

RAPPORT DE CONSEIL EN ENERGIE

Dans le cadre du RGD du 7 avril 2022

M. Bastin
Arelerstrooss, 48,
L-8552 Oberpallen



JORIS / Ingénieur
Conseil



1. Introduction

Le présent rapport de conseil en énergie a été élaboré dans le cadre du règlement grand-ducal instituant un régime d'aide pour la promotion de l'utilisation rationnelle de l'énergie et la mise en valeur des énergies renouvelables. Il a pour unique objet de permettre aux propriétaires de prétendre aux subsides de l'Etat en ces matières.

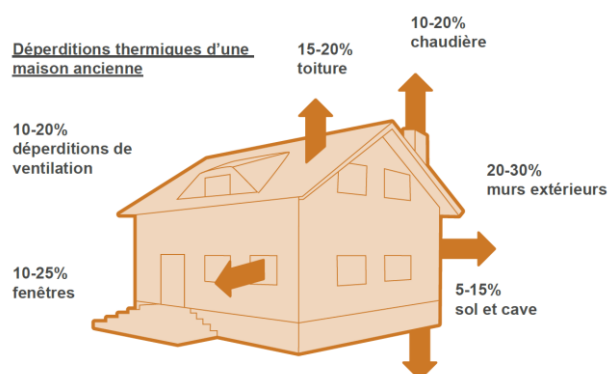
Les valeurs « U » des parois de l'enveloppe chauffée ont été calculées au moyen du logiciel LuxEeb. Ces valeurs sont néanmoins à considérer comme étant des estimations. En effet, les cahiers des charges et les informations relatives aux matériaux exacts mis en œuvre ne sont pas disponibles.

Une visite de la maison a été effectuée le 24 janvier 2025.

1.1 Quelles mesures améliorent votre maison ?

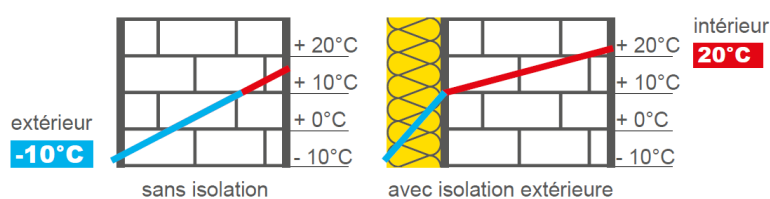
Si vous voulez améliorer la qualité énergétique de votre maison, il vous faudra isoler les murs extérieurs, la toiture et le plafond de la cave.

Dans une maison non isolée, environ 35-45% de la chaleur est perdue par les fenêtres et les murs extérieurs. Une isolation extérieure permet d'améliorer le comportement énergétique des murs extérieurs et aura au minimum 15cm d'épaisseur, bien que les épaisseurs de 18-20cm soient économiquement et techniquement plus intéressantes.



Une isolation extérieure est une isolation supplémentaire du côté extérieur d'un mur existant. Elle améliore la qualité thermique du mur extérieur et augmente la température de surface du côté intérieur du mur.

Températures dans un mur





2. Informations générales

Propriétaire : Monsieur Bastin

Adresse de l'objet : Arelerstrooss, 48,
L-8552 Oberpallen

Conseil en énergie : Jean-Marc Joris
Route de Longwy, 347
L-1941 Luxembourg
Tél : 27.28.09.50
Membre de l'OAI : IA/1643
Agrément : OA/2023/201

3. Description succincte de l'objet

Il s'agit d'une maison unifamiliale avec 4 façades datant approximativement de 1870





L'ensemble comprend un sous-sol de faible hauteur non aménagé, un rez-de-chaussée, un étage et un comble non aménagé. Une annexe est accolée sur la façade gauche. Les cloisons intérieures sont toutes en dur. Les murs extérieurs sont en maçonnerie d'époque. La dalle contre le sol est en béton maigre. La toiture est constituée d'une charpente en bois avec une couverture traditionnelle. Rien n'est isolé.

La menuiserie extérieure est en bois double vitrage.

Le bâtiment a une surface de référence énergétique actuelle de 168,12 m².

Le système de chauffage et ECS était garanti par une chaudière à mazout. Mais n'est plus en fonction actuellement.

Les façades sont orientées comme suit :

- Façade avant : Sud-Est
- Façade arrière : Nord-Ouest

Le bâtiment ne fait pas partie des bâtiments nécessitant d'une protection patrimoniale.

4. Observations et appréciation subjective du confort thermique

La maison n'a plus été habitée depuis des années. Une rénovation complète est nécessaire. Elle comprendra une partie énergétique et d'isolation.

5. Définition de l'enveloppe chauffée et des valeurs U des parois

L'enveloppe chauffée s'étant sur l'ensemble du bâtiment à l'exception du sous-sol.

5.1 Situation existante

| | Surface m ² | U W/m ² K |
|---------------------------------------|------------------------|----------------------|
| Toiture maison | 125,1 | 2,600 |
| Murs extérieures maison | 195,1 | 1,700 |
| Dalle contre sol (contre non chauffé) | 99,0 | 2,000 |
| Murs contre non chauffé | 58,5 | 1,700 |
| Fenêtres | 34,3 | 1,45 |
| Portes | 4,2 | 1,5 |



➤ *La toiture*

La toiture de la maison est constituée d'une charpente en bois non isolée. La valeur U actuelle est estimée à environ 2,6 W/m²K.

➤ *Les murs extérieurs*

Les murs extérieurs sont en maçonnerie d'origine. La valeur U actuelle est estimée à environ 1,7 W/m²K.

➤ *Les murs contre non chauffé*

Les murs extérieurs sont en maçonnerie d'origine. La valeur U actuelle est estimée à environ 1,7 W/m²K.

➤ *La dalle contre non chauffé (contre sol)*

La dalle haute du sous-sol est d'origine. La valeur U actuelle est estimée à environ 2 W/m²K.

➤ *Les menuiseries extérieures*

Les menuiseries extérieures sont en bois double vitrage. La valeur U global est estimée à 1,45 W/m²K.

6. Surfaces de l'enveloppe chauffée et subsides

| | Élément assaini | Standard de performance III | Standard de performance II | Standard de performance I |
|---|---|---|--|--|
| | | Épaisseur minimale de l'isolant thermique en cm | Valeur U maximale de l'élément de construction en W/(m ² K) | Valeur U maximale de l'élément de construction en W/(m ² K) |
| 1 | Mur extérieur (isolé du côté extérieur) | 15 | 0,17 | 0,13 |
| 2 | Mur extérieur (isolé du côté intérieur) | 8 | *10 cm | *12 cm |
| 3 | Mur contre sol ou zone non chauffée | 12 | 0,22 | 0,15 |
| 4 | Toiture inclinée ou plate | 20 | 0,13 | 0,10 |
| 5 | Dalle supérieure contre zone non chauffée | 20 | 0,13 | 0,10 |
| 6 | Dalle inférieure contre zone non chauffée ou sol ou extérieur | 12 | 0,22 | 0,15 |
| 7 | Fenêtres et portes-fenêtres | 0,85 W/(m ² K) | 0,80 | 0,75 |



➤ La toiture

| | | Perf III | Perf II | Perf I |
|---|--------|------------------------------------|------------|------------|
| Categorie d'isolant | | Fossile et autres matériaux | | |
| Surface de la toiture (m ²) | 125,10 | | | |
| Surface subsidiable (m ²) | 125,10 | | | |
| Taux de subsides (€/m ²) | | € 25,00 | € 30,00 | € 40,00 |
| Montant des subsides (€) | | € 3.127,50 | € 3.753,00 | € 5.004,00 |

| | | Perf III | Perf II | Perf I |
|---|--------|----------------|------------|------------|
| Categorie d'isolant | | minéral | | |
| Surface de la toiture (m ²) | 125,10 | | | |
| Surface subsidiable (m ²) | 125,10 | | | |
| Taux de subsides (€/m ²) | | € 45,00 | € 50,00 | € 60,00 |
| Montant des subsides (€) | | € 5.629,50 | € 6.255,00 | € 7.506,00 |

| | | Perf III | Perf II | Perf I |
|---|--------|-------------------|------------|-------------|
| Categorie d'isolant | | écologique | | |
| Surface de la toiture (m ²) | 125,10 | | | |
| Surface subsidiable (m ²) | 125,10 | | | |
| Taux de subsides (€/m ²) | | € 70,00 | € 75,00 | € 85,00 |
| Montant des subsides (€) | | € 8.757,00 | € 9.382,50 | € 10.633,50 |



➤ Les murs extérieurs

| | | Perf III | Perf II | Perf I |
|---------------------------------------|--------|------------------------------------|------------|------------|
| Categorie d'isolant | | fossile et autres matériaux | | |
| Surface des murs (m ²) | 195,10 | | | |
| Surface subsidiable (m ²) | 195,10 | | | |
| Taux de subsides (€/m ²) | | € 25,00 | € 30,00 | € 40,00 |
| Montant des subsides (€) | | € 4.877,50 | € 5.853,00 | € 7.804,00 |

| | | Perf III | Perf II | Perf I |
|---------------------------------------|--------|----------------|------------|-------------|
| Categorie d'isolant | | minéral | | |
| Surface des murs (m ²) | 195,10 | | | |
| Surface subsidiable (m ²) | 195,10 | | | |
| Taux de subsides (€/m ²) | | € 45,00 | € 50,00 | € 60,00 |
| Montant des subsides (€) | | € 8.779,50 | € 9.755,00 | € 11.706,00 |

| | | Perf III | Perf II | Perf I |
|---------------------------------------|--------|-------------------|-------------|-------------|
| Categorie d'isolant | | écologique | | |
| Surface des murs (m ²) | 195,10 | | | |
| Surface subsidiable (m ²) | 195,10 | | | |
| Taux de subsides (€/m ²) | | € 70,00 | € 75,00 | € 85,00 |
| Montant des subsides (€) | | € 13.657,00 | € 14.632,50 | € 16.583,50 |

➤ Les murs contre non chauffé

| | | Perf III | Perf II | Perf I |
|---------------------------------------|-------|------------------------------------|------------|------------|
| Categorie d'isolant | | fossile et autres matériaux | | |
| Surface des murs (m ²) | 58,50 | | | |
| Surface subsidiable (m ²) | 58,50 | | | |
| Taux de subsides (€/m ²) | | € 15,00 | € 20,00 | € 30,00 |
| Montant des subsides (€) | | € 877,50 | € 1.170,00 | € 1.755,00 |

| | | Perf III | Perf II | Perf I |
|---------------------------------------|-------|----------------|------------|------------|
| Categorie d'isolant | | minéral | | |
| Surface des murs (m ²) | 58,50 | | | |
| Surface subsidiable (m ²) | 58,50 | | | |
| Taux de subsides (€/m ²) | | € 20,00 | € 25,00 | € 35,00 |
| Montant des subsides (€) | | € 1.170,00 | € 1.462,50 | € 2.047,50 |

| | | Perf III | Perf II | Perf I |
|---------------------------------------|-------|-------------------|------------|------------|
| Categorie d'isolant | | écologique | | |
| Surface des murs (m ²) | 58,50 | | | |
| Surface subsidiable (m ²) | 58,50 | | | |
| Taux de subsides (€/m ²) | | € 30,00 | € 35,00 | € 45,00 |
| Montant des subsides (€) | | € 1.755,00 | € 2.047,50 | € 2.632,50 |



➤ *La dalle contre non chauffé (contre terre)*

| | | Perf III | Perf II | Perf I |
|---------------------------------------|-------|-----------------------------------|------------|------------|
| Categorie d'isolant | | fossil et autres matériaux | | |
| Surface des dalle (m ²) | 99,00 | | | |
| Surface subsidiable (m ²) | 99,00 | | | |
| Taux de subsides (€/m ²) | | € 15,00 | € 20,00 | € 30,00 |
| Montant des subsides (€) | | € 1.485,00 | € 1.980,00 | € 2.970,00 |

| | | Perf III | Perf II | Perf I |
|---------------------------------------|-------|----------------|------------|------------|
| Categorie d'isolant | | minéral | | |
| Surface des dalle (m ²) | 99,00 | | | |
| Surface subsidiable (m ²) | 99,00 | | | |
| Taux de subsides (€/m ²) | | € 20,00 | € 25,00 | € 35,00 |
| Montant des subsides (€) | | € 1.980,00 | € 2.475,00 | € 3.465,00 |

| | | Perf III | Perf II | Perf I |
|---------------------------------------|-------|-------------------|------------|------------|
| Categorie d'isolant | | écologique | | |
| Surface des dalle (m ²) | 99,00 | | | |
| Surface subsidiable (m ²) | 99,00 | | | |
| Taux de subsides (€/m ²) | | € 30,00 | € 35,00 | € 45,00 |
| Montant des subsides (€) | | € 2.970,00 | € 3.465,00 | € 4.455,00 |

➤ *Menuiseries extérieures*

| | | Perf III | Perf II | Perf I |
|--|-------|------------|------------|------------|
| Surface de la menuiserie (m ²) | 34,30 | | | |
| Surface subsidiable (m ²) | 34,30 | | | |
| Taux de subsides (€/m ²) | | € 50,00 | € 55,00 | € 60,00 |
| Montant des subsides (€) | | € 1.715,00 | € 1.886,50 | € 2.058,00 |

Afin d'éviter l'humidité produite par la condensation et les problèmes en résultant (moisissures, etc.), le remplacement des fenêtres doit se faire en principe conjointement soit avec l'isolation thermique des murs extérieurs soit avec la mise en place d'une ventilation mécanique contrôlée. La même contrainte s'applique dans le cas d'un grenier chauffé. Abstraction est faite de cette contrainte, si le mur extérieur ou la toiture du grenier chauffé présente un coefficient de transmission thermique inférieur ou égal à 0,85 W/m²K, 0,80 W/m²K ou 0,75 W/m²K en fonction du standard de performance visé.



Subsides

VMC

Maison unifamiliale 45€/m² avec 150m² max

Immeuble 45€/m² - abstraction des parties communes – 80m² / logement – max 30.000€

Sur base de la SRE

Max 50% des coûts effectifs

Les critères suivants doivent être respectés :

- a) le rendement du système de récupération de chaleur (« Wärmebereitstellungsgrad ») doit être supérieur ou égal à 80 pour cent ;
- b) la puissance électrique absorbée ne peut pas dépasser 0,40 W/(m³/h) ;
- c) le résultat du test d'étanchéité réalisé conformément au règlement grand-ducal du 9 juin 2021 concernant la performance énergétique des bâtiments doit être inférieur ou égal à 2,0 l/h ;
- d) au moins 90 pour cent de la surface de référence énergétique doivent être ventilés mécaniquement.

Photovoltaïque

20% des coûts effectifs plafonné à 500€/kWc

50% des coûts effectifs plafonné à 1250€/kWc en mode autoconsommation ou dans le cadre d'une communauté énergétique.

L'installation de stockage de l'électricité produite par l'installation solaire photovoltaïque, lorsque les conditions suivantes sont simultanément remplies :

1. l'installation de stockage est connectée à une installation solaire photovoltaïque opérée en mode autoconsommation ou dans le cadre d'une communauté énergétique ;
2. la puissance électrique de crête de l'installation solaire photovoltaïque est supérieure à 4 kW et, dans le cas d'un immeuble collectif à plusieurs unités de logement, supérieure à 1,5 kW par unité de logement ;
3. la capacité de stockage de l'installation de stockage de l'énergie produite est inférieure ou égale à :
1,5 kWh par kWcrête de l'installation photovoltaïque lorsque l'installation solaire photovoltaïque et l'installation de stockage alimentent un bâtiment utilisé à des fins d'habitation, tout en ne dépassant pas :
 - 12 kWh dans le cas d'une maison unifamiliale ;
 - 9 kWh par unité de logement faisant partie d'un immeuble collectif ;



Solaire thermique

Pour une installation solaire thermique de production d'eau chaude sanitaire, l'aide financière s'élève à 50 % des coûts effectifs, sans toutefois dépasser les montants suivants :

- 2.500 € dans le cas d'une maison unifamiliale ;
- 2.500 € par logement faisant partie d'un immeuble collectif. L'aide financière est plafonnée à 15.000 €

Pour une installation solaire thermique de production d'eau chaude sanitaire combinée à un appoint du chauffage, l'aide financière s'élève à 50 % des coûts effectifs, sans toutefois dépasser les montants suivants :

- 4.000 € dans le cas d'une maison unifamiliale ;
- 4.000 € par logement faisant partie d'un immeuble collectif. L'aide financière est plafonnée à 20.000 € dans le cas d'un immeuble collectif.

Si la mise en place de l'installation dans le cas d'un immeuble collectif.

Si la mise en place de l'installation solaire thermique se fait conjointement avec l'installation d'une pompe à chaleur ou d'une chaudière à bois, un bonus de 1.000 € peut être accordé.

1° Les collecteurs solaires thermiques doivent être certifiés par la marque de certification européenne Solar Keymark.

2° Ne sont pas éligibles les collecteurs solaires thermiques non-vitrés à tuyaux en polyéthylène et les collecteurs solaires hybrides générant de l'eau chaude et de l'électricité.

3° L'installation solaire thermique doit être équipée d'un calorimètre servant au comptage de la chaleur générée par le circuit solaire.

4° La surface des collecteurs solaires thermiques d'une installation avec un appoint du chauffage doit être supérieure ou égale à 9 m² dans le cas de collecteurs plans et 7 m² dans le cas de collecteurs tubulaires sous vide.

5° Lors de la mise en place d'une installation solaire thermique avec un appoint du chauffage dans une nouvelle maison unifamiliale ou un nouvel immeuble collectif, l'équilibrage hydraulique du réseau de chauffage doit être effectué

Pompes à chaleur

Pour une pompe à chaleur géothermique ainsi qu'une pompe à chaleur combinée à un accumulateur de chaleur latente et un collecteur solaire thermique, le montant de l'aide financière s'élève à :

- 8 000 euros pour les installations dont la puissance nominative ne dépasse pas 10 kW_{thermique} dans le cas d'une maison unifamiliale ;
- -800 euros par kW_{thermique} pour les installations d'une puissance nominative de plus de 10 kW_{thermique} dans le cas d'une maison unifamiliale, sans toutefois dépasser 12 000 euros ;
- -7 500 euros par logement faisant partie d'un immeuble collectif. L'aide financière est plafonnée à 37 500 euros dans le cas d'un immeuble collectif ;
- 7 500 euros par maison unifamiliale ou par logement faisant partie d'un immeuble collectif raccordés à un réseau de chaleur alimenté par une telle installation. Dans ce cas, l'aide financière est plafonnée à 37 500 euros.



Pour une pompe à chaleur air-eau ou un appareil compact comprenant la ventilation mécanique contrôlée et la pompe à chaleur air rejeté-eau dans un nouveau bâtiment utilisé à des fins d'habitation, le montant de l'aide financière s'élève à :

- 3 000 euros dans le cas d'une maison unifamiliale ;
- 2 000 euros par logement faisant partie d'un immeuble collectif. L'aide financière est plafonnée à 10 000 euros dans le cas d'un immeuble collectif.

Pour une pompe à chaleur air-eau ou un appareil compact comprenant la ventilation mécanique contrôlée et la pompe à chaleur air rejeté-eau dans un bâtiment utilisé à des fins d'habitation existant, le montant de l'aide financière s'élève à :

- 5 000 euros pour les installations dont la puissance nominative ne dépasse pas 10 kW_{thermique} ;
- 500 euros par kW_{thermique} pour les installations d'une puissance nominative de plus de 10 kW_{thermique}, sans toutefois dépasser 12 000 euros.

Les pompes à chaleur et les pompes à chaleur hybrides doivent respecter les exigences suivantes au niveau du coefficient de performance (COP), déterminé conformément à la norme EN 14511 :

- a) pompe à chaleur géothermique eau glycolée/eau : COP \geq 4,3 au régime B0/W35 ;
- b) pompe à chaleur combinée à un accumulateur de chaleur latente et un collecteur solaire thermique : COP \geq 4,3 au régime B0/W35 ;
- c) pompe à chaleur géothermique à détente directe : COP \geq 4,3 au régime E4/W35 ;
- d) pompe à chaleur air/eau (y compris pompe à chaleur air rejeté/eau) : COP \geq 3,1 au régime A2/W35.

L'alimentation électrique de la pompe à chaleur doit être équipée d'un compteur électrique servant au comptage de la consommation d'électricité de la pompe à chaleur, y compris des consommateurs périphériques tels que la pompe de circulation du circuit d'eau glycolée, la résistance électrique d'appoint et la régulation.

Lors de la mise en place d'une pompe à chaleur, l'équilibrage hydraulique du réseau de chauffage doit être effectué.

Pour les pompes à chaleur air-eau et les pompes à chaleur air-eau hybrides la puissance acoustique LW (« Schalleleistungspegel » ; suivant norme EN 12102) pour l'élément de la pompe à chaleur installé à l'extérieur du bâtiment doit respecter les exigences suivantes :

| Puissance nominale de la pompe à chaleur [kW] | Valeur maximale de la puissance acoustique L_w suivant norme EN12102 [dB(A)] * |
|---|--|
| ≤ 5 kW | 48 dB(A) |
| > 5 et ≤ 12 kW | 51 dB(A) |
| > 12 kW | 55 dB(A) |

Les pompes à chaleur et pompes à chaleur hybrides pour des bâtiments utilisés à des fins d'habitation existants doivent être combinées avec un ballon tampon d'une capacité supérieure ou égale à 30 litres par kW_{thermique}.



Chaudière bois

Pour une chaudière à granulés de bois et une chaudière à plaquettes de bois, le montant de l'aide financière s'élève à :

750 euros par kW thermique dans le cas d'une maison unifamiliale, sans toutefois dépasser 7 500 € ;

750 euros par kW thermique dans le cas d'un immeuble collectif. L'aide financière est plafonnée à 30 000 € dans le cas d'un immeuble collectif ;

750 euros par kW thermique par maison unifamiliale ou par logement faisant partie d'un immeuble collectif raccordés à un réseau de chaleur alimenté par une telle installation. Dans ce cas, l'aide financière est plafonnée à 30 000 €.

Pour un poêle à granulés de bois dans une maison unifamiliale, l'aide financière s'élève à 30 % des coûts effectifs, sans toutefois dépasser 2 500 €.

Pour une chaudière à combustion étagée pour bûches de bois et une chaudière combinée bûches de bois et granulés de bois respectivement dans une maison unifamiliale et un immeuble collectif, les aides financières s'élèvent à 350 € par kW thermique.

L'installation à combustion de bois doit disposer d'une combustion contrôlée, c'est-à-dire les phases de dégazage et d'oxydation doivent se laisser régler indépendamment l'une de l'autre. Ainsi, l'installation doit être équipée d'une régulation de puissance et de combustion (capteur de température à la sortie de la chambre de combustion ou sonde lambda dans le tuyau d'échappement) par laquelle l'alimentation en combustible et en air comburant est contrôlée.

2° La chaudière à granulés de bois et la chaudière à plaquettes de bois doivent être équipées d'une alimentation et d'un allumage automatiques. Elles doivent alimenter un circuit de chauffage central.

3° La chaudière à granulés de bois et la chaudière à plaquettes de bois doivent être équipées d'un filtre à particules (type électrostatique ou autre), dont le taux de rétention (« Abscheidegrad ») doit être tel que le taux d'émission de poussières ne dépasse pas 8 mg/m³. L'équipement obligatoire d'un filtre à particules ne vaut pas si la chaudière à granulés de bois ou la chaudière à plaquettes de bois respecte le seuil de 8 mg/m³ en l'absence d'un tel filtre.

4° Le droit au bonus est soumis à la condition que le réservoir tampon a une capacité minimale de 30 l/kW puissance thermique nominale de la chaudière.

5° Le poêle à granulés de bois doit être intégré dans un système de chauffage central et le degré de soutirage de la chaleur utile au caloporteur doit atteindre au moins 50%.

6° Pour les chaudières à combustion étagée pour bûches de bois et les chaudières combinées bûches de bois et granulés de bois, un réservoir tampon ayant une capacité minimale de 55l/kW puissance thermique nominale de la chaudière doit être mis en place. Ces chaudières doivent alimenter un circuit de chauffage central.

7° Les chaudières à combustion étagée pour bûches de bois et les chaudières combinées bûches de bois et granulés de bois doivent être équipées d'un filtre à particules (de type électrostatique ou autre), dont le taux de rétention (« Abscheidegrad ») doit être tel que le taux d'émission de poussières après mise en service/réception ne dépasse pas 8 mg/m³. L'équipement obligatoire d'un filtre à particules ne vaut pas si la chaudière à combustion étagée pour bûches de bois ou la chaudière combinée bûches de bois et granulés de bois respecte le seuil de 8 mg/m³ en l'absence d'un tel filtre.



8° Le filtre à particules (de type électrostatique ou autre), doit atteindre un taux de rétention (« Abscheidegrad ») tel que le taux d'émission de poussières ne dépasse pas 8 mg/m³

Les critères suivants sont à respecter par les installations à combustion de bois à la puissance thermique nominale et à une concentration volumétrique d'oxygène dans les fumées de 13% aux conditions normales de température et de pression (273 K, 1013 hPa) :

- a) émissions de poussières $\leq 8 \text{ mg/m}^3$ (le cas échéant, avec filtre à particules) ;
- b) émissions d'oxydes d'azote (NOx) $\leq 200 \text{ mg/m}^3$;
- c) rendement de production (« Kesselwirkungsgrad ») de la chaudière $\geq 90 \%$;
- d) rendement de combustion (« feuerungstechnischer Wirkungsgrad ») du poêle à granulés $\geq 90\%$

Réseau de chaleur et raccordement à un réseau de chaleur

Pour la mise en place d'un réseau de chaleur alimentant au moins deux bâtiments d'habitation, l'aide financière couvre 50 % des coûts effectifs, sans toutefois dépasser 12 500 €.

Pour le raccordement d'un bâtiment d'habitation à un réseau de chaleur, l'aide financière s'élève à 250 € par kW thermique, sans toutefois dépasser 50 % des coûts effectifs.

La puissance thermique nominale installée maximale éligible est fixée à 15 kW pour une maison unifamiliale et à 8 kW pour un logement faisant partie d'un immeuble collectif.

Le taux de couverture par des sources d'énergie renouvelables, en termes de besoin annuel de chaleur du réseau de chaleur, doit être supérieur ou égal à 75 pour cent. Le respect de cette exigence doit être justifié par la présentation d'un certificat de l'exploitant du réseau de chaleur.

Le transfert de chaleur entre le réseau de chaleur et le bâtiment d'habitation doit se faire par l'intermédiaire d'une station de transfert de chaleur.

7. Ponts thermiques

Les ponts thermiques sont des points faibles dans l'isolation thermique de l'enveloppe du bâtiment. À ces endroits, en période de froid, la température superficielle de l'enveloppe est plus basse que celle des surfaces environnantes. Ils sont présents au droit des jonctions des dalles et des murs intérieurs avec les façades. Au niveau des encadrements de la porte d'entrée et des fenêtres, on retrouve également des ponts thermiques localisés.

Ils vont provoquer :

- Des dépenses énergétiques,
- Un inconfort sur le plan de l'hygiène,
- La détérioration des matériaux.

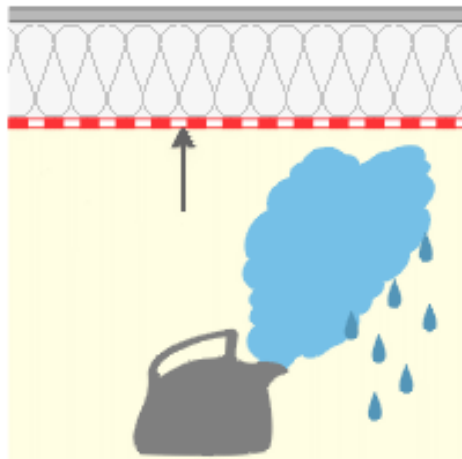
La mise en œuvre d'une isolation extérieure des façades permettrait de diminuer notablement ces défauts.



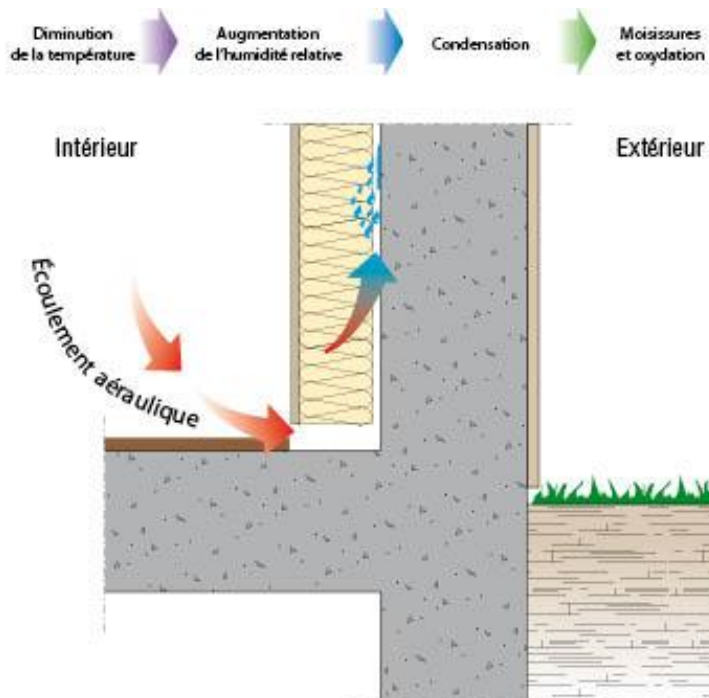
8. Risques de condensation d'humidité

De nombreuses activités ménagères comme cuisiner, se doucher, nettoyer, etc... mais aussi l'activité humaine (respiration, transpiration...), produisent de la vapeur d'eau dans la maison. Lorsque cette vapeur d'eau chaude entre en contact avec une surface plus froide et ne peut pas s'échapper de la pièce, il se produit une réaction de condensation. L'air chaud et humide refroidit rapidement, faisant apparaître des gouttes d'eau.

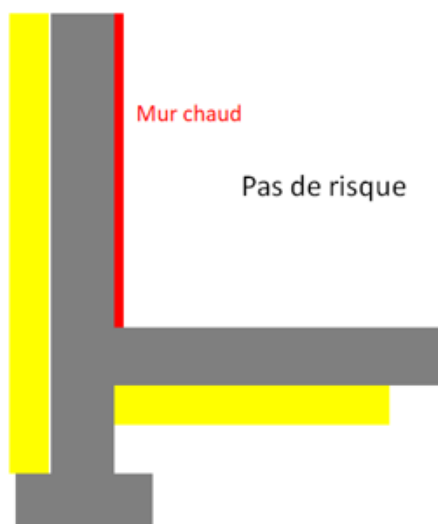
En ce qui concerne la toiture, certaines isolations n'offrent pas beaucoup de résistance à la diffusion de cette vapeur (laine minérale par exemple). La vapeur va condenser et détériorer l'isolant ou même la finition interne. Pour éviter ce phénomène de condensation interne, il est nécessaire de placer un pare-vapeur. Le pare-vapeur est une membrane qui selon sa perméance limite ou empêche le cheminement et la stagnation de vapeur d'eau dans les parois. Il est toujours posé à l'intérieur, côté chauffé, entre l'isolant et le parement de finition. Il sera donc nécessaire de mettre en place un pare vapeur du côté intérieur de l'isolant de toiture.



En saison froide, la vapeur d'eau va condenser lorsqu'elle rencontrera une zone froide : c'est le phénomène du point de rosée (c'est la température à laquelle l'humidité trop importante présent dans l'air, va se condenser pour former des gouttelettes d'eau au contact d'une paroi froide). Avec l'isolation par l'intérieur, les murs extérieurs sont froids. Cette température basse peut donc générer une zone de condensation large dans la paroi et un inconfort.



La pose de l'isolant sur la paroi extérieure du mur permet de réchauffer toutes les couches d'air présentes en amont de celui-ci, diminuant grandement les risques de condensation. Ainsi le seul risque se situe au niveau des couches externes de l'isolant, à proximité du parement extérieur. Celui-ci devra donc être prévu afin d'évacuer facilement l'eau et la vapeur d'eau. Le choix d'un enduit capillaire et perméable à la vapeur d'eau est recommandé.





9. Étanchéité à l'air de l'enveloppe chauffée

L'étanchéité à l'air du bâtiment caractérise la sensibilité du bâtiment vis-à-vis des infiltrations ou fuites d'air parasites passant par l'enveloppe du bâtiment. Une paroi non étanche à l'air dans un bâtiment est synonyme d'inconfort et de surconsommation d'énergie.

Avec l'isolation de plus en plus performante de nos bâtiments, leur étanchéité à l'air devient un point important pour contrôler les infiltrations et exfiltrations d'air et avec elles, certaines pertes d'énergie. La tendance actuelle est donc à une étanchéification la plus complète afin de pouvoir contrôler au mieux ces fuites d'air et de pouvoir assurer d'une ventilation efficace des locaux.

L'étanchéité de la maison avant travaux est tout à fait médiocre, notamment à cause de l'état des menuiseries extérieures et de la toiture. L'étanchéité actuelle à l'air est estimée à environ 2 renouvellement/heure sous une pression de 50 Pa.

Au niveau de la toiture, aucune étanchéité à l'air est mise en place. Le plus important problème d'étanchéité se trouve donc au niveau de la toiture et des raccords fenêtres-façade.



10. Installation technique

La production de chauffage et d'eau chaude sanitaire était effectuée par une chaudière au mazout.

Les corps de chauffe étaient classiques et équipés de vannes classiques.

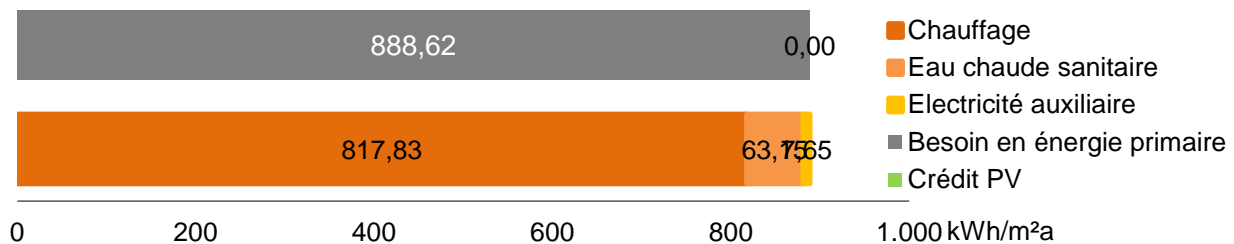
Le réseau de distribution de chaleur, pas isolé, a les caractéristiques suivantes :

| Réseau de distribution de chaleur | Caractéristiques |
|-----------------------------------|---|
| Distribution de chaleur | Par tuyauterie en acier |
| Corps de chauffe | Par radiateurs fonte équipés de vannes classiques |
| Type de circulateur | Vitesse constante |

11. Bilan énergétique avant assainissement

Situation Existante

Besoin en énergie primaire



Rappel des valeurs seuils à atteindre

| | Elément de construction de l'enveloppe thermique assaini | Catégorie d'isolant thermique | Aide financière spécifique [euros/m² assaini] | | |
|---|---|---------------------------------|---|----------------------------|---------------------------|
| | | | Standard de performance III | Standard de performance II | Standard de performance I |
| 1 | Elément contre extérieur : mur extérieur (isolé du côté extérieur ou du côté extérieur), toiture inclinée ou plate, dalle inférieure contre extérieur | a. fossile et autres matériaux* | 25 | 30 | 40 |
| | | b. minéral | 45 | 50 | 60 |
| | | c. écologique | 70 | 75 | 85 |
| 2 | Elément contre zone non chauffée ou sol : dalle supérieure contre zone non chauffée, mur ou dalle inférieure contre sol ou zone non chauffée | a. fossile et autres matériaux* | 15 | 20 | 30 |
| | | b. minéral | 20 | 25 | 35 |
| | | c. écologique | 30 | 35 | 45 |
| 3 | Fenêtres et portes-fenêtres | | 50 | 55 | 60 |

* matériaux ne répondant pas aux définitions des catégories b. et c.



| | Élément assaini | Standard de performance III | Standard de performance II | Standard de performance I |
|---|---|---|--|--|
| | | Épaisseur minimale de l'isolant thermique en cm | Valeur U maximale de l'élément de construction en W/(m ² K) | Valeur U maximale de l'élément de construction en W/(m ² K) |
| 1 | Mur extérieur (isolé du côté extérieur) | 15 | 0,17 | 0,13 |
| 2 | Mur extérieur (isolé du côté intérieur) | 8 | *10 cm | *12 cm |
| 3 | Mur contre sol ou zone non chauffée | 12 | 0,22 | 0,15 |
| 4 | Toiture inclinée ou plate | 20 | 0,13 | 0,10 |
| 5 | Dalle supérieure contre zone non chauffée | 20 | 0,13 | 0,10 |
| 6 | Dalle inférieure contre zone non chauffée ou sol ou extérieur | 12 | 0,22 | 0,15 |
| 7 | Fenêtres et portes-fenêtres | 0,85 W/(m ² K) | 0,80 | 0,75 |

Isolant thermique minéral, catégorie b., sont les isolants qui remplissent simultanément les conditions suivantes :

1. ils présentent un indicateur écologique leco12 dont la valeur est inférieure ou égale à 23,7 UI6/m²,
2. ils sont intégralement de nature minérale, y compris l'enduit, et
3. ils sont fixés exclusivement de manière mécanique, à l'exception de l'enduit.

Isolant thermique écologique, catégorie c., sont les isolants qui remplissent simultanément les conditions suivantes :

1. ils présentent un indicateur écologique leco12 dont la valeur est inférieure ou égale à 23,7 UI6/m²,
2. ils sont constitués exclusivement de matériaux renouvelables, et
3. ils sont fixés exclusivement de manière mécanique, à l'exception de l'enduit.

Majoration de la subvention

| | Élément assaini | Majoration [€/m ² assaini] |
|---|--|---------------------------------------|
| Isolants fossiles composés à plus de 50% de matières recyclées Ou Isolants minéraux composés à plus de 50% de matières recyclées Ou Isolants écologiques dont les composants proviennent de cultures certifiées durables (FSC / PEFC / SFI) | Mur extérieur (isolé du côté intérieur ou extérieur) | + 15€/m ² |
| | Mur contre sol ou zone non chauffée | |
| | Toiture inclinée ou plate | |
| | Dalle supérieure contre zone non chauffée | |
| | Dalle inférieure contre zone non chauffée Ou sol ou extérieur | |



Mis à part pour les murs contre sol et les dalles inférieures contre sol, aucune aide financière n'est allouée pour les surfaces des éléments assainis avec des isolants thermiques dont la valeur de l'indicateur écologique leco12 est supérieure à 50,0 UI6/m².

Pour une isolation qui est réalisée exclusivement du côté intérieur, les aides financières spécifiques [euros/m² assaini] indiquées dans le tableau ci-dessus sont diminuées de 25 pour cent ; l'exigence que l'isolant thermique minéral, catégorie b., et l'isolant thermique écologique, catégorie c., doivent être fixés de manière mécanique ne vaut pas pour une isolation qui est réalisée exclusivement du côté intérieur.

| Matériaux d'isolation | λ en W/(mK) | I _{eco12} UI6/m ² | Valeur de référence |
|--|------------------------|--|-------------------------|
| Granulés de béton cellulaire (en vrac) | 0,045 | 2,7 | |
| Fibres de cellulose injectées (en vrac) | 0,040 | 3,5 | |
| Cotton écologique (en vrac) | 0,040 | 12,5 | |
| Liège expansé (plaque) | 0,045 | 15,3 | |
| Laine minérale (isolation toiture en pente) | 0,035 | 15,9 | |
| Panneau d'isolation en fibres de bois (procédé sec) | 0,043 | 19,4 | |
| Laine minérale (isolation façade) | 0,035 | 23,0 | |
| Laine de verre (natte) | 0,035 | 28,0 | |
| PSE 040 | 0,040 | 29,9 | |
| PSE 035 | 0,035 | 34,7 | |
| Panneaux en laine de bois multicouches avec un noyau en EPS | 0,040 | 34,9 | |
| Perlites (en vrac) | 0,060 | 37,4 | 37,4 I _{eco12} |
| Verre cellulaire | 0,041 | 37,4 | |
| Chanvre non-tissé | 0,040 | 37,9 | |
| Lin non-tissé | 0,040 | 42,0 | |
| Laine minérale (isolation sol) | 0,035 | 47,2 | |
| Cotton conventionnel | 0,040 | 47,1 | |
| Panneau d'isolation en fibres de bois (procédé humide) | 0,043 | 48,4 | |
| Plaque d'isolation en PU | 0,030 | 51,0 | |
| Panneaux en laine de bois multicouches avec un noyau en laine de roche | 0,035 | 53,4 | |
| Laine de roche (à masse volumique élevée) | 0,035 | 55,8 | |
| PSX 035 | 0,035 | 57,1 | |
| Plaques en fibres de cellulose | 0,040 | 61,4 | |
| Plaque d'isolation en calcium-silicate | 0,060 | 239,3 | |



12. Recommandations, propositions d'améliorations

Les épaisseurs des isolations thermiques à prévoir ont été calculées sur base des exigences du RGD du 7 avril 2022, afin de pouvoir prétendre aux subsides. Les valeurs lambda choisies correspondent aux isolations thermiques courantes et habituelles disponibles sur le marché.

Le « prix officiel de l'énergie » indiqué dans les tableaux est celui donné par le Ministère de l'Economie et du Commerce extérieur, qui est à utiliser pour le calcul des coûts énergétiques économisés.

Pour information, ci-après, trouvez l'échelle de valeur des différentes classes :

| | Classe A+ | Classe A | Classe B | Classe C | Classe D | Classe E | Classe F | Classe G | Classe H | Classe I |
|---|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| INDICE DE DÉPENSE D'ÉNERGIE PRIMAIRE | ≤ 16 | ≤ 41 | ≤ 71 | ≤ 84 | ≤ 98 | ≤ 154 | ≤ 225 | ≤ 280 | ≤ 355 | > 355 |
| INDICE DE DÉPENSE D'ÉNERGIE DE CHAUFFAGE | ≤ 13 | ≤ 14 | ≤ 27 | ≤ 43 | ≤ 54 | ≤ 85 | ≤ 115 | ≤ 150 | ≤ 185 | > 185 |
| INDICE DE DÉPENSE D'ÉMISSION DE CO ₂ | ≤ 5,5 | ≤ 9 | ≤ 16 | ≤ 18,5 | ≤ 21,5 | ≤ 33,5 | ≤ 49 | ≤ 77 | ≤ 97 | > 97 |

Caractéristiques des isolants thermiques

| | Laine de roche |
|------------------------------|--------------------|
| Lambda | 0,035 |
| Type de matériel | Laine de roche |
| Indicateur leco12 | 23,0 |
| Fixation à l'élément assaini | Fixation mécanique |

| | Gutex Thermoflex |
|------------------------------|--------------------|
| Lambda | 0,036 |
| Type de matériel | Fibre de bois |
| Indicateur leco12 | 19,4 |
| Fixation à l'élément assaini | Fixé mécaniquement |

| | Gutex Ultratherme |
|------------------------------|--------------------|
| Lambda | 0,042 |
| Type de matériel | Fibre de bois |
| Indicateur leco12 | 48,4 |
| Fixation à l'élément assaini | Fixé mécaniquement |



13. Recommandations

Afin d'atteindre un certain confort thermique dans la propriété, il est nécessaire d'adopter une série de mesures.

En ce sens, nous allons en analyser quelques-unes et voir comment réagit le confort thermique du bâtiment, selon chaque mesure adoptée.

13.1. Recommandation n°1 : isolation de la toiture

Dans le cas présent, la toiture n'est pas isolée. Le but serait de mettre en place une isolation du côté intérieur. Afin de prétendre aux subsides, les pans de toiture doivent être isolés selon le tableau ci-dessous.

La composition indicative de la toiture serait alors :

| Désignation | Lambda | Perf III => 20 cm | Perf II U <= 0,13 | Perf I U <=0,10 |
|---|--------|----------------------|----------------------|--------------------|
| Plaque de plâtre | 0,21 | | | |
| Isolation fibre de bois Steico entre chevrons | 0,038 | 22 cm | 32 cm | 42 cm |
| Panneaux Pavatex | 0,044 | 3,5 cm | 3,5 cm | 3,5 |
| Lame d'air et lattage | 1,39 | | | |
| Couverture | 80 | | | |

| | | | | |
|---|--|---------|---------|---------|
| Valeur U actuelle (W/m²K) | | 2,6 | | |
| Valeur U projetée (W/m²K) | | 0,172 | 0,127 | 0,1 |
| Economie d'énergie annuelle prévue (kwh/an) | | 43007 | 44039 | 44557 |
| Prix officiel de l'énergie (gaz) | | 0,06 | | |
| Economie annuelle prévue (€) | | 2580,42 | 2642,34 | 2673,42 |

| | | | | |
|--|--|---|---|---|
| Classe de performance énergétique | | I | I | I |
| Classe d'isolation thermique | | I | I | I |
| Classe de performance environnementale | | I | I | I |



13.2. Recommandation n°2 : isolation des murs extérieurs

Les murs extérieurs ne sont pas isolés actuellement. Afin de prétendre aux subsides, leur valeur U après isolation thermique devrait atteindre les valeurs par performances du tableau repris ci-dessous. La composition indicative des murs extérieurs serait alors :

| Désignation | Lambda | Perf III ≥ 15 cm | Perf II U ≤ 17 W/m²K | Perf I U ≤ 13 W/m²K |
|------------------|--------|------------------|----------------------|---------------------|
| Plâtre | 0,53 | 15 cm | 20 cm | 26 cm |
| Maçonnerie | 1,2 | | | |
| Isolation | 0,035 | | | |
| Enduit extérieur | 0,87 | | | |

| | | | | |
|---|--|----------------|----------------|----------------|
| Valeur U actuelle (W/m²K) | | 1,7 | | |
| Valeur U projetée (W/m²K) | | 0,204 | 0,158 | 0,124 |
| Economie d'énergie annuelle prévue (kwh/an) | | 41536 | 42814 | 43959 |
| Prix officiel de l'énergie (gaz) | | 0,06 | | |
| Economie annuelle prévue (€) | | 2492,16 | 2568,84 | 2637,54 |

| | | | | |
|--|--|---|---|---|
| Classe de performance énergétique | | I | I | I |
| Classe d'isolation énergétique | | I | I | I |
| Classe de performance environnementale | | I | I | I |

13.3. Recommandation n°3 : isolation du mur contre non chauffé

Le mur contre non chauffé n'est pas isolé actuellement. Afin de prétendre aux subsides, leur valeur U après isolation thermique devrait atteindre les valeurs par performances du tableau repris ci-dessous. La composition indicative des murs extérieurs serait alors :

| Désignation | Lambda | Perf III ≥ 12 cm | Perf II U ≤ 0,22 W/m²K | Perf I U ≤ 0,15 W/m²K |
|-------------|--------|------------------|------------------------|-----------------------|
| Plâtre | 0,53 | 12 cm | 14 cm | 22 cm |
| Maçonnerie | 1,2 | | | |
| Isolation | 0,035 | | | |
| Enduit | 0,87 | | | |

| | | | | |
|---|--|---------------|---------------|---------------|
| Valeur U actuelle (W/m²K) | | 1,55 | | |
| Valeur U projetée (W/m²K) | | 0,242 | 0,212 | 0,143 |
| Economie d'énergie annuelle prévue (kwh/an) | | 9714 | 9914 | 10373 |
| Prix officiel de l'énergie (gaz) | | 0,06 | | |
| Economie annuelle prévue (€) | | 582,84 | 594,84 | 622,38 |

| | | | | |
|--|--|---|---|---|
| Classe de performance énergétique | | I | I | I |
| Classe d'isolation énergétique | | I | I | I |
| Classe de performance environnementale | | I | I | I |



13.4. Recommandation n°4 : isolation de la dalle contre non chauffé (contre terre)

La dalle contre non chauffé devrait être isolée avec une valeur U atteignant au maximum les valeurs par performances reprises ci-dessous afin de prétendre aux subsides.

| Désignation | Lambda | Perf III U ≥ 12 cm | Perf II U ≤ 0,22 | Perf I U ≤ 0,15 |
|-----------------|--------|-----------------------|---------------------|--------------------|
| Revêtement | 1 | 12 cm | 16 cm | 22 cm |
| Chape de ciment | 1,4 | | | |
| Béton existant | 1,8 | | | |
| Isolation | 0,035 | | | |

| | | | | |
|---|--|---------|---------|---------|
| Valeur U actuelle (W/m²K) | | 2 | | |
| Valeur U projetée (W/m²K) | | 0,255 | 0,198 | 0,148 |
| Economie d'énergie annuelle prévue (kwh/an) | | 17393 | 18097 | 18712 |
| Prix officiel de l'énergie (gaz) | | 0,06 | | |
| Economie annuelle prévue (€) | | 1043,58 | 1085,82 | 1122,72 |

| | | | |
|--|---|---|---|
| Classe de performance énergétique | I | I | I |
| Classe d'isolation thermique | I | I | I |
| Classe de performance environnementale | I | I | I |

13.5. Recommandation n°5 : Remplacement des menuiseries extérieures.

Les fenêtres sont en bois double vitrage et ont des performances énergétiques raisonnables

La valeur U global de menuiseries extérieures actuelles est estimée à 1,45 W/m²K.

Afin de prétendre aux subsides, leur valeur U des menuiseries extérieures devrait respecter l'une des valeurs reprises dans le tableau ci-dessous.

| | Perf III U ≤ 0,85 | Perf II U ≤ 0,80 | Perf I U ≤ 0,75 |
|---|----------------------|---------------------|--------------------|
| Valeur U actuelle (W/m²K) | 1,45 | | |
| Valeur U projetée (W/m²K) | 0,85 | 0,77 | 0,75 |
| Economie d'énergie annuelle prévue (kwh/an) | 2055 | 2412 | 1924 |
| Prix officiel de l'énergie (gaz) | 0,06 | | |
| Economie annuelle prévue (€) | 123,30 | 144,72 | 115,44 |

| | | | |
|--|---|---|---|
| Classe de performance énergétique | I | I | I |
| Classe d'isolation thermique | I | I | I |
| Classe de performance environnementale | I | I | I |



13.6. Recommandation n°6 : Bonus

- Classe d'isolation atteinte après rénovation

Si le bâtiment atteint les classes d'isolation thermique C, B ou A après la rénovation, le montant de la subvention aux mesures individuelles effectuées sur l'enveloppe thermique peut être augmenté, sous condition que la classe d'isolation thermique soit améliorée d'au moins deux classes.

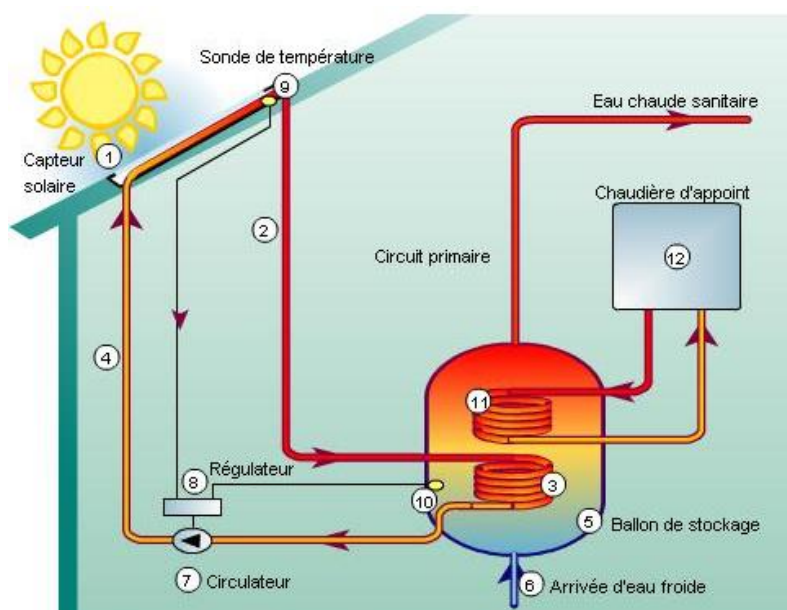
| classe d'isolation thermique après rénovation | Bonus sur le montant de la subvention accordée aux mesures effectuées sur l'enveloppe thermique |
|---|---|
| C | 20% |
| B | 30% |
| A | 50% |



13.7. Recommandation n°7 : Mise en place des panneaux solaires pour ECS

Ceci afin d'utiliser davantage les énergies renouvelables, nous allons coupler des panneaux solaires, pour la production d'eau chaude sanitaire, avec la chaudière.

Le système de chauffage eau chaude, distribution horizontale à l'intérieur de l'enveloppe thermique, les conduits de distribution seront encastrés, isolés et à l'intérieur de l'enveloppe afin de réduire les déperditions, et pompes régulées. Le stockage est aussi à l'intérieur de l'enveloppe thermique.



| Désignation | | Unités |
|--|---------------|--------|
| Economie annuelle d'énergie prévue | 10616 | kWh/an |
| Prix officiel de l'énergie (gaz) | 0,060 | €/kWh |
| Economie financière annuelle prévue (€/an) | 636,96 | €/an |

| | |
|--|---|
| Classe de performance énergétique | I |
| Classe d'isolation thermique | I |
| Classe de performance environnementale | I |



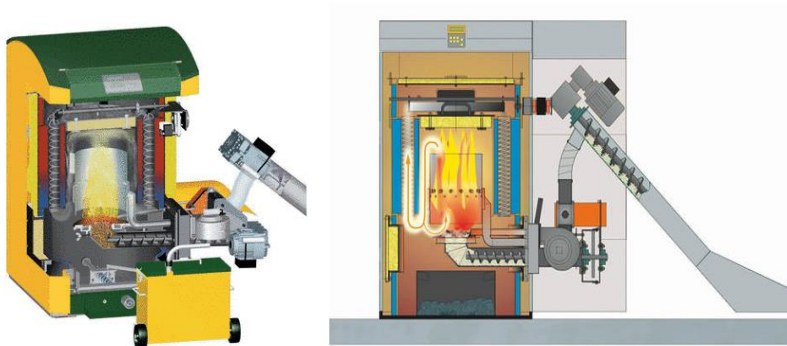
13.8. Recommandation n°8 : Mise en place d'une chaudière à pellets de bois.

Dans le but d'utiliser des technologies modernes afin de limiter la consommation de combustibles fossiles et ainsi diminuer les émissions de gaz carbonique, on peut envisager d'installer une nouvelle chaudière à pellets de bois.

Les chauffages à pellets brûlent des déchets de bois provenant de l'industrie du bois, utilisant ainsi une matière première renouvelable pouvant être prélevée dans la région sur le long terme. Des prix de l'énergie avantageux et particulièrement stables, un chauffage pratiquement neutre en CO₂, représentent les principaux avantages d'un chauffage à pellets.

Attention, ne pas confondre un chauffage à pellets avec un poêle à pellets installé comme une cheminée dans la zone de séjour qu'il alimente en chaleur. Un chauffage à pellets est un système de chauffage primaire qui assure l'alimentation thermique de l'ensemble de la maison pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire.

Le système de chauffage eau chaude, distribution horizontale à l'intérieur de l'enveloppe thermique, les conduits de distribution seront encastrés, isolés et à l'intérieur de l'enveloppe afin de réduire les déperditions, et pompes régulées. Le stockage est aussi à l'intérieur de l'enveloppe thermique.



| Désignation | | Unités |
|--|----------------|--------|
| Economie annuelle d'énergie prévue | 119178 | kWh/an |
| Prix officiel de l'énergie (gaz) | 0,06 | €/kWh |
| Economie financière annuelle prévue (€/an) | 7150,68 | €/an |

| | |
|--|----------|
| Classe de performance énergétique | C |
| Classe d'isolation thermique | I |
| Classe de performance environnementale | C |



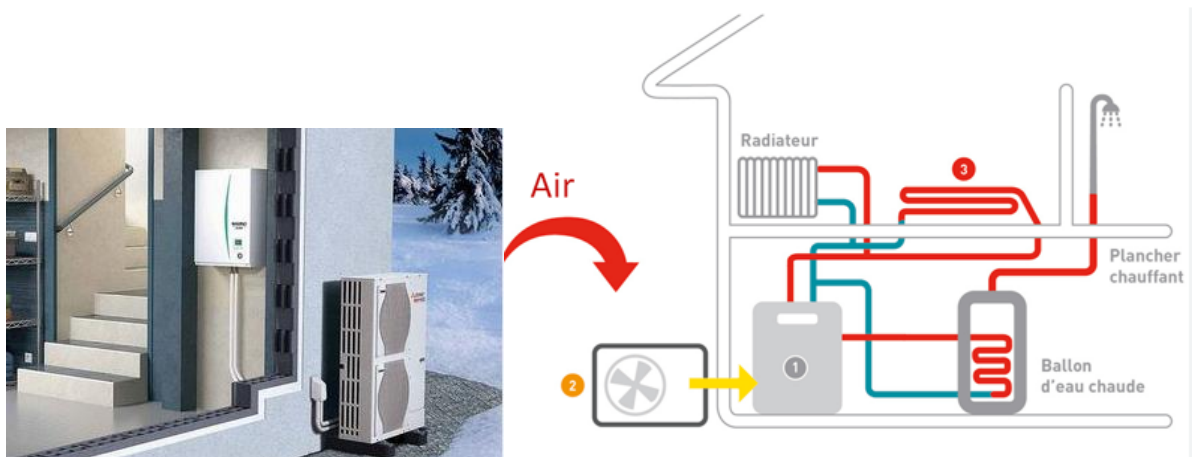
13.9. Recommandation n°9 : Mise en place d'une pompe à chaleur.

Dans le but d'utiliser des technologies modernes afin de limiter la consommation de combustibles fossiles et ainsi diminuer les émissions de gaz carbonique, on peut envisager d'installer une nouvelle pompe à chaleur.

Le système de chauffage eau chaude, distribution horizontale à l'intérieur de l'enveloppe thermique, les conduits de distribution seront isolés et à l'intérieur de l'enveloppe afin de réduire les déperditions, et pompes régulées. Le stockage est aussi à l'intérieur de l'enveloppe thermique.

Une pompe à chaleur est un système de chauffage qui transfère la chaleur d'un endroit à un autre. Elle fonctionne en captant la chaleur de l'air, de l'eau ou du sol à l'aide d'un compresseur et en la transférant à l'intérieur d'un bâtiment.

La pompe à chaleur commence par aspirer l'air ou l'eau à l'extérieur et le comprime à l'intérieur. Cette compression augmente la température et la pression de l'air ou de l'eau. Une fois que l'air ou l'eau est comprimé, il est ensuite transféré à l'intérieur de la maison ou du bâtiment et libéré à travers des conduits de chauffage. La chaleur est alors restituée à l'intérieur et aide à chauffer la maison.



| Désignation | | Unités |
|--|----------------|--------|
| Economie annuelle d'énergie prévue | 89777 | kWh/an |
| Prix officiel de l'énergie (gaz) | 0,06 | €/kWh |
| Economie financière annuelle prévue (€/an) | 5386,62 | €/an |

| | |
|--|---|
| Classe de performance énergétique | F |
| Classe d'isolation thermique | I |
| Classe de performance environnementale | G |



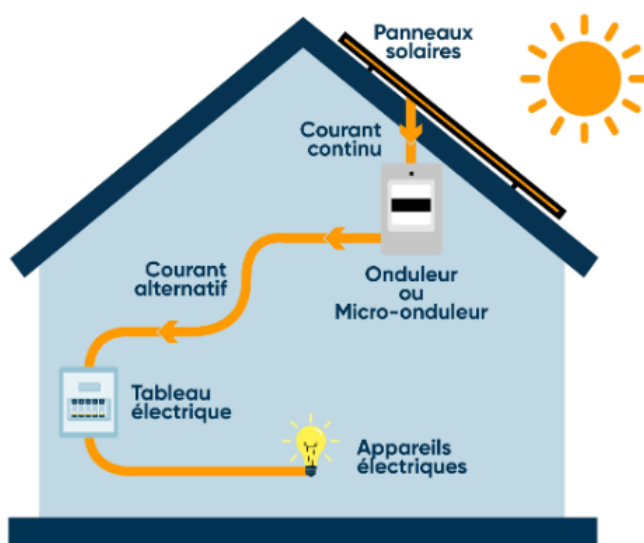
13.10. Recommandation n°10 : Mise en place de panneaux photovoltaïques

Ceci afin d'utiliser davantage les énergies renouvelables, nous allons coupler des panneaux photovoltaïques, pour la production d'électricité, avec la pompe proposée à la recommandation 9.

Le système de chauffage eau chaude, distribution horizontale à l'intérieur de l'enveloppe thermique, les conduits de distribution seront isolés et à l'intérieur de l'enveloppe afin de réduire les déperditions, et pompes régulées. Le stockage est aussi à l'intérieur de l'enveloppe thermique.

Il s'agira de prévoir un emplacement pour l'unité extérieure.

Fonctionnement des panneaux solaires photovoltaïques



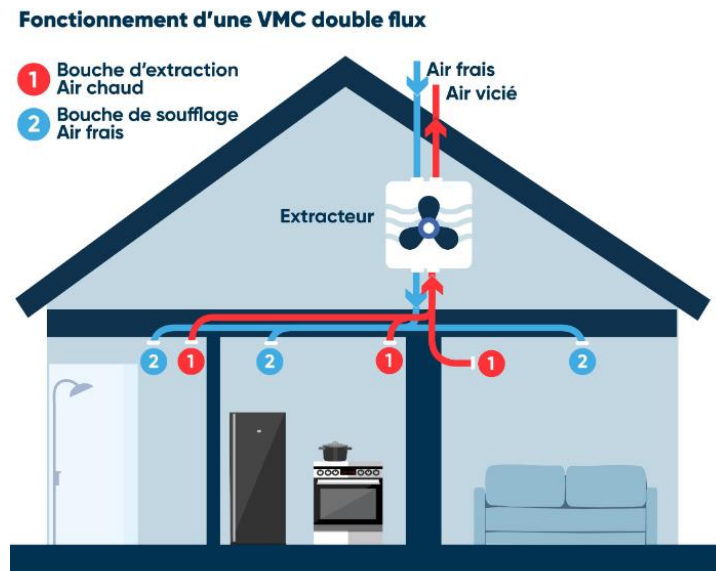
| Désignation | | Unités |
|--|--------|--------|
| Economie annuelle d'énergie prévue | 98390 | kWh/an |
| Prix officiel de l'énergie (gaz) | 0,06 | €/kWh |
| Economie financière annuelle prévue (€/an) | 5903,4 | €/an |

| | |
|--|---|
| Classe de performance énergétique | F |
| Classe d'isolation thermique | I |
| Classe de performance environnementale | F |



13.11. Recommandation n°11 : Mise en place d'une ventilation mécaniquement contrôlée.

Mise en place d'une ventilation mécaniquement contrôlée, fonctionnant 24 heures par jour, avec un rendement de récupération de 90 % et une puissance absorbée de 0,35 W/(m³/h)



| Désignation | | Unités |
|--|--------|--------|
| Economie annuelle d'énergie prévue | 11759 | kWh/an |
| Prix officiel de l'énergie (gaz) | 0,06 | €/kWh |
| Economie financière annuelle prévue (€/an) | 705,54 | €/an |

| | |
|--|---|
| Classe de performance énergétique | I |
| Classe d'isolation thermique | I |
| Classe de performance environnementale | I |



13.12. Recommandation n°12 : Simulation d'assainissement sur l'indice de dépense d'énergie de chauffage

Nous allons tenter de simuler une version faisant varier l'indice de dépense d'énergie de chauffage afin d'atteindre la classe A, B ou C.

En prenant les simulations suivantes :

- Isolation toiture Performance I
- Isolation murs extérieurs Performance I
- Isolation mur contre non chauffé Performance I
- Dalle contre non chauffé Performance I
- Menuiseries extérieurs Performance I
- Pompe à chaleur
- Panneaux photovoltaïques

Dans ce cas de figure, nous arrivons à la classe de performance énergétique



| Désignation | | Unités |
|--|----------------|--------|
| Economie annuelle d'énergie prévue | 131568 | kWh/an |
| Prix officiel de l'énergie (gaz) | 0,06 | €/kWh |
| Economie financière annuelle prévue (€/an) | 7894,08 | €/an |

| | |
|--|----------|
| Classe de performance énergétique | A |
| Classe d'isolation thermique | C |
| Classe de performance environnementale | A |

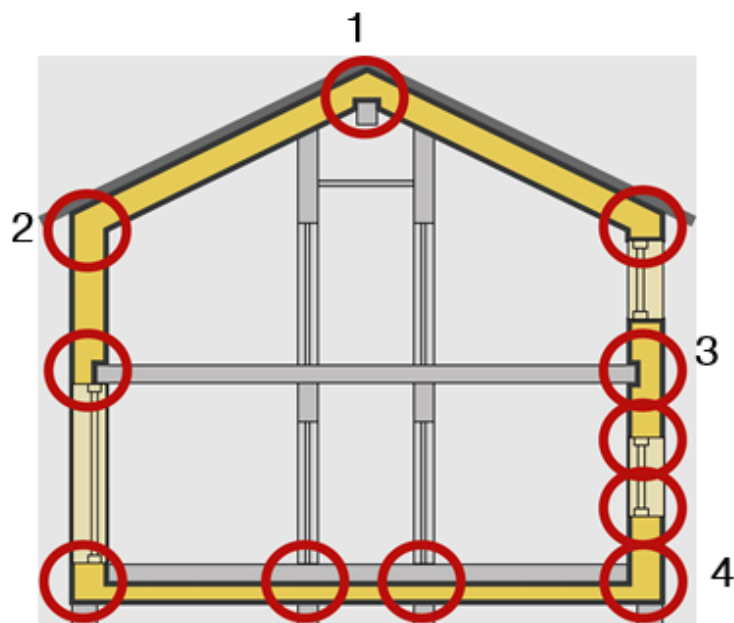


13.13. Recommandation n°13 : Ponts thermiques

Dans le cas d'un bâtiment bien isolé, les ponts thermiques peuvent entraîner des déperditions de chaleur proportionnellement très importantes par rapport aux déperditions totales.

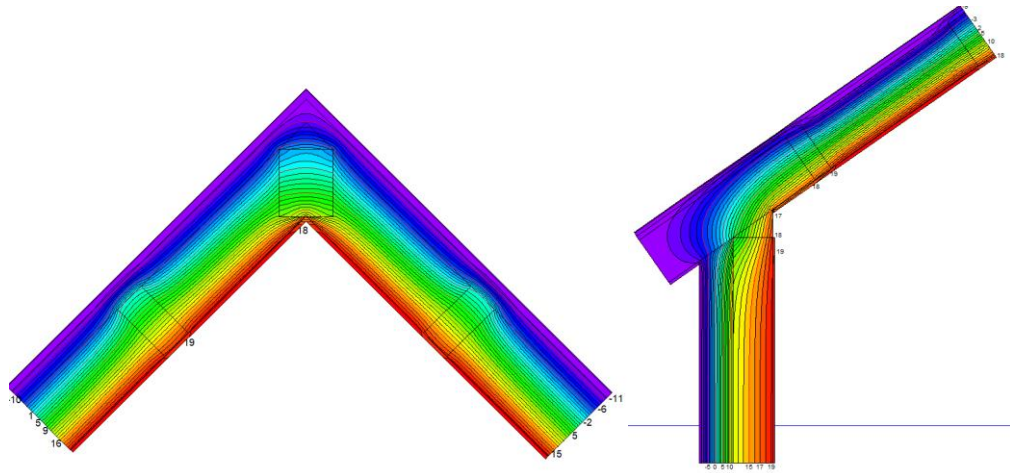
La rénovation des façades, de la toiture, de la dalle et celle des fenêtres doit être en parfaite harmonie pour minimiser la formation des ponts thermiques. Des études spécifiques seront menées.

Les principaux ponts thermiques dans le bâtiment sont notamment dans la toiture, entre la corniche de la toiture et la façade, entre les châssis et la façade et encore entre les planchers et la façade.





Le pont thermique de type 1 se forme là où il y a une rupture d'isolant pour faire l'angle du toit. Lors de l'isolation de la façade, il pourrait se produire un pont thermique en dessous de la corniche du type numéro 2.



Dans ces cas, il est conseillé d'utiliser le pare-vapeur afin d'améliorer l'isolation.

Dans le pont thermique de type 3, on voit le comportement thermique si la façade n'est pas isolée (photo 1), si la façade est isolée par l'intérieur (photo 2) et si elle est isolée par l'extérieur (photo 3).

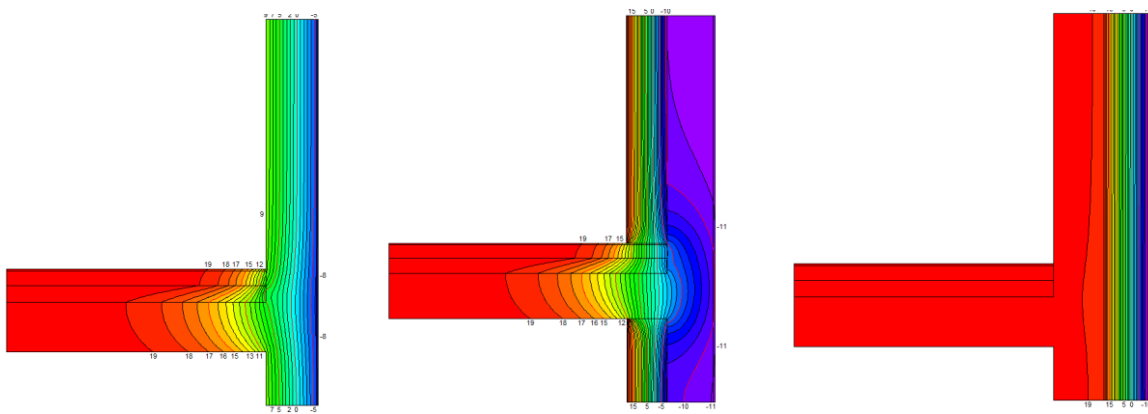


Photo 1

Photo 2

Photo 3

On peut donc en conclure que la meilleure façon de réduire les ponts thermiques est d'utiliser une isolation par l'extérieur, en évitant la rupture de l'isolant.



Le pont thermique (type 4) résultant de la jonction entre la dalle contre terre et la façade peut également être atténué par une isolation extérieure.

On voit le comportement thermique si la façade n'est pas isolée (photo 1), si la façade est isolée par l'intérieur (photo 2) et si elle est isolée par l'extérieur (photo 3).

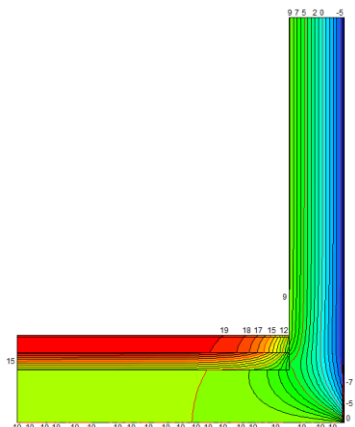


Photo 1

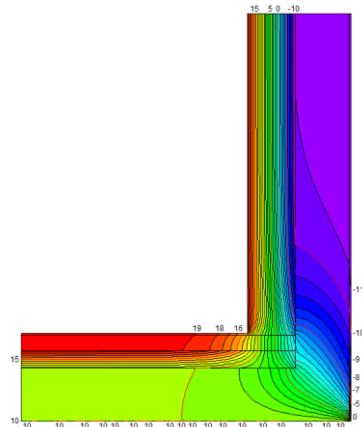


Photo 2

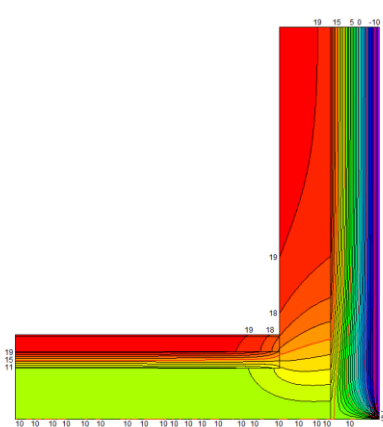
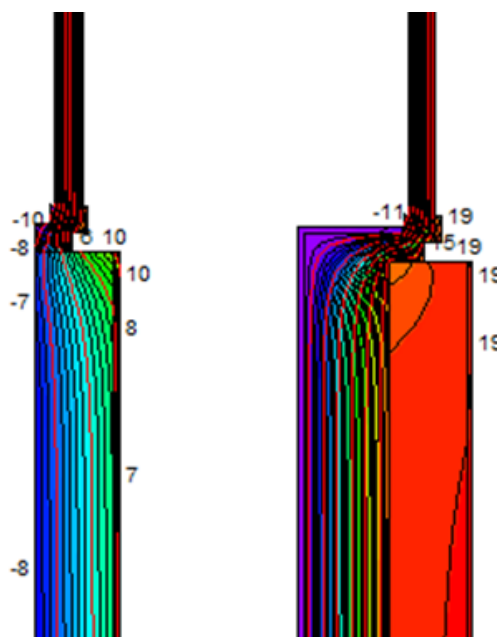


Photo 3

Un autre pont thermique type numéro 5 peut se créer autour des fenêtres car il y a la difficulté de revenir avec l'isolant de façade sur le châssis de fenêtre. Nous pourrions y remédier en repoussant le plan des fenêtres légèrement vers l'extérieur, de manière qu'elles soient dans le plan de l'isolant ou proche de cette dernière.

Pour ce qu'il y a du rapport de la fenêtre avec le linteau, on doit abaisser l'isolant extérieur de quelque centimètre afin de limiter le flux de chaleur à travers la liaison fenêtre-linteau. Un retour d'isolant est aussi nécessaire dans le cas où le châssis de la fenêtre n'est pas en contact direct avec l'isolant extérieur. Le schéma suivant représente la coupe de la mise en œuvre.

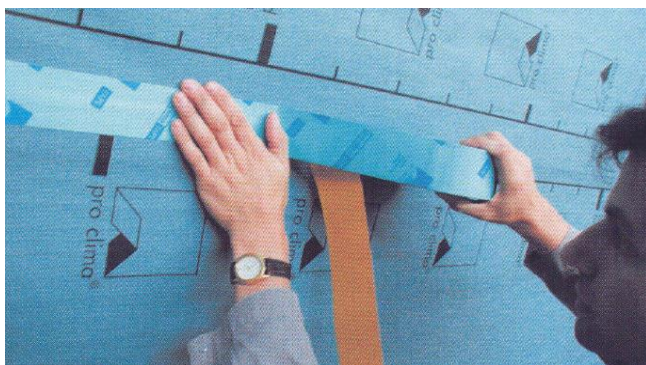




13.14. Recommandation n°14 : Etanchéité à l'air

Il faut éviter que de l'air froid extérieur ne puisse s'infiltrer du côté intérieur du mur. Ce qui réduirait sensiblement l'efficacité de l'isolation.

Lors de l'isolation de la toiture, il est important de mettre en place un film pare-vapeur. Entre chaque film, appliquer une bande adéquate.

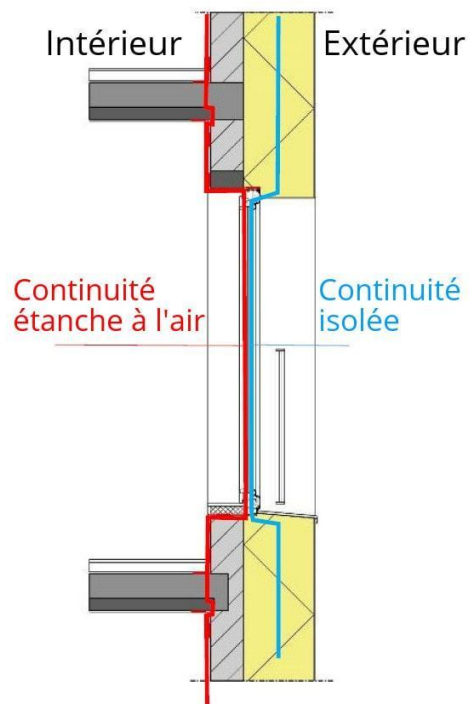


La jonction entre le film pare-vapeur de la toiture et des murs doit être également pris en considération comme le présente l'illustration suivante.





Lors du remplacement des châssis de fenêtre, il faut mettre en place une bande d'étanchéité à l'air afin de limiter les infiltrations d'air. Comme le mentionne la représentation suivante.



Pour tous les passages traversants l'enveloppe d'étanchéité à l'air, il y a lieu de mettre en place des manchons spécifiques.





14. Travaux d'améliorations énergétiques décidées par le propriétaire

Lors de la visite, le propriétaire envisageait isoler essentiellement la toiture et renouveler toutes les techniques.

15. Recommandation concernant l'ordre de la mise en œuvre

De l'isolation sera appliquée par-dessous la charpente existante. Il s'agira d'enlever la couverture, mettre en place une pare pluie. Dessous la charpente, installer le pare vapeur, mettre en place l'isolation par soufflage. Reboucher les ouvertures.

16. Bilan énergétique après assainissement

Isolation toiture Performance III

Pompe à chaleur

Panneaux photovoltaïques.

Dans ce cas de figure, nous arrivons à la classe de performance énergétique



| Désignation | | Unités |
|--|----------------|--------|
| Economie annuelle d'énergie prévue | 112774 | kWh/an |
| Prix officiel de l'énergie (gaz) | 0,06 | €/kWh |
| Economie financière annuelle prévue (€/an) | 6766,44 | €/an |

| | |
|--|---|
| Classe de performance énergétique | E |
| Classe d'isolation thermique | I |
| Classe de performance environnementale | E |



17. Remarques générales et précautions à prendre

De manière générale, nous signalons qu'il faut adapter les épaisseurs des isolations thermiques additionnelles en fonction des coefficients lambda des isolants réellement mis en place. Ainsi un isolant plus performant (lambda plus faible) serait moins épais que la valeur donnée et inversement. Dans tous les cas, il est nécessaire de faire vérifier par un homme de l'art les épaisseurs d'isolation à mettre en œuvre en fonction des isolants choisis par le propriétaire et ce de manière à ne pas dépasser la valeur « U » maximum pour l'obtention des subsides.

Le propriétaire fera vérifier par le service technique de sa ville ou encore tout autre homme de l'art, la conformité à un permis de bâtir ou au règlement sur les bâtisses des mesures proposées avant de commencer les travaux.

La faisabilité technique des mesures d'améliorations proposées est à vérifier par un homme de l'art. Il en est de même pour l'éventuelle nécessité des dispositifs pare/freine vapeur ainsi que les précautions de mise en œuvre des matériaux.

Plusieurs administrations communales proposent à leurs citoyens des subsides complémentaires en matière de rénovation énergétique. Ces subsides n'ont pas été pris en compte dans le cadre de notre étude. Nous invitons le propriétaire à se renseigner auprès de leur administration communale à ce sujet.

Le conseiller en énergie

Jean-Marc Joris

Ingénieur