

FOSSET Jean
GOEDERT Marie
KASPROWICZ Tanguy
PERROT Félix
SIMON Pierre-Yves

Transfert énergétique

Rapport des solutions envisagées pour les travaux

Groupe B3 – Cas MNG159

Notre cas d'études est la maison de Sophie à Marolles(59), chauffée au gaz et qui souhaite rénover énergétiquement son logement.

Le diagnostic fait en premier lieu, a permis d'établir un U_{bat} égal à 2,02 ainsi qu'une facture annuelle de 3 260,69€. Nous cherchons dans cette deuxième phase à mettre en place un plan de rénovation de la maison de Sophie respectant les seuils de performances et qui lui permettrait de diviser d'au moins par deux sa facture (soit descendre en dessous de 1 717,43€/an). On inclut comme seconde contrainte une date limite de retour d'investissement de dix ans, c'est à dire que l'enveloppe dégagée pour le budget de ces rénovations doit être inférieur à 17 174,3€ pour pouvoir observer un retour sur investissement en une décennie. L'attribution d'une étiquette de catégorie énergétique fournit un indicateur simple pour comprendre les rénovations à effectuer.

Avant rénovation : 737 kWh/m²/an : **Etiquette G**



Sommaire

- I. Identification des solutions techniques unitaires
 - a. Mise en place d'un thermostat
 - b. Rénovation des ouvertures
 - c. Isolation intérieure
 - d. Isolation extérieure
 - e. Isolation des combles et vides sanitaires
 - f. Installation d'une ventilation
 - g. Remplacement de la chaudière
 - h. Puits canadien

- II. Bouquet de travaux conforme aux objectifs

- III. Evaluation des financements
 - a. Aides financières
 - b. Prêts
 - c. Plan complet

Conclusion

Annexes

I. Identification des solutions techniques unitaires

Nous allons traiter des solutions techniques unitaires suivantes : la mise en place d'un thermostat, l'amélioration des ouvertures (menuiseries, double vitrage..), l'isolation des murs (intérieure ou extérieure), celle du sol et des combles inhabitables, ainsi que la pose d'une ventilation (simple ou double flux) et le remplacement de la chaudière, voire l'installation d'un puit canadien. Nous traiterons dans un premier temps chacune des solutions indépendamment des autres, pour ensuite établir des bouquets de solutions envisageables.

$$r = \frac{\text{gain apporté (en €)}}{\text{coût de la solution (en €)}} \times 100$$

Ainsi pour toute la suite de l'étude nous définissons r étant le rapport entre le gain apporté (différence entre la facture annuelle avant et la facture annuelle après la mise en place

de la solution étudié) et le coût de la mise en place de la solution.

Ce rapport r va nous permettre de comparer par la suite les différentes solutions.

a. Mise en place d'un thermostat

Nous avons remarqué lors du diagnostic que Sophie chauffait sa maison à 21°C toute la journée et toute la nuit, or selon de nombreuses études cette température pourrait être plus basse. D'après l'ADEME, une température de 19°C dans les pièces à vivre et de 16°C dans les chambres serait bien plus physiologique.

Nous avons choisi de mettre en place un thermostat fixé à 19°C la journée (de 6h du matin à minuit, soit les trois quarts d'une journée) et à 16°C la nuit (de minuit à 6h du matin). Cette solution ne permet pas de réduire l' U_{bat} mais réduit le coût de chauffage et diminue la facture annuelle de 717,32€.

Le coût d'un thermostat d'ambiance programmable classique est compris entre 50€ et 200€ en fonction du thermostat choisi¹. On a donc fixé le coût de cette solution à 200€ afin de prendre en compte la main d'oeuvre². On peut ainsi calculer le rapport r défini précédemment : r=358,66%.

b. Rénovation des ouvertures

Nous avons ensuite cherché à réduire l' U_{bat} en rénovant ici les ouvertures.

1. Rénovation des fenêtres

La surface de vitrage à rénover est de 6,12m². Sur le site de Batiprix, nous avons choisi des fenêtres en double vitrage avec les caractéristiques suivantes³ : 157,63 € (HT)/m², ce qui nous donne un coût total de 1 162€.

On obtient un U_{bat} égal à 1,96 et une économie de 109,87€/an, soit r=9,45%.

¹ https://conseils-thermiques.org/contenu/regulation_chauffage.php#1b

² Caractéristique Batiprix en annexe 1

³ Caractéristique Batiprix en annexe 2

2. Rénovation des portes d'entrée et celle du salon/garage

On a choisi d'évaluer l'impact du changement de la porte d'entrée et de celle reliant le salon et le garage. Les portes choisies⁴ coûtaient (resp.) 779€(HT) et 694€(HT) soit un coût total de 1 554€.

On obtient un U_{bat} égal à 2,00 et une économie de 57,94€/an, soit $r=3,73\%$.

Pour un souci d'esthétisme, il paraît un peu étrange de ne rénover que les fenêtres ou que les portes, le coût de la rénovation des ouvertures totales est ainsi de 2 716€ ; le U_{bat} est ainsi égal à 1,94, ce qui représente une économie de 140,15€/an, soit $r=5,16\%$. Il est à noter que les gains des fenêtres et des portes ne s'additionne pas parce que ces deux solutions ont été étudié séparément.

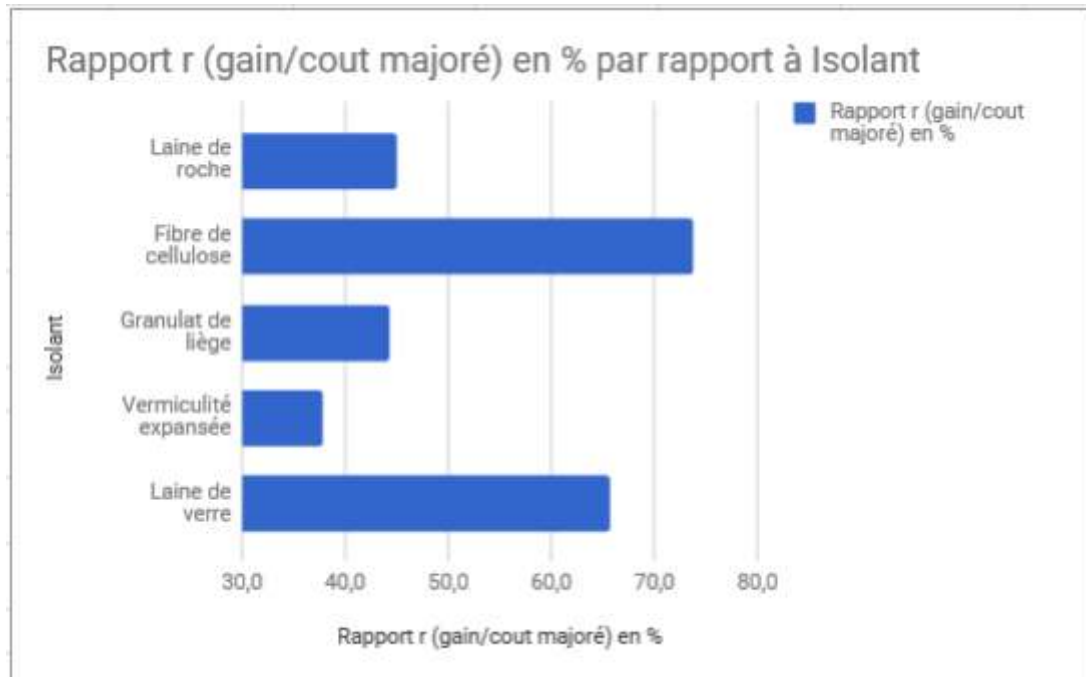
c. Isolation intérieure des murs

D'une part, on va étudier l'impact de l'isolation intérieure sur le gain sur la facture. Afin de ne pas trop réduire la surface des pièces, on va étudier cet impact avec une isolation de 10cm. Il existe de nombreux matériaux possibles pour isoler les parois de la maison individuelle, voici un tableau récapitulatif des caractéristiques et des calculs de coût et d'économie réalisée. Tous les matériaux ont été prospectés sur le site Batiprix⁵.

	Surface isolée	Conductivité thermique (W/m/K)	Prix de l'isolation	Jour de chauffe	Gain en chauffage	Gain en euros sur facture	Prix majoré avec plaque et enduit après l'isolation	Rapport r (gain/cout majoré) en %
Laine de roche	mur intérieur	0,04	1895,810735	295	20854,49716	1418,1	3145,8	45,1
fibre de cellulose	mur intérieur	0,039	677,4919242	295	20915,42337	1422,24	1927,5	73,8
Granulat de liège	mur intérieur	0,04	1952,476726	295	20854,49716	1418,1	3202,5	44,3
Vermiculité expansée	mur intérieur	0,048	2412,471243	296	20360,37585	1384,5	3662,5	37,8
Laine de verre	mur intérieur	0,04	910,8224762	295	20854,49716	1418,1	2160,8	65,6

⁴ Caractéristique Batiprix en annexe 2

⁵ Caractéristique Batiprix en annexe 3



Le matériau le plus intéressant, c'est à dire avec un rapport r (gain/coût) le plus intéressant est la fibre de cellulose, soit une facture s'élevant à 1 927,5€, pour une économie annuelle de 1 422,24€. Ce prix prend à la fois en compte le prix de l'isolation et de la main d'oeuvre, mais aussi le prix du revêtement à mettre après l'isolation.

Notons toutefois, que l'un des inconvénients d'isoler par l'intérieur est l'incapacité d'occuper la maison lors des travaux, ou du moins la pièce qui est en train d'être isolée. En effet, il est possible de réaliser les travaux pièce après pièce pour avoir le moins d'impact pour Sophie et son enfant. De plus, cela demandera des travaux supplémentaires, comme le remplacement de la cuisine si l'on décide d'isoler aussi la cuisine. Dans ce cas, il faudra rajouter près de 5 000€ de travaux.

d. Isolation extérieure des murs

Nous allons étudier l'impact de l'isolation extérieure. L'avantage d'une isolation extérieure est de permettre l'occupation de la maison pendant les travaux et la rénovation de la cuisine ou autres pièces intérieures n'est plus une nécessité. Une amélioration significative peut être ajoutée : les ponts thermiques qui représentent jusqu'à 10% des déperditions, sont presque intégralement compensés et rendus négligeables.

Cependant les coûts de pose sont plus élevés que ceux d'une isolation intérieure. Ainsi avec une isolation extérieure de 10 cm, on a une dépense de 12 474,49€ pour une économie annuelle de 1 577,03€, ce qui donne un $r=12,6\%$. Comme pour l'isolation intérieure, ce prix prend à la fois en compte le prix de l'isolation et de la main d'œuvre, mais aussi le prix du revêtement à mettre après l'isolation⁶. De plus, il a été calculé avec des fibres de cellulose comme isolant, l'étude sur l'isolation intérieure ayant montré son meilleur rapport qualité/prix.

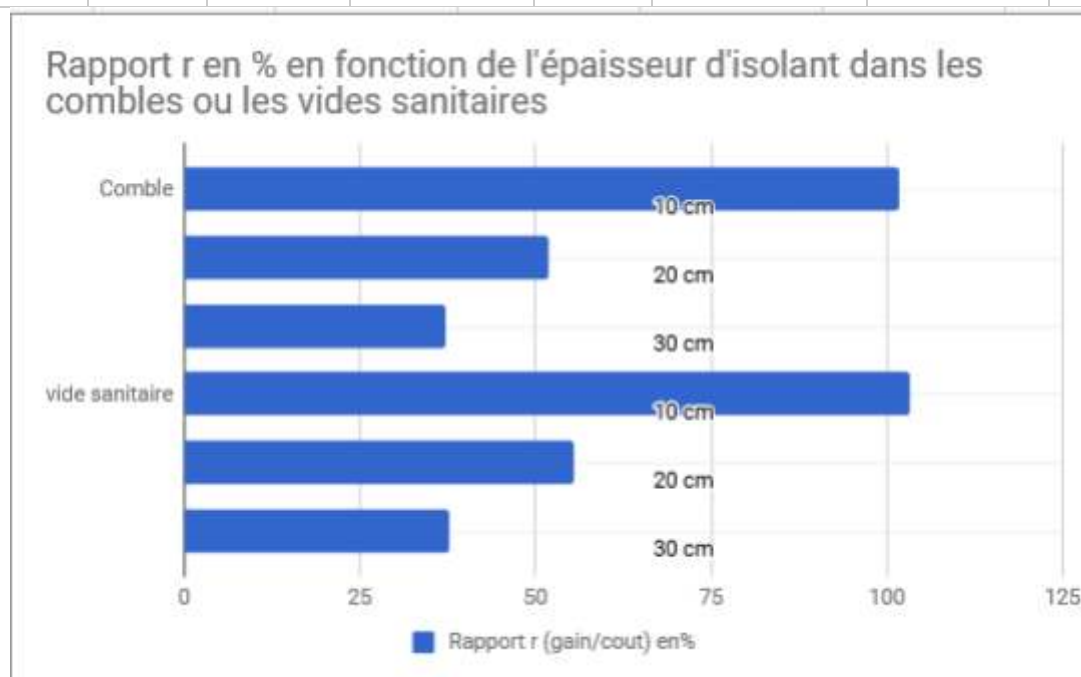
⁶ Caractéristique Batiprix en annexe 4

e. Isolation des combles et du vide sanitaire

Nous allons à présent étudier l'impact de l'isolation des combles et du vide sanitaire. Ces espaces étant inhabitables, isoler ces pièces n'affectera pas l'occupation du reste de la maison. De plus, il est possible d'envisager une épaisseur isolante plus importante que pour l'isolation intérieure.

Et comme l'étude de l'isolation intérieure a déjà montré que les fibres de cellulose avaient un meilleur rapport r (gain/coût), on va seulement étudier cet isolant pour différentes épaisseurs. Le tableau et le graphique ci-dessous rapporte les résultats obtenus.

	Surface isolée	Epaisseur (cm)	Prix de l'isolation (€)	Jour de chauffe	Gain en chauffage (kWh)	Gain en euros sur facture	Rapport r (gain/coût) en%
fibre de cellulose	Plafond	10	560,3486404	312	8391,78238	570,64	101,8365994
		20	1120,697281	310	9011,40961	579,96	51,74992479
		30	1681,045921	310	9222,24992	627,11	37,30475129
	sol	10	560,3486404	312	8519,69093	579,33	103,3874196
		20	1120,697281	310	9140,65267	621,56	55,46189953
		30	1681,045921	310	9351,81713	635,92	37,82882978



Ce graphique rapporte que l'isolation de 10 cm à la fois dans les combles et dans le vide sanitaire permet d'avoir un gain important avec des rapports supérieurs à 100%. De plus, on remarque qu'avec une isolation de 20 et 30 cm ce rapport diminue fortement, c'est à dire que plus l'épaisseur est importante, moins le gain relatif à l'épaisseur supplémentaire va être important. On peut donc en déduire qu'une isolation de 10 cm des combles et du vide sanitaire est indispensable pour réduire la facture liée au chauffage. Ensuite, en fonction du budget, il faudra voir si l'on peut augmenter l'épaisseur de l'isolation.

f. Pose d'une ventilation

La ventilation de la maison avant les projets de rénovation est naturelle, le renouvellement d'air était de 1,4 vol/h. Nous avons étudié les différents gains d'efficacité en minimisant les déperditions, pour la pose de ventilation simple flux et double flux. Il est à noter cependant que cette solution est cohérente si il y a eu une isolation (intérieure ou extérieure) au préalable, autrement cela aurait peu de sens, ou du moins n'aurait pas le même impact.

1. Ventilation simple flux

D'après l'Arrêté du 24 mars 1982 relatif à l'aération des logements (version consolidée au 18 mai 2018) le débit total minimal est de 105 m³/h. Ce qui nous fait dans ce cas là un renouvellement d'air minimal de 0,62 vol/h. Les déperditions sont ainsi divisées par deux, le coût d'installation de cette ventilation⁷ est de 659,79€. En prenant en compte la puissance moyenne de 20W, l'installation apporte une économie annuelle de 377,12€, soit un rapport r=56,46%.

2. Ventilation double flux

La pose d'une ventilation double flux est près de cinq fois plus cher qu'une ventilation simple flux⁸ (2 868,09€ pour un rendement de 92% et un débit maximal de 122m³/h et d'une puissance moyenne de 30W), cependant ce type de ventilation permet de réchauffer l'air entrant en utilisant l'énergie calorifique de l'air vicié, sortant, et donc d'économiser une partie de l'énergie servie pour chauffer l'air de la maison. On obtiendrait ainsi une économie annuelle de 374,72€ soit un rapport r=12,98%.

De plus, une ventilation double flux s'inverse en été, c'est à dire que l'air extérieur est refroidi par l'air intérieur, et permet donc de conserver une température agréable en été.

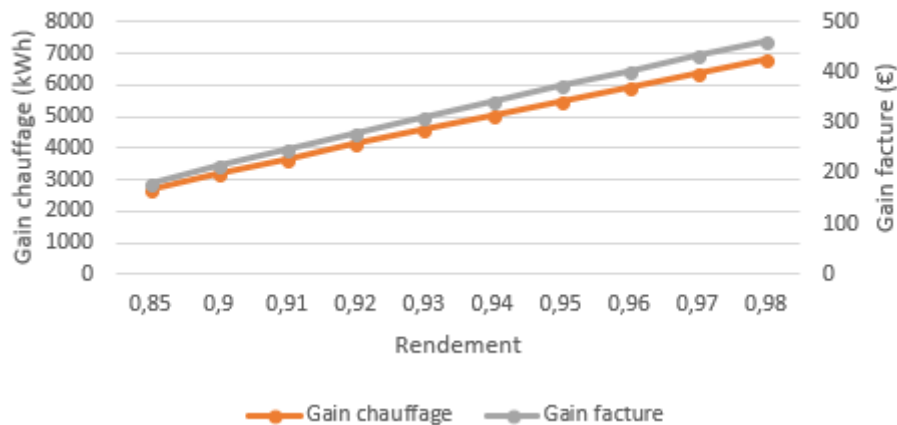
g. Remplacement de la chaudière

La maison étudié comporte un système de chauffage au gaz ayant un rendement de 0,85, cette valeur étant assez faible, on va regarder si il y a moyen de changer de chaudière afin d'obtenir un meilleur rendement.

⁷ Caractéristique Batiprix en annexe 5

⁸ Caractéristique Batiprix en annexe 5

Gain du chauffage et de la facture en fonction du rendement de la chaudière



D'après le site Leroy Merlin, une chaudière pour eau chaude et chauffage pour une maison inférieure à 150m² pour 3-4 personnes vaut entre 700 et 2500€ avec des rendements variant entre 0,9 et 1,1. La chaudière avec le meilleur rapport prix-rendement vaut 1 345€ avec un rendement de 0,97⁹. Le prix de l'installation d'une chaudière à production d'eau instantanée vaut à peu près 800€ TTC¹⁰. Ainsi si on envisage le remplacement de la chaudière, cela coûterait environ 2 300€ et on ferait une économie de 403€ par an, soit un rapport r de r=17,54%.

h. Puit canadien

Le puit canadien est une forme de géothermie. Cela permet d'apporter une économie en besoins de chauffage (en hiver) et de rafraîchissement (en été). Il s'agit d'utiliser le déphasage entre les températures du sol et les températures extérieures. Cela varie en fonction de la profondeur à laquelle on creuse le puit, mais pour une profondeur bien choisie : en été il fait plus frais dans le sol qu'à l'extérieur et inversement en hiver. Ainsi, il s'agit de construire une conduite enterrée dans laquelle l'air de l'extérieur va circuler et se réchauffer (en hiver) ou se refroidir (en été) avant d'être insufflé dans la maison. Cette solution doit être associée à un système de ventilation. Cette solution permet ainsi d'avoir un gain en chauffage d'environ 650kWh à l'année¹¹ avec la solution de puits canadien de Batiprix¹² à 6 777,96€ (HT), c'est à dire 45€ par an.

⁹ Caractéristique LeroyMerlin en annexe 6

¹⁰ D'après le site : <https://www.travaux.com/guide-des-prix/chaudieres/combien-coute-linstallation-dune-chaudiere>

¹¹ Voir en annexe 7 et d'après le site : http://pulligny38.free.fr/linotte/accueil_puits_canadien.html

¹² Caractéristique Batiprix en annexe 7

II. Bouquets de travaux conformes aux objectifs

Pour définir quels seront les futurs travaux réalisés par Sophie, il est important de regarder quel sera l'économie réalisée sur 10 ans de chaque solution individuelle. Il est à noter que sans travaux, la facture sur 10 ans de Sophie sera de **32 606,9€**. Ainsi, le graphique suivant a été réalisé :



Les solutions de rénovation des ouvertures (fenêtres et portes) et du puit canadien thermique ne sont pas dans ce graphique car elles ne sont pas amorties au bout de 10 ans (il se fait au bout de 11 ans pour le double vitrage et de 24 ans pour l'entrée et le garage). De même, l'isolation des combles et du sol n'a été représenté que pour 10cm (une économie de 15.78%/16.04% sur la facture totale), car c'est l'économie la plus forte en comparaison avec les différentes épaisseurs.

Ainsi, il a été défini comme bouquet final de faire les rénovations suivantes :

- l'implémentation d'un thermostat dans la maison fixé à 19°C de 6h à minuit et à 16°C le reste de la nuit
- l'isolation intérieure par fibre cellulosique et donc, une rénovation totale de la cuisine
- l'isolation des combles et du sol de 30 cm. En effet, bien que le coût d'amortissement sur 10 ans soit plus rentable avec une isolation à 10 cm, nous avons retenu l'option la plus confortable pour les usagers sur le long terme. Un isolant de 30 cm apporte aux usagers, Sophie et Max, un bénéfice non négligeable sur leur qualité de vie que l'on a estimée tout aussi important que de minimiser la dépense effectuée pour les travaux
- l'installation d'une ventilation double flux. Là aussi, bien que l'installation d'une ventilation simple flux soit plus rentable, il a été ici important de prendre en compte le confort apporté par la ventilation double flux, notamment pour apporter une légère climatisation l'été
- le changement de chaudière, qui est presque nécessaire pour satisfaire les normes requises
- la pose de double vitrage et la rénovation des portes d'entrées et de garage. Bien que non rentable en 10 ans d'utilisation, par soucis d'esthétisme global de la maison et de confort pour Sophie, changer les ouvertures semblait important. De plus, notons qu'avec l'installation d'une VMC double flux, le changement des ouvertures devient presque une nécessité. Et le passage d'un simple à double vitrage permettra également de réduire les pollutions sonores.

Au total, le coût des travaux s'élève à : 18 029,68€. Mais la facture annuelle de chauffage de la maison de Sophie ne s'élèvera plus qu'à 136,27€, soit une économie au bout de 10 ans est de : 31 244,2€, soit un retour sur investissement de 13 214,52€.

À noter que les travaux sont amortis au bout de la 6ème année d'utilisation de ce système.

III. Évaluation des conditions de financement

a. Aides financières

D'après ces critères sociaux et financiers, Sophie peut bénéficier de quelques aides et subventions de l'état. Comme par exemple, la Prime coup de pouce économies d'énergie, qui s'élève à 100€ pour l'installation d'un thermostat centralisé, ou bien à 800€ pour le remplacement d'une chaudière ; ces deux travaux ont été considérés pour la rénovation de la maison de Sophie et sont donc très intéressantes pour diminuer la facture des travaux de rénovation. Sophie peut aussi faire des démarches pour obtenir une subvention de l'ANAH, qui concerne les travaux d'amélioration de la performance énergétique du logement. Cette subvention est plafonnée dans le cas des travaux de la maison de Sophie à 20 000€ et couvrira 35% du prix des travaux, cependant les subventions ne seront apportées qu'à la fin des travaux.

De plus, Sophie peut aussi déduire de ses impôts une partie de ses frais de rénovations.

b. Prêt

Les aides et subventions ne seront pas disponibles pour commencer les travaux, mais plutôt pour les rembourser. Comme Sophie n'a pas d'argent mobilisable immédiatement pour débiter les travaux, nous avons étudié les différents prêts qui pourraient être intéressants. Le prêt de la CAF, par exemple, à hauteur de 1 067,14€ et faisant l'objet de mensualité majorée à 1%, ou bien un prêt à taux fixe accordé par de nombreuses banques pour des travaux de rénovation de ce genre.

Cependant le prêt le plus intéressant pour Sophie, est l'Éco-prêt à taux zéro. Ce prêt mis en place par le gouvernement concerne les travaux de rénovations pour atteindre les performances énergétiques fixées pour les maisons principales et construites avant le premier janvier 1990. Ce prêt, au plafond maximal de 30 000€, permettrait à Sophie de ne pas avoir à payer des intérêts chaque mois.

c. Plan complet de financement

Le bouquet de travaux choisi amène à une facture totale de 18 029,68€. Sophie, en souscrivant à un Éco-prêt à hauteur de 18 400€, pourra financer ces réhabilitations, elle aura rembourser ses mensualités au plus tard 5 ans après les travaux.

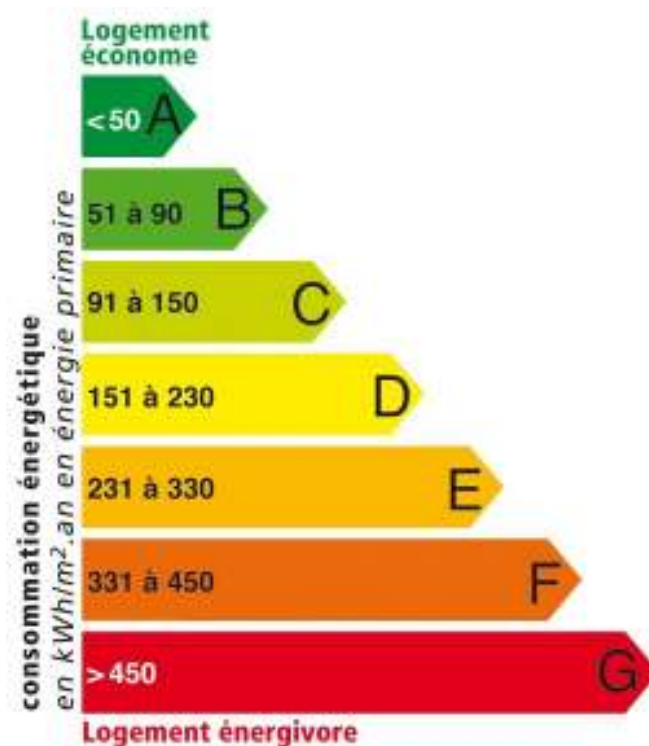
Et en faisant les démarches pour recevoir les aides financières, coup de pouce énergétique et la subvention de l'ANAH, elle réduira la facture des travaux ainsi que ses délais de remboursement. En effet elle obtiendra, 800€ de la première aide et près de 6 430€ auprès de l'ANAH.

Sa facture finale, après ces remboursements sera de l'ordre de 10 799,68€.

Conclusion

Pour conclure, à la suite d'une première phase de diagnostic nous avons établis que la facture annuelle pour le chauffage de la maison de Sophie s'élever à 3 260,69€ (pour un $U_{bat}=2,02$). Le bouquet de solutions que nous apportons permettrait à Sophie de diviser sa facture pour le chauffage, de vingt fois, en atteignant désormais la somme de 136,27€/an, pour un U_{bat} d'environ de 0,2 (cela semble cependant assez faible comparé au U_{bat_ref} calculé lors de la phase 1). Le plan de financement permet à Sophie d'envisager sereinement les travaux de sa maison.

Enfin, la réalisation d'une telle rénovation permet d'obtenir une consommation réduite à 31 kWh/m²/an, ce qui attribue à ce logement une étiquette A, cette évaluation simple permet de comprendre l'impact positif de cette rénovation (G à A) donc d'un logement énergivore à un logement considéré comme économe.



Annexe 1 : Caractéristiques thermostat

Thermostat sans fil, standard

Code ouvrage : 325133330003

Unité : U

Thermostat d'ambiance, sans fil standard pour régulation de plancher chauffant et radiateurs. Pilotage de plusieurs réseaux électromécaniques.

Sous détail

Désignation	Description	Unité	Quantité	Prix unitaire	Sous-total
Thermostat d'ambiance	THERMOSTAT D'AMBIANCE SANS FIL, STANDARD	Unité	1.000	106.73	106.73
Total HT (€) : 106.73					

Main d'œuvre

Désignation	Unité	Quantité	Taux horaire	Sous-total
Atelier	H	0.000	20.00	0.00
Chantier	H	0.700	26.00	18.20
Temps moyen total : 0.700				Total HT (€) : 18.20

Récapitulatif de l'ouvrage

Prix Botteix					
Main d'œuvre atelier HT (€)	Main d'œuvre chantier HT (€)	Matériaux HT (€)	Décaissé avec HT (€)	Prix de revient HT (€)	Prix de vente HT (€)
0.00	18.20	106.73	126.33	149.31	189.10

Annexe 2 : Caractéristiques fenêtres et portes

Caractéristiques fenêtres

Vitrage isolant 2 glaces claires 4 mm avec couche sélective faiblement émissive face 2 ou 3 - TL : 80% - RE : 12% - RI : 12% - TE : 55% - g : 0,59 - TT : 1,1 W/m2/K

Code ouvrage : 41404000003

Unité : M2

Vitrage isolant composé de 2 glaces claires épaisseur 4 mm couche sélective faiblement émissive face 2 ou 3, espace d'air 16 mm, pose verticale feuillus, compris démontage, remontage par câble, joint adhésif, fond joint, cales vitrage.

Sous détail

Désignation	Description	Unité	Quantité	Prix unitaire	Sous-total
Espaceur	ESPACEUR WARM-EDGE	Mètre carré	1.000	15.02	15.02
Gas argon	MAJORATION POUR REPLESSAGE PAR GAZ TYPE ARGON DE VITRAGE ISOLANT	Mètre carré	1.000	4.82	4.82
Glac isolant épaisseur 4 mm	GLACE DE 4 MM, A FAIBLE EMISSIVITE DE VITRAGE ISOLANT	Mètre carré	1.065	28.93	30.78
Fond de joint - joint - cale	FOND DE JOINT PLAT + JOINT SILICONE + CALES DE VITRAGE	Mètre carré	1.000	6.33	6.33
Glac claire 4 mm	GLACE CLAIRE DE 4 MM, POUR VITRAGE ISOLANT	Mètre carré	1.065	22.71	24.08
Surcharge énergétique	TVA DE SURCHARGE ENERGETIQUE POUR PRODUITS VERRES	Unité	30.000	0.18	5.40
Total HT (€) : 85.36					

Main d'œuvre

Désignation	Unité	Quantité	Taux horaire	Sous-total
Atelier	H	0.000	27.00	0.00
Chantier	H	0.840	27.00	22.68
Temps moyen total : 0.840				Total HT (€) : 22.68

Récapitulatif de l'ouvrage

Prix Botteix					
Main d'œuvre atelier HT (€)	Main d'œuvre chantier HT (€)	Matériaux HT (€)	Décaissé avec HT (€)	Prix de revient HT (€)	Prix de vente HT (€)
0.00	22.68	85.36	105.04	141.88	157.63

Caractéristiques porte d'entrée

- OUVRAGE** - SECTION EN COURS
 - METALLERIE (ACIER - ALUMINIUM)
 - PORTE DU COMMERCE
 - BLOC-PORTE D'ENTREE ET COMMUNICATION MAISON INDIVIDUELLE
 - PORTE D'ENTREE MODELE STANDARD POUR RENOVELATION

Bloc-porte entrée 1 vantail 0,90 x 2,10 m

Code ouvrage : 4010600006

unité : U

Bloc-porte entrée en rénovation 1 vantail 0,90x,10m comprenant huisserie acier, seuil ou recouvrement à faces tôle acier galvanisé peintes, ôme isolante, cadre coupé par thermique, joint tubulaire élastomère, 4 poignées, serrure encastrée, garniture.

Sous-détail

Désignation	Description	Unité	Quantité	Prix unitaire	Sous-total
Quincaillerie	QUINCAILLERIE BLOC-PORTE ENTREE ET COMMUNICATION AC 14 HT 2,300x,8000M	Unité	1,000	22,47	22,47
Bloc-porte	BLOC-PORTE ENTREE MAISON ACIER LYONNAIS HT 2,100x,900M RENOVELATION	Unité	1,000	240,11	240,11
Total HT (€) : 278,58					

Main d'œuvre

Désignation	Unité	Quantité	Taux horaire	Sous-total
Acier	H	3,000	22,81	68,43
Charrier	H	4,700	22,81	107,21
Taux moyen total : 4,700				Total HT (€) : 175,64

Récapitulatif de l'ouvrage

Pts de lots	Main d'œuvre atelier HT (€)	Main d'œuvre chantier HT (€)	Matériaux HT (€)	Débourssé avec HT (€)	Prix de revient HT (€)	Prix de vente HT (€)
	6,00	170,24	378,58	51,60	706,42	779,02

Caractéristiques porte salon/garage

- OUVRAGE** - SECTION EN COURS
 - METALLERIE (ACIER - ALUMINIUM)
 - PORTE DU COMMERCE
 - BLOC-PORTE D'ENTREE ET COMMUNICATION MAISON INDIVIDUELLE
 - PORTE D'ENTREE MODELE STANDARD

Bloc-porte entrée 1 vantail 0,80 x 2,00 m

Code ouvrage : 4010600006

unité : U

Bloc-porte entrée 1 vantail 0,80 x 2,00 m comprenant huisserie acier, seuil ou recouvrement à faces tôle acier galvanisé peintes, ôme isolante, cadre coupé par thermique, joint tubulaire élastomère, Forage 4 poignées, serrure encastrée, garniture.

Sous-détail

Désignation	Description	Unité	Quantité	Prix unitaire	Sous-total
Quincaillerie	QUINCAILLERIE BLOC- PORTE ENTREE ET COMMUNICATION AC 14 HT 2,300x,800M	Unité	1,000	22,12	22,12
Bloc-porte	BLOC-PORTE ENTREE MAISON INDIVIDUELLE ACIER LYONNAIS HT 2,000x,1000M	Unité	1,000	210,46	210,46
Total HT (€) : 232,58					

Main d'œuvre

Désignation	Unité	Quantité	Taux horaire	Sous-total
Acier	H	2,000	22,04	44,08
Charrier	H	3,700	22,81	84,41
Taux moyen total : 3,700				Total HT (€) : 128,49

Récapitulatif de l'ouvrage

Pts de lots	Main d'œuvre atelier HT (€)	Main d'œuvre chantier HT (€)	Matériaux HT (€)	Débourssé avec HT (€)	Prix de revient HT (€)	Prix de vente HT (€)
	6,00	104,48	232,58	45,53	488,59	564,13

Annexe 3 : Caractéristiques isolants intérieure

Caractéristiques Laine de roche

DOSSIER = ÉDITION EN COURS
 > CHARPENTE ET DÉLIMITATION BOIS
 > ISOLATION DES COMBLES
 > ISOLATION EN VRAC

Laine de roche ép. 0,10 m

Code ouvrage : 4016000000

Métré : P2

Isolation des combles par laine de roche épaisseur 0,10 m, répandue en vrac manuellement sur plancher, entre les solives ou entrails de fermes.

Sous-détail

Désignation	Description	Unité	Quantité	Prix unitaire	Sous- total
Laine minérale en vrac	Laine minérale en vrac posé SAC 25 KG / COMBLES COMBLES MANUEL	Kilogramme	6,000	1,80	10,74
Total HT (C) : 10,74					

Main d'œuvre

Désignation	Unité	Quantité	Taux horaire	Sous- total
Maler	H	0,000	27,74	0,00
Charrier	H	0,000	27,74	0,00
Temps moyen total : 0,000				Total HT (C) : 0,00

Récapitulatif de l'ouvrage

Prix forfait	Main d'œuvre atelier HT (C)	Main d'œuvre chantier HT (C)	Matériaux HT (C)	Déboursois HT (C)	Prix de revient HT (C)	Prix de vente HT (C)
	0,00	0,00	10,74	10,24	20,98	22,78

Caractéristiques Fibre cellulosse

DOSSIER = ÉDITION EN COURS
 > CHARPENTE ET DÉLIMITATION BOIS
 > ISOLATION DES COMBLES
 > ISOLATION EN VRAC

Fibre cellulosse ép. 0,10 m

Code ouvrage : 4015000000

Métré : P2

Isolation des combles par fibre cellulosse épaisseur 0,10 m, répandue en vrac manuellement sur plancher, entre les solives ou entrails de fermes.

Sous-détail

Désignation	Description	Unité	Quantité	Prix unitaire	Sous- total
Cellulose	CELLULOSE SOLANTE EN VRAC 35 KG/MS	Kilogramme	3,100	0,70	2,17
Total HT (C) : 2,17					

Main d'œuvre

Désignation	Unité	Quantité	Taux horaire	Sous- total
Maler	H	0,000	27,74	0,00
Charrier	H	0,000	27,74	0,00
Temps moyen total : 0,000				Total HT (C) : 0,00

Récapitulatif de l'ouvrage

Prix forfait	Main d'œuvre atelier HT (C)	Main d'œuvre chantier HT (C)	Matériaux HT (C)	Déboursois HT (C)	Prix de revient HT (C)	Prix de vente HT (C)
	0,00	0,00	2,17	1,42	3,59	4,03

Caractéristiques Granulat de liège

OUVRAGE = BOUTON EN COURS
 = CHARPENTE ET COSSATURE BOIS
 = ISOLATION DES COMBLES
 = ISOLATION EN VRAI

Granulat de liège ép. 0,10 m

Code ouvrage : 4010300000

Unité : M2

Isolation des combles par granulat de liège épaisseur 0,10 m, répandue en vrai manuellement sur planches, entre les solives ou entre les fermes.

Sous-détail

Désignation	Description	Unité	Quantité	Prix unitaire	Sous-total
Granulat de liège	GRANULAT DE LIÈGE EN VRAI	Mètre carré	1,165	10,99	12,81
Total HT (€) :					12,81

Main d'œuvre

Désignation	Unité	Quantité	Taux horaire	Sous-total	
Appel	H	0,000	27,74	0,00	
Chantier	H	0,100	27,74	2,77	
Temps moyen total :				0,100	
Total HT (€) :					2,77

Récapitulatif de l'ouvrage

Prix forfaitaire					
Main d'œuvre appel HT (€)	Main d'œuvre chantier HT (€)	Matériaux HT (€)	Déballage sec HT (€)	Prix de revient HT (€)	Prix de vente HT (€)
0,00	2,77	12,81	15,00	23,08	23,43

Caractéristiques Vermiculite expansée

OUVRAGE = BOUTON EN COURS
 = CHARPENTE ET COSSATURE BOIS
 = ISOLATION DES COMBLES
 = ISOLATION EN VRAI

Vermiculite ép. 0,10 m

Code ouvrage : 4010300000

Unité : M2

Isolation des combles par vermiculite expansée épaisseur 0,10 m, répandue en vrai manuellement sur planches, entre les solives ou entre les fermes.

Sous-détail

Désignation	Description	Unité	Quantité	Prix unitaire	Sous-total
Vermiculite expansée	VERMICULITE EXPANSEE EN SAC DE 100 L / FABRICATON DE STON ALLEGE	Mètre carré	1,165	15,00	17,48
Total HT (€) :					17,48

Main d'œuvre

Désignation	Unité	Quantité	Taux horaire	Sous-total	
Appel	H	0,000	27,74	0,00	
Chantier	H	0,100	27,74	2,77	
Temps moyen total :				0,100	
Total HT (€) :					2,77

Récapitulatif de l'ouvrage

Prix forfaitaire					
Main d'œuvre appel HT (€)	Main d'œuvre chantier HT (€)	Matériaux HT (€)	Déballage sec HT (€)	Prix de revient HT (€)	Prix de vente HT (€)
0,00	2,77	17,48	15,00	26,05	26,70

Caractéristiques Laine de verre

OUVRAGE > ÉDITION EN COURS
 > ÉLABORATION DE PROJET
 = ISOLATION DES COMBLES
 > ISOLATION DE RÉGULARISER SUR PLANCHER - SÉJOUR
 = LAINE DE VERRE SUR KRAFT, CONDUCTIVITÉ THERMIQUE = 0,043 MW/M.K

Laine de verre ép. 100 mm

Code ouvrage : 4018U030000

Unité : M2

Isolation des combles par feutre en laine de verre revêtue kraft 1 face, épaisseur 100 mm, (Std 2,50 m2/K/W), découpé sur toiles (ou m2 en plan).

Sous-détail

Désignation	Description	Unité	Quantité	Prix unitaire	Sous-total
Feutre laine de verre	FEUTRE LAINES DE VERRE PAPER GARRELS KRAFT QUADRILLE 7,00 X 1,20 M X 100 MM	M2	1,212	3,57	4,33
Total HT (€) : 4,48					

Main d'œuvre

Désignation	Unité	Quantité	Taux horaire	Sous-total
M. jr	H	0,001	27,74	0,28
Ouvrier	H	0,101	27,74	2,77
Temps moyen total : 0,102				Total HT (€) : 3,07

Récapitulatif de l'ouvrage

Pré Budget					
Main d'œuvre	Main d'œuvre	Main d'œuvre	Débourss sec	Prix de revient	Prix de vente
HT (€)	HT (€)	HT (€)	HT (€)	HT (€)	HT (€)
0,28	3,07	4,48	3,28	3,84	4,63

Annexe 4 : Caractéristiques isolation extérieure

OUVRAGE > ÉDITION EN COURS
 > ÉLABORATION DE PROJET
 = ISOLATION THERMIQUE PAR L'EXTÉRIEUR
 > SYSTEME COLLE SUR L'ÉLÉMENT MAÇONNÉ
 > SYSTEME D'ISOLATION EXTÉRIEURE EN RÉHABILITATION

Isolation thermique par l'extérieur fixation colle-chevillée sur structure maçonnée

Code ouvrage : 50407120000

Unité : M2

Isolation thermique par l'extérieur en réhabilitation, structure maçonnée, comprenant plaque support 8 mm épaisseur en fixation colle/chevillée et enduit de base et maillage (pour finition par enduit à reprendre)

Sous-détail

Désignation	Description	Unité	Quantité	Prix unitaire	Sous-total
Enduit de base + maillage	PROJET (TE COLLE - CA CHEVILLÉE SUR BÉTON) ENDUIT SYSTEME DOPHEDEL	M2	1,070	14,50	15,51
Plaque support	PLAQUE DE COLLE ET FIBRE DE VERRE 0,08 X 1,20 X 0,30 MM BORDS EN 45°	M2	1,070	20,87	22,33
Fixation	ITE POSÉ COLLE/CHEVILLE EN BÉTON	M2	1,070	11,51	12,31
Total HT (€) : 50,15					

Main d'œuvre

Désignation	Unité	Quantité	Taux horaire	Sous-total
M. jr	H	0,000	28,45	0,00
Ouvrier	H	1,280	28,45	36,41
Temps moyen total : 1,280				Total HT (€) : 36,41

Récapitulatif de l'ouvrage

Pré Budget					
Main d'œuvre	Main d'œuvre	Main d'œuvre	Débourss sec	Prix de revient	Prix de vente
HT (€)	HT (€)	HT (€)	HT (€)	HT (€)	HT (€)
0,00	36,41	50,15	88,25	111,14	133,45

Il est à noter qu'apparemment l'isolant n'est pas compris dedans donc on ajoute le prix de la fibre cellulosse.

Annexe 5 : Caractéristiques ventilation

Caractéristiques ventilation simple flux

OUVRAGE = Edition en cours
 = VENTILATION
 = KIT V.M.C. INDIVIDUELLE TRAVAIL NEURS
 = VENTILATION SIMPLE FLUX

KIT V.M.C. : cuisine 2 sorties

Code ouvrage : 3420100000

Unité : U

KIT V.M.C. simple flux, 1 cuisine et 2 sorties, extracteur à 3 entrées et 1 sortie, avec bouches et manchettes et 3 isolans acoustiques, et avec 1 bouillon minutaire. Débit d'air, extraction 90 m³/h minimum à 250 m³/h maximum.

Sous détail

Désignation	Description	Unité	Quantité	Prix unitaire	Quantité	Prix total
KIT VMC simple flux	KIT VMC SIMPLE FLUX EXTRACTION 1 CUISINE + 2 SORTIES	Unité	1,000	358,00	358,00	358,00
Total HT (€) : 358,00						

Main d'œuvre

Désignation	Unité	Quantité	Taux horaire	Quantité	Prix total	
Jeune	H	0,000	28,00	0,00	0,00	
Châlier	H	3,500	28,00	98,00	98,00	
Temps moyen total : 3,500						
Total HT (€) : 98,00						

Récapitulatif de l'ouvrage

Prix forfaitaire					
Main d'œuvre atelier HT (€)	Main d'œuvre chantier HT (€)	Matériaux HT (€)	Débourssés HT (€)	Prix de revient HT (€)	Prix de vente HT (€)
0,00	98,00	358,00	0,00	456,00	614,00

Caractéristiques ventilation double flux

OUVRAGE = Edition en cours
 = VENTILATION
 = KIT V.M.C. INDIVIDUELLE TRAVAIL NEURS
 = VENTILATION DOUBLE FLUX
 = VMC CUISINE DE TRAVAIL

KIT V.M.C. : cuisine 3 sorties, 3 insufflations

Code ouvrage : 3420100000

Unité : U

KIT V.M.C. double flux pour 1 cuisine 3 sorties, 1 caisson d'extraction, 1 caisson d'insufflation, 1 échangeur et 1 transfert, pliage-balconne/sol 5 insufflations, 2 pour le séjour et 3 pour les chambres.

Sous détail

Désignation	Description	Unité	Quantité	Prix unitaire	Quantité	Prix total
KIT VMC double flux	KIT VMC DOUBLE FLUX EXTRACTION + INSUFFLATION + ECHANGEUR + TRANSFERT 1 CUISINE + 3 SALLESDORMIR	Unité	1,000	1707,77	1707,77	1707,77
Total HT (€) : 1707,77						

Main d'œuvre

Désignation	Unité	Quantité	Taux horaire	Quantité	Prix total	
Jeune	H	0,000	28,00	0,00	0,00	
Châlier	H	4,000	28,00	112,00	112,00	
Temps moyen total : 4,000						
Total HT (€) : 112,00						

Récapitulatif de l'ouvrage

Prix forfaitaire					
Main d'œuvre atelier HT (€)	Main d'œuvre chantier HT (€)	Matériaux HT (€)	Débourssés HT (€)	Prix de revient HT (€)	Prix de vente HT (€)
0,00	112,00	1707,77	0,00	1926,77	2641,00

Annexe 6 : Caractéristiques chaudière

Chaudière gaz standard instantanée ELM LEBLANC NgIm24-7h

★★★★★ (11) Chaudière instantanée Produit de l'énergie verte

Réf. 70732186
 Position de la chaudière : **Murale**
 Nombre d'habitants : **De 3 à 4**
 Production d'eau chaude : **instantanée**
 groupe basse énergie

[Ajouter à ma liste de courses](#)
[Ajouter à mes favoris](#)

1345.00 €
dont 100 € éco-part. au recyclage des CDE

- Retrait gratuit en magasin
- En point Relais dès le 06/06/2018
- Livré chez vous dès le 06/06/2018

Paiement 30 sur 30 en magasin
 Apport de 467.83€ + 2 x 118.34€
 Coût de financement : 15.60€
 Financement prêt en magasin
 Demander un devis

Quantité

Ajouter au panier

[Voir la disponibilité en magasin](#)

Position de la chaudière	Murale
Nombre d'habitants	De 3 à 4
Production d'eau chaude	instantanée
Débit (en l/min)	12.5
Largeur (en cm)	45
Hauteur (en cm)	90
Profondeur (en cm)	42
Poids (en kg)	35
Type d'échangeur	A plaque
Corps de chauffe	Culvre
Rendement (en %)	97
Allumage	Electronique
Evacuation	Par conduit de cheminée
Nombre de circuits de chauffage	1
Norme	CE - NF
Garantie des pièces (en année)	2
Garantie du corps de chauffe (en année)	2
Mise en service incluse	Oui
Type d'énergie (chaudière)	Gaz
Eligible TVA 5.5% rénovation énergétique 2014	Non
Eligible à la prime énergie	Non
Eligible crédit d'impôt	Non
Besoin en eau chaude	Chauffer le logement et alimenter 1 salle de bain
Efficacité énergétique saisonnière (Etas) (en %)	78
Surface de chauffe indicative (en m²)	Jusqu'à 150 (de 20 à 25 kW)
Diamètre d'évacuation des fumées (en mm)	125
Produit emballé : hauteur (en cm)	90
Produit emballé : largeur (en cm)	45
Produit emballé : profondeur (en cm)	42
Produit emballé : poids (en kg)	35

Annexe 7 : Caractéristiques puits canadien

- OUVRAGE > ÉDITION EN COURS
- > VLD
- > RESTAUX DIVERS
- > PUIITS CANADIEN
- > ENSEMBLE SYSTÈME DE CAPTAGE EN TRANCHEE

Puits canadien avec boucle de 50 m annelé ø 170 mm intérieur

Code ouvrage : 1012240300009

Unité : ()

Ensemble système de captage en tranchée compris terrassement profondeur 1.50 m, prise d'air, réseau de captage tube PEHD annelé de 50 m ø 170 intérieur, récupération des condensats et pénétration dans bâtiment pour mise en attente de raccordement.

Sous détail

Désignation	Description	Unité	Quantité	Prix unitaire	Sous-total
<u>Matériaux</u>					
<u>Béton</u>	Béton de gravier et ciment à 350 kg/m ³	m ³	0.330	232.30	75.66
Sable 0/5	SABLE DE SERRE 0/5 (X 25 TONNES DEPART DE PCT 95)	tonne	13.230	23.00	304.29
Location tractopelle	LOCATION JOUR TRACTOPELLE/PNEUS DIESEL, 80-100 CV CAPACITE 800-1000 L + CONDUCTEUR + GASCIL + ROUET 100 L	Jour	2.250	608.01	1368.02
Coude ø 200	COUDE B 200 89°	Unité	6.000	33.00	201.90
Tube ø DN ø 170/200 mm	TUBE PE-HD Ø DN 170/200 MM 6-M A 1 MANCHON ET 2 JOINTS	Mètre linéaire	52.500	18.20	955.50
Regard condensat ø 315/200	REGARD A CONDENSAT PASSAGE DIRECT PVC CORPS Ø 315 MM ENTREE-SORTIE Ø 200 MM + COUVERCLE	Unité	1.000	567.40	567.40

Main d'œuvre

Désignation	Unité	Quantité	Taux horaire	Sous-total
Ouvrier	H	0.000	27.03	0.00
Châssier	H	20.485	27.03	553.98
Temps moyen total : 20.485				Total HT (€) : 553.98

Récapitulatif de l'ouvrage

Prix Ballprix					
Main d'œuvre atelier HT (€)	Main d'œuvre chantier HT (€)	Matériaux HT (€)	Débourré sec HT (€)	Prix de revient HT (€)	Prix de vente HT (€)
0.00	553.98	4120.93	1674.91	6100.77	6777.56

Gain de chauffage apporté par un puits canadien (en kWh)

		Q=30 m ³ /h			Q=60 m ³ /h			Q=90 m ³ /h			Q=120 m ³ /h		
		d=0.1	d=0.15	d=0.2	d=0.1	d=0.15	d=0.2	d=0.1	d=0.15	d=0.2	d=0.1	d=0.15	d=0.2
Prof=1.5 m	L=25 m	161	152	144	303	285	269	433	408	384	552	523	493
	L=35 m	171	166	160	331	318	306	481	463	443	623	600	574
	L=50 m	175	173	171	347	341	334	513	503	491	674	660	643
Prof=2 m	L=25 m	199	188	178	375	353	333	535	505	475	683	647	616
	L=35 m	211	205	198	409	394	379	595	572	549	771	742	711
	L=50 m	217	215	211	429	422	413	635	622	607	834	816	795
Prof=2.5 m	L=25 m	231	218	207	435	410	386	621	586	552	793	750	707
	L=35 m	245	238	230	475	457	439	691	664	636	894	861	825
	L=50 m	252	249	245	498	489	479	736	721	704	967	947	923
Prof=3 m	L=25 m	257	243	230	485	456	430	692	653	614	883	836	788
	L=35 m	273	265	256	529	509	489	769	740	709	996	959	919
	L=50 m	281	277	273	554	545	533	820	804	784	1077	1055	1028

Annexe 8

Feuilles de calcul

Avant et après travaux

(pièces jointes)