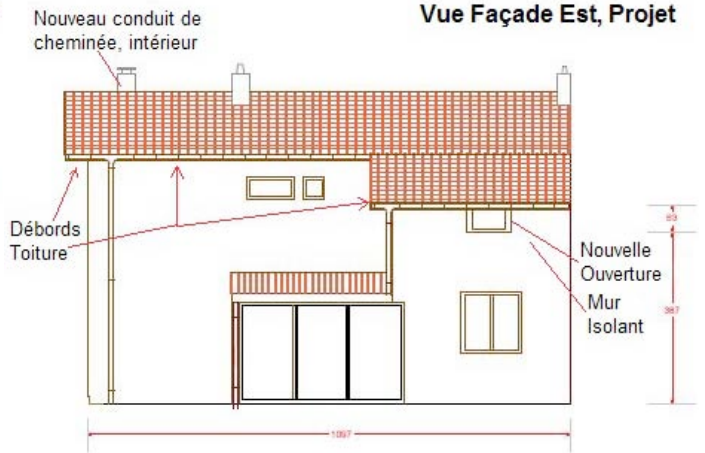
Vue façade Ouest, Projet



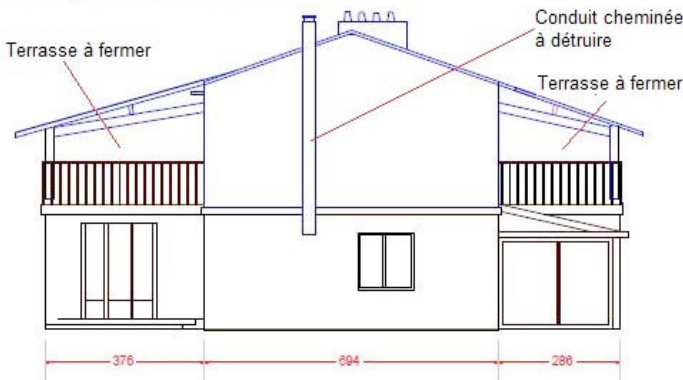
Vue Façade Est avant travaux



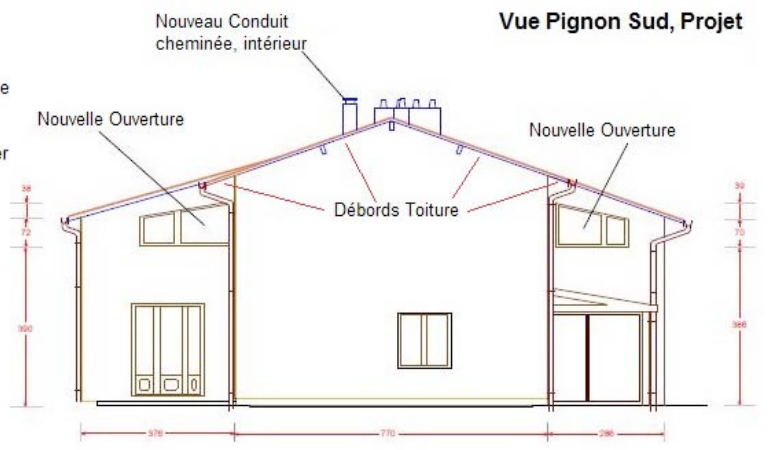
Vue Façade Est, Projet



Vue Pignon Sud avant Travaux

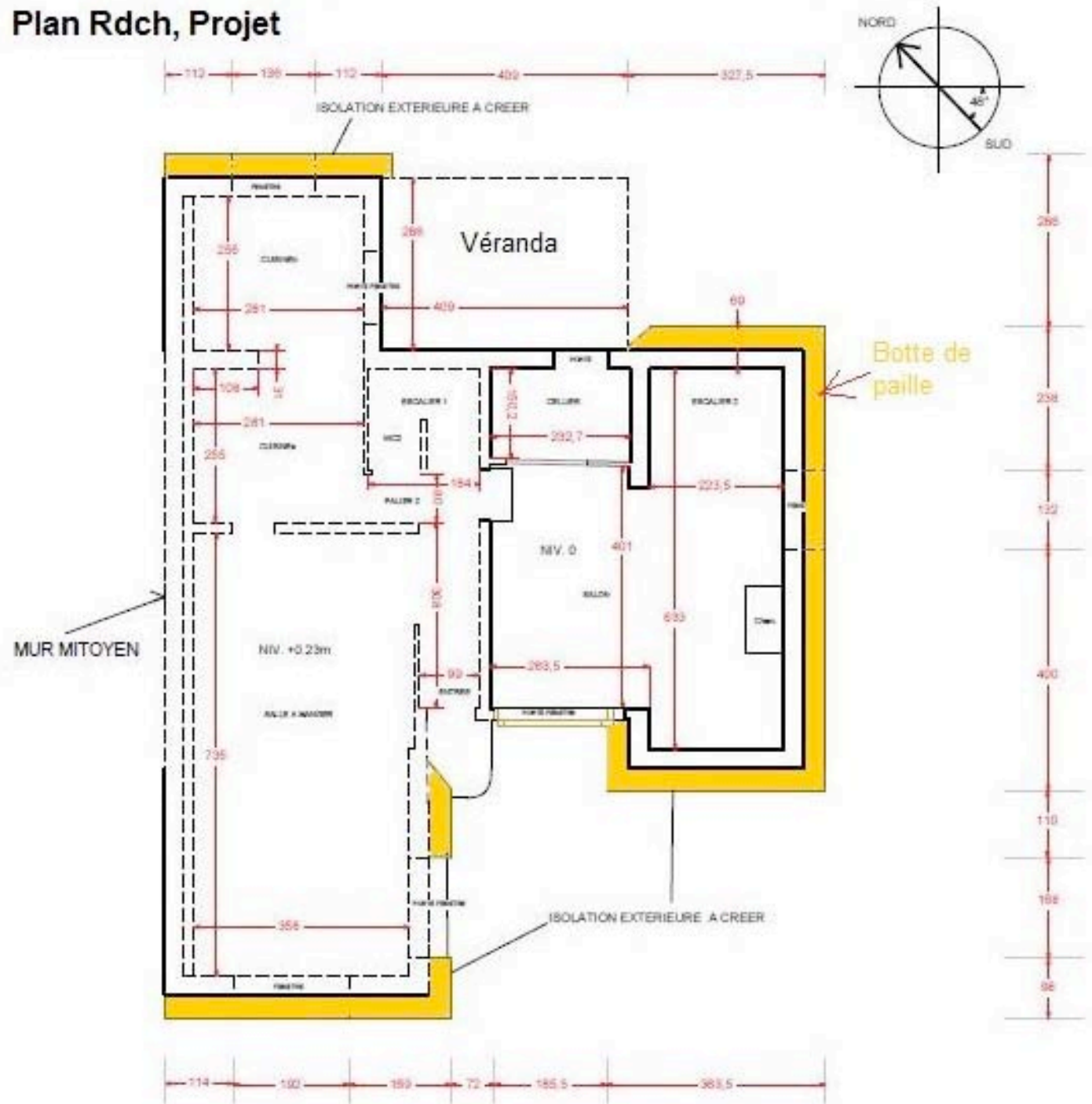


Vue Pignon Sud, Projet

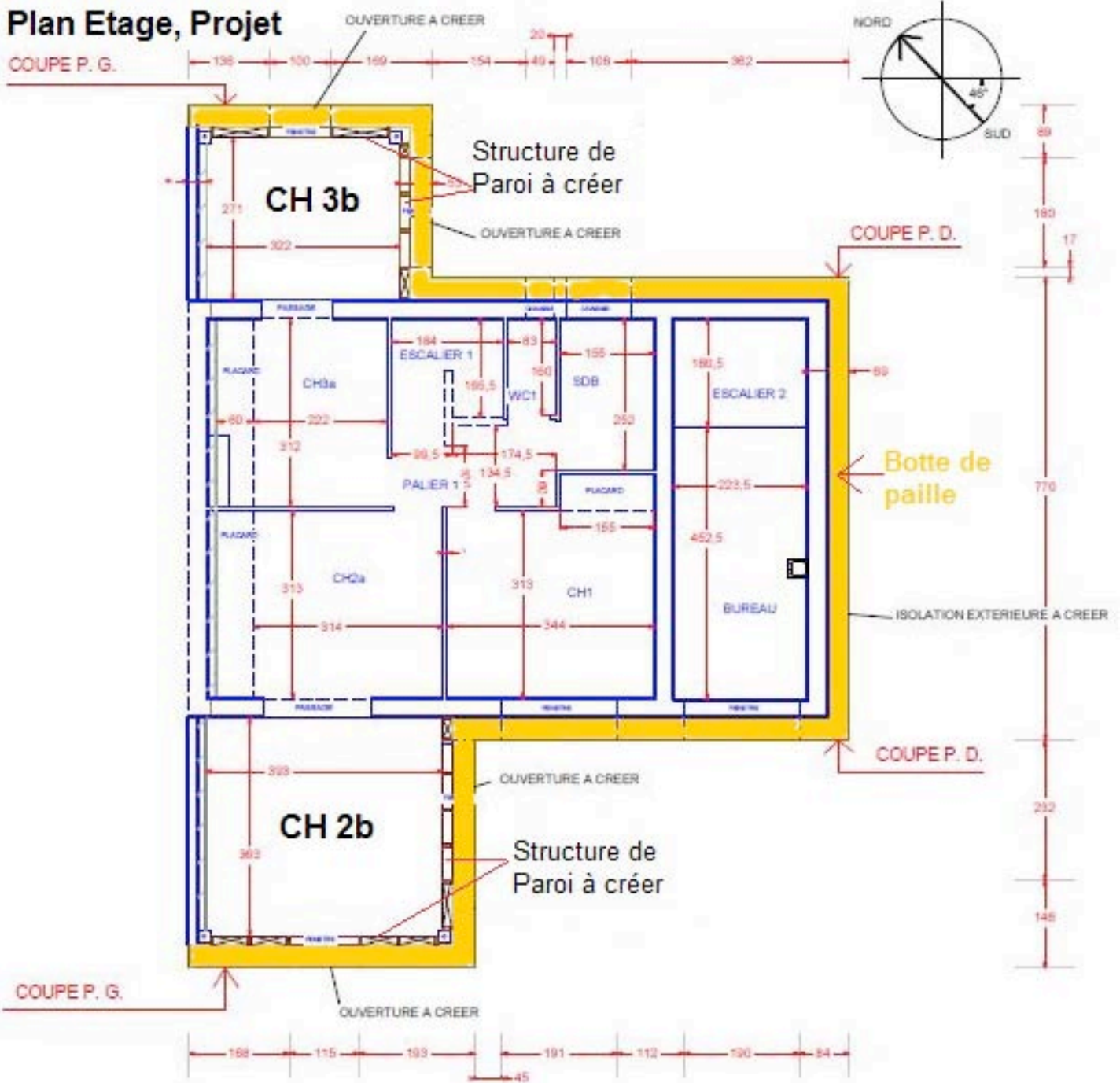


Plans de réalisations

Plan Rdch, Projet



Plan Etage, Projet



2.2. Performances et spécifications

Réalisation d'une isolation par l'extérieure en botte de paille, incluant des modifications structurelles du logement.

2.3. Moyens mis en œuvre

Matériel	2	Bâches (3 x 6m) et (2 x 3 m)	1	Echafaudage acier 12 échelles, 12 double lisses et 8 simple lisses
	1			
	1	Perceuse à percussions	1	Poulie
	2	Mèches à bois $\Phi 4.5\text{mm}$	1	Scie Egoïne

	1	Mèches béton Φ 12mm	1	Paquet de clous 70mm, 500unités, pour coffrage etc...
	1	Paires de tréteaux	4	Serre-joints de maçonnerie
	1	Rabot	1	Meuleuse disque diamant Φ 125mm
	1	Scie Circulaire de 85 mm de profondeur de coupe	2	Serre-joints 120x600
			2	Serre-joints 120x1000
	1	Visseuse à choc sur batterie (+embouts divers)	1	Echelle
	1	Ensemble d'outils de base : marteaux, pochette, casques, fil à plomb, équerre de charpentier...	1	Cordeau à tracer
	1	Rallonge électrique	1	Pied de biche
			1	Cordeau
	1	Règle alu 2.5m	1	Niveau à bulle de 1m
Personnels	1	artisan qualifié		
	2	compagnons qualifiés		
Origine des matériaux	Tous les matériaux proviennent de marchands de matériaux spécialisés dans les produits ou systèmes utilisant du bois ou des éco-matériaux (AMBIANCE BIO).			

2.4. Technique employée

Technique de l'ITE avec botte de paille sans ossature.

Mode Opératoire :

- 0) Préparations
- 1) Tranchées, drainage
- 2) Fondations et soubassement isolant
- 3) Echafaudage & autres préparatifs
- 4) Avancement toiture
- 5) Pose des bottes
- 6) Menuiseries, linteaux et appuis
- 7) Enduit de corps
- 8) finitions

0) Préparations

Il s'agit de construire un mur de bottes contre le mur porteur. Il doit être supporté par une structure porteuse : des fondations.



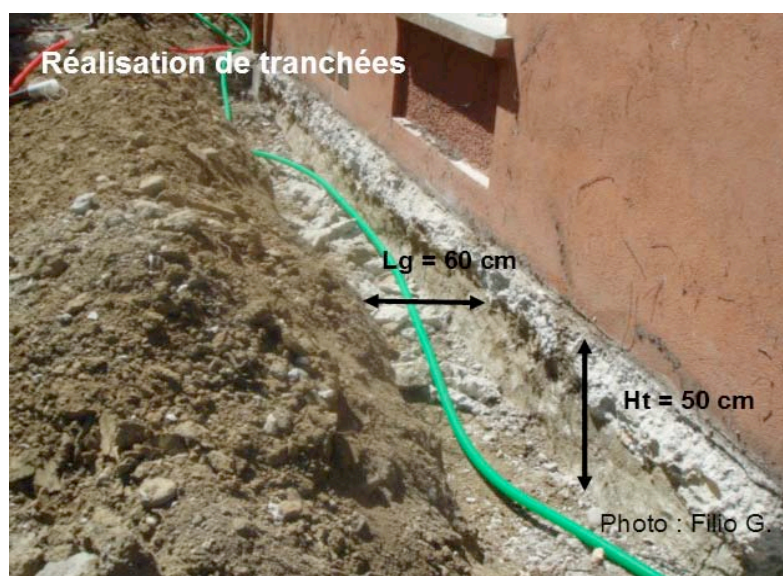
Les « trottoirs » existants doivent être retirés pour creuser les tranchées.

Un bac maçonné doit être démolé aussi.



1) Tranchée : fondation & drainage

La tranchée est réalisée en vue de réaliser une semelle filante et un drainage au pied du mur. Ne pas creuser plus profondément que la fondation existante.
Largeur = 60 cm
Profondeur = 50cm



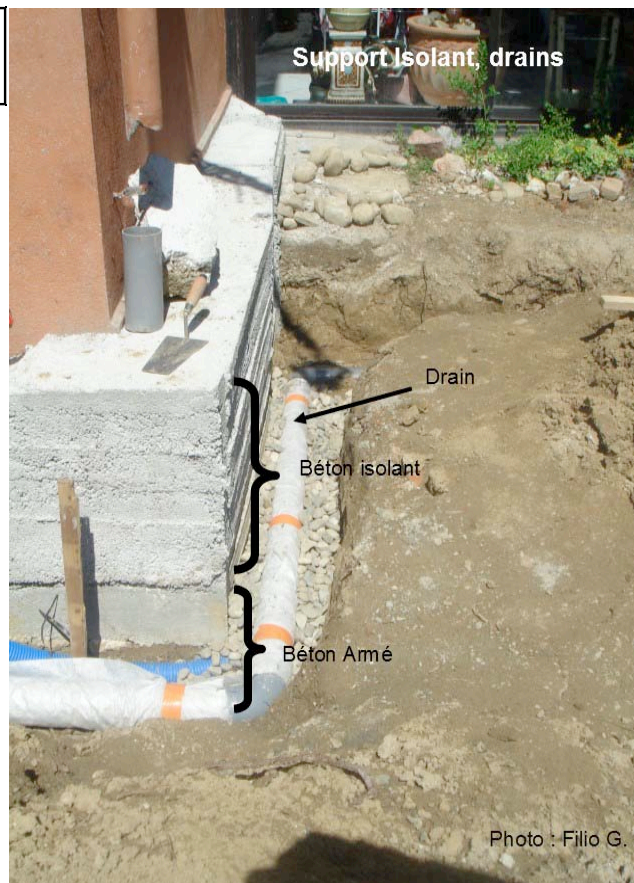
2) Fondations & Soubassement isolant

Mise en place d'un coffrage pour réaliser les fondations en fond de fouille, maintenu à 30 cm de la paroi.
Coulage d'un béton d'une épaisseur de 10 cm environ pour servir de béton de propreté.
Dépôt d'une armature en acier haute adhérence (3 barres en Ø8mm) avec liaison dans les angles et recouvrement de 50Ø.
Du béton est produit à la bétonnière et coulé, sur une épaisseur de 30 cm.



Une béton isolant (ici, Perlibéton) est coulé sur 30 cm d'épaisseur.
Réalisation du drain avec protection en géotextile et dépôt de cailloux 30/60 roulé.
Ces tranchées sont aussi l'occasion de passer des gaines (réseau électrique, gaz...) et des conduites (EP).

Vue du soubassement, les deux épaisseurs de matériaux différents et le drain.



Coulage en fond de coffrage du béton sur une épaisseur de 30 cm.

3) Echafaudage & autres préparatifs



Le travail est effectué façade par façade car la quantité d'éléments d'échafaudage ne permettait pas de faire le tour de la maison.

Autres préparatifs :

- casquette béton sous toiture, rebords béton à démolir ;
- construction des 2 murs à structure bois et terre paille au bord de la terrasse ;
- retrait d'une porte-fenêtre (les autres F. ou PF restant en place)

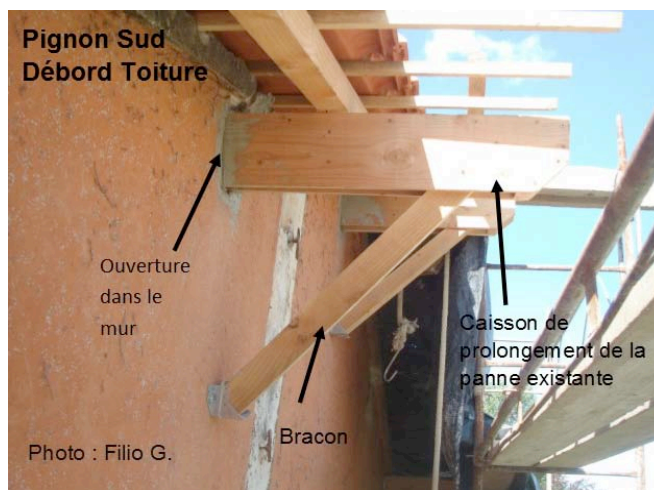
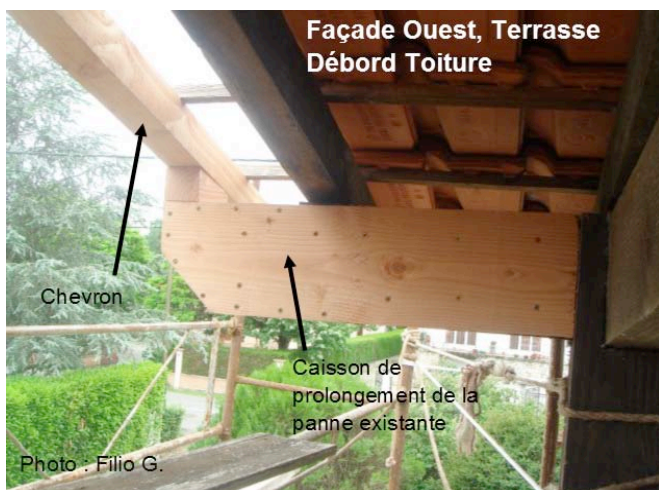
4) Avancement Toiture

La couverture est retirée en partie (depuis la sablière jusqu'à la 1ère panne) pour moiser des chevrons aux chevrons existants, afin de créer une casquette. La longueur sortante est égale à la longueur moisée. Le calepinage est effectuée sur place en fonction de la dimension des tuiles. La casquette sert à protéger le mur de paille des intempéries d'une part et à protéger du soleil en été l'intérieur.

La casquette béton existante et gênante est démolie.



De même au dessus de la terrasse, le débord de toiture est prolongé et côté pignon, un débord de toiture est créé (environ de 90 cm) ; le calepinage est fait en fonction des dimensions de tuiles, le débord final voulue est de 50 cm.

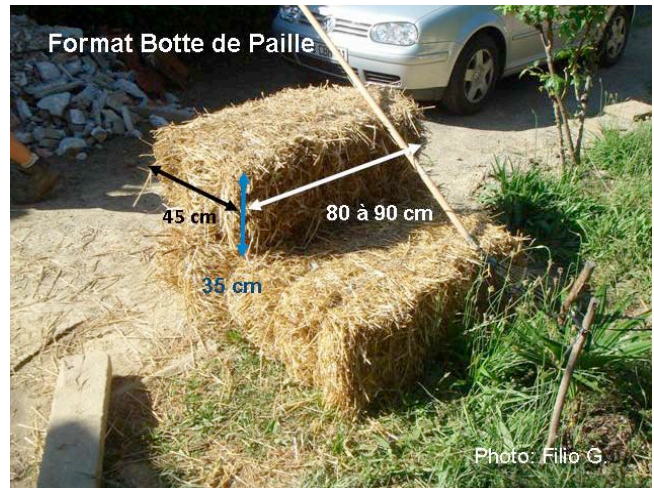
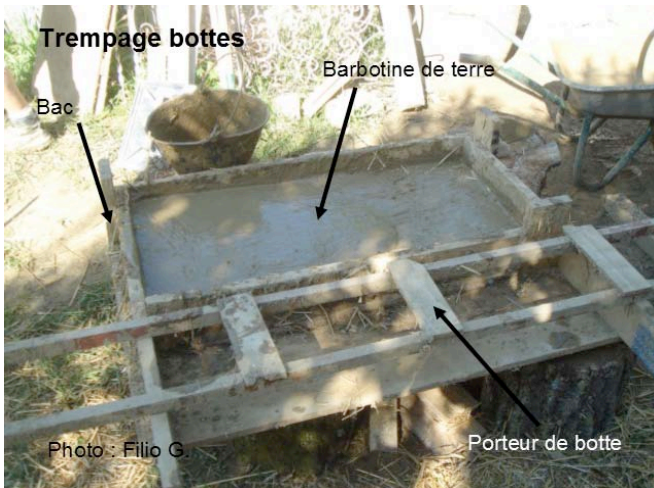


5) Pose des Bottes

Non représenter :

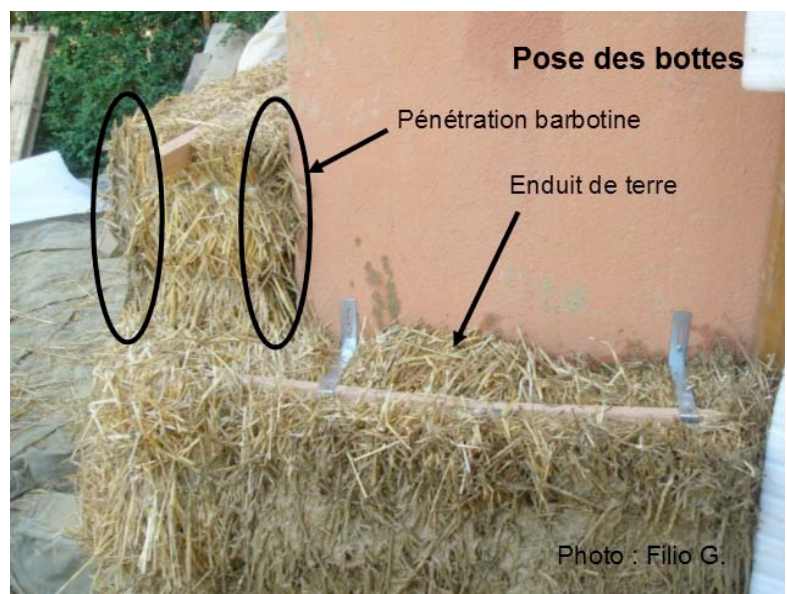
- une arase étanche est réalisée sur le soubassement (mortier hydrofuge).
- une planche en douglas de la largeur du soubassement +5 cm est posée pour éviter les risques de condensation. Elle servira aussi à fixer un profilé formant goutte d'eau.

Les bottes sont stockées en grand nombre dans le garage puis on transporte le nombre nécessaire pour la journée de travail à proximité du bac de trempage lui-même positionné à proximité de la façade

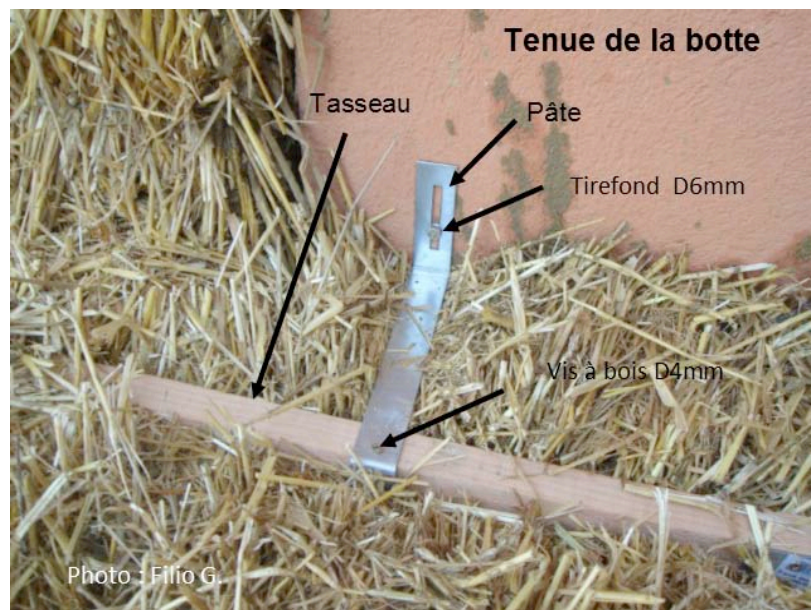


Opérations :

- le mur existant, dans la zone de travail, est enduit de terre préalablement à la pose des bottes ;
- les bottes une fois dressées et trempées sont posées les unes après les autres ;
- une entaille dans la botte est pratiquée à l'aide d'une meuleuse avec disque diamant pour y introduire le tasseau (40x60mm) ;



- les profilé Z de maintien de la botte sont fixées sur le liteau et au mur ; le trou oblong permet d'enfoncer le profilé le plus profondément possible en prévision d'un accompagnement du tassement du mur de paille.



6) Menuiserie, linteaux et appuis

Les menuiseries sont posées avant la pose des bottes.

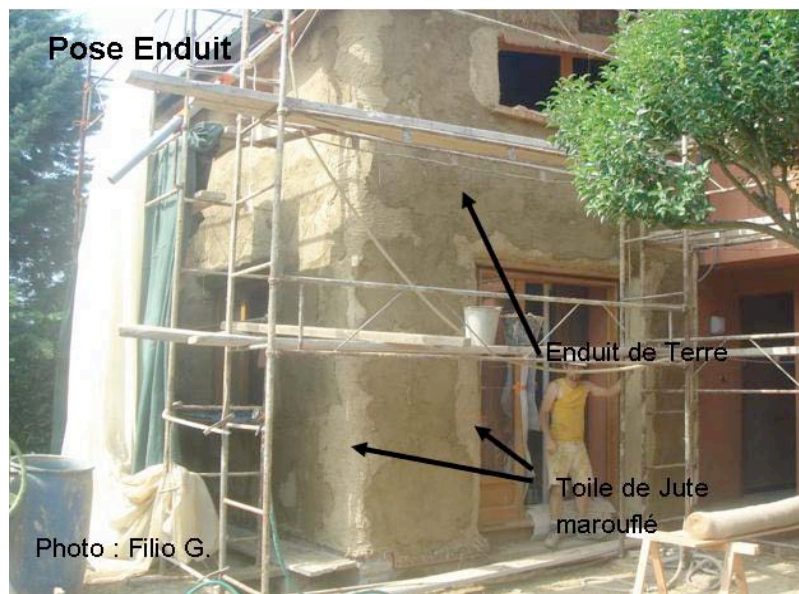
Les menuiseries ont été fabriquées de telles sortes que la pose soit réalisée en applique et que les bords viennent en appui sur la maçonnerie. Ainsi, une mousse (ex : compribande) à la fois étanche à l'air et à l'eau, comprimée au départ et expansive une fois en place, est intercalée entre la menuiserie et le mur existant.



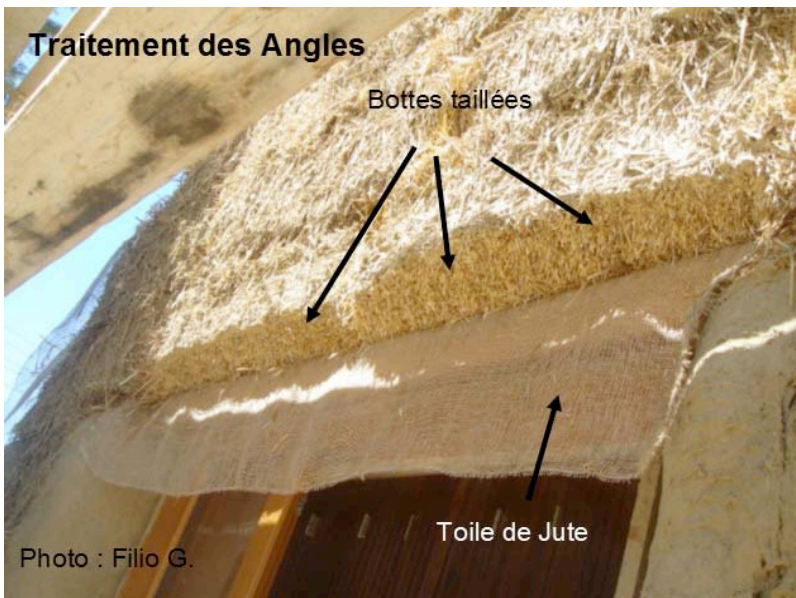
Au dessus des ouvertures, un support pour les bottes doit être mis en place : deux équerres en bois de chaque côté et une planche (Ep. 4cm).

7) Enduit de corps

Des essais de tenue de l'enduit ont été réalisés quelques jours avant de commencer la pose de l'enduit. Un dosage entre le sable, la paille (fibre) et la terre ont été ainsi déterminés. L'enduit a été appliqué en une seule couche.



Traitement des Angles

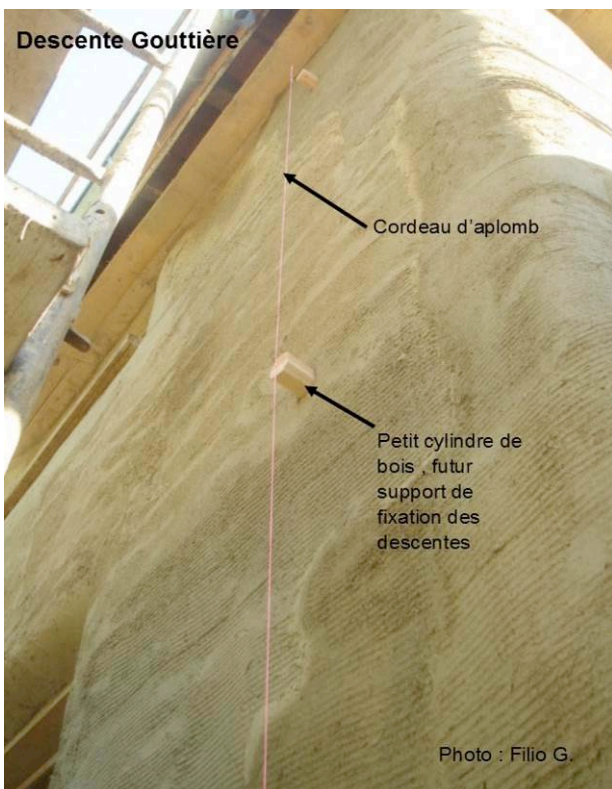


Les angles sont renforcés avec une toile de jute marouflé dans une barbotine épaisse.
Les bottes sont travaillées au niveau des tableaux des ouvertures pour obtenir une planéité et un arrondi parfait.
Au niveau des linteaux, les coins des bottes sont taillés avant d'être enveloppés dans la toile.

8) Finitions

Pose de voliges en bois de sapin sous toiture en débord.





Les descentes de gouttières sont tenues par des colliers fixés dans des pièces de bois cylindriques enfoncées dans la paille. Prévoir le scellement de ces pièces avec de la terre+chaux.

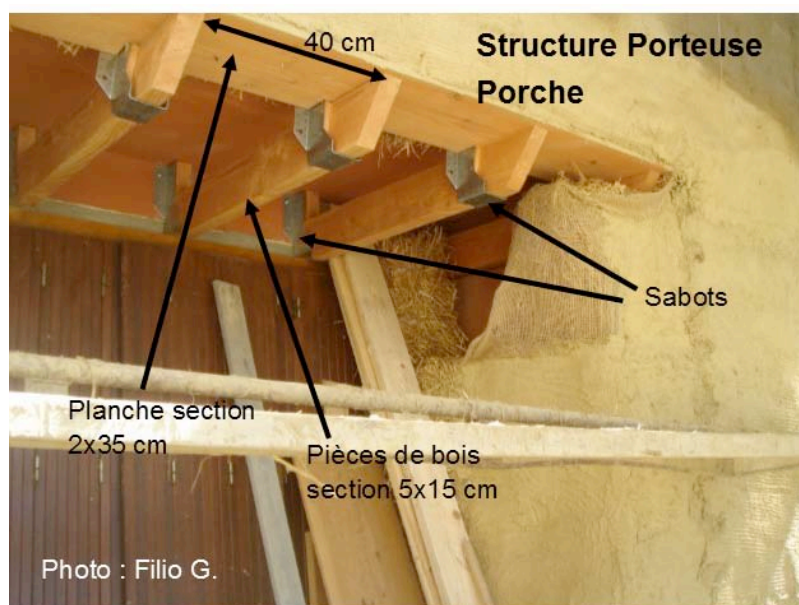
2.5. Points particuliers / complexité de l'environnement

- Comme beaucoup de travaux du bâtiment, il vaut mieux que la météo soit clémente (beau temps) ; ici, le bâchage a été réalisé partiellement et ponctuellement en fonction des besoins ;
- Malgré que les murs soient plats, il y a beaucoup de façonnage de botte : à l'extrémité d'un mur, au bord d'une ouverture, retaillage des coins de bottes à cause des rebords de dalle du 1^{er} étage (esthétique) (voir plan des façades existantes) ;
- Les dernières bottes à l'extrémité haute des murs, sous les voliges, est difficile à mettre en place à cause de la pente des toits ;
- Le traitement des bords doit être soigné : zinguerie, grille anti-rongeur....
- Au bas du mur, sur la hauteur de rejaillissement, le Maître d'Ouvrage s'est réservé la pose d'une épaisseur de 10 cm de liège sous forme de panneaux ;
- Un autre pont thermique doit être traité : voir ci-dessous.

Support au dessus du porche

Il a fallu créer une structure pour supporter le mur de botte au dessus du porche, à l'entrée de la maison (voir plans). Le plus difficile a été de trouver une conception adéquate en fonction du matériel disponible (dimension des sabots...).

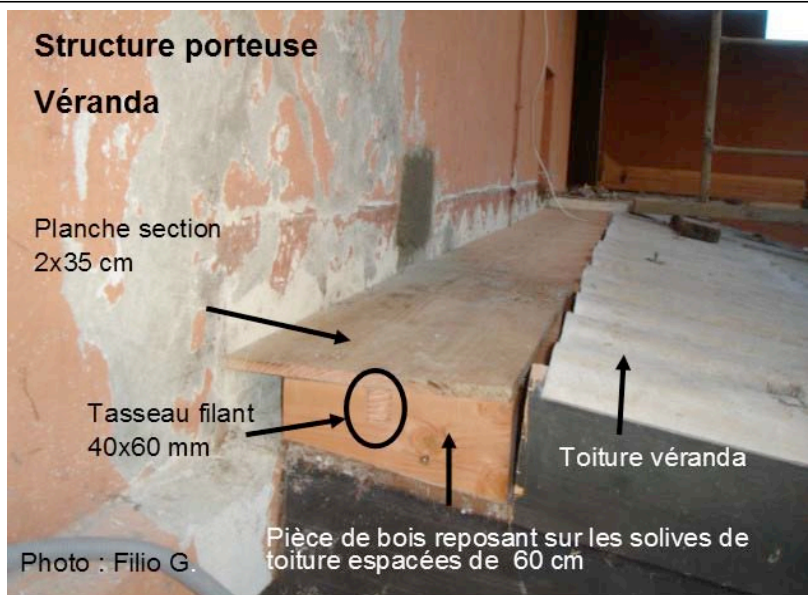
La sous face du plancher en débord, a été ensuite isolé avec des bottes de paille retaillées en fonction.



Support au dessus de la véranda

La véranda présente deux bords contre les murs (voir plan), un seul est traité ici.

La couverture en fibrociment a été découpée et la couche d'isolant (polystyrène) retirée. Puis avec du bois, un platelage est formé pour recevoir les bottes.



3 Bilan chiffré

3.1. Prix de revient (hors main d'œuvre)

(*) Les Prix unitaire sont nets (pas prise en compte des pertes et des chutes, ni autres aléas...)

FACADE OUEST, NORD, SUD soit 142m ²					
Description	Fournisseur / Marchand	Dimension/ Section	Qté	Prix U. H.T. Négocié (*)	Prix Total H.T. Négocié
Chevrons, Bois douglas (pour lisse H.)	SORBET	8 x 8 cm	44 ml.	2.37 €/ml	104,28 €
Chevrons, Bois douglas (pour lisse H. et V.)	SORBET	6 x 8 cm	696 ml.	1.77€/ml	1 231,92 €
Planche, Bois douglas (pour support bas de mur)	SORBET	4 x 16 cm	44 ml.	2.37 €/ml	104,28 €
Chevilles à frapper /visser (pour fixation chevron/mur), Sihga	MOPA	10 x 140 mm	426 u.	1.16 €/u.	494,16 €
Vis à bois (pour fixation chevron/chevron), sihga	MOPA	6 x 140 mm	568 u.	0.28 €/m ²	159,04 €
Vis à bois (pour fixation isolant feutre/bois), Sihga/Wurth	MOPA	6 x 80 mm	1136 u.	0.23 €/u.	261,28 €
Rosaces Würth (pour vis ci-dessus)	WURTH	Φ 60mm	1136 u.		
Equerre renforcée (pour support bas), Würth	WURTH	75 x 150 mm	59 u.	2.57 €/u.	151,63 €
Rail (support liège bas de mur)	AMBIANCE BIO		44 ml.	4.37 €/ml.	192,28 €
Compri-bande (joint mur/planche), Würth	WURTH	10 x 3-15 mm	44 ml.	1.90 €/ml	83,60 €
Isolant laine de bois, Homatherm, Holzflex Ep. 80mm, λ=0.039 W/m [°] K	AMBIANCE BIO	58x122 x 8 cm	255.6 m ²	6.50 €/m ²	1 661,40 €
Isolant en panneau de feutre de bois haute densité, Fab. Isonat, DuoProtect Ep. 40mm, λ=0.044 W/m [°] K	AMBIANCE BIO	2475 x 575 x 40mm	142 m ²	8.52 €/m ²	1 209,84 €
Isolant panneau en liège, (provenance Portugal) Ep. 40mm	AMBIANCE BIO	50 x 100 x 4 cm	11.36 m ²	10.41 €/m ²	118,26 €
Mortier MAITE, PAREXLANKO, 5kg/m ²	AMBIANCE BIO	1 Sac = 30kg	830 kg	1.14 €/m ²	809,40 €
Régulateur de fond, PAREXLANKO, Silicate fond 25	AMBIANCE BIO	1 sceau = 25l	33.2 lit.	4.56 €/lit.	129,50 €
Calcifin Finition, PAREXLANKO	AMBIANCE BIO	1 Sac = 25 kg	365.2 kg	2.48 €/kg	774,75 €

Profilé pour angle rentrant (fenêtre)	AMBIANCE BIO		58.1 ml.	1.92 €/ml.	95,42 €
Cornière pour angle sortant (mur)	AMBIANCE BIO		132.8 ml.	2.08 €/ml.	236,29 €
Trame en fibre de verre, maille 4x4	AMBIANCE BIO	4 x 4 mm	182.6m ²	1.05 €/m ²	164,01 €
Total					8354.76 €

Soit un sous-total de € H.T./ m ²	58.83 € /m²
--	-------------------------------

FACADE EST soit 41m ²					
Description	Fournisseur / marchand	Dimension/ Section	Qté	Prix U. H.T. Négocié	Prix Total H.T. Négocié
Chevron, Bois douglas	SORBET	10 x 6 cm	199 ml.	2.22 €/ml.	441,78 €
Planche, Bois douglas	SORBET	20 x 5 cm	10 ml.	0.63 €/ml.	6,30 €
Cheilles à frapper & visser, Fab. SIHGA	MOPA	10 x 160 mm	123 u.	1.20 €/u.	147,60 €
Vis à bois (pour fixation chevron/chevron, Fab. SIHGA)	MOPA	6 x 160 mm	164 u.	0.30 €/u.	49,20 €
Pare-pluie, Fab. AMPACK, produit Ampatop Aéro, en rouleau	AMBIANCE BIO	l=1.5m, S=75m ²	46m ²	1.06 €/m ²	48,76 €
Tasseau ou Latte, Bois douglas	SORBET	6 x 3 cm	121 ml.	0.63 €/ml.	76,23 €
Isolant en panneau, Fab. Homatherm, Holzflex 100mm, λ=0.039 W/m°K	AMBIANCE BIO	58 x 122 x 10 cm	73.8 m ²	6.78 €/m ²	500,36 €
Grille anti-rongeur et Moustiquaire	AMBIANCE BIO		36.9 ml.	1.09 €/ml.	40,22 €
Lame Bardage, Bois douglas	SORBET	200 x 22 mm	246 ml.	1.58 €/ml.	388,68 €
Tasseau ou Latte, bois douglas	SORBET	6 x 3 cm	119 ml	0.63 €/ml.	74,97 €
Pointe Inox, 20 pour 1m ²	MOPA		820 u.	3.68 €/100u.	30.18 €
Total					1851.99 €

Soit un sous-total de € H.T./ m ²	45.17 € /m²
--	-------------------------------

Soit un total de € H.T./ m ²	55.77 € /m²
---	-------------------------------

3.2. Main d'œuvre

	Compris(e)	Non compris(e)
Conception	X	
Préparation	X	
Montage / Echafaudage	X	
Approvisionnement en matériaux	X	
Exécution des finitions	X	
Nettoyage du chantier	X	
Amortissement du matériel		X

Pour 183 m ² REALISES				
Tâches	Heures passées	Effectifs Moyens	Qualification	Commentaires
Conception, Etude de Prix	32 h	1	Chef d'entreprise, charpentier	Technique proposée par le fabricant d'isolant
Négociation	16 h	1	Chef d'entreprise	Connaissance des prix au préalable car ce n'est pas la 1 ^{ère} réalisation de ce type

Mise au point, commandes, méthode, choix définitifs sur les matériaux	16h	1	Chef d'entreprise	Connaissance de la méthodologie pour les mêmes raisons
Approvisionnement, préparation chantier	90 h.	2	ouvriers qualifiés (Cap + 5/10 exp.)	Livraison assurée par le chef d'entreprise et le marchand
Echafaudage, façade N, O, S	36 h	2	ouvriers qualifiés (Cap + 5/10 ans exp.)	
Mise en Œuvre, façade N, O, S : Ossature + Isolation	279 h	2	ouvriers qualifiés (Cap + 5/10 ans exp.)	
Mise en Œuvre, façade N, O, S : enduit	297 h	2	ouvriers qualifiés (Cap + 5/10 ans exp.)	
Mise en Œuvre, façade E: Ossature + Isolation	72 h	2	ouvriers qualifiés (Cap + 5/10 ans exp.)	
Mise en Œuvre, façade E: lattage, pare-pluie, bardage	90 h	2	ouvriers qualifiés (Cap + 5/10 ans exp.)	
TOTAL :	864 h			

Soit un ratio global de 4.75 h / m² réalisés

3.3. Prix Facturé

Prix payé par le M.O. en € H.T de 210.52 €/m² (TVA = 5.5%)

3.4. Aides financières

3.4.1. ANAH & FART

3.4.2. Région Midi-Pyrénées

3.4.3. C.E.E.

Pas cumulable avec l'aide de l'ANAH.

3.4.4. Crédit d'Impôt

3.4.5. Réduction T.V.A.

3.4.6. Bilan des Aides

4 Bilan qualitatif

4.1. Pourquoi avoir utilisé cette technique ?

Constitution de son enveloppe originale :

4.2. Problèmes rencontrés

4.3. Conseils et suggestions

					R1	R2
					Compo 1	Compo 2
Matériaux	Epaisseur E (m)	Conductivité λ (W/m ² °K)	Résistance Ri=E/ λ (m ² °K/W)	Surface α_i (%)	Résistance Ri=E/ λ (m ² °K/W)	Résistance Ri=E/ λ (m ² °K/W)
Résistance superficielle intérieure			0.110	100.0%	0.110	0.110
Résistance superficielle extérieure			0.060	100.0%	0.060	0.060
Enduit Plâtre	0.015 ₍₁₎	0.570 ₍₂₎	0.026	100.0%	0.026	0.026
Bloc de ciment creux	0.027 ₍₁₎	0.900 ₍₂₎	0.030	100.0%	0.030	0.030
Enduit Ciment	0.015 ₍₁₎	1.000 ₍₂₎	0.015	100.0%	0.015	0.015
Bois douglas	0.080	0.150 ₍₂₎	0.533	5.0%		
Fibre de bois, Holzflex	0.160	0.039	4.103	95.0%	4.103	4.103
Feutre Hte densité, Duoprotect	0.040	0.044	0.909	95.5%	0.909	
Liège	0.040	0.040	1.000	4.5%		1.000
Enduit spéciale Maite+Calcilin	0.005 ₍₁₎	0.600 ₍₂₎	0.008	100%	0.008	0.008
(1) valeur estimée				soit	5.261	5.352
(2) source: JP Oliva				α_i	95.5%	4.5%
Uc = 0.190W/m ² °K				impact des ponts thermiques (-15%)		
Rc = 5.265m ² °K/W				Rp = 4.476m²°K/W		

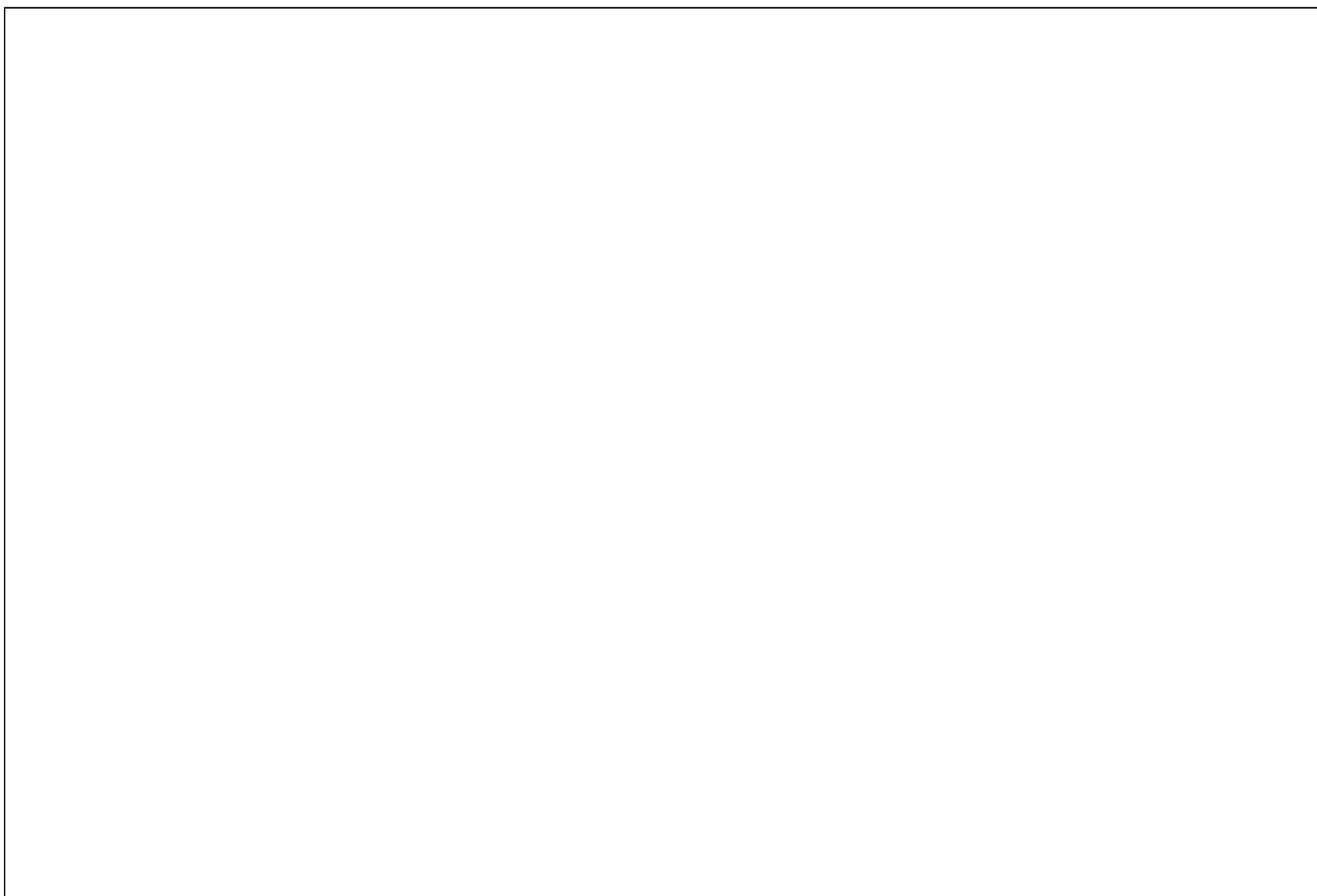
					Rc
					Compo 1
Matériaux	Epaisseur E (m)	Conductivité λ (W/m ² °K)	Résistance Ri=E/ λ (m ² °K/W)	Surface α_i (%)	Résistance Ri=E/ λ (m ² °K/W)
Résistance superficielle intérieure			0.110	100.0%	0.110
Résistance superficielle extérieure			0.060	100.0%	0.060
Enduit Plâtre	0.015 ₍₁₎	0.570 ₍₂₎	0.026	100.0%	0.026
Bloc de ciment creux	0.027 ₍₁₎	0.900 ₍₂₎	0.030	100.0%	0.030
Enduit Ciment	0.015 ₍₁₎	1.000 ₍₂₎	0.015	100.0%	0.015
Bois douglas	0.100	0.150 ₍₂₎	0.667	5.0%	
Fibre de bois, Holzflex	0.200	0.039	5.128	95.0%	5.128

Pare-pluie, Ampatop Aéro	≈ 0.001	∞	≈ 0	100.0%	≈ 0
(1) valeur estimée			soit		5.370

(2) source: JP Oliva

impact des ponts thermiques (-15%)

Rp = 4.564m².°K/W



4.4. Résultats

Personnes Interviewées	Henry Depeyre + Nathalie Ardon
Enquête & Rédaction	Filio Gaspar
Plan	Nathalie Ardon
Mise en forme (Plan)	Filio Gaspar
Schéma, coupes & mise en forme	Filio Gaspar
Crédit Photos	Nathalie Ardon
Mise en forme & légende (photos)	Filio Gaspar
Calculs Thermiques	Filio Gaspar, Henry Depeyre, B.E. Ecozimuth
Conception structurelle	Henry Depeyre, Nathalie Ardon
Format type fiche	Patrick Charmeau
Date de l'envoi	Mai 2016