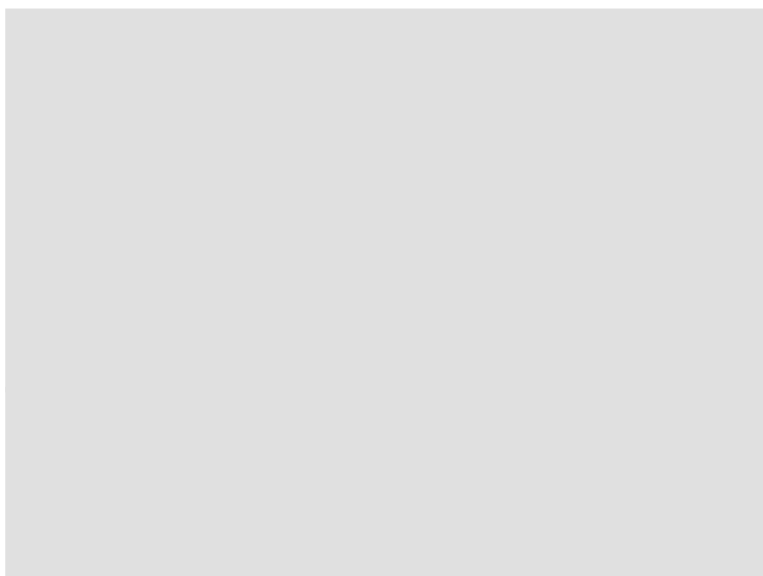


# CECB Plus

Rapport de conseil du CECB



**Adresse**



**Affectation du bâtiment**

Habitat individuel (Cat. II)

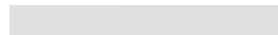
**Année de construction**

1974

**N° EGID\_EDID**



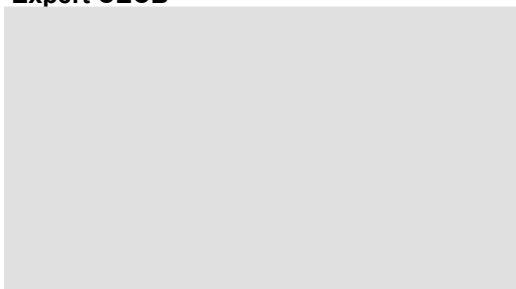
**Mandat**



**Date d'établissement**

06.11.2025 08:35

## Expert CECB



## Clause de non-responsabilité

Le présent rapport a été établi à l'aide de l'outil CECB en ligne. Celui-ci est la propriété de l'association GEAK-CECB-CECE. Il est utilisé par les experts certifiés CECB pour l'élaboration de rapports de conseil en énergie et de documents CECB. La précision du rapport dépend en grande partie de la fiabilité des saisies des experts. Aucune responsabilité ne peut être déduite des conclusions du rapport de conseil. Sauf indication contraire, **seuls les éléments de construction pertinents en termes d'énergie sont pris en compte.**

L'outil permet d'établir des bases de décision pour les rénovations énergétiques, y compris des points de repère pour les coûts attendus. Le rapport ne garantit toutefois pas que les variantes de rénovation présentées seront effectivement réalisables aux coûts indiqués, ni que les subventions estimées seront effectivement versées. Pour le reste, le "Règlement pour l'utilisation du CECB", en particulier son point 11 est appliqué (la protection des données et le règlement d'utilisation peuvent être consultés sur [www.cecb.ch](http://www.cecb.ch)).

# Table des matières

|                                           |          |
|-------------------------------------------|----------|
| <b>Résumé</b>                             | <b>4</b> |
| 1. État initial                           | 5        |
| 2. Comparaison des variantes              | 6        |
| 3. Coûts et rentabilité                   | 7        |
| 4. Recommandation                         | 8        |
| 5. Marche à suivre et remarques générales | 10       |

|                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| <b>Rapport détaillé</b>              | <b>13</b> |
| 6. Bases                             | 14        |
| 7. État initial et évaluation        | 15        |
| 8. Comparaison des variantes         | 21        |
| 9. Coûts, rentabilité et subventions | 24        |
| 10. Variante A                       | 28        |
| 11. Variante B                       | 33        |
| 12. Variante C                       | 38        |

|                                                       |           |
|-------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Annexe</b>                                         | <b>44</b> |
| A Informations                                        | 45        |
| B Hypothèses et méthodologie du calcul de rentabilité | 47        |
| C Données techniques des mesures                      | 48        |
| D Photos, plans et calculs                            | 49        |

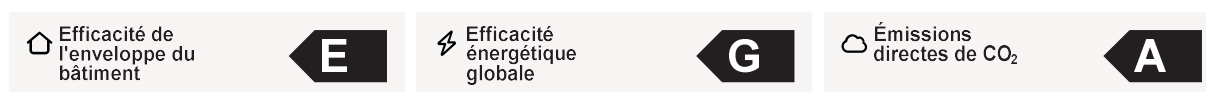
## Résumé

Ce résumé est destiné en premier lieu au propriétaire du bâtiment faisant l'objet de la présente analyse. Il passe en revue l'état initial du bâtiment, les différentes variantes possibles pour améliorer sa performance énergétique avec une estimation de leurs coûts et de leur rentabilité économique pour finir avec une recommandation de l'expert·e et une description des prochaines étapes à entreprendre par le propriétaire pour mettre en œuvre la recommandation.

Pour une lecture encore plus rapide, privilégiez le chapitre 4 Recommandation et le chapitre 5 Marche à suivre et remarques générales.

# 1. État initial

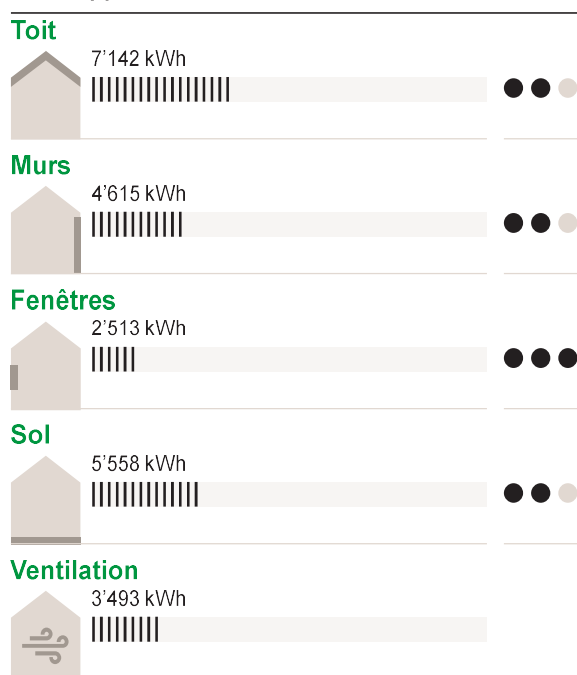
## 1.1. Classe actuelle



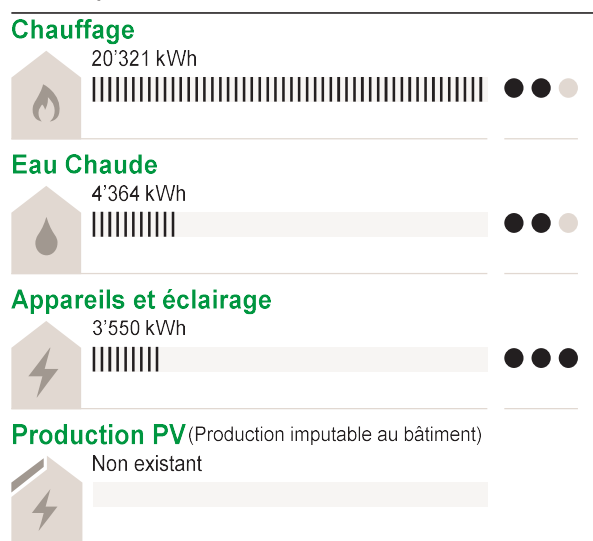
Le graphique qui suit représente les principaux éléments du bâtiment. La relation au graphique précédent s'explique comme suit:

- Les éléments de l'enveloppe du bâtiment influencent l'échelle<sup>1</sup> "Efficacité de l'enveloppe du bâtiment".
- L'enveloppe et les installations techniques du bâtiment sont déterminantes pour l'"efficacité de l'énergie globale".
- Les "émissions directes de CO<sub>2</sub>" proviennent uniquement des chauffages au mazout ou au gaz.

### Enveloppe du bâtiment



### Technique du bâtiment



## 1.2. Mesures déjà réalisées

Les éléments à pertinence énergétique suivants ont déjà été rénovés ou remplacés :

|      |                    |      |                        |
|------|--------------------|------|------------------------|
| 1986 | Toit               | 1986 | Ponts thermiques       |
| 1986 | Murs               | 1993 | Électro direct         |
| 2000 | Fenêtres et portes | 1997 | Chauffe-eau électrique |

<sup>1</sup>Des explications plus détaillées sur les trois échelles et l'étiquette énergie sont disponibles ici: <https://www.cecb.ch/le-cecb/quest-ce-que-le-cecb/>

## 2. Comparaison des variantes

Les variantes suivantes ont été élaborées et analysées dans le cadre de ce rapport de conseil.

| Étiquette | État initial                                                                      | Variante A                                                                        | Variante B                                                                          | Variante C                                                                          |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|           |  |  |   |  |
| <b>A</b>  |  |  |  |  |
| <b>B</b>  |  |  |  |  |
| <b>C</b>  |  |  |   |  |
| <b>D</b>  |  |  |  |  |
| <b>E</b>  |  |  |   |  |
| <b>F</b>  |  |  |   |  |
| <b>G</b>  |  |  |   |  |

 Efficacité de l'enveloppe du bâtiment  
 Efficacité énergétique globale  
 Émissions directes de CO<sub>2</sub>

### Variante A: Mesures simples A

Isolation du plafond du sous-sol des espaces chauffés ( $U \leq 0.25$  recommandé). Remplacement du boiler électrique par un boiler thermodynamique.

### Variante B: Mesures simples B

Isolation du plafond du sous-sol des espaces chauffés ( $U \leq 0.25$  recommandé). Remplacement du boiler électrique par un boiler thermodynamique.

Isolation du toit ( $U \leq 0.15$  recommandé).

### Variante C: Mesures simples C

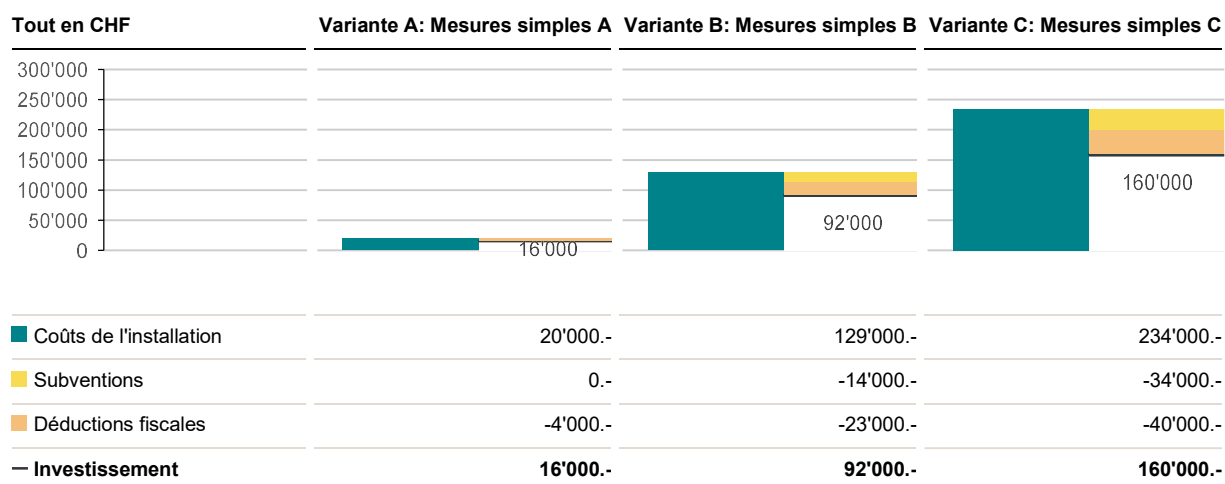
Isolation du plafond du sous-sol des espaces chauffés ( $U \leq 0.25$  recommandé). Remplacement du boiler électrique par un boiler thermodynamique.

Isolation du toit ( $U \leq 0.15$  recommandé).

Remplacement des radiateurs électriques par une pompe à chaleur air-eau + réseau hydraulique.

## 3. Coûts et rentabilité

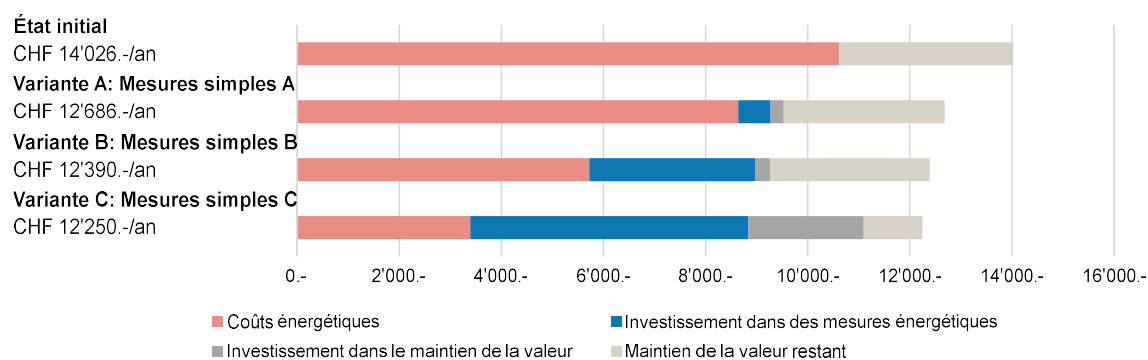
### 3.1. Coûts d'investissement



### 3.2. Calcul de rentabilité

Ci-après, les variantes sont comparées sur la base des coûts annuels de l'énergie et des investissements. L'investissement dans l'entretien et la remise en état correspond aux coûts de maintien du bâtiment dans son état actuel et donc au maintien de la valeur actuelle du bâtiment.

La **Variante C** présente la meilleure rentabilité. Les coûts annuels sont les plus bas.



Les améliorations en termes de confort ne sont pas quantifiables ; elles sont obtenues avant tout par des mesures sur l'enveloppe du bâtiment et sont décisives pour le bien-être. L'augmentation de valeur résultant de la rénovation énergétique n'est pas non plus prise en compte. Les "investissements dans les mesures énergétiques" peuvent être utilisés comme point de repère.

## 4. Recommandation

En conclusion de l'analyse ci-dessous, il est recommandé de réaliser la variante suivante :

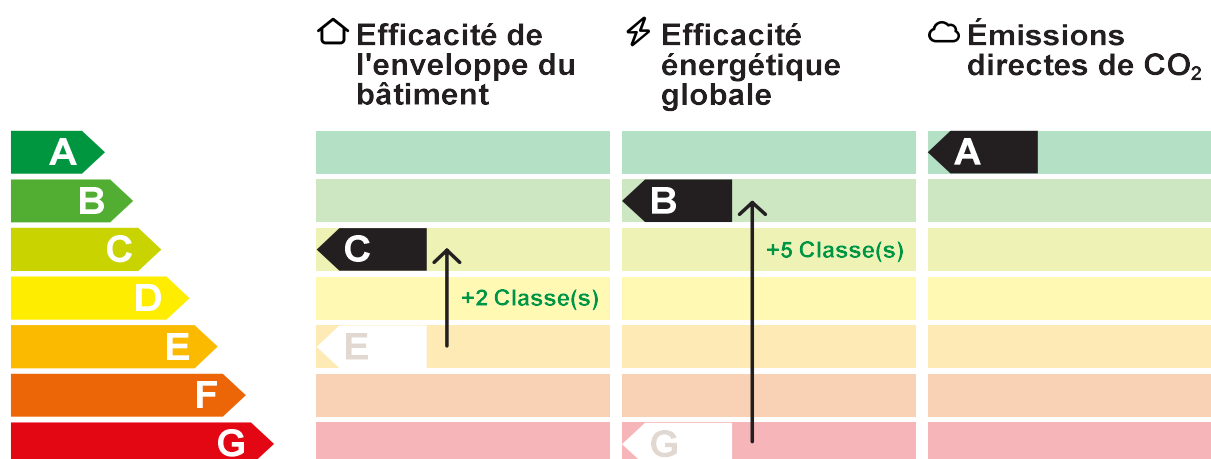
### 4.1. Variante C: Mesures simples C

Isolation du plafond du sous-sol des espaces chauffés ( $U \leq 0.25$  recommandé). Remplacement du boiler électrique par un boiler thermodynamique.

Isolation du toit ( $U \leq 0.15$  recommandé).

Remplacement des radiateurs électriques par une pompe à chaleur air-eau + réseau hydraulique.

| Surface chauffée                        | Besoin en énergie | Durée des travaux | Investissement |
|-----------------------------------------|-------------------|-------------------|----------------|
| 160 m <sup>2</sup> (+0 m <sup>2</sup> ) | 11'637 kWh (-59%) |                   | 160'000.- CHF  |



#### Données clés<sup>2</sup>

| État initial | 116 kWh/(m <sup>2</sup> a) | 338 kWh/(m <sup>2</sup> a) | 0 kg/(m <sup>2</sup> a) |
|--------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Variante C   | 68 kWh/(m <sup>2</sup> a)  | 96 kWh/(m <sup>2</sup> a)  | 0 kg/(m <sup>2</sup> a) |
| Variation    | -41 %                      | -72 %                      | 0 %                     |

<sup>2</sup>Valeurs calculées sous utilisation standard. L'unité kWh/m<sup>2</sup>a signifie "besoin annuel en énergie par m<sup>2</sup> de surface chauffée".

## 4.2. Influence de la recommandation sur l'état initial

Le graphique ci-dessous répertorie les principaux éléments du bâtiment et montre l'impact des mesures proposées.

### Enveloppe du bâtiment

#### Toit



#### Murs



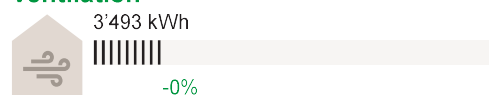
#### Fenêtres



#### Sol



#### Ventilation



### Énergie

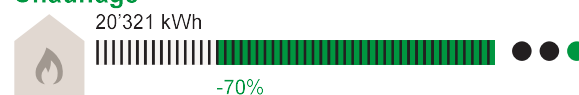
|||| État initial  
■ Amélioration  
■ Besoin supplémentaire

### État

●●● neuf  
●●● usé  
●●● abîmé  
●●● en fin de vie  
● État neuf des éléments rénovés

### Technique du bâtiment

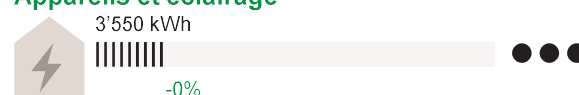
#### Chauffage



#### Eau Chaude



#### Appareils et éclairage



#### Production PV (Production imputable au bâtiment)



## 5. Marche à suivre et remarques générales

La procédure suivante est proposée :

1

### Prix, coûts et programmes de subvention

- Décision du propriétaire sur la variante à mettre en œuvre
- Organisation du financement par le propriétaire, éventuellement avec la banque
- Mandater un·e architecte, un maître d'œuvre ou un·e entrepreneur·euse expérimenté·e pour la suite de la planification et la mise en œuvre. Il/elle sera responsable de la qualité, des coûts et du calendrier

2

### Planification

- Vérification de la nécessité d'obtenir un permis de construire et obtention de ce dernier le cas échéant
- Élaboration du projet de construction
- Établissement des plans de projet
- Demande d'éventuelles subventions
- Consolidation du coût des travaux
- Élaboration d'un calendrier approximatif

3

### Appel d'offres et attribution aux entreprises

- Appel d'offre à différentes entreprises
- Actualisation des coûts, consolidation du financement
- Adjudication aux entreprises

4

### Réalisation

- Établissement des plans d'exécution
- Exécution par les entrepreneurs conformément aux plans
- Direction et contrôle permanent des travaux, des délais et des coûts
- Réception des travaux après achèvement, y compris mise en service et documentation
- Achèvement de la demande de subvention

Forts de notre longue expérience, nous sommes disponibles pour vous assister dans la planification des travaux.

## 5.1. Remarques générales

- Variante recommandée : **Variante A** dans un premier temps puis upgrader vers la **variante B**, puis **C** d'ici quelques années.
- Encouragements : Une requête pour les demandes de subvention est recommandée – le présent rapport fait partie de la requête.
- En complément des subventions cantonales, des aides communales peuvent également être disponibles lors des travaux. Il est recommandé de se renseigner directement auprès de la commune concernée et d'effectuer les demandes de subvention avant le démarrage des travaux.
- Recommandations complémentaires

| Recommandations complémentaire                                          | Variante | Site internet                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------------------------|
| Remplacement des luminaires halogènes par des LED                       | A, B, C  | Voir le site <a href="http://www.topten.ch">www.topten.ch</a> |
| Subventions électroménagers                                             | A, B, C  | Voir le site <a href="http://www.topten.ch">www.topten.ch</a> |
| Programme encouragement assainissement éclairage intérieur et extérieur | A, B, C  | Voir le site <a href="http://www.topten.ch">www.topten.ch</a> |

- Possibles démarches à prévoir par la suite

| Démarches                                                                          | Qui s'en occupe ?                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 - Choix de la variante (un « upgrade » est possible d'une variante à une autre). | Propriétaire en collaboration avec l'Expert CECB.                                                 |
| 2 – Dimensionnement et conception des installations à mettre en œuvre.             | Bureaux d'ing. Installateur.                                                                      |
| 3 - Demande d'autorisation avec les formulaires énergétiques.                      | Bureau d'ing. Expert CECB (mandat séparé). Installateur.                                          |
| 4 – Demande de subventions.                                                        | Bureau d'ing., Expert CECB (mandat séparé), Entreprise, installateur, propriétaire ou architecte. |
| 5 – Réalisation des travaux                                                        | Entreprise ou installateurs concernés.                                                            |
| 6 – Suivi de chantier                                                              | Bureau d'ing., Expert CECB (mandat séparé), propriétaire, architecte ou entreprise.               |
| 6 – Mise à jour du CECB                                                            | Expert CECB (mandat séparé).                                                                      |
| 7 – Déclaration de l'achèvement des travaux pour demande de subventions.           | Bureau d'ing., Expert CECB (mandat séparé), Entreprise, installateur, propriétaire ou architecte. |

*Attention : un diagnostic amiante avant travaux peut être nécessaire.*

- Trois points tout aussi (voir plus) intéressant que les subventions :

- 1 - Très important (et très souvent plus intéressant que les subventions), les coûts des travaux peuvent être déduits fiscalement.
- 2 - Avec des travaux d'assainissement votre bien immobilier gagne une importante plus-value sur la valeur vénale.
- 3 - En assainissant votre bâtiment vous devenez acteur dans la transition écologique.

### Recommandations pour la sollicitation de devis pour travaux

Dans le cadre de vos travaux, il est crucial de procéder à une comparaison minutieuse des offres afin d'assurer un choix à la fois éclairé et économiquement avantageux. Pour cela, nous vous recommandons vivement de solliciter au moins deux propositions distinctes avant de finaliser votre décision. Assurez-vous que ces propositions incluent une offre d'une entreprise de votre choix ainsi que des offres provenant d'autres prestataires reconnus pour leur adhérence aux normes de qualité suisses.

Pour vous accompagner dans cette démarche, nous sommes à votre disposition pour vous aider à sélectionner des entreprises certifiées qui respectent les standards de qualité exigés en Suisse. Ces entreprises sont en mesure de vous fournir des devis compétitifs et détaillés, vous permettant de faire des choix éclairés pour vos travaux.

### Ecogestes importants à suivre afin de diminuer vos consommations :

Suivre des éco-gestes et des mesures d'économie d'énergie est important pour réduire l'impact environnemental et alléger les factures en chauffage (diminution de l'indice de dépense de chaleur – IDC - en conséquence) et électricité et réduire son empreinte carbone. En ajustant les habitudes quotidiennes et l'utilisation des appareils ménagers, chaque individu peut contribuer à un avenir plus durable. Ces pratiques, faciles à intégrer dans la routine journalière, ne se limitent pas seulement à préserver les ressources

naturelles, mais promeuvent également une meilleure efficacité énergétique, ce qui est bénéfique tant pour l'environnement que pour l'économie personnelle.

**Économies en chauffage et eau chaude**

- Réglez les températures du réfrigérateur à 5°C et du congélateur à -18°C.
- Utilisez des couvercles pour cuisiner, éteignez les radiateurs lors de l'aération, et fermez les volets la nuit pour conserver la chaleur.
- Utilisez la climatisation avec modération, dégivrez le congélateur annuellement, lavez le linge à 20-30°C,
- Raccordez le lave-linge et lave-vaisselle à l'eau chaude sanitaire si appareils compatibles (non applicable pour les logements collectifs).
- Réduction de la consommation électrique
- Éteignez les lumières en sortant, optimisez l'usage de la lumière naturelle, et éteignez les appareils après usage.
- Sélectionnez les modes économiques des lave-linge et lave-vaisselle, séchez le linge à l'air, et débranchez les chargeurs inutilisés.
- Éteignez les équipements informatiques et multimédia inactifs, et utilisez la chaleur résiduelle du four.
- Planifiez les repas pour optimiser la décongélation des aliments.
- Autres mesures d'économie
- Évaluez et minimisez votre impact numérique.
- Entretenez et réparez vos appareils pour augmenter leur longévité et réduire les déchets.

**Important : Les demandes de subventions doivent être faites avant les travaux.**

## Rapport détaillé

Le rapport détaillé contient toutes les informations requises pour la discussion et sert de référence tant pour la décision que la mise en œuvre.

Sauf indication contraire, les graphiques et tableaux de ce rapport de conseil ont été établis sur la base des données d'utilisation standard. Elles reflètent le comportement de l'utilisateur·trice selon la normalisation (par exemple, comportement d'aération, température ambiante, temps de présence, etc.) Par conséquent, il peut y avoir des différences entre le comportement réel des utilisateur·trice·s et les besoins énergétiques réels.

## 6. Bases

### 6.1. Coordonnées

| Mandat            |  | Expert            |  |
|-------------------|--|-------------------|--|
| <b>Titre:</b>     |  | <b>Société:</b>   |  |
| <b>Nom:</b>       |  | <b>Nom:</b>       |  |
| <b>Rue:</b>       |  | <b>Rue:</b>       |  |
| <b>Lieu:</b>      |  | <b>Lieu:</b>      |  |
| <b>E-mail:</b>    |  | <b>E-mail:</b>    |  |
| <b>Téléphone:</b> |  | <b>Téléphone:</b> |  |

### 6.2. Visite des lieux et discussion

La visite sur place a été effectuée par [REDACTED] le 22.10.2025.

La raison de l'élaboration de ce rapport de conseil est d'étudier l'état énergétique actuel du bâtiment, d'identifier les pertes principales et de proposer des mesures d'amélioration adaptées visant à réduire la consommation d'énergie et les émissions de CO<sub>2</sub>, tout en augmentant le confort et la valeur du bien.

Il a été convenu des variantes suivantes:

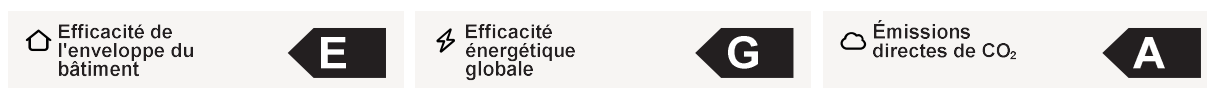
1. Variante A: Mesures simples A
2. Variante B: Mesures simples B
3. Variante C: Mesures simples C

Les bases suivantes sont mises à disposition pour l'élaboration du rapport de conseil CECB:

| Document                   | Comprend |
|----------------------------|----------|
| Plan                       | oui      |
| Vue de la façade           | oui      |
| Coupe                      | oui      |
| Consommation d'électricité | oui      |
| Consommation de chauffage  | oui      |
| Autres                     | non      |

## 7. État initial et évaluation

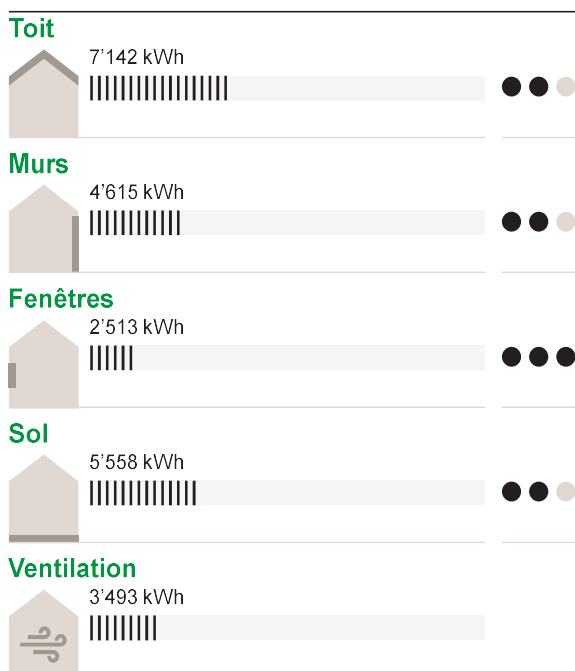
### 7.1. Classe actuelle



Le graphique qui suit représente les principaux éléments du bâtiment. La relation au graphique précédent s'explique comme suit:

- Les éléments de l'enveloppe du bâtiment influencent l'échelle<sup>3</sup> "Efficacité de l'enveloppe du bâtiment".
- L'enveloppe et les installations techniques du bâtiment sont déterminantes pour l'"efficacité de l'énergie globale".
- Les "émissions directes de CO<sub>2</sub>" proviennent uniquement des chauffages au mazout ou au gaz.

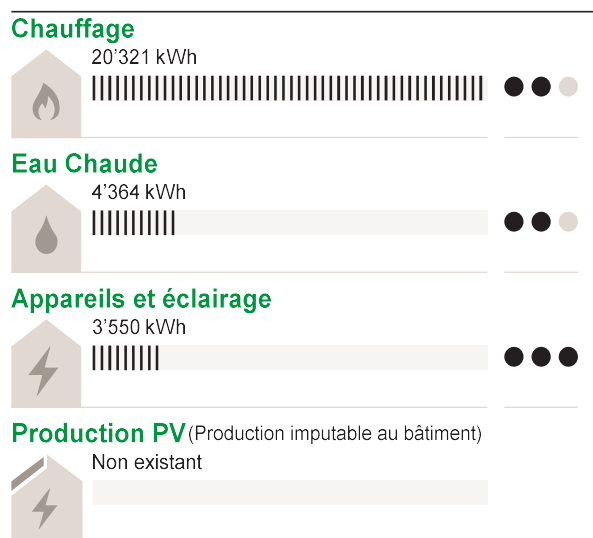
#### Enveloppe du bâtiment



Énergie  
|||| État initial

État  
●●● neuf  
●●● usé  
●●● abîmé  
●●● en fin de vie

#### Technique du bâtiment



### 7.2. Description

- Maison unifamiliale construite en 1974 selon les méthodes et les normes en vigueur en 1974.
- Maison construite en 1974. Le galetas n'est pas chauffé et le sous-sol est partiellement chauffé. Le RDC et les combles sont chauffés. Une mansarde a été créée en 1993 et les vélux la même année. Les fenêtres sont en double vitrages avec cadres en bois/métal datant de l'an 2000 avec des vitrages remplacés en 2022. Les fenêtres au sous-sol ont été remplacées en 2007.
- La villa est chauffée par des radiateurs électriques dispersées dans toutes les zones chauffées de la maison. Une cheminée de salon est ponctuellement utilisée pour le chauffage. La préparation de l'eau chaude sanitaire se fait via un boiler électrique ECS d'une capacité de 400 litres. La toiture ne dispose

<sup>3</sup>Des explications plus détaillées sur les trois échelles et l'étiquette énergie sont disponibles ici: <https://www.cecb.ch/le-cecb/quest-ce-que-le-cecb/>

pas de panneaux photovoltaïques pour la production en électricité destinée à l'autoconsommation ni de panneaux thermiques pour la préparation de l'eau chaude sanitaire.

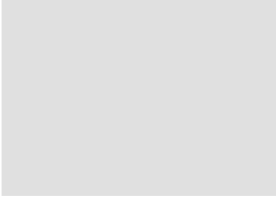
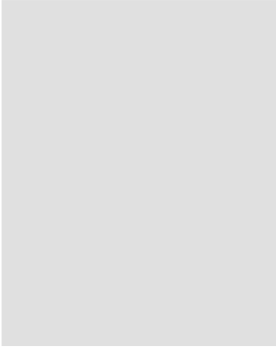
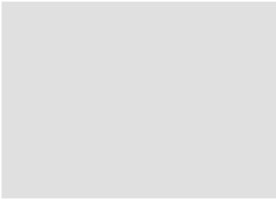
### 7.3. Mesures déjà réalisées

Les éléments à pertinence énergétique suivants ont déjà été rénovés ou remplacés :

|      |                    |      |                        |
|------|--------------------|------|------------------------|
| 1986 | Toit               | 1986 | Ponts thermiques       |
| 1986 | Murs               | 1993 | Électro direct         |
| 2000 | Fenêtres et portes | 1997 | Chauffe-eau électrique |

## 7.4. Description et améliorations de l'enveloppe du bâtiment

| Élément de construction                                                                                             | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Améliorations possibles                                                                                            |            |         |        |       |           |      |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------|--------|-------|-----------|------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|
| <h3>Toits</h3> <div><div></div><div>Haute priorité: à réaliser dans les 2 ans</div></div> <div></div>               | <p>Toit totalement isolé en 1986 de compositions exactes non connues.</p> <table><tr><td>Valeur U</td><td>0.60 W/m²K</td></tr><tr><td>Surface</td><td>129 m²</td></tr><tr><td>Année</td><td>1986</td></tr><tr><td>État</td><td><div><div></div><div></div><div></div></div> Usé</td></tr></table>                                                                             | Valeur U                                                                                                           | 0.60 W/m²K | Surface | 129 m² | Année | 1986      | État | <div><div></div><div></div><div></div></div> Usé              | <p>Un renforcement de l'isolation de la toiture est recommandé. Par la même occasion profitez-en pour installer des panneaux photovoltaïques/thermiques sur toit surtout du côté le mieux exposé.</p> <table><tr><td>Valeur U cible</td><td>Max. 0.20 W/m²K</td></tr></table>                                                                                                                                                                                                                              | Valeur U cible | Max. 0.20 W/m²K |
| Valeur U                                                                                                            | 0.60 W/m²K                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                    |            |         |        |       |           |      |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                 |
| Surface                                                                                                             | 129 m²                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                    |            |         |        |       |           |      |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                 |
| Année                                                                                                               | 1986                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                    |            |         |        |       |           |      |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                 |
| État                                                                                                                | <div><div></div><div></div><div></div></div> Usé                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                    |            |         |        |       |           |      |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                 |
| Valeur U cible                                                                                                      | Max. 0.20 W/m²K                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                    |            |         |        |       |           |      |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                 |
| <h3>Murs extérieurs</h3> <div><div></div><div>Moyenne priorité: à réaliser d'ici 2-5 ans</div></div> <div></div>    | <p>Composition des murs extérieur : enduit (intérieur) 1 cm + Isolation Vetroflex 6 cm + brique terre cuite 13 cm + enduit (extérieur) 2 cm.</p> <table><tr><td>Valeur U</td><td>0.44 W/m²K</td></tr><tr><td>Surface</td><td>113 m²</td></tr><tr><td>Année</td><td>1974-1986</td></tr><tr><td>État</td><td><div><div></div><div></div><div></div></div> Usé</td></tr></table> | Valeur U                                                                                                           | 0.44 W/m²K | Surface | 113 m² | Année | 1974-1986 | État | <div><div></div><div></div><div></div></div> Usé              | <p>Un renforcement au niveau de l'isolation des murs extérieurs est recommandé et peut être rentable.</p> <table><tr><td>Valeur U cible</td><td>Max. 0.20 W/m²K</td></tr></table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Valeur U cible | Max. 0.20 W/m²K |
| Valeur U                                                                                                            | 0.44 W/m²K                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                    |            |         |        |       |           |      |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                 |
| Surface                                                                                                             | 113 m²                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                    |            |         |        |       |           |      |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                 |
| Année                                                                                                               | 1974-1986                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                    |            |         |        |       |           |      |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                 |
| État                                                                                                                | <div><div></div><div></div><div></div></div> Usé                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                    |            |         |        |       |           |      |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                 |
| Valeur U cible                                                                                                      | Max. 0.20 W/m²K                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                    |            |         |        |       |           |      |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                 |
| <h3>Fenêtres et portes</h3> <div><div></div><div>Moyenne priorité: à réaliser d'ici 2-5 ans</div></div> <div></div> | <p>Fenêtres en double vitrages avec cadres en bois datant de 2000.</p> <table><tr><td>Valeur U</td><td>1.30 W/m²K</td></tr><tr><td>Surface</td><td>21 m²</td></tr><tr><td>Année</td><td>2000</td></tr><tr><td>État</td><td><div><div></div><div></div><div></div></div> (À l') État neuf</td></tr></table>                                                                    | Valeur U                                                                                                           | 1.30 W/m²K | Surface | 21 m²  | Année | 2000      | État | <div><div></div><div></div><div></div></div> (À l') État neuf | <p>Fenêtres moyennement performantes thermiquement. Aucune mesure n'est à prévoir pour le moment.</p> <p>Sur le moyen/long terme le remplacement des fenêtres par du triple vitrage recommandé (<math>U \leq 1.00 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}</math>). Il est également conseillé de prévoir des grilles d'entrée d'air dans les fenêtres du salon et des chambres, en lien avec l'installation d'une ventilation hygroréglable.</p> <table><tr><td>Valeur U cible</td><td>Max. 1.0 W/m²K</td></tr></table> | Valeur U cible | Max. 1.0 W/m²K  |
| Valeur U                                                                                                            | 1.30 W/m²K                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                    |            |         |        |       |           |      |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                 |
| Surface                                                                                                             | 21 m²                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                    |            |         |        |       |           |      |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                 |
| Année                                                                                                               | 2000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                    |            |         |        |       |           |      |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                 |
| État                                                                                                                | <div><div></div><div></div><div></div></div> (À l') État neuf                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                    |            |         |        |       |           |      |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                 |
| Valeur U cible                                                                                                      | Max. 1.0 W/m²K                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                    |            |         |        |       |           |      |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                 |
| <h3>Sols contre extérieur</h3> <div><div></div><div>Pas de priorité</div></div> <div></div>                         | <p>Compositions exactes non connues.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <p>Un renforcement au niveau de l'isolation du plancher contre extérieur est recommandé et peut être rentable.</p> |            |         |        |       |           |      |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                 |

|                                                                                                                                                                                 |                 |            |                       |                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------|-----------------------|-----------------|
|                                                                                                | <b>Valeur U</b> | 0.60 W/m²K | <b>Valeur U cible</b> | Max. 0.20 W/m²K |
|                                                                                                                                                                                 | <b>Surface</b>  | 4 m²       |                       |                 |
|                                                                                                                                                                                 | <b>Année</b>    | 1974-1986  |                       |                 |
|                                                                                                                                                                                 | <b>État</b>     | ●●● Usé    |                       |                 |
| <hr/>                                                                                                                                                                           |                 |            |                       |                 |
| <b>Sols contre espace non-chauffé et terrain</b><br> Haute priorité: à réaliser dans les 2 ans |                 |            |                       |                 |
|                                                                                                | <b>Valeur U</b> | 0.84 W/m²K | <b>Valeur U cible</b> | Max. 0.25 W/m²K |
|                                                                                                                                                                                 | <b>Surface</b>  | 90 m²      |                       |                 |
|                                                                                                                                                                                 | <b>Année</b>    | 1974       |                       |                 |
|                                                                                                                                                                                 | <b>État</b>     | ●●● Usé    |                       |                 |
| <hr/>                                                                                                                                                                           |                 |            |                       |                 |
| <b>Ponts thermiques</b><br> Pas de priorité                                                  |                 |            |                       |                 |
|                                                                                              |                 |            |                       |                 |
|                                                                                                                                                                                 |                 |            |                       |                 |
|                                                                                                                                                                                 |                 |            |                       |                 |
|                                                                                                                                                                                 |                 |            |                       |                 |

## 7.5. Description et améliorations des installations techniques du bâtiment

| Élément                                                                                                                                            | Description                                                                                                                                                                        | Améliorations possibles                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Chauffage</b><br> Moyenne priorité: à réaliser d'ici 2-5 ans | La villa est chauffée par des radiateurs électriques dispersées dans toutes les zones chauffées de la maison. Une cheminée de salon est ponctuellement utilisée pour le chauffage. | L'efficacité énergétique des radiateurs électriques peut être optimisée en adoptant un système hydraulique utilisant des énergies renouvelables. De plus, des subventions attractives pourraient être disponibles pour soutenir ces travaux (à étudier). |

|                                                                            |                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                            | <p><b>Charge thermique nominale approximative<sup>4</sup></b> 7.6 kW</p> <hr/> <p><b>Année</b> 1974-1993</p> <hr/> <p><b>État</b> ●●● Usé</p> <hr/> | <p><b>Objectif</b> Sans énergie fossile et sans électricité directe</p> <hr/>                                                                                                                                                                                   |
| <p><b>Eau chaude</b></p> <p>Moyenne priorité: à réaliser d'ici 2-5 ans</p> | <p>Boiler électrique datant de 1997 d'une capacité de 400 litres pour la préparation d'ECS.</p>                                                     | <p>Améliorez l'efficacité de la production de l'eau chaude sanitaire en remplaçant le boiler électrique en passant à un système hydraulique centralisé fonctionnant aux énergies renouvelables comme panneaux thermiques, boilers thermodynamiques, ou PAC.</p> |
|                                                                            | <hr/> <p><b>Année</b> 1997</p> <hr/> <p><b>État</b> ●●● Usé</p> <hr/>                                                                               | <p><b>Objectif</b> Sans énergie fossile et sans électricité directe</p> <hr/>                                                                                                                                                                                   |
| <p><b>Appareils et éclairage</b></p> <p>Pas de priorité</p>                | <p>Equipement électroménager et électrique standard.</p>                                                                                            | <p>Lors du remplacement des appareils électroménagers, privilégiez ceux de classe énergétique A. Pour plus d'informations, consultez le site <a href="http://www.top-ten.ch">www.top-ten.ch</a>.</p>                                                            |
|                                                                            | <hr/> <p><b>État</b> ●●● (À l') État neuf</p> <hr/>                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                 |

<sup>4</sup>Dimensionnement approximatif de la charge thermique nominale selon la norme SIA 384.201. La charge thermique nominale est une valeur indicative pour la puissance requise du chauffage. Elle ne comprend pas les réserves de puissance supplémentaires pour la mise à disposition d'eau chaude sanitaire ainsi que pour le chauffage des locaux, les pertes de distribution, le rendement du producteur, etc. La charge thermique calculée, dérivée de la norme SIA 380/1, ne remplace pas le calcul détaillé dans une méthode pièce par pièce.

## 7.6. Données du bâtiment et données clés de l'état initial

| Station météo                                     |                                  | Degré de couverture / fraction utile                                              |                                             |              |                       |
|---------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------|-----------------------|
| Payeme                                            |                                  | Producteur de chaleur                                                             | Chauffage                                   | Eau chaude   | Année de construction |
| Affectation du bâtiment [m²]                      | Surface de référence énergétique | Chauffage électrique direct                                                       | 94 % / 0.96                                 | - / -        | 1993                  |
|                                                   |                                  | Chaudière à bois                                                                  | 6 % / 0.64                                  | - / -        | 1974                  |
|                                                   |                                  | Chaque-eau électrique                                                             | - / -                                       | 100 % / 0.93 | 1997                  |
|                                                   |                                  |                                                                                   |                                             |              |                       |
| Habitat individuel (Cat. II)                      | 160                              |                                                                                   |                                             |              |                       |
| Total [m²]                                        | 160                              |                                                                                   |                                             |              |                       |
| Généralités                                       |                                  | Puissance de chauffage <sup>6</sup>                                               | Standard                                    | Actuel       |                       |
| Nombre d'étages entiers                           | 3                                | Puissance spécifique de chauffage [W/m²]                                          | 42                                          | 37           |                       |
| Nombre d'appartements                             | 1                                | Charge thermique nominale [kW]                                                    | 7.6                                         | 6.8          |                       |
| Nombre moyen de pièces                            | ≤ 5.5                            |                                                                                   |                                             |              |                       |
| Facteur d'enveloppe                               | 2.23                             |                                                                                   |                                             |              |                       |
| Indices énergétiques                              |                                  | Standard                                                                          |                                             |              |                       |
| Efficacité de l'enveloppe du bâtiment [kWh/(m²a)] | 116                              | Ventilation par fenêtres, Hotte aspirante, Extraction air vicié Salle de bains/WC |                                             |              |                       |
| Efficacité énergétique globale [kWh/(m²a)]        | 338                              | Débit d'air thermiquement actif [m³/(hm²)] 0.70 (étanche)                         |                                             |              |                       |
| Émissions directes de CO <sub>2</sub> [kg/(m²a)]  | 0                                |                                                                                   |                                             |              |                       |
| Émissions de gaz à effet de serre [kg/(m²a)]      | 21                               |                                                                                   |                                             |              |                       |
| Valeurs limites des indices énergétiques          |                                  | Pour la classe "B"                                                                |                                             |              |                       |
| Efficacité de l'enveloppe du bâtiment [kWh/(m²a)] | 49                               | Production d'électricité [kWh/a]                                                  |                                             |              |                       |
| Efficacité énergétique globale [kWh/(m²a)]        | 108                              | Photovoltaïque 0 0                                                                |                                             |              |                       |
| Émissions directes de CO <sub>2</sub> [kg/(m²a)]  | 5.00                             | Installation de couplage chaleur-force 0 0                                        |                                             |              |                       |
|                                                   |                                  | Pris en compte pour le bâtiment - -                                               |                                             |              |                       |
|                                                   |                                  | Énergie finale [kWh/a]                                                            | Standard                                    | Actuel       |                       |
|                                                   |                                  | Chauffage                                                                         | 20'198                                      | 17'858       |                       |
|                                                   |                                  | Eau chaude                                                                        | 4'364                                       | 3'848        |                       |
|                                                   |                                  | Ventilation                                                                       | 180                                         | 180          |                       |
|                                                   |                                  | Appareils et éclairage                                                            | 3'550                                       | 3'790        |                       |
|                                                   |                                  | Part du besoin en énergie finale [%]                                              | Standard                                    | Actuel       |                       |
|                                                   |                                  | Fossile                                                                           | 0.0                                         | 0.0          |                       |
|                                                   |                                  | Solaire                                                                           | 0.0                                         | 0.0          |                       |
| Valeurs U [W/(m²K)]                               |                                  | Contre extérieur / ≤ 2 m sous terre                                               | Contre espace non chauffé ou contre terrain |              |                       |
| Toit                                              | 0.60                             | -                                                                                 |                                             |              |                       |
| Murs                                              | 0.44                             | -                                                                                 |                                             |              |                       |
| Fenêtres et portes                                | 1.3                              | -                                                                                 |                                             |              |                       |
| Sol                                               | 0.60                             | 0.84                                                                              |                                             |              |                       |
| Consommation mesurée <sup>5</sup> [kWh/a]         |                                  |                                                                                   |                                             |              |                       |
| Électricité                                       | 18'650                           |                                                                                   |                                             |              |                       |
| Bois                                              | 3'080                            |                                                                                   |                                             |              |                       |
|                                                   |                                  | Coûts énergétiques [CHF]                                                          | Standard                                    | Actuel       |                       |
|                                                   |                                  | Coûts actuels de l'énergie <sup>7</sup>                                           | 8'123                                       | 6'600        |                       |
|                                                   |                                  | Coûts énergétiques prévisionnels <sup>8</sup>                                     | 10'615                                      | 8'626        |                       |

<sup>5</sup>La consommation mesurée est généralement la plus proche des besoins effectifs (dans le cadre de l'utilisation actuelle) (et devrait se situer dans une plage de tolérance de +/- 20 %). Par définition, l'étiquette est basée sur les valeurs par défaut des données d'utilisation.

<sup>6</sup>Les données sont calculées approximativement selon la norme SIA 384:201 sur la base de l'utilisation standard du CECB. Elles constituent des valeurs indicatives pour les besoins en puissance du chauffage des locaux.

<sup>7</sup>Coûts énergétiques annuels sans entretien, renchérissement ni taxes sur le CO<sub>2</sub>. Basés sur les tarifs actuels de l'énergie.

<sup>8</sup>Coûts énergétiques annuels moyens, y compris entretien, renchérissement et taxe sur le CO<sub>2</sub>, sur la période considérée de 25 ans.

## 8. Comparaison des variantes

### 8.1. Classification et données caractéristiques

| Classification                                 | État initial                | Variante A                  | Variante B                  | Variante C                    |
|------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
|                                                |                             |                             |                             |                               |
| Efficacité de l'enveloppe du bâtiment          | 116 kWh/(m²a)               | 100 kWh/(m²a)               | 68 kWh/(m²a)                | 68 kWh/(m²a)                  |
| Efficacité énergétique globale                 | 338 kWh/(m²a)               | 276 kWh/(m²a)               | 171 kWh/(m²a)               | 96 kWh/(m²a)                  |
| Émissions directes de CO <sub>2</sub>          | 0 kg/(m²a)                  | 0 kg/(m²a)                  | 0 kg/(m²a)                  | 0 kg/(m²a)                    |
| <b>Bâtiment</b>                                |                             |                             |                             |                               |
| Surface chauffée <sup>9</sup>                  | 160 m²                      | 160 m²                      | 160 m²                      | 160 m²                        |
| Affectation/s                                  | Habitat individuel          | Habitat individuel          | Habitat individuel          | Habitat individuel            |
| <b>Données clés</b>                            |                             |                             |                             |                               |
| Producteur de chaleur principal                | Chauffage électrique direct | Chauffage électrique direct | Chauffage électrique direct | Pompe à chaleur air extérieur |
| Installation solaire                           | Non                         | Non                         | Photovoltaïque              | Photovoltaïque                |
| Besoin en énergie finale <sup>10</sup>         | 28'415 kWh                  | 23'210 kWh<br>-18 %         | 17'591 kWh<br>-38 %         | 11'637 kWh<br>-59 %           |
| dont part fossile                              | 0.0 %                       | 0.0 %                       | 0.0 %                       | 0.0 %                         |
| dont part solaire                              | 0.0 %                       | 0.0 %                       | 17.9 %                      | 27.1 %                        |
| Puissance de chauffage <sup>11</sup>           | 7.6 kW                      | 6.5 kW                      | 4.9 kW                      | 4.9 kW                        |
| Coûts actuels de l'énergie <sup>12</sup>       | 8'123 CHF                   | 6'615 CHF                   | 4'384 CHF                   | 2'598 CHF                     |
| Coûts énergétiques prévisionnels <sup>13</sup> | 10'615 CHF                  | 8'645 CHF                   | 5'729 CHF                   | 3'395 CHF                     |
| Certifiable Minergie                           | Non                         | Non                         | Non                         | Non                           |

<sup>9</sup>Surface chauffée : correspond à la surface de référence énergétique SRE.

<sup>10</sup>Besoin en énergie finale : Le besoin total en énergie finale de l'objet pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire, la ventilation et les appareils électriques ainsi que le changement en % par rapport à l'état initial.

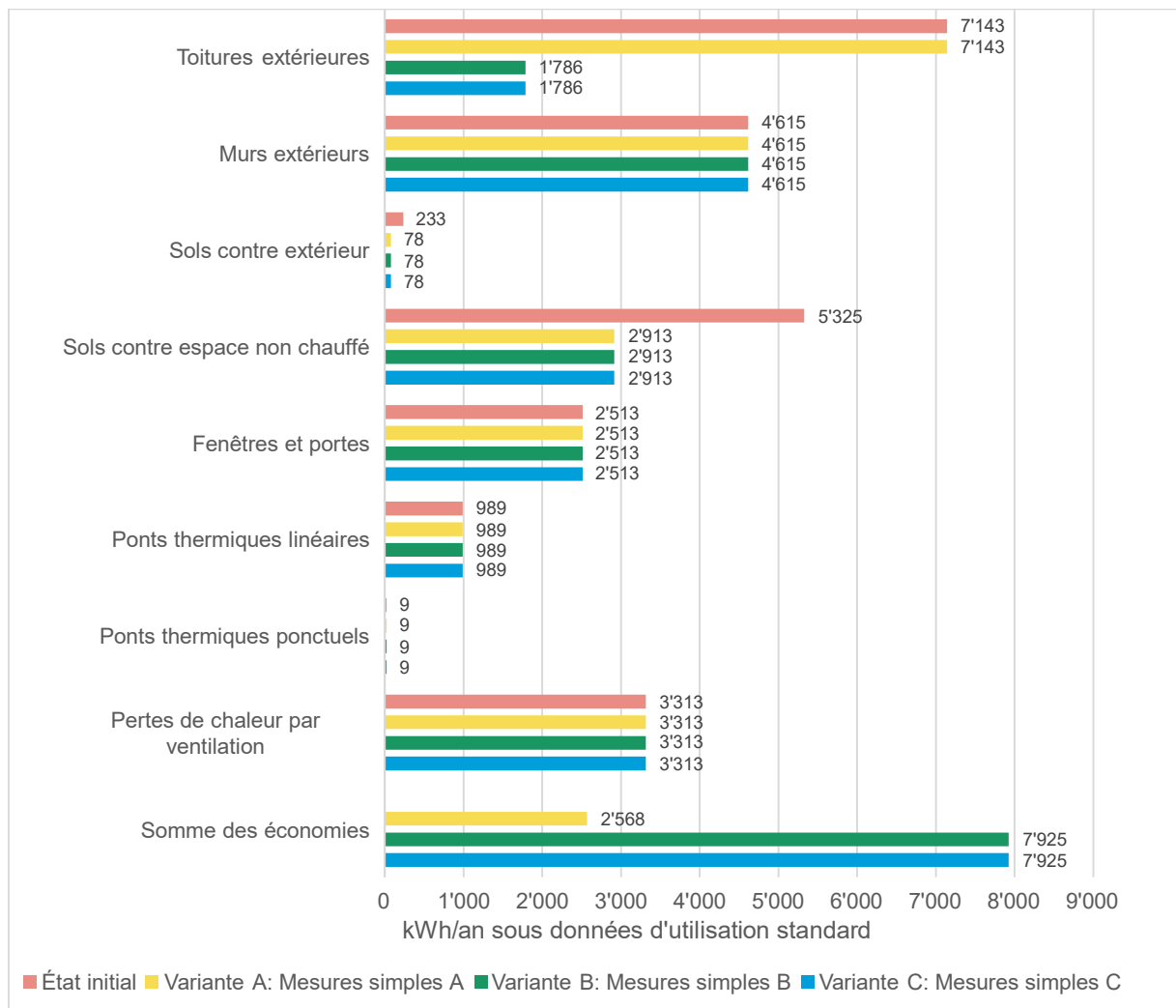
<sup>11</sup>La charge thermique nominale pour une utilisation standard approximative selon la norme SIA 384.201 [kW].

<sup>12</sup>Coûts énergétiques annuels sans entretien, renchérissement ni taxes sur le CO<sub>2</sub>. Basés sur les tarifs actuels de l'énergie.

<sup>13</sup>Coûts énergétiques annuels moyens, y compris entretien, renchérissement et taxe sur le CO<sub>2</sub>, sur la période considérée de 25 ans.

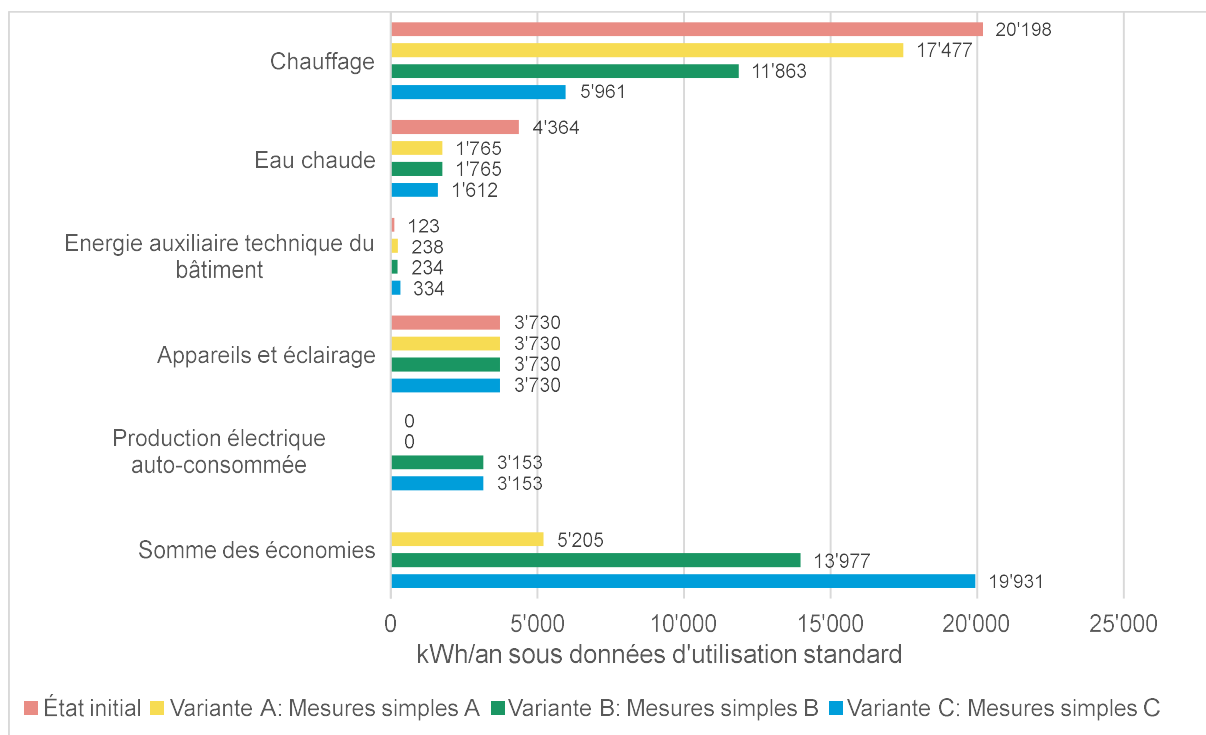
## 8.2. Pertes de chaleur

Les pertes de chaleur par transmission sont la dissipation de chaleur à travers les éléments thermiques (parois, fenêtres, ponts thermiques, etc) d'un bâtiment due à la conductivité thermique des matériaux de construction. Cela peut entraîner une augmentation de la consommation d'énergie.



### 8.3. Énergie finale

Les coûts énergétiques annuels sont dépendants des besoins énergétiques. Les résultats se basent sur les prix actuels des agents énergétiques.



## 9. Coûts, rentabilité et subventions

Le "maintien de la valeur" est calculé pour les comparaisons ultérieures. Il comprend les coûts d'un "simple remplacement 1:1" (rénovation), par exemple une rénovation au pinceau, un remplacement 1:1 du chauffage, etc.

### 9.1. Coûts

| Toutes les indications en CHF        | Maintien de la valeur | Variante A: Mesures simples A | Variante B: Mesures simples B | Variante C: Mesures simples C |
|--------------------------------------|-----------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| <b>Enveloppe du bâtiment</b>         | <b>15'000.-</b>       | <b>4'000.-</b>                | <b>62'000.-</b>               | <b>62'000.-</b>               |
| Échafaudage                          | 4'000.-               | 4'000.-                       | 4'000.-                       | 4'000.-                       |
| Toits et plafonds                    | 1'000.-               | 0.-                           | 58'000.-                      | 58'000.-                      |
| Murs                                 | 1'000.-               | 0.-                           | 0.-                           | 0.-                           |
| Fenêtres et portes                   | 8'000.-               | 0.-                           | 0.-                           | 0.-                           |
| Sol                                  | 1'000.-               | 0.-                           | 0.-                           | 0.-                           |
| <b>Technique du bâtiment</b>         | <b>34'000.-</b>       | <b>10'000.-</b>               | <b>30'000.-</b>               | <b>106'000.-</b>              |
| Chauffage/Eau chaude                 | 34'000.-              | 10'000.-                      | 10'000.-                      | 86'000.-                      |
| Ventilation                          | 0.-                   | 0.-                           | 0.-                           | 0.-                           |
| Photovoltaïque                       | 0.-                   | 0.-                           | 20'000.-                      | 20'000.-                      |
| <b>Équipements d'exploitation</b>    | <b>10'000.-</b>       | <b>0.-</b>                    | <b>0.-</b>                    | <b>0.-</b>                    |
| Appareils et éclairage               | 10'000.-              | 0.-                           | 0.-                           | 0.-                           |
| Autres consommateurs                 | 0.-                   | 0.-                           | 0.-                           | 0.-                           |
| <b>Coûts de construction</b>         | <b>59'000.-</b>       | <b>14'000.-</b>               | <b>92'000.-</b>               | <b>168'000.-</b>              |
| <b>Frais annexes de construction</b> | <b>15'000.-</b>       | <b>6'000.-</b>                | <b>37'000.-</b>               | <b>66'000.-</b>               |
| Frais de planification               | 6'000.-               | 2'000.-                       | 14'000.-                      | 25'000.-                      |
| Frais annexes                        | 1'000.-               | 1'000.-                       | 2'000.-                       | 3'000.-                       |
| Imprévus                             | 3'000.-               | 2'000.-                       | 11'000.-                      | 20'000.-                      |
| Taxe sur la valeur ajoutée           | 5'000.-               | 1'000.-                       | 10'000.-                      | 18'000.-                      |
| <b>Coûts de l'installation</b>       | <b>74'000.-</b>       | <b>20'000.-</b>               | <b>129'000.-</b>              | <b>234'000.-</b>              |
| <b>Déductions</b>                    | <b>-15'000.-</b>      | <b>-4'000.-</b>               | <b>-37'000.-</b>              | <b>-74'000.-</b>              |
| Subventions <sup>14</sup>            | 0.-                   | 0.-                           | -14'000.-                     | -34'000.-                     |
| Déductions fiscales                  | -15'000.-             | -4'000.-                      | -23'000.-                     | -40'000.-                     |
| <b>Investissement</b>                | <b>59'000.-</b>       | <b>16'000.-</b>               | <b>92'000.-</b>               | <b>160'000.-</b>              |

Les coûts sont des valeurs empiriques et ne sont pas définitifs. La précision des coûts initiaux est de +/-25 %. Seules les mesures liées à une rénovation énergétique du bâtiment sont prises en compte. Les autres

<sup>14</sup>Les subventions sont souvent imposables en tant que revenu/recettes

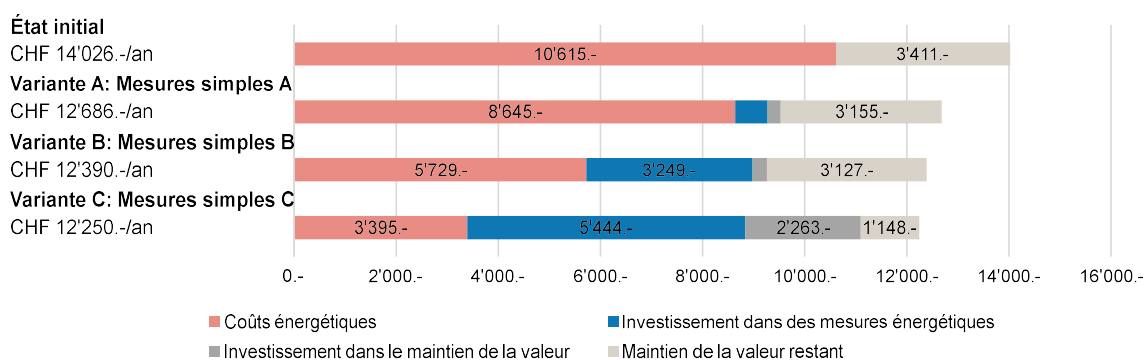
coûts liés aux transformations intérieures et aux travaux d'entretien ne sont pas pris en compte. L'estimation des coûts peut être utilisée pour l'établissement d'un budget.

## 9.2. Rentabilité

Le but de ce calcul est de montrer quels sont les coûts des différentes variantes calculés sur la durée de vie. Pour chaque élément (fenêtre, chauffage ou toit), les coûts annuels moyens sont calculés en fonction de la durée de vie et des coûts d'investissement. Ils sont répartis comme suit :

1. Coûts énergétiques : coûts de l'énergie et de la maintenance (service, entretien), moins les revenus de l'autoproduction.
2. Investissement dans le maintien de la valeur : mesures réalisées dans la variante pour la remise en état et la rénovation, par ex. simple réparation et peinture d'un crépi extérieur, remplacement du chauffage par un système identique.
3. Investissement dans des mesures énergétiques : Coûts supplémentaires par rapport au maintien de la valeur, par exemple pour des isolations supplémentaires, passage à une énergie renouvelable.
4. Maintien de la valeur en attente : mesures non encore réalisées dans la variante pour le maintien de la valeur. Cette dépense interviendra ultérieurement.

La **Variante C** présente la meilleure rentabilité. Les coûts annuels sont les plus bas.



|                                              | Maintien de la valeur | Variante A: Mesures simples A | Variante B: Mesures simples B | Variante C: Mesures simples C |
|----------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Coûts énergétiques <sup>15</sup>             | 10'615.-              | 8'645.-                       | 5'729.-                       | 3'395.-                       |
| Production d'électricité propre              | 0.-                   | 0.-                           | -859.-                        | -859.-                        |
| Coûts énergétiques sans électricité propre   | 10'615.-              | 8'645.-                       | 6'588.-                       | 4'254.-                       |
| Frais d'entretien                            | 0.-                   | 0.-                           | 0.-                           | 0.-                           |
| Investissement dans des mesures énergétiques | 0.-                   | 630.-                         | 3'249.-                       | 5'444.-                       |
| Investissement dans le maintien de la valeur | 0.-                   | 256.-                         | 284.-                         | 2'263.-                       |
| Maintien de la valeur en attente             | 3'411.-               | 3'155.-                       | 3'127.-                       | 1'148.-                       |
| <b>Total par année</b>                       | <b>14'026.-</b>       | <b>12'686.-</b>               | <b>12'390.-</b>               | <b>12'250.-</b>               |

Le calcul de rentabilité utilisé ici est conçu pour des calculs simples et ne prend en compte que les coûts énergétiques pertinents. Il permet de comparer les coûts d'investissement par rapport aux économies d'énergie.

<sup>15</sup>Coûts énergétiques annuels moyens, y compris entretien, renchérissement et taxe sur le CO<sub>2</sub>, sur la période considérée de 25 ans.

Les calculs de rentabilité plus complets, qui tiennent compte par exemple des étapes, des revenus locatifs ou de l'évolution de la valeur de l'immeuble, doivent être réalisés individuellement.

Les paramètres de base (intérêts, etc.) et les explications sur la méthode se trouvent en Annexe.

### 9.3. Subventions

Les subventions sont estimées en fonction des surfaces et des conditions actuelles. Les montants effectifs dépendent de l'engagement des autorités concernées et d'éventuelles réserves. Les engagements contraignants sont uniquement pris par les pouvoirs publics.

Plus d'informations sur [www.francsenergie.ch](http://www.francsenergie.ch).

#### 9.3.1. Variante A: Mesures simples A

Pour ce cas, aucune subvention n'est actuellement prévue.

#### 9.3.2. Variante B: Mesures simples B

| Description                                     | Conditions                    | Nombre [—] | Taux de financement<br>[CHF/Unité] | Unité [CHF]   |
|-------------------------------------------------|-------------------------------|------------|------------------------------------|---------------|
| M01 - Isolation toit (U≤0.15)                   | U≤0.15                        | 82         | 80                                 | 6'560         |
| M01 - Isolation toit (U≤0.15) + photovoltaïques | U≤0.15 + photovoltaïques      | 46         | 120                                | 5'520         |
| Photovoltaïques (PE-1)                          | Petite rétribution unique PRU | 1          | 1'800                              | 1'800         |
| <b>Total</b>                                    |                               |            |                                    | <b>13'880</b> |

#### 9.3.3. Variante C: Mesures simples C

| Description                                     | Conditions               | Nombre [—] | Taux de financement<br>[CHF/Unité] | Unité [CHF] |
|-------------------------------------------------|--------------------------|------------|------------------------------------|-------------|
| Création du premier réseau hydraulique          |                          | 1          | 15'000                             | 15'000      |
| M01 - Isolation toit (U≤0.15)                   | U≤0.15                   | 82         | 80                                 | 6'560       |
| M01 - Isolation toit (U≤0.15) + photovoltaïques | U≤0.15 + photovoltaïques | 46         | 120                                | 5'520       |

|                        |                               |   |       |               |
|------------------------|-------------------------------|---|-------|---------------|
| M05-PAC air-eau        |                               | 1 | 5'000 | 5'000         |
| Photovoltaïques (PE-1) | Petite rétribution unique PRU | 1 | 1'800 | 1'800         |
| <b>Total</b>           |                               |   |       | <b>33'880</b> |

## 10. Variante A

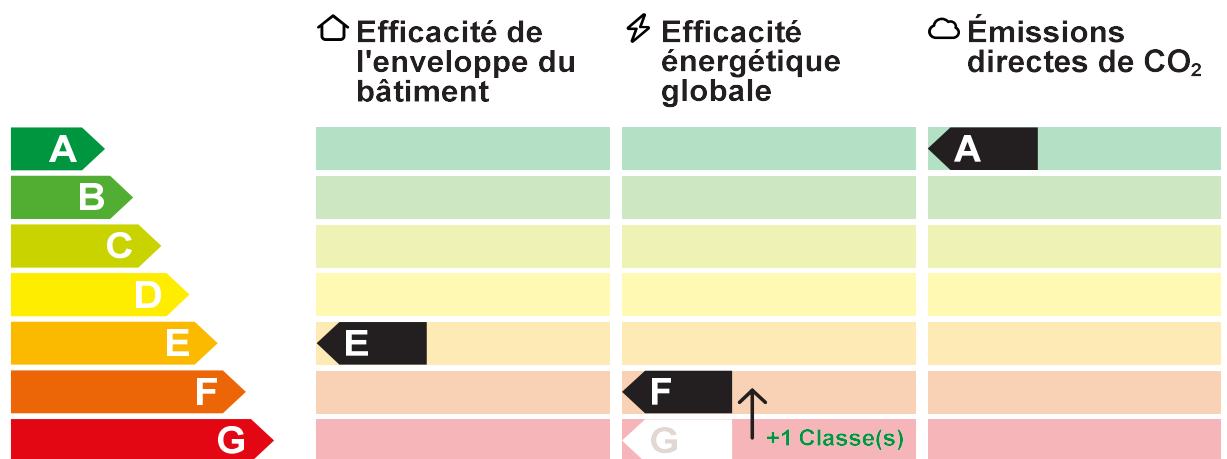
Ce chapitre sert de référence et contient des détails supplémentaires et des compléments aux variantes respectives. Le contenu est donc partiellement répété.

### 10.1. Aperçu Variante A: Mesures simples A

Isolation du plafond du sous-sol des espaces chauffés ( $U \leq 0.25$  recommandé). Remplacement du boiler électrique par un boiler thermodynamique.

| Surface chauffée                        | Besoin en énergie | Durée des travaux | Investissement |
|-----------------------------------------|-------------------|-------------------|----------------|
| 160 m <sup>2</sup> (+0 m <sup>2</sup> ) | 23'210 kWh (-18%) |                   | 16'000.- CHF   |

### 10.2. Étiquette énergie Variante A



#### Données clés<sup>16</sup>

| État initial | 116 kWh/(m <sup>2</sup> a) | 338 kWh/(m <sup>2</sup> a) | 0 kg/(m <sup>2</sup> a) |
|--------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Variante A   | 100 kWh/(m <sup>2</sup> a) | 276 kWh/(m <sup>2</sup> a) | 0 kg/(m <sup>2</sup> a) |
| Variation    | -13 %                      | -18 %                      | 0 %                     |

<sup>16</sup>Valeurs calculées sous utilisation standard. L'unité kWh/m<sup>2</sup>a signifie "besoin annuel en énergie par m<sup>2</sup> de surface chauffée".

### 10.3. Influence des mesures Variante A

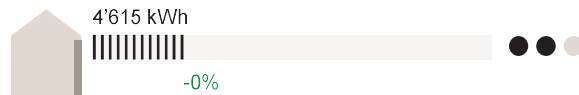
Le graphique ci-dessous répertorie les principaux éléments du bâtiment et montre l'impact des mesures proposées.

#### Enveloppe du bâtiment

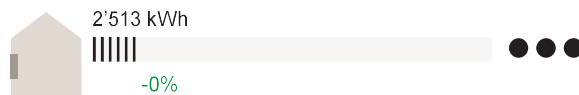
##### Toit



##### Murs



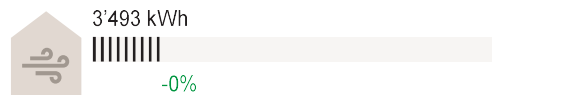
##### Fenêtres



##### Sol



##### Ventilation



#### Énergie

|||| État initial  
■ Amélioration  
■ Besoin supplémentaire

#### État

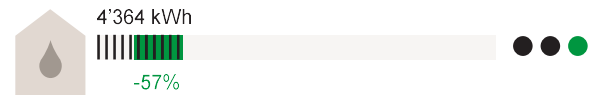
●●● neuf  
●●● usé  
●●● abîmé  
●●● en fin de vie  
● État neuf des éléments rénovés

#### Technique du bâtiment

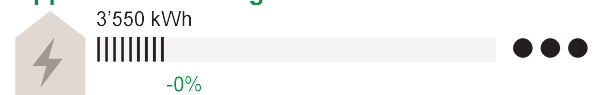
##### Chauffage



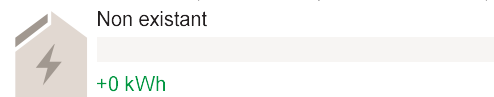
##### Eau Chaude



##### Appareils et éclairage



##### Production PV (Production imputable au bâtiment)



### 10.4. Description détaillée

#### Part / SRE

100 % / 160 m²

#### Affectation

Habitat individuel (Cat. II)

#### Catégorie

Sols contre espace non-chauffé et terrain

#### Détails et recommandations: enveloppe du bâtiment

Isolation du plafond du sous-sol des espaces chauffés ( $U \leq 0.25$  recommandé).

#### Catégorie

Eau chaude

#### Détails et recommandations: Technique du bâtiment

Remplacement du boiler électrique par un boiler thermodynamique.

## 10.5. Coûts Variante A

Toutes les indications en CHF

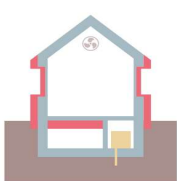
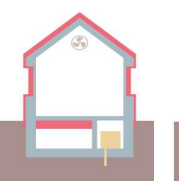
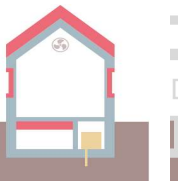
**Variante A:**  
**Mesures simples A**

|                                      |  |                 |
|--------------------------------------|--|-----------------|
| <b>Enveloppe du bâtiment</b>         |  | <b>4'000.-</b>  |
| Échafaudage                          |  | 4'000.-         |
| Toits et plafonds                    |  | 0.-             |
| Murs                                 |  | 0.-             |
| Fenêtres et portes                   |  | 0.-             |
| Sol                                  |  | 0.-             |
| <b>Technique du bâtiment</b>         |  | <b>10'000.-</b> |
| Chauffage/Eau chaude                 |  | 10'000.-        |
| Ventilation                          |  | 0.-             |
| Photovoltaïque                       |  | 0.-             |
| <b>Équipements d'exploitation</b>    |  | <b>0.-</b>      |
| Appareils et éclairage               |  | 0.-             |
| Autres consommateurs                 |  | 0.-             |
| <b>Coûts de construction</b>         |  | <b>14'000.-</b> |
| <b>Frais annexes de construction</b> |  | <b>6'000.-</b>  |
| Frais de planification               |  | 2'000.-         |
| Frais annexes                        |  | 1'000.-         |
| Imprévus                             |  | 2'000.-         |
| Taxe sur la valeur ajoutée           |  | 1'000.-         |
| <b>Coûts de l'installation</b>       |  | <b>20'000.-</b> |
| <b>Déductions</b>                    |  | <b>-4'000.-</b> |
| Subventions <sup>17</sup>            |  | 0.-             |
| Déductions fiscales                  |  | -4'000.-        |
| <b>Investissement</b>                |  | <b>16'000.-</b> |

<sup>17</sup>Les subventions sont souvent imposables en tant que revenu/recettes

## 10.6. Certification Minergie Variante A

Le bâtiment **ne peut pas être certifié Minergie** dans la Variante A. Vous trouverez dans le tableau ci-dessous les exigences supplémentaires que vous devez remplir pour obtenir un certificat Minergie.

|                                    |                                                                                                                                            |  |  |  |  |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                    | Modèle 1                                                                                                                                                                                                                    | Modèle 2                                                                          | Modèle 3                                                                           | Modèle 4                                                                            | Modèle 5                                                                            |
| enveloppe du bâtiment              | CECB classe B ✖                                                                                                                                                                                                             | CECB classe C                                                                     |                                                                                    |                                                                                     | ✖                                                                                   |
| Production de chaleur              | Renouvelable (pompe à chaleur, chaleur à distance, énergie du bois et solaire)                                                                                                                                              |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                     | ✖                                                                                   |
| Renouvellement d'air               | Ventilation de base autorisée, récupération de chaleur (RC) recommandée<br><a href="http://www.minergie.ch/fr/thematiques/thematiques/air-interieur-sain">www.minergie.ch/fr/thematiques/thematiques/air-interieur-sain</a> |                                                                                   |                                                                                    | RC obligatoire                                                                      | ✖                                                                                   |
| Confort estival                    | Protection thermique estivale avec max. 100 h au-dessus de 26.5°C calculé avec données futures<br><a href="http://minergie.ch/protection-thermique-estivale">minergie.ch/protection-thermique-estivale</a>                  |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |
| Électricité et photovoltaïque (PV) | CECB efficacité énergétique globale classe B ✖                                                                                                                                                                              | CECB efficacité énergétique globale classe A                                      |                                                                                    |                                                                                     | ✖                                                                                   |
|                                    | ou<br>5 Wp/m² PV ou min. 50% appareils efficaces ✖                                                                                                                                                                          | ou<br>10 Wp/m² PV ou 5 Wp/m² PV si min. 50% appareils efficaces                   |                                                                                    |                                                                                     | ✖                                                                                   |
| Surface totale après modernisation | La SRE ne doit pas dépasser 150 % de la SRE de l'état initial.                                                                                                                                                              |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                     | ✔                                                                                   |

Les modèles de rénovation Minergie sont un moyen simple pour rénover Minergie des bâtiments résidentiels. Les exigences se basent sur le CECB. En plus des exigences énergétiques, Minergie insiste sur des aspects importants pour le confort dans le domaine de la qualité de l'air ambiant et de la protection thermique estivale.

Vous trouverez de plus amples informations sur pourquoi et comment rénover Minergie dans l'annexe A.2 Pourquoi et comment rénover Minergie ?.



## 11. Variante B

Ce chapitre sert de référence et contient des détails supplémentaires et des compléments aux variantes respectives. Le contenu est donc partiellement répété.

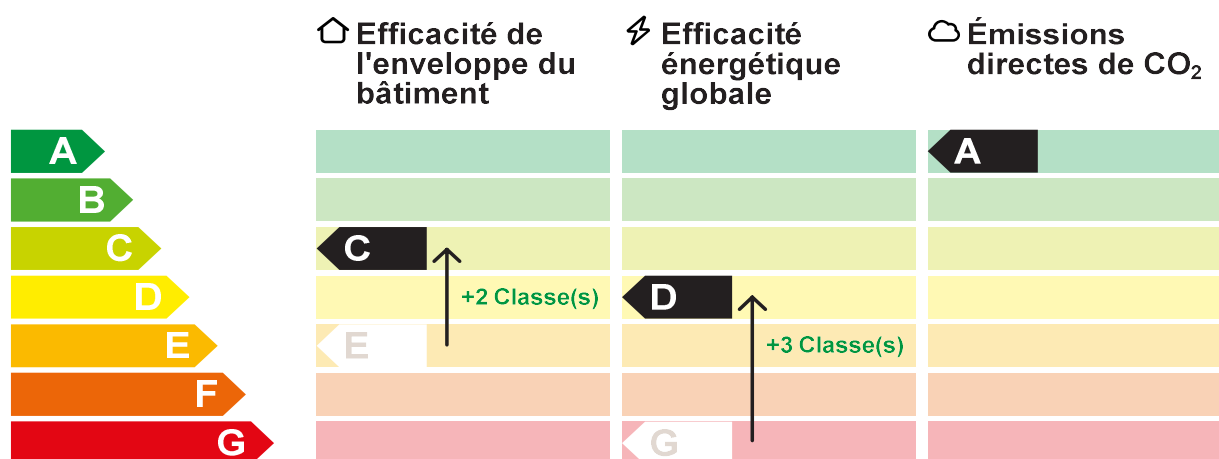
### 11.1. Aperçu Variante B: Mesures simples B

Isolation du plafond du sous-sol des espaces chauffés ( $U \leq 0.25$  recommandé). Remplacement du boiler électrique par un boiler thermodynamique.

Isolation du toit ( $U \leq 0.15$  recommandé).

| Surface chauffée                        | Besoin en énergie | Durée des travaux | Investissement |
|-----------------------------------------|-------------------|-------------------|----------------|
| 160 m <sup>2</sup> (+0 m <sup>2</sup> ) | 17'591 kWh (-38%) |                   | 92'000.- CHF   |

### 11.2. Étiquette énergie Variante B



#### Données clés<sup>21</sup>

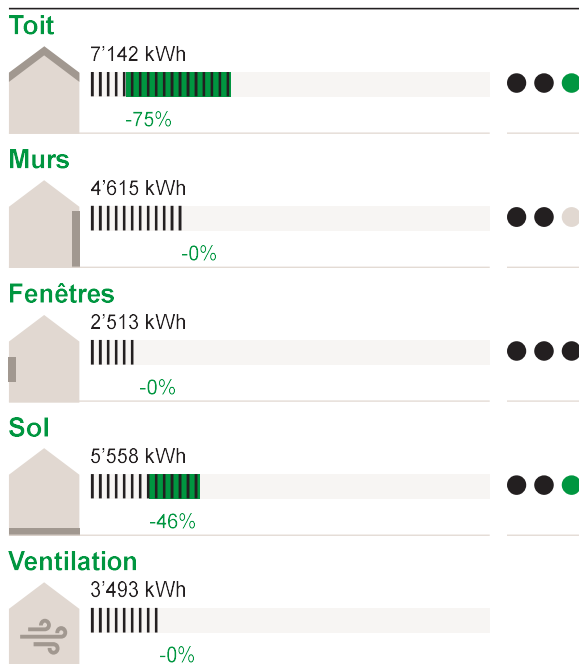
|              | 116 kWh/(m <sup>2</sup> a) | 338 kWh/(m <sup>2</sup> a) | 0 kg/(m <sup>2</sup> a) |
|--------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|
| État initial |                            |                            |                         |
| Variante B   | 68 kWh/(m <sup>2</sup> a)  | 171 kWh/(m <sup>2</sup> a) | 0 kg/(m <sup>2</sup> a) |
| Variation    | -41 %                      | -49 %                      | 0 %                     |

<sup>21</sup>Valeurs calculées sous utilisation standard. L'unité kWh/m<sup>2</sup>a signifie "besoin annuel en énergie par m<sup>2</sup> de surface chauffée".

### 11.3. Influence des mesures Variante B

Le graphique ci-dessous répertorie les principaux éléments du bâtiment et montre l'impact des mesures proposées.

#### Enveloppe du bâtiment



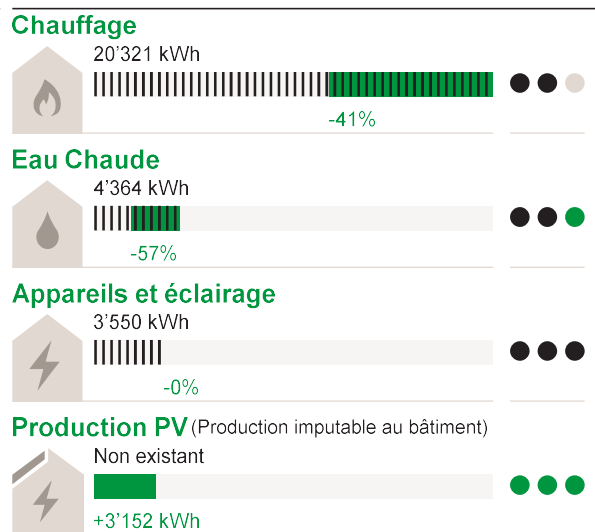
#### Énergie

|||| État initial  
■ Amélioration  
■ Besoin supplémentaire

#### État

●●● neuf  
●●● usé  
●●● abîmé  
●●● en fin de vie  
● État neuf des éléments rénovés

#### Technique du bâtiment



### 11.4. Description détaillée

| Part / SRE                 | Affectation                  |
|----------------------------|------------------------------|
| 100 % / 160 m <sup>2</sup> | Habitat individuel (Cat. II) |

| Catégorie                                 | Détails et recommandations: enveloppe du bâtiment                                  |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Toits et plafonds                         | Isolation du toit ( $U \leq 0.15$ recommandé).                                     |
| Sols contre espace non-chauffé et terrain | Isolation du plafond du sous-sol des espaces chauffés ( $U \leq 0.25$ recommandé). |

| Catégorie  | Détails et recommandations: Technique du bâtiment                |
|------------|------------------------------------------------------------------|
| Eau chaude | Remplacement du boiler électrique par un boiler thermodynamique. |

## 11.5. Coûts Variante B

Toutes les indications en CHF

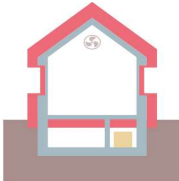
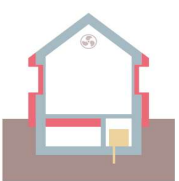
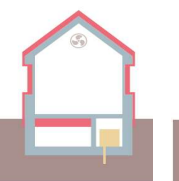
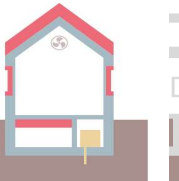
**Variante B:**  
**Mesures simples B**

|                                      |  |                  |
|--------------------------------------|--|------------------|
| <b>Enveloppe du bâtiment</b>         |  | <b>62'000.-</b>  |
| Échafaudage                          |  | 4'000.-          |
| Toits et plafonds                    |  | 58'000.-         |
| Murs                                 |  | 0.-              |
| Fenêtres et portes                   |  | 0.-              |
| Sol                                  |  | 0.-              |
| <b>Technique du bâtiment</b>         |  | <b>30'000.-</b>  |
| Chauffage/Eau chaude                 |  | 10'000.-         |
| Ventilation                          |  | 0.-              |
| Photovoltaïque                       |  | 20'000.-         |
| <b>Équipements d'exploitation</b>    |  | <b>0.-</b>       |
| Appareils et éclairage               |  | 0.-              |
| Autres consommateurs                 |  | 0.-              |
| <b>Coûts de construction</b>         |  | <b>92'000.-</b>  |
| <b>Frais annexes de construction</b> |  | <b>37'000.-</b>  |
| Frais de planification               |  | 14'000.-         |
| Frais annexes                        |  | 2'000.-          |
| Imprévus                             |  | 11'000.-         |
| Taxe sur la valeur ajoutée           |  | 10'000.-         |
| <b>Coûts de l'installation</b>       |  | <b>129'000.-</b> |
| <b>Déductions</b>                    |  | <b>-37'000.-</b> |
| Subventions <sup>22</sup>            |  | -14'000.-        |
| Déductions fiscales                  |  | -23'000.-        |
| <b>Investissement</b>                |  | <b>92'000.-</b>  |

<sup>22</sup>Les subventions sont souvent imposables en tant que revenu/recettes

## 11.6. Certification Minergie Variante B

Le bâtiment **ne peut pas être certifié Minergie** dans la Variante B. Vous trouverez dans le tableau ci-dessous les exigences supplémentaires que vous devez remplir pour obtenir un certificat Minergie.

|                                    |                                                                                                                                            |  |  |  |  |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                    | Modèle 1                                                                                                                                                                                                                    | Modèle 2                                                                          | Modèle 3                                                                           | Modèle 4                                                                            | Modèle 5                                                                            |
| enveloppe du bâtiment              | CECB classe B ✗                                                                                                                                                                                                             | CECB classe C ✓                                                                   |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |
| Production de chaleur              | Renouvelable (pompe à chaleur, chaleur à distance, énergie du bois et solaire) ✗                                                                                                                                            |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |
| Renouvellement d'air               | Ventilation de base autorisée, récupération de chaleur (RC) recommandée<br><a href="http://www.minergie.ch/fr/thematiques/thematiques/air-interieur-sain">www.minergie.ch/fr/thematiques/thematiques/air-interieur-sain</a> |                                                                                   |                                                                                    | RC obligatoire                                                                      | ✗                                                                                   |
| Confort estival                    | Protection thermique estivale avec max. 100 h au-dessus de 26.5°C calculé avec données futures<br><a href="http://minergie.ch/protection-thermique-estivale">minergie.ch/protection-thermique-estivale</a>                  |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |
| Électricité et photovoltaïque (PV) | CECB efficacité énergétique globale classe B                                                                                                                                                                                | CECB efficacité énergétique globale classe A                                      |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |
|                                    | ou<br>5 Wp/m² PV ou min. 50% appareils efficaces ✓                                                                                                                                                                          | ou<br>10 Wp/m² PV ou 5 Wp/m² PV si min. 50% appareils efficaces ✓                 |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |
| Surface totale après modernisation | La SRE ne doit pas dépasser 150 % de la SRE de l'état initial. ✓                                                                                                                                                            |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |

Les modèles de rénovation Minergie sont un moyen simple pour rénover Minergie des bâtiments résidentiels. Les exigences se basent sur le CECB. En plus des exigences énergétiques, Minergie insiste sur des aspects importants pour le confort dans le domaine de la qualité de l'air ambiant et de la protection thermique estivale.

Vous trouverez de plus amples informations sur pourquoi et comment rénover Minergie dans l'annexe A.2 Pourquoi et comment rénover Minergie ?.



## 12. Variante C

Ce chapitre sert de référence et contient des détails supplémentaires et des compléments aux variantes respectives. Le contenu est donc partiellement répété.

### 12.1. Aperçu Variante C: Mesures simples C

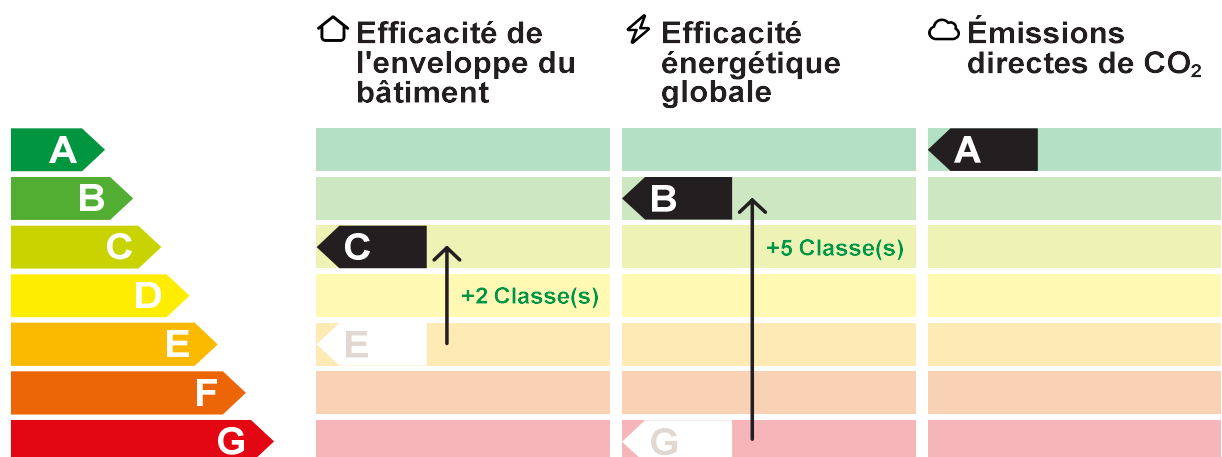
Isolation du plafond du sous-sol des espaces chauffés ( $U \leq 0.25$  recommandé). Remplacement du boiler électrique par un boiler thermodynamique.

Isolation du toit ( $U \leq 0.15$  recommandé).

Remplacement des radiateurs électriques par une pompe à chaleur air-eau + réseau hydraulique.

| Surface chauffée                        | Besoin en énergie | Durée des travaux | Investissement |
|-----------------------------------------|-------------------|-------------------|----------------|
| 160 m <sup>2</sup> (+0 m <sup>2</sup> ) | 11'637 kWh (-59%) |                   | 160'000.- CHF  |

### 12.2. Étiquette énergie Variante C



#### Données clés<sup>26</sup>

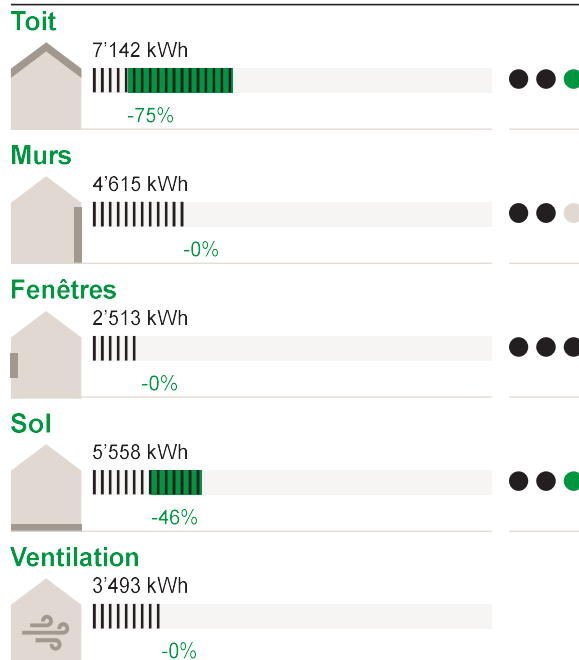
| État initial | 116 kWh/(m <sup>2</sup> a) | 338 kWh/(m <sup>2</sup> a) | 0 kg/(m <sup>2</sup> a) |
|--------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Variante C   | 68 kWh/(m <sup>2</sup> a)  | 96 kWh/(m <sup>2</sup> a)  | 0 kg/(m <sup>2</sup> a) |
| Variation    | -41 %                      | -72 %                      | 0 %                     |

<sup>26</sup>Valeurs calculées sous utilisation standard. L'unité kWh/m<sup>2</sup>a signifie "besoin annuel en énergie par m<sup>2</sup> de surface chauffée".

## 12.3. Influence des mesures Variante C

Le graphique ci-dessous répertorie les principaux éléments du bâtiment et montre l'impact des mesures proposées.

### Enveloppe du bâtiment



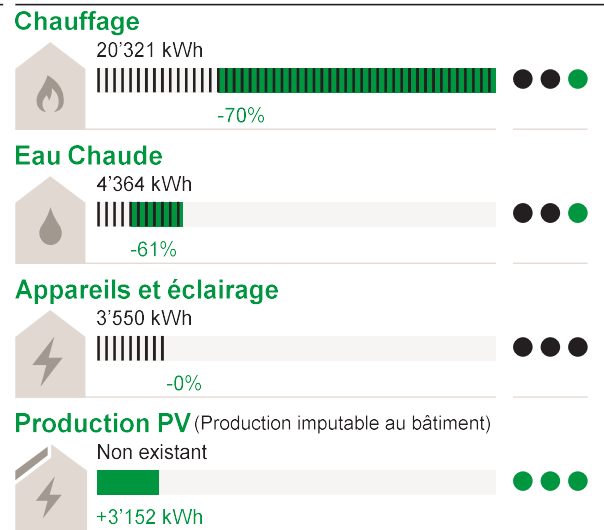
#### Énergie

|||| État initial  
■ Amélioration  
■ Besoin supplémentaire

#### État

●●● neuf  
●●● usé  
●●● abîmé  
●●● en fin de vie  
● État neuf des éléments rénovés

### Technique du bâtiment



## 12.4. Description détaillée

| Part / SRE     | Affectation                  |
|----------------|------------------------------|
| 100 % / 160 m² | Habitat individuel (Cat. II) |

| Catégorie                                 | Détails et recommandations: enveloppe du bâtiment                                  |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Toits et plafonds                         | Isolation du toit ( $U \leq 0.15$ recommandé).                                     |
| Sols contre espace non-chauffé et terrain | Isolation du plafond du sous-sol des espaces chauffés ( $U \leq 0.25$ recommandé). |

| Catégorie  | Détails et recommandations: Technique du bâtiment                                             |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Chauffage  | Remplacement des radiateurs électriques par une pompe à chaleur air-eau + réseau hydraulique. |
| Eau chaude | Remplacement du boiler électrique par un boiler thermodynamique.                              |

## 12.5. Coûts Variante C

Toutes les indications en CHF

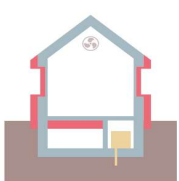
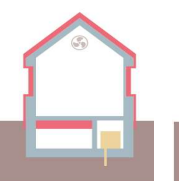
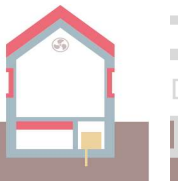
**Variante C:**  
**Mesures simples C**

|                                      |  |                  |
|--------------------------------------|--|------------------|
| <b>Enveloppe du bâtiment</b>         |  | <b>62'000.-</b>  |
| Échafaudage                          |  | 4'000.-          |
| Toits et plafonds                    |  | 58'000.-         |
| Murs                                 |  | 0.-              |
| Fenêtres et portes                   |  | 0.-              |
| Sol                                  |  | 0.-              |
| <b>Technique du bâtiment</b>         |  | <b>106'000.-</b> |
| Chauffage/Eau chaude                 |  | 86'000.-         |
| Ventilation                          |  | 0.-              |
| Photovoltaïque                       |  | 20'000.-         |
| <b>Équipements d'exploitation</b>    |  | <b>0.-</b>       |
| Appareils et éclairage               |  | 0.-              |
| Autres consommateurs                 |  | 0.-              |
| <b>Coûts de construction</b>         |  | <b>168'000.-</b> |
| <b>Frais annexes de construction</b> |  | <b>66'000.-</b>  |
| Frais de planification               |  | 25'000.-         |
| Frais annexes                        |  | 3'000.-          |
| Imprévus                             |  | 20'000.-         |
| Taxe sur la valeur ajoutée           |  | 18'000.-         |
| <b>Coûts de l'installation</b>       |  | <b>234'000.-</b> |
| <b>Déductions</b>                    |  | <b>-74'000.-</b> |
| Subventions <sup>27</sup>            |  | -34'000.-        |
| Déductions fiscales                  |  | -40'000.-        |
| <b>Investissement</b>                |  | <b>160'000.-</b> |

<sup>27</sup>Les subventions sont souvent imposables en tant que revenu/recettes

## 12.6. Certification Minergie Variante C

Le bâtiment **ne peut pas être certifié Minergie** dans la Variante C. Vous trouverez dans le tableau ci-dessous les exigences supplémentaires que vous devez remplir pour obtenir un certificat Minergie.

|                                    |                                                                                                                                            |  |  |  |  |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                    | Modèle 1                                                                                                                                                                                                                    | Modèle 2                                                                          | Modèle 3                                                                           | Modèle 4                                                                            | Modèle 5                                                                            |
| enveloppe du bâtiment              | CECB classe B ✗                                                                                                                                                                                                             | CECB classe C                                                                     |                                                                                    |                                                                                     | ✓                                                                                   |
| Production de chaleur              | Renouvelable (pompe à chaleur, chaleur à distance, énergie du bois et solaire)                                                                                                                                              |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                     | ✗                                                                                   |
| Renouvellement d'air               | Ventilation de base autorisée, récupération de chaleur (RC) recommandée<br><a href="http://www.minergie.ch/fr/thematiques/thematiques/air-interieur-sain">www.minergie.ch/fr/thematiques/thematiques/air-interieur-sain</a> |                                                                                   |                                                                                    | RC obligatoire                                                                      | ✗                                                                                   |
| Confort estival                    | Protection thermique estivale avec max. 100 h au-dessus de 26.5°C calculé avec données futures<br><a href="http://minergie.ch/protection-thermique-estivale">minergie.ch/protection-thermique-estivale</a>                  |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |
| Électricité et photovoltaïque (PV) | CECB efficacité énergétique globale classe B ✓                                                                                                                                                                              | CECB efficacité énergétique globale classe A                                      |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |
|                                    | ou<br>5 Wp/m² PV<br>ou min. 50% appareils efficaces ✓                                                                                                                                                                       | ou<br>10 Wp/m² PV ou 5 Wp/m² PV si min. 50% appareils efficaces ✓                 |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |
| Surface totale après modernisation | La SRE ne doit pas dépasser 150 % de la SRE de l'état initial.                                                                                                                                                              |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                     | ✓                                                                                   |

Les modèles de rénovation Minergie sont un moyen simple pour rénover Minergie des bâtiments résidentiels. Les exigences se basent sur le CECB. En plus des exigences énergétiques, Minergie insiste sur des aspects importants pour le confort dans le domaine de la qualité de l'air ambiant et de la protection thermique estivale.

Vous trouverez de plus amples informations sur pourquoi et comment rénover Minergie dans l'annexe A.2 Pourquoi et comment rénover Minergie ?.

## 12.7. Données du bâtiment et données clés Variante C

## Station météo

Payenne

## Affectation du bâtiment [m²]

Habitat individuel

Total [m²]

## Surface de référence énergétique

160

160

## Producteur de chaleur

## Degré de couverture / fraction utile

Chauffage

Eau chaude

Année de construction

Pompe à chaleur air extérieur

94 % / 2.3

- / -

2025

Chaudière à bois

6 % / 0.64

- / -

1974

Chauffe-eau à pompe à chaleur

- / -

100 % / 2.3

2025

## Généralités

Nombre d'étages entiers

3

Nombre d'appartements

1

Nombre moyen de pièces

5

Facteur d'enveloppe

2.23

Puissance de chauffage<sup>28</sup>

Standard

Actuel

Puissance spécifique de chauffage [W/m²]

27

24

Charge thermique nominale [kW]

4.9

4.4

## Indices énergétiques [W/(m²K)]

Standard

Efficacité de l'enveloppe du bâtiment [kWh/(m²a)]

68

Efficacité énergétique globale [kWh/(m²a)]

96

Émissions directes de CO<sub>2</sub> [kg/(m²a)]

0

Émissions de gaz à effet de serre [kg/(m²a)]

6

## Concept de ventilation

Ventilation par fenêtres, Hotte aspirante, Extraction air vicié Salle de bains/WC

Débit d'air thermiquement actif [m³/(hm²)]

0.70 (étanche)

## Valeurs limites des indices énergétiques

Pour la classe "B"

Efficacité de l'enveloppe du bâtiment [kWh/(m²a)]

49

Efficacité énergétique globale [kWh/(m²a)]

108

Émissions directes de CO<sub>2</sub> [kg/(m²a)]

5.00

## Production d'électricité [kWh/a]

Standard

Actuel

Photovoltaïque

6'063

6'063

Installation de couplage chaleur-force

0

0

Pris en compte pour le bâtiment

3'153

1'213

## Énergie finale [kWh/a]

Standard

Actuel

Chauffage

5'961

5'296

Eau chaude

1'612

1'403

Ventilation

180

180

Appareils et éclairage

3'550

3'790

## Valeurs U

[W/(m²K)]

Contre extérieur /

≤ 2 m sous terre

Contre espace non chauffé ou contre terrain

Toit

0.15

-

Murs

0.44

-

Fenêtres et portes

1.3

-

Sol

0.20

0.42

## Part du besoin en énergie finale [%]

Standard

Actuel

Fossile

0.0

0.0

Solaire

27.1

55.1

## Coûts énergétiques [CHF]

Standard

Actuel

Coûts actuels de l'énergie<sup>29</sup>

2'598

1'861

Coûts énergétiques prévisionnels<sup>30</sup>

3'395

2'432

<sup>28</sup>Les données sont calculées approximativement selon la norme SIA 384:201 sur la base de l'utilisation standard du CECB. Elles constituent des valeurs indicatives pour les besoins en puissance du chauffage des locaux.<sup>29</sup>Coûts énergétiques annuels sans entretien, renchérissement ni taxes sur le CO<sub>2</sub>. Basés sur les tarifs actuels de l'énergie.<sup>30</sup>Coûts énergétiques annuels moyens, y compris entretien, renchérissement et taxe sur le CO<sub>2</sub>, sur la période considérée de 25 ans.

## Annexe

L'annexe contient des informations complémentaires importantes pour les pouvoirs publics et les entreprises chargées des travaux.

Il contient également la documentation du projet.

## A Informations

### A.1 Que signifie la stratégie énergétique pour les propriétaires ?

D'ici 2050, la Suisse doit atteindre la neutralité climatique. La loi sur le climat et l'innovation doit rendre l'approvisionnement énergétique de la Suisse moins dépendant des importations de l'étranger et renforcer la protection du climat par la promotion des énergies renouvelables. Dans un premier paquet de mesures, la stratégie énergétique 2050 prévoit d'augmenter l'efficacité énergétique et d'encourager le développement des énergies renouvelables.

#### Objectif

L'objectif est de réduire la consommation d'énergie finale moyenne des Suisses et des Suissesses de 54 % et la **consommation d'électricité** de 18 % d'ici 2050 grâce à **des mesures d'amélioration de l'efficacité énergétique**. Pour ce faire, l'approvisionnement en énergie dans le secteur du bâtiment doit être décarboné, c'est-à-dire que l'on renonce au gaz ou au pétrole.

En **rénovant énergétiquement les bâtiments** et en installant **des panneaux photovoltaïques**, les propriétaires de biens immobiliers peuvent apporter une contribution importante à la réalisation de ces objectifs.

#### Efficacité

Étant donné que plus de 80 % des **besoins énergétiques des bâtiments** sont dus au chauffage, ce domaine représente un grand potentiel d'**amélioration de l'efficacité énergétique**.

L'**isolation thermique de l'enveloppe du bâtiment** et une meilleure **efficacité des installations techniques** permettent non seulement de réduire les émissions de CO<sub>2</sub>, mais aussi de diminuer les coûts énergétiques.

Très positives, mais non chiffrables, les **améliorations** concernant le **confort** sont surtout obtenues par des mesures sur l'enveloppe du bâtiment et sont déterminantes pour le bien-être.

#### Énergie renouvelable

L'augmentation de la production d'électricité sans énergie fossile nécessite un recours accru aux **sources d'énergie renouvelable**. Dans le secteur du bâtiment, il s'agit de couvrir les **surfaces de toit et de façades appropriées** avec des installations photovoltaïques.

**Les sources d'énergie neutre en CO<sub>2</sub>** telles que les pompes à chaleur, le chauffage à distance (dans la mesure où il ne provient pas de sources d'énergie fossiles) et la chaleur issue de la biomasse doivent remplacer les systèmes de chauffage fossiles.

#### Soutien financier Soutien financier

Aujourd'hui, les rénovations énergétiques des bâtiments sont déductibles des **impôts**.

Les divers **programmes de promotion de l'énergie** des cantons et des communes offrent un soutien supplémentaire pour faciliter financièrement, à l'avenir, le remplacement des chauffages électriques, au mazout ou au gaz inefficaces par des alternatives telles que le chauffage au bois ou les pompes à chaleur. Il s'agit notamment de mesures telles qu'une meilleure **isolation des bâtiments** ou l'installation d'un système **photovoltaïque** pour lesquelles une subvention pouvant atteindre 30 % des coûts d'investissement peut être perçue.

## A.2 Pourquoi et comment rénover Minergie ?



Avec une variante de rénovation compatible avec Minergie, il est possible d'obtenir une certification Minergie presque sans effort supplémentaire. Le CECB est la pierre angulaire pour les modèles de rénovation Minergie, le justificatif Minergie simple pour la rénovation des bâtiments résidentiels. Les rénovations de bâtiments non résidentiels ainsi que les rénovations Minergie-P ou Minergie-A peuvent être certifiées par la voie classique, c'est-à-dire avec un justificatif calculé.

### A.2.1 Avantages d'une rénovation Minergie

Avec une certification Minergie, vous garantisiez non seulement une rénovation complète sur le plan énergétique, mais vous créez en plus un climat intérieur agréable - même en cas de températures extérieures élevées. Vous ne rénovez donc pas seulement pour la protection du climat, mais aussi pour le confort des utilisateur·trice·s. C'est pourquoi Minergie impose, en plus des prescriptions en matière d'énergie, des exigences en matière d'air ambiant et de protection thermique estivale.

Le justificatif simple, sans calcul, avec les modèles de rénovation Minergie est adapté au CECB. Il donne une orientation aux planificateur·trice·s ainsi qu'aux propriétaires et est subventionné dans la plupart des cantons. Avec la certification, vous obtenez, outre le certificat, un contrôle qualité grâce à un examen indépendant et, parfois, de meilleurs taux hypothécaires.

Vous souhaitez aller encore plus loin ? Une rénovation Minergie-P garantit un bâtiment qui n'a pratiquement pas besoin d'être chauffé et qui entraîne donc des charges très faibles. Avec une rénovation Minergie-A, vous veillez à ce que vos besoins annuels en énergie soient couverts par votre propre installation photovoltaïque, ce qui permet également une baisse des charges et une plus grande indépendance.

Dans les cours en ligne Minergie SAVOIR-FAIRE compact, vous obtenez, en 15 minutes seulement, des réponses aux questions sur la valeur ajoutée d'une certification Minergie.

Découvrez les vidéos à disposition : <https://savoirfaire.minergie.ch/bundles/minergie-savoir-faire-compact>



La certification pour un meilleur bâtiment



La ventilation pour un confort permanent



La protection thermique estivale pour garder la tête froide

### A.2.2 La voie vers le certificat : les modèles de rénovation Minergie - le justificatif simple

Pour les bâtiments d'habitation qui disposent déjà d'un CECB, il existe un raccourci vers le certificat : les modèles de rénovation Minergie qui donnent une orientation avec cinq variantes et permet un justificatif sans calcul.

Vous trouverez le règlement et les formulaires de justification sous Modèles de rénovation Minergie.

## B Hypothèses et méthodologie du calcul de rentabilité

Comme pour toutes les publications de CECB, seuls les éléments de construction pertinents sur le plan énergétique, tels que les façades, les chauffages ou les fenêtres, sont pris en compte. Les investissements pour les travaux des aménagements extérieurs ou intérieurs, comme les salles de bains, les revêtements de sol ou les meubles de cuisine, ne sont pas pris en compte.

La méthodologie est largement basée sur la norme SIA 480:2016 "Calcul de rentabilité pour les investissements dans le bâtiment", mais elle a été partiellement adaptée pour le CECB. Les résultats des calculs restent des estimations de coûts même si la méthodologie de calcul est solide. Dans certains cas, les coûts d'investissement et les coûts énergétiques effectifs peuvent s'en écarter.

### B.1 Paramètres

Les paramètres suivants sont utilisés

| Nom                                      | Brève description                                                                                                                                                                                                   | Valeur |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Intérêt (WACC)                           | Correspond au WACC (Weighted Average Cost of Capital). Ce terme désigne le coût moyen pondéré du capital du maître d'ouvrage, c'est-à-dire le taux d'intérêt pondéré pour les emprunts et les fonds propres.        | 1.75 % |
| Renchérissment annuel général            | Le renchérissement général est appliqué aux frais courants d'entretien et de maintenance.                                                                                                                           | 2 %    |
| Durée considérée                         | Les coûts annuels sont calculés pour chaque élément de construction en fonction de l'estimation de sa durée de vie. La durée considérée est uniquement pertinente pour calculer les futurs tarifs de l'énergie.     | 25 ans |
| Facteur de correction de la consommation | Dans la pratique, il existe des écarts entre les coûts énergétiques calculés et les coûts énergétiques réels, notamment pour le chauffage. Ce facteur permet de corriger les coûts de la chaleur pour le chauffage. | 1      |

### B.2 Tarifs et renchérissement

Les tarifs et taux de renchérissement suivants sont appliqués dans le présent rapport de conseil :

| Agent énergétique               | Prix   | Unité     | Renchérissment | Future taxe sur le CO <sub>2</sub> |
|---------------------------------|--------|-----------|----------------|------------------------------------|
| Électricité (TM / tarif unique) | 30.00  | cent./kWh | 2 %            | -                                  |
| Bûches de bois                  | 170.00 | CHF/stère | 2 %            | -                                  |
| Électricité (production)        | 12.00  | cent./kWh | 2 %            | -                                  |

## C Données techniques des mesures

Les sections suivantes dressent la liste de tous les changements prévus.

### C.1 Éléments de construction pertinents du point de vue énergétique

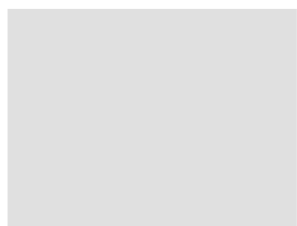
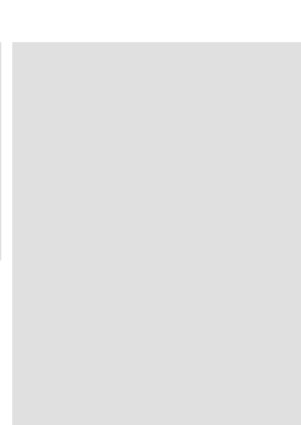
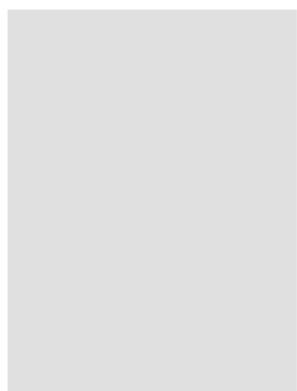
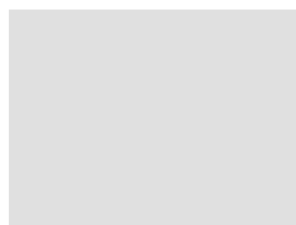
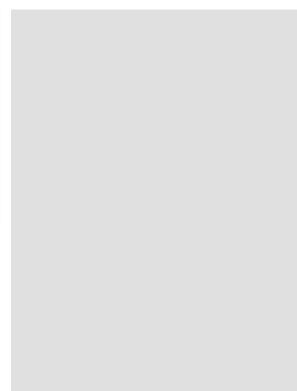
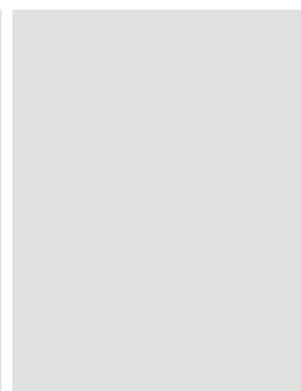
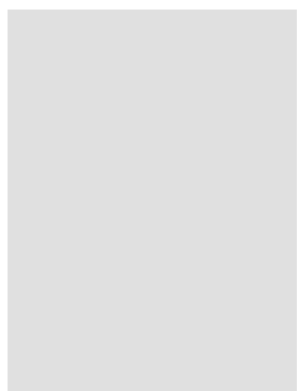
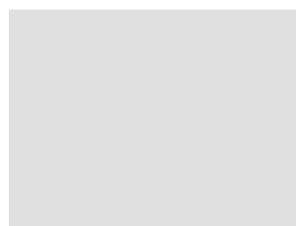
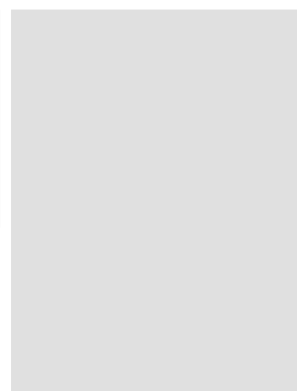
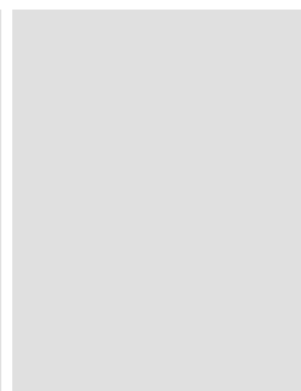
| Abré-<br>viation | Description                      | Mesure                                                   | Variante A | Variante B | Variante C |
|------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------|------------|------------|------------|
| <b>To-1</b>      | Toit en pente (variante)         | Valeur U (0.6 ⇒ 0.15), Année de rénovation (1986 ⇒ 2025) |            | X          | X          |
| <b>To-2</b>      | Toit en pente (variante)         | Valeur U (0.6 ⇒ 0.15), Année de rénovation (1986 ⇒ 2025) |            | X          | X          |
| <b>To-3</b>      | Toit en pente (variante)         | Valeur U (0.6 ⇒ 0.15), Année de rénovation (1986 ⇒ 2025) |            | X          | X          |
| <b>To-4</b>      | Toit en pente (variante)         | Valeur U (0.6 ⇒ 0.15), Année de rénovation (1986 ⇒ 2025) |            | X          | X          |
| <b>So-1</b>      | Plancher c Extérieur (variantes) | Valeur U (0.6 ⇒ 0.2), Année de rénovation (1974 ⇒ 2025)  | X          | X          | X          |
| <b>Sx-1</b>      | Plafond sous-sol (variante)      | Valeur U (0.7 ⇒ 0.25), Année de rénovation (1974 ⇒ 2025) | X          | X          | X          |

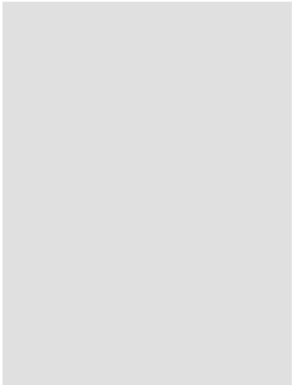
### C.2 Technique du bâtiment

| Abré-<br>viation | Description                   | Mesure                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Variante A | Variante B | Variante C |
|------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|
| <b>PC-1</b>      | Pompe à chaleur air extérieur | Fraction utile chauffage (0.96 ⇒ 2.3), Type (Électro direct ⇒ Pompe à chaleur, air-eau), Distribution (Aucune indication ⇒ Radiateurs), Année de construction (1993 ⇒ 2025), Lieu (Dans l'enveloppe du bâtiment ⇒ Hors enveloppe du bâtiment), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2025) |            |            | X          |
| <b>PC-3</b>      | Chauffe-eau à pompe à chaleur | Fraction utile ECS (0.93 ⇒ 2.3), Type (Chauffe-eau électrique ⇒ Boiler PAC eau potable), Année de construction (1997 ⇒ 2025), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2025)                                                                                                                  | X          | X          | X          |
| <b>ACC-2</b>     | Accumulateur d'eau chaude     | Volume total d'accumulateur en litres (400 ⇒ 250), Accumulateur eau chaude en litres (400 ⇒ 250)                                                                                                                                                                                              |            |            | X          |
| <b>Ch-1</b>      | Chauffage des locaux          | Type d'émission de chaleur (Convection et rayonnement ⇒ Radiateurs), Type (Décentralisé ⇒ Central), Position des conduites horizontales (Dans l'enveloppe du bâtiment ⇒ Hors enveloppe du bâtiment), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2025)                                           |            |            | X          |
| <b>PE-1</b>      | Photovoltaïques               | Nouvel élément                                                                                                                                                                                                                                                                                |            | X          | X          |

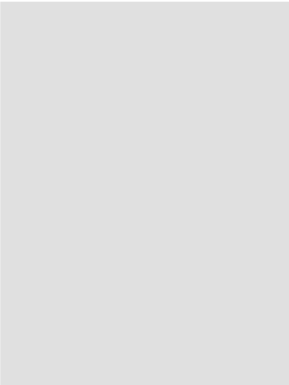
# D Photos, plans et calculs

## Registre photographique

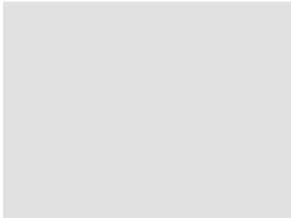
|                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|    |    |    |    |
| Façade Nord                                                                         | Façade Est                                                                          | Façade Sud                                                                           | Embrasures porte entrée                                                               |
|   |   |   |   |
| Fenêtres double vitrage avec cadre en bois (2000)                                   | Détails fenêtres                                                                    | Plancher du RDC                                                                      | Toiture inclinée                                                                      |
|  |  |  |  |
| Plafond du sous-sol isolé                                                           | Plafond du sous-sol isolé                                                           | Plafond du sous-sol isolé 2 couches                                                  | Sol combles contre extérieur                                                          |



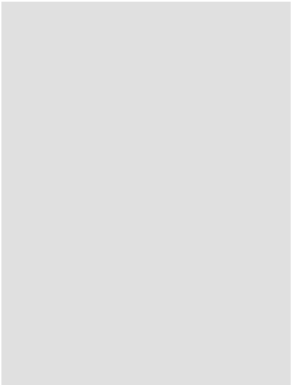
*Boiler électrique au sous-sol*



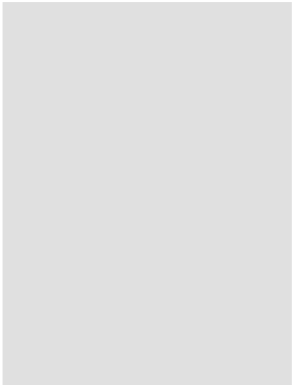
*Etiquette boiler*



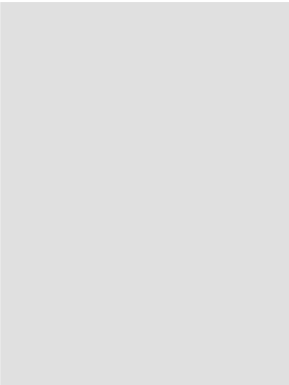
*Radiateurs électriques*



*VAeration naturelle SDB*

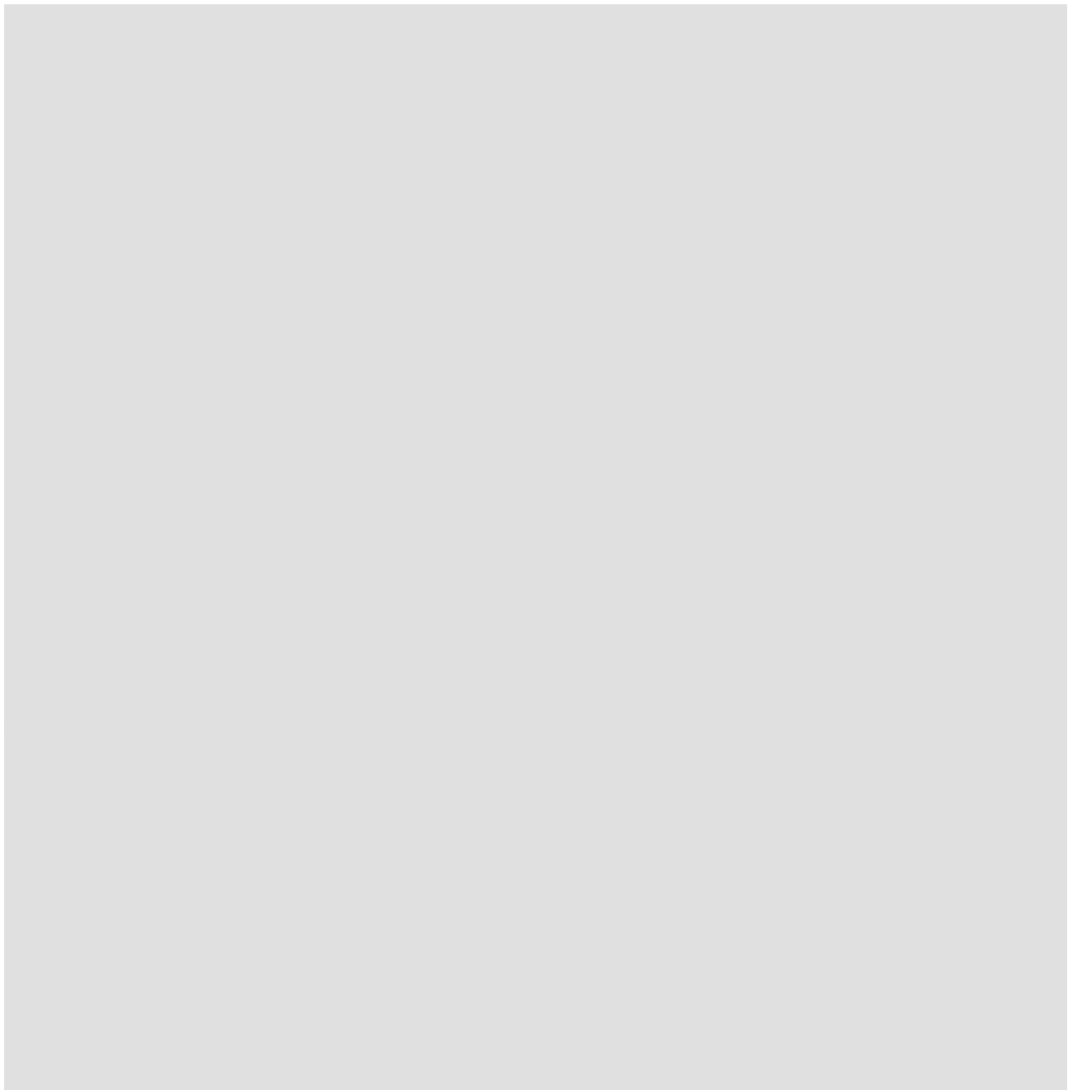
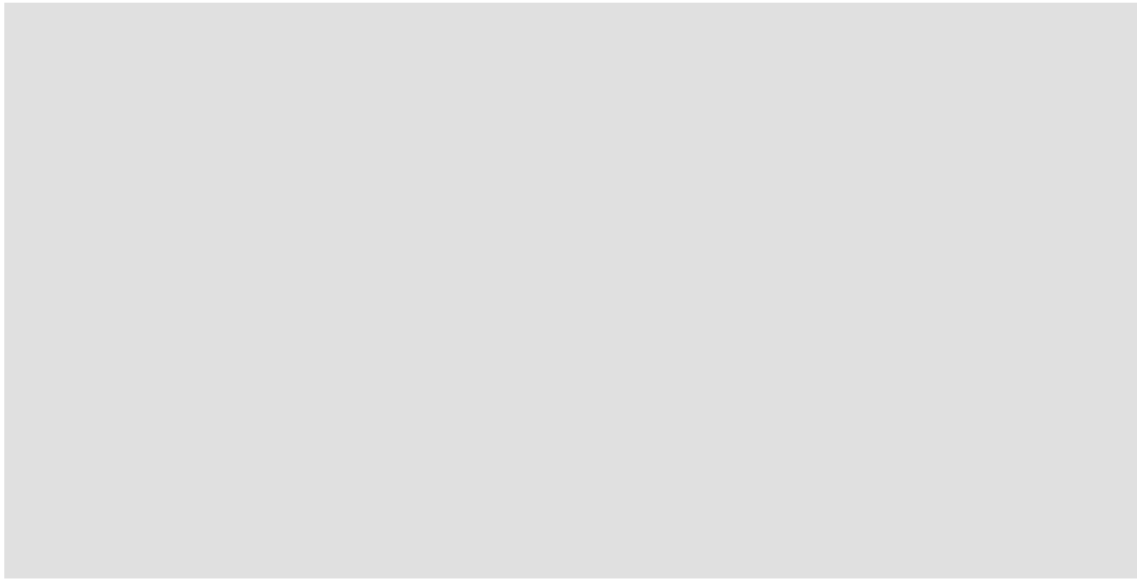


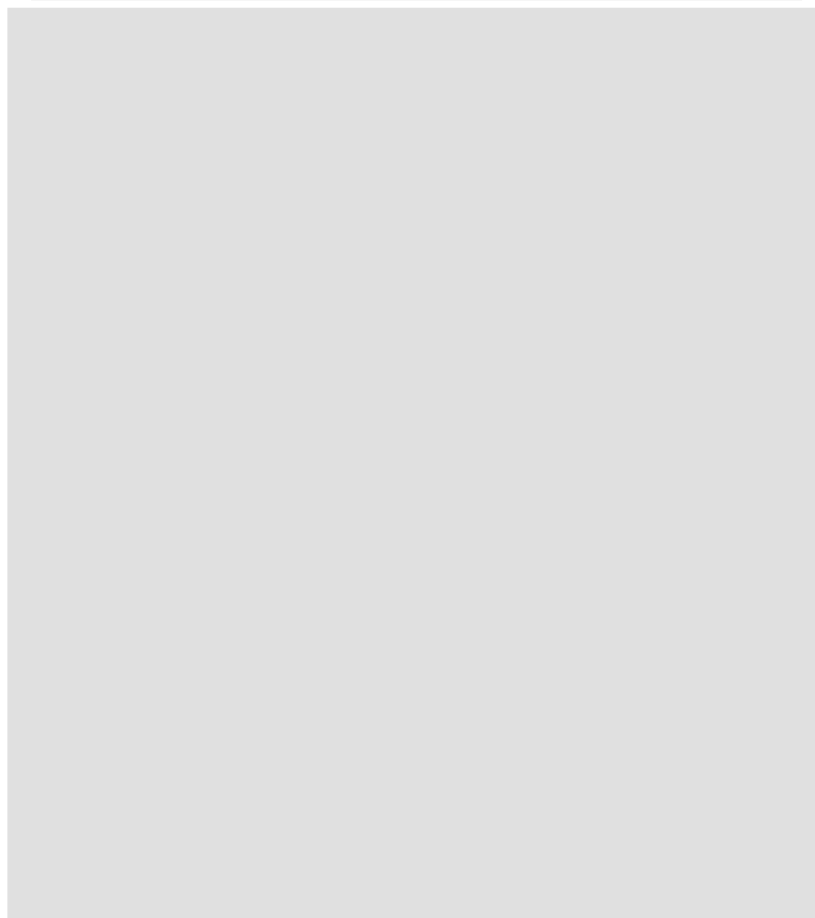
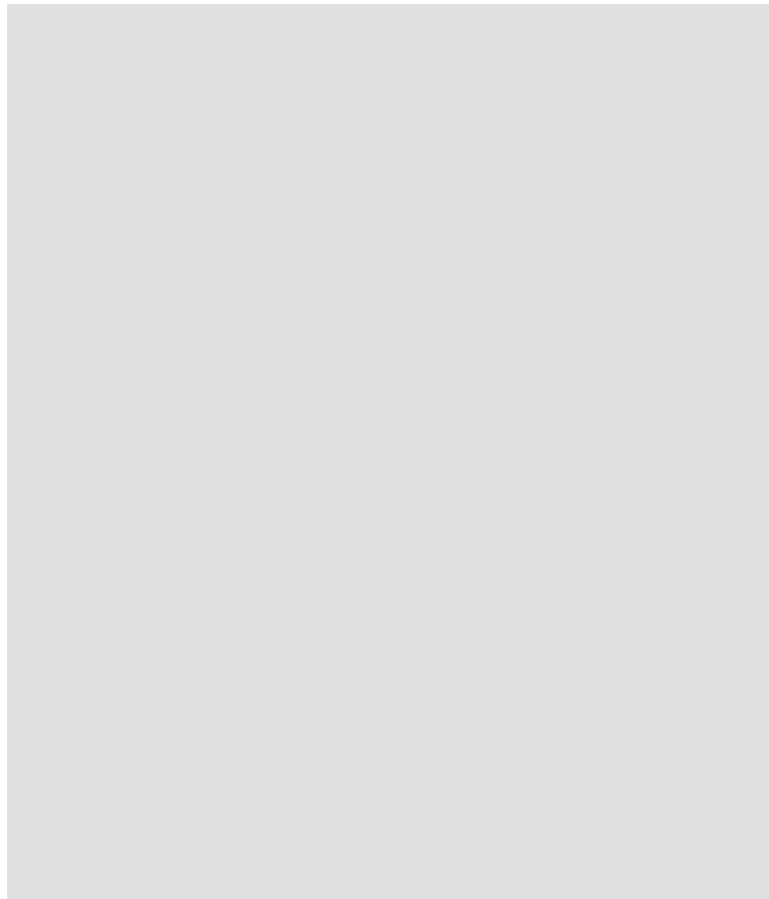
*Extraction SDB*

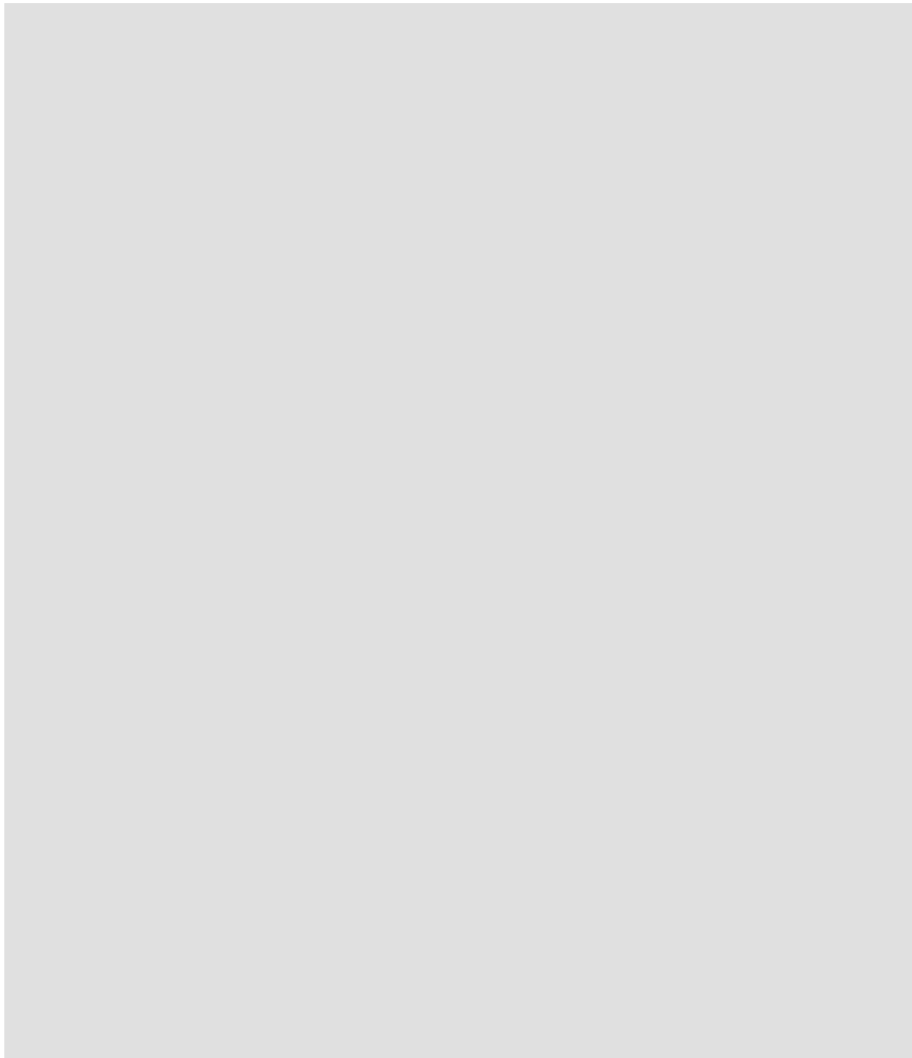


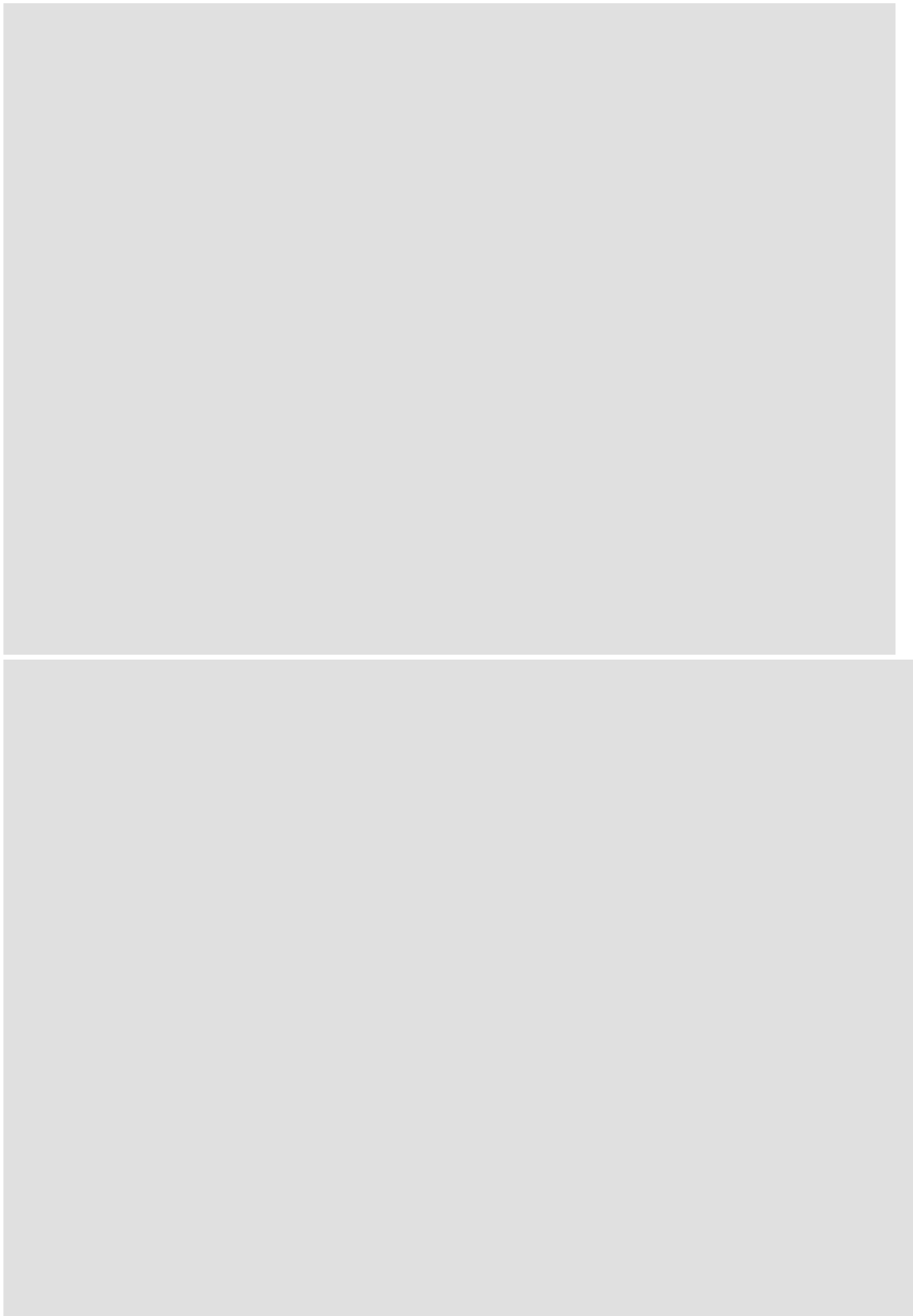
*electroménagers*

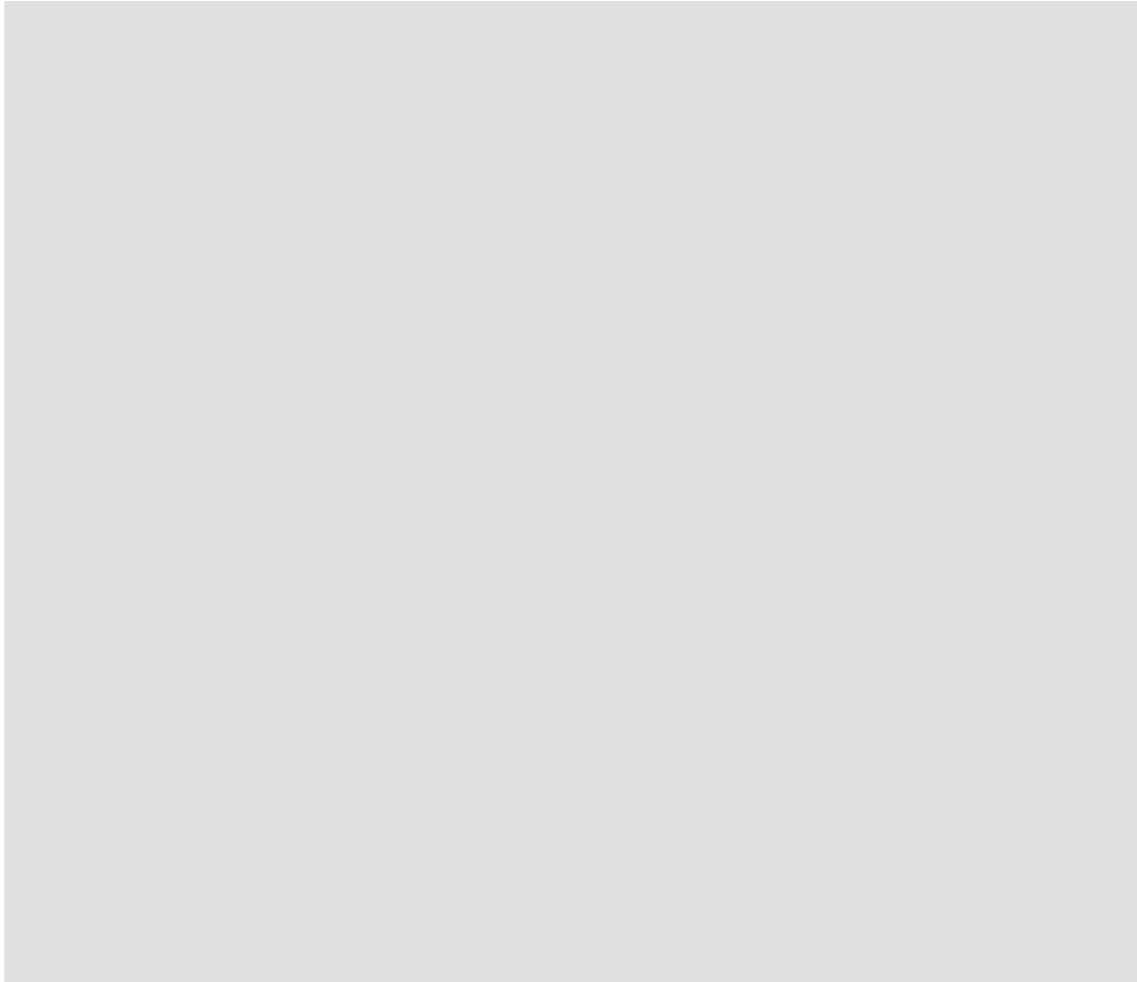
**Plans et zones thermiques**



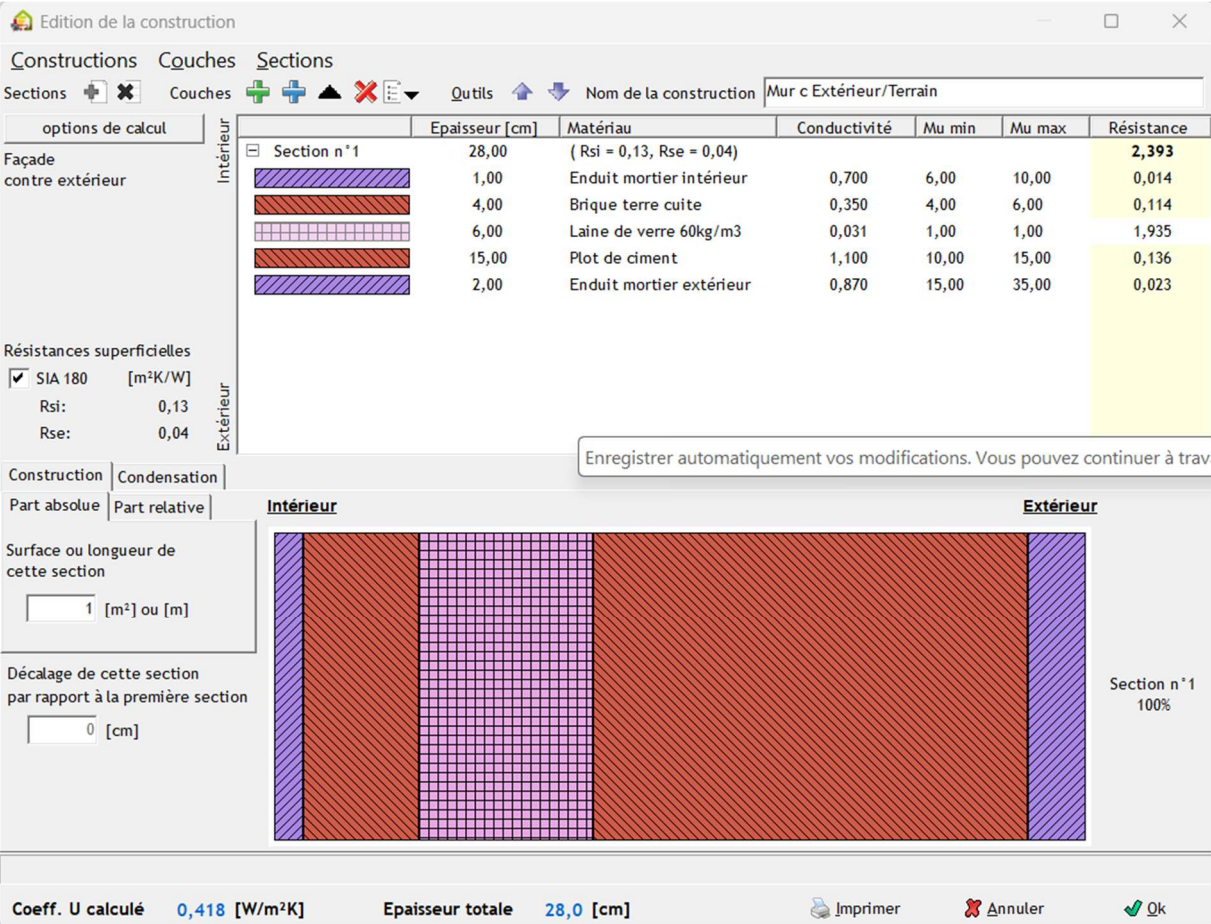




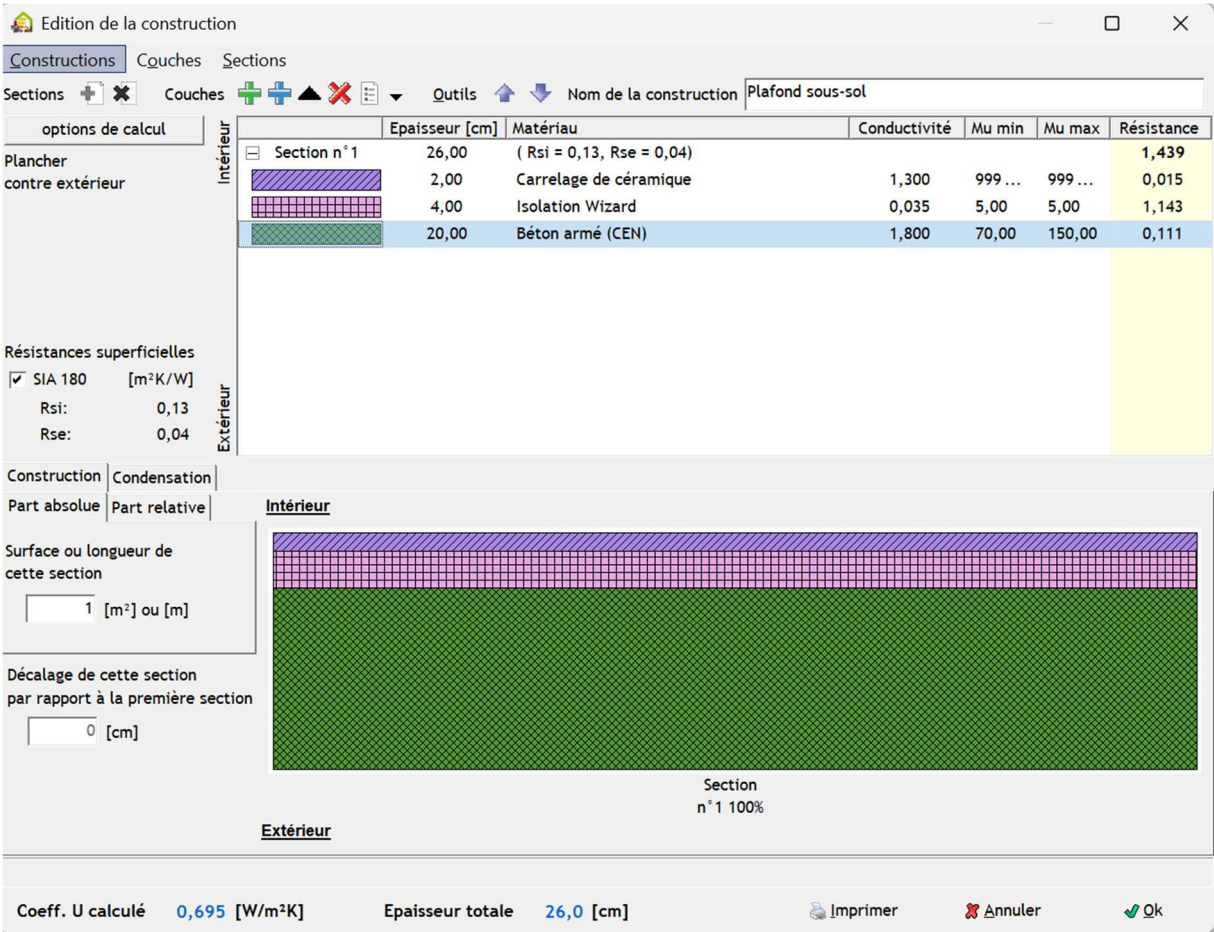




Calcul des coefficients thermiques



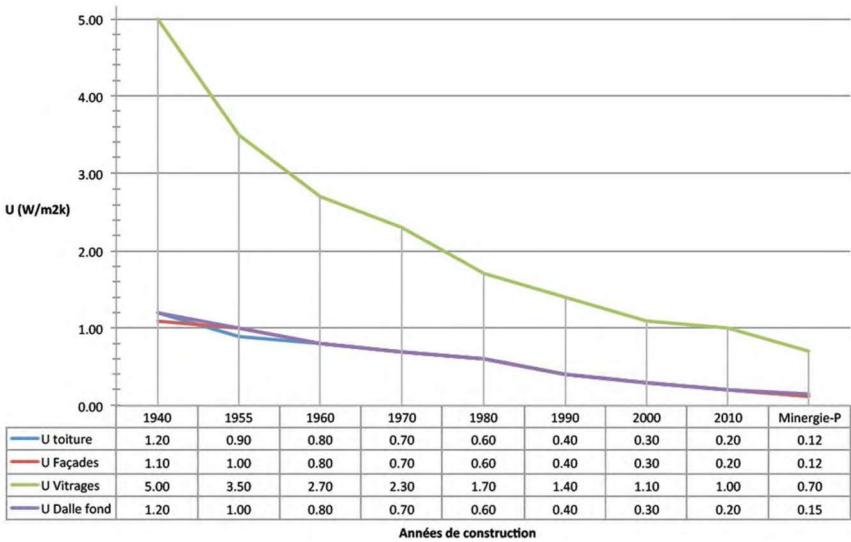
Coefficient thermique des murs extérieurs et des murs contre terrain (existant)



Plafond du sous-sol

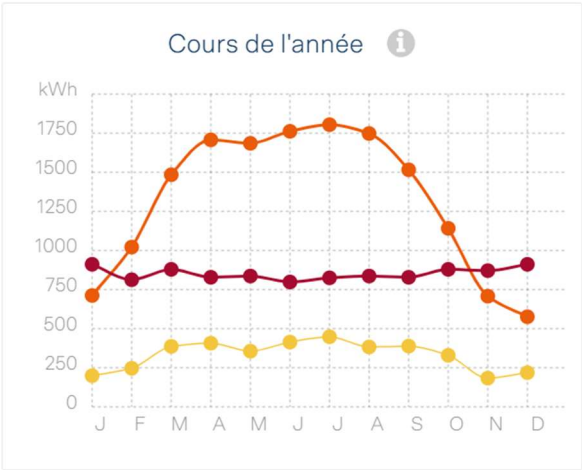
Pour les compositions non connues les valeurs U ont été retirées de la table suivante ou directement de la proposition sur la plateforme CECB :

Typologie des éléments de construction



Données sur les photovoltaïques

| Résultats simulation <span>i</span>     |               |
|-----------------------------------------|---------------|
| Production totale de courant            | 15'866 kWh/an |
| Courant solaire utilisé directement     | 3'961 kWh/an  |
| Part de consommation propre             | 25.0 %        |
| Courant solaire injecté sur le réseau   | 11'905 kWh/an |
| Coût de l'installation clé en main      | 36'180 CHF    |
| Petite rétribution unique PRU           | 4'680 CHF     |
| Durée d'amortissement de l'installation | 11 ans        |



Simulation selon le site [toitsolaire.ch](http://toitsolaire.ch) (subvention M01)