



M XXX
YYY
35600 Redon

Référence de l'audit : 23030702

7 rue Saint Conwoion

35600 Redon

06 52 22 06 33 yves@actergie.fr

Siret : 831 632 470 00027 – Qualification OPQIBI n°18 12 3749

RAPPORT D'AUDIT ENERGETIQUE

M. XXX à REDON



Adresse du bâtiment audité : **YYY 35600 Redon**

Visite sur site réalisée le 07/04/2023

1. CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES	5
2. ETAT ACTUEL	6
2.1 Présentation générale	6
2.2 Description du bâti	6
2.3 Murs	8
2.4 Fermetures	10
2.5 Planchers et Plafonds	12
2.6 Ventilation	14
2.7 Chauffage	15
2.8 ECS	16
2.9 Refroidissement	17
2.10 Caractéristiques détaillées du bâtiment	17
2.10.1 Composition de l'enveloppe	17
2.10.2 Relevé de consommation	18
2.10.3 Caractéristiques thermiques	19
2.10.4 Diagramme de flux	23
2.10.5 Etiquettes DPE	23
3. PRÉSENTATION DES ÉTATS PRÉCONISÉS	24
3.1 Vue économique	24
3.2 Vue énergétique et environnementale	24
4. SYNOPTIQUE DES ÉTATS RETENUS	25
5. MISE EN PLACE D'UNE VMC HYGRO B	29
5.1 Descriptif de la modification	29
5.2 Consommations projetées selon le modèle de l'audit énergétique	31
5.3 Etiquettes DPE	32
5.4 Finance	32
6. ISOLATION DU PLAFOND DU RDC	33
6.1 Descriptif de la modification	33
6.2 Consommations projetées selon le modèle de l'audit énergétique	34
6.3 Etiquettes DPE	35
6.4 Finance	35
7. ISOLATION DU PLAFOND DE L'ÉTAGE	36
7.1 Descriptif de la modification	36
7.2 Consommations projetées selon le modèle de l'audit énergétique	37
7.3 Etiquettes DPE	38

7.4	Finance	38
8.	ISOLATION DE LA CLOISON SUR ACCÈS RDC	39
8.1	Descriptif de la modification	39
8.2	Consommations projetées selon le modèle de l'audit énergétique	40
8.3	Etiquettes DPE	41
8.4	Finance	41
9.	ISOLATION DES MURS PAR L'EXTÉRIEUR (4 FAÇADES)	42
9.1	Descriptif de la modification	42
9.2	Consommations projetées selon le modèle de l'audit énergétique	43
9.3	Etiquettes DPE	44
9.4	Finance	44
10.	REPLACEMENT DE LA CHAUDIÈRE FIOUL PAR UNE PAC AIR/EAU	45
10.1	Descriptif de la modification	45
10.2	Consommations projetées selon le modèle de l'audit énergétique	46
10.3	Etiquettes DPE	46
10.4	Finance	47
11.	SCENARIO N°1 : CUMUL DES PRÉCONISATIONS N°1+2+3+4+6	48
11.1	Descriptif de la modification	48
11.2	Caractéristiques thermiques	48
11.3	Diagramme de flux	51
11.4	Etiquettes DPE	51
11.5	ECO-PRET à TAUX ZERO	52
11.6	Finance	53
12.	SCENARIO N°2 = SCENARIO N°1 + PRÉCONISATION N°5	55
12.1	Descriptif de la modification	55
12.2	Caractéristiques thermiques	55
12.3	Diagramme de flux	58
12.4	Etiquettes DPE	58
12.5	ECO-PRET à TAUX ZERO	59
12.6	Finance	60
13.	Documents annexes	62
13.1	Aides financières et subventions	62
13.2	Préconisations de travaux en termes d'étanchéité à l'air	65
13.3	Economisez l'eau et l'énergie chez soi	67
13.4	Conseils concernant l'éclairage	70
13.5	Rappel de la RT « élément par élément » applicable au 01/01/23	71
13.6	Glossaire	72

Objectif du maitre d'ouvrage

A travers cet audit, M. XXX souhaite **faire constater l'état de l'isolation** de sa maison qu'il occupe depuis 2011. Via cet audit, il souhaite **disposer d'une marche à suivre en termes de travaux** (isolation de parois opaques et vitrées, ventilation, étanchéité à l'air, remplacement du mode de chauffage et de production d'eau chaude, ...) pour **réaliser une rénovation globale** et améliorer la performance énergétique de son logement avec le meilleur compromis prix / résultats. Il désire également éviter les problèmes inhérents à de mauvaises préconisations ou à un mauvais séquençage des travaux. Il souhaite enfin **avoir connaissance des économies potentielles** qu'il pourrait réaliser tout en **augmentant son niveau de confort ressenti**, en hiver comme en été.

Objectifs de l'audit énergétique

Cet Audit s'articule en deux phases :

- ✓ Phase 1 : Etat des lieux. Cette étape consiste à recueillir les informations nécessaires à la réalisation de l'audit énergétique par un relevé méthodique sur site et à un contrôle du fonctionnement des installations.
- ✓ Phase 2 : Modélisation et préconisations de travaux. Sur base des éléments relevés, le bâtiment est modélisé pour en comprendre le fonctionnement et les consommations. Cette modélisation permettra de proposer des programmes d'actions adaptés à l'état du bâtiment afin d'en améliorer la performance énergétique par des travaux judicieux.

Cet audit énergétique est réalisé à l'aide d'une **simulation énergétique dynamique** (méthode mensuelle) avec le **logiciel BAO Evolution SED V2.0.68** (du 27 mars 2023) de l'éditeur Perrenoud qui permet de simuler **les consommations énergétiques du bâtiment dans son environnement** (température extérieure, ensoleillement, masques solaires lointains et proches, ...) **et en présence des occupants** (les habitudes de chauffage et d'occupation des occupants sont prises en compte, contrairement à un DPE ou une étude thermique réglementaire type Th-Ce-Ex).

Les objectifs de cet audit sont de :

- ✓ Caractériser l'état des parois et des systèmes composant le bâtiment,
- ✓ Préconiser et détailler les solutions (isolation et remplacement de systèmes) les plus appropriées pour diminuer les consommations énergétiques et augmenter le confort des occupants,
- ✓ Chiffrer les économies d'énergie et les aides financières mobilisables.

1. CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES

<i>Désignation</i>	<i>Valeur</i>
Dossier	Audit XXX à Redon
Adresse	M XXX YYY 35600 Redon
Type de bâtiment	Maison individuelle
Année de construction	Entre 1948 et 1975 (courant années 1960)
Date de la visite d'audit	7 avril 2023
Date de restitution d'audit	A déterminer
Auteur de ce document	Yves Bouxirot - Actergie
Surface habitable	56,5 m ² (un seul niveau chauffé)
Surface SHONRT	68,7 m ² (incluant les surfaces de murs et refends)
Nb de niveaux	3 niveaux, dont 1 chauffé : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Rez-de-chaussée sur terre-plein semi-enterré (garage, chaufferie, débarras) ✓ 1^{er} étage habitable ✓ Combles perdus sous toiture 4 pans
Principe constructif	Murs extérieurs en pierres hourdées au ciment pour les murs de soubassement du RdC Murs en brique terre cuite alvéolée 20 cm avec doublage intérieur en brique alvéolée (isolant peu épais entre les deux) au 1 ^{er} étage. Dallage sur terre-plein non isolé au RdC. Plancher bas lourd isolé partiellement en sous face Plancher haut lourd isolé par-dessus avec 2x10 cm de laine de verre usagée Toiture recouverte d'ardoises.

2. ETAT ACTUEL

2.1 Présentation générale

Cette maison individuelle 4 façades de forme rectangulaire a été construite dans les années 1960 (avant la première réglementation thermique de 1974). La maison borde une rue passante située côté Nord. Le terrain est en pente légèrement descendante du Nord vers le Sud, avec une vue dégagée au Sud sur la vallée de la Vilaine.

2.2 Description du bâti

De forme rectangulaire, la maison comporte 3 niveaux dont 1 seul chauffé : RdC semi-enterré (garage + chaufferie), 1er étage chauffé avec les pièces de vie (salon, cuisine, 1 salle d'eau avec WC et 1 chambre) et enfin un comble perdu (la dalle lourde entre le 1er étage et le comble perdu est isolée). La surface habitable (mesurée sur place le jour de la visite) est de 56,5 m². Les façades avec les principales ouvertures sont exposées au Nord-Ouest et au Sud-Est. L'entrée est sur la façade Sud-Ouest. Le pignon Nord-Est est aveugle. Les enduits de façade sont en bon état. A noter que les murs de soubassement (RdC) sont en pierres non enduites pour la partie visible de la rue.



Façade Nord-Ouest



Façade Sud-Ouest



Façade Sud-Est



Façade Nord-Est

La toiture est de type 4 pans, en ardoise recouverte partiellement de mousse côté Nord.

Une thermographie infrarouge de l'enveloppe de la maison (parois opaques et vitrées) a pu être réalisée dans des conditions météorologiques acceptables (au lever du jour, avec un ciel partiellement couvert et une température extérieure de 4°C). Le chauffage avait été activé au moins 48 heures avant la visite.

2.3 Murs

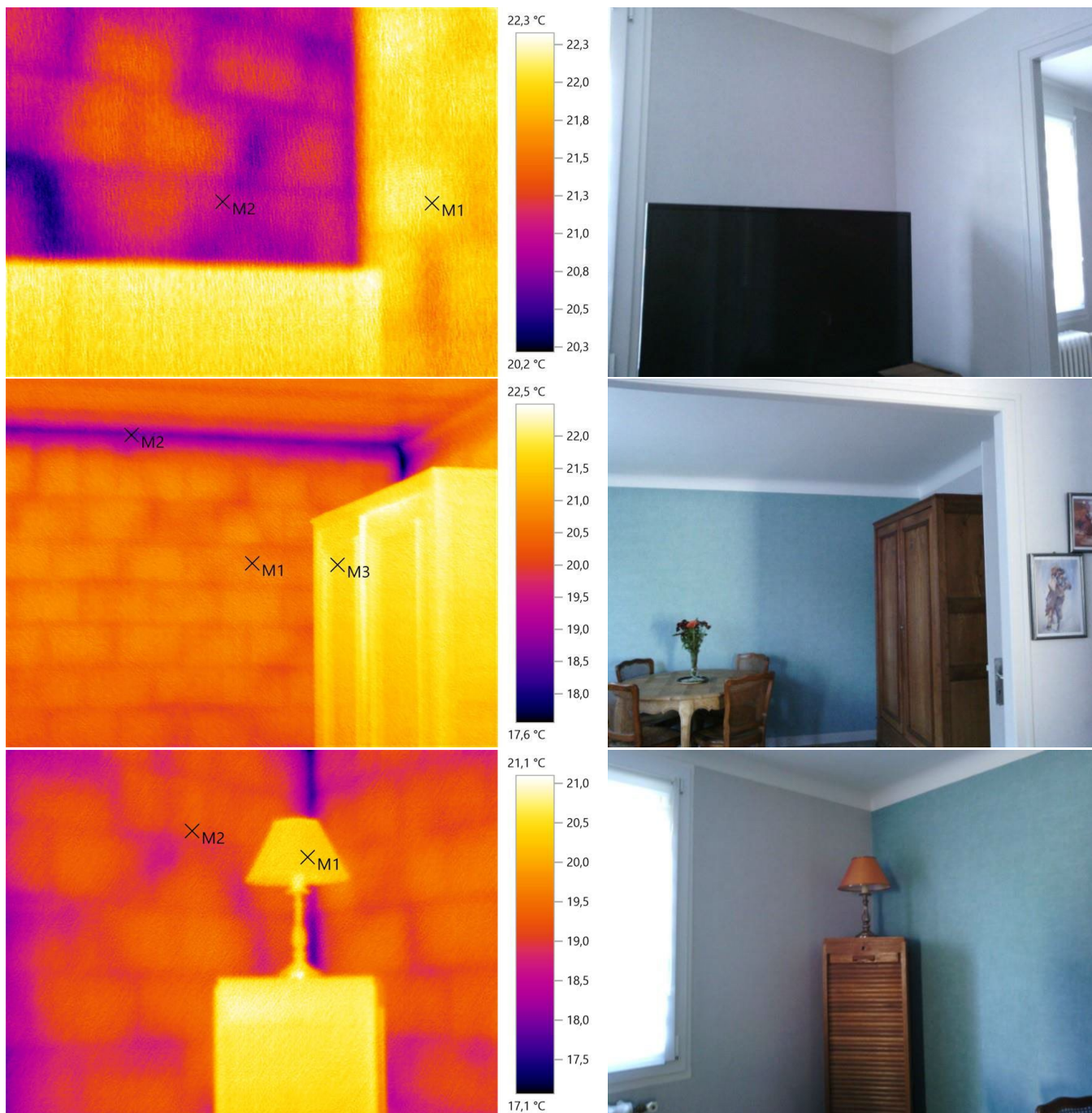
Les murs de soubassement au RdC sont en pierre, sans enduit extérieur sauf pour la façade Sud Est. A l'intérieur, ces murs sont recouverts en partie par un enduit ciment. Pour la partie des murs enterrés côté Nord-Ouest, on note la présence d'humidité en pied de mur, sous le niveau de la barrière anti-capillarité. Cette humidité n'est pas pénalisante (les pierres sont hourdées au ciment), tant que le RdC reste bien ventilé.



Les murs de l'étage ont une épaisseur de 28 cm. Une photo réalisée lors de précédents travaux permet de visualiser leur composition exacte : brique terre cuite alvéolée de 20 cm doublé côté intérieur par des briques de parement en terre cuite également. L'espace est rempli d'un isolant de faible épaisseur (non visible sur la photo ci-dessous) :



L'inspection thermographique permet de mesurer la résistance thermique équivalente des murs : en moyenne sur les différents clichés pris sur les différentes expositions de façade, elle est de $2,3 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, ce qui est une bonne surprise étant donné la période de construction (avant la 1^{ère} réglementation thermique datant de 1974).



Une cloison en carreaux plâtre (cf. ci-contre) sépare la cage d'escalier descendant au RdC du salon. Elle n'est pas isolée.



2.4 Fermetures

Les menuiseries ont été remplacées en 2016 (en dépose totale) par des fenêtres PVC équipées de double vitrage 4/20/4 à isolation thermique renforcée (certains vitrages ont des caractéristiques d'atténuation phonique, d'autres non). Des volets roulants motorisés ont été posés sous le linteau des

menuiseries (engendrant de facto une perte de clair de vitrage), sauf dans la cuisine où les 2 fenêtres sont dépourvues de protection solaire.

Aucun défaut d'étanchéité à l'air n'a été décelé par l'inspection thermographique au niveau de la liaison ouvrant / dormant ou dormant / bâti.

La porte d'entrée en acier partiellement vitrée située côté Sud-Ouest est également dépourvue de protection solaire extérieure et chauffe en fin de journée d'été.

La porte d'accès au RdC (sous-sol semi-enterré) a été isolée mais n'est pas étanche à l'air.

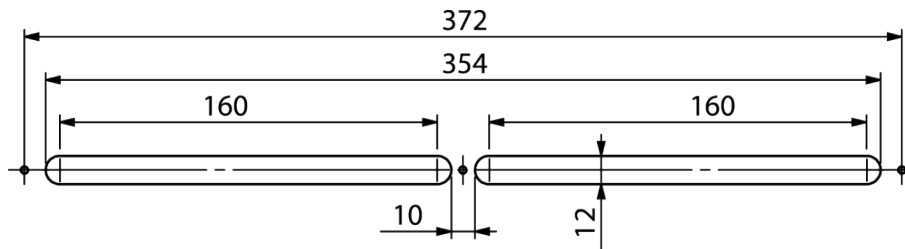
L'épaisseur des coulisses de volets roulants (quand ils sont présents) permet d'isoler les tableaux de menuiseries en cas d'isolation des murs par l'extérieur :



A noter que les menuiseries ont été remplacées après l'arrêté du 3 mai 2007 imposant la pose d'entrée d'air sur les fenêtres des pièces dites sèches (module 45 dans les chambres et 90 m³/h pour le salon). On constate bien la présence d'entrées d'air fixes de module 30 m³/h uniquement dans le salon et la chambre. Toutefois, la taille de la mortaise réalisée sur place est non conforme aux règles de l'Art (dimensions beaucoup trop faibles). En outre, elle ne débouche pas à l'extérieur (mais entre l'ouvrant et le châssis du dormant). **Les entrées d'air en place sont donc totalement inutiles** puisque l'air neuf ne peut pas entrer dans le logement.



L'entreprise ayant installé les nouvelles fenêtres n'a pas réalisé les mortaises en usine



Taille réglementaire des mortaises d'entrées d'air

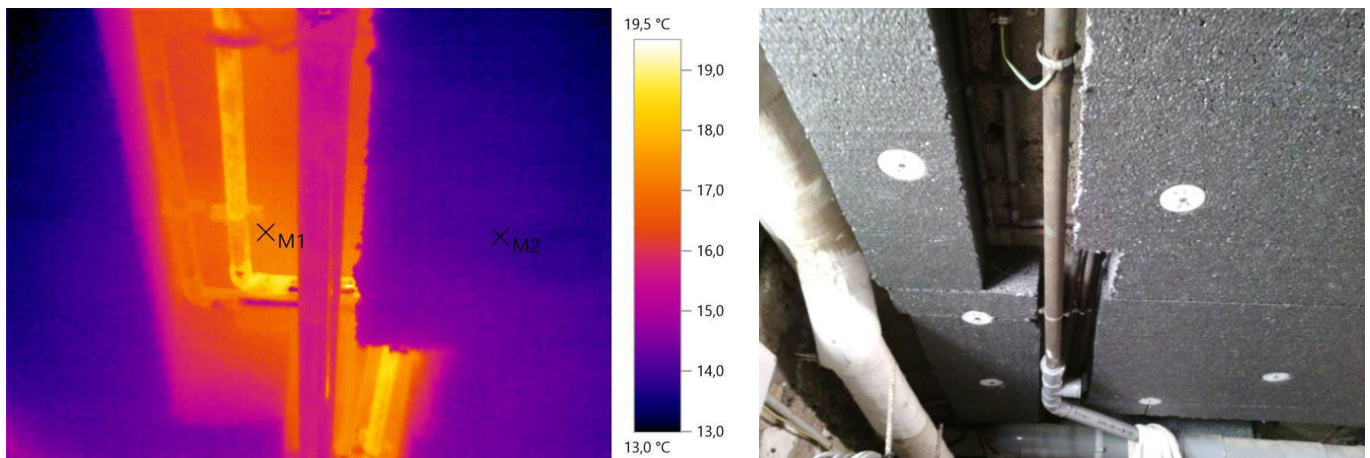


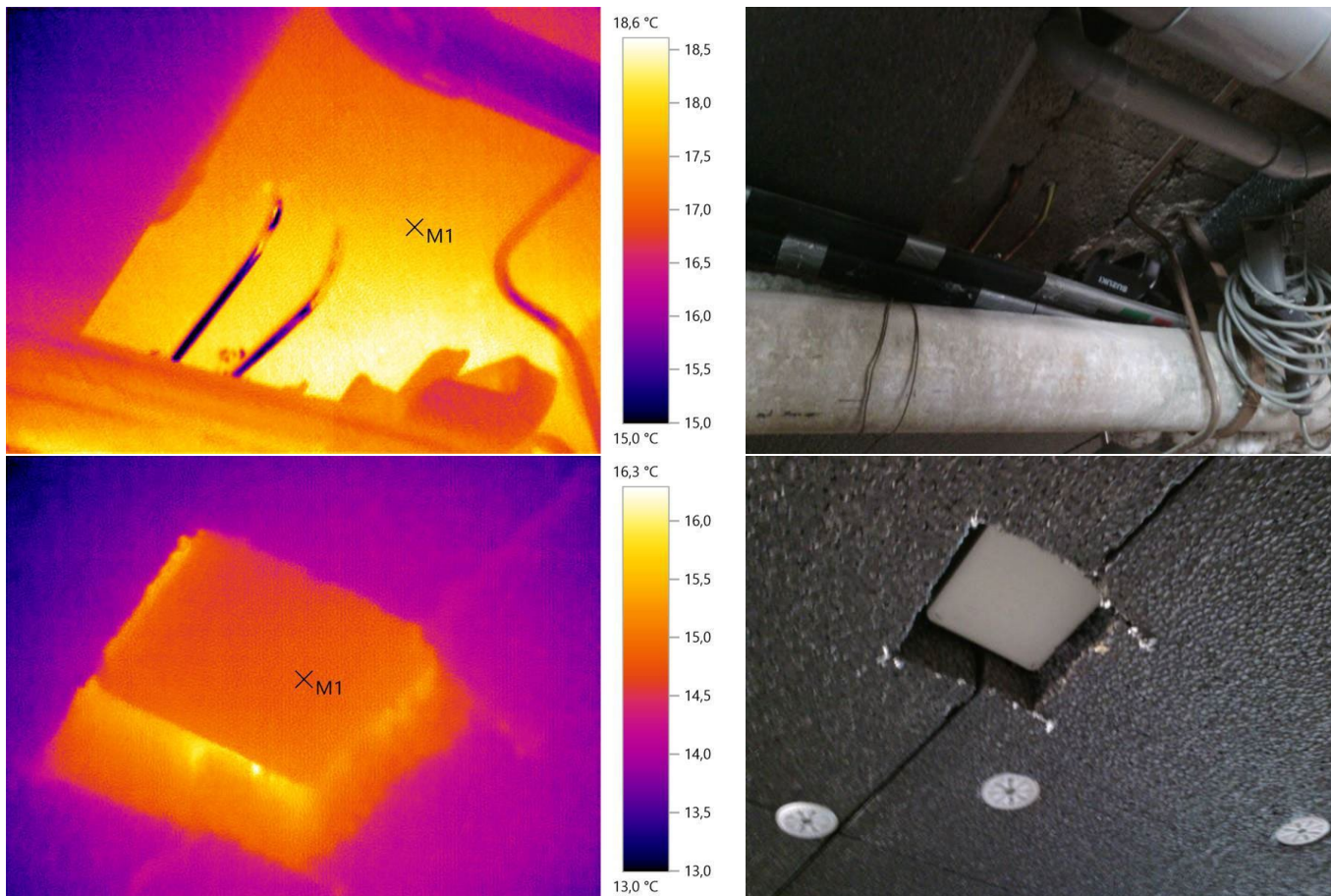
La « solution » consistant à découper le joint sur le dormant n'est pas recevable pour permettre à l'air extérieur d'arriver jusqu'à l'entrée d'air

2.5 Planchers et Plafonds

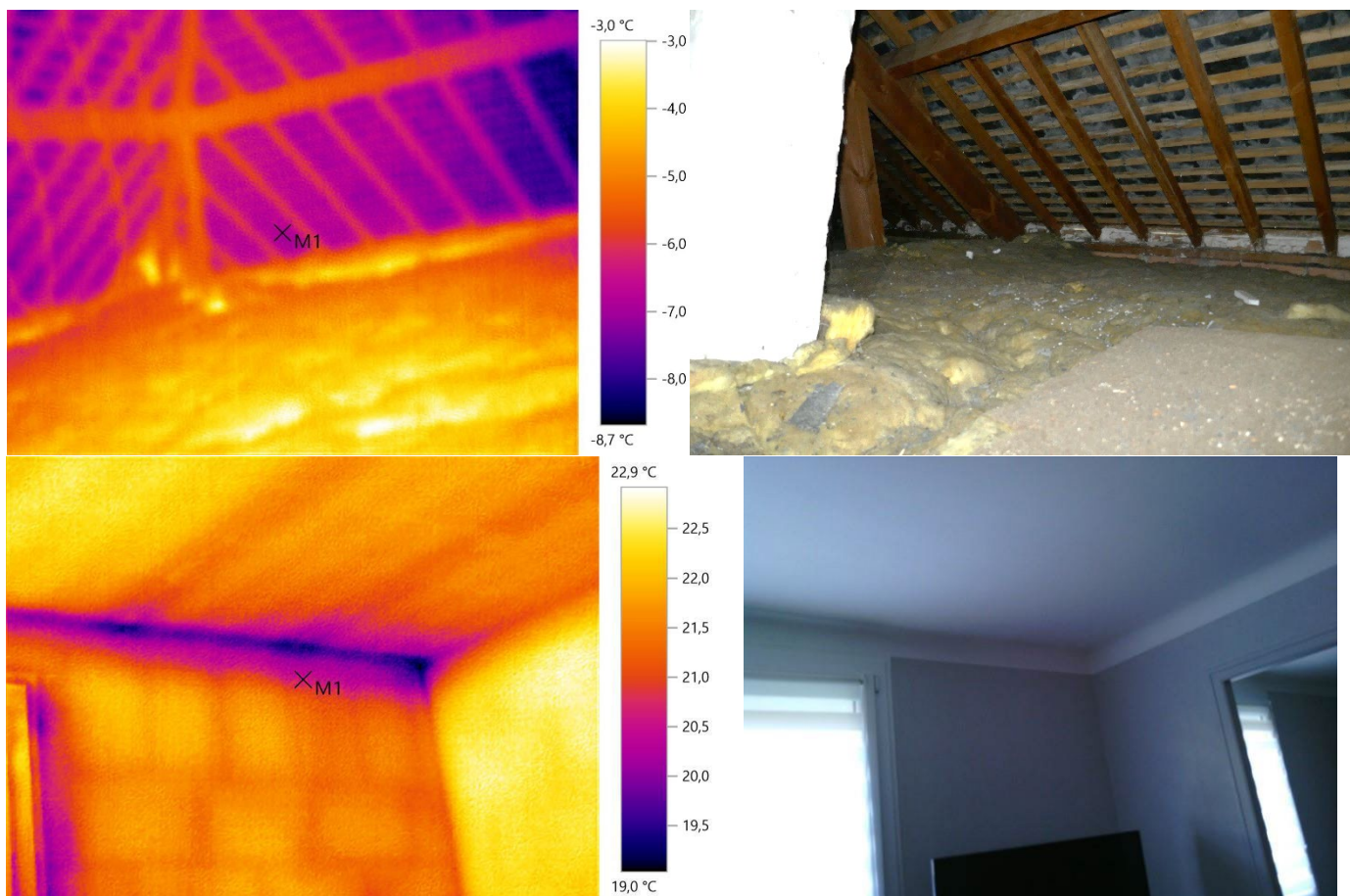
Au RdC semi-enterré, une dalle béton sur terre-plein est présente.

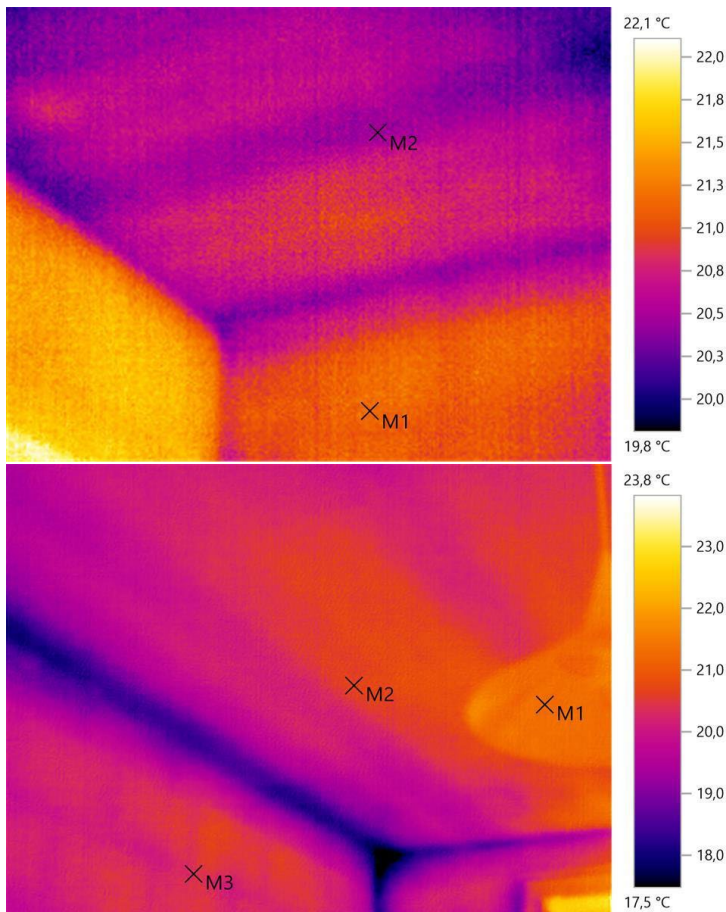
Entre le RdC (non chauffé) et l'étage, une dalle béton a été isolée partiellement en sous face via une opération "isolation à 1€" par des plaques rigides de polystyrène expansé ignifugé type graphipan. Une pièce de 13,7 m² n'a pas été isolée en sous face (présence de lambris bois) et l'isolation présente par ailleurs n'est pas continue. Il en résulte de nombreux ponts thermiques évitables, d'autant plus que les retombées de poutres et de murs extérieurs n'ont pas été isolés.



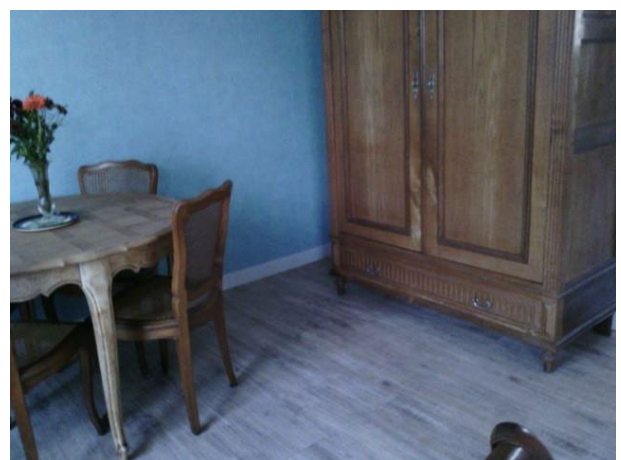
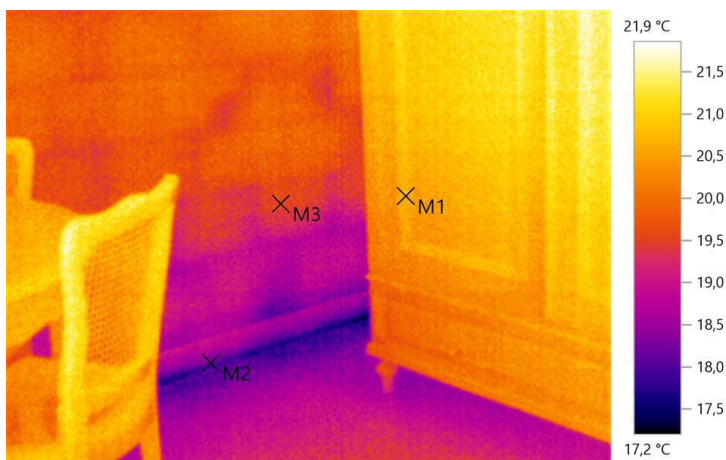


Le plancher haut est constitué d'une dalle béton isolé par-dessus avec 2 couches de 10 cm de laine de verre en rouleaux. La laine de verre est tassée par le temps et la résistance thermique moyenne calculée par l'inspection thermographique n'est que de 1,8 m².K/W en moyenne.





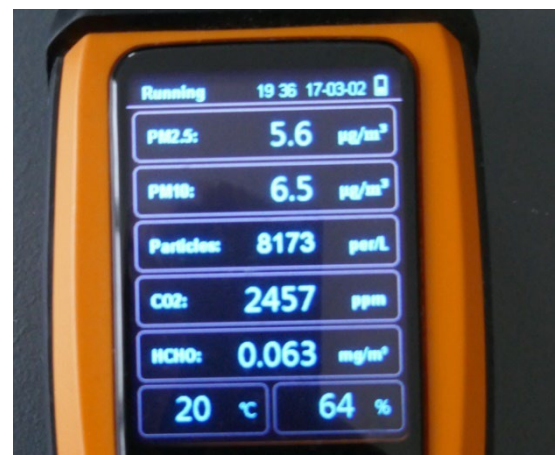
La présence de planchers bas et haut de type lourd génère des ponts thermiques à la liaison avec le mur de l'étage.



2.6 Ventilation

Le logement est dépourvu de système de renouvellement d'air, qui ne peut s'effectuer que par ouverture des fenêtres. Ces dernières étant étanches à l'air et dépourvues d'entrées d'air fonctionnelles, **le renouvellement d'air est très insuffisant**. Ce constat est confirmé par la mesure de la qualité de l'air qui révèle une concentration en CO₂ de près de 2500 ppm (la qualité de l'air est considérée comme dégradée à partir de 1000 ppm) et un taux d'humidité relative de 64%.

Des **moisissures** apparaissent régulièrement aux endroits des ponts thermiques, importants à la liaison mur /plancher et mur / plafond. De la buée se forme également au niveau des intercalaires de double vitrage.



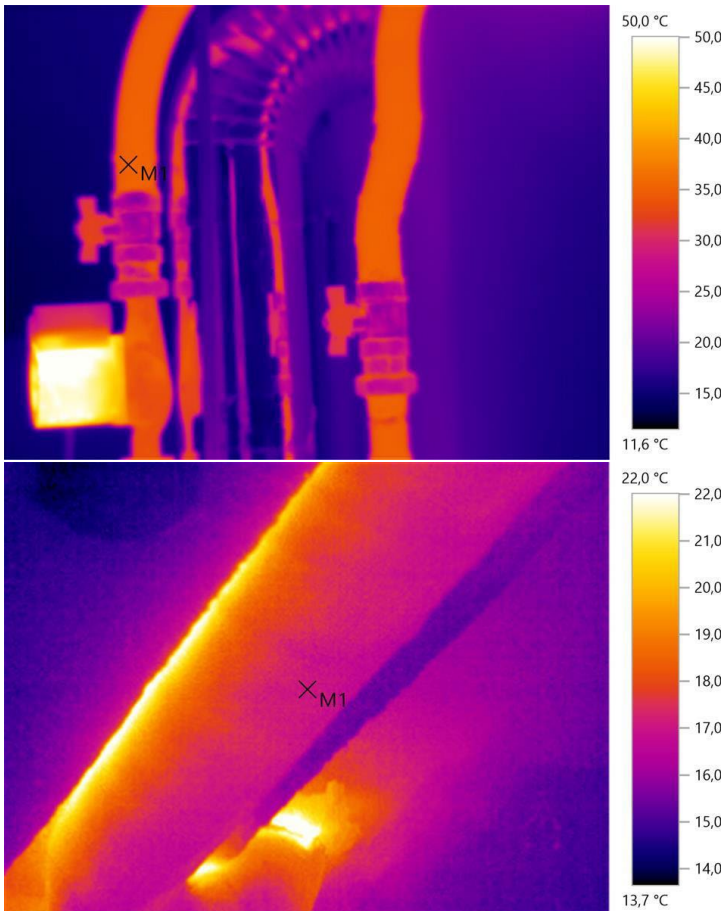
2.7 Chauffage

Le logement dispose d'une installation de chauffage central composée :

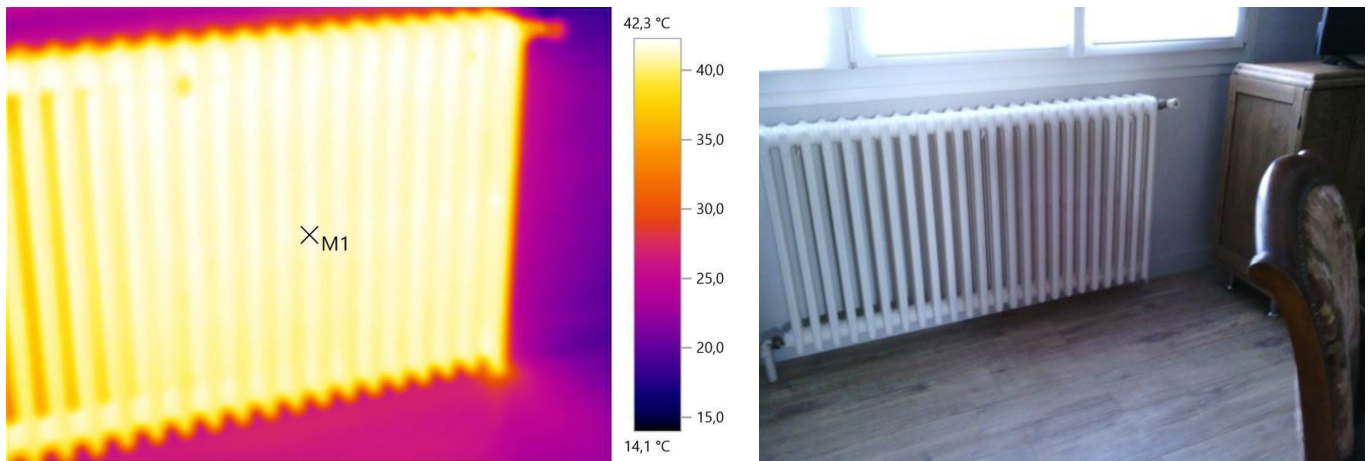
- ✓ D'une chaudière fioul de marque Franco-Belge datant de 2001 située au RdC (volume non chauffé), dont la puissance module entre 17 et 24 kW.



- ✓ D'un réseau de chauffage en partie non isolé (en sortie de chaudière) dans le volume non chauffé.



- ✓ De 4 radiateurs en fonte dépourvus de vannes thermostatiques. Pas d'embouage des radiateurs constaté à la caméra thermique.



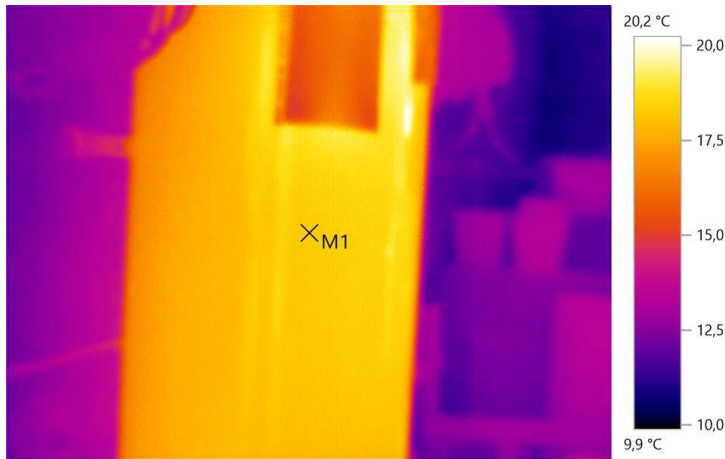
L'installation étant dépourvue de sonde de température extérieure, le réglage de la température de départ est manuel. Le jour de la visite, les radiateurs étaient réglés pour fonctionner à basse température (45°C).

Une sonde d'ambiance avec programmation de réduit de température la nuit (baisse de la température de consigne de 2°C) est présente dans l'entrée.



2.8 ECS

Un ballon d'accumulation de 200 litres a résistance électrique est situé dans le garage (sous la cuisine). Le réseau est court du fait de la proximité des points de puisage. La caméra thermique permet de visualiser les pertes thermiques de l'enveloppe du ballon, qu'il est conseillé de sur-isoler avec des rouleaux d'isolants maintenus par des sangles.



A noter que la contenance du ballon (200 litres) permet de couvrir le besoin d'eau chaude de 4-5 personnes, alors que le logement ne compte qu'un ou deux occupants en permanence.

2.9 Refroidissement

Sans objet. L'inertie des murs et des planchers, combiné à la présence de protection solaire sur les menuiseries (sauf dans la cuisine et au niveau de la porte d'entrée), laisse présager un confort d'été correct à l'étage. Pour l'améliorer, il est conseillé de placer des volets roulants ajourés et coulissants à l'extérieur sur les fenêtres de la cuisine (exposition Sud-Est) et si possible au niveau de la porte d'entrée. En été, les protections solaires doivent être en position pour empêcher le rayonnement solaire d'atteindre les vitrages.

2.10 Caractéristiques détaillées du bâtiment

Désignation	Valeur
Surface habitable	56,5 m ²
Surface de référence RT	68,7 m ²

2.10.1 Composition de l'enveloppe

Murs

Description		
ME1-1 - Bat: 1 - Mur brique alvéolée Mono mur terre cuite - Présence d'un doublage brique intérieur (espace isolé faible épaisseur)	U	0,44 W/m ² °C
	Localisation	Mur extérieur
	Surface	60,72 m ²
ME1-2 - Bat: 1 - Cloison plâtre sur accès RdC Mur non isolé	U	1,70 W/m ² °C
	Localisation	Mur intérieur
	Surface	7,47 m ²

Planchers

Description		
Pb1-1-1 - Bat: 1 - Dalle isolée sous face Plancher lourd isolé avec un isolant avec R de 3 m ² .K/W	U	0,28 W/m ² °C
	Localisation	Plancher intérieur
	Surface	40,50 m ²
Pb1-2-1 - Bat: 1 - Dalle non isolée Plancher lourd non isolé (débarras et absence d'isolant par endroits)	U	2,00 W/m ² °C
	Localisation	Plancher intérieur
	Surface	16,00 m ²

Plafonds

Description		
Ph1-1 - Bat: 1 - Plafond isolé Dalle de béton isolée avec un isolant (2x10 cm de laine de verre usagée) de résistance R = 1,4 m ² °C/W	U	0,56 W/m ² °C
	Localisation	Plafond intérieur
	Surface	56,50 m ²

Menuiseries

Description		
1-1-1 - Bat : 1 - Fenêtre DV Fenêtre ou porte-fenêtre n° 1 (2,30x1,50)	Uw	1,40 W/m ² C
	Ujn	1,29 W/m ² C
	Surface	3,45 m ²
1-1-2 - Bat : 1 - Fenêtre DV Fenêtre ou porte-fenêtre n° 2 (1,30x1,50)	Uw	1,40 W/m ² C
	Ujn	1,29 W/m ² C
	Surface	3,90 m ²
1-1-3 - Bat : 1 - Fenêtre DV Fenêtre ou porte-fenêtre n° 3 (1,30x1,25)	Uw	1,40 W/m ² C
	Ujn	1,29 W/m ² C
	Surface	1,63 m ²
1-1-4 - Bat : 1 - Fenêtre DV Fenêtre ou porte-fenêtre n° 4 (0,60x1,20)	Uw	1,40 W/m ² C
	Ujn	1,40 W/m ² C
	Surface	0,72 m ²
1-1-5 - Bat : 1 - Fenêtre DV Fenêtre ou porte-fenêtre n° 5 (0,92x2,32)	Uw	1,40 W/m ² C
	Ujn	1,40 W/m ² C
	Surface	2,13 m ²
P1-1-1 - Bat : 1 - Porte entrée Porte n° 1	Uw	1,70 W/m ² C
	Ujn	1,70 W/m ² C
	Surface	1,95 m ²
P1-2-1 - Bat : 1 - Porte accès cave Porte n° 2	Uw	1,50 W/m ² C
	Ujn	1,50 W/m ² C
	Surface	1,53 m ²

2.10.2 Relevé de consommation

Années	DJU
2022	2199

Le degré jour unifié (DJU) est la différence entre la température extérieure et une température de référence (de 18°C pour tenir compte des apports internes) qui permet de réaliser des estimations de consommations d'énergie thermique pour maintenir un bâtiment confortable en proportion de la rigueur de l'hiver.

Energie 1 – Fioul pour la production de chauffage (moyenne annuelle)

Années	Quantité en L
2022	500

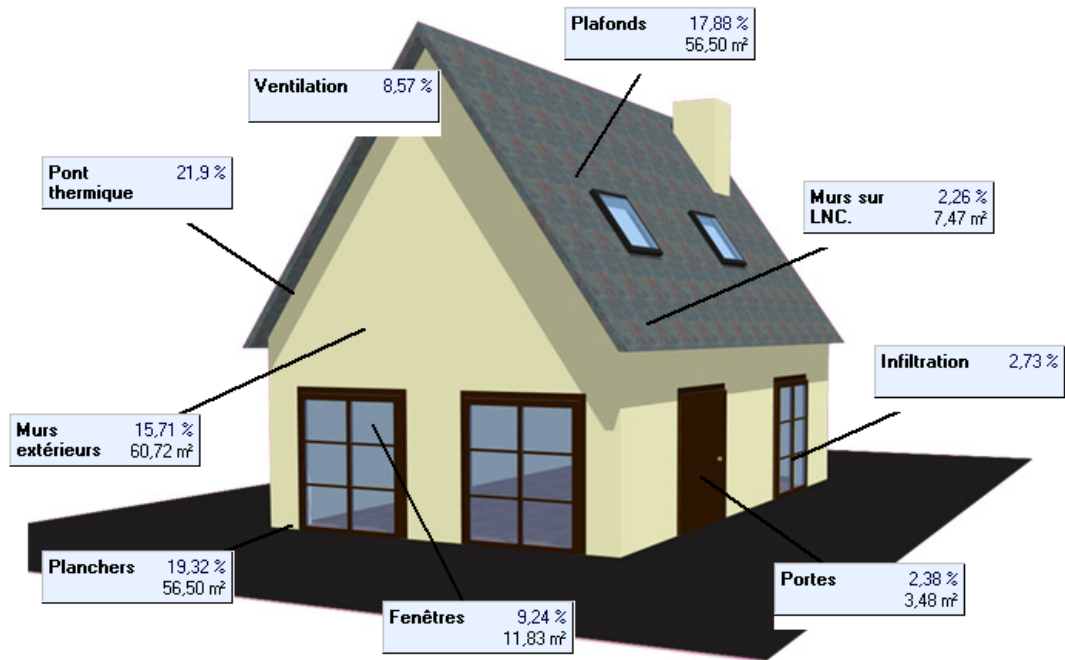
Energie 2 – Electricité pour la production d'eau chaude sanitaire

La consommation totale d'électricité du foyer est de 3400 kWh (en 2022) et de 3700 kWh (en 2021).

Les simulations énergétiques suivantes s'appuient sur une hypothèse de température de consigne de 19°C et une occupation résidentielle réelle par 1 occupant.

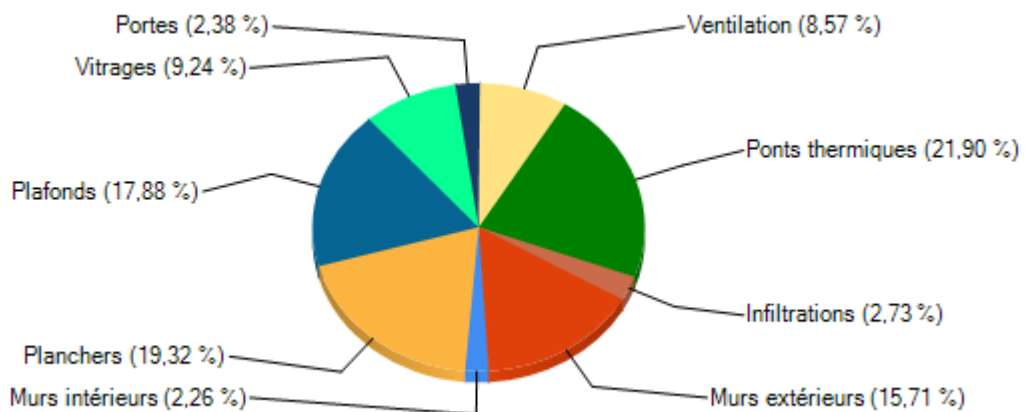
2.10.3 Caractéristiques thermiques

Déperditions thermiques




Les trois principaux postes de déperditions du bâtiment sont aujourd'hui :

- ✓ Le plafond bas non isolé dans une pièce et présentant une isolation discontinue par ailleurs,
- ✓ Les ponts thermiques importants à la liaison plancher bas / mur et plancher haut / mur en raison de la présence de planchers lourds isolé par l'extérieur,
- ✓ Le plancher haut isolé avec de la laine de verre tassée.

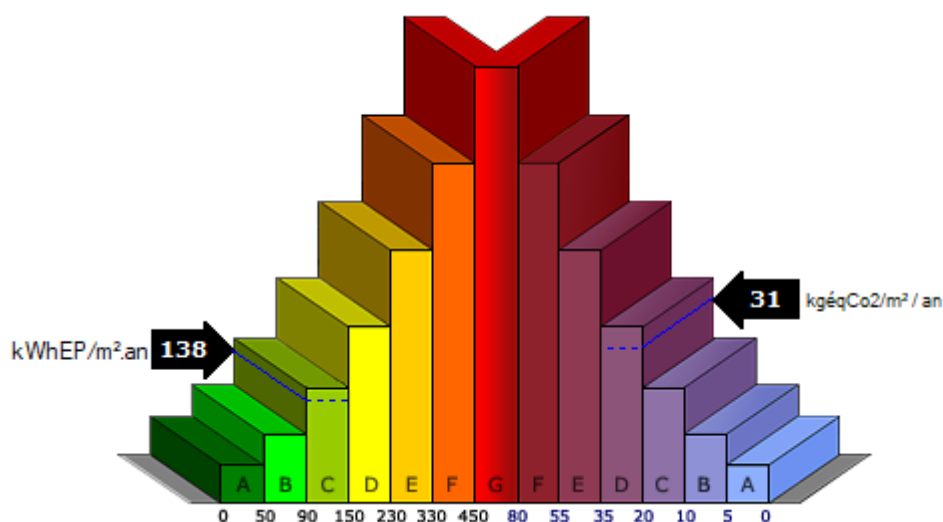


Consommations calculées selon la méthode mensuelle en kWh d'énergie finale (EF) et énergie primaire (EP) par m² de surface habitable

Détails des consommations	Energie finale en kWh/an	Energie primaire en kWhEP/an/m ²	Dépense en €	Consommations Consommations en kWhEP/m ² de Shab
CHAUFFAGE Fioul domestique	5189,09	91,84	780,71	 <ul style="list-style-type: none"> Chauffage (92) Refroidissement (0,0) ECS (36) Eclairage (5,26) Auxil.+Ventil. (5)
REFROIDISSEMENT			0,00	
ECS				
Electricité	889,02	36,19	146,37	
ECLAIRAGE	129,27	5,26	20,43	
AUXILIAIRES	123,37	5,02	19,49	
VENTILATEURS			0,00	
AUTRES USAGES				
TOTAL	6 330,7	138,32	966,99	
ABONNEMENTS EDF			144,07	
ABONNEMENTS Autres			,0	
ENTRETIEN			150,0	
TOTAL DEPENSE ANNUEL			1 261,06	

Bilan Energétique	Bilan CO2
TOTAL MWhEP/an : 7,81	TOTAL (tonnes) : 1,756
TOTAL kWhEP/m ² .an : 138,32	TOTAL (kg/m ²) : 31,08

Les dépenses d'énergie sont évaluées avec un prix du fioul de 1,5 € / litre TTC. **Le budget prévisionnel pour l'énergie** (5 postes : chauffage, ECS, Eclairage, Ventilation et Auxiliaires) **est d'environ 1260 € / an** sur base des prix actuels de l'énergie (en incluant l'entretien annuel de la chaudière et l'abonnement EDF).



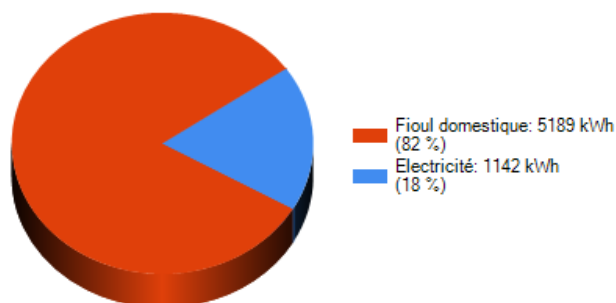
Le facteur de conversion en énergie primaire de l'électricité est pris égal à 2,3 (1 kWhEf d'électricité = 2,3 kWhEp), soit le niveau du nouveau DPE (auparavant, il était à 2,58).

Comparaison de la consommation réelle avec la consommation calculée par l'audit

Détails	Energie finale calculée	Consommation relevée	Ecart %
CHAUFFAGE			
Fioul domestique	5189,09	4985,0	4,09
REFROIDISSEMENT			
ECS			
Electricité	889,02	,0	
ECLAIRAGE			
ELECTRICITE	129,27	,0	
AUXILIAIRES & AUTRES USAGES			
ELECTRICITE	123,37	,0	

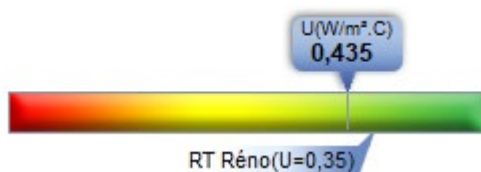
La consommation calculée par l'audit a été « callée » (principalement avec la température de consigne de 19°C et le facteur d'intermittence qui tient compte d'une faible occupation) pour refléter à moins de 5% d'écart la consommation réelle.

Répartition des consommations par énergie

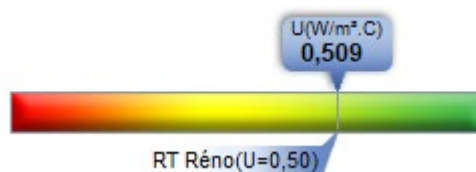


Indicateurs de performance

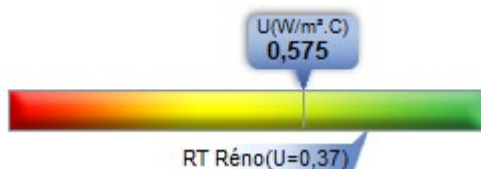
Mur(s) extérieur(s)



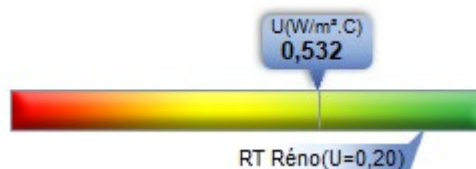
Mur(s) intérieur(s)



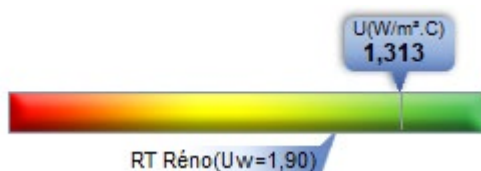
Plancher(s)



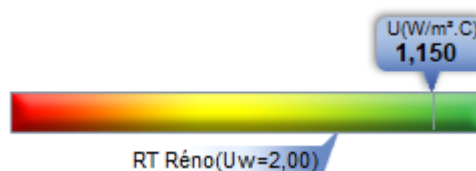
Plafond(s)



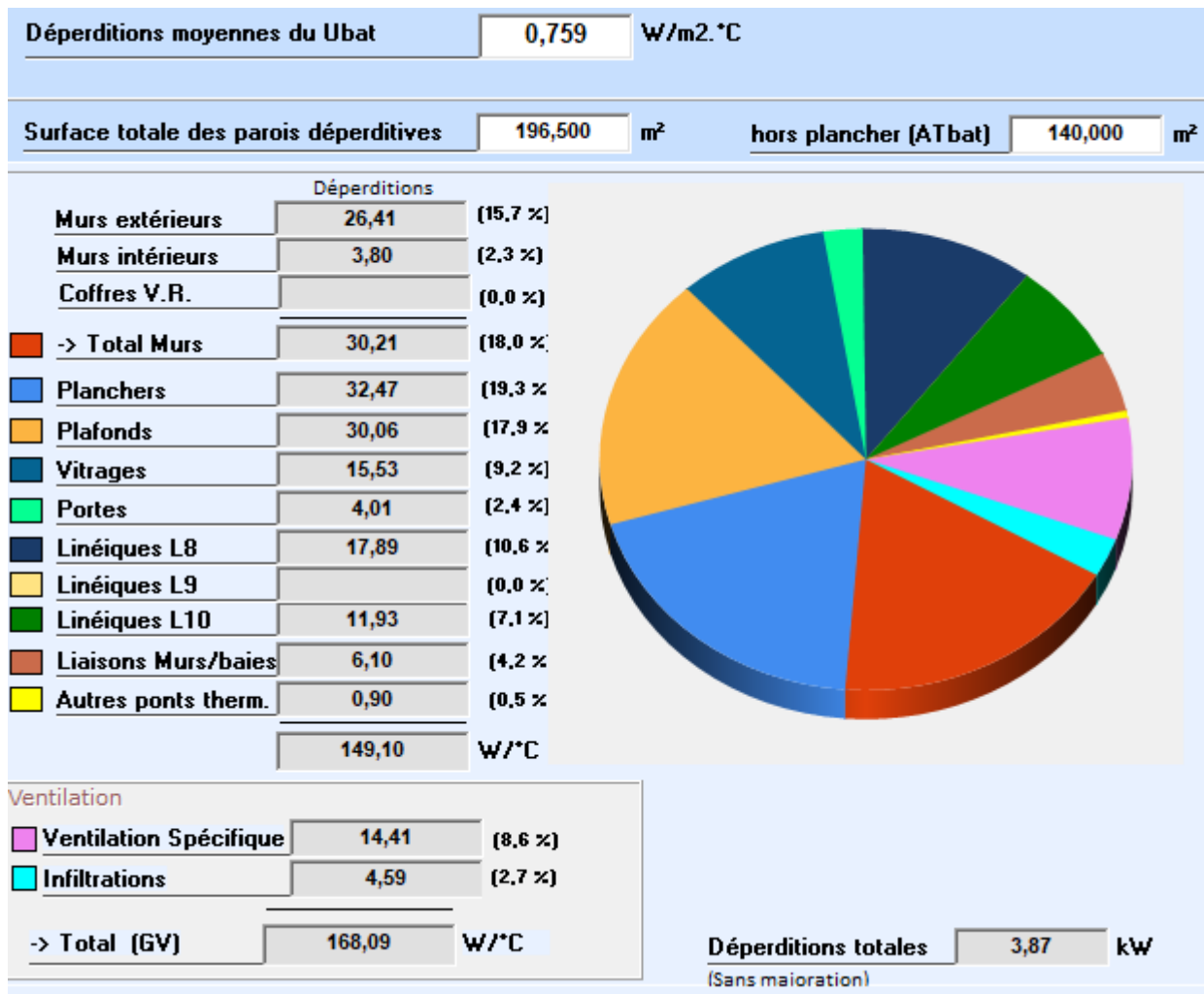
Vitrage(s)



Porte(s)



ETAT INITIAL : CALCUL du COEFFICIENT UBAT

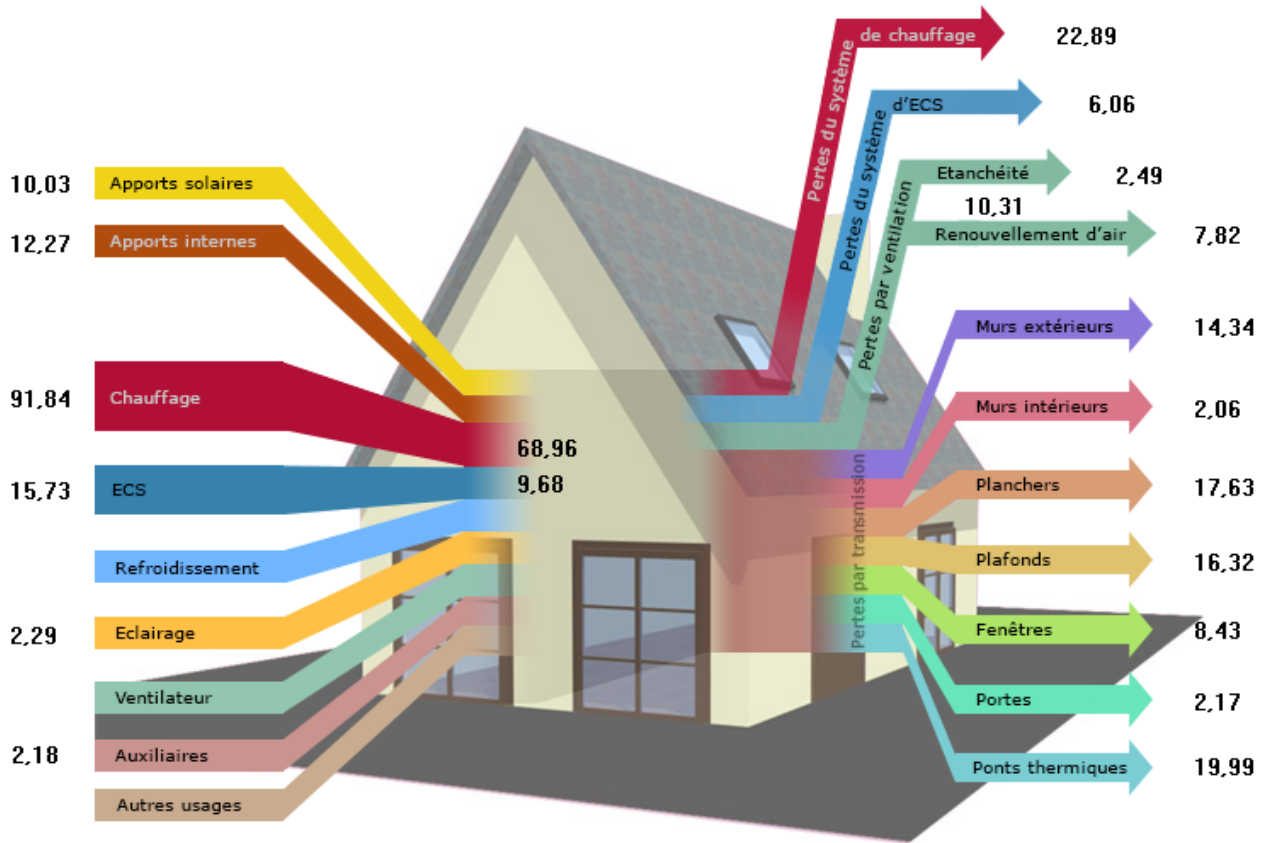


COEFFICIENT UBAT = 0,76 W/m².K

Le coefficient Ubat représente l'efficacité globale de l'isolation de l'enveloppe du bâtiment (plus il est petit, meilleure est l'isolation). Pour comparaison, une maison neuve a un coefficient Ubat de l'ordre de 0,25 – 0,3 W/m².K (et même 0,15 – 0,2 pour une maison passive).

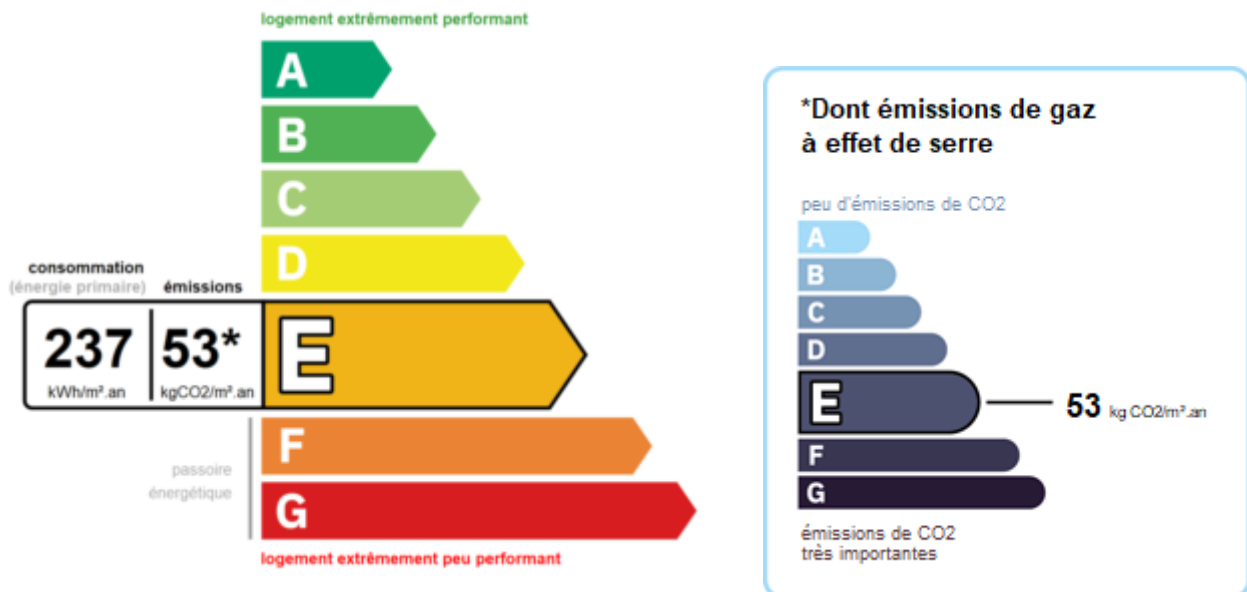
Puissance nécessaire de chauffage : 3,9 kW calculée par **-4°C** de température extérieure, sans puissance de relance. **La chaudière fioul en place est largement surdimensionnée** (puissance modulante de 17 à 24 kW), **engendrant des cycles marche/arrêt trop courts préjudiciables à sa longévité.**

2.10.4 Diagramme de flux



Consommations calculées selon la méthode mensuelle en kWh EF par m² de surface habitable

2.10.5 Etiquettes DPE



Avec le moteur de calcul du DPE (3CL version 2021), **le logement audité est considéré classé en E**, en raison principalement du recours au fioul pour le chauffage et à l'électricité par effet Joule pour la production d'eau chaude. Cette estimation de consommation conventionnelle (sans prise en compte des conditions réelles d'usage du logement) est très supérieure à celle du modèle de l'audit énergétique (qui considère 1 seul occupant pour la consommation d'eau chaude et un usage sobre de l'énergie).

3. PRÉSENTATION DES ÉTATS PRÉCONISÉS

3.1 Vue économique

Consommations calculées selon la méthode mensuelle en kWh EF par m² de surface habitable

N°	Préconisations	Coût des travaux (MaPrimeRénov déduite) (€ TTC)	Consommation annuelle (€ / an)	Economie réalisée (€/an)	Economie réalisée (%/an)	Temps de retour net* (Années)	Estimation CEE (€)
0	Etat actuel		1 261				
1	Mise en place d'une VMC Hygro B	2 000	1 277	- 16	-1,2	> 30	75
2	Isolation du plafond du RdC	1 800	1 113	148	11,8	10	120
3	Isolation du plafond de l'étage	2 400	1 127	134	10,6	13	480
4	Isolation de la cloison sur accès RdC	640	1 243	18	1,4	25	0
5	Isolation des murs par l'extérieur (4 façades)	12 000	1 176	85	6,7	> 30	1800
6	Remplacement d'une chaudière par une PAC AIR/EAU	12 000	571	690	54,7	11	4000
7	Scenario n°1 : Cumul des préconisations n°1+2+3+4+6	13 010	493	768	60,9	10	4675
8	Scenario n°2 = scenario n°1 + préconisation n°5	25 840	467	794	62,9	19	6475

* **Temps de retour sur investissement net** (aides financières MaPrimeRénov niveau Violet et CEE déduites), en prenant en compte une hypothèse d'augmentation des coûts en énergie de 5% pour l'électricité et 3% pour le fioul.

3.2 Vue énergétique et environnementale

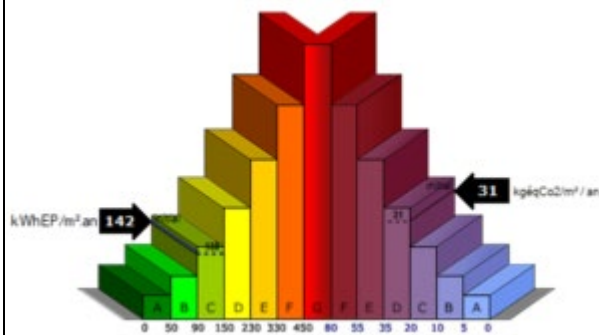
N°	Préconisations	Total EP* (Mwh)	Total EP (kWh/m ² .an)	Economie EP (kWh/m ² .an)	Economie EP (%/an)	Economie de GES** (Kg/m ² .an)	Economie de GES (%/an)
0	Etat actuel	7,81	138,3				
1	Mise en place d'une VMC Hygro B	8,03	142,1	- 4	-2,7	-0,17	-0,5
2	Isolation du plafond du RdC	6,83	120,8	18	12,7	5,65	18,2
3	Isolation du plafond de l'étage	6,92	122,5	16	11,4	5,10	16,4
4	Isolation de la cloison sur accès RdC	7,69	136,2	2	1,6	0,70	2,2
5	Isolation des murs par l'extérieur (4 façades)	7,25	128,3	10	7,3	3,24	10,4
6	Remplacement d'une chaudière par une PAC AIR/EAU	4,82	85,4	53	38,3	28,28	91,0
7	Scenario n°1 : Cumul des préconisations n°1+2+3+4+6	3,63	64,2	74	53,6	29,04	93,4
8	Scenario n°2 = scenario n°1 + préconisation n°5	3,23	57,2	81	58,7	29,28	94,2

* EP = énergie primaire. L'énergie finale est l'énergie que vous utilisez chez vous (gaz, électricité, fioul domestique, bois, etc.) et qui vous est facturée. Pour que vous disposiez de ces énergies, il aura fallu les extraire, les stocker, les produire, et donc dépenser plus d'énergie que celle que vous utilisez en bout de course. L'énergie primaire est la somme de toutes ces énergies consommées. Par exemple, 1 kWh d'énergie finale électrique équivaut à 2,3 kWh_{ep} d'énergie primaire.

** GES = gaz à effet de serre (en kg équivalent CO₂/m².an)

4. SYNOPTIQUE DES ÉTATS RETENUS

1 - Mise en place d'une VMC Hygro B



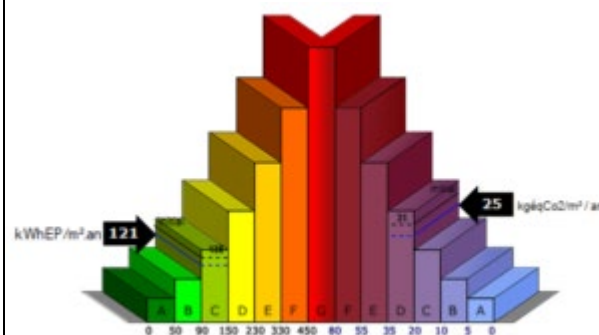
Installation d'une VMC hygroréglable de type B basse consommation (type Aldes Easy Home Premium micro-watt) avec des entrées d'air murales acoustiques type Aldes EHT 6-44 (2 dans le salon et 1 dans la chambre) et des bouches d'extraction hygroréglables dans la cuisine et la salle d'eau avec WC. Mise en place de gaines semi-rigides PEHD (isolées dans le volume non chauffé) pour limiter les pertes de charge et permettre le nettoyage du réseau. Les portes intérieures devront être détalonnées de min 1 cm pour permettre un renouvellement d'air par balayage. Réalisation recommandée d'un test d'étanchéité à l'air de l'enveloppe avec recherche de fuites visant un taux de fuite (Q4PaSurf) max de 1,2 m³/m².h (niveau BBC rénovation) après mise en place de joints sur la porte d'accès au RdC.

Economie d'énergie	-16 Euros/an
--------------------	--------------

Investissement (MaPrimeRénov déduite, hors CEE)	2000 Euros
---	------------

Temps de retour	> 30 ans
-----------------	----------

2 - Isolation du plafond du RdC



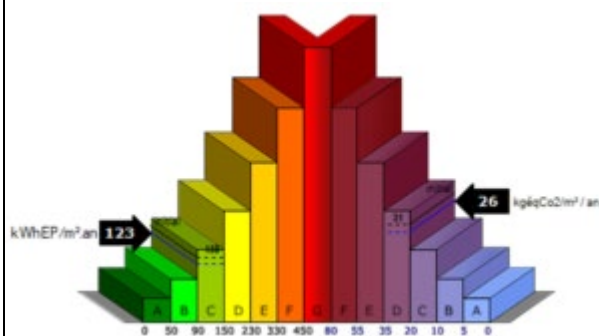
Isolation du plancher bas en sous face (surface concernée : pièce non isolée et endroits sans isolant, soit 16 m²) avec des panneaux de laine de roche (type Rockwool 305.654) de 102 mm d'épaisseur mini pour une résistance thermique de 3 m².K/W. Les points lumineux ainsi que les gaines électriques devront être déposés afin de permettre une installation des panneaux en sous-face sans pont thermique. Des retombées d'isolant devront être installées pour limiter les ponts thermiques autour de la poutre (sur ses 3 faces) et des murs extérieurs.

Economie d'énergie	148 Euros/an
--------------------	--------------

Investissement (MaPrimeRénov déduite, hors CEE)	1800 Euros
---	------------

Temps de retour	9-10 ans
-----------------	----------

3 - Isolation du plafond de l'étage



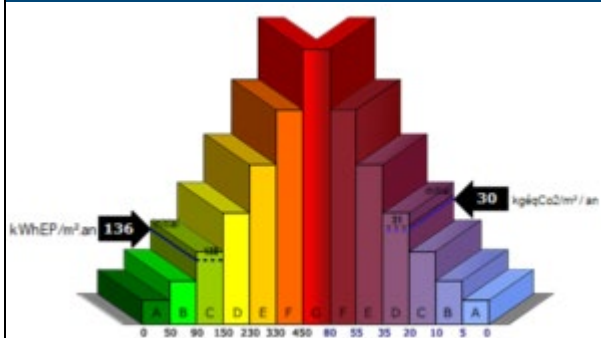
Après dépose de l'isolant existant, isolation de la dalle en béton par-dessus avec 30 cm de laine de verre gr40 en rouleaux (R = 7,5 m².K/W). L'éventuel papier kraft sera posé côté chaud. Les lés seront jointifs bord à bord pour éviter les ponts thermiques. Isolation de la trappe d'accès et renforcement de son étanchéité à l'air (pose de joints périphériques).

Economie d'énergie	134 Euros/an
--------------------	--------------

Investissement (MaPrimeRénov déduite, hors CEE)	2400 Euros
---	------------

Temps de retour	12-13 ans
-----------------	-----------

4 - Isolation de la cloison sur accès RdC



Mise en place d'une isolation de la cloison entre la cage d'escalier menant au RdC et le salon (type panneaux Placomur Performance 120+10 R = 3,7 m².K/W collé en plein pour éviter la création d'une lame d'air).

Economie d'énergie	18 Euros/an
Investissement (MaPrimeRénov déduite, hors CEE)	640 Euros
Temps de retour	24-25 ans

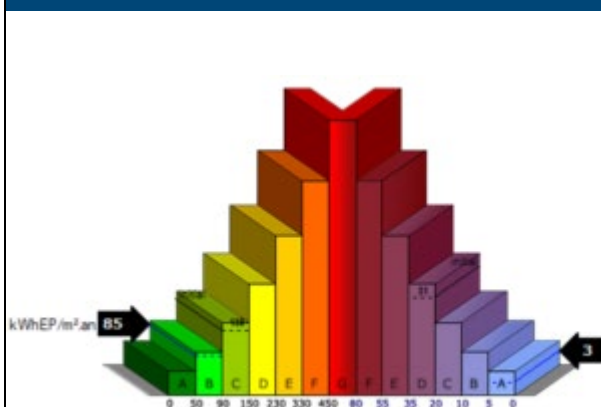
5 - Isolation des murs par l'extérieur (4 façades)



Isolation par l'extérieur des 4 façades avec 14 cm de polystyrène expansé (R >= 3,7 m².K/W). Départ de l'isolation à minima au niveau des linteaux des menuiseries du RdC pour limiter le pont thermique avec le plancher bas. Mise en place de retour d'isolant au niveau du tableau des menuiseries (situées en applique intérieure).

Economie d'énergie	85 Euros/an
Investissement (MaPrimeRénov déduite, hors CEE)	12000 Euros
Temps de retour	> 30 ans

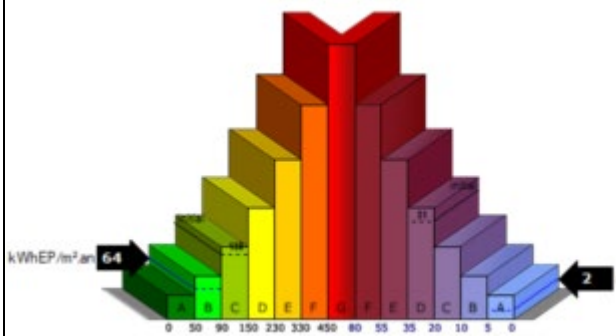
6 - Remplacement de la chaudière fioul par une PAC AIR/EAU



Une fois l'enveloppe bien isolée, remplacement de la chaudière fioul par une PAC Air/Eau Inverter moyenne température (60°C) type Altherma 3R 4 kW double service (avec production d'eau chaude dans un ballon d'accumulation de 180 l). Les radiateurs en place pourront être conservés pour fonctionner à moyenne température (delta T de 30°C) afin de favoriser le rendement de la PAC. Calorifugeage du réseau de chauffage non isolé en classe 3. Une sonde de température extérieure permettra de moduler la température de départ de l'eau dans le circuit de chauffage (loi d'eau). Un débouage des radiateurs et du réseau de chauffage sera effectué. Des vannes thermostatiques neuves équiperont tous les radiateurs et un programmeur permettra de mettre en place un réduit de température la nuit et en cas d'absence.

Economie d'énergie	690 Euros/an
Investissement (MaPrimeRénov déduite, hors CEE)	12000 Euros
Temps de retour	10-11 ans

Scenario n°1 : Cumul des préconisations n°1+2+3+4+6



1 - Installation d'une VMC hygroréglable de type B basse consommation (type Aldes Easy Home Premium micro-watt) avec des entrées d'air murales acoustiques type Aldes EHT 6-44 (2 dans le salon et 1 dans la chambre) et des bouches d'extraction hygroréglables dans la cuisine et la salle d'eau avec WC. Mise en place de gaines semi-rigides PEHD (isolées dans le volume non chauffé) pour limiter les pertes de charge et permettre le nettoyage du réseau. Les portes intérieures devront être détalonnées de min 1 cm pour permettre un renouvellement d'air par balayage. Réalisation recommandée d'un test d'étanchéité à l'air de l'enveloppe avec recherche de fuites visant un taux de fuite (Q4PaSurf) max de 1,2 m³/m².h (niveau BBC rénovation) après mise en place de joints sur la porte d'accès au RdC.

2 - Isolation du plancher bas en sous face (surface concernée : pièce non isolée et endroits sans isolant, soit 16 m²) avec des panneaux de laine de roche (type Rockwool 305.654) de 102 mm d'épaisseur mini pour une résistance thermique de 3 m².K/W. Les points lumineux ainsi que les gaines électriques devront être déposées afin de permettre une installation des panneaux en sous-face sans pont thermique. Des retombées d'isolant devront être installées pour limiter les ponts thermiques autour de la poutre (sur ses 3 faces) et des murs extérieurs.

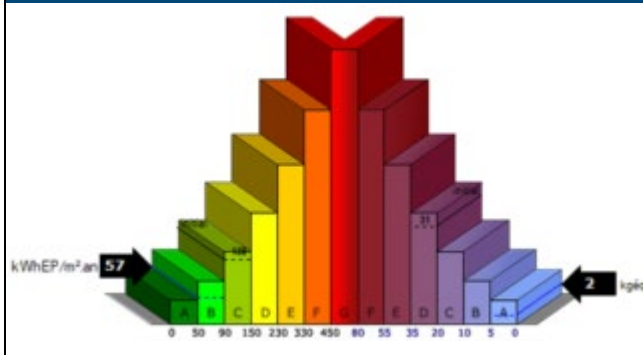
3 - Après dépose de l'isolant existant, isolation de la dalle en béton par-dessus avec 30 cm de laine de verre gr40 en rouleaux (R = 7,5 m².K/W). L'éventuel papier kraft sera posé côté chaud. Les lés seront jointifs bord à bord pour éviter les ponts thermiques. Isolation de la trappe d'accès et renforcement de son étanchéité à l'air (pose de joints périphériques).

4 - Mise en place d'une isolation de la cloison entre la cage d'escalier menant au RdC et le salon (type panneaux Placomur Performance 120+10 R = 3,7 m².K/W collé en plein pour éviter la création d'une lame d'air).

6 - Une fois l'enveloppe bien isolée, remplacement de la chaudière fioul par une PAC Air/Eau Inverter moyenne température (60°C) type Altherma 3R 4 kW double service (avec production d'eau chaude dans un ballon d'accumulation de 180 l). Les radiateurs en place pourront être conservés pour fonctionner à moyenne température (delta T de 30°C) afin de favoriser le rendement de la PAC. Calorifugeage du réseau de chauffage en classe 3. Une sonde de température extérieure permettra de moduler la température de départ de l'eau dans le circuit de chauffage (loi d'eau). Un désembouage des radiateurs et du réseau de chauffage sera effectué. Des vannes thermostatiques neuves équiperont tous les radiateurs et un programmeur permettra de mettre en place un réduit de température la nuit et en cas d'absence.

Economie d'énergie	768 Euros/an
Investissement (MaPrimeRénov déduite, hors CEE)	13010 Euros
Temps de retour	9-10 ans

Scenario n°2 = scenario n°1 + préconisation n°5



Scenario n°2 = scenario n°1 +

5 - Isolation par l'extérieur des 4 façades avec 14 cm de polystyrène expansé ($R \geq 3,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$). Départ de l'isolation à minima au niveau des linteaux des menuiseries du RdC pour limiter le pont thermique avec le plancher bas. Mise en place de retour d'isolant au niveau du tableau des menuiseries (situées en applique intérieure).

Economie d'énergie	794 Euros/an
Investissement (MaPrimeRénov déduite, hors CEE)	25840 Euros
Temps de retour	18-19 ans

5. MISE EN PLACE D'UNE VMC HYGRO B

5.1 Descriptif de la modification

Installation d'une VMC hygroréglable de type B basse consommation (type Aldes Easy Home Premium micro-watt) avec des entrées d'air murales acoustiques type Aldes EHT 6-44 (2 dans le salon et 1 dans la chambre) et des bouches d'extraction hygroréglables dans la cuisine et la salle d'eau avec WC. Mise en place de gaines semi-rigides PEHD (isolées dans le volume non chauffé) pour limiter les pertes de charge et permettre le nettoyage du réseau. Les portes intérieures devront être détalonnées de min 1 cm pour permettre un renouvellement d'air par balayage. Réalisation recommandée d'un test d'étanchéité à l'air de l'enveloppe avec recherche de fuites visant un taux de fuite (Q4PaSurf) max de 1,2 m³/m².h (niveau BBC rénovation) après mise en place de joints sur la porte d'accès au RdC.

Dans un logement rendu étanche à l'air pour des raisons de confort et d'économies d'énergie, **le recours à un système de ventilation mécanique et permanent est indispensable pour assurer une bonne qualité de l'air** et évacuer les polluants dont le principal est la vapeur d'eau produite par les occupants (une famille de 4 personnes produit 10 kg de vapeur d'eau par jour). Dans le cas présent, l'installation d'une VMC hygroréglable de type B est un bon compromis efficacité / coût / facilité d'installation. Par rapport à une VMC autoréglable standard, **la modulation du débit d'une VMC hygroréglable en fonction de l'humidité des pièces (sèches et humides) permet de réduire d'un facteur 2 les déperditions aérauliques du renouvellement d'air.**

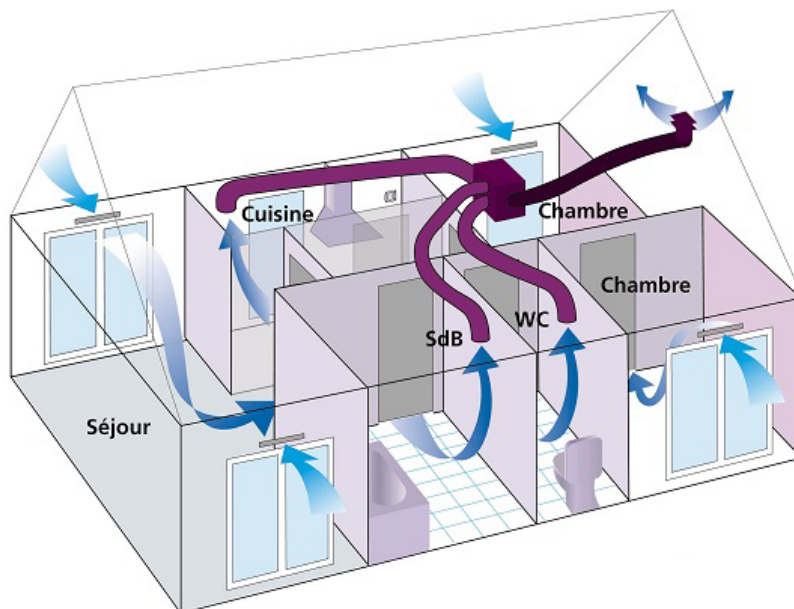
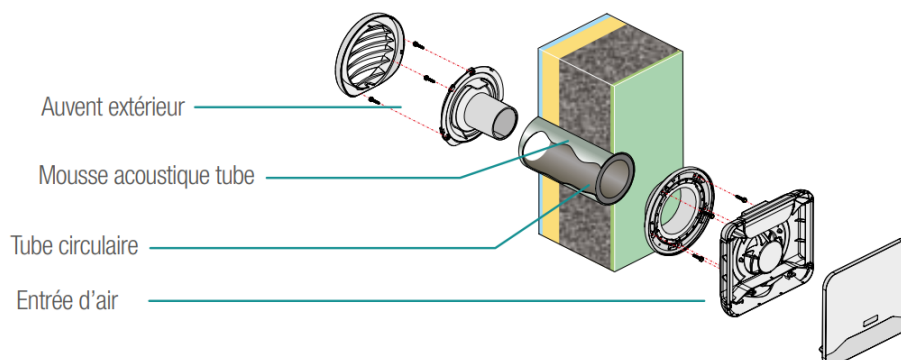


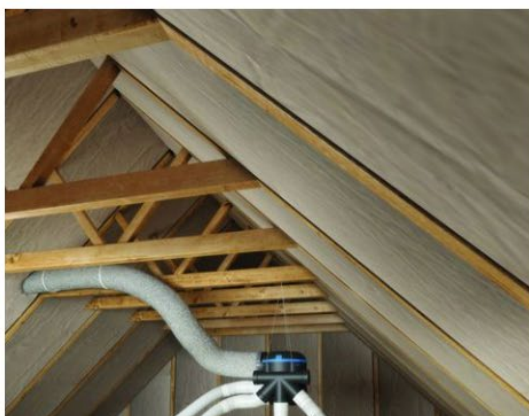
Schéma de principe de fonctionnement d'une VMC simple flux centralisée (renouvellement d'air par balayage)

Tout d'abord, des **entrées d'air hygroréglables murales** (type Aldes EHT 6-44 avec manchon acoustique) **doivent être installées** au nombre de 2 dans le salon et 1 dans la chambre. Les mortaises sont les fenêtres n'étant pas utilisables, il est nécessaire de carotter en 125 mm les murs donnant sur l'extérieur pour installer des entrées d'air murales (les entrées d'air donnant sur la route seront munies de manchon acoustique) :



Décomposition entrée d'air murale type Aldes EHT 6-44

Des **bouches d'extraction hygroréglables** seront placées dans les **pièces humides** (cuisine et salle d'eau avec WC) et **reliées à un caisson de motorisation centralisé** (type Aldes Easy Home Premium micro-watt) placé dans le comble (suspendu à la charpente par une cordelette) selon le schéma suivant :



ALDES Kit VMC simple flux hygroréglable EasyHOME Premium Micro Watt - 11033034

Réf. 123Elec : ALD11033034 | Réf. Fabricant : 11033034

★★★★★ 1 avis



● EN STOCK Date d'expédition prévue le : 07/12/2022

299,90 € TTC

D.E.E.E incluse de 1,00 €

1



AJOUTER AU PANIER

Paiement 100 % sécurisé

Besoin d'aide ?

Dans les espaces non chauffés (tel que le comble perdu), les **gainés doivent absolument être isolés** car la vapeur d'eau dans l'air vicié condense à l'intérieur des gainés. Les avis techniques des VMC simple flux hygroréglables mentionnent une longueur maximale de gainés de 3 m (avec 2 coudes maximum) en cas d'utilisation de gainés souples type accordéon (les **gainés semi rigides en PEHD sont fortement recommandées** pour limiter les pertes de charges et permettre de les nettoyer). Le caisson de la VMC devra être accessible pour permettre son entretien.



Enfin, l'air vicié sera extrait par une gaine de 160 mm via

un chapeau de toiture.




Les portes intérieures doivent être détalonnées (espace sous la porte) de 1 cm pour permettre à l'air de circuler librement entre les pièces (ouverture de transit).

Les bouches d'extraction et les entrées d'air devront être dégraissées / dépoussiérées au moins 2 fois par an.

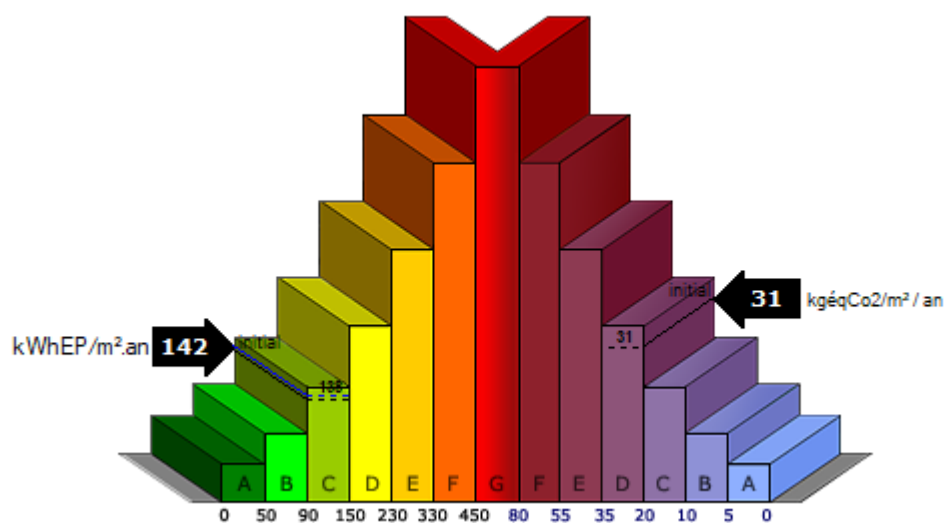
Dans les pièces humides, il ne doit pas avoir d'entrée d'air sur les menuiseries.

Coût de l'installation : environ 2.000 TTC réalisée par une entreprise RGE. Ces travaux réalisés par une entreprise labélisée RGE sont éligibles aux aides financières à la rénovation énergétique (uniquement les Certificats d'Economie d'Énergie ou C2E, de l'ordre d'une centaine d'euros).

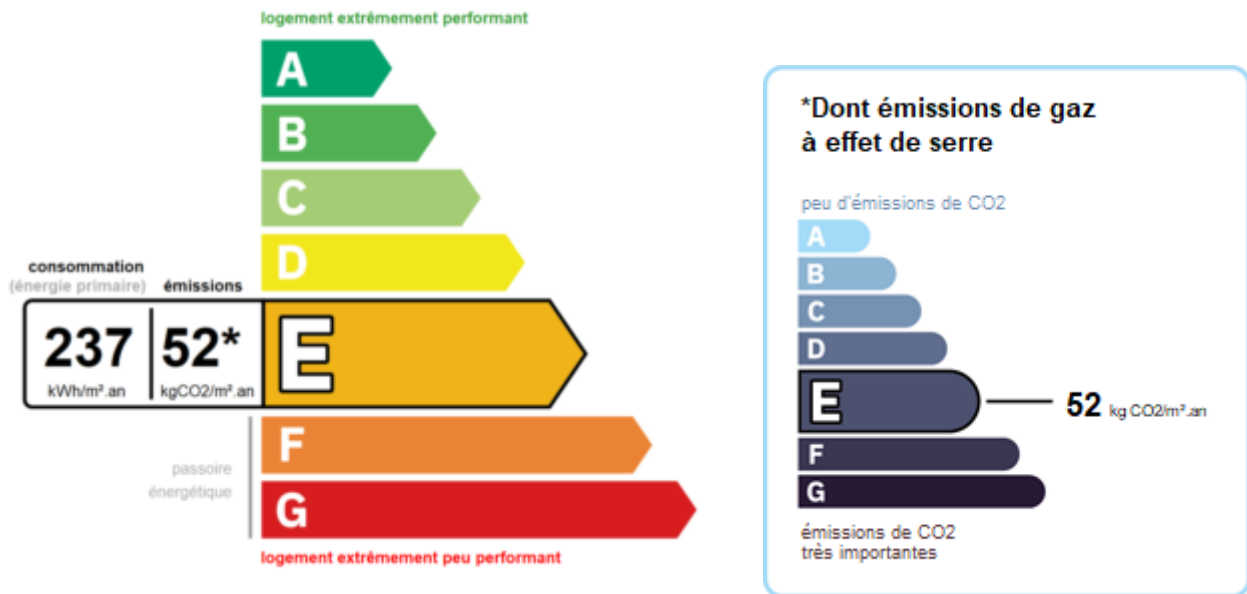
5.2 Consommations projetées selon le modèle de l'audit énergétique

Détails des consommations	Energie finale en kWh/an	Energie primaire en kWhEP/an/m ²	Dépense en €	Consommations Consommations en kWhEP/m ² de Shab
CHAUFFAGE Fioul domestique	5200,91	92,05	782,48	 <ul style="list-style-type: none"> ■ Chauffage (92) ■ Refroidissement (0,0) ■ ECS (36) ■ Eclairage (5,26) ■ Auxil.+Ventil. (9)
REFROIDISSEMENT			0,00	
ECS Electricité	889,02	36,19	146,37	
ECLAIRAGE	129,27	5,26	20,43	
AUXILIAIRES	123,40	5,02	19,50	
VENTILATEURS	87,60	3,57	13,84	
AUTRES USAGES				
TOTAL	6 430,2	142,09	982,62	
ABONNEMENTS EDF			144,07	
ABONNEMENTS Autres			,0	
ENTRETIEN			150,0	
TOTAL DEPENSE ANNUEL			1 276,69	

Bilan Energétique	Bilan CO2
TOTAL MWhEP/an : 8,03	TOTAL (tonnes) : 1,765
TOTAL kWhEP/m ² .an : 142,09	TOTAL (kg/m ²) : 31,24

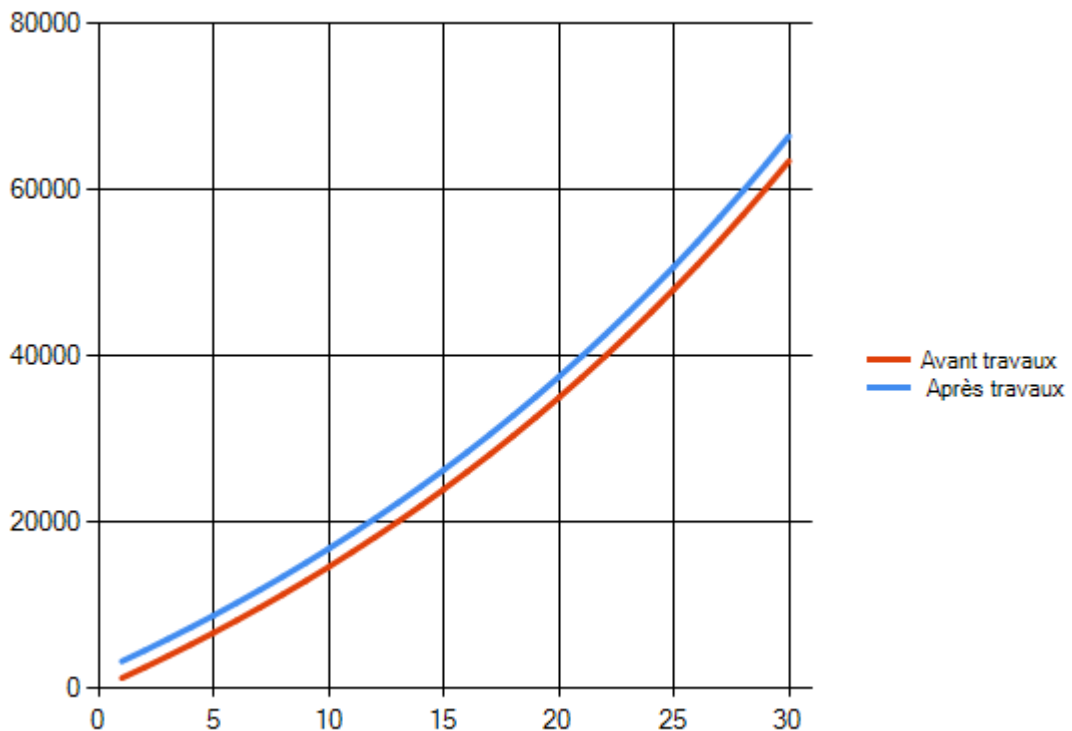


5.3 Etiquettes DPE



5.4 Finance

- Investissement : 2000 €
- MaPrimeRénov' : 0 €
- Déduction CEE : 75 € fiche BAR-TH-127
- Apport : 1925 €, soit un temps de retour sur investissement net (aides déduites) **supérieur à 30 ans, mais au bénéfice d'une meilleure qualité de l'air et d'un risque moindre d'apparition de moisissures.**



6. ISOLATION DU PLAFOND DU RDC

6.1 Descriptif de la modification

Isolation du plancher bas en sous face (surface concernée : pièce non isolée et endroits sans isolant, soit 16 m²) avec des panneaux de laine de roche (type Rockwool 305.654) de 102 mm d'épaisseur mini pour une résistance thermique de 3 m².K/W. Les points lumineux ainsi que les gaines électriques devront être déposées afin de permettre une installation des panneaux en sous-face sans pont thermique. Des retombées d'isolant devront être installées pour limiter les ponts thermiques autour de la poutre (sur ses 3 faces) et des murs extérieurs.



Isolation à l'aide de panneaux semi-rigides rapportés sous dalle.
Panneaux posés bord à bord. ©AQC

Les **points lumineux ainsi que les gaines électriques devront être déposés** afin de permettre une installation continue des panneaux en sous-face (sans pont thermique). Des retombées d'isolant devront être installées pour **limiter les ponts thermiques** autour des murs de refends et des murs extérieurs :



Solution d'isolation de planchers bas
sans modification des réseaux existants.




L'isolation du plancher bas est renforcée par une isolation en retombée de murs, afin de minimiser le pont thermique de liaison avec les murs extérieurs isolés par l'extérieur. ©AQC

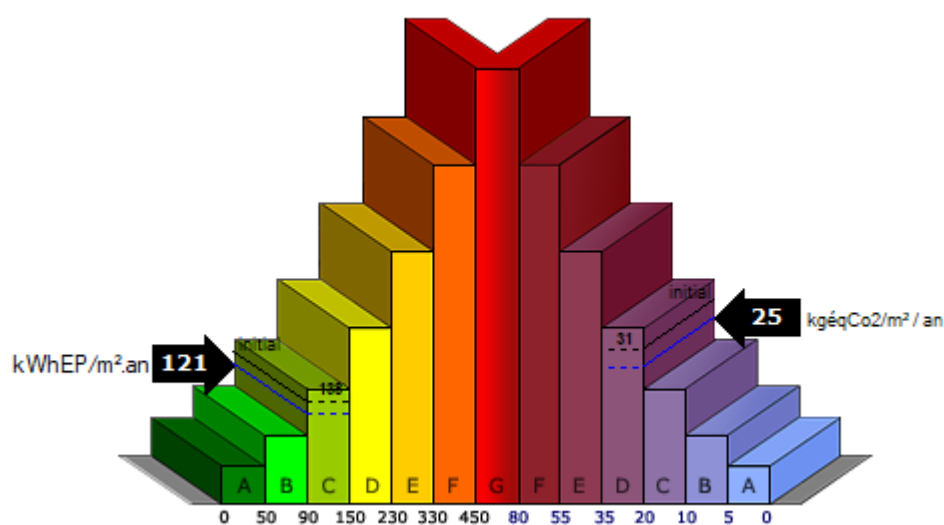
A partir d'une résistance thermique de 3 m².K/W, ces **travaux réalisés par une entreprise labélisée RGE sont éligibles aux aides financières à la rénovation énergétique.**

Coût estimé : 16 m² (pièce avec lambris + trous épars au RdC) + 14 m² de retombées d'isolant à 60 € TTC/m² soit 1800 € TTC posée par une entreprise RGE

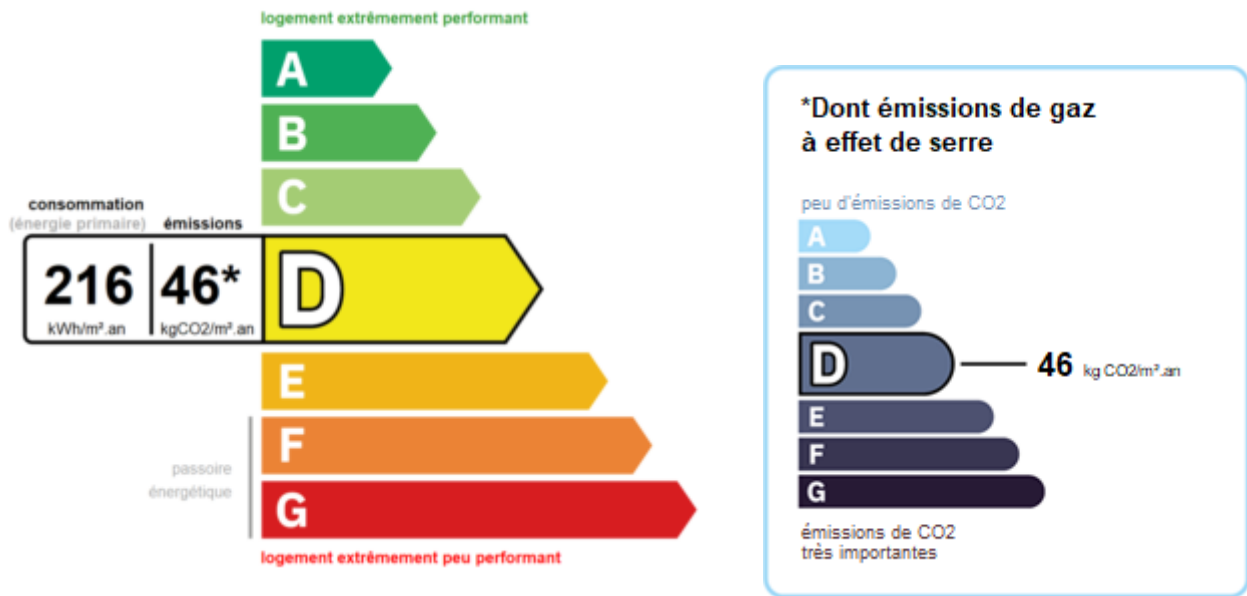
6.2 Consommations projetées selon le modèle de l'audit énergétique

Détails des consommations	Energie finale en kWh/an	Energie primaire en kWhEP/an/m²	Dépense en €	Consommations Consommations en kWhEP/m² de Shab
CHAUFFAGE Fioul domestique	4204,72	74,42	632,61	 <ul style="list-style-type: none"> ■ Chauffage (74) ■ Refroidissement (0,0) ■ ECS (36) ■ Eclairage (5,26) ■ Auxil.+Ventil. (5)
REFROIDISSEMENT			0,00	
ECS				
Electricité	889,02	36,19	146,37	
ECLAIRAGE	129,27	5,26	20,43	
AUXILIAIRES	121,36	4,94	19,18	
VENTILATEURS			0,00	
AUTRES USAGES				
TOTAL	5 344,4	120,81	818,58	
ABONNEMENTS EDF			144,07	
ABONNEMENTS Autres			,0	
ENTRETIEN			150,0	
TOTAL DEPENSE ANNUEL			1 112,65	

Bilan Energétique	Bilan CO2
TOTAL MWhEP/an : 6,83	TOTAL (tonnes) : 1,437
TOTAL kWhEP/m².an : 120,81	TOTAL (kg/m²) : 25,43

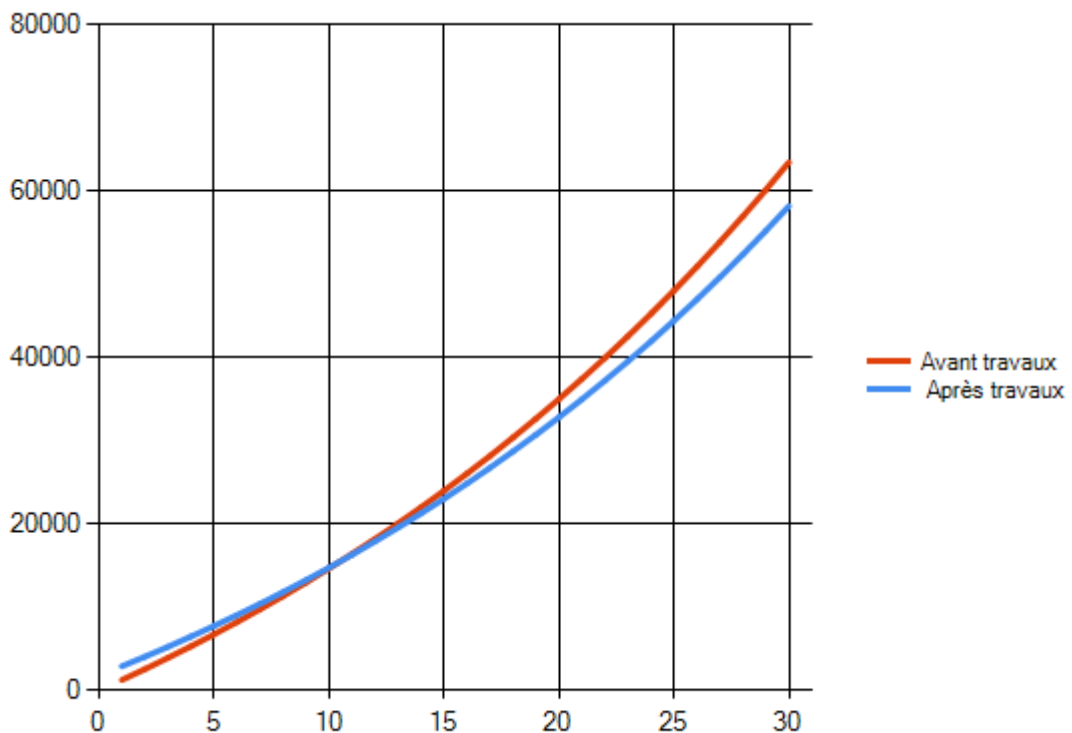


6.3 Etiquettes DPE



6.4 Finance

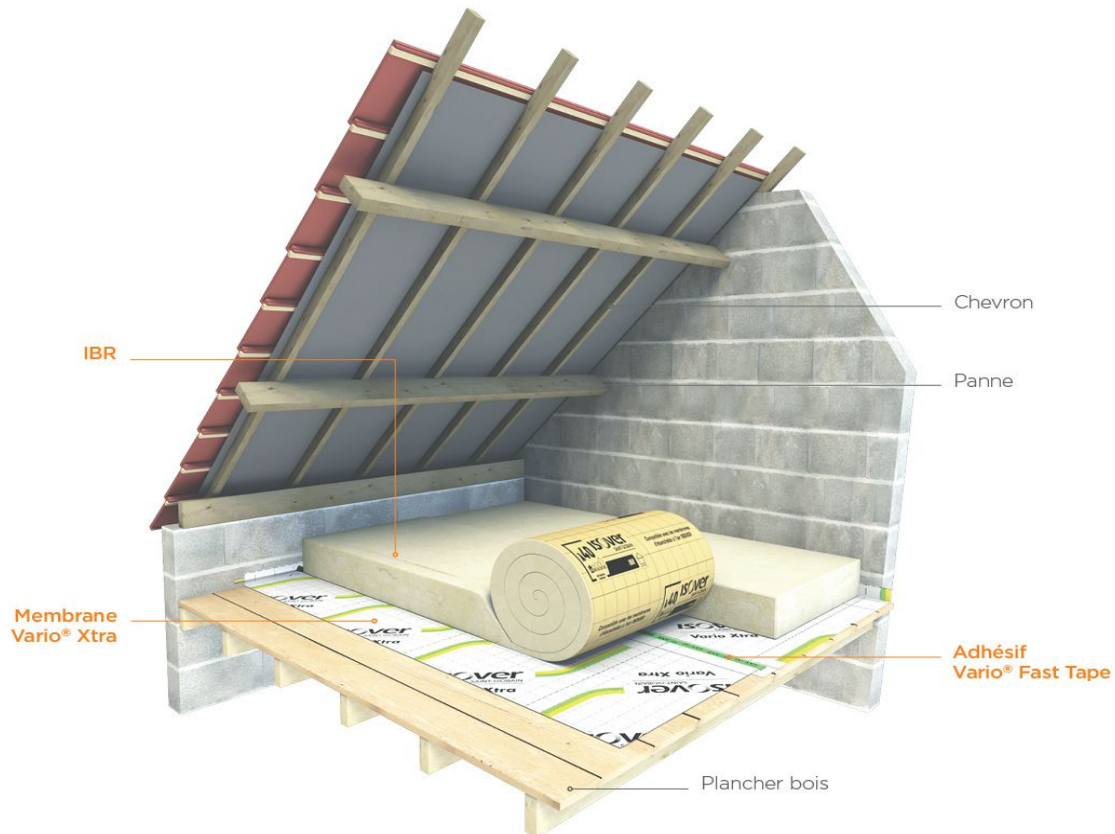
- Investissement : 1800 €
- MaPrimeRénov' : 0 €
- Déduction CEE : 120 € fiche BAR-EN-103
- Apport : 1680 €, soit un temps de retour sur investissement net **compris entre 9 et 10 ans**



7. ISOLATION DU PLAFOND DE L'ÉTAGE

7.1 Descriptif de la modification

Après dépose de l'isolant existant, isolation de la dalle en béton par-dessus avec 30 cm de laine de verre gr40 en rouleaux ($R = 7,5 \text{ m}^2.K/W$). Les lés seront jointifs bord à bord pour éviter les ponts thermiques. L'éventuel papier kraft sera posé côté chaud. Isolation de la trappe d'accès et renforcement de son étanchéité à l'air (pose de joints périphériques).



La membrane au sol n'est pas nécessaire car la dalle béton est étanche à l'air

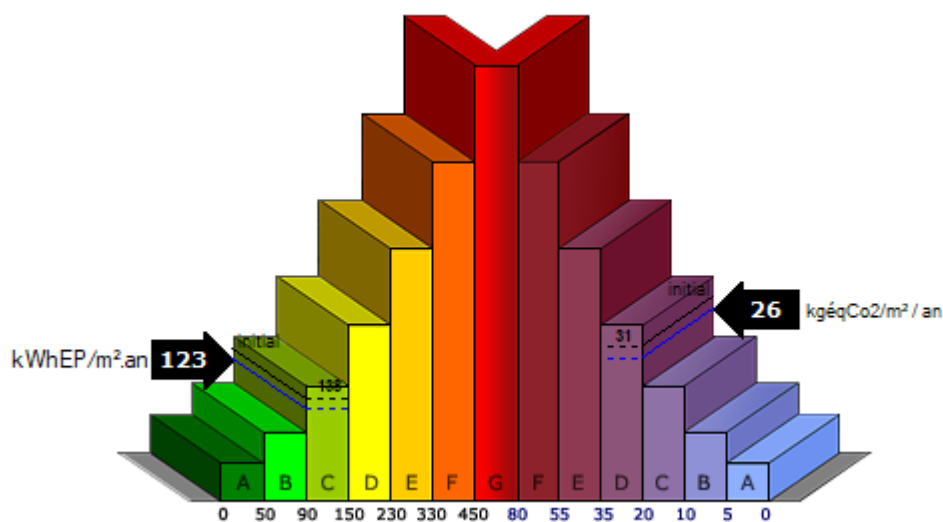
A partir d'une résistance thermique de $7 \text{ m}^2.K/W$, ces **travaux réalisés par une entreprise labélisée RGE sont éligibles aux aides financières à la rénovation énergétique.**

Coût estimé : 60 m^2 à 40 € TTC/m^2 soit 2400 € TTC posée par une entreprise RGE

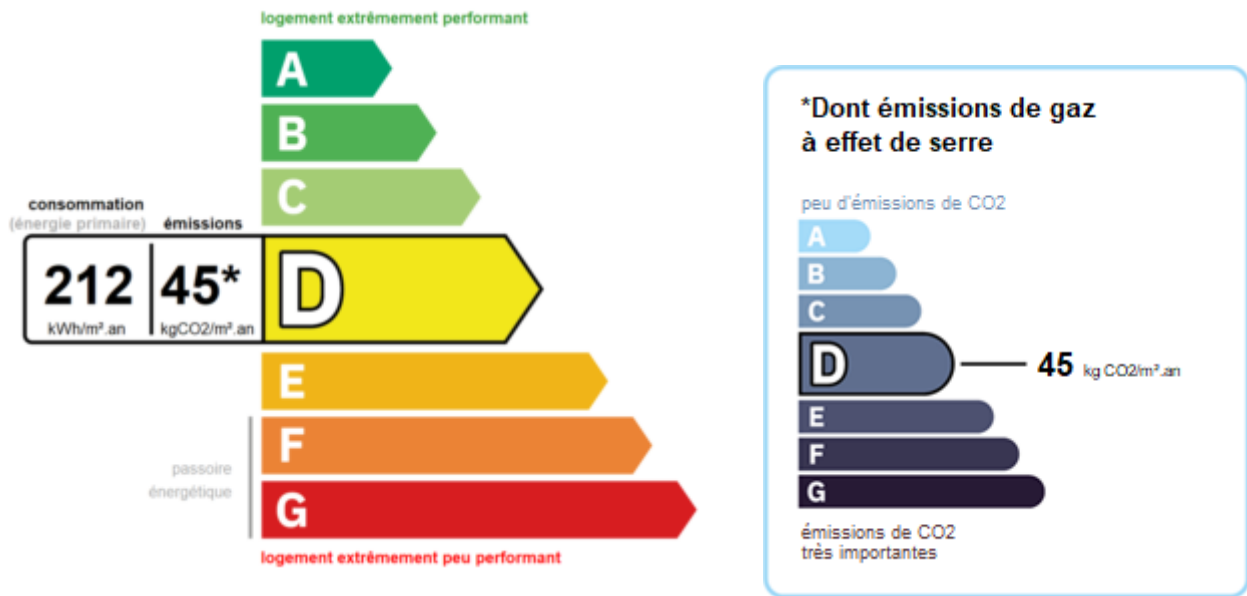
7.2 Consommations projetées selon le modèle de l'audit énergétique

Détails des consommations	Energie finale en kWh/an	Energie primaire en kWhEP/an/m ²	Dépense en €	Consommations Consommations en kWhEP/m ² de Shab
CHAUFFAGE Fioul domestique	4300,50	76,12	647,02	<p> ■ Chauffage (76) ■ Refroidissement (0,0) ■ ECS (36) ■ Eclairage (5,26) ■ Auxil.+Ventil. (5) </p>
REFROIDISSEMENT			0,00	
ECS Electricité	889,02	36,19	146,37	
ECLAIRAGE	129,27	5,26	20,43	
AUXILIAIRES	121,56	4,95	19,21	
VENTILATEURS			0,00	
AUTRES USAGES				
TOTAL	5 440,4	122,52	833,02	
ABONNEMENTS EDF			144,07	
ABONNEMENTS Autres			,0	
ENTRETIEN			150,0	
TOTAL DEPENSE ANNUEL			1 127,09	

Bilan Energétique	Bilan CO2
TOTAL MWhEP/an : 6,92	TOTAL (tonnes) : 1,468
TOTAL kWhEP/m ² .an : 122,52	TOTAL (kg/m ²) : 25,98

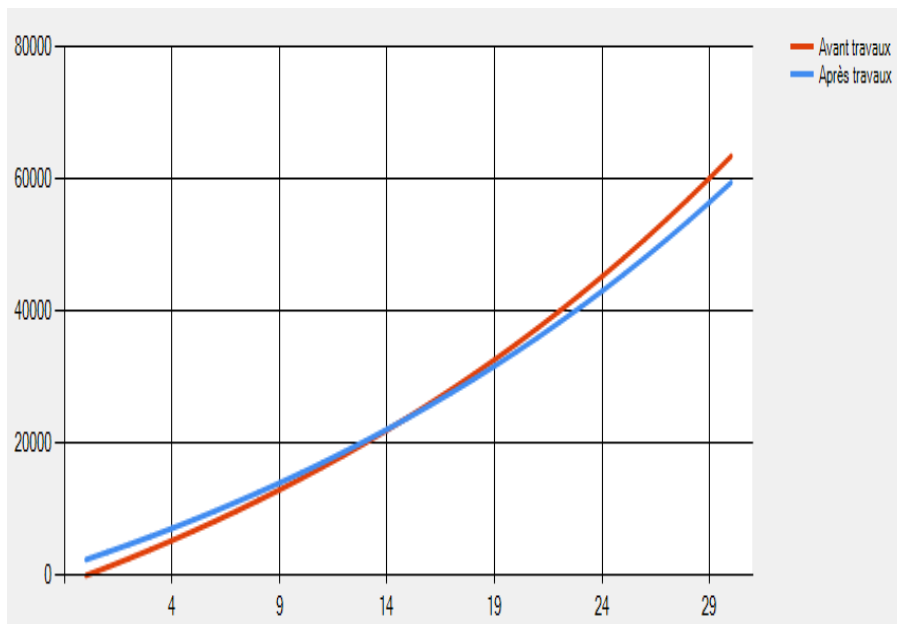


7.3 Etiquettes DPE



7.4 Finance

Investissement	: 2400 €	
MaPrimeRénov'	: 0 €	Au niveau Violet
Déduction CEE	: 480 €	fiche BAR-EN-101
Apport	: 1920 €, soit un temps de retour sur investissement net (aides déduites)	entre 12 et 13 ans



8. ISOLATION DE LA CLOISON SUR ACCÈS RDC

8.1 Descriptif de la modification

Mise en place d'une isolation de la cloison entre la cage d'escalier menant au RdC et le salon (avec des panneaux type Placomur Performance 120+10 R = 3,7 m².K/W, collé en plein pour éviter la création d'une lame d'air).




Le collage en plein des panneaux est préférable au collage par plots (évite la lame d'air derrière le panneau)

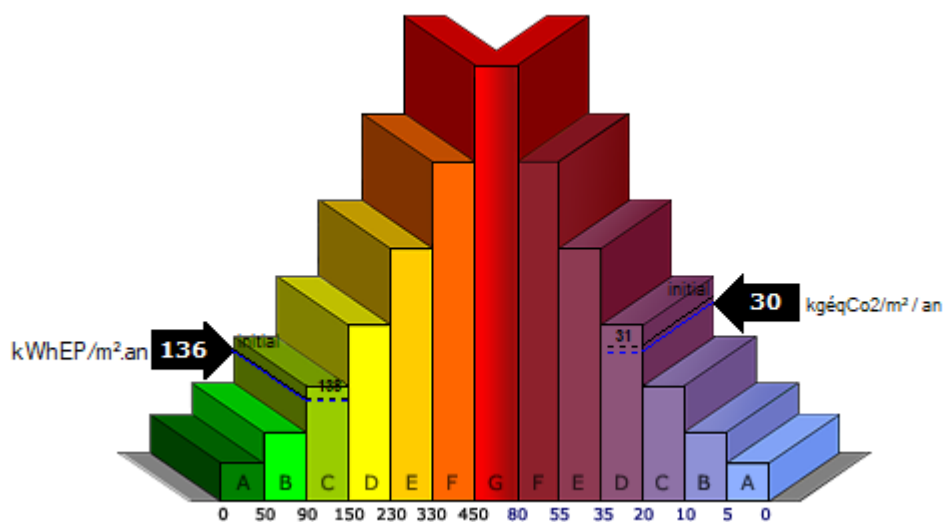
A partir d'une résistance thermique de 3,7 m².K/W, ces **travaux réalisés par une entreprise labélisée RGE sont éligibles aux aides financières à la rénovation énergétique** (MaPrimeRénov' selon conditions de ressources cumulables avec les Certificats d'Economie d'Énergie ou C2E).

Coût estimé : 8 m² à 80 €/m², soit 640 € TTC posée par une entreprise RGE

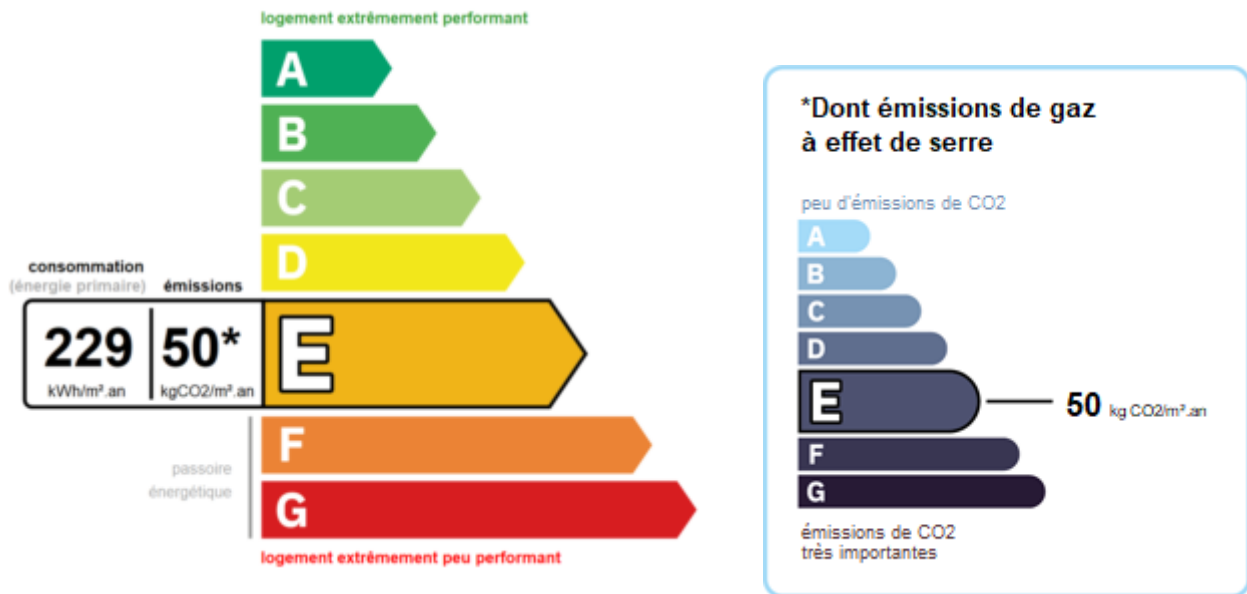
8.2 Consommations projetées selon le modèle de l'audit énergétique

Détails des consommations	Energie finale en kWh/an	Energie primaire en kWhEP/an/m ²	Dépense en €	Consommations Consommations en kWhEP/m ² de Shab
CHAUFFAGE Fioul domestique	5067,77	89,70	762,45	 <ul style="list-style-type: none"> ■ Chauffage (90) ■ Refroidissement (0,0) ■ ECS (36) ■ Eclairage (5,26) ■ Auxil.+Ventil. (5)
REFROIDISSEMENT			0,00	
ECS				
Electricité	889,02	36,19	146,37	
ECLAIRAGE	129,27	5,26	20,43	
AUXILIAIRES	123,12	5,01	19,45	
VENTILATEURS			0,00	
AUTRES USAGES				
TOTAL	6 209,2	136,16	948,7	
ABONNEMENTS EDF			144,07	
ABONNEMENTS Autres			,0	
ENTRETIEN			150,0	
TOTAL DEPENSE ANNUEL			1 242,77	

Bilan Energétique	Bilan CO2
TOTAL MWhEP/an : 7,69	TOTAL (tonnes) : 1,717
TOTAL kWhEP/m ² .an : 136,16	TOTAL (kg/m ²) : 30,38

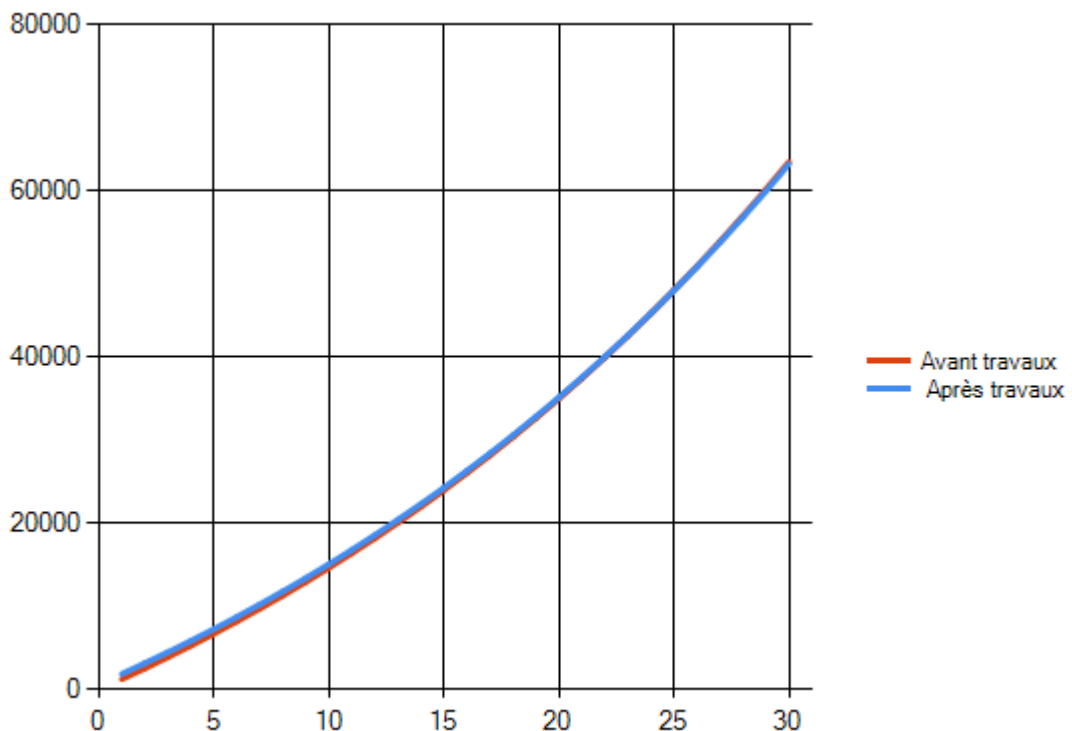


8.3 Etiquettes DPE



8.4 Finance

Investissement	: 640 €	
MaPrimeRénov'	: 0 €	mur intérieur
Déduction CEE	: 0 €	mur intérieur
Apport	: 640 €, soit un temps de retour sur investissement net (aides déduites)	entre 24 et 25 ans



9. ISOLATION DES MURS PAR L'EXTÉRIEUR (4 FAÇADES)

9.1 Descriptif de la modification

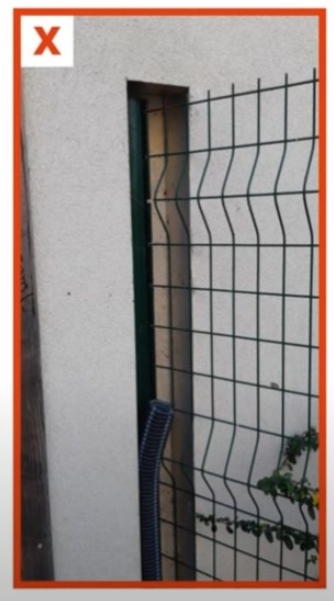
Isolation par l'extérieur des 4 façades avec 14 cm de polystyrène expansé ($R \geq 3,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$). Départ de l'isolation à minima au niveau des linteaux des menuiseries du RdC pour limiter le pont thermique avec le plancher bas. Mise en place de retour d'isolant au niveau du tableau des menuiseries (situées en applique intérieure).



Toute interruption de l'isolation par l'extérieur constitue un pont thermique. Si possible, et selon le budget du maître d'ouvrage, **il est recommandé de découper l'escalier extérieur** de la façade Sud-Ouest :



Désolidarisation de l'escalier portant avec suppression du ferrailage avant la mise en œuvre d'une ITE. Les aciers affleurants sont traités contre la corrosion. ©AQC



L'ITE des parties courantes ① est complétée par l'isolation des tableaux avec une épaisseur de 40 mm d'isolant ②. Cette solution a été possible, car les menuiseries existantes bénéficiaient de dormants suffisamment épais. ©AQC

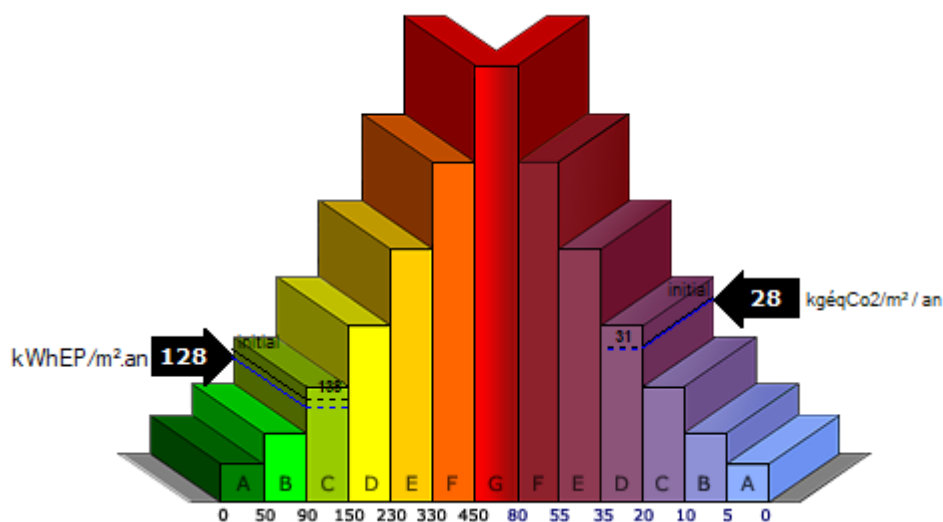
A partir d'une résistance thermique de 3,7 m².K/W, ces **travaux réalisés par une entreprise labélisée RGE sont éligibles aux aides financières à la rénovation énergétique** (MaPrimeRénov' selon conditions de ressources cumulables avec les Certificats d'Economie d'Énergie ou C2E).

Coût estimé : 100 m² à 160 € TTC/m², soit 16000 € TTC posée par une entreprise RGE

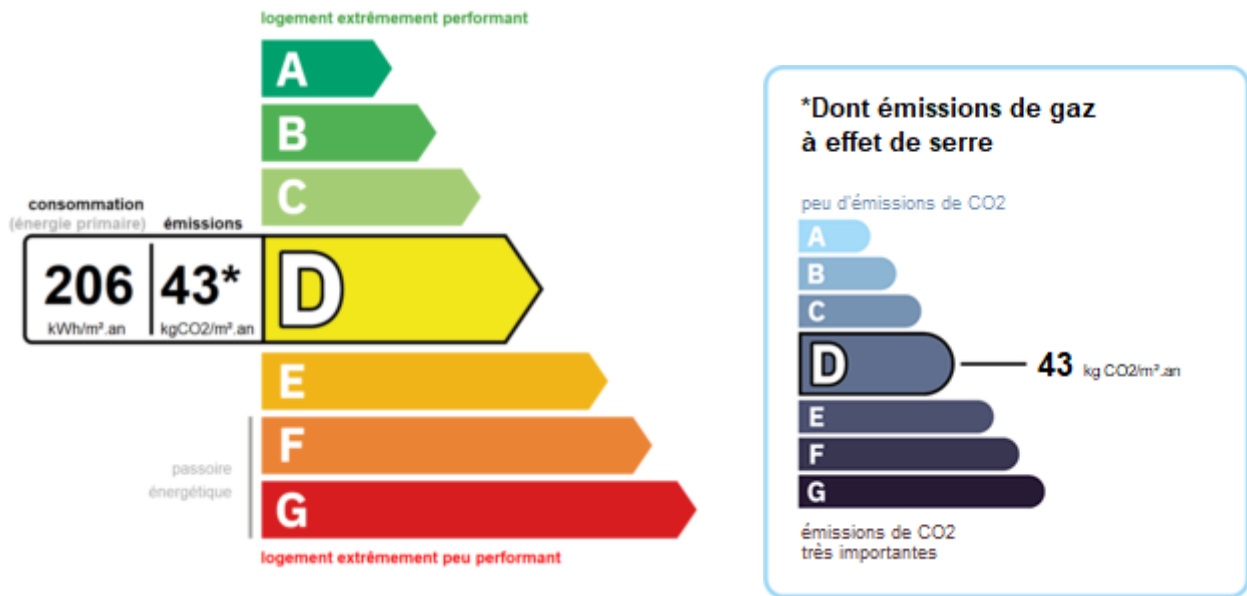
9.2 Consommations projetées selon le modèle de l'audit énergétique

Détails des consommations	Energie finale en kWh/an	Energie primaire en kWhEP/an/m ²	Dépense en €	Consommations Consommations en kWhEP/m ² de Shab
CHAUFFAGE Fioul domestique	4624,50	81,85	695,76	<p> ■ Chauffage (82) ■ Refroidissement (0,0) ■ ECS (36) ■ Eclairage (5,26) ■ Auxil.+Ventil. (5) </p>
REFROIDISSEMENT			0,00	
ECS Electricité	889,02	36,19	146,37	
ECLAIRAGE	129,27	5,26	20,43	
AUXILIAIRES	122,22	4,98	19,31	
VENTILATEURS			0,00	
AUTRES USAGES				
TOTAL	5 765,0	128,28	881,87	
ABONNEMENTS EDF			144,07	
ABONNEMENTS Autres			,0	
ENTRETIEN			150,0	
TOTAL DEPENSE ANNUEL			1 175,94	

Bilan Energétique	Bilan CO2
TOTAL MWhEP/an : 7,25	TOTAL (tonnes) : 1,573
TOTAL kWhEP/m ² .an : 128,28	TOTAL (kg/m ²) : 27,84

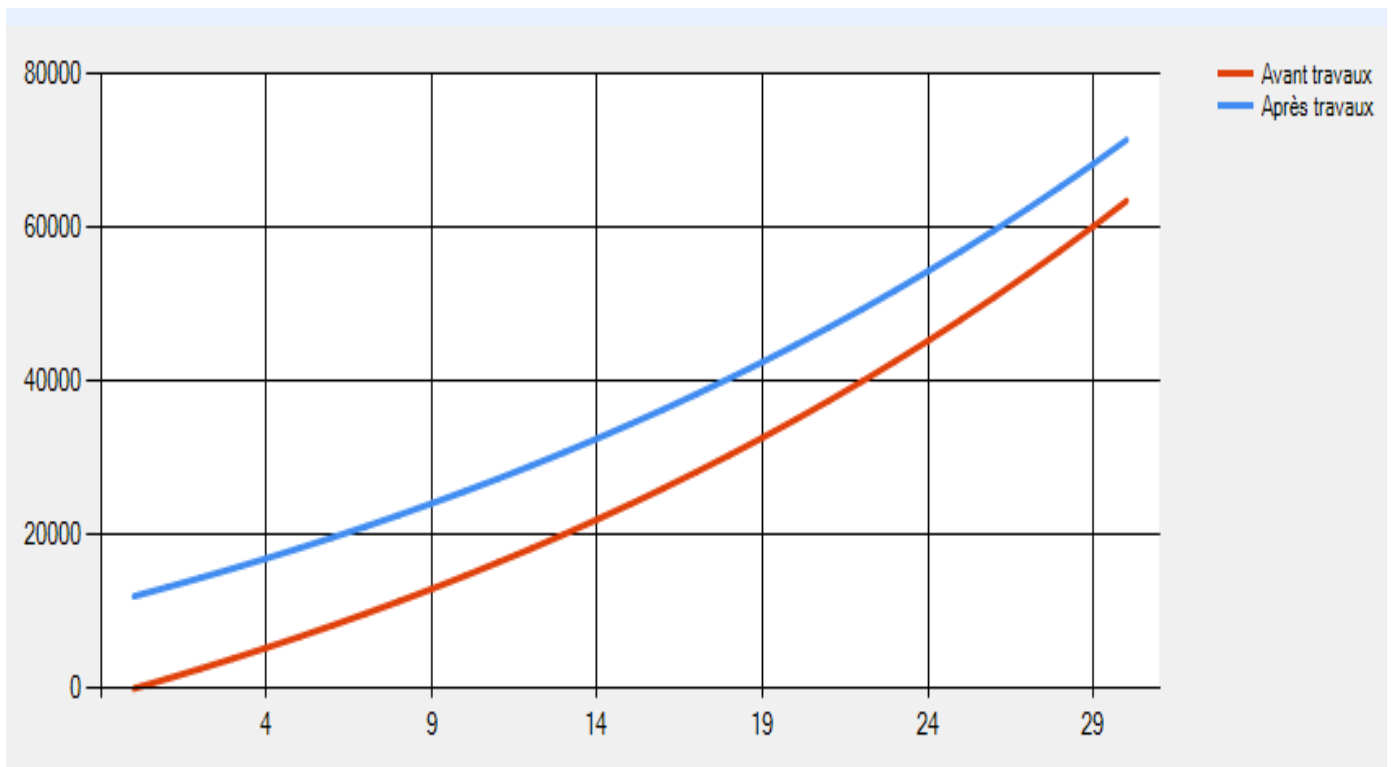


9.3 Etiquettes DPE



9.4 Finance

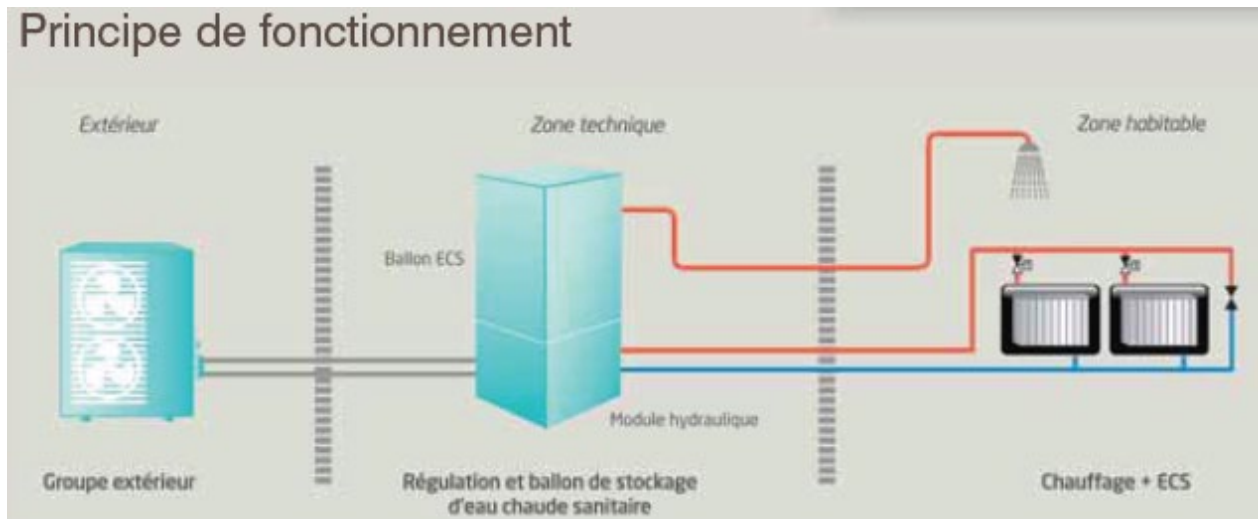
Investissement	: 16000 €	
MaPrimeRénov'	: 4000 €	40 €/m² au niveau Violet, limité à 100 m²
Déduction CEE	: 1800 €	fiche BAR-EN-102
Apport	: 10200 €, soit un temps de retour sur investissement net (aides déduites)	supérieur à 30 ans



10. REMPLACEMENT DE LA CHAUDIÈRE FIOUL PAR UNE PAC AIR/EAU

10.1 Descriptif de la modification

Une fois l'enveloppe bien isolée, remplacement de la chaudière fioul par une PAC Air/Eau Inverter moyenne température (60°C) type Altherma 3R 4 kW double service (avec production d'eau chaude dans un ballon d'accumulation de 180 l) fonctionnant au R32. Les radiateurs en place pourront être conservés pour fonctionner à moyenne température (delta T de 30°C) afin de favoriser le rendement de la PAC. Calorifugeage du réseau de chauffage non isolé en classe 3. Une sonde de température extérieure permettra de moduler la température de départ de l'eau dans le circuit de chauffage (loi d'eau). Un désembouage des radiateurs et du réseau de chauffage sera effectué. Des vannes thermostatiques neuves équiperont tous les radiateurs et un programmeur permettra de mettre en place un réduct de température la nuit et en cas d'absence.



Conseils :


- ✓ Adaptée la puissance de la PAC au besoin de chauffage de l'enveloppe après les travaux d'isolation (4 kW pour le scenarii n°1 et n°2).
- ✓ Installation d'une PAC air/eau moyenne température pouvant fournir une eau chaude à 60°C jusqu'à une température extérieure de -15°C pour la production du chauffage et de l'eau chaude sanitaire.
- ✓ Technologie Inverter pour augmenter la durée des cycles de fonctionnement et la longévité de la pompe à chaleur.
- ✓ Utilisation de réfrigérant R32 (au lieu de R410) pour une réduction de l'empreinte carbone par 2,5 (à charge équivalente) grâce au potentiel de réchauffement Planétaire plus faible.
- ✓ Résistance électrique d'appoint étagée de 3-6 kW pour les épisodes très froids.
- ✓ Installation d'un thermostat d'ambiance programmable et d'une sonde de température extérieure pour gérer une loi d'eau.
- ✓ Les radiateurs devront être dimensionnés pour fonctionner à moyenne température (delta T de 30°C, soit un départ d'eau de max 55°C) afin de favoriser le rendement de la PAC. Une fois l'enveloppe bien isolée, les radiateurs actuels seront adaptés.
- ✓ Désembouage du circuit des radiateurs avant installation de la PAC.

Un **entretien régulier de la PAC** (obligatoire au moins 1 fois tous les 2 ans) est à prévoir pour maintenir les performances de l'appareil.

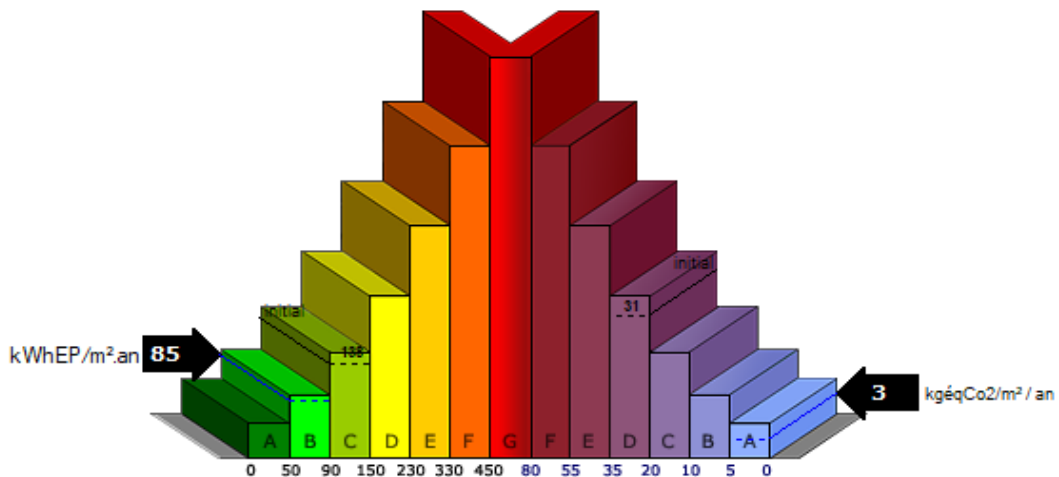
Ces **travaux réalisés par une entreprise labélisée RGE sont éligibles aux aides financières à la rénovation énergétique** (MaPrimeRénov' selon conditions de ressources cumulables avec les Certificats d'Economie d'Énergie ou C2E).

Coût de l'installation : environ 14.000 TTC réalisée par une entreprise RGE.

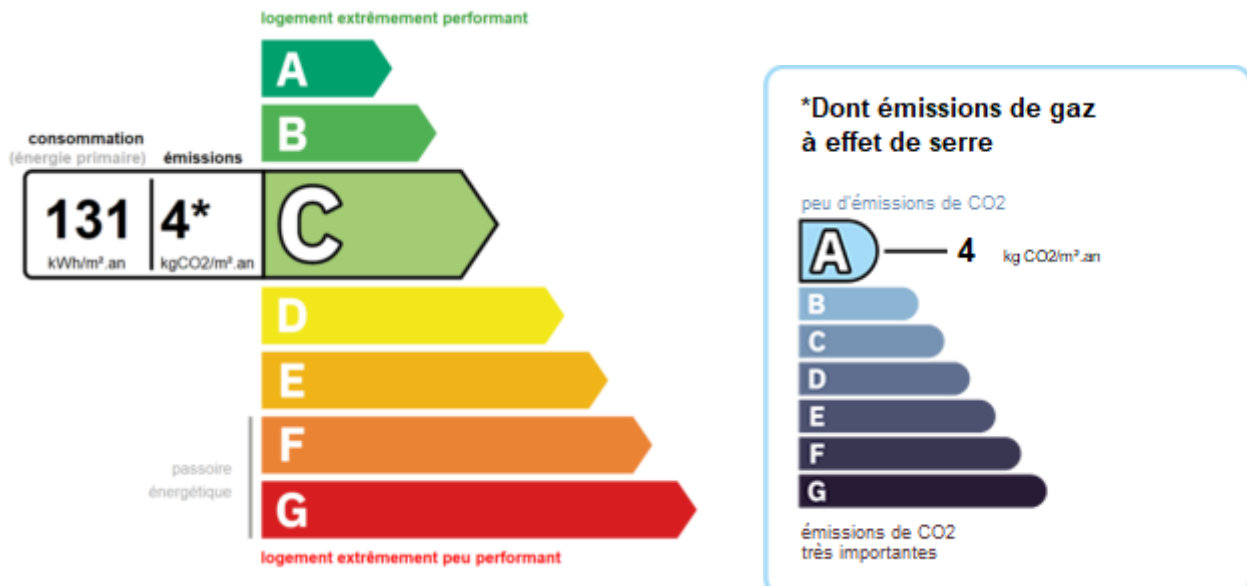
10.2 Consommations projetées selon le modèle de l'audit énergétique

Détails des consommations	Energie finale en kWh/an	Energie primaire en kWhEP/an/m²	Dépense en €	Consommations Consommations en kWhEP/m² de Shab	
CHAUFFAGE	1502,81	61,18	224,40	 <ul style="list-style-type: none"> ■ Chauffage (61) ■ Refroidissement (0,0) ■ ECS (14) ■ Eclairage (5,26) ■ Auxil.+Ventil. (5) 	
REFROIDISSEMENT ECS			0,00		
	Electricité	352,78	14,36		52,68
ECLAIRAGE	129,27	5,26	19,30		
AUXILIAIRES	112,90	4,60	16,86		
VENTILATEURS			0,00		
AUTRES USAGES					
TOTAL	2 097,8	85,4	313,23		
ABONNEMENTS EDF			107,64		
ABONNEMENTS Autres			,0		
ENTRETIEN			150,0		
TOTAL DEPENSE ANNUEL			570,87		

Bilan Energétique	Bilan CO2
TOTAL MWhEP/an : 4,82	TOTAL (tonnes) : ,158
TOTAL kWhEP/m².an : 85,4	TOTAL (kg/m²) : 2,79



10.3 Etiquettes DPE



10.4 Finance

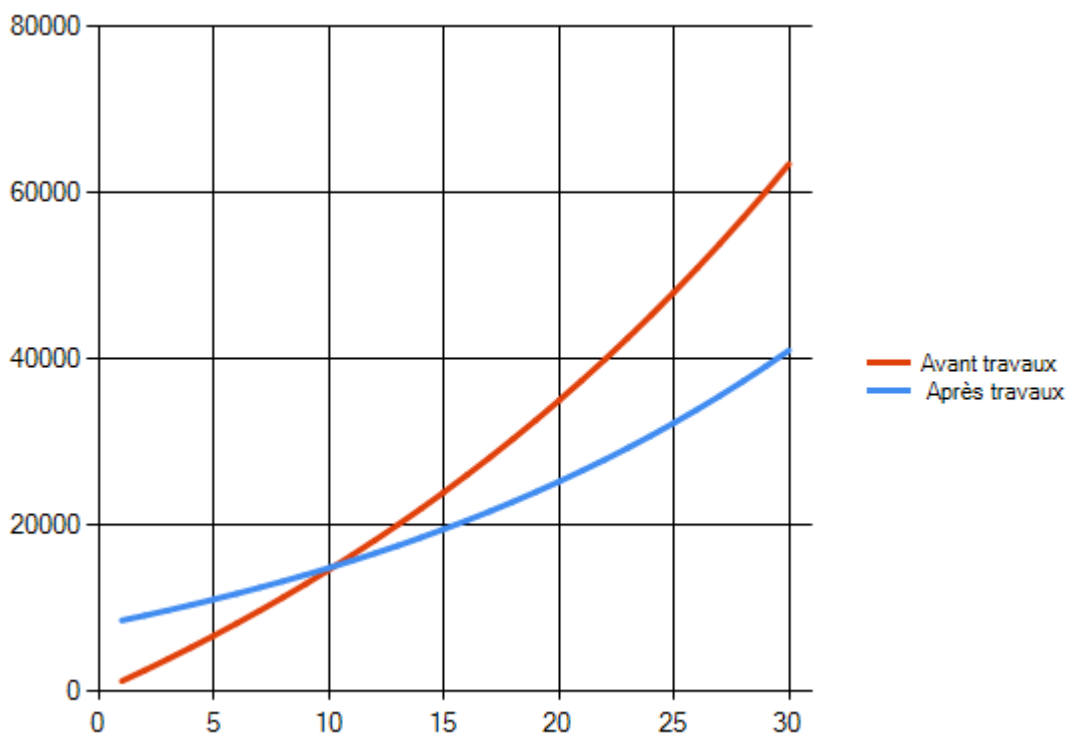
Investissement	: 14000 €	
MaPrimeRénov'	: 2000 €	Au niveau Violet
Déduction CEE	: 4000 €	fiche BAR-TH-104 + Coup de boost « fioul »

Le "Coup de boost Fioul"

A compter du 29 octobre 2022 (date de signature du devis), les signataires de la charte Coup de pouce "Chauffage" peuvent s'engager sur des **montants minimaux de primes plus élevés, dès lors que l'équipement installé vient en remplacement d'une chaudière fonctionnant au fioul**. Ces offres concernent les **opérations engagées jusqu'au 30 juin 2023 et achevées au plus tard le 31 décembre 2023**.

	Chaudière biomasse performante	Pompe à chaleur air/eau ou eau/eau	Système solaire combiné	Pompe à chaleur hybride	Raccordement d'une maison individuelle à un réseau de chaleur EnR&R*
Prime pour les ménages modestes	5000 €	5000 €	5000 €	5000 €	1000 €
Prime pour les autres ménages	4000 €	4000 €	4000 €	4000 €	900 €

Apport : 8000 €, soit un temps de retour sur investissement net (aides déduites) **entre 10 et 11 ans**



11. SCENARIO N°1 : CUMUL DES PRÉCONISATIONS N°1+2+3+4+6

11.1 Descriptif de la modification

Scenario n°1 = cumul des préconisations :

1 - Installation d'une VMC hygroréglable de type B basse consommation (type Aldes Easy Home Premium micro-watt) avec des entrées d'air murales acoustiques type Aldes EHT 6-44 (2 dans le salon et 1 dans la chambre) et des bouches d'extraction hygroréglables dans la cuisine et la salle d'eau avec WC. Mise en place de gaines semi-rigides PEHD (isolées dans le volume non chauffé) pour limiter les pertes de charge et permettre le nettoyage du réseau. Les portes intérieures devront être détalonnées de min 1 cm pour permettre un renouvellement d'air par balayage. Réalisation recommandée d'un test d'étanchéité à l'air de l'enveloppe avec recherche de fuites visant un taux de fuite (Q4PaSurf) max de 1,2 m3/m².h (niveau BBC rénovation) après mise en place de joints sur la porte d'accès au RdC.

2 - Isolation du plancher bas en sous face (surface concernée : pièce non isolée et endroits sans isolant, soit 16 m²) avec des panneaux de laine de roche (type Rockwool 305.654) de 102 mm d'épaisseur mini pour une résistance thermique de 3 m².K/W. Les points lumineux ainsi que les gaines électriques devront être déposées afin de permettre une installation des panneaux en sous-face sans pont thermique. Des retombées d'isolant devront être installées pour limiter les ponts thermiques autour de la poutre (sur ses 3 faces) et des murs extérieurs.

3 - Après dépose de l'isolant existant, isolation de la dalle en béton par-dessus avec 30 cm de laine de verre gr40 en rouleaux (R = 7,5 m².K/W). L'éventuel papier kraft sera posé côté chaud. Les lés seront jointifs bord à bord pour éviter les ponts thermiques. Isolation de la trappe d'accès et renforcement de son étanchéité à l'air (pose de joints périphériques).

4 - Mise en place d'une isolation de la cloison entre la cage d'escalier menant au RdC et le salon (type panneaux Placomur Performance 120+10 R = 3,7 m².K/W collé en plein pour éviter la création d'une lame d'air).

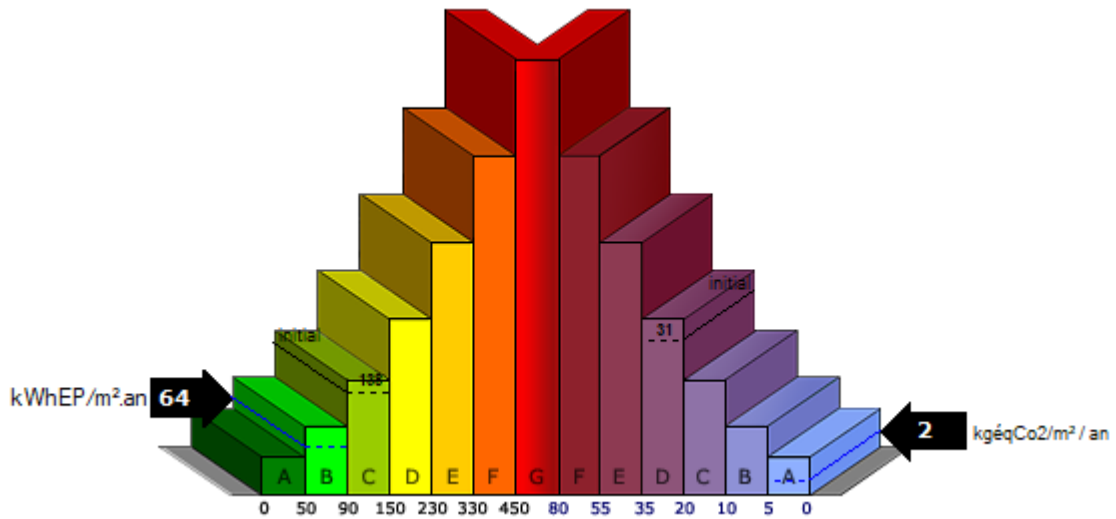
6 - Une fois l'enveloppe bien isolée, remplacement de la chaudière fioul par une PAC Air/Eau Inverter moyenne température (60°C) type Altherma 3R 4 kW double service (avec production d'eau chaude dans un ballon d'accumulation de 180 l). Les radiateurs en place pourront être conservés pour fonctionner à moyenne température (delta T de 30°C) afin de favoriser le rendement de la PAC. Calorifugeage du réseau de chauffage en classe 3. Une sonde de température extérieure permettra de moduler la température de départ de l'eau dans le circuit de chauffage (loi d'eau). Un débouage des radiateurs et du réseau de chauffage sera effectué. Des vannes thermostatiques neuves équiperont tous les radiateurs et un programmateur permettra de mettre en place un réduct de température la nuit et en cas d'absence.

11.2 Caractéristiques thermiques

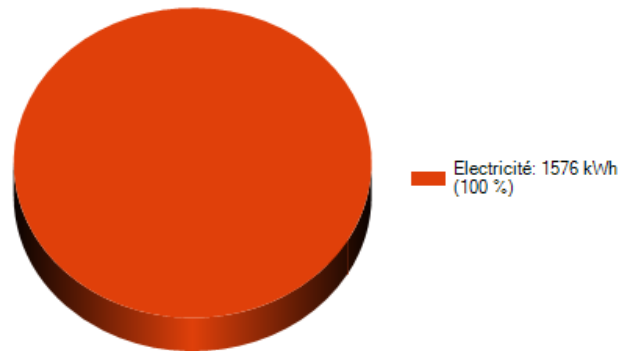
Consommations en kWh EF par m² de surface habitable (méthode mensuelle)

Détails des consommations	Energie finale en kWh/an	Energie primaire en kWhEP/an/m²	Dépense en €	Consommations Consommations en kWhEP/m² de Shab	
CHAUFFAGE	Electricité 893,78	36,38	133,46	<ul style="list-style-type: none"> ■ Chauffage (36) ■ Refroidissement (0,0) ■ ECS (14) ■ Eclairage (5,26) ■ Auxil.+Ventil. (9) 	
REFROIDISSEMENT					0,00
ECS					
	Electricité	352,78	14,36		52,68
ECLAIRAGE	129,27	5,26	19,30		
AUXILIAIRES	112,90	4,60	16,86		
VENTILATEURS	87,60	3,57	13,08		
AUTRES USAGES					
TOTAL	1 576,3	64,17	235,38		
ABONNEMENTS EDF			107,64		
ABONNEMENTS Autres			,0		
ENTRETIEN			150,0		
TOTAL DEPENSE ANNUEL			493,01		

Bilan Energétique	Bilan CO2
TOTAL MWhEP/an : 3,63	TOTAL (tonnes) : ,115
TOTAL kWhEP/m².an : 64,17	TOTAL (kg/m²) : 2,04

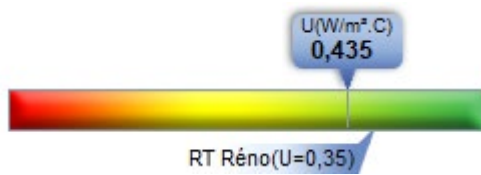


Répartition des consommations par énergie

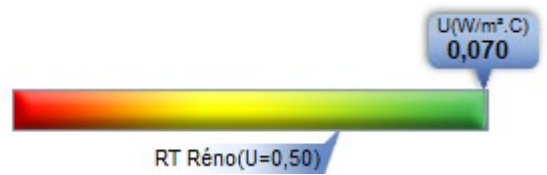


Indicateurs de performance

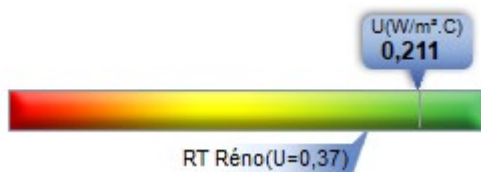
Mur(s) extérieur(s)



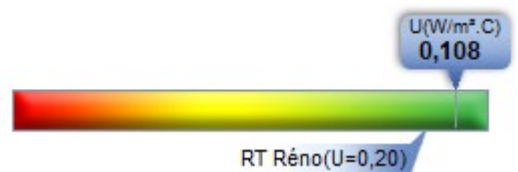
Mur(s) intérieur(s)



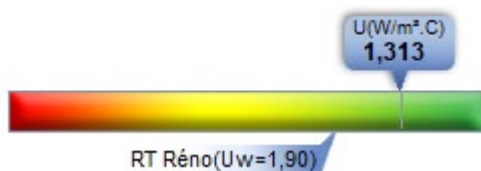
Plancher(s)



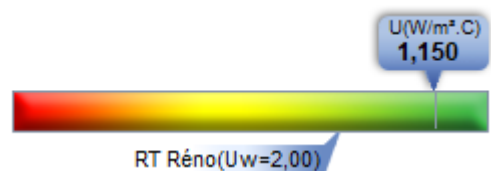
Plafond(s)



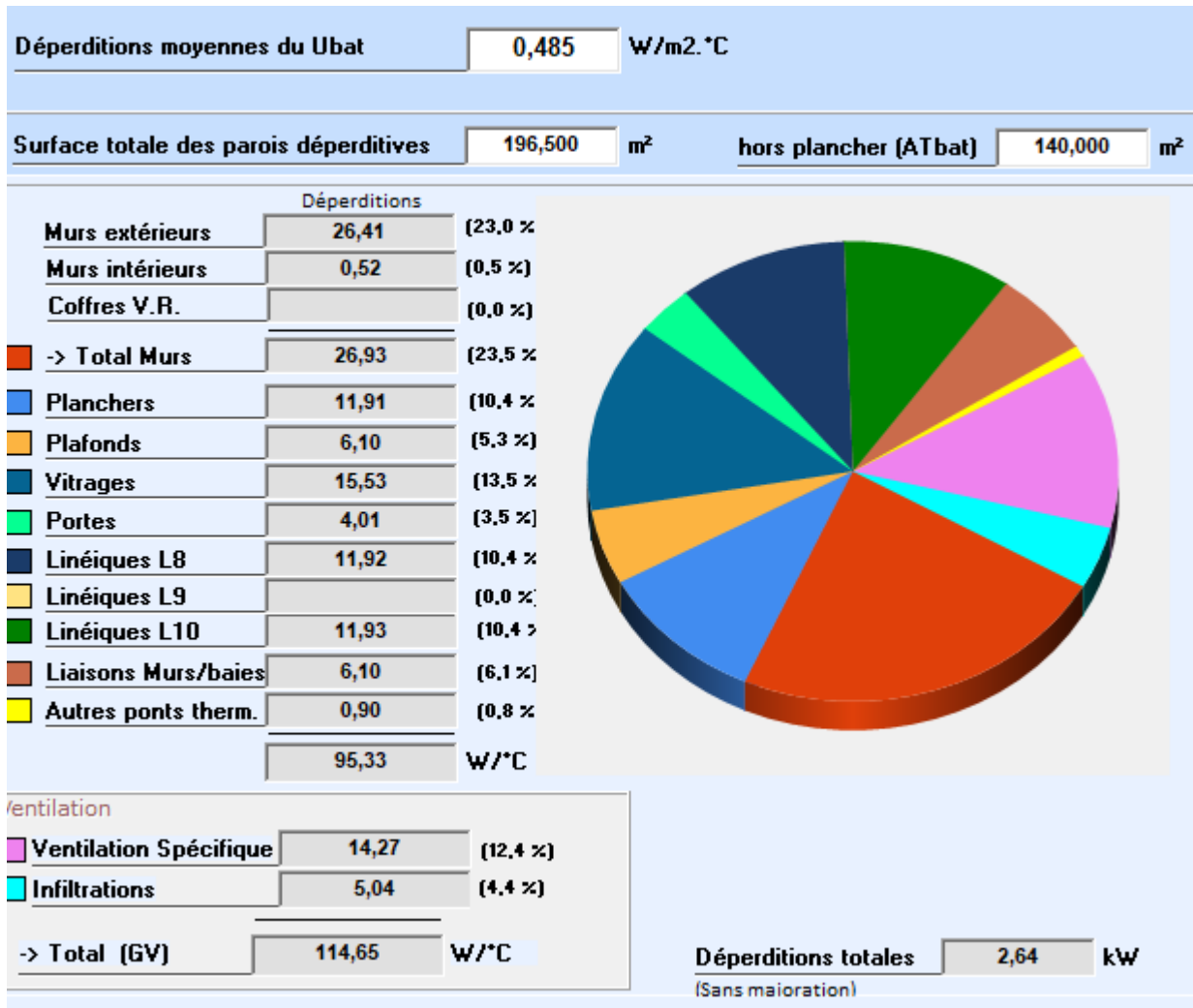
Vitrage(s)



Porte(s)



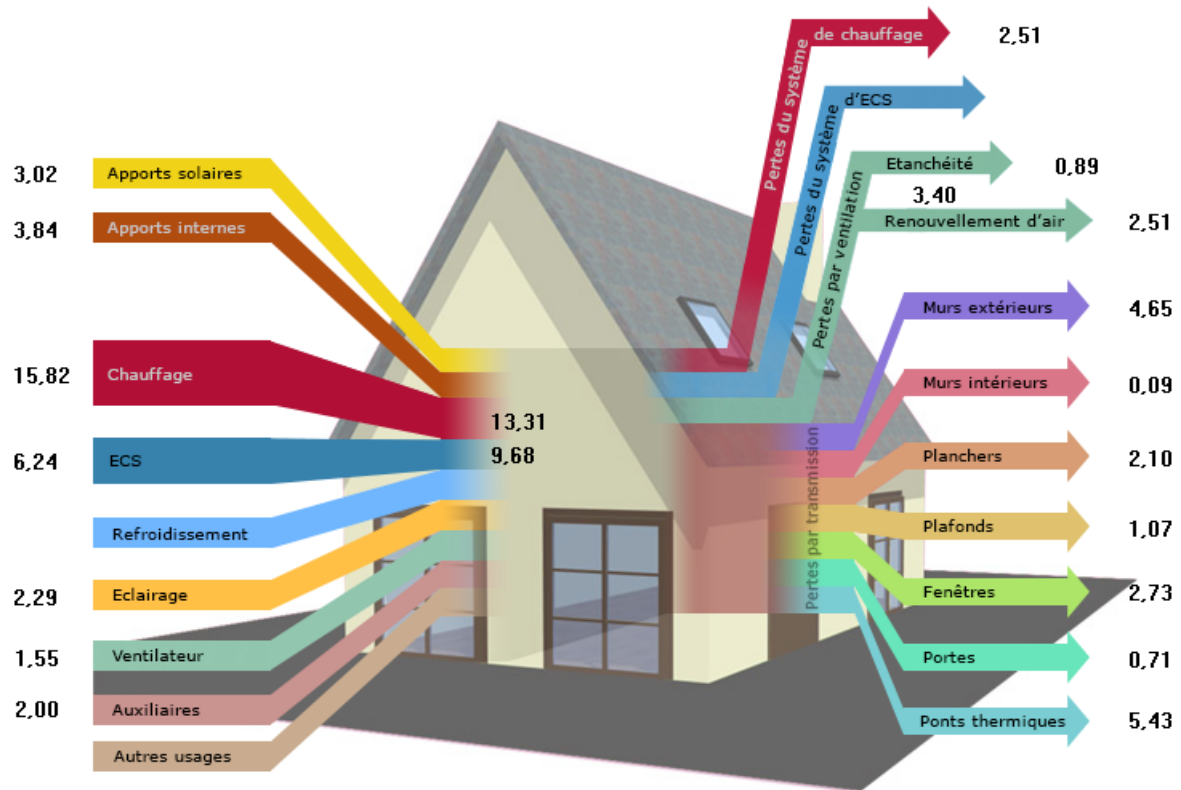
Scenario n° 1 : CALCUL du COEFFICIENT UBAT



COEFFICIENT UBAT = 0,49 W/m².K (soit -35% par rapport actuel)

Puissance nécessaire de chauffage : 2,6 kW calculée par -4°C de température extérieure, sans puissance de relance **(soit -33% par rapport actuel)**.

11.3 Diagramme de flux



MAISON - SCENARIO N°1 : CUMUL DES PRÉCONISATIONS N°1+2+3+4+6

11.4 Etiquettes DPE



11.5 ECO-PRET à TAUX ZERO

COMBINAISONS D'ACTION D'AMÉLIORATION DE LA PERFORMANCE ÉNERGETIQUE

- isolation des plafonds (Si R isolant > 6 m².°K/W en combles perdus ou R isolant > 4.5 m².°K/W en rampants ou R isolant > 3 m².°K/W en terrasse)
- l'isolation des parois extérieures ne porte pas sur 50% de la surface

Nombre de travaux conforme

1

TRAVAUX D'ÉCONOMIES D'ÉNERGIE PERMETTANT D'ATTEINDRE UNE PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE GLOBALE MINIMALE

Désignation	Valeur
Zone climatique	H2A
Altitude	25,00 m

Cep initial = 449 kWh/m²

Cep projet = 153 kWh/m²

<=

331 kWh/m²

Gain = 66 %

>

35 %



Projet pouvant bénéficier d'un ECO-Prêt à taux zéro d'une valeur maxi de 50000 Euros

Calcul effectué en conformité avec le Titre II de l'arrêté de 30 mars 2009 relatif aux conditions d'application de dispositions concernant les avances remboursables sans intérêt destinées au financement de travaux de rénovation afin d'améliorer la performance des logements anciens.

Calculs réalisés avec la méthode Th-C-E ex (V1.0.3 du 05/02/09)

11.6 Finance

Investissement : 20840 €

MaPrimeRénov' : 7830 € Au niveau Violet, Forfait rénovation globale (10 k€) + atteinte BBC (1000 €) au niveau Violet, mais écrêtée à 60% des dépenses après déduction des CEE

Méthode 3CL 2021 - Moteur TRIBU V1_4_25.1

Aide MPrimeRénov' Rénovation globale - Performance énergétique 5 usages/Shab

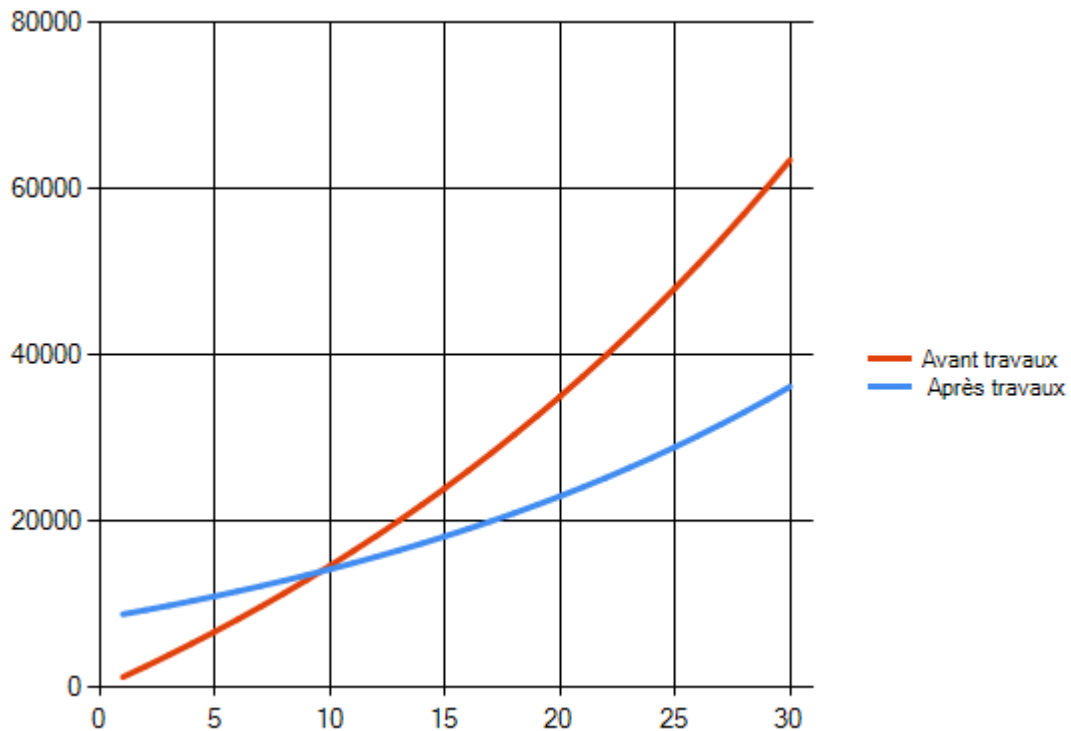
Cep initial = kWh/m2

Cep Projet = kWh/m2

$$\frac{(\text{Cep initial} - \text{Cep final})}{\text{Cep initial}} = \frac{61,92}{237,37} \geq 55\%$$
 ■

Déduction CEE : 4675 € Cumul des primes individuelles, plus intéressante que la fiche BAR-TH-164 (rénovation globale)

Apport : 8335 €, soit un temps de retour sur investissement net (aides déduites) **entre 9 et 10 ans**



CALCUL des CEE : BAR-TH-164 du scenario n°1

Performance énergétique 3 usages / Shab (Méthode THCEex)

	<u>Etat initial</u>	<u>Etat projeté</u>
Cep Chauffage	: 322,56 kWh/m ² /an	87,38 kWh/m ² /an
Cep ECS	: 126,59 kWh/m ² /an	65,51 kWh/m ² /an
Cep Refroidissement	: 0,00 kWh/m ² /an	0,00 kWh/m ² /an
	-----	-----
Cep	: 449,15 kWh/m ² /an	152,88 kWh/m ² /an
Etiquette Energie	: F	D
Cep annuelle	: 25376,97 kWh/an	8637,72 kWh/an
Cef	: 371,63 kWh/m ² /an	58,93 kWh/m ² /an
GES	: 107,70 kgeqGES/m ² /an	4,33 kgeqGES/m ² /an
Etiquette CO2	: G	A

Contrôle BAR-TH-164

Cep initial	: 449,15 kWh/m ² /an		
Cep projet	: 152,88 kWh/m ² /an <	331 kWhep/m ²	Conforme
Cep initial-Cep final			
-----	= 0,66	>= 0,35	Conforme
Cep initial			
Cep initial-Cep final			
-----	= 0,66	>= 0,55	Conforme
Cep initial			
CO2 final	: 4,33	<	CO2 initial : 107,70
			Conforme

"Coupe de pouce"

Cef initial annuelle	: 20997 kWh/an	
Cef projet annuelle	: 3330 kWh/an	
Ménage en situation de précarité ou grande précarité	: Non	
Cep projet	: 152,88 kWh/m ² /an >	110 kWhep/m ² /an
		Non conforme

CEE : 530027 kWh cumac

Economie : 17,67 MWh

Incitation financière minimale: 3533,51 Euros

12. SCENARIO N°2 = SCENARIO N°1 + PRÉCONISATION N°5

12.1 Descriptif de la modification

Scenario n°2 = scenario n°1 + préconisation n°5 :

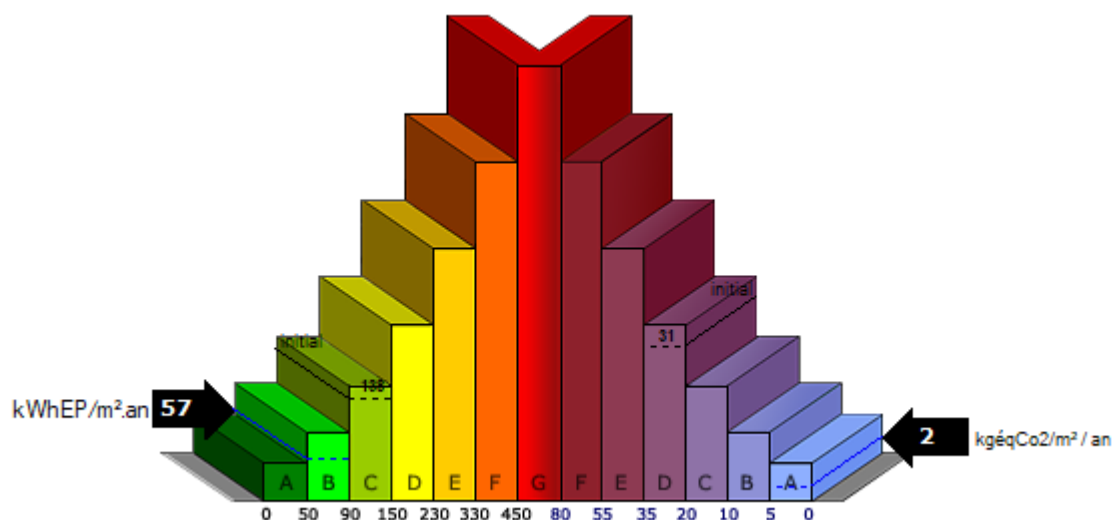
5 - Isolation par l'extérieur des 4 façades avec 14 cm de polystyrène expansé ($R \geq 3,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$). Départ de l'isolation à minima au niveau des linteaux des menuiseries du RdC pour limiter le pont thermique avec le plancher bas. Mise en place de retour d'isolant au niveau du tableau des menuiseries (situées en applique intérieure).

12.2 Caractéristiques thermiques

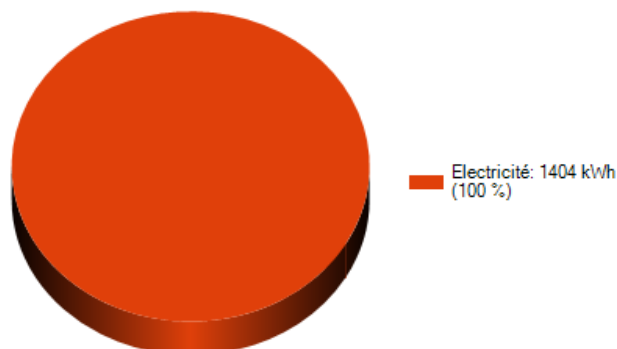
Consommations en kWh EF par m² de surface habitable (méthode mensuelle)

Détails des consommations	Energie finale en kWh/an	Energie primaire en kWhEP/an/m ²	Dépense en €	Consommations Consommations en kWhEP/m ² de Shab
CHAUFFAGE	721,82	29,38	107,78	<ul style="list-style-type: none"> ■ Chauffage (29) ■ Refroidissement (0,0) ■ ECS (14) ■ Eclairage (5,26) ■ Auxil.+Ventil. (9)
REFROIDISSEMENT			0,00	
ECS	352,78	14,36	52,68	
Electricité				
ECLAIRAGE	129,27	5,26	19,30	
AUXILIAIRES	112,90	4,60	16,86	
VENTILATEURS	87,60	3,57	13,08	
AUTRES USAGES				
TOTAL	1 404,4	57,17	209,7	
ABONNEMENTS EDF			107,64	
ABONNEMENTS Autres			,0	
ENTRETIEN			150,0	
TOTAL DEPENSE ANNUEL			467,34	

Bilan Energétique	Bilan CO2
TOTAL MWhEP/an : 3,23	TOTAL (tonnes) : ,102
TOTAL kWhEP/m ² .an : 57,17	TOTAL (kg/m ²) : 1,8

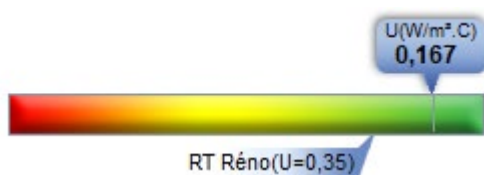


Répartition des consommations par énergie

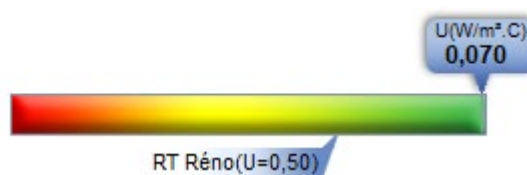


Indicateurs de performance

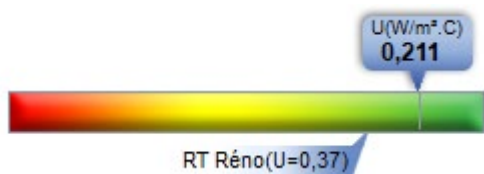
Mur(s) extérieur(s)



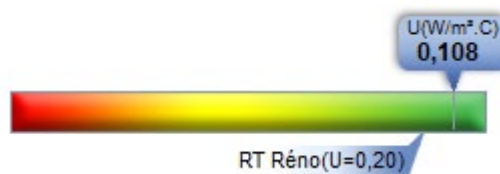
Mur(s) intérieur(s)



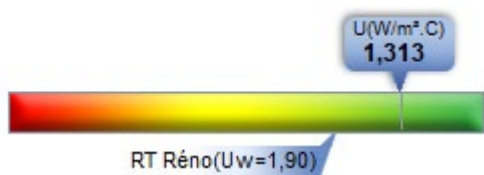
Plancher(s)



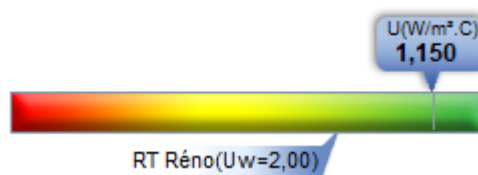
Plafond(s)



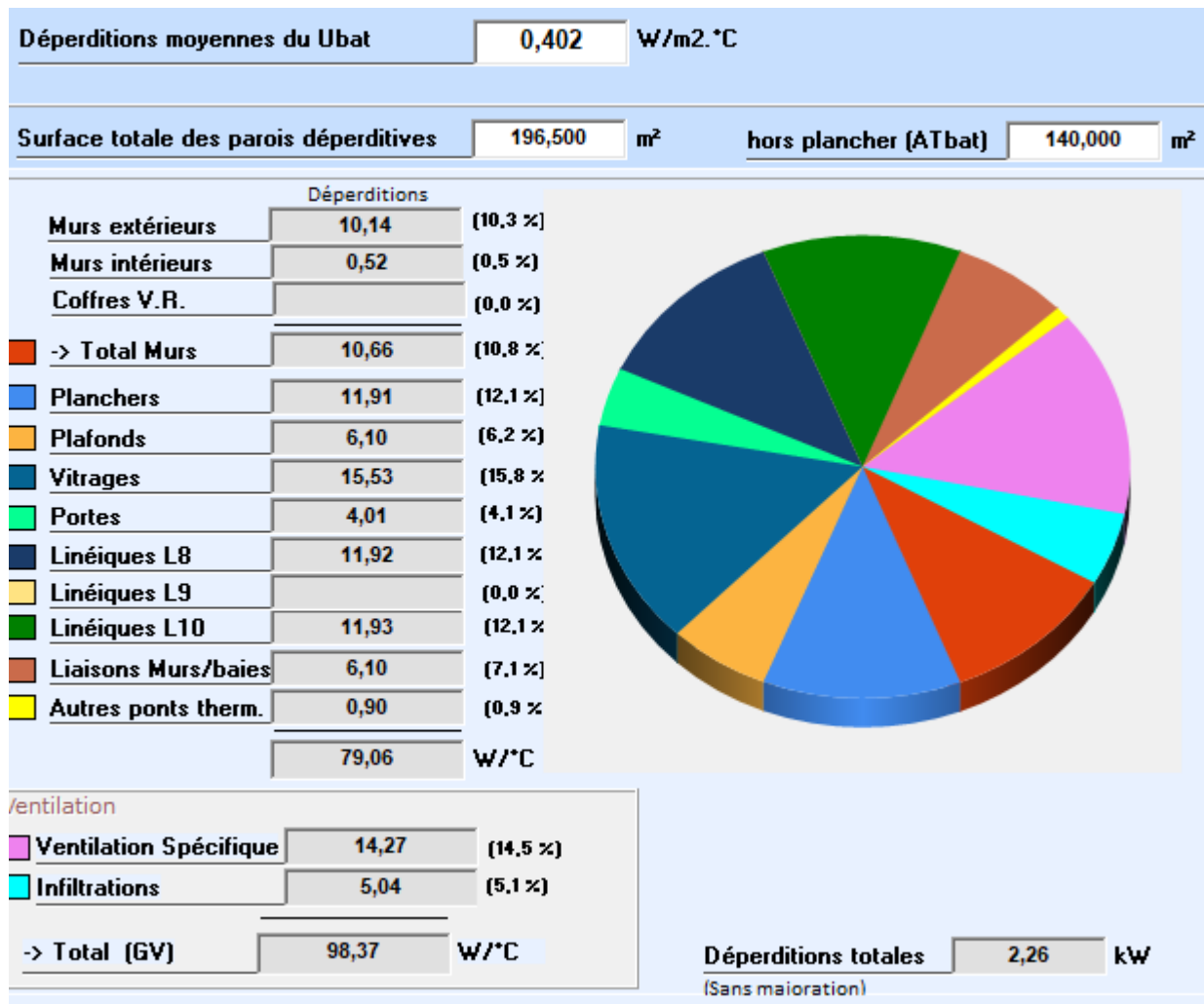
Vitrage(s)



Porte(s)



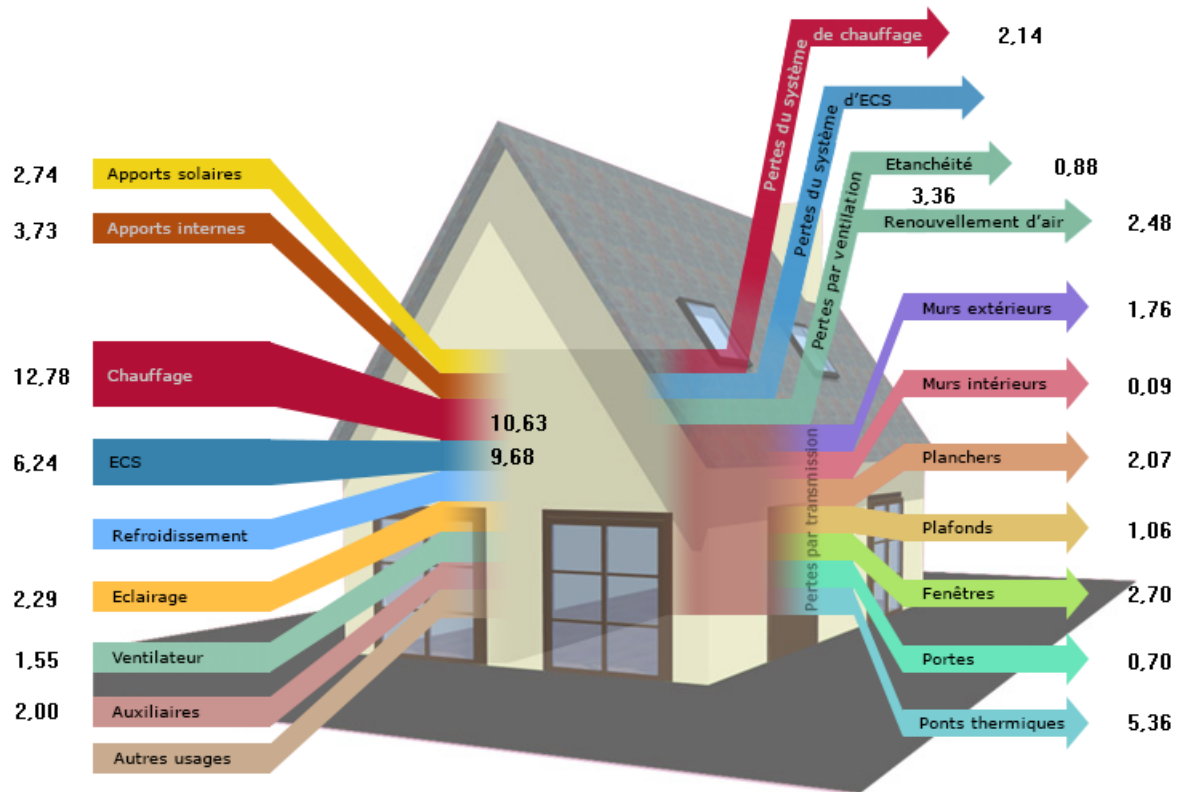
Scenario n° 2 : CALCUL du COEFFICIENT UBAT



COEFFICIENT UBAT = 0,40 W/m².K (soit -18% par rapport au scenario n°1)

Puissance nécessaire de chauffage : 2,3 kW calculée par -4°C de température extérieure, sans puissance de relance (soit -11% par rapport au scenario n°1).

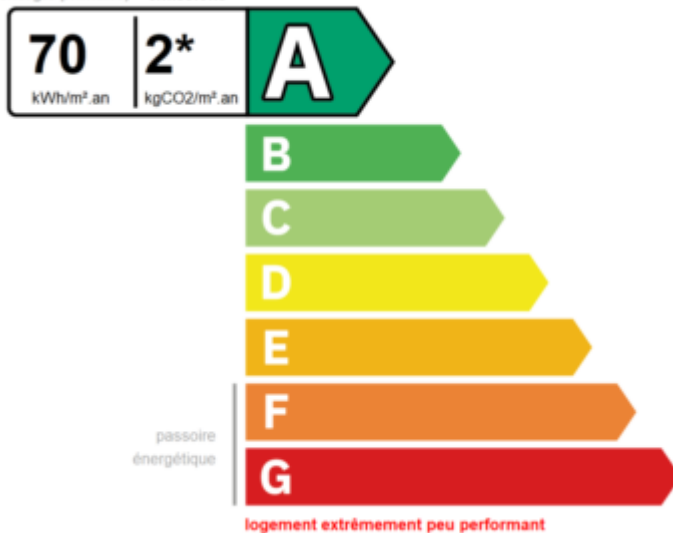
12.3 Diagramme de flux



MAISON - SCENARIO N°2 = SCENARIO N°1 + PRÉCONISATION N°5

12.4 Etiquettes DPE

consommation (énergie primaire) émissions logement extrêmement performant



*Dont émissions de gaz à effet de serre

peu d'émissions de CO2

A — 2 kg CO2/m².an



émissions de CO2 très importantes

12.5 ECO-PRET à TAUX ZERO

COMBINAISONS D' ACTIONS D' AMELIORATION DE LA PERFORMANCE ENERGETIQUE

- isolation des plafonds (Si R isolant > 6 m².°K/W en combles perdus ou R isolant > 4.5 m².°K/W en rampants ou R isolant > 3 m².°K/W en terrasse)
- isolation des parois extérieures (Si R isolant > 3.7 m².°K/W)

Nombre de travaux conforme

2

TRAVAUX D'ÉCONOMIES D'ÉNERGIE PERMETTANT D'ATTEINDRE UNE PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE GLOBALE MINIMALE

Désignation	Valeur
Zone climatique	H2A
Altitude	25,00 m

Cep initial = 449 kWh/m²

Cep projet = 138 kWh/m²

<=

331 kWh/m²

Gain = 69 %

>

35 %



Projet pouvant bénéficier d'un ECO-Prêt à taux zéro d'une valeur maxi de 50000 Euros

Calcul effectué en conformité avec le Titre II de l'arrêté de 30 mars 2009 relatif aux conditions d'application de dispositions concernant les avances remboursables sans intérêt destinées au financement de travaux de rénovation afin d'améliorer la performance des logements anciens.

Calculs réalisés avec la méthode Th-C-E ex (V1.0.3 du 05/02/09)

12.6 Finance

Investissement : 36840 €
 MaPrimeRénov' : 11000 € Au niveau Violet, Forfait rénovation globale (10 k€) +
 atteinte BBC (1000 €) au niveau Violet, sans écrêtage

Méthode 3CL 2021 - Moteur TRIBU V1_4_25.1

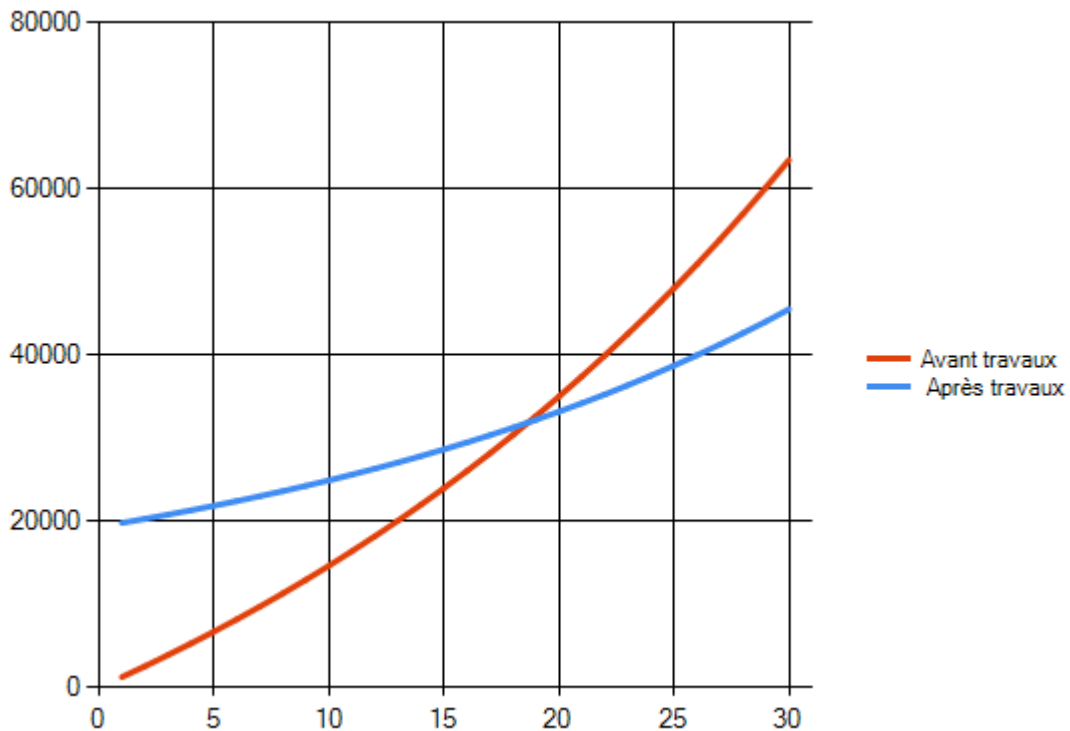
Aide MAPrimeRénov' Rénovation globale - Performance énergétique 5 usages/Shab

Cep initial = kWh/m2
 Cep Projet = kWh/m2

$$\frac{(\text{Cep initial} - \text{Cep final})}{\text{Cep initial}} = \frac{70,70}{237,37} \geq 55\%$$
 ■

Déduction CEE : 6475 € Cumul des primes individuelles, plus intéressante que la
 fiche BAR-TH-164 (rénovation globale)

Apport : 19365 €, soit un temps de retour sur investissement net (aides
 déduites) **entre 18 et 19 ans**



CALCUL des CEE : BAR-TH-164 du scenario n°2

Performance énergétique 3 usages / Shab (Méthode THCEex)

	<u>Etat initial</u>	<u>Etat projeté</u>
Cep Chauffage	: 322,56 kWh/m ² /an	72,39 kWh/m ² /an
Cep ECS	: 126,59 kWh/m ² /an	65,51 kWh/m ² /an
Cep Refroidissement	: 0,00 kWh/m ² /an	0,00 kWh/m ² /an
	-----	-----
Cep	: 449,15 kWh/m ² /an	137,89 kWh/m ² /an
Etiquette Energie	: F	C
Cep annuelle	: 25376,97 kWh/an	7790,79 kWh/an
Cef	: 371,63 kWh/m ² /an	53,12 kWh/m ² /an
GES	: 107,70 kgeqGES/m ² /an	3,87 kgeqGES/m ² /an
Etiquette CO2	: G	A

Contrôle BAR-TH-164

Cep initial	: 449,15 kWh/m ² /an		
Cep projet	: 137,89 kWh/m ² /an <	331 kWhep/m ²	Conforme
Cep initial-Cep final			
-----	= 0,69	>=	0,35
Cep initial			Conforme
Cep initial-Cep final			
-----	= 0,69	>=	0,55
Cep initial			Conforme
CO2 final	: 3,87	<	CO2 initial : 107,70
			Conforme

"Coupe de pouce"

Cef initial annuelle	: 20997 kWh/an
Cef projet annuelle	: 3001 kWh/an

Ménage en situation de précarité ou grande précarité : Non

Cep projet : 137,89 kWh/m²/an > 110 kWhep/m²/an **Non conforme**

CEE : 539875 kWh cumac

Economie : 18,00 MWh

Incitation financière minimale: 3599,16 Euros

13. Documents annexes

13.1 Aides financières et subventions

A partir du 1^{er} janvier 2021, le **crédit d'impôt pour la transition énergétique** (en abrégé CITE) a été remplacé par le dispositif **MaPrimeRénov'**, modulable selon :

- Les ressources des ménages (propriétaires occupants ou bailleurs).
- L'emplacement du bien immobilier à rénover (Ile de France ou reste de la France),
- Les travaux de rénovation envisagés.

NOMBRE DE PERSONNES COMPOSANT LE MÉNAGE	MÉNAGES AUX REVENUS TRÈS MODESTES	MÉNAGES AUX REVENUS MODESTES	MÉNAGES AUX REVENUS INTERMÉDIAIRES	MÉNAGES AUX REVENUS SUPÉRIEURS
1	16 229 €	20 805 €	29 148 €	supérieur à 29 148 €
2	23 734 €	30 427 €	42 848 €	supérieur à 42 848 €
3	28 545 €	36 591 €	51 592 €	supérieur à 51 592 €
4	33 346 €	42 748 €	60 336 €	supérieur à 60 336 €
5	38 168 €	48 930 €	69 081 €	supérieur à 69 081 €
par personne supplémentaire	+ 4 813 €	+ 6 165 €	+ 8 744 €	+ 8 744 €

Un simulateur, selon le type de travaux et les ressources du ménage, est disponible à cette adresse : <https://www.faire.gouv.fr/aides-de-financement/simulaides>

En plus de MaPrimeRénov', les certificats d'Économies d'Énergie (C2E) restent très intéressants. Des simulateurs en ligne permettent de calculer leur montant : <https://www.primesenergie.fr/>

	MAPRIME RÉNOV'	ÉCO-PRÊT À TAUX ZÉRO	AIDES DE L'ANAH	AIDES DES COLLECTIVITÉS LOCALES	AIDES DES FOURNISSEURS D'ÉNERGIE
MAPRIME RÉNOV'		✓	✗	✓ avec un écrêtement de MaPrimeRénov'***	✓ avec un écrêtement de MaPrimeRénov'*
ÉCO-PRÊT À TAUX ZÉRO	✓		✓	✓	✓
AIDES DE L'ANAH	✗	✓		✓	✓
AIDES DES COLLECTIVITÉS LOCALES	✓ avec un écrêtement de MaPrimeRénov'***	✓	✓		✓
AIDES DES FOURNISSEURS D'ÉNERGIE	✓ avec un écrêtement de MaPrimeRénov'*	✓	✓	✓	

Le chèque énergie, l'exonération de la taxe foncière, l'aide de votre caisse de retraite peuvent également être cumulés aux aides présentées dans ce tableau.

* Écrêtement de MaPrimeRénov' de façon à ce que le montant cumulé des aides ne dépasse pas 90% pour les propriétaires très modestes, 75% pour les propriétaires modestes, 60% pour les propriétaires aux revenus intermédiaires et 40% pour les propriétaires aux revenus supérieurs.

** Écrêtement de MaPrimeRénov' de manière à ce que le montant cumulé des aides publiques et privées ne dépasse pas 100% de la dépense.

MONTANTS DES PRIMES POUR DES TRAVAUX RÉALISÉS DE FAÇON INDIVIDUELLE (depuis le 1^{er} février 2023)

(en maison individuelle ou appartement en habitat collectif)

ÉQUIPEMENTS ET MATÉRIAUX ÉLIGIBLES	AIDE POUR LES MÉNAGES			
	AUX RESSOURCES TRÈS MODESTES	AUX RESSOURCES MODESTES	AUX RESSOURCES INTER-MÉDIAIRES	AUX RESSOURCES SUPÉRIEURES
CHAUFFAGE ET EAU CHAUDE SANITAIRE				
Raccordement à un réseau de chaleur et/ou de froid	1 200 €	800 €	400 €	non éligible
Chauffe-eau thermodynamique	1 200 €	800 €	400 €	non éligible
Pompe à chaleur air/eau (dont PAC hybrides)	4 000 €	3 000 €	2 000 €	non éligible
Pompe à chaleur géothermique ou solarothermique (dont PAC hybrides)	10 000 €	8 000 €	4 000 €	non éligible
Chauffe-eau solaire individuel en Métropole (et dispositifs solaires pour le chauffage de l'eau)	4 000 €	3 000 €	2 000 €	non éligible
Système solaire combiné (et dispositifs solaires pour le chauffage des locaux)	10 000 €	8 000 €	4 000 €	non éligible
Partie thermique d'un équipement PVT eau (système hybride photovoltaïque et thermique)	2 500 €	2 000 €	1 000 €	non éligible
Poêle à bûches et cuisinière à bûches	2 500 €	2 000 €	1 000 €	non éligible
Poêle à granulés et cuisinière à granulés	2 500 €	2 000 €	1 500 €	non éligible
Chaudière bois à alimentation manuelle (bûches)	8 000 €	6 500 €	3 000 €	non éligible
Chaudière bois à alimentation automatique (granulés, plaquettes)	10 000 €	8 000 €	4 000 €	non éligible
Foyer fermé et insert à bûches ou à granulés	2 500 €	1 500 €	800 €	non éligible

ÉQUIPEMENTS ET MATÉRIAUX ÉLIGIBLES	AIDE POUR LES MÉNAGES			
	AUX RESSOURCES TRÈS MODESTES	AUX RESSOURCES MODESTES	AUX RESSOURCES INTERMÉ- DIAIRES	AUX RESSOURCES SUPÉRIEURES
ISOLATION THERMIQUE (ACCESSIBLE JUSQU'AU 31 MARS 2023 POUR LES MÉNAGES AUX RESSOURCES SUPÉRIEURES)				
Isolation des murs par l'extérieur (surface de murs limitée à 100 m ²)	75 €/m ²	60 €/m ²	40 €/m ²	15 €/m ²
Isolation des murs par l'intérieur	25 €/m ²	20 €/m ²	15 €/m ²	7 €/m ²
Isolation des rampants de toiture ou des plafonds de combles	25 €/m ²	20 €/m ²	15 €/m ²	7 €/m ²
Isolation des toitures terrasses	75 €/m ²	60 €/m ²	40 €/m ²	15 €/m ²
Isolation des parois vitrées (fenêtres et portes-fenêtres) en remplacement de simple vitrage	100 €/ équipement	80 €/ équipement	40 €/ équipement	non éligible
Protection des parois vitrées ou opaques contre le rayonnement solaire (uniquement pour l'Outre-mer)	25 €/m ²	20 €/m ²	15 €/m ²	non éligible
AUTRES TRAVAUX				
Audit énergétique hors obligation réglementaire	500 €	400 €	300 €	non éligible
Ventilation double flux	2 500 €	2000 €	1500 €	non éligible
Dépose de cuve à fioul	1 200 €	800 €	400 €	non éligible
Forfait « rénovation globale » (uniquement pour les maisons individuelles)	*	*	10 000 €	5 000 €
Forfait « Assistance à maîtrise d'ouvrage »	150 €	150 €	150 €	150 €
Forfait « Bonus sortie de passoire énergétique »	1 500 €	1 500 €	1 000 €	500 €
Forfait « Bonus Bâtiment Basse Consommation »	1 500 €	1 500 €	1 000 €	500 €

* Possibilité de bénéficier de MaPrimeRénov' Sérénité pour une rénovation globale, voir page 15

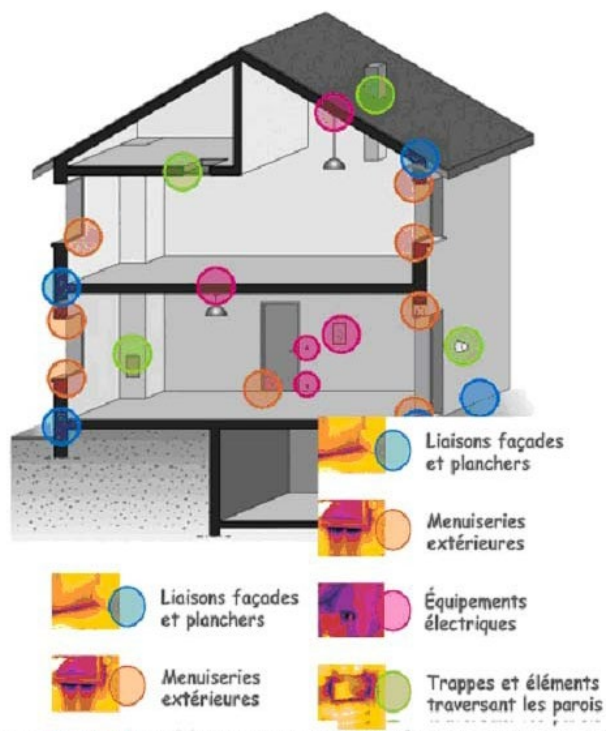
Des forfaits augmentés de 1000€ jusqu'au 31 mars 2023

Plusieurs équipements de chauffage fonctionnant aux énergies renouvelables bénéficient d'une aide plus importante depuis le 15 avril 2022 et jusqu'au 31 mars 2023 : les pompes à chaleur air/eau, les pompes à chaleur géothermiques, les systèmes solaires combinés, les chaudières à bois à alimentation manuelle et automatique. Il convient donc d'ajouter 1000€ au tableau précédent pour ces aides là durant cette période.

13.2 Préconisations de travaux en termes d'étanchéité à l'air

Quel que soit les travaux réalisés, un **soin particulier sera accordé à l'étanchéité à l'air** du logement. Le **niveau de 0,8 m³/m².h sous 4 Pa (Q4 Pa Surf) est le minimum à obtenir dans le cadre d'une rénovation globale performante (niveau BBC rénovation).**

Pour cela, on installera une **membrane frein ou pare-vapeur** sur les murs isolés par l'intérieur et les rampants de toiture. Les murs isolés par l'extérieur seront de préférence enduits par l'intérieur au plâtre traditionnel (pour la partie extension). Les liaisons entre parois (plancher bas, murs, plancher hauts, menuiseries) feront l'objet d'un soin particulier. Les membranes seront raccordées entre elles à l'aide d'un adhésif sous avis technique, ou d'une colle pour membrane d'étanchéité. Chaque fabricant propose une gamme complète pour traiter l'étanchéité à l'air (exemple ci-dessous Proclima) :



[Source : Perméabilité à l'air de l'enveloppe des bâtiments, CETE Lyon, 2006]

L'étanchéité autour des menuiseries sera traitée conformément au DTU 36.5 avec un joint mousse pré-imprégné (type Compriband) et/ou une membrane d'étanchéité (type Fentrim). L'utilisation de mousse polyuréthane expansive est proscrite pour réaliser l'étanchéité à l'air.

Les traversées de parois (arrivée électrique, eau froide, conduit de fumées, ...) feront l'objet d'un soin particulier (utilisation de manchette ou de scotch d'étanchéité).

La **réalisation d'un test d'étanchéité à l'air** (environ 400 € TTC) **est fortement conseillée** en phase travaux pour localiser les « fuites » d'air résiduelles et les combler avant la pose des finitions.

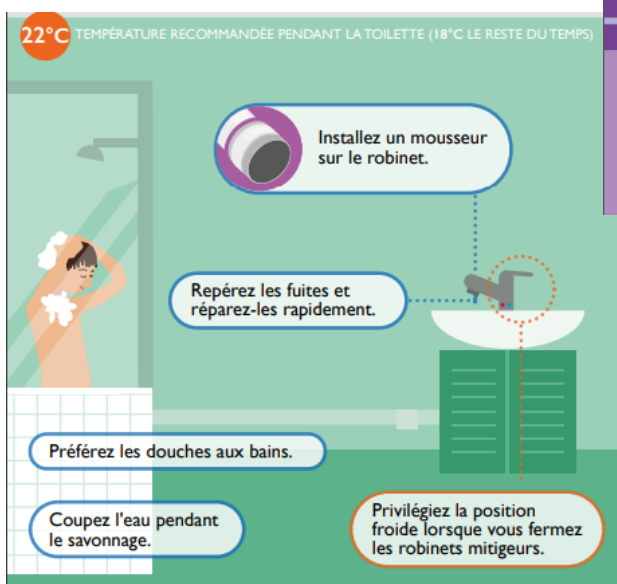
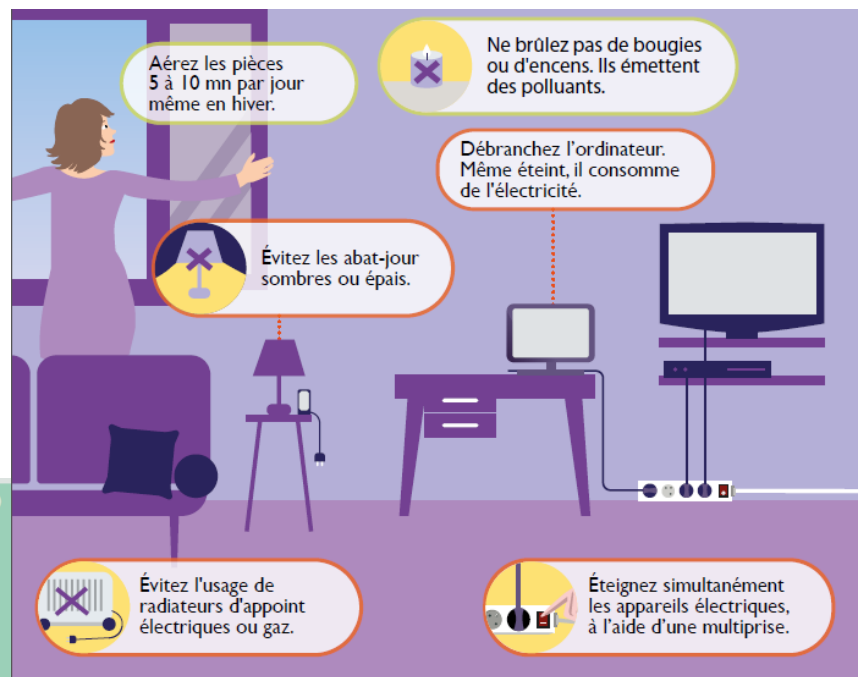
Les inconvénients associés aux infiltrations d'air sont principalement :

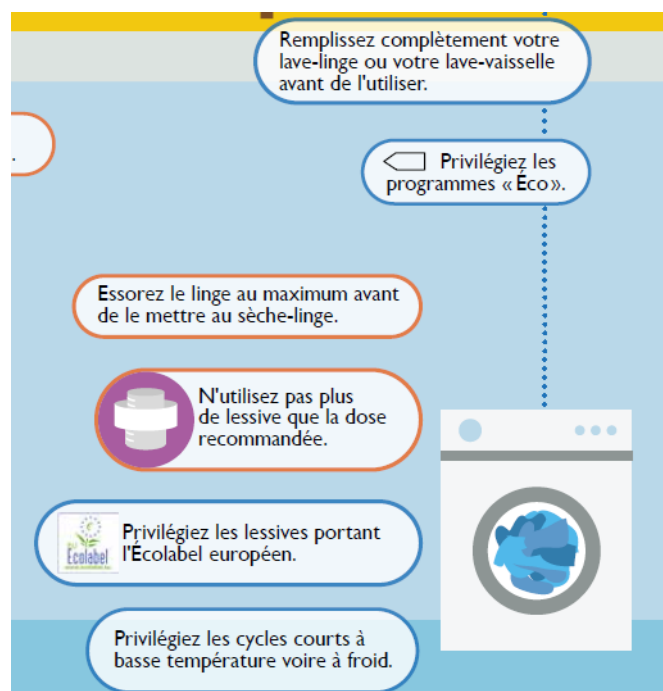
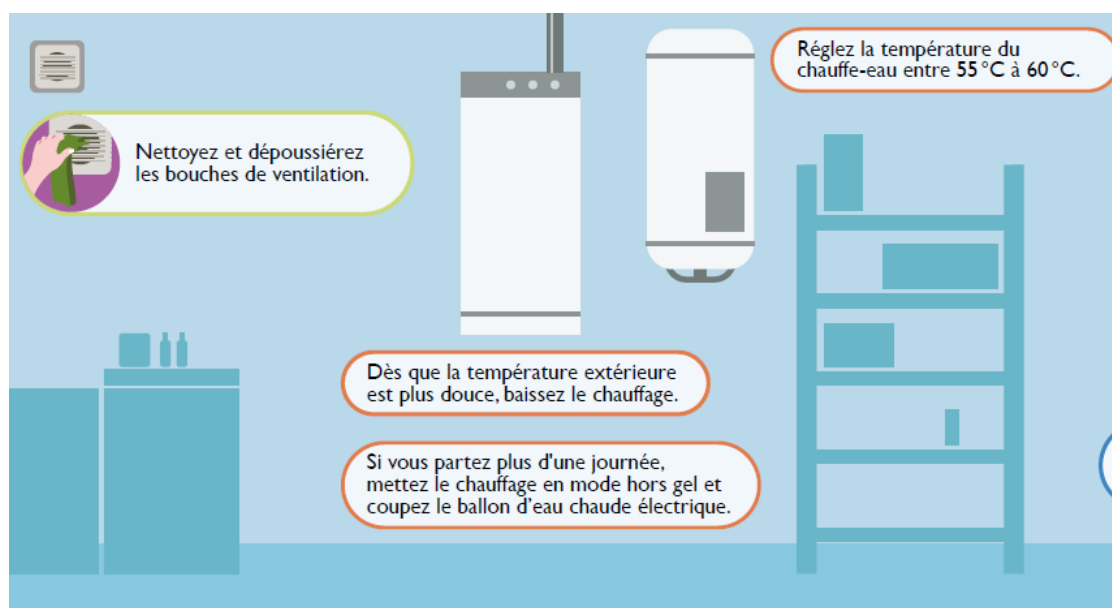
- ✓ la **surconsommation d'énergie** : dans les bâtiments basse consommation, les infiltrations d'air peuvent augmenter sensiblement la consommation de chauffage. En effet, en hiver et les jours venteux, l'air extérieur froid s'infiltré et doit être réchauffé à la température de consigne.
- ✓ **l'inconfort** : ce désagrément est généralement prioritaire pour les occupants. À titre d'exemple, il n'est pas rare, les jours de grand vent en hiver, que la température dans les logements s'abaisse considérablement. Le débit d'air froid traversant les logements est alors très inconfortable pour les occupants. Dans les bâtiments récents, relativement performants, ce sentiment d'inconfort est ressenti de manière encore plus vive par les occupants dont le degré de tolérance à ce genre de nuisance semble diminuer au fur et à mesure que le niveau de confort augmente.
- ✓ les **nuisances sonores** : la qualité acoustique d'une paroi est très fortement altérée par un orifice aussi petit soit-il. Il s'ensuit que toutes les infiltrations constituent de petits ponts phoniques détériorant l'affaiblissement acoustique d'une paroi extérieure.
- ✓ **les salissures et moisissures** : là où l'air s'infiltré, les parois sont évidemment plus froides et elles sont donc le siège de condensations, donc de moisissures. C'est sur ces surfaces humides que les poussières vont se coller, faisant apparaître les fameuses « moustaches » matérialisant la trajectoire de l'air.
- ✓ les **défauts de conservation du bâti** : il s'agit d'un phénomène peu connu mais pourtant très destructeur. Dans tout bâtiment, **lorsqu'il y a des infiltrations d'air sur une façade, il y a forcément des exfiltrations d'air sur d'autres façades**. Mais après son passage dans le logement, surtout lorsque celui-ci n'est pas ou mal ventilé, l'air exfiltré est chaud et très humide. Durant son exfiltration, l'air apporte alors une grande quantité de vapeur d'eau qui se condense dans l'épaisseur des parois. En fonction de la nature de celles-ci, notamment lorsqu'il s'agit de constructions à ossature bois ou en présence de plancher en bois, le phénomène peut conduire à un pourrissement de la structure. Le diagnostic à établir n'est pas celui d'un mauvais contrôle de la diffusion de vapeur dans les parois, mais celui d'un mauvais contrôle des infiltrations et exfiltrations d'air. Les masses d'eau véhiculées sont plus importantes avec les exfiltrations d'air que par la migration de vapeur.



13.3 Economisez l'eau et l'énergie chez soi

Les représentations et conseils suivants sont issus du **guide réalisé par l'Ademe** intitulé « **Economisez l'eau et l'électricité chez soi** » :





POUR RÉDUIRE LA CONSOMMATION D'EAU



UN MOUSSEUR (OU AÉRATEUR)

Une fois placé sur votre robinet, ce petit dispositif injecte de minuscules bulles d'air dans l'eau qui coule. Le débit du robinet est ainsi réduit **de 30 à 50 %!**

<10 €



UN SABLIER OU UN MINUTEUR DANS LA SALLE DE BAIN

Ce petit objet que l'on trouve quasiment dans toutes les cuisines peut être fort utile dans la salle de bain. Il vous rappellera par exemple que le temps passé sous la douche ne doit pas dépasser **5 minutes**.

<10 €



UNE DOUCHETTE ÉCONOME

Avec le même confort d'utilisation qu'une douchette classique, elle limite le débit de sortie de l'eau tout en optimisant la pression du jet. Vous réalisez ainsi **jusqu'à 75 % d'économie d'eau**.

de 25 à 45 €

UNE ASTUCE POUR REPÉRER LES FUITES D'EAU

Relevez les chiffres inscrits sur votre compteur d'eau juste avant d'aller vous coucher. À votre réveil, si ces chiffres ne sont pas identiques et que personne n'a utilisé d'eau dans la nuit, cherchez la fuite !



POUR RÉDUIRE LA CONSOMMATION D'ÉLECTRICITÉ



UN THERMOMÈTRE

Placé dans le congélateur, le réfrigérateur et un peu partout dans la maison, il permet à tout moment de juger si la température est adéquate. Vous pourrez ainsi régler votre congélateur, votre réfrigérateur et vos radiateurs pour éviter de trop consommer.

<10 €



UNE MULTIPRISE À INTERRUPTEUR

C'est l'accessoire indispensable pour faire des économies d'électricité. Brancher plusieurs appareils sur une multiprise permet d'éteindre simultanément tous vos équipements en veille. À la clé : jusqu'à **10% d'économie** sur votre facture d'électricité !

5 à 15 €



UNE PRISE PROGRAMMABLE MÉCANIQUE

Grâce à un système de programmation hebdomadaire et/ou quotidienne, cette prise dotée d'une minuterie permet d'automatiser la mise en marche/l'arrêt de vos appareils électriques. En déterminant ainsi précisément leurs périodes de fonctionnement, vous réalisez des économies d'électricité.

<10 €



UN WATTMÈTRE

Relié à une prise, ce système permet de vérifier la consommation de votre appareil électrique. Il sera ensuite plus facile pour vous de mesurer les économies que vous pouvez réaliser.




20 € environ

Source Ademe – Economisez l'eau et l'énergie chez soi

13.4 Conseils concernant l'éclairage

Le choix d'une ampoule doit d'effectuer en fonction de l'étiquette énergie qui les classe de A++ (vert) à E (rouge) selon leur efficacité énergétique. Les ampoules économiques sont toujours de classe A ou B et les halogènes sont de classe C ou D. Les LED sont en général de classe A ou A+.

Quelle ampoule utilisée pour un flux lumineux de 750 lumens ?

	Incandescence	Halogène	Fluocompacte	LED
Type de lampe				
Rendement (lumen/Watt)	11	15	60	124
Puissance	60 W	46 W	12 W	6,5 W
Flux lumineux	760 lm	740 lm	745 lm	806 lm
Classe énergétique	E	C	A	A+
Durée de vie (heures)	1000 h	2000 à 3000 h	5000 h à 15000 h	15000 h à 30000 h
Température de la lumière	2700 K	3000 K	2700 K	2700 K
Indice de rendu des couleurs (IRC)	100	100	85	80

Le tableau ci-dessus compare les différentes solutions d'éclairage à flux lumineux identique. Il en ressort que **l'éclairage LED s'impose face aux autres solutions** : les améliorations techniques et les baisses de prix en font une alternative idéale, même face aux fluo compacts, d'autant qu'elles ne contiennent pas de mercure, sont dimmables, s'allument instantanément et sont de taille plus réduite.

Avantages de l'éclairage LED :

- ✓ **Faible consommation électrique** (pour une quantité de lumière équivalente, leur consommation est 2 fois plus faible que celle des fluocompacts).
- ✓ Durée de vie élevée : de 20.000 à 40.000 h
- ✓ De toutes tailles et de couleurs variables, éventuellement dimmables, elles s'adaptent à toutes les applications.
- ✓ Elles permettent de diviser la puissance installée par 6 à 10 (par rapport à l'éclairage incandescent) tout en offrant un excellent confort lumineux.

Inconvénients :

- ✓ Leur principal inconvénient est leur coût, même si celui-ci va en diminuant.
- ✓ La qualité des ampoules est très variable et il n'est pas évident de les départager sur base de l'étiquetage. Evitez en tout cas les lampes bon marché qui ont une très faible luminosité.

13.5 Rappel de la RT « élément par élément » applicable au 01/01/23

L'arrêté du 3 mai 2007 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants liste l'ensemble des travaux visés et donne les exigences associées.

A compter du 1er janvier 2023, l'arrêté du 22 mars 2017 modifiant l'arrêté du 3 mai 2007 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants s'applique. Ci-joint un résumé des nouvelles résistances thermiques minimales (la Bretagne se trouve en zone H2A) :

PAROIS	RÉSISTANCE thermique R minimale en zone H1A, H1B, H1C	RÉSISTANCE thermique R minimale en zone H2A, H2B, H2C, H2D et zone H3, à une altitude supérieure à 800 mètres	RÉSISTANCE thermique R minimale en zone H3, à une altitude inférieure à 800 mètres	CAS D'ADAPTATION POSSIBLES
Murs en contact avec l'extérieur et rampants de toitures de pente supérieure à 60°	3.2	3.2	2.2	En zone H1, la résistance thermique minimale peut être réduite jusqu'à 3,2 m2. K/ W dans les cas suivants : -dans les locaux à usage d'habitation, les travaux d'isolation sont réalisés par l'intérieur ; -ou le système constructif est une double peau métallique.
Murs en contact avec un volume non chauffé		2.5		
Toitures terrasses	4.5	4.3	4	La résistance thermique minimale peut être réduite jusqu'à 3 m2. K/ W dans les cas suivants : -l'épaisseur d'isolation implique un changement des huisseries, ou un relèvement des garde-corps ou des équipements techniques ; -ou l'épaisseur d'isolation ne permet plus le respect des hauteurs minimales d'évacuation des eaux pluviales et des relevés ; -ou l'épaisseur d'isolation et le type d'isolant utilisé implique un dépassement des limites de charges admissibles de la structure.
Planchers de combles perdus		5.2		
Rampants de toiture de pente inférieure 60°	5.2	4.5	4	En zone H1, la résistance thermique minimale peut être réduite jusqu'à 4 m2. K/ W lorsque, dans les locaux à usage d'habitation, les travaux d'isolation entraînent une diminution de la surface habitable des locaux concernés supérieure à 5 % en raison de l'épaisseur de l'isolant.
Planchers bas donnant sur local non chauffé ou extérieur	3	3	2.1	La résistance thermique minimale peut être diminuée à 2.1 m2. K/ W pour adapter l'épaisseur d'isolant nécessaire à la hauteur libre disponible si celle-ci est limitée par une autre exigence réglementaire.

13.6 Glossaire

➤ **Besoin de chauffage**

Quantité d'énergie (en W ou W/m²) à émettre pour contrer les déperditions thermiques de l'enveloppe. Contrairement à la consommation, le besoin en chauffage ne tient pas compte des performances du générateur, de la distribution et de l'émission de chauffage.

➤ **Caractéristique de l'isolant**

Le rôle de l'isolation des parois est de s'opposer au passage des flux de chaleur qui tendent à traverser la paroi, de l'ambiance la plus chaude vers la plus froide, par conduction, convection ou rayonnement,

Un matériau d'épaisseur « e » (en mètre) et de conductivité thermique « λ » (en W/m.K) oppose au passage de la chaleur une résistance thermique (exprimé en m²,K/W), définie par : $R = \frac{e}{\lambda}$.

Plus la **résistance du matériau R est importante, plus celui-ci s'oppose au passage du flux de chaleur**. En effet, la conductivité thermique traduit la faculté du matériau à transmettre la chaleur par conduction. Plus λ est petit, plus le matériau est isolant. Ainsi, selon la conductivité thermique d'un isolant, pour atteindre une résistance thermique identique, il faut jouer sur l'épaisseur du matériau mis en œuvre.

On utilise également une autre notion pour mesurer la capacité à laisser passer le flux de chaleur notée **U où coefficient de transmission thermique** exprimé en W/m²,K. Il se calcule avec la formule $U = 1 / R$. Plus U est petit, meilleur sera le pouvoir d'isolation de la paroi.

➤ **DJU**

Le degré jour unifié (DJU) est la différence entre la température extérieure et une température de référence (en général 18°C pour tenir compte des apports internes) qui permet de réaliser des estimations de consommations d'énergie thermique pour maintenir un bâtiment confortable en proportion de la rigueur de l'hiver.

➤ **Énergie primaire et énergie finale :**

L'énergie finale est l'énergie que vous utilisez chez vous (gaz, électricité, fioul domestique, bois, etc.) et qui vous est facturée. Pour que vous disposiez de ces énergies, il aura fallu les extraire, les distribuer, les stocker, les produire, et donc dépenser plus d'énergie que celle que vous utilisez en bout de course. L'énergie primaire est la somme de toutes ces énergies consommées.

Par exemple, 1 kWh d'énergie finale électrique équivaut à 2,3 kWh d'énergie primaire (avant la réforme du DPE en 2021 et l'introduction de la RE2020 en 2022, il était de 2,58)..

➤ **Flux et transfert de chaleur**

Un flux de chaleur est exprimé en W (Watt) ou en Wh (Watt-heure) si le flux est calculé pour une durée d'une heure. Cette notion permet de comptabiliser les flux de chaleur.

➤ **Perméabilité à l'air : Q4pa-surf (m³/h.m²)**

Débit de fuite rapporté à la surface déperditive de l'enveloppe du bâtiment (hors plancher bas) au gradient de pression de 4 Pa.

➤ **Valeur verte**

La « valeur verte » représente la valeur nette additionnelle d'un bien immobilier dégagée grâce à une meilleure performance environnementale.

➤ **U bât**

Coefficient moyen de transmission thermique de l'ensemble du bâtiment (exprimé en W/m².K). Le bâtiment est d'autant mieux isolé que le coefficient U bât est faible.