

# CECB Plus

Rapport de conseil du CECB BE-00003939.13



---

**Adresse**

Bâtiment modèle  
Speichergasse 6  
3011 Bern  
Commune: Bern

---

**Affectation du bâtiment**

Habitat individuel (Cat. II)

---

**Année de construction**

1985

---

**N° EGID\_EDID**

1230764\_0

---

**Mandat**

Monsieur Exemple Modèle

---

**Date d'établissement**

12.11.2024 14:45

Association CECB  
Avenue de Pratifori 24C  
1950 Sion

Tél: +41 27 205 70 16

Mail: [cecb@cecb.ch](mailto:cecb@cecb.ch)

### **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. Potentiel énergétique du site	6
3. Comparaison des variantes	7
4. Coûts et rentabilité	8
5. Recommandation	9
6. Marche à suivre et remarques générales	12
<b>Rapport détaillé</b>	<b>14</b>
7. Bases	15
8. État initial et évaluation	16
9. Potentiel énergétique du site	22
10. Comparaison des variantes	29
11. Coûts, rentabilité et subventions	32
12. Variante A	36
13. Variante B	42
14. Variante C	48
<b>Annexe</b>	<b>54</b>
A Informations	55
B Hypothèses et méthodologie du calcul de rentabilité	57
C Données techniques des mesures	58
D Photos, plans et calculs	61

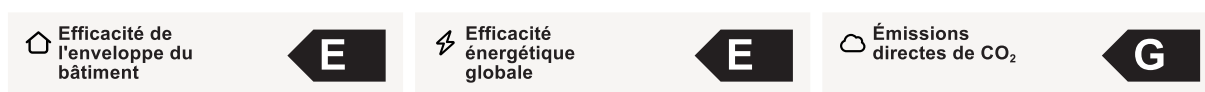
## Résumé

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 5 Recommandation et le chapitre 6 Marche à suivre et remarques générales.

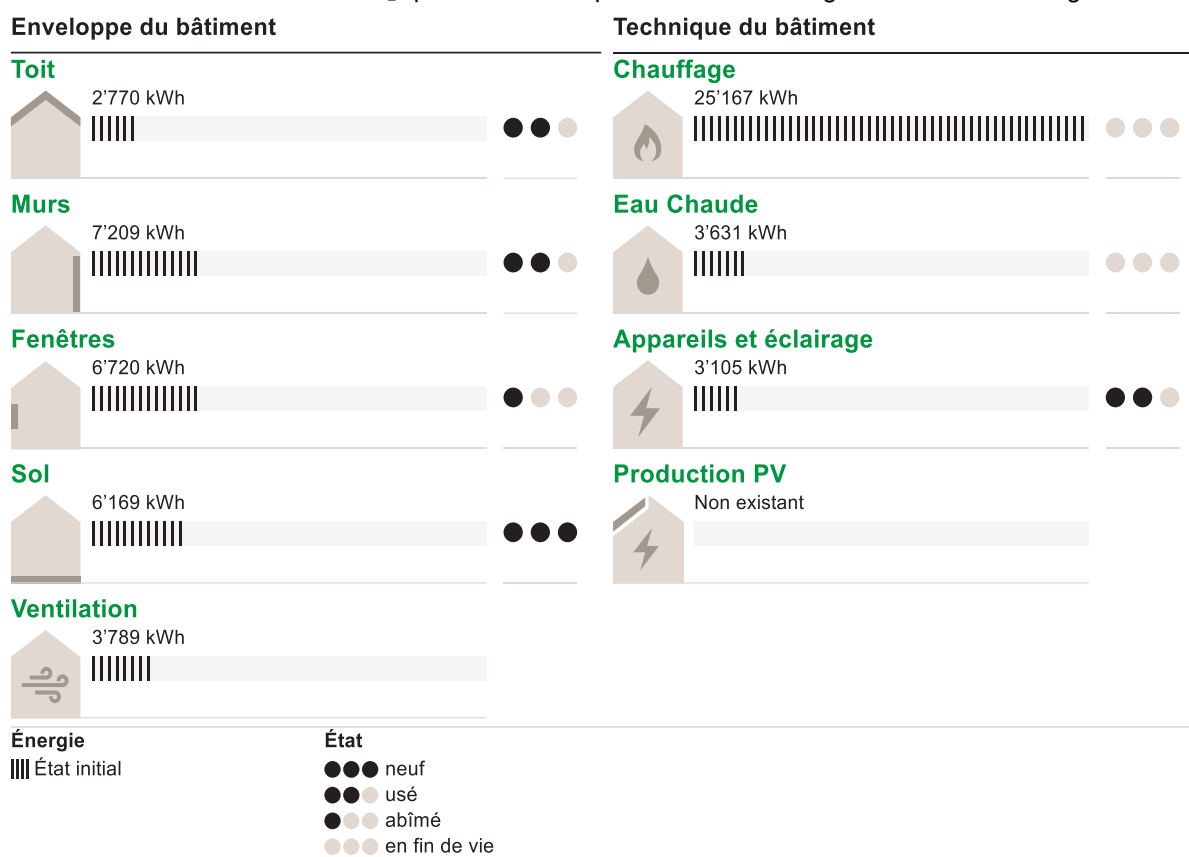
# 1. État initial

## 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.



## 1.2. Mesures déjà réalisées

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

1998	Chaudière à mazout	1998	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. Potentiel énergétique du site



Chapitre facultatif

Ce chapitre présente le potentiel énergétique du site.






### Plan directeur de l'énergie<sup>2</sup>

	<b>Plan directeur de l'énergie</b>	+ Un plan directeur de l'énergie non contraignant avec des sources d'énergie recommandées existe.
---	------------------------------------	---



### Énergie solaire

	<b>Surface du toit</b>	+ Potentiel	Aptitude: Très bonne
	<b>Façades</b>	+ Potentiel	Aptitude: Bonne



### Producteurs d'énergie neutres en CO<sub>2</sub>

	<b>Pompe à chaleur sonde terrestre</b>	- Potentiel manque	Possible tout au plus avec une autorisation exceptionnelle.
	<b>Pompe à chaleur eau souterraine</b>	+ Potentiel	Oui, selon le plan directeur de l'énergie.
	<b>Pompe à chaleur air extérieur</b>	+ Potentiel	Pompe à chaleur air-eau à l'extérieur
	<b>Chauffage à distance</b>	- Potentiel manque	Le chauffage à distance n'est pas disponible.
	<b>Combustible bois</b>	+ Potentiel	Oui, recommandé selon le plan directeur de l'énergie.

### Producteur d'énergie fossile

	<b>Gaz</b>	- Potentiel manque	Conditions non remplies.
	<b>Mazout</b>	§ Non autorisé	L'installation d'une nouvelle chaudière fossile n'est autorisée que sur conditions.


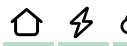

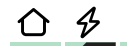
### Extension et agrandissement




	<b>Agrandissement intérieur (sous-sol/grenier)</b>	- Potentiel manque	Sous-sol et combles largement utilisés en l'état.
	<b>Agrandissement / Extension / Transformation</b>	? Non testé	N'a pas été vérifié.

<sup>2</sup>Le plan directeur de l'énergie est un instrument de planification communal ou cantonal et montre les possibilités d'utilisation accrue des sources d'énergie renouvelable quartier par quartier.

### 3. 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
				
A				
B				
C				
D				
E				
F				
G				

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

#### Variante A: Assainissement du chauffage

Installation d'une pompe à chaleur air-eau en remplacement du chauffage existant.

#### Variante B: Modèle de rénovation Minergie

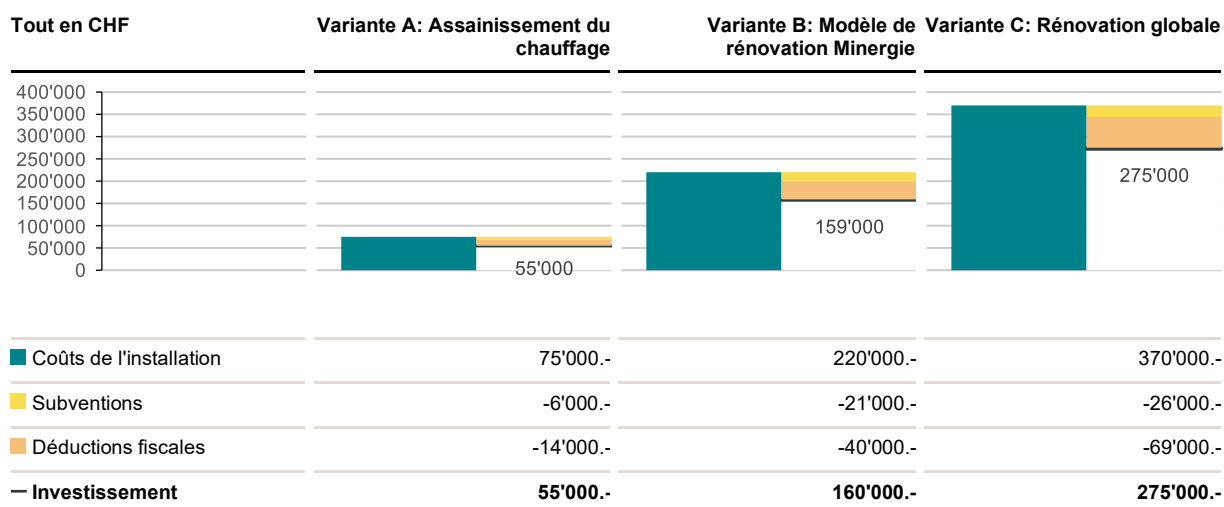
Remplacement des fenêtres et isolation du plafond de la cave. Installation d'une pompe à chaleur air-eau en remplacement du chauffage existant (également pour l'eau chaude sanitaire). Pose d'une installation photovoltaïque (PV) sur le toit. Installation d'un système de ventilation de base Minergie. Cette variante de rénovation permet de certifier le bâtiment Minergie après rénovation très simplement via le système des modèles de rénovation Minergie.

#### Variante C: Rénovation globale

En plus de la variante B, le toit et les murs seront rénovés. Cette variante de rénovation permet de certifier le bâtiment Minergie après rénovation.

## 4. Coûts et rentabilité

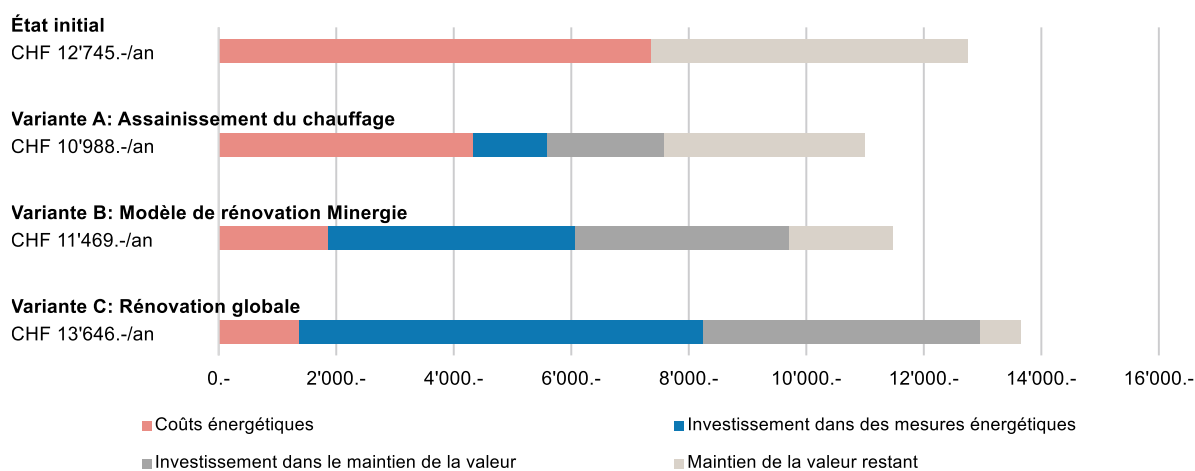
### 4.1. Coûts d'investissement



### 4.2. 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 A** présente la meilleure rentabilité. Les coûts annuels sont les plus bas.



Toutefois les améliorations en termes de confort dans les variantes B et C ne sont pas quantifiables économiquement mais sont décisives pour le bien-être. De plus elles augmentent la valeur du bâtiment ce qui n'est pas quantifié dans la présente analyse. Les améliorations en termes de confort sont obtenues avant tout par les mesures sur l'enveloppe du bâtiment et l'installation d'un système de renouvellement d'air automatique.

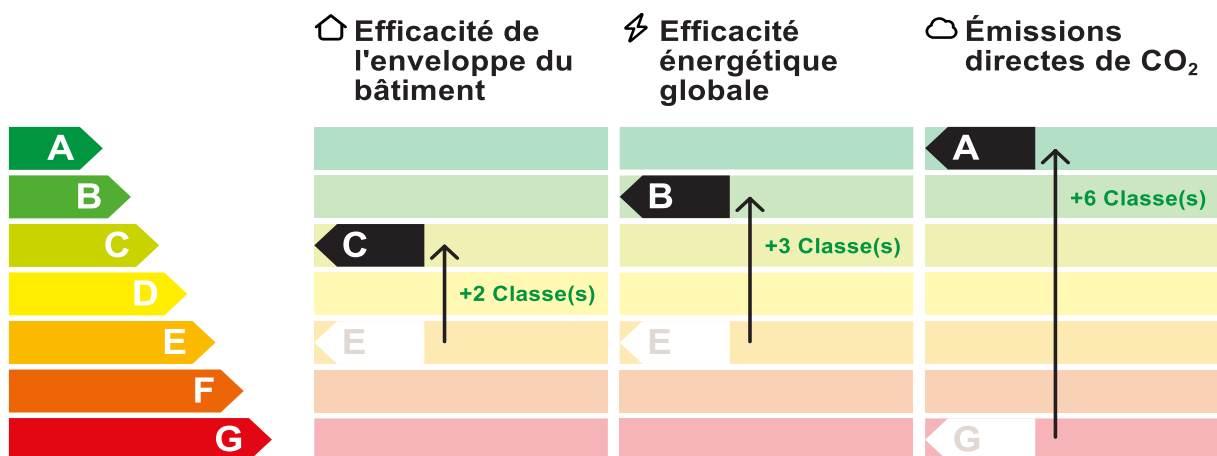
## 5. Recommandation

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

### 5.1. Variante B: Modèle de rénovation Minergie

Remplacement des fenêtres et isolation du plafond de la cave. Installation d'une pompe à chaleur air-eau en remplacement du chauffage existant (également pour l'eau chaude sanitaire). Pose d'une installation photovoltaïque (PV) sur le toit. Installation d'un système de ventilation de base Minergie. Cette variante de rénovation permet de certifier le bâtiment Minergie après rénovation très simplement via le système des modèles de rénovation Minergie.

Surface chauffée	Besoin en énergie	Durée des travaux	Investissement
173 m <sup>2</sup> (+0 m <sup>2</sup> )	9'204 kWh (-71%)	1 Mois	160'000.- CHF



#### Données clés<sup>3</sup>

<b>État initial</b>	110 kWh/(m <sup>2</sup> a)	228 kWh/(m <sup>2</sup> a)	38 kg/(m <sup>2</sup> a)
<b>Variante B</b>	61 kWh/(m <sup>2</sup> a)	62 kWh/(m <sup>2</sup> a)	0 kg/(m <sup>2</sup> a)
<b>Variation</b>	-45 %	-73 %	-100 %

Nous vous recommandons la mise en œuvre de la variante B. Le bâtiment répondra ainsi aux exigences d'un standard de construction moderne. Cette variante est la plus attractive car :

- Les coûts énergétiques sont considérablement réduits.
- Le remplacement du producteur de chaleur permet d'éviter tous les frais d'entretien et d'exploitation (contrôle de la combustion, ramonage) ainsi que les charges administratives (commande de combustibles) liés à une chaudière à mazout.
- L'électricité produite par l'installation photovoltaïque sur le toit permet d'alimenter le bâtiment avec de l'électricité à moindre de coût quand il est possible d'autoconsommer l'électricité produite sur le toit.

<sup>3</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".

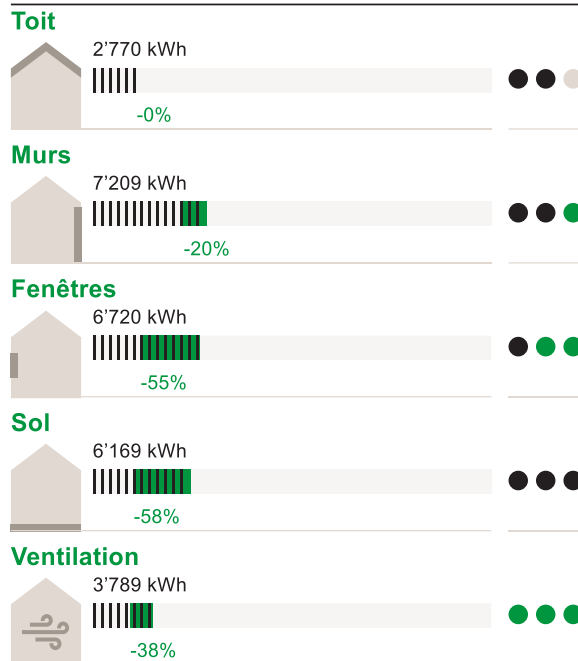
- Avec un simple concept de renouvellement de l'air dans le sens d'une ventilation de base Minergie\*, une certification Minergie est possible, prouvant l'efficacité énergétique et le confort du bâtiment.
- La valeur du bâtiment est augmentée par la rénovation énergétique réalisée et la certification réalisée après travaux.

\* Avec une ventilation de base, l'air frais est réchauffé par un monobloc de ventilation équipé d'une récupération de chaleur. L'air neuf est ensuite introduit de manière centralisée dans le bâtiment, dans un couloir par exemple. La distribution d'air se fait par les portes ouvertes. L'air repris est évacué par des bouches d'aspiration dans la cuisine et les salles d'eau.

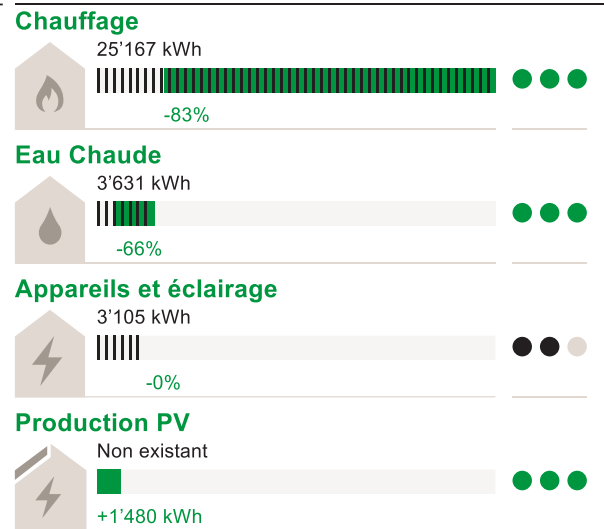
## 5.2. Influence de la recommandation sur l'état initial

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

### Enveloppe du bâtiment



### Technique du bâtiment



#### Énergie

- |||| État initial
- Amélioration
- Besoin supplémentaire

#### État

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

## 6. Marche à suivre et remarques générales

La procédure suivante est proposée :

1

### Prix, coûts et programmes de subvention

- Décision de la variante préférée
- Vérification du financement, éventuellement avec la banque
- Evaluation d'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 et qui 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

- Etablissement 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

Les points suivants sont également à prendre en compte :

- L'emplacement de la pompe à chaleur air-eau doit être choisi de manière à minimiser les nuisances sonores, ne pas être trop éloigné de la chaufferie, et idéalement, être situé dans un endroit ensoleillé et non gênant visuellement. Cela peut parfois être compliqué et contradictoire. Les emplacements proposés sont les suivants :
  - a. Devant le garage (en tenant compte du bruit et de la distance par rapport aux voisins)
  - b. Derrière la maison (plutôt froid et ombragé, mais moins visible)
- Notez qu'une demande de permis de construire, avec une preuve de protection contre le bruit, doit être soumise pour l'installation de la pompe à chaleur air-eau.
- Le principal point faible en termes d'efficacité énergétique est la cave, notamment à cause des plafonds non isolés et du local de bricolage (ou salle de télévision) mal ou non isolé.
- Vu la forme du toit, l'installation d'un système photovoltaïque est envisageable. Une installation intégrée au toit serait esthétiquement plus adaptée, mais environ 15 % plus chère. Installer un système photovoltaïque avec une durée de vie de 25 ans n'a de sens que si le toit est en bon état. Il est recommandé de faire vérifier l'état exact du toit par un·e spécialiste avant toute installation et de le rénover si nécessaire.

- Si les fenêtres sont remplacées sans isoler la façade, il est conseillé de prévoir un cadre de fenêtre suffisamment large dans l'embrasure. Cela permettra, lors d'une isolation ultérieure de la façade, d'isoler également l'embrasure de la fenêtre selon les normes actuelles et de réduire ainsi ce pont thermique. N'hésitez pas à en discuter avec le fabricant de fenêtres.
- Une rénovation Minergie via les modèles de rénovation garantissent une rénovation énergétique simple mais de haute qualité des bâtiments résidentiels, tout en offrant les avantages Minergie : suppression des énergies fossiles, meilleure efficacité énergétique et confort accru

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

## 6.1. Remarques générales

Le CECB Plus ne constitue pas une base de planification pour l'exécution des travaux mais une base décisionnelle sur les travaux à entreprendre. Il est important de vérifier suffisamment tôt auprès de l'administration compétente si un permis de construire est requis pour les travaux prévus et de consulter des planificateurs ou architectes. Si plus de trois entreprises sont impliquées, il est recommandé de faire appel à un architecte ou à un chef de chantier expérimenté dans les projets de rénovation.

De plus, n'oubliez pas que toutes les demandes de subvention doivent être déposées avant le début des 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.

## 7. Bases

### 7.1. Coordonnées

Mandat		Expert	
<b>Titre:</b>	Monsieur	<b>Société:</b>	Association CECB
<b>Nom:</b>	Exemple Modèle	<b>Nom:</b>	Agence romande
<b>Rue:</b>	Rue de l'Exemple 12	<b>Rue:</b>	Avenue de Pratifori 24C
<b>Lieu:</b>	2007 Modèleville (Switzerland)	<b>Lieu:</b>	1950 Sion
<b>E-mail:</b>	<a href="mailto:exemple.modele@modele.ch">exemple.modele@modele.ch</a>	<b>E-mail:</b>	<a href="mailto:cecb@cecb.ch">cecb@cecb.ch</a>
<b>Téléphone:</b>	+41 11 222 33 44	<b>Téléphone:</b>	+41 27 205 70 16

### 7.2. Visite des lieux et discussion

La visite sur place a été effectuée par l'association CECB le 30.06.2024.

Ce rapport de conseil a été établi dans le cadre du remplacement du système de chauffage

Il a été convenu des variantes suivantes:

1. Variante A: Assainissement du chauffage
2. Variante B: Modèle de rénovation Minergie
3. Variante C: Rénovation globale

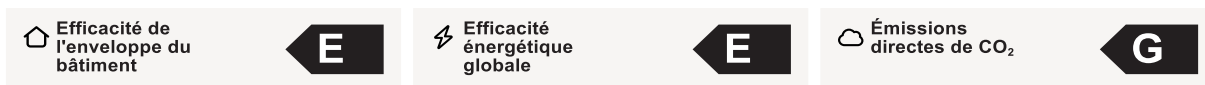
Les plans de l'époque de la construction nous ont été remis. La consommation d'électricité et de mazout n'a pas pu être déterminée faute de factures d'énergie. Le calcul des besoins énergétique n'a donc pas pu être comparé avec la consommation effective d'énergie

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

Document	Comprend
Plan	Tous les étages
Vue de la façade	Trois façades
Coupe	Non disponible
Consommation d'électricité	Non disponible/estimation
Consommation de chauffage	Non disponible/estimation
Autres	Plans détaillés de divers éléments de construction

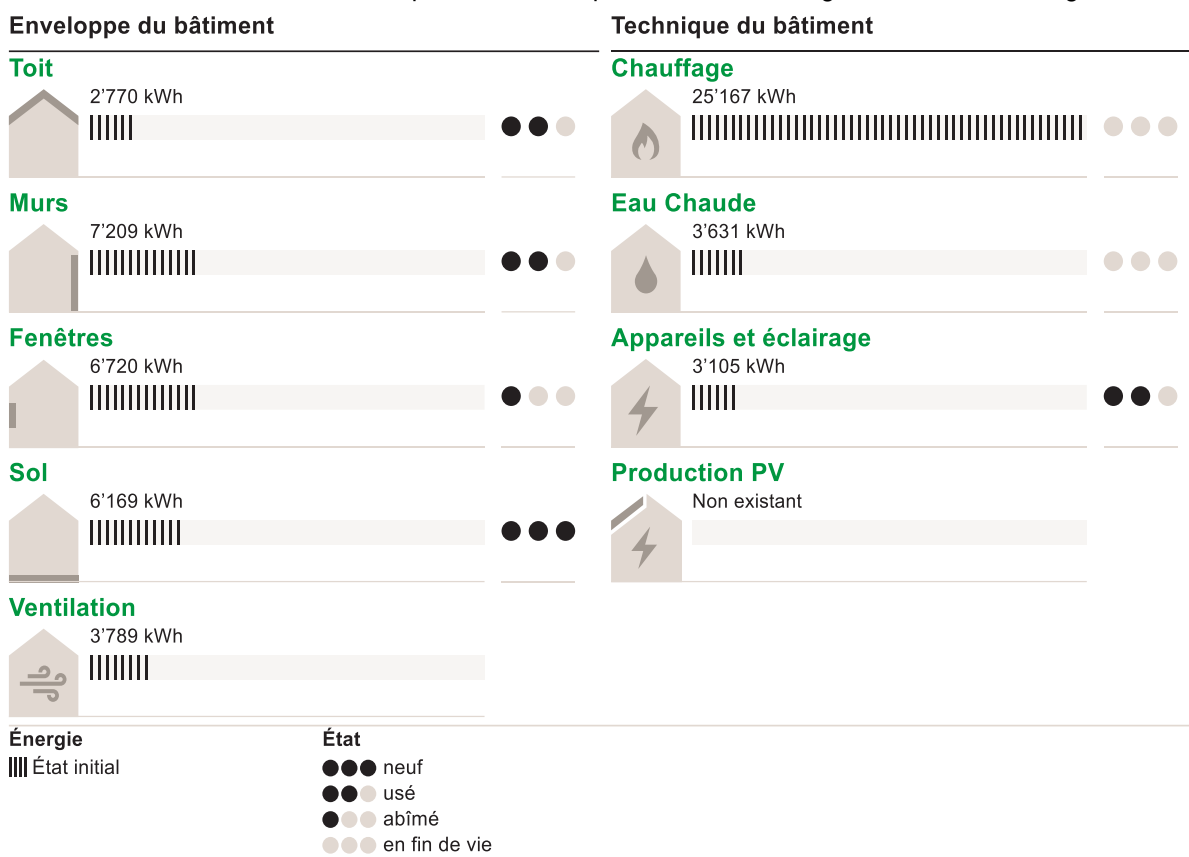
## 8. État initial et évaluation

### 8.1. 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>4</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.



### 8.2. Description

- Il s'agit d'une maison individuelle de deux étages avec toiture à deux pans isolée. Elle est située sur un terrain plat et se trouve dans un quartier calme. L'ensoleillement est bon et n'est influencé que par quelques bâtiments voisins.
- La maison dispose d'un sous-sol comprenant principalement des surfaces non chauffées, où se trouvent les installations techniques, et une pièce chauffée.
- Les façades sont composées de maçonnerie à double coque isolée au rez-de-chaussée et d'une construction à ossature bois isolée à l'étage.
- Toutes les dalles et les sols sont en béton. La petite chape n'est pas chauffée et se trouve à l'intérieur de l'enveloppe isolée du bâtiment.

<sup>4</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/>

- Le toit est isolé et recouvert de tuiles.
- L'enveloppe du bâtiment est principalement dans son état d'origine et est moyennement isolée.
- Les parois extérieures présentent une isolation thermique moyenne. Il est possible d'améliorer l'isolation des murs avec une façade compacte (pour le rez-de-chaussée) ou une façade ventilée (pour l'étage). Dans tous les cas une isolation renforcée et de nouvelles fenêtres améliorent considérablement le confort. Le toit ne présente pas une isolation thermique suffisante. Comme les combles sont déjà partiellement chauffés, il est recommandé d'isoler la pente du toit ou les murs des combles (ainsi que le plancher des combles). Il est important d'isoler le toit et d'améliorer l'étanchéité à l'air au-dessus d'un étage chauffé. Le plafond de la cave ne présente pas une bonne isolation thermique.
- La production de chaleur de la maison est assurée par une chaudière à mazout et l'eau chaude sanitaire est produite par un chauffe-eau électrique.




### 8.3. Mesures déjà réalisées

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

1998	Chaudière à mazout	1998	Chauffe-eau électrique
------	--------------------	------	------------------------

---

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

Élément de construction	Description	Améliorations possibles										
<b>Toits</b> <span style="color: green;">■</span> Mesures à long terme - 10 à 20 ans 	<p>Les combles sont en pente et partiellement chauffés et étanches. Le toit est isolé. La couverture du toit présente en partie des traces d'altération. Sa durée de vie d'environ 50 ans n'est pas encore dépassée.</p> <table border="1"> <tr> <td>Valeur U</td> <td>0.31 W/m²K</td> </tr> <tr> <td>Surface</td> <td>94 m²</td> </tr> <tr> <td>Année</td> <td>1985</td> </tr> <tr> <td>État</td> <td>●●● Usé</td> </tr> </table>	Valeur U	0.31 W/m²K	Surface	94 m²	Année	1985	État	●●● Usé	<p>La couverture du toit doit être contrôlée périodiquement. Le toit devrait être rénové à long terme.</p> <table border="1"> <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	0.31 W/m²K											
Surface	94 m²											
Année	1985											
État	●●● Usé											
Valeur U cible	Max. 0.20 W/m²K											
<b>Murs extérieurs</b> <span style="color: green;">■</span> Mesures à long terme - 10 à 20 ans 	<p>Les façades semblent encore en bon état, des altérations sont visibles à certains endroits. Sur le plan énergétique, les façades sont dans un état moyen.</p> <table border="1"> <tr> <td>Valeur U</td> <td>0.33 W/m²K</td> </tr> <tr> <td>Surface</td> <td>165 m²</td> </tr> <tr> <td>Année</td> <td>1985</td> </tr> <tr> <td>État</td> <td>●●● Usé</td> </tr> </table>	Valeur U	0.33 W/m²K	Surface	165 m²	Année	1985	État	●●● Usé	<p>Les façades pourraient être isolées. Idéalement, en même temps que les fenêtres mais avant le changement du système de chauffage.</p> <table border="1"> <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	0.33 W/m²K											
Surface	165 m²											
Année	1985											
État	●●● Usé											
Valeur U cible	Max. 0.20 W/m²K											
<b>Murs contre espace non-chauffé et terrain</b> <span style="color: orange;">■</span> Mesures à moyen terme - 2 à 10 ans	<p>Les murs du sous-sol contre les zones non chauffées sont isolés au minimum.</p> <table border="1"> <tr> <td>Valeur U</td> <td>0.74 W/m²K</td> </tr> <tr> <td>Surface</td> <td>46 m²</td> </tr> <tr> <td>Année</td> <td>1985</td> </tr> <tr> <td>État</td> <td>●●● (À l') État neuf</td> </tr> </table>	Valeur U	0.74 W/m²K	Surface	46 m²	Année	1985	État	●●● (À l') État neuf	<p>Les murs devraient être isolés selon les prescriptions en vigueur. Soit par une isolation intérieure, soit par une isolation extérieure.</p> <table border="1"> <tr> <td>Valeur U cible</td> <td>Max. 0.25 W/m²K</td> </tr> </table>	Valeur U cible	Max. 0.25 W/m²K
Valeur U	0.74 W/m²K											
Surface	46 m²											
Année	1985											
État	●●● (À l') État neuf											
Valeur U cible	Max. 0.25 W/m²K											
<b>Fenêtres et portes</b> <span style="color: orange;">■</span> Mesures à moyen terme - 2 à 10 ans 	<p>Les fenêtres sont à triple vitrage avec cadre en bois et sont déjà anciennes. Les joints sont intacts. La durée de vie d'environ 30 ans est atteinte.</p> <table border="1"> <tr> <td>Valeur U</td> <td>2.28 W/m²K</td> </tr> <tr> <td>Surface</td> <td>32 m²</td> </tr> <tr> <td>Année</td> <td>1985</td> </tr> <tr> <td>État</td> <td>●●● Abîmé</td> </tr> </table>	Valeur U	2.28 W/m²K	Surface	32 m²	Année	1985	État	●●● Abîmé	<p>Les fenêtres peuvent être remplacées par des fenêtres modernes à triple vitrage isolant.</p> <table border="1"> <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	2.28 W/m²K											
Surface	32 m²											
Année	1985											
État	●●● Abîmé											
Valeur U cible	Max. 1.0 W/m²K											

**Sols contre espace non-chauffé et terrain**

Mesures à court terme <2 ans

Le sous-sol est partiellement chauffé, une pièce (salle de bricolage/télévision) est chauffée, le reste n'est pas chauffé. Le plafond n'est pas isolé. La zone chauffée n'est pas isolée.

Lors d'une rénovation, le plafond de la cave ainsi que les murs et le radier du sous-sol doivent être isolés dans la mesure du possible.

Valeur U	0.98 W/m²K
Surface	77 m²
Année	1985
État	●●● (À l') État neuf

Valeur U cible	Max. 0.25 W/m²K
----------------	-----------------

**Ponts thermiques**

Pas de priorité



Les ponts thermiques identifiés se situent au niveau du socle du bâtiment entre la cave et le rez-de-chaussée, au niveau des raccords entre les murs et le plafond de la cave ainsi qu'au niveau des caissons de stores. Les fenêtres présentent des ponts thermiques habituels au niveau des embrasures de fenêtre. Les balcons sont construits en bois et ne présentent donc pas de ponts thermiques.

Les ponts thermiques suivants pourraient être améliorés :

- Socle RDC vers non chauffé/sol
- Caissons de stores

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

**Élément****Description****Améliorations possibles****Chauffage**

Mesures à court terme <2 ans



La distribution de chaleur est assurée par des radiateurs munis de vannes thermostatiques.

L'ensemble du système de chauffage (chauffage, conduites, régulation) dépassera sa durée de vie dans les prochaines années.

Une rénovation du chauffage doit être prévue. C'est une occasion unique de passer à un chauffage durable. Il est judicieux de remplacer non seulement le chauffage, mais aussi la régulation.

Charge thermique nominale approximative <sup>5</sup>	8.4 kW
Année	1998
État	●●● En fin de vie

Objectif	Sans énergie fossile et sans électricité directe
----------	--

<sup>5</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.

### Eau chaude

Mesures à court terme <2 ans



L'eau chaude sanitaire est produite au moyen d'un chauffe-eau électrique.

Lors de la rénovation du système, l'eau chaude sanitaire peut être produite par le chauffage ou l'énergie solaire. Cela permet non seulement d'économiser des frais d'électricité, mais aussi de protéger l'environnement.

Année 1998  
 État ●●● En fin de vie

Objectif Sans énergie fossile et sans électricité directe

### Appareils et éclairage

Pas de priorité



Les appareils électriques ont quelques années, mais correspondent à l'état actuel de la technique. Les appareils de la cave sont vieux et devraient être remplacés si nécessaire.

En cas de panne d'un appareil, il convient de le remplacer par un appareil à faible consommation d'énergie. Vous trouverez un bon aperçu sur [www.topten.ch](http://www.topten.ch).

État ●●● Usé

## 8.6. Autres propositions

Élément	Description	Améliorations possibles
<b>Mobilité électrique</b> Mesures à court terme <2 ans	Aucune préparation n'a été faite pour la mobilité électrique	Préparer l'infrastructure pour l'électricité et les communications (conduites et systèmes de support de câbles), ainsi que des espaces de réserves dans le tableau distributeur.  Il est recommandé de vérifier le raccordement domestique pour les exigences de la mobilité électrique afin de permettre des extensions ultérieures.

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

Station météo		Degré de couverture / fraction utile			
Bern-Liebefeld		Producteur de chaleur	Chauffage	Eau chaude	Année de construction
		Chauffage à mazout	100 % / 0.83	- / -	1998
		Chauffe-eau électrique	- / -	100 % / 0.93	1998
<b>Affectation du bâtiment [m²]</b>		<b>Surface de référence énergétique</b>			
Habitat individuel (Cat. II)		173			
<b>Total [m²]</b>		<b>173</b>			
<b>Généralités</b>					
Nombre d'étages entiers		2			
Nombre d'appartements		1			
Nombre moyen de pièces		≤ 5.5			
Facteur d'enveloppe		2.39			
<b>Indices énergétiques</b>		<b>Standard</b>			
Efficacité de l'enveloppe du bâtiment [kWh/(m²a)]		110			
Efficacité énergétique globale [kWh/(m²a)]		228			
Émissions directes de CO <sub>2</sub> [kg/(m²a)]		38			
Émissions de gaz à effet de serre [kg/(m²a)]		54			
<b>Valeurs limites des indices énergétiques</b>		<b>pour la classe "B"</b>			
Efficacité de l'enveloppe du bâtiment [kWh/(m²a)]		53			
Efficacité énergétique globale [kWh/(m²a)]		112			
Émissions directes de CO <sub>2</sub> [kg/(m²a)]		5.09			
<b>Valeurs U</b>		<b>Contre espace non chauffé ou contre terrain</b>			
[W/(m²K)]		<b>Contre extérieur / ≤ 2 m sous terre</b>			
Toit		0.31		-	
Murs		0.33		0.74	
Fenêtres et portes		2.3		-	
Sol		-		0.98	
<b>Consommation mesurée<sup>6</sup> [kWh/a]</b>					
Mazout		20'800			
Électricité		3'800			
		<b>Puissance de chauffage<sup>7</sup></b>		<b>Standard</b>	
				<b>Actuel</b>	
		Puissance spécifique de chauffage [W/m²]		41	
		Charge thermique nominale [kW]		8.4	
				<b>Concept de ventilation</b>	
				Ventilation par fenêtres, Hotte aspirante, Extraction air vicié Salle de bains/WC	
		Débit d'air thermiquement actif [m³/(hm²)]		0.70 (étanche)	
		<b>Production d'électricité</b>		<b>Standard</b>	
		[kWh/a]		<b>Actuel</b>	
		Photovoltaïque		0	
		Installation de couplage chaleur-force		0	
		<b>Pris en compte pour le bâtiment</b>		-	
		<b>Énergie finale [kWh/a]</b>		<b>Standard</b>	
				<b>Actuel</b>	
		Chauffage		24'577	
		Eau chaude		3'632	
		Ventilation		144	
		Appareils et éclairage		3'105	
		<b>Part du besoin en énergie finale [%]</b>		<b>Standard</b>	
				<b>Actuel</b>	
		Fossile		76.7	
		Solaire		0.0	
		<b>Coûts énergétiques [CHF]</b>		<b>Standard</b>	
				<b>Actuel</b>	
		Coûts énergétiques annuels		7'351	
				6'608	

<sup>6</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>7</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.

## 9. Potentiel énergétique du site



Chapitre facultatif

### 9.1. Aperçu

#### Plan directeur de l'énergie<sup>8</sup>

	<b>Plan directeur de l'énergie</b>	+ Un plan directeur de l'énergie non contraignant avec des sources d'énergie recommandées existe.
---	------------------------------------	---



#### Énergie solaire

	<b>Surface du toit</b>	+ Potentiel	Aptitude: Très bonne
	<b>Façades</b>	+ Potentiel	Aptitude: Bonne

#### Producteurs d'énergie neutres en CO<sub>2</sub>



	<b>Pompe à chaleur sonde terrestre</b>	- Potentiel manque	Possible tout au plus avec une autorisation exceptionnelle.
	<b>Pompe à chaleur eau souterraine</b>	+ Potentiel	Oui, selon le plan directeur de l'énergie.
	<b>Pompe à chaleur air extérieur</b>	+ Potentiel	Pompe à chaleur air-eau à l'extérieur
	<b>Chauffage à distance</b>	- Potentiel manque	Le chauffage à distance n'est pas disponible.
	<b>Combustible bois</b>	+ Potentiel	Oui, recommandé selon le plan directeur de l'énergie.

#### Producteur d'énergie fossile

	<b>Gaz</b>	- Potentiel manque	Conditions non remplies.
	<b>Mazout</b>	§ Non autorisé	L'installation d'une nouvelle chaudière fossile n'est autorisée que sur conditions.

<sup>8</sup>Le plan directeur de l'énergie est un instrument de planification communal ou cantonal et montre les possibilités d'utilisation accrue des sources d'énergie renouvelable quartier par quartier.

## Extension et agrandissement

	<b>Agrandissement intérieur (sous-sol/grenier)</b>	— Potentiel manque	Sous-sol et combles largement utilisés en l'état.
	<b>Agrandissement / Extension / Transformation</b>	? Non testé	N'a pas été vérifié.

## 9.2. Plan directeur de l'énergie

Le plan directeur de l'énergie est un instrument de planification communal ou cantonal qui indique, quartier par quartier, les possibilités d'utilisation de sources d'énergie renouvelable.

Un plan directeur de l'énergie non contraignant est disponible pour votre quartier. Les sources d'énergie suivantes sont prévues pour la parcelle : Eaux souterraines, Bois



Illustration 1 M11 : Utilisation du bois-énergie + chaleur environnementale

Source : <https://www.urtenen-schoenbuehl.ch/richtplanenergie>

## 9.3. Énergie solaire en détail

La production d'énergie solaire est déterminée par la surface, le rayonnement, l'efficacité des modules utilisés et le ratio de performance.

### 9.3.1. Surface du toit

La surface de votre toit se prête très bien à l'utilisation de l'énergie solaire.

- Pente du toit : 33°
- Orientation : 115° SO
- Surface : 86 m<sup>2</sup>
- Rayonnement annuel : 1344 kWh/m<sup>2</sup>a
- Puissance : max : 15 kWp
- Rendement annuel : 18426 kWh/a



Illustration 2 Représentation du potentiel solaire (rouge foncé : excellent, orange : très bon, orange clair : bon, jaune : moyen et bleu : faible)

Source : [www.toitsolaire.ch](http://www.toitsolaire.ch)

L'effet d'éblouissement sur les bâtiments voisins, qui peut être évalué à l'aide de l'outil d'éblouissement ([www.blendtool.ch](http://www.blendtool.ch)), n'a pas été clarifié.

### 9.3.2. Façades

Votre façade est bien adaptée à l'utilisation de l'énergie solaire.

- Orientation : 205° SW
- Surface : 44 m<sup>2</sup>
- Puissance : max : 8 kWp
- Rendement annuel : 5846 kWh/a



Illustration 3 Représentation du potentiel solaire (rouge foncé : excellent, orange : très bon, orange clair : bon, jaune : moyen et bleu : faible)

Source : [www.facade-au-soleil.ch](http://www.facade-au-soleil.ch)

L'effet d'éblouissement sur les bâtiments voisins, qui peut être évalué à l'aide de l'outil d'éblouissement ([www.blendtool.ch](http://www.blendtool.ch)), n'a pas été clarifié.

## 9.4. Sources d'énergie neutres en CO<sub>2</sub> en détail

### 9.4.1. Géothermie (pour pompe à chaleur eau glycolée/eau)

Malheureusement, le potentiel pour l'utilisation de la géothermie est inexistant. S'il manque des alternatives neutres en CO<sub>2</sub>, veuillez tout de même prendre contact avec les autorités locales afin de clarifier les possibilités.



Illustration 4 Première évaluation du forage de sondes géothermiques (rouge : non autorisé, vert avec lignes rouges : avec conditions/restrictions, vert : autorisé)

Source : [www.puis-je-forer.ch](http://www.puis-je-forer.ch)

### 9.4.2. Eaux souterraines (pour pompe à chaleur eau/eau)

Selon le plan directeur de l'énergie, l'utilisation des eaux souterraines est recommandée sur votre parcelle.

Un forage permet d'accéder à l'eau de la nappe phréatique et une pompe l'achemine vers la pompe à chaleur. Après utilisation, l'eau refroidie retourne dans la nappe phréatique via un puits d'infiltration ou un puits d'absorption.

Une pompe à chaleur eau-eau fait partie des systèmes les plus efficaces du marché, permettant également d'envisager le rafraîchissement.

Pour la construction et l'exploitation, une concession ou une autorisation des autorités est nécessaire. La condition préalable est une expertise hydrogéologique qui doit établir que les conditions légales sont respectées et qu'aucun effet négatif sur d'autres utilisations n'est à prévoir.

La prochaine étape est donc l'établissement d'un rapport hydrogéologique. Pour ce faire, prenez contact avec un·e hydrogéologue local·e ou un·e installateur·trice local·e de chauffage. Ils vous conseilleront sur les démarches à suivre.



Illustration 5 Extrait de la carte du plan directeur

Source : <https://www.urtenen-schoenbuehl.ch/richtplanenergie>

### 9.4.3. Chaleur de l'environnement (pour pompe à chaleur air/eau)

Selon une première évaluation, une pompe à chaleur air-eau pourrait être installée à l'extérieur.

Une pompe à chaleur air-eau prélève la chaleur de l'air pour chauffer le bâtiment. Selon le modèle, le rafraîchissement est également envisageable.

Il est proposé d'installer une pompe à chaleur air-eau à l'extérieur.

La pompe à chaleur air-eau doit être aussi silencieuse que possible, le plus éloigné possible des bâtiments voisins, située à proximité de la chaufferie et, idéalement, le moins visible possible. Le choix de l'emplacement idéal n'est donc pas anodin.

Notez que l'installation d'une pompe à chaleur air-eau à l'extérieur nécessite généralement un permis de construire. Pour l'obtenir, il est souvent nécessaire de justifier pourquoi une installation à l'intérieur n'est pas envisageable (pas de place, coûts supplémentaires, etc.).

Pour ce faire, prenez contact avec un-e installateur-trice de chauffage local-e. Il-elle vous conseillera sur les démarches à suivre.

L'emplacement suivant est proposé :

- Derrière le garage
- Près de la cuisine

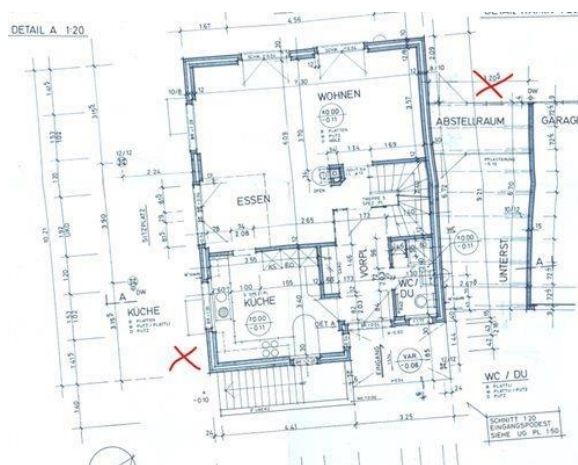


Illustration 6 Plan avec proposition d'emplacements potentiels

#### 9.4.4. Chauffage à distance

Le chauffage à distance n'est pas disponible pour le bâtiment et n'est pas prévu pour l'instant.

#### 9.4.5. Combustibles bois (pellets, copeaux ou bûches)

Selon le plan directeur de l'énergie, l'utilisation de bois comme combustible est recommandée. L'emplacement suivant est proposé pour le stockage des combustibles bois :

- Chaufferie

Sur cet emplacement, il est possible de stocker des pellets/des copeaux/des bûches avec un volume total allant jusqu'à 40 m<sup>3</sup>. Reste à déterminer si la capacité de stockage est suffisante pour couvrir les besoins annuels prévisibles qui peuvent changer d'une variante de rénovation à l'autre. Si ce n'est pas le cas, l'achat de pellets/copeaux/bûches plusieurs fois par an sera nécessaire.

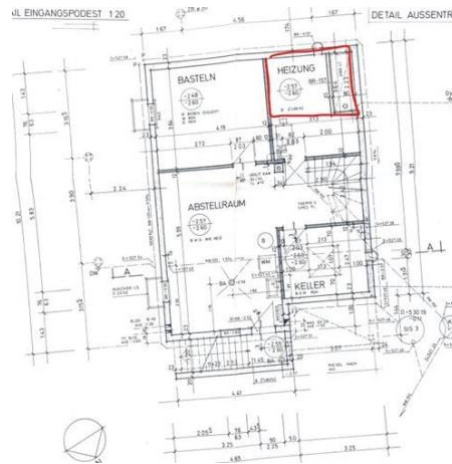


Illustration 7 Possibilité de stockage des pellets

### 9.5. Sources d'énergie fossile en détail

#### 9.5.1. Gaz

Selon les premières analyses, le potentiel d'utilisation du gaz comme source d'énergie fait défaut.

#### 9.5.2. Mazout

Selon les prescriptions actuellement en vigueur (MoPEC 2014), lors du remplacement du producteur de chaleur dans les bâtiments d'habitation, au moins 10 % des besoins de chaleur doivent être couverts par des énergies renouvelables.

L'installation d'une nouvelle chaudière fossile n'est autorisée que dans des conditions particulières :

- a) combinée avec des capteurs solaires thermiques pour la production d'eau chaude sanitaire ;
- b) avec le remplacement de toutes les fenêtres par des fenêtres de qualité énergétique nettement supérieure ;
- c) avec une isolation thermique de la façade et/ou du toit ;
- d) en installant un système d'aération douce ;
- e) en installant un producteur de chaleur renouvelable pour n'assurer que l'appoint avec une chaudière fossile ;
- f) en certifiant Minergie le bâtiment ;
- g) si le bâtiment atteint au moins la classe D du CECB pour l'efficacité énergétique globale.

## 9.6. Extension et agrandissement en détail

### 9.6.1. Agrandissement intérieur (sous-sol/grenier)

En raison de leur utilisation actuelle, les locaux du sous-sol et des combles sont en grande partie indisponibles. Il n'y a donc pas de potentiel suffisant pour pouvoir les aménager davantage.

### 9.6.2. Agrandissement / Extension / Transformation

Une surélévation du bâtiment, une extension ou une nouvelle construction de remplacement n'ont pas été examinées dans le cadre du présent rapport de conseil.

## 10. Comparaison des variantes

### 10.1. Classification et données caractéristiques

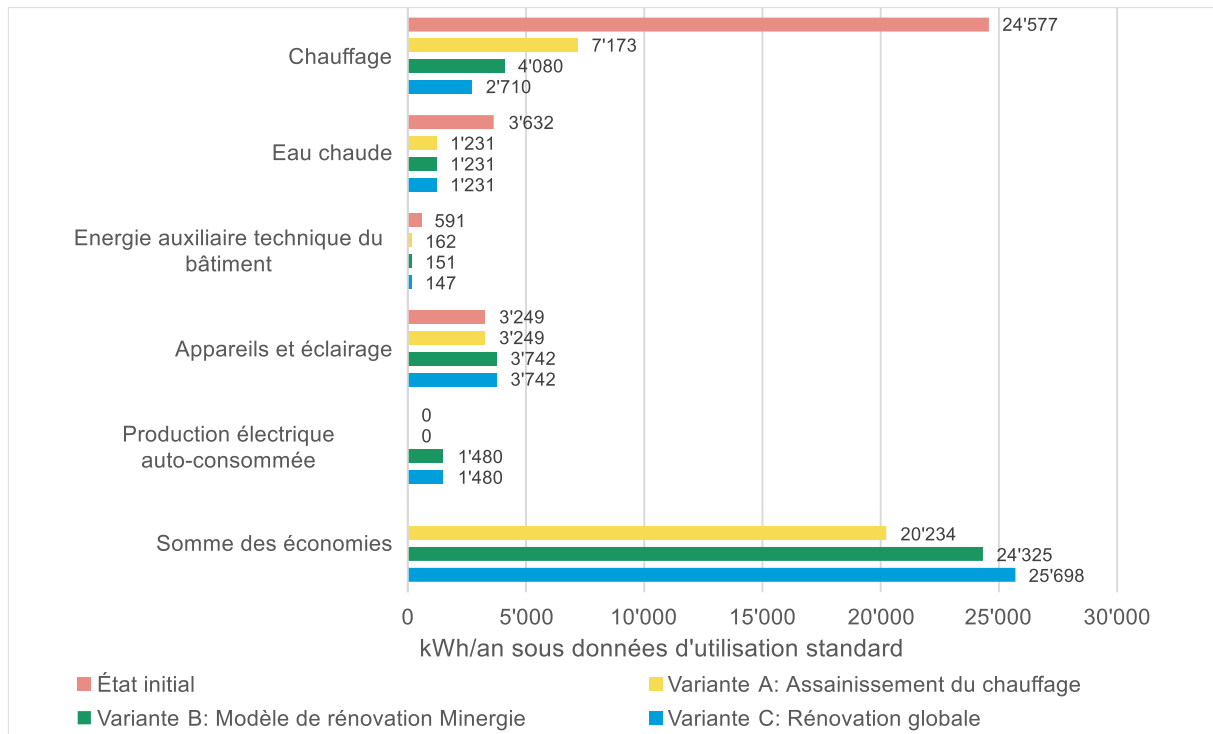
Classification	État initial	Variante A	Variante B	Variante C
Efficacité de l'enveloppe du bâtiment	110 kWh/(m <sup>2</sup> a)	110 kWh/(m <sup>2</sup> a)	61 kWh/(m <sup>2</sup> a)	40 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Efficacité énergétique globale	228 kWh/(m <sup>2</sup> a)	137 kWh/(m <sup>2</sup> a)	62 kWh/(m <sup>2</sup> a)	46 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Émissions directes de CO <sub>2</sub>	38 kg/(m <sup>2</sup> a)	0 kg/(m <sup>2</sup> a)	0 kg/(m <sup>2</sup> a)	0 kg/(m <sup>2</sup> a)
<b>Bâtiment</b>				
Surface chauffée <sup>9</sup>	173 m <sup>2</sup>	173 m <sup>2</sup>	173 m <sup>2</sup>	173 m <sup>2</sup>
Affectation · s	Habitat individuel	Habitat individuel	Habitat individuel	Habitat individuel
<b>Données clés</b>				
Producteur de chaleur principal	Chauffage à mazout	PAC neuve	PAC neuve	PAC neuve
Installation solaire	Non	Non	Photovoltaïque	Photovoltaïque
Besoin en énergie finale <sup>10</sup>	32'049 kWh	11'815 kWh -63 %	9'204 kWh -71 %	7'831 kWh -76 %
dont part fossile	76.7 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
dont part solaire	0.0 %	0.0 %	41.8 %	49.1 %
Puissance de chauffage <sup>11</sup>	8.4 kW	8.4 kW	5.1 kW	3.8 kW
Coûts énergétiques annuels	7'351 CHF	4'326 CHF	1'871 CHF	1'368 CHF
Certifiable Minergie	Non	Non	Oui	Oui

<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].





## 11. 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.

### 11.1. Coûts

Toutes les indications en CHF	Maintien de la valeur	Variante A: Assainissement du chauffage	Variante B: Modèle de rénovation Minergie	Variante C: Rénovation globale
<b>Enveloppe du bâtiment</b>	<b>79'000.-</b>	<b>6'000.-</b>	<b>62'000.-</b>	<b>170'000.-</b>
Échafaudage	6'000.-	6'000.-	6'000.-	6'000.-
Toits et plafonds	19'000.-	0.-	0.-	40'000.-
Murs	16'000.-	0.-	8'000.-	76'000.-
Fenêtres et portes	38'000.-	0.-	39'000.-	39'000.-
Sol	0.-	0.-	9'000.-	9'000.-
<b>technique du bâtiment</b>	<b>28'000.-</b>	<b>48'000.-</b>	<b>95'000.-</b>	<b>95'000.-</b>
Chauffage/Eau chaude	28'000.-	48'000.-	48'000.-	48'000.-
Ventilation	0.-	0.-	19'000.-	19'000.-
Photovoltaïque	0.-	0.-	28'000.-	28'000.-
<b>Équipements d'exploitation</b>	<b>9'000.-</b>	<b>0.-</b>	<b>0.-</b>	<b>0.-</b>
Appareils et éclairage	9'000.-	0.-	0.-	0.-
Autres consommateurs	0.-	0.-	0.-	0.-
<b>Coûts de construction</b>	<b>116'000.-</b>	<b>54'000.-</b>	<b>157'000.-</b>	<b>265'000.-</b>
<b>Frais annexes de construction</b>	<b>30'000.-</b>	<b>21'000.-</b>	<b>63'000.-</b>	<b>104'000.-</b>
Frais de planification	12'000.-	8'000.-	24'000.-	40'000.-
Frais annexes	1'000.-	1'000.-	3'000.-	5'000.-
Imprévus	6'000.-	6'000.-	19'000.-	31'000.-
Taxe sur la valeur ajoutée	11'000.-	6'000.-	17'000.-	28'000.-
<b>Coûts de l'installation</b>	<b>146'000.-</b>	<b>75'000.-</b>	<b>220'000.-</b>	<b>369'000.-</b>
<b>Déductions</b>	<b>-29'000.-</b>	<b>-20'000.-</b>	<b>-61'000.-</b>	<b>-95'000.-</b>
Subventions <sup>12</sup>	0.-	-6'000.-	-21'000.-	-26'000.-
Déductions fiscales	-29'000.-	-14'000.-	-40'000.-	-69'000.-
<b>Investissement</b>	<b>117'000.-</b>	<b>55'000.-</b>	<b>159'000.-</b>	<b>274'000.-</b>

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

<sup>12</sup>Les subventions sont souvent imposables en tant que revenu/recettes

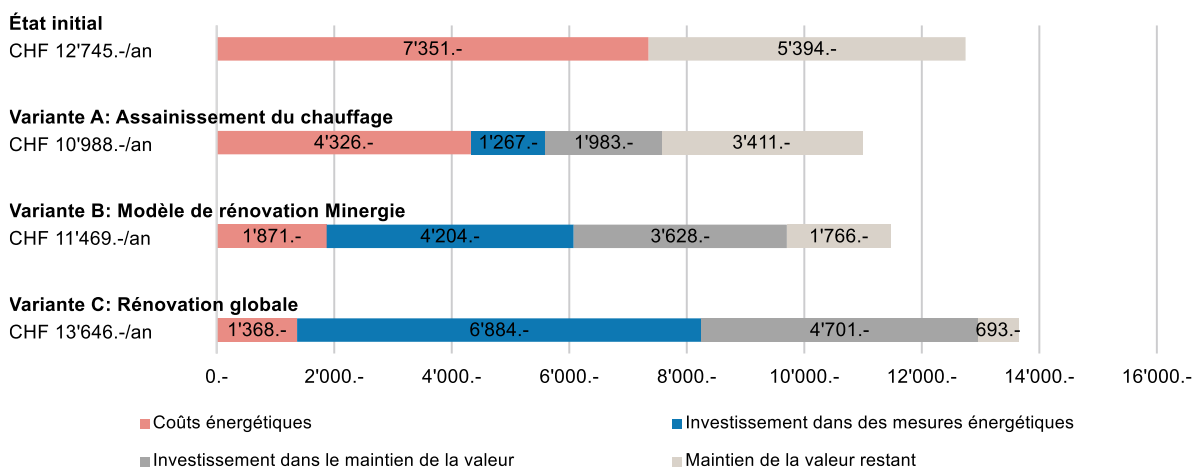
transformations intérieures et aux travaux d'entretien ne sont pas pris en compte. L'estimation des coûts peut être utilisée pour l'établissement d'un budget.

## 11.2. 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 A** présente la meilleure rentabilité. Les coûts annuels sont les plus bas.



	Maintien de la valeur	Variante A: Assainissement du chauffage	Variante B: Modèle de rénovation Minergie	Variante C: Rénovation globale
Production d'électricité propre	0.-	0.-	-1'499.-	-1'499.-
Coûts énergétiques sans électricité propre	7'351.-	4'326.-	3'370.-	2'867.-
Coûts énergétiques <sup>13</sup>	7'351.-	4'326.-	1'871.-	1'368.-
Investissement dans des mesures énergétiques	0.-	1'267.-	4'204.-	6'884.-
Investissement dans le maintien de la valeur	0.-	1'983.-	3'628.-	4'701.-
Maintien de la valeur en attente	5'394.-	3'411.-	1'766.-	693.-
<b>Total par année</b>	<b>12'745.-</b>	<b>10'988.-</b>	<b>11'469.-</b>	<b>13'646.-</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>13</sup>Les coûts énergétiques comprennent les coûts énergétiques annuels moins l'autoproduction, les coûts d'entretien des installations techniques des bâtiments, l'augmentation du prix de l'énergie et le renchérissement.

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.

### 11.3. 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).

#### 11.3.1. Variante A: Assainissement du chauffage

Description	Conditions	Nombre [–]	Taux de financement [CHF/Unité]	Unité [CHF]
Remplacement des chauffages électriques et des chauffages au mazout	PAC air/eau jusqu'à 15kW, PAC à sondes géothermiques/eau souterraine jusqu'à 50kW (PAC système module)	1	6'000	6'000
<b>Total</b>				<b>6'000</b>

#### 11.3.2. Variante B: Modèle de rénovation Minergie

Description	Conditions	Nombre [–]	Taux de financement [CHF/Unité]	Unité [CHF]
Installation photovoltaïque (45m <sup>2</sup> / 8kW) (PE-1)	Rétribution unique pour petites installations	1	3'700	3'700
Rénovation du bâtiment : gain de 2 classes CECB	Maison individuelle : Source d'énergie après rénovation -> renouvelable	173	80	13'840
Système de ventilation	Avec récupération de chaleur	1	3'000	3'000
<b>Total</b>				<b>20'540</b>

## 11.3.3. Variante C: Rénovation globale

Description	Conditions	Nombre [–]	Taux de financement [CHF/Unité]	Unité [CHF]
Installation photovoltaïque (45m <sup>2</sup> / 8kW) (PE-1)	Rétribution unique pour petites installations	1	3'700	3'700
Rénovation du bâtiment : gain de 3 classes CECB	Maison individuelle : Source d'énergie après rénovation -> renouvelable	173	110	19'030
Système de ventilation	Avec récupération de chaleur	1	3'000	3'000
<b>Total</b>				<b>25'730</b>

## 12. Variante A

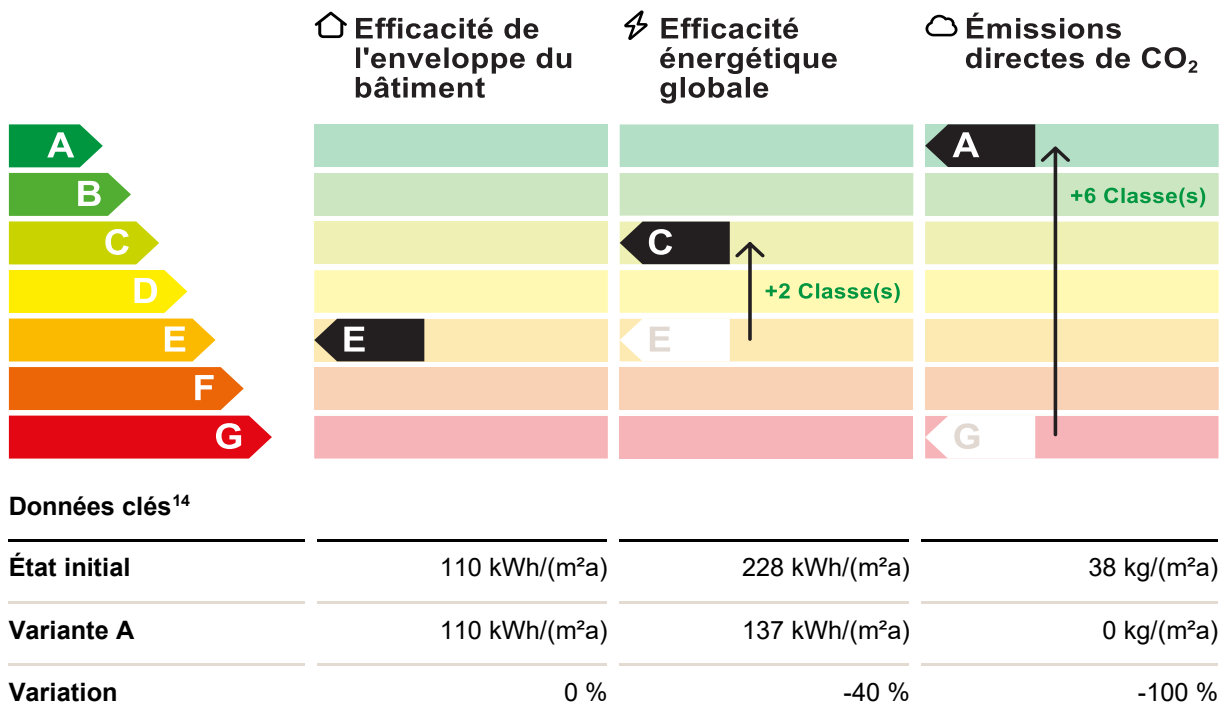
Ce chapitre sert de référence et contient des détails supplémentaires et des compléments aux variantes respectives. Le contenu est donc partiellement répété.

### 12.1. Aperçu Variante A: Assainissement du chauffage

Installation d'une pompe à chaleur air-eau en remplacement du chauffage existant.

Surface chauffée	Besoin en énergie	Durée des travaux	Investissement
173 m <sup>2</sup> (+0 m <sup>2</sup> )	11'815 kWh (-63%)	2 Semaines	55'000.- CHF

### 12.2. Étiquette énergie Variante A



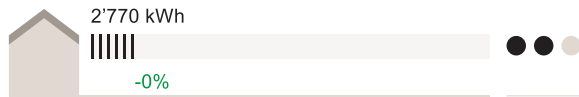
<sup>14</sup>Valeurs calculées sous utilisation standard. L'unité kWh/m<sup>2</sup>a signifie "besoin annuel en énergie par m<sup>2</sup> de surface chauffée".

## 12.3. Influence des mesures Variante A

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

### Enveloppe du bâtiment

#### Toit



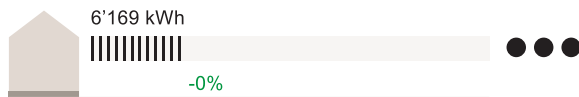
#### Murs



#### Fenêtres



#### Sol



#### Ventilation



#### Énergie

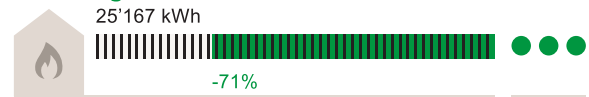
- |||| État initial
- Amélioration
- Besoin supplémentaire

#### État

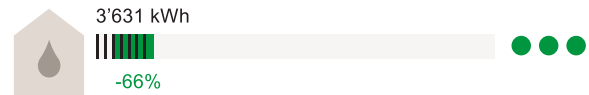
- neuf
- usé
- abîmé
- en fin de vie
- État neuf des éléments rénovés

### Technique du bâtiment

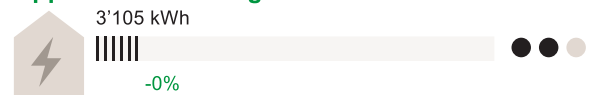
#### Chauffage



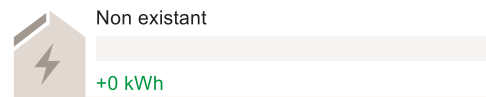
#### Eau Chaude



#### Appareils et éclairage



#### Production PV



## 12.4. Description détaillée

#### Part / SRE

100 % / 173 m<sup>2</sup>

#### Affectation

Habitat individuel (Cat. II)

#### Catégorie

Enveloppe du bâtiment

#### Détails et recommandations: enveloppe du bâtiment

Aucune mesure.

#### Catégorie

Technique du bâtiment

#### Détails et recommandations: technique du bâtiment

L'ancienne technique du bâtiment et les conduites dans le sous-sol seront entièrement remplacées.

#### Catégorie

Chauffage

Pour la nouvelle pompe à chaleur air-eau, il faut créer des entrées et des sorties d'air extérieur appropriées ou trouver un emplacement pour une unité split. Clarifiez l'obligation d'obtenir un permis de construire avec la commune compétente.

Un réservoir pour stocker la chaleur sera installé. Une solution certifiée selon le "PAC système-module" est conseillée.

---

Lors du remplacement des conduites de distribution de chaleur, il faut veiller à isoler complètement toutes les conduites d'eau chaude exposées (chauffage y compris eau chaude sanitaire) dans la cave froide.

---

Eau chaude

La production d'eau chaude sanitaire sera également assurée par la nouvelle installation de chauffage (PAC air/eau).

---

## 12.5. Coûts Variante A

Toutes les indications en CHF

**Variante A:  
Assainissement du chauffage**

<b>Enveloppe du bâtiment</b>		<b>6'000.-</b>
Échafaudage		6'000.-
Toits et plafonds		0.-
Murs		0.-
Fenêtres et portes		0.-
Sol		0.-
<b>technique du bâtiment</b>		<b>48'000.-</b>
Chauffage/Eau chaude		48'000.-
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>54'000.-</b>
<b>Frais annexes de construction</b>		<b>21'000.-</b>
Frais de planification		8'000.-
Frais annexes		1'000.-
Imprévus		6'000.-
Taxe sur la valeur ajoutée		6'000.-
<b>Coûts de l'installation</b>		<b>75'000.-</b>
<b>Déductions</b>		<b>-20'000.-</b>
Subventions <sup>15</sup>		-6'000.-
Déductions fiscales		-14'000.-
<b>Investissement</b>		<b>55'000.-</b>

<sup>15</sup>Les subventions sont souvent imposables en tant que revenu/recettes

## 12.6. 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 <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 <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 5 Wp/m² PV ou min. 50% appareils efficaces ✗	ou 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 A

Station météo		Degré de couverture / fraction utile			
Bern-Liebefeld		<b>Producteur de chaleur</b>	Chauffage	Eau chaude	Année de construction
		PAC neuve	100 % / 2.8	100 % / 2.8	2024
<b>Affectation du bâtiment</b> [m²]	<b>Surface de référence énergétique</b>	<b>Puissance de chauffage</b> <sup>16</sup>	<b>Standard</b>	<b>Actuel</b>	
Habitat individuel	173	Puissance spécifique de chauffage [W/m²]	41	41	
<b>Total</b> [m²]	<b>173</b>	Charge thermique nominale [kW]	8.4	8.4	
<b>Généralités</b>		<b>Concept de ventilation</b>			
Nombre d'étages entiers	2	Ventilation par fenêtres, Hotte aspirante, Extraction air vicié Salle de bains/WC			
Nombre d'appartements	1	Débit d'air thermiquement actif [m³/(hm²)]			
Nombre moyen de pièces	5	0.70 (étanche)			
Facteur d'enveloppe	2.39	<b>Production d'électricité</b>			
<b>Indices énergétiques</b> [W/(m²K)]		<b>Standard</b>	<b>Standard</b>	<b>Actuel</b>	
Efficacité de l'enveloppe du bâtiment [kWh/(m²a)]		110	Photovoltaïque		
Efficacité énergétique globale [kWh/(m²a)]		137	0		
Émissions directes de CO <sub>2</sub> [kg/(m²a)]		0	Installation de couplage chaleur-force		
Émissions de gaz à effet de serre [kg/(m²a)]		9	0		
<b>Valeurs limites des indices énergétiques</b>		<b>Pris en compte pour le bâtiment</b>			
		-			
		<b>Énergie finale</b> [kWh/a]			
		<b>Standard</b>			
		<b>Actuel</b>			
Efficacité de l'enveloppe du bâtiment [kWh/(m²a)]		53	Chauffage	7'173	7'177
Efficacité énergétique globale [kWh/(m²a)]		112	Eau chaude	1'231	1'231
Émissions directes de CO <sub>2</sub> [kg/(m²a)]		5.09	Ventilation	144	144
			Appareils et éclairage	3'105	3'105
<b>Valeurs U</b> [W/(m²K)]		<b>Part du besoin en énergie finale</b> [%]			
		<b>Standard</b>			
		<b>Actuel</b>			
		Fossile			
		0.0			
		Solaire			
		0.0			
		<b>Coûts énergétiques</b> [CHF]			
		<b>Standard</b>			
		<b>Actuel</b>			
		Coûts énergétiques annuels			
		4'326			
		3'914			

<sup>16</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.

## 13. Variante B

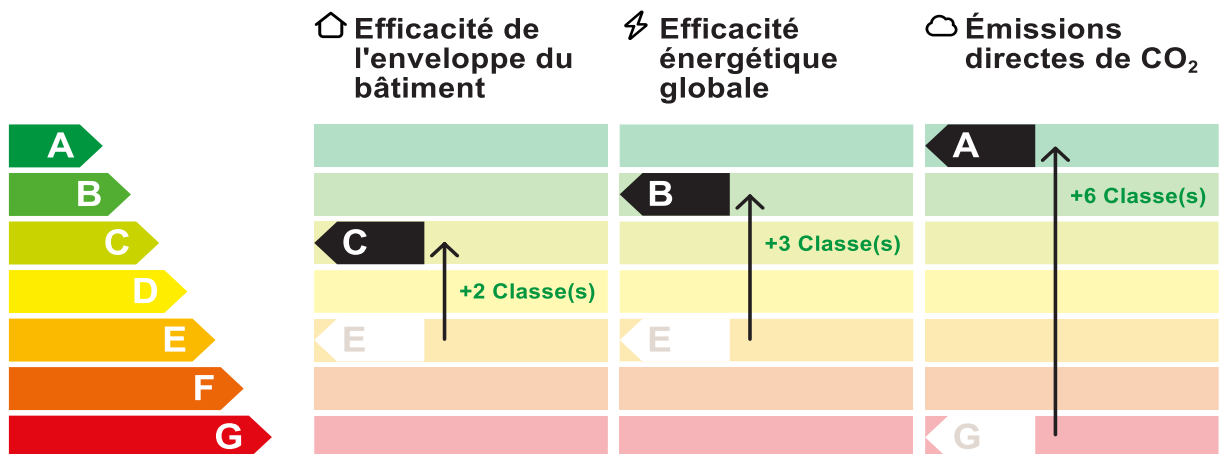
Ce chapitre sert de référence et contient des détails supplémentaires et des compléments aux variantes respectives. Le contenu est donc partiellement répété.

### 13.1. Aperçu Variante B: Modèle de rénovation Minergie

Remplacement des fenêtres et isolation du plafond de la cave. Installation d'une pompe à chaleur air-eau en remplacement du chauffage existant (également pour l'eau chaude sanitaire). Pose d'une installation photovoltaïque (PV) sur le toit. Installation d'un système de ventilation de base Minergie. Cette variante de rénovation permet de certifier le bâtiment Minergie après rénovation très simplement via le système des modèles de rénovation Minergie.

Surface chauffée	Besoin en énergie	Durée des travaux	Investissement
173 m <sup>2</sup> (+0 m <sup>2</sup> )	9'204 kWh (-71%)	1 Mois	160'000.- CHF

### 13.2. Étiquette énergie Variante B



#### Données clés<sup>17</sup>

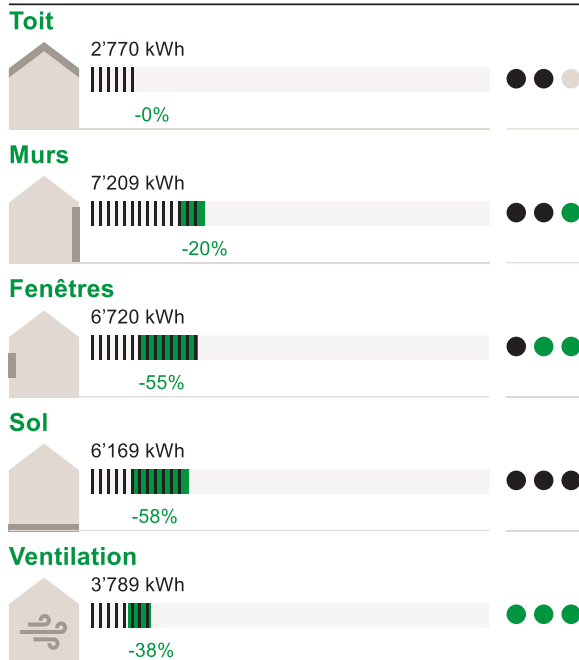
État initial	110 kWh/(m <sup>2</sup> a)	228 kWh/(m <sup>2</sup> a)	38 kg/(m <sup>2</sup> a)
Variante B	61 kWh/(m <sup>2</sup> a)	62 kWh/(m <sup>2</sup> a)	0 kg/(m <sup>2</sup> a)
Variation	-45 %	-73 %	-100 %

<sup>17</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".

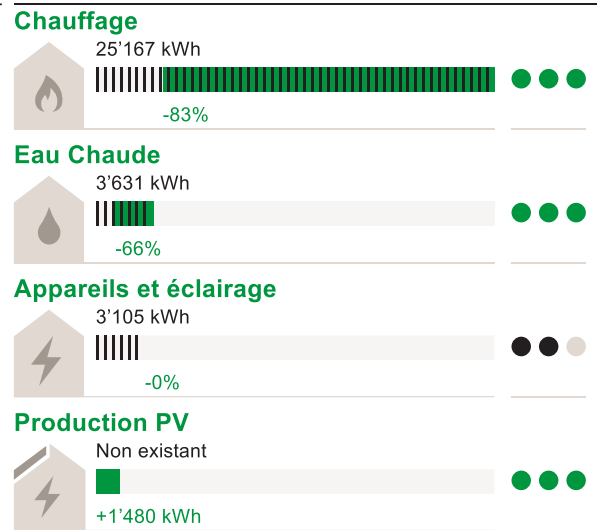
### 13.3. Influence des mesures Variante B

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

#### Enveloppe du bâtiment



#### Technique du bâtiment



#### Énergie

|||| État initial  
■ Amélioration  
■ Besoin supplémentaire

#### État

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

### 13.4. Description détaillée

Part / SRE	Affectation
100 % / 173 m <sup>2</sup>	Habitat individuel (Cat. II)
Catégorie	Détails et recommandations: enveloppe du bâtiment
Enveloppe du bâtiment	Les éléments rénovés sont conformes aux exigences légales en vigueur. Dans la mesure du possible, une isolation conforme aux normes des bâtiments neufs sera choisie.
Murs extérieurs	La façade reste inchangée.
Murs contre espace non-chauffé et terrain	Les murs de la cave seront isolés avec un supplément de 10 à 14 cm. Ce qui permettra d'atteindre une valeur U inférieure à 0,20 W/m <sup>2</sup> K.
Fenêtres et portes	Les anciennes fenêtres seront remplacées par des fenêtres modernes à triple vitrage isolant. La nouvelle valeur U sera inférieure à 1,0 W/m <sup>2</sup> K.
Sols contre espace non-chauffé et terrain	Le plafond de la cave sera isolé au mieux. Une valeur U inférieure à 0,25 W/m <sup>2</sup> K est à envisager. Un compromis doit être recherché entre l'isolation et la hauteur disponible des locaux.

Catégorie	Détails et recommandations: technique du bâtiment
Technique du bâtiment	L'ancienne technique du bâtiment et les conduites dans le sous-sol seront entièrement remplacées.
Chauffage	<p>Pour la nouvelle pompe à chaleur air-eau, il faut créer des entrées et des sorties d'air extérieur appropriées ou trouver un emplacement pour une unité split. Clarifiez l'obligation d'obtenir un permis de construire avec la commune compétente.</p> <p>Un réservoir pour stocker la chaleur sera installé. Une solution certifiée selon le "PAC système-module" est conseillée.</p> <p>Lors du remplacement des conduites de distribution de chaleur, il faut veiller à isoler complètement toutes les conduites d'eau chaude exposées (chauffage y compris eau chaude sanitaire) dans la cave froide.</p>
Eau chaude	La production d'eau chaude sanitaire sera également assurée par la nouvelle installation de chauffage (PAC air/eau).
Électricité	<p>Une installation photovoltaïque d'une puissance de 8 kWp sera installée sur le toit orienté à l'est. D'un point de vue esthétique, une installation intégrée au toit serait judicieuse, mais plus chère qu'une installation sur le toit.</p> <p>Le reste des équipements est inchangé.</p>
Ventilation	<p>Une nouvelle installation de ventilation est envisagée. Elle comprendra un monobloc de ventilation double-flux avec récupération de chaleur, filtre et batterie de chauffage de l'air. L'air frais sera pulsé au travers de grilles positionnées dans la zone d'habitation (rez-de-chaussée) et dans le couloir (étage). La distribution de l'air dans les pièces se fera par les portes ouvertes. De cette façon, l'air sera de qualité similaire dans tout l'appartement. Ainsi, les portes ouvertes seront un aspect central pour le bon fonctionnement. L'air vicié sera également évacué par la cuisine et les salles d'eau. Le concept de ventilation offre certes moins de confort qu'une VMC classique, mais il constitue une alternative judicieuse et économique notamment dans les rénovations.</p>

## 13.5. Coûts Variante B

Toutes les indications en CHF

Variante B:  
Modèle de rénovation Minergie

<b>Enveloppe du bâtiment</b>		<b>62'000.-</b>
Échafaudage		6'000.-
Toits et plafonds		0.-
Murs		8'000.-
Fenêtres et portes		39'000.-
Sol		9'000.-
<b>technique du bâtiment</b>		<b>95'000.-</b>
Chauffage/Eau chaude		48'000.-
Ventilation		19'000.-
Photovoltaïque		28'000.-
<b>Équipements d'exploitation</b>		<b>0.-</b>
Appareils et éclairage		0.-
Autres consommateurs		0.-
<b>Coûts de construction</b>		<b>157'000.-</b>
<b>Frais annexes de construction</b>		<b>63'000.-</b>
Frais de planification		24'000.-
Frais annexes		3'000.-
Imprévus		19'000.-
Taxe sur la valeur ajoutée		17'000.-
<b>Coûts de l'installation</b>		<b>220'000.-</b>
<b>Déductions</b>		<b>-61'000.-</b>
Subventions <sup>18</sup>		-21'000.-
Déductions fiscales		-40'000.-
<b>Investissement</b>		<b>159'000.-</b>

<sup>18</sup>Les subventions sont souvent imposables en tant que revenu/recettes

## 13.6. Certification Minergie Variante B

**Très bon !** Le bâtiment peut probablement être **certifié Minergie** dans la Variante B.

	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 <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 <a href="http://minergie.ch/protection-thermique-estivale">minergie.ch/protection-thermique-estivale</a>				
Électricité et photovoltaïque (PV)	CECB efficacité énergétique globale classe B ou	CECB efficacité énergétique globale classe A			
	5 Wp/m <sup>2</sup> PV ou min. 50% appareils efficaces	10 Wp/m <sup>2</sup> PV ou 5 Wp/m <sup>2</sup> 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. Avec la certification Minergie, un contrôle qualité indépendant est effectué. Outre les exigences élevées en matière de rénovation énergétique, les utilisatrices des bâtiments Minergie bénéficient d'un confort élevé, grâce à un bon air ambiant et des températures intérieures agréables en toutes saisons. Avec les modèles de rénovation Minergie (voir lien ci-dessous), vous pouvez fournir le justificatif complet, y compris la protection thermique estivale, sans devoir faire de calculs. Les exigences en matière de ventilation peuvent être satisfaites avec une simple ventilation de base.

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

Vous trouverez ici le règlement des labels Minergie et le justificatif pour les modèles de rénovation Minergie : <https://www.minergie.ch/fr/certification/minergie/>

## 13.7. Données du bâtiment et données clés Variante B

Station météo		Degré de couverture / fraction utile			
Bern-Liebefeld		<b>Producteur de chaleur</b>	Chauffage	Eau chaude	Année de construction
		PAC neuve	100 % / 2.8	100 % / 2.8	2024
<b>Affectation du bâtiment</b> [m²]	<b>Surface de référence énergétique</b>	<b>Puissance de chauffage</b> <sup>19</sup>	<b>Standard</b>	<b>Actuel</b>	
Habitat individuel	173	Puissance spécifique de chauffage [W/m²]	25	25	
<b>Total</b> [m²]	<b>173</b>	Charge thermique nominale [kW]	5.1	5.1	
<b>Généralités</b>		<b>Concept de ventilation</b>			
Nombre d'étages entiers	2	Ventilation de base (double-flux), Hotte aspirante, Extraction air vicié Salle de bains/WC			
Nombre d'appartements	1	Débit d'air thermiquement actif [m³/(hm²)]			
Nombre moyen de pièces	5	0.33 (étanche)			
Facteur d'enveloppe	2.39	<b>Production d'électricité</b>			
<b>Indices énergétiques</b> [W/(m²K)]		<b>Standard</b>	<b>Standard</b>	<b>Actuel</b>	
Efficacité de l'enveloppe du bâtiment [kWh/(m²a)]		61	[kWh/a]		
Efficacité énergétique globale [kWh/(m²a)]		62	Photovoltaïque		
Émissions directes de CO <sub>2</sub> [kg/(m²a)]		0	3'848		
Émissions de gaz à effet de serre [kg/(m²a)]		4	Installation de couplage chaleur-force		
			0		
			<b>Pris en compte pour le bâtiment</b>		
			3'848		
			7'400		
<b>Valeurs limites des indices énergétiques</b>		<b>pour la classe "B"</b>	<b>Énergie finale</b> [kWh/a]		
Efficacité de l'enveloppe du bâtiment [kWh/(m²a)]		53	<b>Standard</b>	<b>Actuel</b>	
Efficacité énergétique globale [kWh/(m²a)]		112	Chauffage		
Émissions directes de CO <sub>2</sub> [kg/(m²a)]		5.09	4'080		
			Eau chaude		
			1'231		
			Ventilation		
			637		
			Appareils et éclairage		
			3'105		
			3'105		
<b>Valeurs U</b> [W/(m²K)]		<b>Contre extérieur / ≤ 2 m sous terre</b>	<b>Contre espace non chauffé ou contre terrain</b>	<b>Part du besoin en énergie finale</b> [%]	
Toit	0.31	-	<b>Standard</b>		
Murs	0.33	0.20	<b>Actuel</b>		
Fenêtres et portes	1.0	-	Fossile		
Sol	-	0.46	0.0		
			Solaire		
			41.8		
			80.4		
<b>Coûts énergétiques</b> [CHF]		<b>Standard</b>	<b>Actuel</b>		
Coûts énergétiques annuels		1'871	1'633		

<sup>19</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.

## 14. Variante C

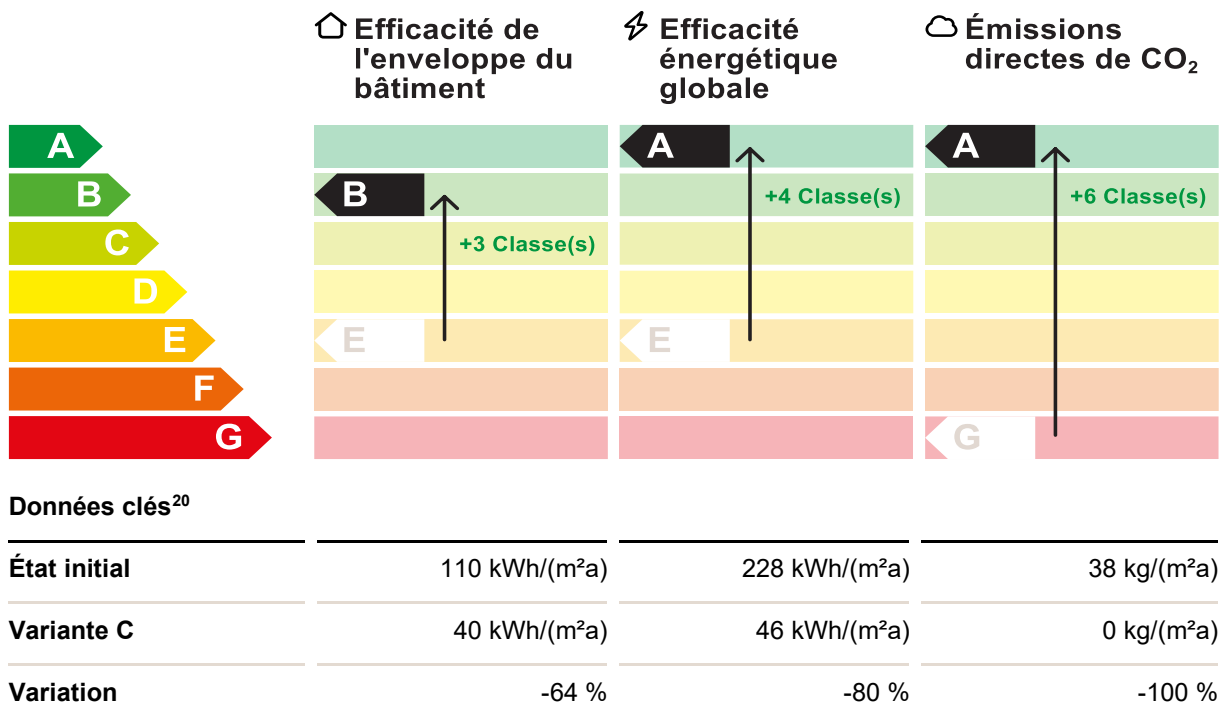
Ce chapitre sert de référence et contient des détails supplémentaires et des compléments aux variantes respectives. Le contenu est donc partiellement répété.

### 14.1. Aperçu Variante C: Rénovation globale

En plus de la variante B, le toit et les murs seront rénovés. Cette variante de rénovation permet de certifier le bâtiment Minergie après rénovation.

Surface chauffée	Besoin en énergie	Durée des travaux	Investissement
173 m <sup>2</sup> (+0 m <sup>2</sup> )	7'831 kWh (-76%)	Environ 1 Mois	275'000.- CHF

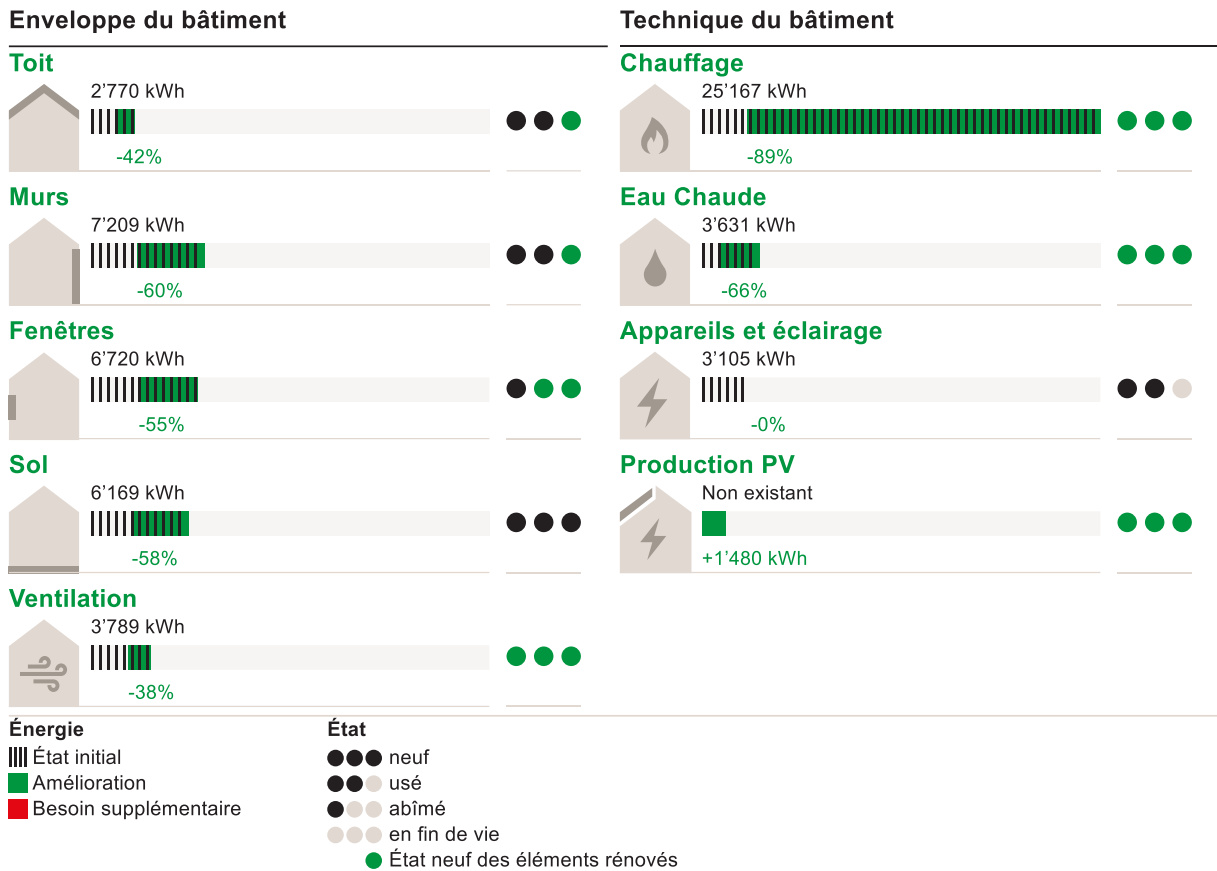
### 14.2. Étiquette énergie Variante C



<sup>20</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".

### 14.3. Influence des mesures Variante C

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



### 14.4. Description détaillée

Part / SRE	Affectation
100 % / 173 m <sup>2</sup>	Habitat individuel (Cat. II)

Catégorie	Détails et recommandations: enveloppe du bâtiment
Enveloppe du bâtiment	Les éléments rénovés sont conformes aux exigences légales en vigueur. Dans la mesure du possible, une isolation conforme aux normes des bâtiments neufs sera choisie.
Toits et plafonds	Le toit sera isolé selon les normes pour bâtiments neufs. Pour cela, le toit sera entièrement rénové, une valeur U inférieure à 0,15 W/m <sup>2</sup> K est prévue.
Murs extérieurs	Les murs seront isolés avec un supplément de 10 à 15 cm. Une valeur U inférieure à 0,15 W/m <sup>2</sup> K est prévue, ce qui permettra de répondre aux exigences des nouvelles constructions.
Murs contre espace non-chauffé et terrain	Les murs de la cave seront isolés avec un supplément de 10 à 14 cm. Ce qui permettra d'atteindre une valeur U inférieure à 0,20 W/m <sup>2</sup> K.

Fenêtres et portes	Les anciennes fenêtres seront remplacées par des fenêtres modernes à triple vitrage isolant. La nouvelle valeur U sera inférieure à 1,0 W/m <sup>2</sup> K.
Sols contre espace non-chauffé et terrain	Le plafond de la cave sera isolé au mieux. Une valeur U inférieure à 0,25 W/m <sup>2</sup> K est à envisager. Un compromis doit être recherché entre l'isolation et la hauteur disponible des locaux.
Ponts thermiques	L'isolation des murs sera prolongée sur la zone du socle, ce qui permettra de minimiser les ponts thermiques.

<b>Catégorie</b>	<b>Détails et recommandations: technique du bâtiment</b>
Technique du bâtiment	L'ancienne technique du bâtiment et les conduites dans le sous-sol seront entièrement remplacées.
Chauffage	<p>Pour la nouvelle pompe à chaleur air-eau, il faut créer des entrées et des sorties d'air extérieur appropriées ou trouver un emplacement pour une unité split. Clarifiez l'obligation d'obtenir un permis de construire avec la commune compétente.</p> <p>Un réservoir pour stocker la chaleur sera installé. Une solution certifiée selon le "PAC système-module" est conseillée.</p> <p>Lors du remplacement des conduites de distribution de chaleur, il faut veiller à isoler complètement toutes les conduites d'eau chaude exposées (chauffage y compris eau chaude sanitaire) dans la cave froide.</p>
Eau chaude	La production d'eau chaude sanitaire sera également assurée par la nouvelle installation de chauffage (PAC air/eau).
Électricité	<p>Une installation photovoltaïque d'une puissance de 8 kWp sera installée sur le toit orienté à l'est. D'un point de vue esthétique, une installation intégrée au toit serait judicieuse, mais plus chère qu'une installation sur le toit.</p> <p>Le reste des équipements est inchangé.</p>
Ventilation	<p>Une nouvelle installation de ventilation est envisagée. Elle comprendra un monobloc de ventilation double-flux avec récupération de chaleur, filtre et batterie de chauffage de l'air. L'air frais sera pulsé au travers de grilles positionnées dans la zone d'habitation (rez-de-chaussée) et dans le couloir (étage). La distribution de l'air dans les pièces se fera par les portes ouvertes. De cette façon, l'air sera de qualité similaire dans tout l'appartement. Ainsi, les portes ouvertes seront un aspect central pour le bon fonctionnement. L'air vicié sera également évacué par la cuisine et les salles d'eau. Le concept de ventilation offre certes moins de confort qu'une VMC classique, mais il constitue une alternative judicieuse et économique notamment dans les rénovations.</p>

## 14.5. Coûts Variante C

Toutes les indications en CHF

**Variante C:  
Rénovation globale**

<b>Enveloppe du bâtiment</b>		<b>170'000.-</b>
Échafaudage		6'000.-
Toits et plafonds		40'000.-
Murs		76'000.-
Fenêtres et portes		39'000.-
Sol		9'000.-
<b>technique du bâtiment</b>		<b>95'000.-</b>
Chauffage/Eau chaude		48'000.-
Ventilation		19'000.-
Photovoltaïque		28'000.-
<b>Équipements d'exploitation</b>		<b>0.-</b>
Appareils et éclairage		0.-
Autres consommateurs		0.-
<b>Coûts de construction</b>		<b>265'000.-</b>
<b>Frais annexes de construction</b>		<b>104'000.-</b>
Frais de planification		40'000.-
Frais annexes		5'000.-
Imprévus		31'000.-
Taxe sur la valeur ajoutée		28'000.-
<b>Coûts de l'installation</b>		<b>369'000.-</b>
<b>Déductions</b>		<b>-95'000.-</b>
Subventions <sup>21</sup>		-26'000.-
Déductions fiscales		-69'000.-
<b>Investissement</b>		<b>274'000.-</b>

<sup>21</sup>Les subventions sont souvent imposables en tant que revenu/recettes

## 14.6. Certification Minergie Variante C

**Très bon !** Le bâtiment peut probablement être **certifié Minergie** dans la Variante C.

	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 <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 <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 5 Wp/m <sup>2</sup> PV ou min. 50% appareils efficaces ✓	ou 10 Wp/m <sup>2</sup> PV ou 5 Wp/m <sup>2</sup> 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. Avec la certification Minergie, un contrôle qualité indépendant est effectué. Outre les exigences élevées en matière de rénovation énergétique, les utilisatrices des bâtiments Minergie bénéficient d'un confort élevé, grâce à un bon air ambiant et des températures intérieures agréables en toutes saisons. Avec les modèles de rénovation Minergie (voir lien ci-dessous), vous pouvez fournir le justificatif complet, y compris la protection thermique estivale, sans devoir faire de calculs. Les exigences en matière de ventilation peuvent être satisfaites avec une simple ventilation de base.

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

Vous trouverez ici le règlement des labels Minergie et le justificatif pour les modèles de rénovation Minergie : <https://www.minergie.ch/fr/certification/minergie/>

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

Station météo		Degré de couverture / fraction utile			
Bern-Liebefeld		<b>Producteur de chaleur</b>	Chauffage	Eau chaude	Année de construction
		PAC neuve	100 % / 2.8	100 % / 2.8	2024
<b>Affectation du bâtiment</b> [m²]	<b>Surface de référence énergétique</b>	<b>Puissance de chauffage</b> <sup>22</sup>	<b>Standard</b>	<b>Actuel</b>	
Habitat individuel	173	Puissance spécifique de chauffage [W/m²]	19	19	
<b>Total</b> [m²]	<b>173</b>	Charge thermique nominale [kW]	3.8	3.8	
<b>Généralités</b>		<b>Concept de ventilation</b>			
Nombre d'étages entiers	2	Ventilation de base (double-flux), Hotte aspirante, Extraction air vicié Salle de bains/WC			
Nombre d'appartements	1	Débit d'air thermiquement actif [m³/(hm²)]			
Nombre moyen de pièces	5	0.33 (étanche)			
Facteur d'enveloppe	2.39	<b>Production d'électricité</b>			
<b>Indices énergétiques</b> [W/(m²K)]		<b>Standard</b>	<b>Standard</b>	<b>Actuel</b>	
Efficacité de l'enveloppe du bâtiment [kWh/(m²a)]		40	[kWh/a]		
Efficacité énergétique globale [kWh/(m²a)]		46	Photovoltaïque		
Émissions directes de CO <sub>2</sub> [kg/(m²a)]		0	3'848		
Émissions de gaz à effet de serre [kg/(m²a)]		3	Installation de couplage chaleur-force		
			0		
			<b>Pris en compte pour le bâtiment</b>		
			3'848		
			7'400		
<b>Valeurs limites des indices énergétiques</b>		<b>pour la classe "B"</b>	<b>Énergie finale</b> [kWh/a]		
Efficacité de l'enveloppe du bâtiment [kWh/(m²a)]		53	<b>Standard</b>	<b>Actuel</b>	
Efficacité énergétique globale [kWh/(m²a)]		112	Chauffage		
Émissions directes de CO <sub>2</sub> [kg/(m²a)]		5.09	2'710		
			Eau chaude		
			1'231		
			Ventilation		
			637		
			Appareils et éclairage		
			3'105		
			3'105		
<b>Valeurs U</b> [W/(m²K)]		<b>Contre espace non chauffé ou contre terrain</b>	<b>Part du besoin en énergie finale</b> [%]		
Toit		0.18	<b>Standard</b>	<b>Actuel</b>	
Murs		0.15	Fossile		
Fenêtres et portes		1.0	0.0		
Sol		-	49.1		
			94.5		
			<b>Coûts énergétiques</b> [CHF]		
			<b>Standard</b>	<b>Actuel</b>	
			Coûts énergétiques annuels		
			1'368		
			1'207		

<sup>22</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.

## 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

### 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 gardez 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 %
Renchérissement 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	Renchérissement	Future taxe sur le CO <sub>2</sub>
Électricité (TM / tarif unique)	30.00	cent./kWh	1.5 %	-
Mazout	1.30	CHF/l	3 %	0 %
Tarif de rachat de l'électricité 1	12.00	cent./kWh	1.5 %	-

## 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

Abréviation	Description	Mesure	Variante A	Variante B	Variante C
To-1	Toiture inclinée avec isolation rénoverée (DA1)	Valeur U (0.31 ⇒ 0.18), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)			X
To-2	Toiture inclinée avec isolation rénoverée (DA1)	Valeur U (0.31 ⇒ 0.18), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)			X
Mu-1	Double maçonnerie rénoverée	Valeur U (0.35 ⇒ 0.15), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)			X
Mu-10	Façade ventilée rénoverée (AW2)	Valeur U (0.29 ⇒ 0.15), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)			X
Mu-11	Façade ventilée rénoverée (AW2)	Valeur U (0.29 ⇒ 0.15), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)			X
Mu-12	Façade ventilée rénoverée (AW2)	Valeur U (0.29 ⇒ 0.15), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)			X
Mu-2	Double maçonnerie rénoverée	Valeur U (0.35 ⇒ 0.15), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)			X
Mu-3	Double maçonnerie rénoverée	Valeur U (0.35 ⇒ 0.15), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)			X
Mu-4	Double maçonnerie rénoverée	Valeur U (0.35 ⇒ 0.15), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)			X
Mu-5	Double maçonnerie rénoverée	Valeur U (0.35 ⇒ 0.15), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)			X
Mu-6	Double maçonnerie rénoverée	Valeur U (0.35 ⇒ 0.15), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)			X
Mu-7	Façade ventilée rénoverée (AW2)	Valeur U (0.29 ⇒ 0.15), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)			X
Mu-8	Façade ventilée rénoverée (AW2)	Valeur U (0.29 ⇒ 0.15), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)			X
Mu-9	Façade ventilée rénoverée (AW2)	Valeur U (0.29 ⇒ 0.15), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)			X
S1	Caisson de store RZ	Valeur U (1 ⇒ 0.25), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)			X
S2	Caisson de store RZ	Valeur U (1 ⇒ 0.25), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)			X
S3	Caisson de store RZ	Valeur U (1 ⇒ 0.25), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)			X
S4	Caisson de store RZ	Valeur U (1 ⇒ 0.25), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)			X
S5	Caisson de store ET	Valeur U (1 ⇒ 0.25), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)			X
S6	Caisson de store ET	Valeur U (1 ⇒ 0.25), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)			X
S7	Caisson de store ET	Valeur U (1 ⇒ 0.25), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)			X
Mx-1	Mur en béton avec isolation intérieur (WE1)	Valeur U (0.68 ⇒ 0.2), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)		X	X
Mx-2	Mur en béton avec isolation intérieur (WE1)	Valeur U (0.68 ⇒ 0.2), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)		X	X
Mx-3	Mur en briques non isolé	Valeur U (0.8 ⇒ 0.2), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)		X	X
Mx-4	Mur en briques non isolé	Valeur U (0.8 ⇒ 0.2), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)		X	X

<b>Fe-1</b>	Fe bo (/mé), neuve, 3-IV-IR-IR, Ar/Kr, int. > 9 mm, Ug 0.7 (Valeur U: 0.9, Valeur g: 0.5)	Valeur g (0.75 ⇒ 0.5), Valeur U (2.3 ⇒ 1), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)	X	X
<b>Fe-10</b>	Fe bo (/mé), neuve, 3-IV-IR-IR, Ar/Kr, int. > 9 mm, Ug 0.7 (Valeur U: 0.9, Valeur g: 0.5)	Valeur g (0.75 ⇒ 0.5), Valeur U (2.3 ⇒ 1), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)	X	X
<b>Fe-11</b>	Fe bo (/mé), neuve, 3-IV-IR-IR, Ar/Kr, int. > 9 mm, Ug 0.7 (Valeur U: 0.9, Valeur g: 0.5)	Valeur g (0.75 ⇒ 0.5), Valeur U (2.3 ⇒ 1), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)	X	X
<b>Fe-12</b>	Fe bo (/mé), neuve, 3-IV-IR-IR, Ar/Kr, int. > 9 mm, Ug 0.7 (Valeur U: 0.9, Valeur g: 0.5)	Valeur g (0.75 ⇒ 0.5), Valeur U (2.3 ⇒ 1), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)	X	X
<b>Fe-13</b>	Fe bo (/mé), neuve, 3-IV-IR-IR, Ar/Kr, int. > 9 mm, Ug 0.7 (Valeur U: 0.9, Valeur g: 0.5)	Valeur g (0.75 ⇒ 0.5), Valeur U (2.3 ⇒ 1), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)	X	X
<b>Fe-2</b>	Fe bo (/mé), neuve, 3-IV-IR-IR, Ar/Kr, int. > 9 mm, Ug 0.7 (Valeur U: 0.9, Valeur g: 0.5)	Valeur g (0.75 ⇒ 0.5), Valeur U (2.3 ⇒ 1), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)	X	X
<b>Fe-3</b>	Fe bo (/mé), neuve, 3-IV-IR-IR, Ar/Kr, int. > 9 mm, Ug 0.7 (Valeur U: 0.9, Valeur g: 0.5)	Valeur g (0.75 ⇒ 0.5), Valeur U (2.3 ⇒ 1), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)	X	X
<b>Fe-4</b>	Fe bo (/mé), neuve, 3-IV-IR-IR, Ar/Kr, int. > 9 mm, Ug 0.7 (Valeur U: 0.9, Valeur g: 0.5)	Valeur g (0.75 ⇒ 0.5), Valeur U (2.3 ⇒ 1), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)	X	X
<b>Fe-5</b>	Fe bo (/mé), neuve, 3-IV-IR-IR, Ar/Kr, int. > 9 mm, Ug 0.7 (Valeur U: 0.9, Valeur g: 0.5)	Valeur g (0.75 ⇒ 0.5), Valeur U (2.3 ⇒ 1), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)	X	X
<b>Fe-6</b>	Fe bo (/mé), neuve, 3-IV-IR-IR, Ar/Kr, int. > 9 mm, Ug 0.7 (Valeur U: 0.9, Valeur g: 0.5)	Valeur g (0.75 ⇒ 0.5), Valeur U (2.3 ⇒ 1), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)	X	X
<b>Fe-7</b>	Fe bo (/mé), neuve, 3-IV-IR-IR, Ar/Kr, int. > 9 mm, Ug 0.7 (Valeur U: 0.9, Valeur g: 0.5)	Valeur g (0.75 ⇒ 0.5), Valeur U (2.3 ⇒ 1), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)	X	X
<b>Fe-8</b>	Fe bo (/mé), neuve, 3-IV-IR-IR, Ar/Kr, int. > 9 mm, Ug 0.7 (Valeur U: 0.9, Valeur g: 0.5)	Valeur g (0.75 ⇒ 0.5), Valeur U (2.3 ⇒ 1), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)	X	X
<b>Fe-9</b>	Fe bo (/mé), neuve, 3-IV-IR-IR, Ar/Kr, int. > 9 mm, Ug 0.7 (Valeur U: 0.9, Valeur g: 0.5)	Valeur g (0.75 ⇒ 0.5), Valeur U (2.3 ⇒ 1), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)	X	X
<b>Po-1</b>	Nouvelle porte extérieur	Valeur U (2.2 ⇒ 1.2), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)	X	X
<b>Po-2</b>	Nouvelle porte intérieur	Valeur U (2.2 ⇒ 1.2), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)	X	X
<b>Sx-1</b>	Plafond de la cave (BG1)	Valeur U (0.97 ⇒ 0.25), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)	X	X
<b>PCI-2</b>	Socle du bâtiment (OFEN 3.4-A1)	Nombre (1 ⇒ 0), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)		X

## C.2 technique du bâtiment

<b>Abréviation</b>	<b>Description</b>	<b>Mesure</b>	<b>Variante A</b>	<b>Variante B</b>	<b>Variante C</b>
<b>PC-1</b>	PAC neuve	Source d'énergie (Mazout ⇒ Électricité (TM / tarif unique)), Fraction utile chauffage (0.83 ⇒ 2.8), Fraction utile ECS (0 ⇒ 2.8), Type (Chaudière à mazout ⇒ Pompe à chaleur, air-eau), Distribution (Chauffage (Ch) ⇒ Ch+ECS (toute l'année)), Distribution (Aucune indication ⇒ Radiateurs), Année de construction (1998 ⇒ 2024), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)	X	X	X
<b>PC-2</b>	Chauffe-eau électrique	Nombre (1 ⇒ 0), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)	X	X	X
<b>ACC-1</b>	Ballon ECS	PC-1 (Non ⇒ Oui), PC-2 (Oui ⇒ Non)	X	X	X
<b>ACC-2</b>	Ballon tampon	Nouvel élément	X	X	X

## Annexe - Données techniques des mesures

<b>Ch-1</b>	Chauffage des locaux	Épaisseur d'isolation (2 ⇒ 4), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)	X	X	X
<b>Ch-2</b>	Chauffage des locaux (radiateurs)	Flux aller/flux retour (55/40 ⇒ 40/32), Isolation (Non ⇒ Oui), Épaisseur d'isolation (0 ⇒ 4), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)	X	X	X
<b>ECS-1</b>	Eau chaude sanitaire	PC-1 (0 ⇒ 100), PC-2 (100 ⇒ 0), Épaisseur d'isolation (2 ⇒ 4), Année de rénovation (Aucune indication ⇒ 2024)	X	X	X
<b>PE-1</b>	Installation photovoltaïque (45m2 / 8kW)	Nouvel élément		X	X
<b>Ve-1</b>	Ventilation de base (double-flux)	Nouvel élément		X	X

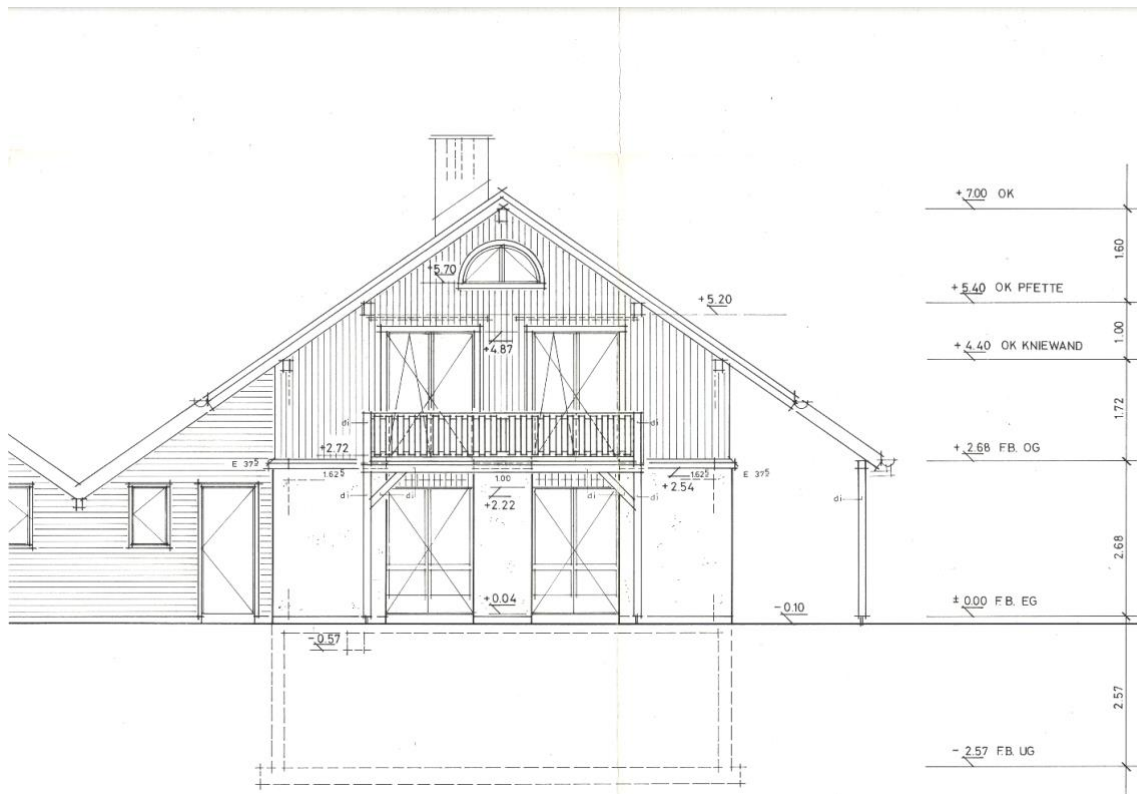
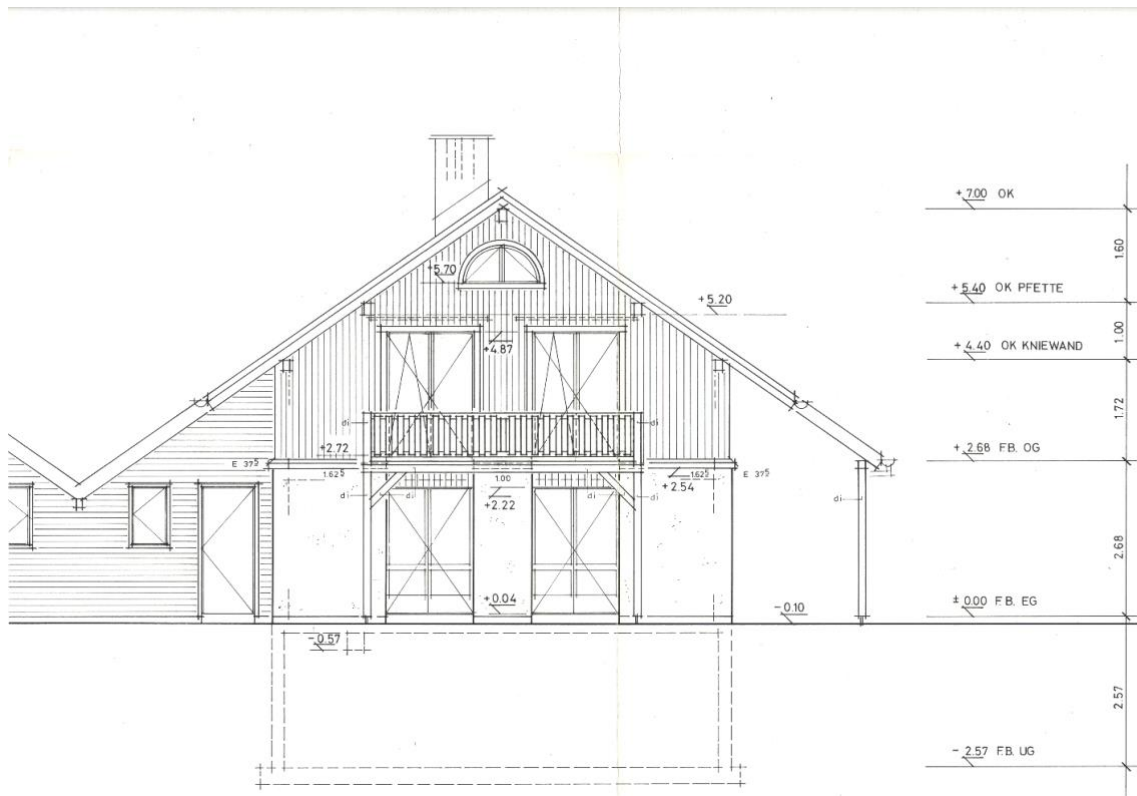
## D Photos, plans et calculs

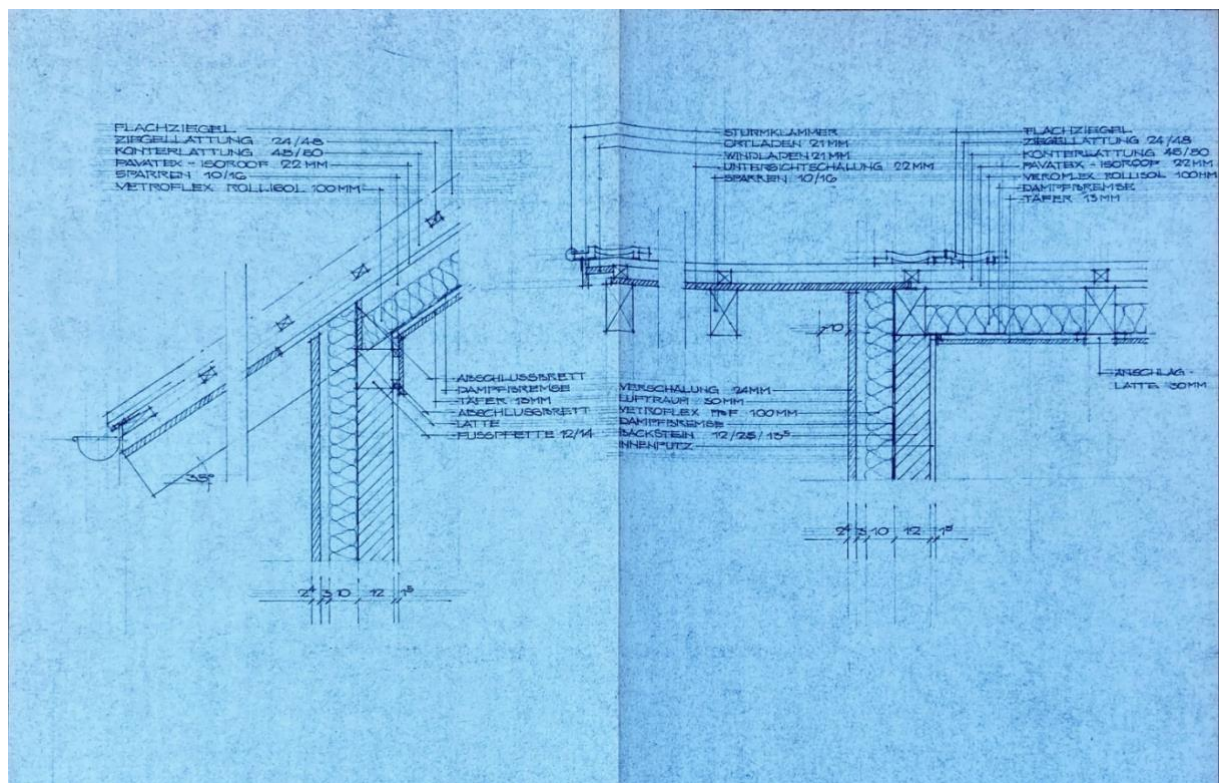
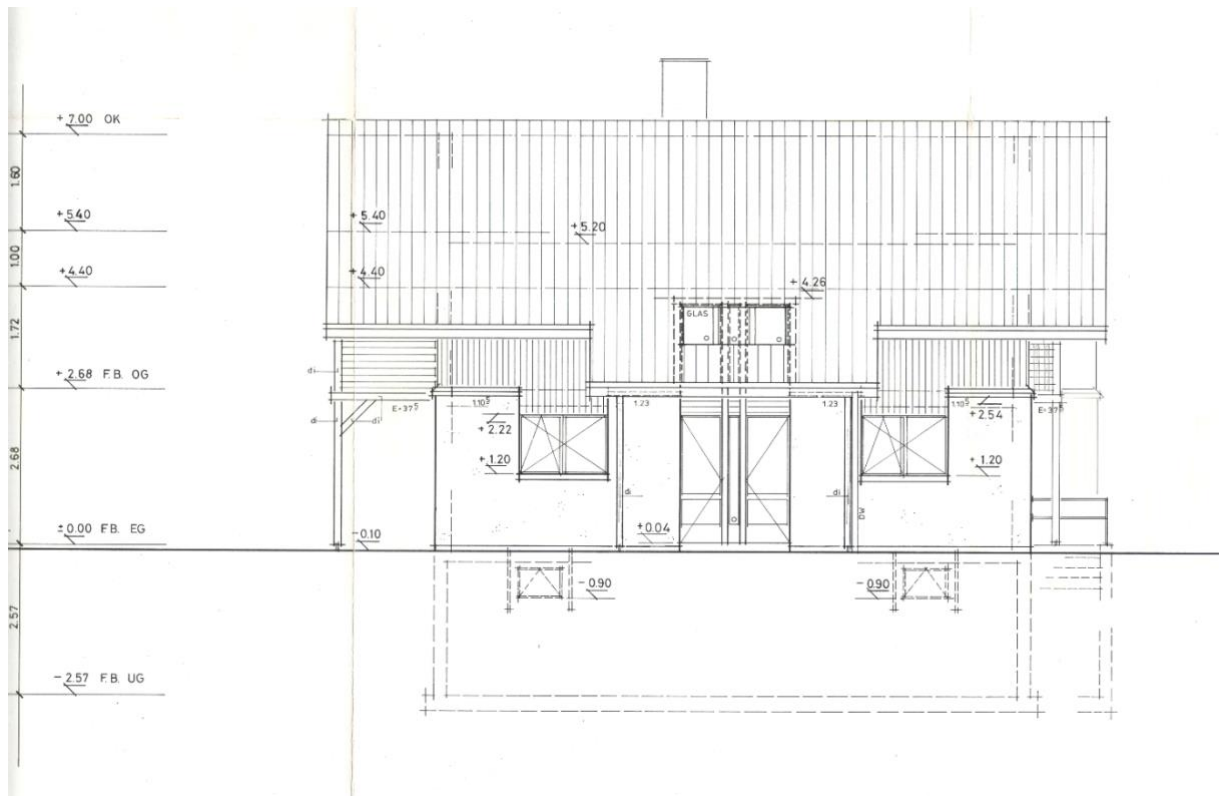
Dans les pages suivantes, vous trouverez

- Photos
- Plans (plans et vues) ou relevés de cotes
- Calcul de la surface de référence énergétique (SRE)
- Calculs externes de la Valeur U des éléments de construction existants
- Estimation approximative de l'installation PV

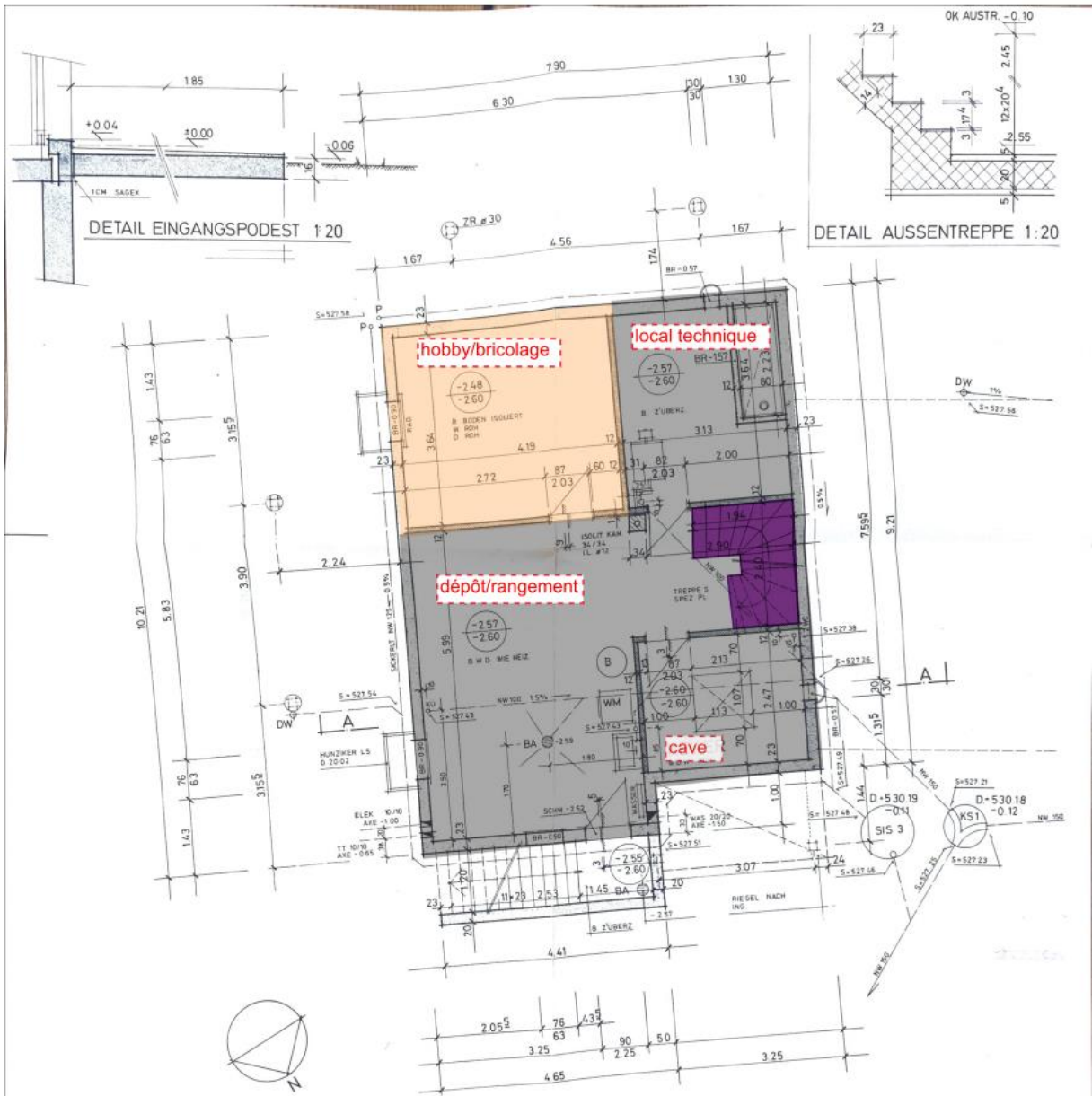












PROJEKT NR	BAUPROJEKT	MST	150	R	6 8 87
37		DAT	25.3.87	R	
PLAN NR	PLAN	FOR	42/50	R	
201		GEZ	E G	R	

**LEGENDE**

FERTIG      SCHW. SCHWELLE & FERTIG

**SRE**      calcul      effectif

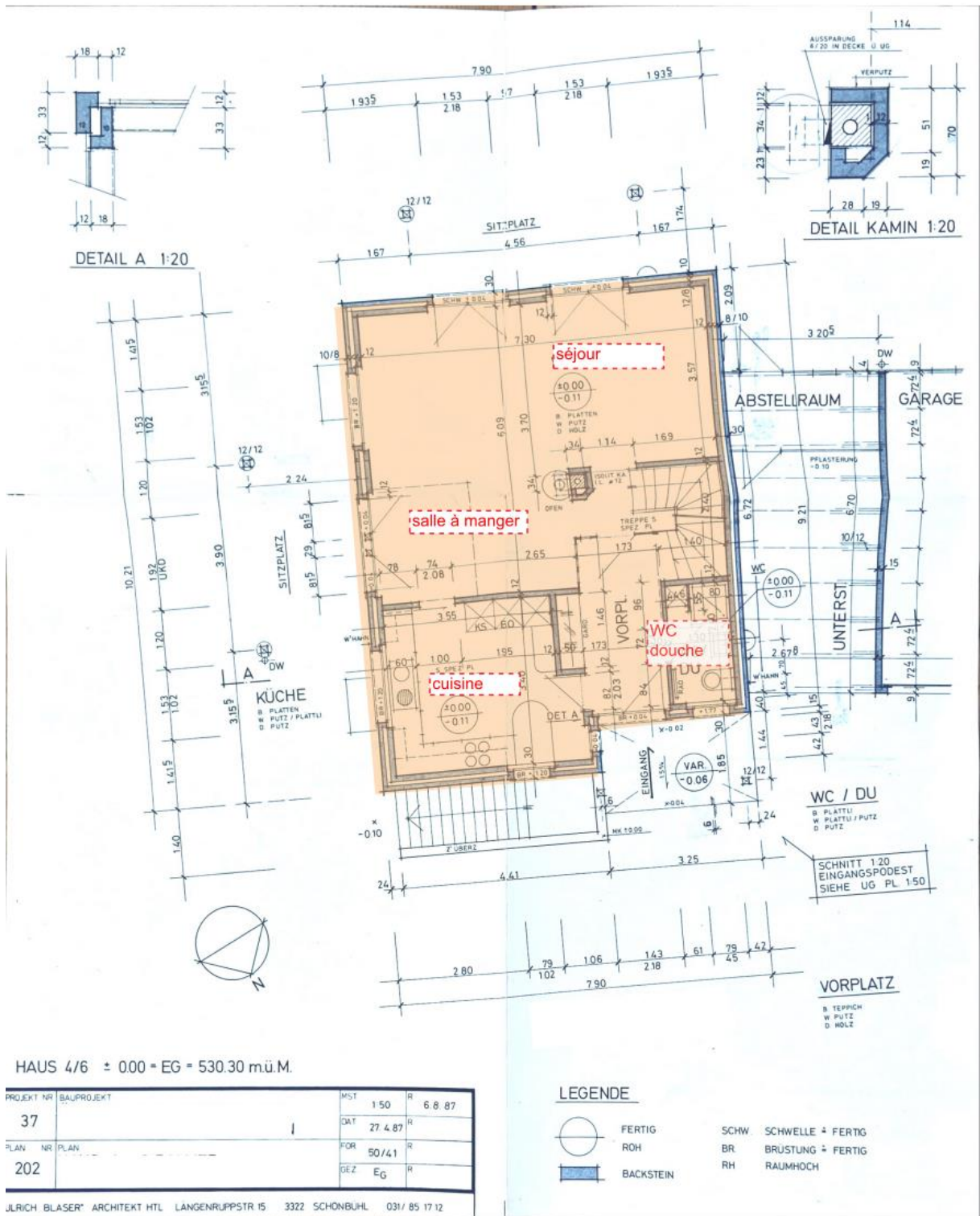
**SS**      =  $(0.23+4.19+0.12) \cdot (0.23+3.64+0.12)$       18.1

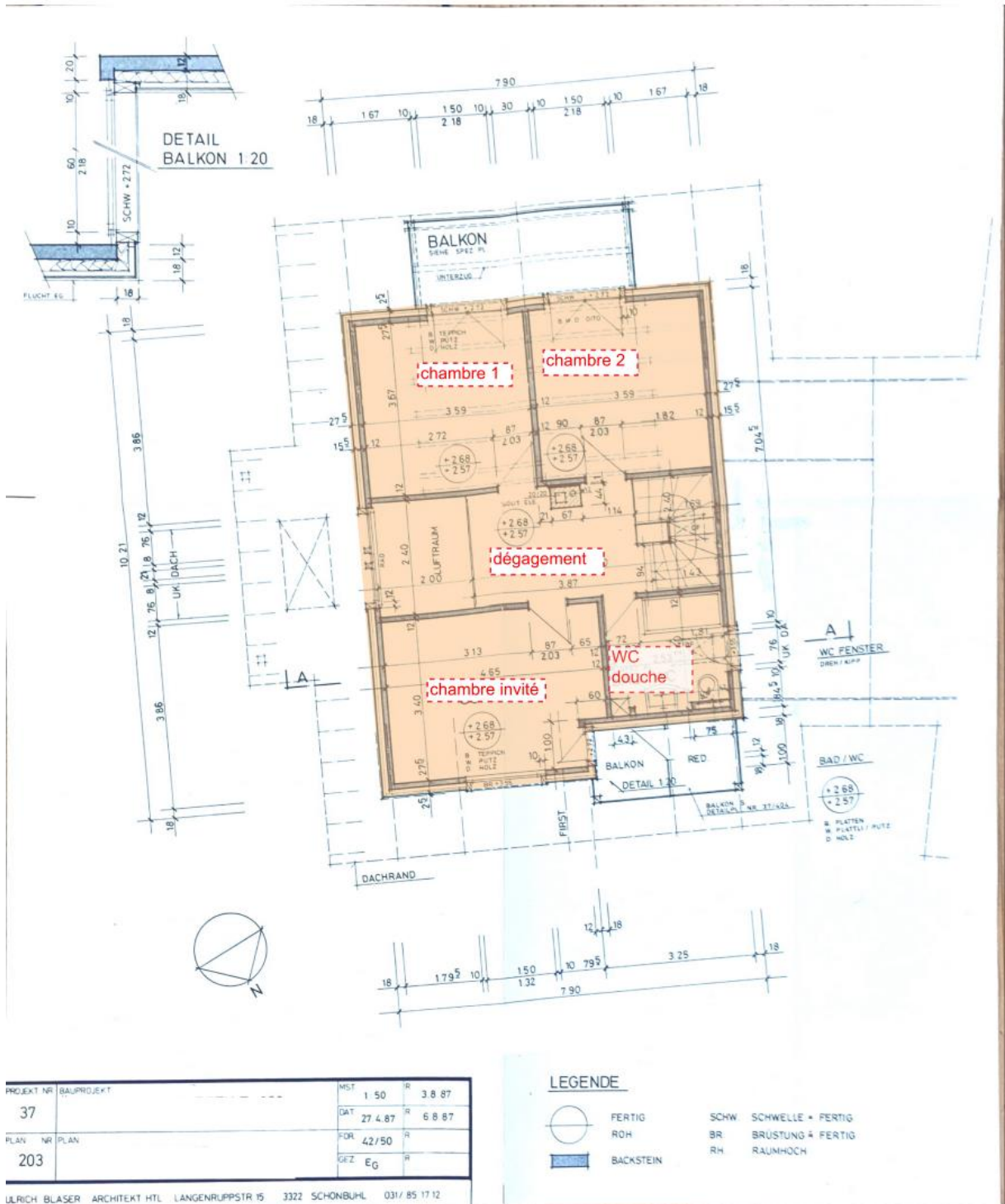
**RZ**      =  $10.21 \cdot (0.24+4.41) + 9.21 \cdot 3.25$       77.4

**E1**      =  $10.21 \cdot (0.24+4.41) + 9.21 \cdot 3.25$       77.4

---

**Total**      **172.9**





Projet : CECB modèle 2021

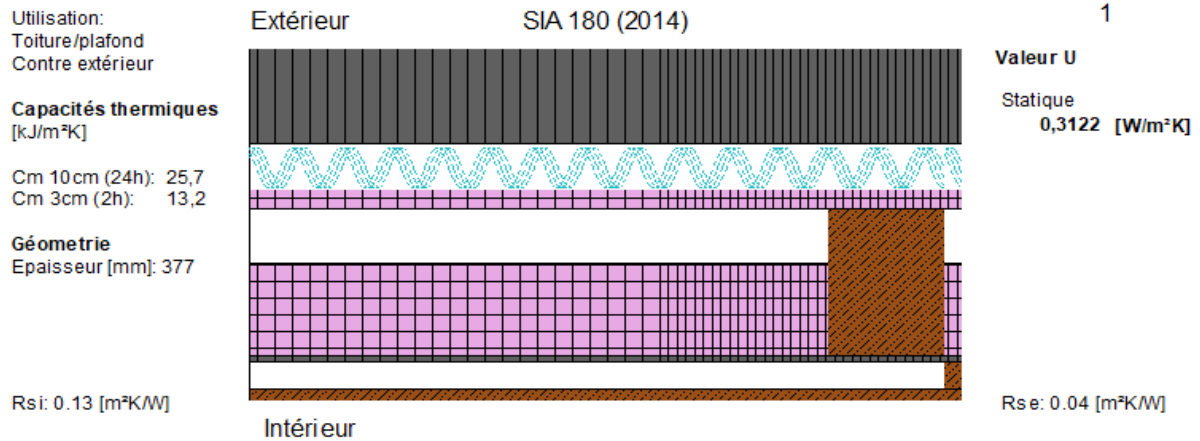


Imprimé le: 08.03.2022 16:41:08

page 6 de 14

### Liste des modèles parois, toiture, planchers, plafonds, portes non vitrées

#### DA1 - (M1) - Pan de toiture avec isolation entre chevrons



Météo: Bern Liebfeld (CH), Altitude de l'ouvrage: 530 m (-35 m)

#### Section 1 (Proportion de cette section 81%)

Nom matériau	Epaiss. [cm]	Sd [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [wh/kgK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	
Rsi							0.130	
1 Project : Täfer	1,2	0,36	0,14	30	480	0,611	0,086	
2 Project : Installationsebene	3	0,01	0,187	1	1,23	0,278	0,16	
3 Minergie ECO : Pare-vapeur PE	0,2	750	0,2	375000	920	0,389	0,01	
4 SIA 381/1 : Matelas de laine de pierre 60-120 kg/m <sup>3</sup>	10	0,1	0,036	1	90	0,167	2,778	
5 CEN : Lame d'air	6	0,01	0,385	1	1,23	0,278	0,156	
6 Pavatex SUISSE AG : ISOROOF procédé humide	2	0,1	0,047	5	240	0,58	0,426	
7 CEN : Lame d'air	5	0,01	0,308	1	1,23	0,278	0	
8 Project : Ziegel inkl. Lattung	10,3	0,82	0,5	8	5,3	0,5	0	
Rse							0.130	
dUg= 0 [W/m <sup>2</sup> K], dUf= 0 [W/m <sup>2</sup> K]							dR	0
							RT	3,875

frsi = 0.925 [-], frsi,min,cond = 0.714 [-], frsi,min,moist = 0.750 [-]

#### Section 2 (Proportion de cette section 16%)

Nom matériau	Epaiss. [cm]	Sd [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [wh/kgK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
Rsi							0.130
1 Project : Täfer	1,2	0,36	0,14	30	480	0,611	0,086
2 Project : Installationsebene	3	0,01	0,187	1	1,23	0,278	0,16
3 Minergie ECO : Pare-vapeur PE	0,2	750	0,2	375000	920	0,389	0,01
4 Project : Sparren	16	4,8	0,14	30	480	0,611	1,143
5 Pavatex SUISSE AG : ISOROOF procédé humide	2	0,1	0,047	5	240	0,58	0,426
6 CEN : Lame d'air	5	0,01	0,308	1	1,23	0,278	0
7 Project : Ziegel inkl. Lattung	10,3	0,82	0,5	8	5,3	0,5	0

Projet : CECB modèle 2021

Imprimé le: 08.03.2022 16:41:08



page 7 de 14

### Liste des modèles parois, toiture, planchers, plafonds, portes non vitrées

Rse	0.130
dUg= 0 [W/m²K], dUf= 0 [W/m²K]	dR 0
	RT 2,084

frsi = 0.925 [-], frsi,min,cond = 0.714 [-], frsi,min,moist = 0.750 [-]

### Section 3 (Proportion de cette section 2%)

Nom matériau	Epaiss. [cm]	Sd [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	$\rho$ [kg/m³]	c [wh/kgK]	R [m²K/W]
	Rsi						0.130
1 Project : Täfer	1,2	0,36	0,14	30	480	0,611	0,086
2 Project : Lattung	3	0,9	0,14	30	480	0,611	0,214
3 Minergie ECO : Pare-vapeur PE	0,2	750	0,2	375000	920	0,389	0,01
4 SIA 381/1 : Matelas de laine de pierre 60-120 kg/m³	10	0,1	0,036	1	90	0,167	2,778
5 CEN : Lame d'air	6	0,01	0,385	1	1,23	0,278	0,156
6 Pavatex SUISSE AG : ISOROOF procédé humide	2	0,1	0,047	5	240	0,58	0,426
7 CEN : Lame d'air	5	0,01	0,308	1	1,23	0,278	0
8 Project : Ziegel inkl. Lattung	10,3	0,82	0,5	8	5,3	0,5	0
	Rse						0.130
	dUg= 0 [W/m²K], dUf= 0 [W/m²K]						dR 0
							RT 3,929

frsi = 0.925 [-], frsi,min,cond = 0.714 [-], frsi,min,moist = 0.750 [-]

Projet : CECB modèle 2021

Imprimé le: 08.03.2022 16:41:08

 Lesosai

page 8 de 14

### Liste des modèles parois, toiture, planchers, plafonds, portes non vitrées

#### AW2 - (M2) - Mur avec isolation extérieure et revêtement bois

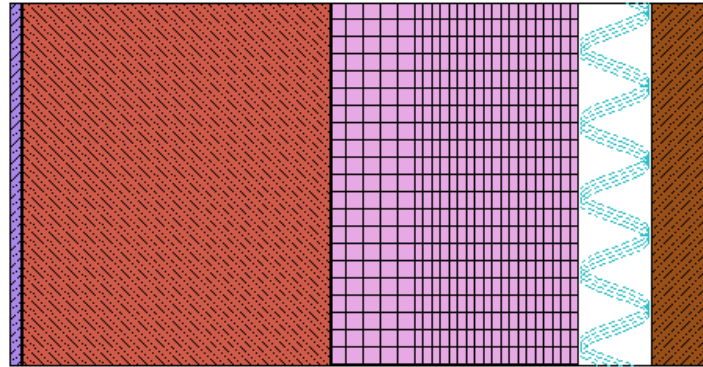
Utilisation: Mur  
Contre extérieur

Intérieur

SIA 180 (2014)

Extérieur

3

Capacités thermiques  
[kJ/m<sup>2</sup>K]Cm 10cm (24h): 100  
Cm 3cm (2h): 31Géométrie  
Epaisseur [mm]: 284

Valeur U

Statique  
0,2939 [W/m<sup>2</sup>K]Rsi: 0.13 [m<sup>2</sup>K/W]Rse: 0.04 [m<sup>2</sup>K/W]

Météo: Bern Liebefeld (CH), Altitude de l'ouvrage: 530 m (-35 m)

## Section 1

Nom matériau	Epaiss. [cm]	Sd [m]	λ [W/mK]	μ [-]	ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [wh/kgK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	
Rsi							0.130	
1 SIA 381/1 : Enduit mortier intérieur	0,5	0,04	0,7	8	1400	0,25	0,007	
2 SIA 381/1 : BTC. normale 25	12,5	0,63	0,35	5	1100	0,25	0,357	
3 SIA 381/1 : Matelas de laine de pierre 60-120 kg/m <sup>3</sup>	10	0,1	0,036	1	90	0,167	2,778	
4 Project : Hinterlüftung	3	0,01	0,171	1	1,23	0,278	0	
5 Project : Holz-Schalung (Fichte)	2,4	0,72	0,14	30	480	0,611	0	
Rse							0.130	
dUg= 0 [W/m <sup>2</sup> K], dUf= 0 [W/m <sup>2</sup> K]						dR	0	
							RT	3,402

frsi = 0.929 [-], frsi,min,cond = 0.714 [-], frsi,min,moist = 0.750 [-]

Projet : CECB modèle 2021  
 Imprimé le: 08.03.2022 16:41:08



page 9 de 14

### Liste des modèles parois, toiture, planchers, plafonds, portes non vitrées

#### WE1 - (M3) - Mur cave contre terre

Utilisation: Mur  
 Contre terre (2,77m)

Intérieur

SIA 180 (2014)

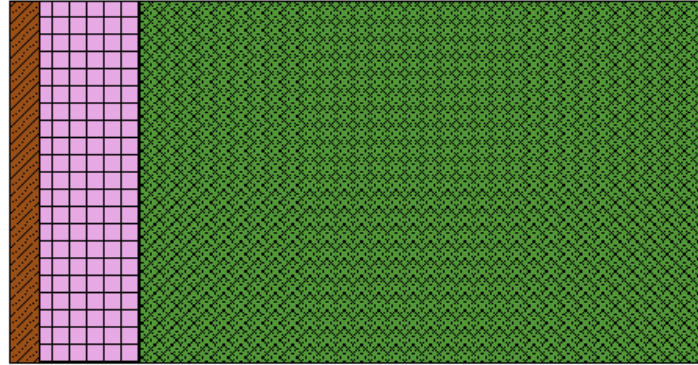
Extérieur

3

Capacités thermiques  
 [kJ/m²K]

Cm 10cm (24h): 12,7  
 Cm 3cm (2h): 12,7

Géométrie  
 Epaisseur [mm]: 282



Valeur U

Statique

0,68 [W/m²K]

Rsi: 0.13 [m²K/W]

Rse: 0.00 [m²K/W]

Météo: Bern Liebefeld (CH), Altitude de l'ouvrage: 530 m (-35 m)

#### Section 1

Nom matériau	Epaiss. [cm]	Sd [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	$\rho$ [kg/m³]	c [wh/kgK]	R [m²K/W]
Rsi							0.130
1 Project : Täfer	1,2	0,36	0,14	30	480	0,611	0,086
2 SIA 381/1 : Panneaux de laine de pierre 60-120 kg/m³	4	0,08	0,036	2	90	0,167	1,111
3 CEN : Béton coulé 2200 kg/m³ (CEN)	23	27,6	1,6	120	2200	0,278	0,144
Rse							0.000
dUg= 0 [W/m²K], dUf= 0 [W/m²K]						dR	0
						RT	1,471

frsi = 0.843 [-], frsi,min,cond = -0.179 [-], frsi,min,moist = 0.880 [-]

Il y a un risque de moisissure.

Projet : CECB modèle 2021  
 Imprimé le: 08.03.2022 16:41:08

### Liste des modèles parois, toiture, planchers, plafonds, portes non vitrées

#### WE2 - (M4) - Mur en briques non isolé

Utilisation: Mur  
 Contre zone

Intérieur

SIA 180 (2014)

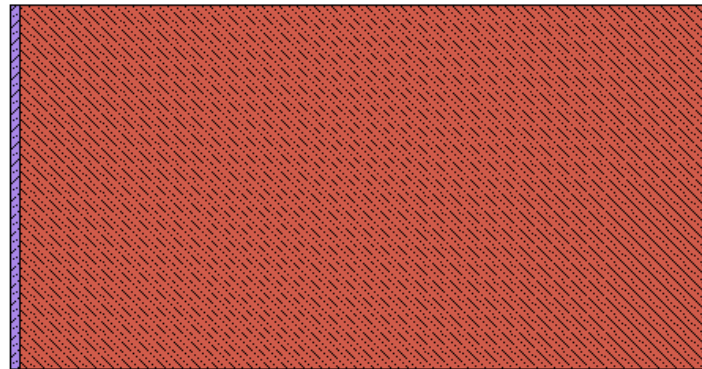
Extérieur

3

Capacités thermiques  
 [kJ/m<sup>2</sup>K]

Cm 10cm (24h): 100  
 Cm 3cm (2h): 31

Géométrie  
 Epaisseur [mm]: 350



Valeur U

Statique  
 0,8037 [W/m<sup>2</sup>K]

Rsi: 0.13 [m<sup>2</sup>K/W]

Rse: 0.13 [m<sup>2</sup>K/W]

Météo: Bern Liebefeld (CH), Altitude de l'ouvrage: 530 m (-35 m)

#### Section 1

Nom matériau	Epaiss. [cm]	Sd [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$c$ [wh/kgK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	
Rsi							0.130	
1 SIA 381/1 : Enduit mortier intérieur	0,5	0,04	0,7	8	1400	0,25	0,007	
2 SIA 381/1 : BTC. normale 25	34	1,7	0,35	5	1100	0,25	0,971	
3 SIA 381/1 : Enduit mortier extérieur	0,5	0,13	0,87	25	1800	0,306	0,006	
Rse							0.130	
dUg= 0 [W/m <sup>2</sup> K], dUf= 0 [W/m <sup>2</sup> K]							dR	0
							RT	1,244

frsi = 0.832 [-], frsi,min,cond = 0.579 [-], frsi,min,moist = 0.750 [-]

Projet : CECB modèle 2021  
 Imprimé le: 08.03.2022 16:41:08



page 11 de 14

### Liste des modèles parois, toiture, planchers, plafonds, portes non vitrées

#### AW1 - (M5) - Mur double en maçonnerie

Utilisation: Mur  
 Contre extérieur

Intérieur

SIA 180 (2014)

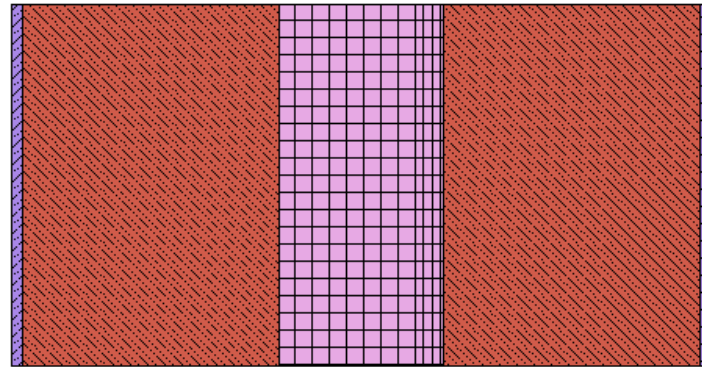
Extérieur

3

Capacités thermiques  
 [kJ/m<sup>2</sup>K]

Cm 10cm (24h): 100  
 Cm 3cm (2h): 31

Géométrie  
 Epaisseur [mm]: 340



Valeur U

Statique

0,3206 [W/m<sup>2</sup>K]Rsi: 0.13 [m<sup>2</sup>K/W]Rse: 0.04 [m<sup>2</sup>K/W]

Météo: Bern Liebefeld (CH), Altitude de l'ouvrage: 530 m (-35 m)

#### Section 1

Nom matériau	Epais. [cm]	Sd [m]	λ [W/mK]	μ [-]	ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [wh/kgK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	
Rsi							0.130	
1 SIA 381/1 : Enduit mortier intérieur	0,5	0,04	0,7	8	1400	0,25	0,007	
2 SIA 381/1 : BTC. normale 25	12,5	0,63	0,35	5	1100	0,25	0,357	
3 SIA 381/1 : Panneaux de laine de pierre 60-120 kg/m <sup>3</sup>	8	0,12	0,036	2	90	0,167	2,222	
4 SIA 381/1 : BTC. normale 25	12,5	0,63	0,35	5	1100	0,25	0,357	
5 SIA 381/1 : Enduit mortier extérieur	0,5	0,13	0,87	25	1800	0,306	0,006	
Rse							0.040	
dUg= 0 [W/m <sup>2</sup> K], dUf= 0 [W/m <sup>2</sup> K]							dR	0
							RT	3,119

frsi = 0.923 [-], frsi,min,cond = 0.714 [-], frsi,min,moist = 0.750 [-]

Projet : CECB modèle 2021

Imprimé le: 08.03.2022 16:41:08



page 12 de 14

### Liste des modèles parois, toiture, planchers, plafonds, portes non vitrées

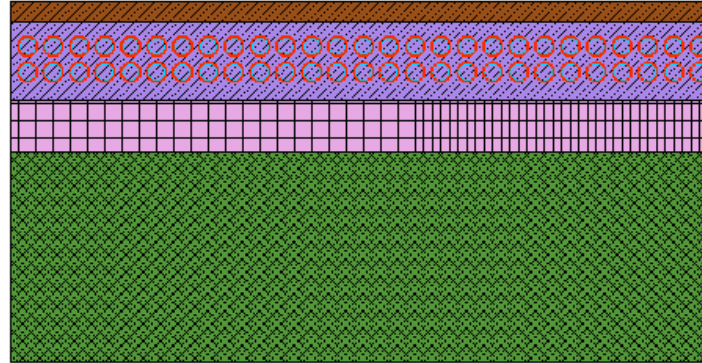
#### BE1 - (M6) - Radier en béton avec chauffage sol

Utilisation: Plancher  
Contre zone

Intérieur

SIA 180 (2014)

2

Capacités thermiques  
[kJ/m<sup>2</sup>K]Cm 10cm (24h): 124  
Cm 3cm (2h): 53,3Géométrie  
Epaisseur [mm]: 275

Valeur U

Statique  
0,9681 [W/m<sup>2</sup>K]Rsi: 0.13 [m<sup>2</sup>K/W]Rse: 0.13 [m<sup>2</sup>K/W]

Extérieur

Météo: Bern Liebefeld (CH), Altitude de l'ouvrage: 530 m (-35 m)

#### Section 1

Nom matériau	Epaiss. [cm]	Sd [m]	λ [W/mK]	μ [-]	ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [wh/kgK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	
Rsi							0.000	
1 SIA 381/1 : Parquet collé	1,5	1,05	0	70	900	0,611	0	
2 Project : Chape de ciment	6	1,02	0	17	1850	0,236	0	
3 SIA 381/1 : Polystyrène expansé (EPS): 15-40 kg/m <sup>3</sup> ; non contrôlé	2	1,2	0,048	60	40	0,403	0,417	
4 SIA 381/1 : Polystyrène expansé (EPS): 15-40 kg/m <sup>3</sup> ; non contrôlé	2	1,2	0,048	60	40	0,403	0,417	
5 Project : Béton armé 1% acier (CEN)	16	20,8	2,3	130	2300	0,278	0,07	
Rse							0.130	
dUg= 0 [W/m <sup>2</sup> K], dUf= 0 [W/m <sup>2</sup> K]							dR	0
							RT	1,033

frsi = 0.804 [-], frsi,min,cond = 0.579 [-], frsi,min,moist = 0.750 [-]

Projet : CECB modèle 2021

Imprimé le: 08.03.2022 16:41:08



page 13 de 14

### Liste des modèles parois, toiture, planchers, plafonds, portes non vitrées

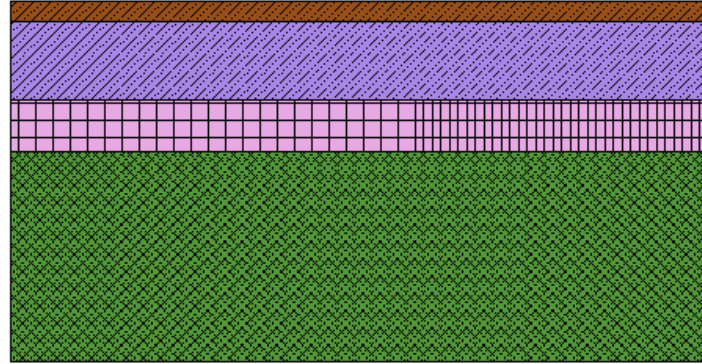
#### BE1 - (M7) - Radier en béton

Utilisation: Plancher  
Contre terre (2,77m)

Intérieur

SIA 180 (2014)

2

Capacités thermiques  
[kJ/m<sup>2</sup>K]Cm 10cm (24h): 124  
Cm 3cm (2h): 53,3Géométrie  
Epaisseur [mm]: 275

Valeur U

Statique  
0,7096 [W/m<sup>2</sup>K]Rsi: 0.13 [m<sup>2</sup>K/W]Rse: 0.00 [m<sup>2</sup>K/W]

Extérieur

Météo: Bern Liebefeld (CH), Altitude de l'ouvrage: 530 m (-35 m)

#### Section 1

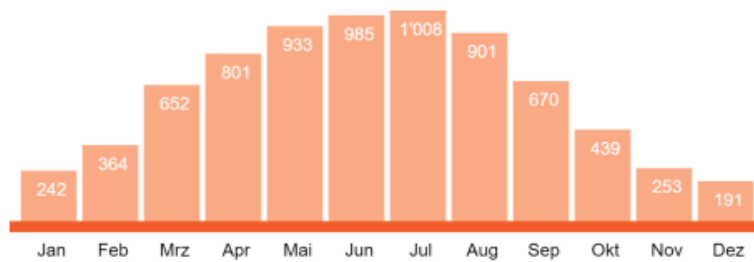
Nom matériau	Epais. [cm]	Sd [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$c$ [wh/kgK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	
Rsi							0.130	
1 SIA 381/1 : Parquet collé	1,5	1,05	0,14	70	900	0,611	0,107	
2 Project : Chape de ciment	6	1,02	1,2	17	1850	0,236	0,05	
3 Sager SA: SAGEX 15	2	0,8	0,038	40	15	0,389	0,526	
4 Sager SA: SAGEX 15	2	0,8	0,038	40	15	0,389	0,526	
5 Project : Béton armé 1% acier (CEN)	16	20,8	2,3	130	2300	0,278	0,07	
Rse							0.000	
dUg= 0 [W/m <sup>2</sup> K], dUf= 0 [W/m <sup>2</sup> K]							dR	0
							RT	1,409

frsi = 0.837 [-], frsi,min,cond = -0.179 [-], frsi,min,moist = 0.880 [-]  
Il y a un risque de moisissure.

# SCHLÜSSELDATEN RUND UM MEINE SOLARANLAGE

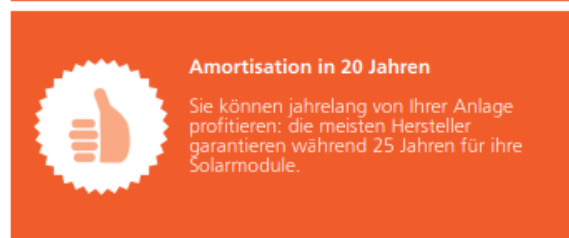
Standort: | Bewohner im Haus: 2 | Typ: Photovoltaik (Strom, WW + Heizung) |  
Orientierung der Module: -65° | Dachneigung: 33° | belegte Dachfläche: 8.0 kW (47 m<sup>2</sup>)

## Jährliche Stromproduktion (kWh)



**7'439 kWh**  
- 1'809 kWh  
**= 5'630 kWh**

Gesamtstromproduktion  
- Solarstrom selber verbraucht  
**= Solarstrom ans Netz abgegeben**



**fachion**  
Simulation Framework



**energieschweiz**  
Unser Engagement: unsere Zukunft.

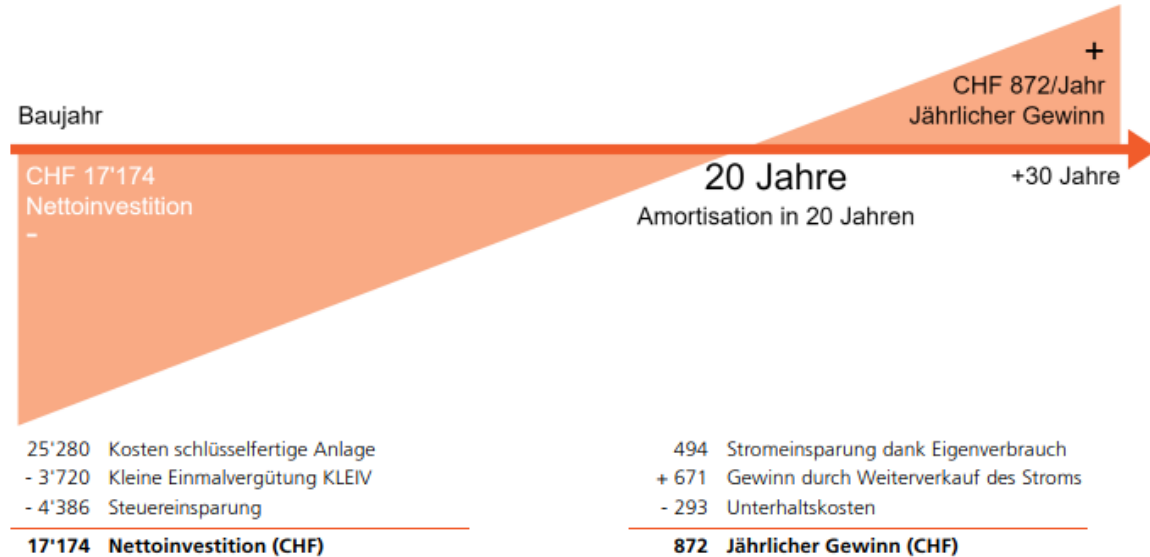
EnergieSchweiz, Bundesamt für Energie BFE  
Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen  
Postadresse: CH-3003 Bern  
Tel. 058 462 56 11, Fax 058 463 25 00  
[energieschweiz@bfe.admin.ch](mailto:energieschweiz@bfe.admin.ch), [www.energieschweiz.ch](http://www.energieschweiz.ch)

Meteodaten: Meteonorm

# SCHLÜSSELDATEN RUND UM MEINE SOLARANLAGE

Standort: | Bewohner im Haus: 2 | Typ: Photovoltaik (Strom, WW + Heizung) |  
Orientierung der Module: -65° | Dachneigung: 33° | belegte Dachfläche: 8.0 kW (47 m<sup>2</sup>)

## Finanzielle Daten



## UND DANN?

Der Solarrechner ist ein unentgeltlicher Service von EnergieSchweiz. Diese Dienstleistung dient nur zu Ihrer ersten Orientierung. Für eine detaillierte Planung holen Sie drei Offerten von Solarinstallateuren ein und vergleichen Sie die Offerten mit Hilfe der EnergieSchweiz-Experten.

- Nehmen Sie mit Solarinstallateuren Kontakt auf und treffen Sie sich mit ihnen.
- Informieren Sie sich. Unsere [Frageliste](#) hilft Ihnen, die richtigen Fragen zu stellen.
- Wählen Sie eine einfache Lösung: Mit einer schlüsselfertigen Anlage vermeiden Sie Unannehmlichkeiten.
- Holen Sie Offerten von drei Installateuren ein. Der Branchenverband Swissolar führt beispielsweise eine Liste von qualifizierten Installateuren auf [www.solarprofis.ch](http://www.solarprofis.ch).
- Lassen Sie die Offerten von einem Experten vergleichen: [www.energieschweiz.ch/solar-offerte-check](http://www.energieschweiz.ch/solar-offerte-check)
- Weitere Infos zur Solarenergie unter [solar.energieschweiz.ch](http://solar.energieschweiz.ch)

**tachion**  
Simulation Framework



**energieschweiz**  
Unser Engagement: unsere Zukunft.

EnergieSchweiz, Bundesamt für Energie BFE  
Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen  
Postadresse: CH-3003 Bern  
Tel. 058 462 56 11, Fax 058 463 25 00  
[energieschweiz@bfe.admin.ch](mailto:energieschweiz@bfe.admin.ch), [www.energieschweiz.ch](http://www.energieschweiz.ch)

Meteodaten: Meteonorm