

Études Thermique – Fluides - Ecoconstruction
1 rue du Kemberg
88580 SAULCY SUR MEURTHE

Tél : 03 29 57 98 34
Mail : terranergie@aliceadsl.fr
SIRET 501 361 240 00010
SARL 7500€ - RCS EPINAL



M. Le Maire
12 Rue Saint-Martin,
54470 Mandres-aux-Quatre-Tours

Le 16 mars 2018

Projet : Etude de rénovation énergétique en laine de mouton de la salle des fêtes de Mandres aux Quatre Tours



Avec le soutien de :



Analyse de l'Etat actuel :



Aucun mur isolé !



Plafond non étanche à l'air



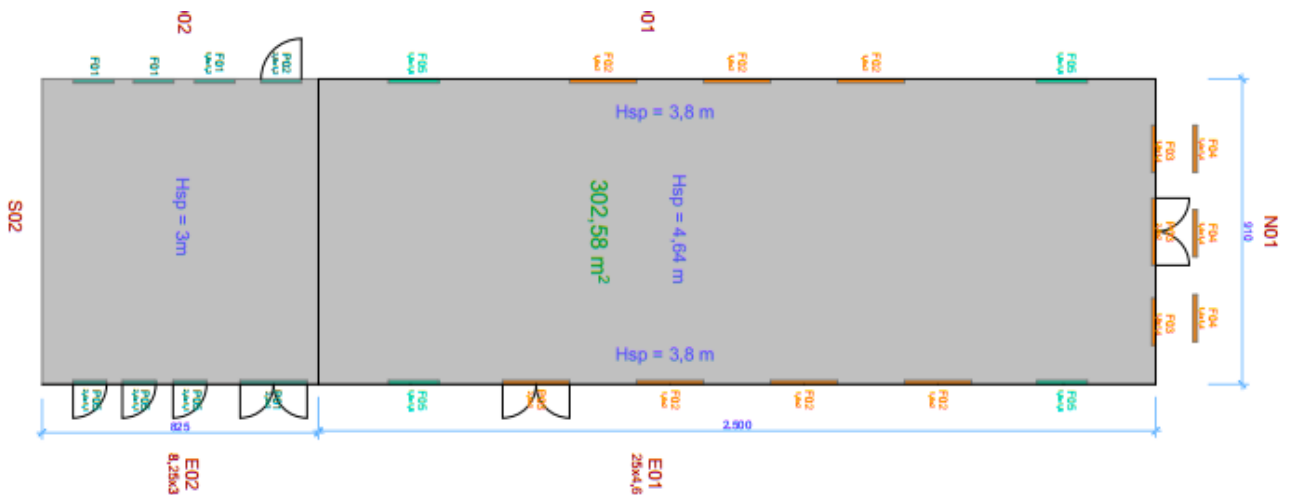
Plafond non isolé et non accessible de la cuisine



WC non chauffé donnant sur l'extérieur



Mise en plan du relevé réalisé pour étude thermique



2 volumes distinct : Salle et Cuisine



Système énergétique actuel

Etat des lieux :

Chauffage :

Salle : radiateur gaz GPL individuels

Cuisine / Sanitaire : radiateur électrique

ECS : Ballon électrique (actif?)

Chauffe eau GPL

Présence cuve GPL extérieur

Eclairage : Tube neon ancien T8

Abonnement électrique 15kVa triphasé



Analyse :

Système Chauffage eau chaude extrêmement peu performant (rendement radiateur gaz <70%, prix kWh GPL très élevé (kWh utile > 20c€!) et relativement dangereux en ERP (pas de protection cuve, combustion, CO..))

Pour l'éclairage, le système est peu performant



Analyse du système actuel :

Chauffage / production ECS :

Très coûteux (prix du kWh, entretien, location cuve)

Sécurité délicate (cuve aérienne, bruleur intérieur)

Pas écologique

Vétuste !

Eclairage :

Luminaire à tube fluo ballaste ferromagnétique ancien

Abonnement électrique : 15kVa monophasé

Solutions techniques d'enveloppe

Salle

Murs : Isolation par l'intérieur par doublage BA 13 Acoustique + 120mm panneaux laine de mouton préparé au CETELOR, compris traitement des ébrasements de menuiseries

Sol : Laissé tel que dans la salle

Sous face de la scène : Réalisation d'un faux plafond de 120mm remplis de panneaux de laine de mouton finition BA13 hygro

Comble : Dépose de 350mm de laine de bouton brut de lavage

Plafond de scène : Réalisation d'un faux plafond étanché à l'air, finition BA13 acoustique

Couloires : Remplacement de toutes les menuiseries en bois par des menuiseries $U_w < 0,9$

Cuisine et WC chauffé

Murs IDEM salle y compris les murs sur WC froid à isoler

Plafond : Réalisation d'un faux plafond de 240mm remplis de 2 couche croisée de panneaux de laine de mouton avec film pare vapeur coté chaud, finition BA13 hygro

Remplacement de toutes les menuiseries en bois par des menuiseries $U_w < 0,9$

WC froid : Laissé tel quel

Synthèse

Pièces	Parois				Isolation		
	Surface	Mur	Toit	Sol	Mur	Toit	Sol
Entrée	44	85	44		120mmLaine+BA13acoustique	350mmLaine Vrac	
Salle	153	120	153		120mmLaine+BA13acoustique	350mmLaine Vrac	
Scène	28		28	28		120mmLaine+BA13acoustique	120mmLaine+BA13Hydro
Couloires	11	25	11		120mmLaine+BA13	350mmLaine Vrac	
Cuisine	36	35	36		120mmLaine+BA13Hydro	240mmLaine+Faux plafond	
WC Chaud	21	25	21		120mmLaine+BA13Hydro	240mmLaine+Faux plafond	
WC Froid	16						
Total	309	290	293				

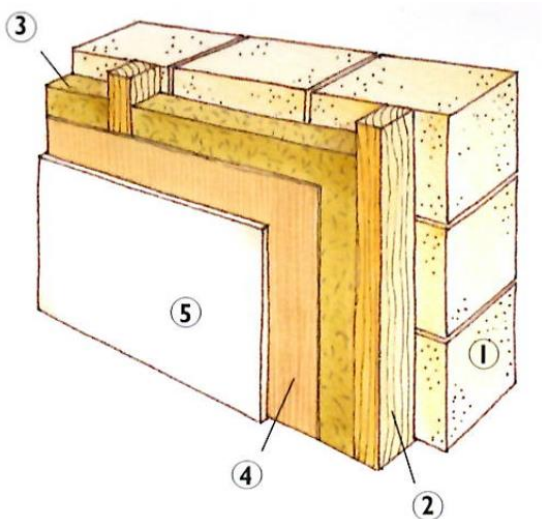
Détails des mises en œuvre

Doublage des murs : 2 variantes

1/Classique : Ossature métallique de 48mm avec 2 couches croisées de laine et un par vapeur avant fixation du BA13



2/Écologique : Ossature bois montant de 120mm fixé au mur et agrapage latérale de la laine de mouton suivant préco fabricant

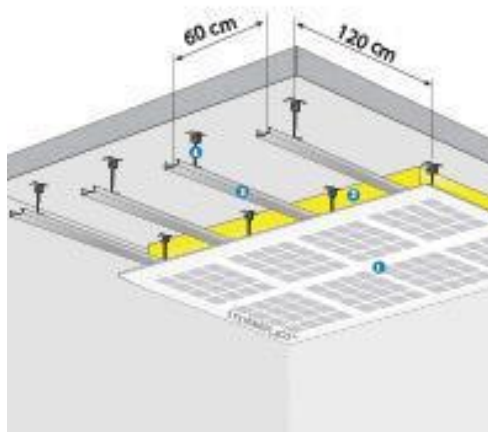
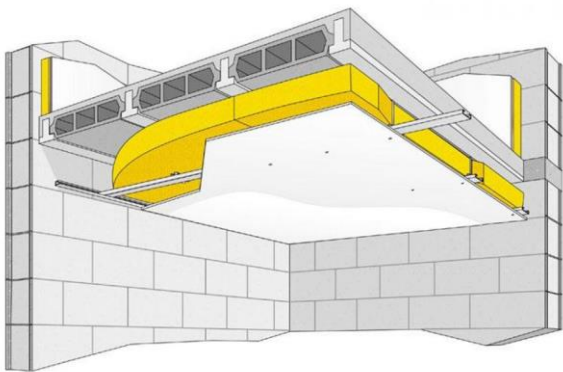


Mur isolé sans lame d'air, avec freine-vapeur et parement en plaque de gypse (doc. J.-P. Oliva).

- 1 Mur d'origine
- 2 Ossature bois
- 3 Laine végétale ou de mouton, ou cellulose
- 4 Film freine-vapeur
- 5 Panneau de revêtement gypse-fibres



Doublage sous plancher hourdis de la scène et sous plafond



Isolation des combles perdu



Quantité de laine de mouton brut nécessaire

- comble perdu 800kg de laine utile (après lavage) pour 250m² en 35cm fourniture estimée suivant votre tableau à 10€/kg soit 8000€

- murs : 600kg utile mise en forme de panneau 120mm (CETELOR) fourniture estimée suivant votre tableau + mise en forme à 15€/kg soit 9000€

soit environ 3T de laine brute, par sécurité on peut partir sur 4 T

Etude thermique de rénovation : Parois avant / après

N° de la paroi: 01ud		Description de la paroi: Mur existant pierre		Isolation intérieure?	
Orientation des parois Adjacent à: 2-mur / 1-air extérieur		Résistance superficielle [m²K/W] intérieure R _{si} : 0,13 / extérieure R _{se} : 0,04			
Section 1	λ [W/mK]	Section 2 (optionnelle)	λ [W/mK]	Section 3 (optionnelle)	λ [W/mK]
Mur pierre	1,500				
II Laine de mouton	0,035				
Epaisseur [mm]					
					500
					150
Pourcentage de surface de la section 1					100%
Pourcentage de surface de la section 2					
Pourcentage de surface de la section 3					
Total					65,0
Majoration de la valeur U					
Valeur U: 0,209 [W/(m²K)]					

N° de la paroi: 04ud		Description de la paroi: Toiture		Isolation intérieure?	
Orientation des parois Adjacent à: 3-sous-sol / 1-air extérieur		Résistance superficielle [m²K/W] intérieure R _{si} : 0,17 / extérieure R _{se} : 0,04			
Section 1	λ [W/mK]	Section 2 (optionnelle)	λ [W/mK]	Section 3 (optionnelle)	λ [W/mK]
Pâte	0,320				
Laine de mouton	0,035				
Epaisseur [mm]					
					30
					400
Pourcentage de surface de la section 1					100%
Pourcentage de surface de la section 2					
Pourcentage de surface de la section 3					
Total					43,0
Majoration de la valeur U					
Valeur U: 0,085 [W/(m²K)]					

N° de la paroi: 02ud		Description de la paroi: Mur existant aglo		Isolation intérieure?	
Orientation des parois Adjacent à: 2-mur / 1-air extérieur		Résistance superficielle [m²K/W] intérieure R _{si} : 0,13 / extérieure R _{se} : 0,04			
Section 1	λ [W/mK]	Section 2 (optionnelle)	λ [W/mK]	Section 3 (optionnelle)	λ [W/mK]
Aglo	1,000				
II Laine de mouton	0,035				
Epaisseur [mm]					
					200
					150
Pourcentage de surface de la section 1					100%
Pourcentage de surface de la section 2					
Pourcentage de surface de la section 3					
Total					35,0
Majoration de la valeur U					
Valeur U: 0,215 [W/(m²K)]					

N° de la paroi: 03ud		Description de la paroi: Dalle		Isolation intérieure?	
Orientation des parois Adjacent à: 3-sous-sol / 2-sol		Résistance superficielle [m²K/W] intérieure R _{si} : 0,17 / extérieure R _{se} : 0,00			
Section 1	λ [W/mK]	Section 2 (optionnelle)	λ [W/mK]	Section 3 (optionnelle)	λ [W/mK]
parquet	0,200				
lame d'air	0,300				
beton	2,100				
Epaisseur [mm]					
					30
					50
					250
Pourcentage de surface de la section 1					100%
Pourcentage de surface de la section 2					
Pourcentage de surface de la section 3					
Total					33,0
Majoration de la valeur U					
Valeur U: 1,651 [W/(m²K)]					

Surfaces et résultats

Surface [m²]	Choix de la composition de la paroi / système constructif certifié	Valeur U [W/(m²K)]	Ecart par rapport au nord	Inclinaison par rapport à l'horizontale
0,0				
320,0				
	Porte extérieure			
25,3	01ud-Mur existant pierre	1,987	0	90
41,9	02ud-Mur existant aglo	2,703	180	90
95,3	01ud-Mur existant pierre	1,987	90	90
11,3	02ud-Mur existant aglo	2,703	90	90
100,9	01ud-Mur existant pierre	1,987	270	90
15,3	02ud-Mur existant aglo	2,703	270	90
320,0	03ud-Dalle	2,278		180
320,0	04ud-Toiture	3,292		0

Surface [m²]	Choix de la composition de la paroi / système constructif certifié	Valeur U [W/(m²K)]	Ecart par rapport au nord	Inclinaison par rapport à l'horizontale
0,0				
320,0				
	Porte extérieure			
25,3	01ud-Mur existant pierre	0,209	0	90
41,9	02ud-Mur existant aglo	0,215	180	90
95,3	01ud-Mur existant pierre	0,209	90	90
11,3	02ud-Mur existant aglo	0,215	90	90
100,9	01ud-Mur existant pierre	0,209	270	90
15,3	02ud-Mur existant aglo	0,215	270	90
320,0	03ud-Dalle	1,651		180
320,0	04ud-Toiture	0,085		0

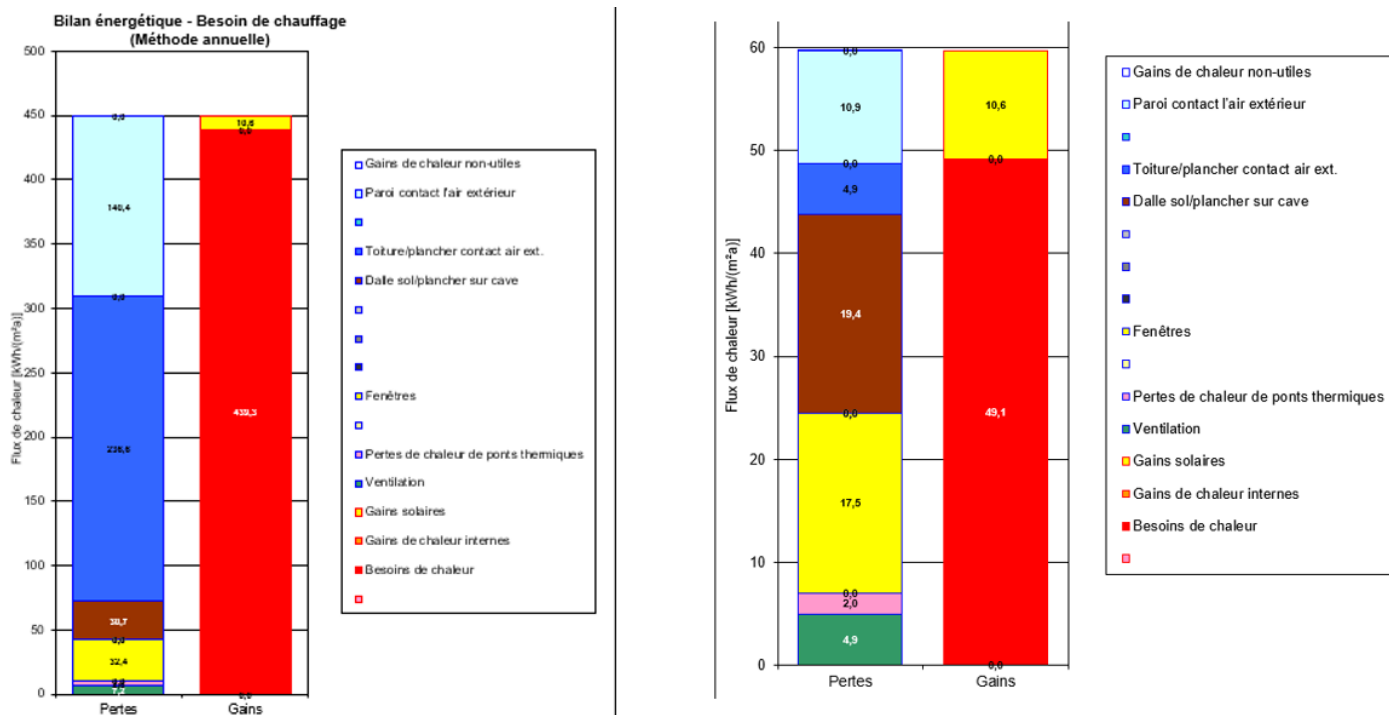
Performance énergétique annuelle du bâtiment		
Chauffer	Surface de référence énergétique: m²	320,0
	Besoin de chauffage kWh/(m²a)	453
	Puissance de chauffe W/m²	160
Refroidir	Refroidissement + déshumidification kWh/(m²a)	-
	Puissance de refroidissement W/m²	-
	Fréquence de surchauffe (> 25°C) %	10
	Fréquence d'humidité excessive (> 12 g/kg) %	0
Etanchéité à l'air	Test d'infiltrométrie n ₅₀ 1/h	4,0

Performance énergétique annuelle du bâtiment		
Chauffer	Surface de référence énergétique: m²	320,0
	Besoin de chauffage kWh/(m²a)	27
	Puissance de chauffe W/m²	22
Refroidir	Refroidissement + déshumidification kWh/(m²a)	-
	Puissance de refroidissement W/m²	-
	Fréquence de surchauffe (> 25°C) %	5
	Fréquence d'humidité excessive (> 12 g/kg) %	0
Etanchéité à l'air	Test d'infiltrométrie n ₅₀ 1/h	2,0

On passe de 453kWh/m² à moins de 30kWh/m² soit un facteur 15

A noter que le calcul prend une étanchéité à l'air de n₅₀=2 nécessitant d'étancher le plafond de la scène et poser une trappe BBC (avec un bon escalier)

Analyse du besoin de chauffage avant / après



Estimatif des économies d'énergie

L'hypothèse d'une chauffe à température constante de 20° aboutit à 50kWh/m² après rénovation
 Pour une variante d'usage plus faible, la consommation baissera d'autant.

Il est très difficile d'évaluer la consommation actuelle car la salle n'est presque pas utilisée.
 Suite à rénovation on peut estimer la consommation :

Base 15c€ kWh électrique et COP annuel de 3 de la PAC
 $300\text{m}^2 \times 50\text{kWh/m}^2 \times 0,15/3 = 750\text{€ /an de chauffage}$

A noter que par cohérence il faudrait souscrire un abonnement 100% énergie renouvelable

Approche acoustique

Dans une salle des fêtes le problème principal est le temps de réverbération, essentiellement lié à la nature des matériaux des parois.

La salle présente actuellement uniquement des surfaces « dur » particulièrement réverbérant

Document 4 : Coefficients d'absorption de différents matériaux en fonction de la fréquence du son émis :

	250 Hz	500 Hz	1000 Hz
Plâtre	0,030	0,040	0,050
Vitre	0,040	0,030	0,030
Mousse mélanine	0,89	0,82	1,00
Parquet	0,15	0,12	0,10

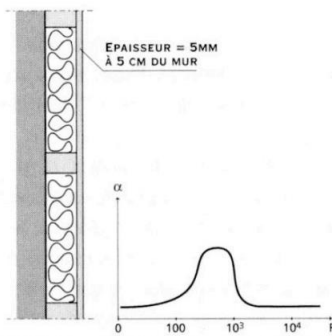
On constate que les matériaux comme le plâtre ou le verre (murs actuels) sont très mauvais.

A remarque que le parquet n'est pas trop mauvais avec 0,12 en moyenne (on va le conserver)

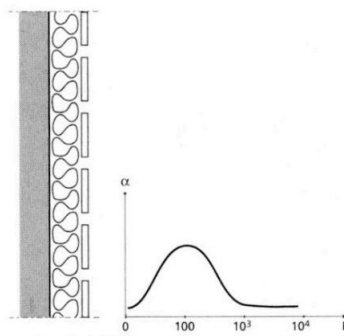
Le temps de réverbération actuel TR est estimé à plus de 2s , soit très mauvais

L'isolation des murs et la mise en place de nouveau luminaire doit viser à améliorer fortement l'acoustique.

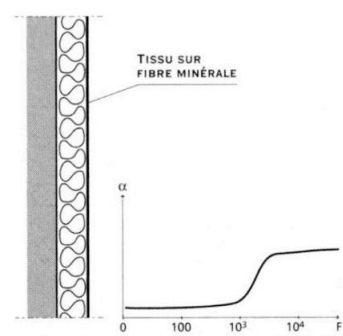
[8] Limitation de la réverbération dans les fréquences basses par une plaque de matériau mince :



[9] Limitation de la réverbération dans les fréquences médiums par les résonateurs de Helmholtz :



[10] Limitation de la réverbération dans les fréquences aiguës par l'emploi de matériaux fibreux :



Les mises en œuvre proposées visent à mixer les 3 types d'actions

Les murs seront de type 8 et 9

Le plafond de la scène sera de type 9

Des baffles suspendus seront de type 10

Les surfaces traités (murs seuls) permettent d'atteindre un $TR < 0,6s$ considéré comme excellent

La surface minimale est de $100m^2$ à une valeur αS de 0,85

La surface minimale est de $200m^2$ à une valeur αS de 0,42

La réduction de réverbération, premier problème de la salle sera considérable

Exemple de traitement :

BA 13 acoustique en mur



Ilot Suspendu avec éclairage



Baffles suspendu en laine de mouton



Estimatif économique des travaux d'enveloppe

Approche économique de l'isolation

Type de travaux	Coût unitaire € ht/m ²	Surface m ²	Total € ht
350mmLaine Vrac	40	236	9440
240mmLAine+Faux plafond	90	57	5130
120mmLaine+BA13acoustique	90	225	20250
120mmLAine+BA13Hydro	75	85	6375
Finition Peinture	25	367	9175
Changement de menuiseries	450	10	4500
Total € ht			54870

Solutions technique chauffage, ventilation, eau chaude sanitaire

Chauffage et ECS: Pompe à chaleur haute température + ventilo-convecteur dans la salle

Cette solution permet de se passer du gaz (sécurité, coût), de plus gérer d'approvisionnement et de produire aussi de l'eau chaude sanitaire en cuisine.

La PAC mono bloc (HRC70 AUER par exemple) pourrait prendre place sur un socle approximativement à la place de la cuve GPL.

Le ventilo-convecteur basse vitesse et bas bruit unique dans la salle permet la remonté en température rapide (15° à 19°) en moins d'une heure et donc de réelle économie.

Cette même PAC alimente un ballon ECS de 150L en cuisine.

L'abonnement électrique actuel de 15kVa permet sans changement le raccordement de cette PAC.

Enfin une sécurité d'appoint de 6kW en résistance dans la PAC prend le relais en cas de panne.

Ventilation : Double Flux

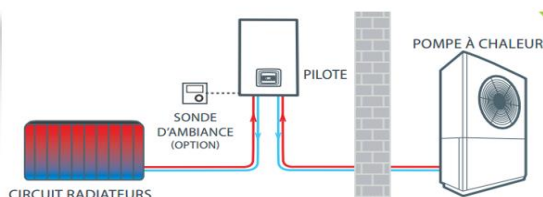
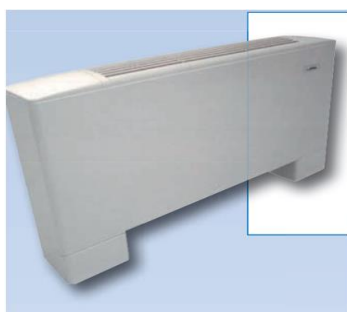
La ventilation double flux à récupération de chaleur (Helios 700D par exemple) pourrait être intégrée dans le faux plafond au-dessus de la scène si la structure le permet, ou installée dans l'ancienne cabine de projection avec prise et rejet d'air en toiture.

Le soufflage air frais se ferait par 2 bouches longue portée de 500m³/h de part et d'autre et la reprise par une grille de gros format centrale.

La machine serait programmée sur la semaine en débit minimal et régulé en sonde CO₂ sur la reprise pour adapter son débit au besoin de l'occupation.

Eclairage de la salle : LED

La solution de remplacer les luminaires existant par des led peut permettre d'économiser jusqu'à 75% de la consommation actuelle



Chauffage PAC AIR/EAU 11kW
mono et ventilo convecteur
silencieux
Production ECS par la PAC ballon
150L intégré



Ventilation double flux régulé
CO₂, variation de 100 à 700m³/h

Estimatif économique solution fluide

	Total € ht
Dépose des installations existante	2000
Pompe à chaleur 11kW	9000
Ventiloconvecteur 10kW salle	2000
Radiateur 1kW cuisine	800
Ballon ECS 150L sur PAC	800
Ventilation Double Flux régulée CO ₂	9000
Eclairage LED 18x24W 300lux gradable	4500
Total ht	28100

Synthèse : Coût total travaux estimé à environ 85k€ ht hors travaux induit et maîtrise d'œuvre

Le surcout de la solution laine de mouton au m² de paroi traitée par rapport à une solution laine minérale est de l'ordre de 15€/m² soit la différence de prix de fourniture de matière

Idéalement il faudrait aussi changer la porte d'entrée principale, cependant nous avons fait le calcul dans l'étant actuel pour donner suite à la demande de la mairie.

Si le budget est trop serré, il faut par ordre d'importance réaliser :

- L'isolation de l'enveloppe
- La mise en place de la PAC
- L'éclairage LED
- La VMC double flux

Aide financière mobilisable

- Climaxion :
 - o Réalisation du test d'étanchéité à l'air et rédaction des études
 - o Demande du coefficient de subventionnement à la région (effort fiscal/potentiel fiscal)

Extrait du règlement :

• Montant forfaitaire :

Aide aux travaux comportant une prime de base à laquelle se rajoute une aide au m².

Prime de base fixe : de 5.000 € à 15.000 € selon le nombre de travaux constituant le bouquet.

Aide en €/m² : de 20 €/m² à 85 €/m² selon la nature du bouquet de travaux et le potentiel financier et l'effort fiscal de la commune par rapport à la moyenne de la strate. **Voir détail Annexe 3.**

Cette aide inclut la rédaction des documents exigés par la région : mémoire technique, rapport de conformité des offres, état des réglages.

- **Plafonds** : 1 250 m² de surface de plancher (SDP) et 250 €/m² SDP pour l'aide aux travaux.

• Bonus :

Bonus BBC : 10.000 € si atteinte du niveau de performance BBC rénovation tel que défini par la Région. La production photovoltaïque locale ou d'une autre énergie renouvelable ne pourra pas être déduite du bilan des consommations du bâtiment. **Voir détail Annexe 4**

Bonus éco-matériaux : 20 % du montant de l'aide aux travaux (hors bonus) pour le recours à des matériaux biosourcés (issus de fibres végétales ou animales) pour l'isolation des murs extérieurs.

- CEE Tepcv :
 - o Evaluation à faire
 - o Formalisme des factures à respecter
- Autres (département, dotation état, FSE, FSIL, etc...) : Mairie

Produits références disponible sur le marché



Isolant en rouleau de laine de mouton

Référence NA-N60NA100R

NaturLaine : La laine de mouton en rouleaux pour une isolation saine et naturelle aux nombreuses propriétés.



Rouleaux de 10 x 0,6 m pour les 50, 80 et 100 mm d'épaisseur (soit 6 m2)
Rouleau de 5 x 0,6 m pour le 200 mm d'épaisseur (soit 3 m2)



[Tweet](#) [Partager](#) [Google+](#) [Pinterest](#)

[Envoyer à un ami](#)

[Imprimer](#)

60 cm

Épaisseur
100 mm

Quantité
1 - + soit 6,00 m2

86,26 € TTC
soit 14,38 € / m2

En stock

[Chez vous à partir du vendredi 9 février](#)

Commander



[Livraison](#) [Service client](#) [Retour](#)

Laine de mouton en vrac

★★★★★ (2) 5.00/5.00

Référence NA-V10NA

Laine de mouton en vrac pour **isolation de toiture** (grenier et combles perdus)



Matériau naturel léger, facile à appliquer par **épandage** à la main ou à la machine

[Tweet](#) [Partager](#) [Google+](#) [Pinterest](#)

[Envoyer à un ami](#)

[Imprimer](#)

Conditionnement
Par sac de 10 Kg

Quantité
1 - + soit 10,00 kg

56,23 € TTC
soit 5,62 € / kg

En stock

[Chez vous à partir du lundi 12 février](#)

Commander

Votre mouton local

