

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

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).

Table des matières

Résumé	4
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
Rapport détaillé	14
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
Annexe	54
A Informations	55
B Hypothèses et méthodologie du calcul de rentabilité	57
C Données techniques des mesures	58
D Photos, plans et calculs	61

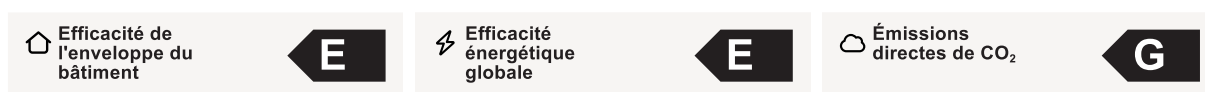
Résumé

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.

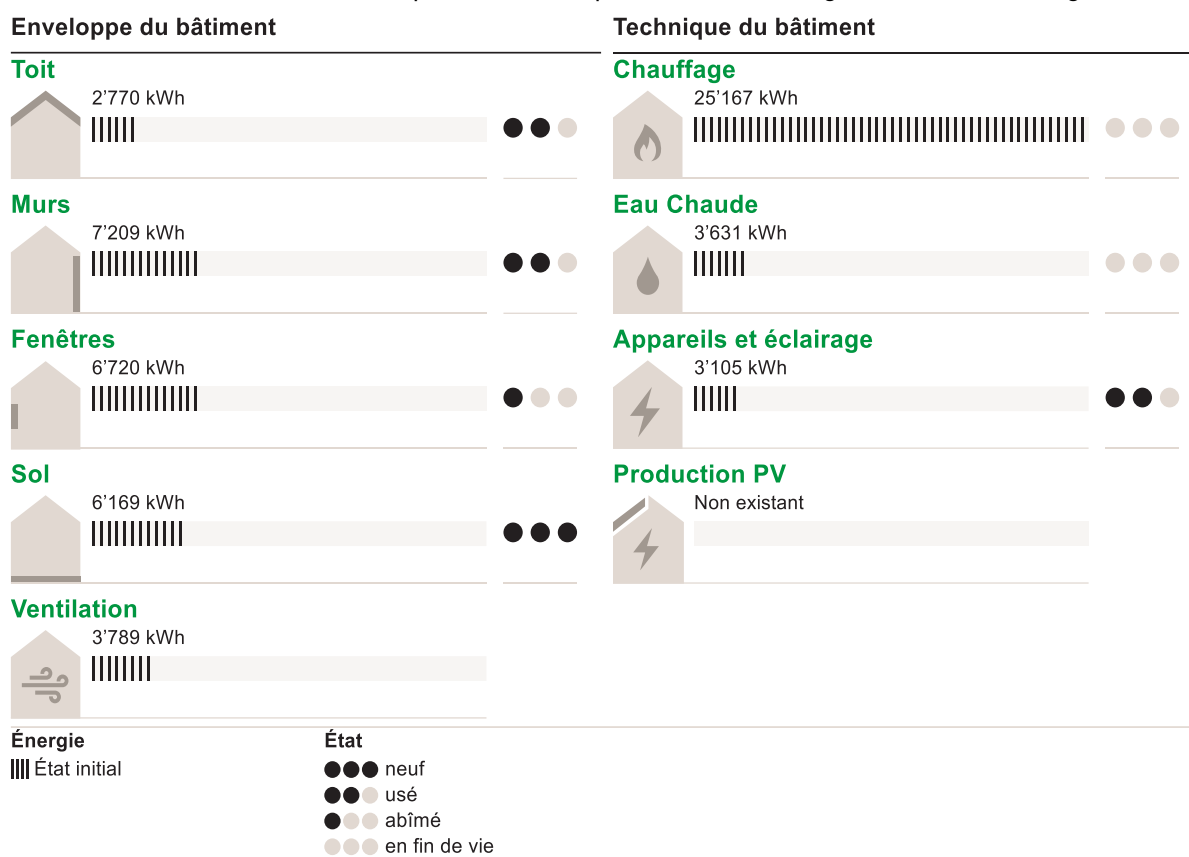
1. État initial

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'échelle¹ "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 CO₂" 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
------	--------------------	------	------------------------

¹Des 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

Ce chapitre présente le potentiel énergétique du site.

Plan directeur de l'énergie²

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

Énergie solaire

	Surface du toit	+ Potentiel	Aptitude: Très bonne
	Façades	+ Potentiel	Aptitude: Bonne

Producteurs d'énergie neutres en CO₂

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

Producteur d'énergie fossile

	Gaz	- Potentiel manque	Conditions non remplies.
	Mazout	\$ Non autorisé	L'installation d'une nouvelle chaudière fossile n'est autorisée que sur conditions.

Extension et agrandissement

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

²Le 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 CO₂

Variante A: Assainissement du chauffage

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

Variante B: Modèle de rénovation Minergie

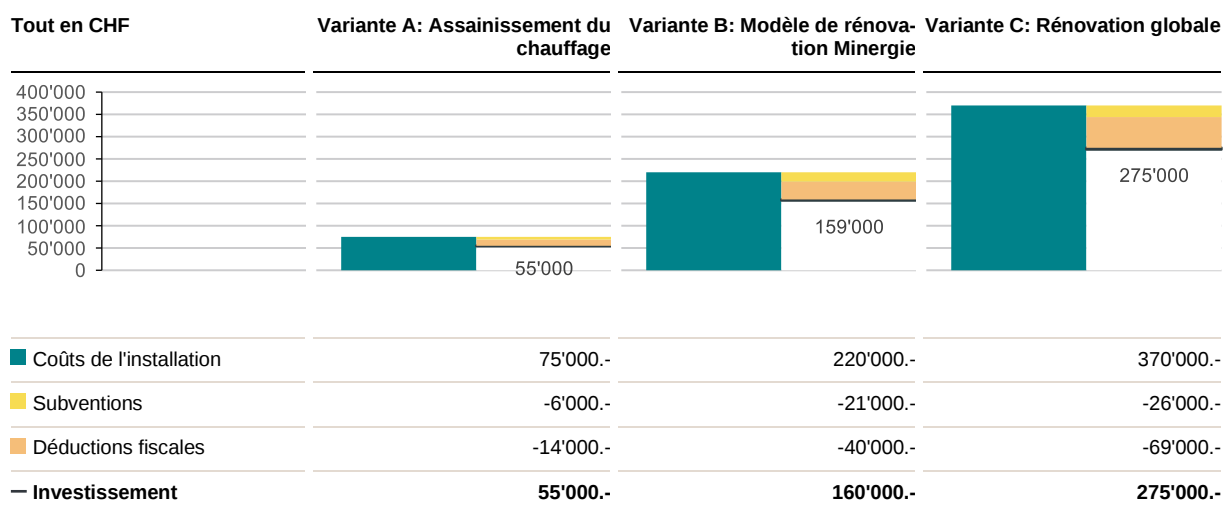
Remplacement des fenêtres et isolation du plafond de la cave. Installation d'une pompe à chaleur air-eau en remplacement du chauffage existant (également pour l'eau chaude sanitaire). Pose d'une installation photovoltaïque (PV) sur le toit. Installation d'un système de ventilation de base Minergie. Cette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

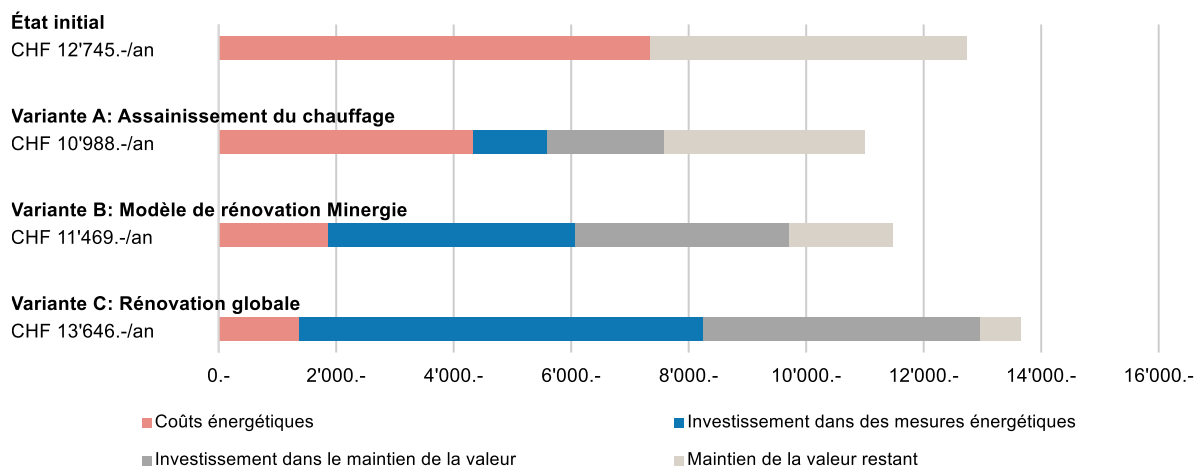
4.1. Coûts d'investissement



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.

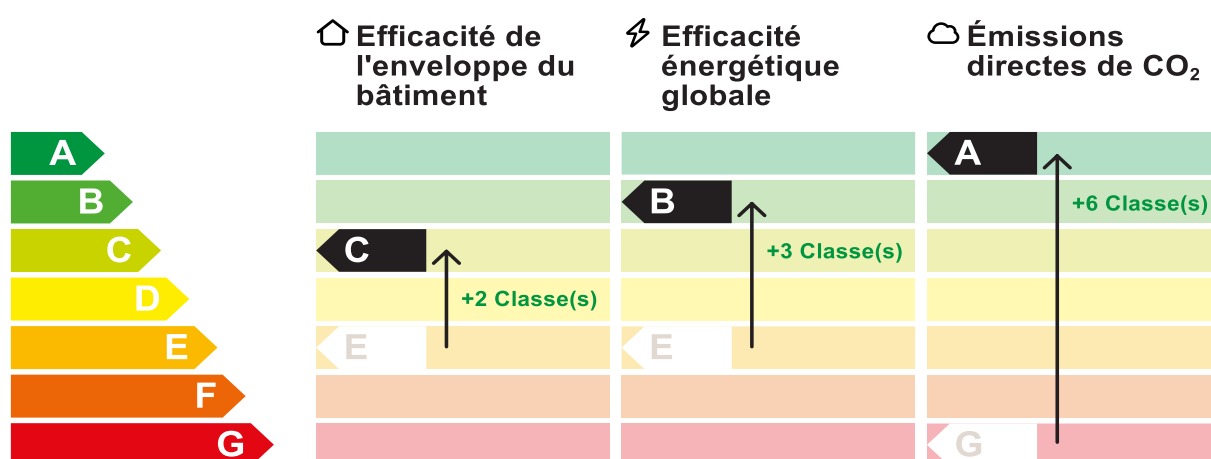
5. Recommandation

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 ² (+0 m ²)	9'204 kWh (-71%)	1 Mois	160'000.- CHF



Données clés³

État initial	110 kWh/(m ² a)	228 kWh/(m ² a)	38 kg/(m ² a)
Variante B	61 kWh/(m ² a)	62 kWh/(m ² a)	0 kg/(m ² a)
Variation	-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.

³Valeurs calculées sous utilisation standard. L'unité kWh/m²a signifie "besoin annuel en énergie par m² 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

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



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	
Titre:	Monsieur	Société:	Association CECB
Nom:	Exemple Modèle	Nom:	Agence romande
Rue:	Rue de l'Exemple 12	Rue:	Avenue de Pratifori 24C
Lieu:	2007 Modèleville (Switzerland)	Lieu:	1950 Sion
E-mail:	exemple.modele@modele.ch	E-mail:	cecb@cecb.ch
Téléphone:	+41 11 222 33 44	Téléphone:	+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

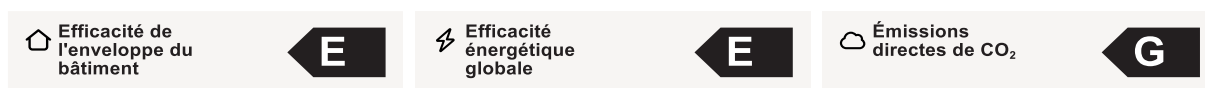
Les plans de l'époque de la construction nous ont été remis. La consommation d'électricité et de mazout n'a pas pu être déterminée faute de factures d'énergie. Le calcul des besoins énergétique n'a donc pas pu être comparé avec la consommation effective d'énergie

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

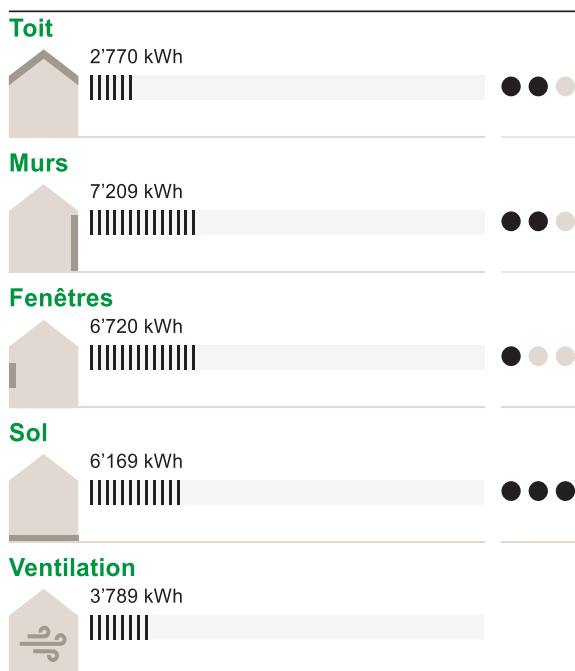
8.1. Classe actuelle



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'échelle⁴ "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 CO₂" proviennent uniquement des chauffages au mazout ou au gaz.

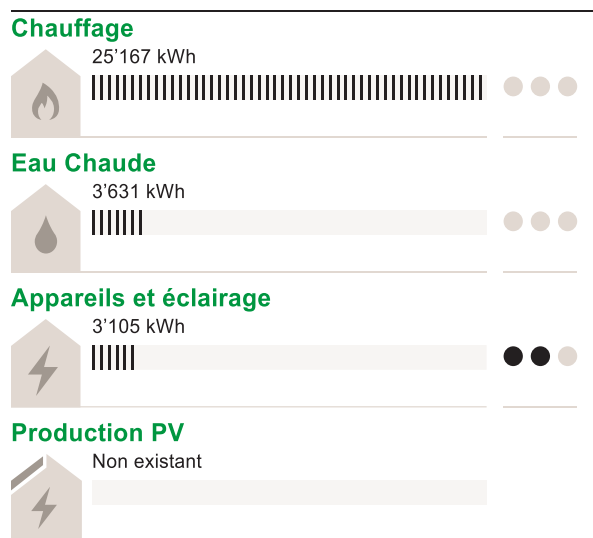
Enveloppe du bâtiment



Énergie
||| État initial

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

Technique du bâtiment



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.

⁴Des 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										
Toits Mesures à long terme - 10 à 20 ans 	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. <table><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	La couverture du toit doit être contrôlée périodiquement. Le toit devrait être rénové à long terme. <table><tr><td>Valeur U cible</td><td>Max. 0.20 W/m²K</td></tr></table>	Valeur U cible	Max. 0.20 W/m²K
Valeur U	0.31 W/m²K											
Surface	94 m²											
Année	1985											
État	●●● Usé											
Valeur U cible	Max. 0.20 W/m²K											
Murs extérieurs Mesures à long terme - 10 à 20 ans 	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. <table><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	Les façades pourraient être isolées. Idéalement, en même temps que les fenêtres mais avant le changement du système de chauffage. <table><tr><td>Valeur U cible</td><td>Max. 0.20 W/m²K</td></tr></table>	Valeur U cible	Max. 0.20 W/m²K
Valeur U	0.33 W/m²K											
Surface	165 m²											
Année	1985											
État	●●● Usé											
Valeur U cible	Max. 0.20 W/m²K											
Murs contre espace non-chauffé et terrain Mesures à moyen terme - 2 à 10 ans	Les murs du sous-sol contre les zones non chauffées sont isolés au minimum. <table><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	Les murs devraient être isolés selon les prescriptions en vigueur. Soit par une isolation intérieure, soit par une isolation extérieure. <table><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											
Fenêtres et portes Mesures à moyen terme - 2 à 10 ans 	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. <table><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	Les fenêtres peuvent être remplacées par des fenêtres modernes à triple vitrage isolant. <table><tr><td>Valeur U cible</td><td>Max. 1.0 W/m²K</td></tr></table>	Valeur U cible	Max. 1.0 W/m²K
Valeur U	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.

Charge thermique nominale approximative ⁵	8.4 kW
Année	1998
État	●●● En fin de vie

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.

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

⁵Dimensionnement 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.top-ten.ch.

État ●●● Usé

8.6. Autres propositions

Élément	Description	Améliorations possibles
Mobilité électrique 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	
Affectation du bâtiment [m²]	Surface de référence énergétique	Chauffage à mazout	100 % / 0.83	- / -	1998	
Habitat individuel (Cat. II)	173	Chauffe-eau électrique	- / -	100 % / 0.93	1998	
Total [m²]	173					
Généralités		Puissance de chauffage ⁷	Standard	Actuel		
Nombre d'étages entiers	2	Puissance spécifique de chauffage [W/m²]	41	41		
Nombre d'appartements	1	Charge thermique nominale [kW]	8.4	8.4		
Nombre moyen de pièces	≤ 5.5					
Facteur d'enveloppe	2.39	Concept de ventilation				
		Ventilation par fenêtres, Hotte aspirante, Extraction air vicié Salle de bains/WC				
Indices énergétiques	Standard	Débit d'air thermiquement actif [m³/(hm²)]		0.70 (étanche)		
Efficacité de l'enveloppe du bâtiment [kWh/(m²a)]	110					
Efficacité énergétique globale [kWh/(m²a)]	228					
Émissions directes de CO ₂ [kg/(m²a)]	38	Production d'électricité [kWh/a]		Standard	Actuel	
Émissions de gaz à effet de serre [kg/(m²a)]	54	Photovoltaïque		0	0	
		Installation de couplage chaleur-force		0	0	
Valeurs limites des indices énergétiques	pour la classe "B"	Pris en compte pour le bâtiment		-	-	
Efficacité de l'enveloppe du bâtiment [kWh/(m²a)]	53					
Efficacité énergétique globale [kWh/(m²a)]	112	Énergie finale [kWh/a]		Standard	Actuel	
Émissions directes de CO ₂ [kg/(m²a)]	5.09	Chauffage		24'577	24'590	
		Eau chaude		3'632	3'632	
Valeurs U	Contre extérieur / ≤ 2 m sous terre	Contre espace non chauffé ou contre terrain	Ventilation		144	144
[W/(m²K)]			Appareils et éclairage		3'105	3'105
Toit	0.31	-				
Murs	0.33	0.74	Part du besoin en énergie finale [%]			
Fenêtres et portes	2.3	-	Standard		Actuel	
Sol	-	0.98	Fossile		76.7	76.7
		Solaire		0.0	0.0	
Consommation mesurée ⁶ [kWh/a]						
Mazout	20'800	Coûts énergétiques [CHF]		Standard	Actuel	
Électricité	3'800	Coûts énergétiques annuels		7'351	6'608	

⁶La 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.

⁷Les 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'énergie⁸

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

Énergie solaire

	Surface du toit	+ Potentiel	Aptitude: Très bonne
	Façades	+ Potentiel	Aptitude: Bonne

Producteurs d'énergie neutres en CO₂

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

Producteur d'énergie fossile

	Gaz	– Potentiel manque	Conditions non remplies.
	Mazout	\$ Non autorisé	L'installation d'une nouvelle chaudière fossile n'est autorisée que sur conditions.

⁸Le 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

	Agrandissement intérieur (sous-sol/grenier)	— Potentiel manque	Sous-sol et combles largement utilisés en l'état.
	Agrandissement / Extension / Transformation	? 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

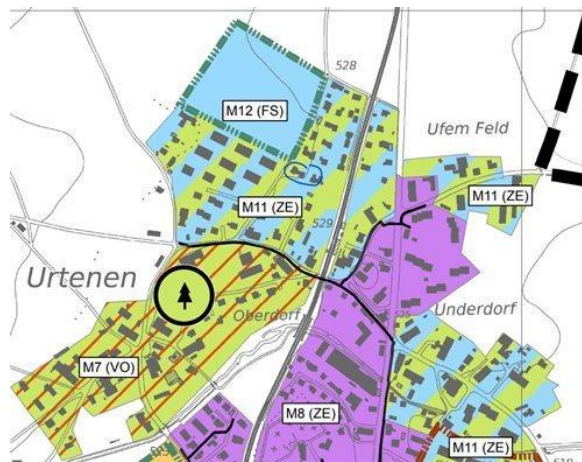


Illustration 1 M11 : Utilisation du bois-énergie + chaleur environnementale

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 m²
- Rayonnement annuel : 1344 kWh/m²a
- 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

L'effet d'éblouissement sur les bâtiments voisins, qui peut être évalué à l'aide de l'outil d'éblouissement (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 m²
- 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

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

9.4. Sources d'énergie neutres en CO₂ 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 CO₂, 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

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.

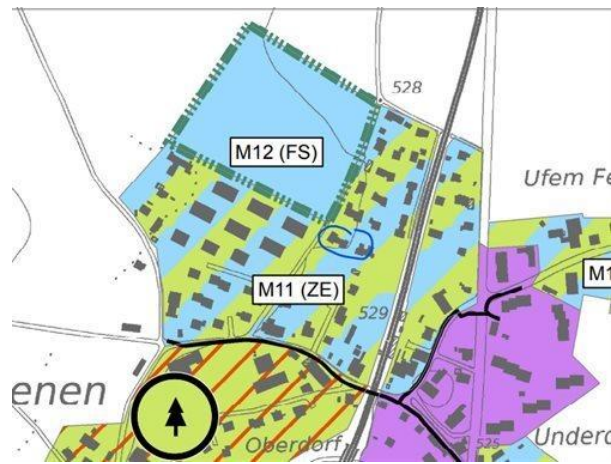


Illustration 5 Extrait de la carte du plan directeur

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

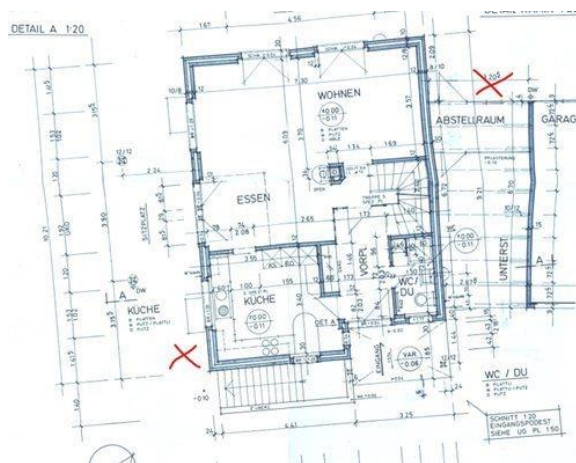


Illustration 6 Plan avec proposition d'emplacements potentiels

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 m³. 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.

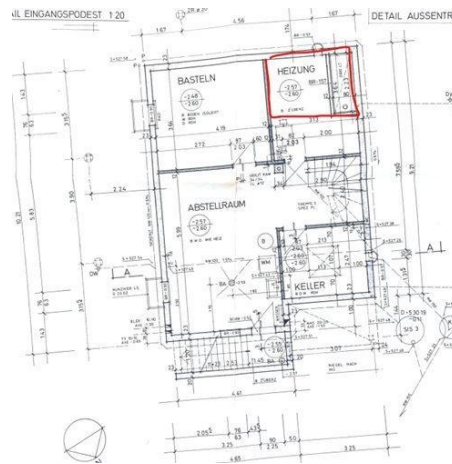


Illustration 7 Possibilité de stockage des pellets

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/(m²a)	110 kWh/(m²a)	61 kWh/(m²a)	40 kWh/(m²a)
Efficacité énergétique globale	228 kWh/(m²a)	137 kWh/(m²a)	62 kWh/(m²a)	46 kWh/(m²a)
Émissions directes de CO ₂	38 kg/(m²a)	0 kg/(m²a)	0 kg/(m²a)	0 kg/(m²a)
Bâtiment				
Surface chauffée ⁹	173 m²	173 m²	173 m²	173 m²
Affectation-s	Habitat individuel	Habitat individuel	Habitat individuel	Habitat individuel
Données clés				
Producteur de chaleur principal	Chauffage à mazout	PAC neuve	PAC neuve	PAC neuve
Installation solaire	Non	Non	Photovoltaïque	Photovoltaïque
Besoin en énergie finale ¹⁰	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 ¹¹	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

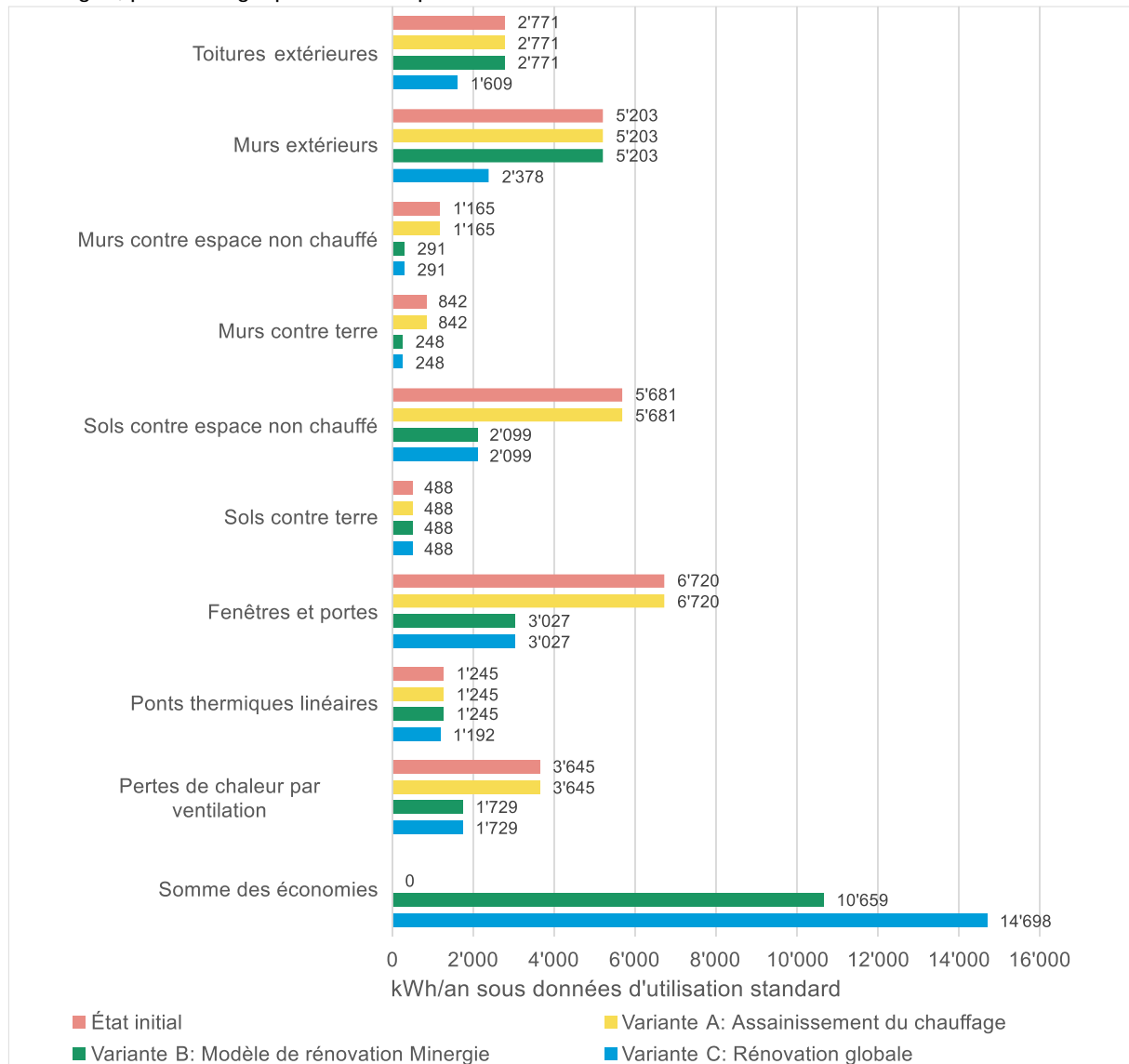
⁹Surface chauffée : correspond à la surface de référence énergétique SRE.

¹⁰Besoin 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.

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

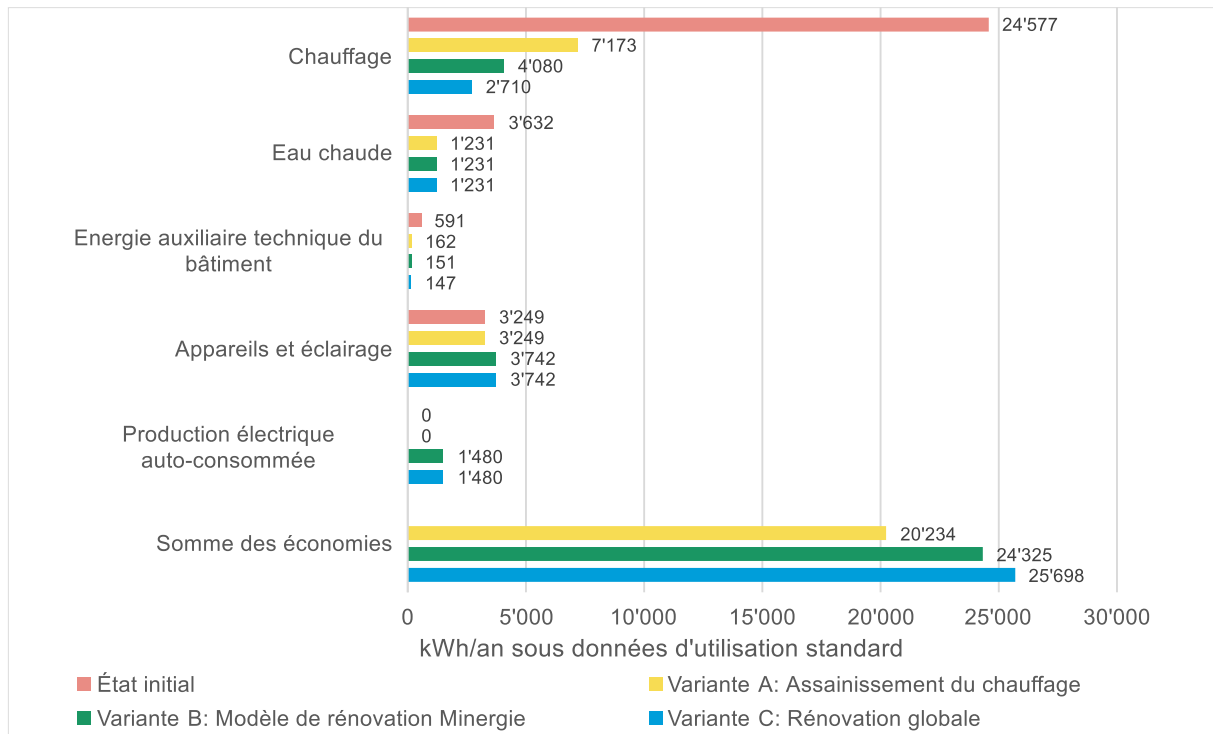
10.2. Pertes de chaleur

Ce graphique représente les pertes de chaleur par transmission des éléments de construction. Plus la barre est longue, plus l'énergie perdue est importante.



10.3. Énergie finale

Les besoins énergétiques sont comparables à ceux d'objets de la même période de construction. Il existe un grand potentiel d'amélioration. La rénovation globale (variante C) permet d'économiser beaucoup d'énergie. De plus, une installation photovoltaïque permet de produire soi-même de l'électricité et réduit donc la consommation d'électricité.



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
Enveloppe du bâtiment	79'000.-	6'000.-	62'000.-	170'000.-
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.-
technique du bâtiment	28'000.-	48'000.-	95'000.-	95'000.-
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.-
Équipements d'exploitation	9'000.-	0.-	0.-	0.-
Appareils et éclairage	9'000.-	0.-	0.-	0.-
Autres consommateurs	0.-	0.-	0.-	0.-
Coûts de construction	116'000.-	54'000.-	157'000.-	265'000.-
Frais annexes de construction	30'000.-	21'000.-	63'000.-	104'000.-
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.-
Coûts de l'installation	146'000.-	75'000.-	220'000.-	369'000.-
Déductions	-29'000.-	-20'000.-	-61'000.-	-95'000.-
Subventions ¹²	0.-	-6'000.-	-21'000.-	-26'000.-
Déductions fiscales	-29'000.-	-14'000.-	-40'000.-	-69'000.-
Investissement	117'000.-	55'000.-	159'000.-	274'000.-

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

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

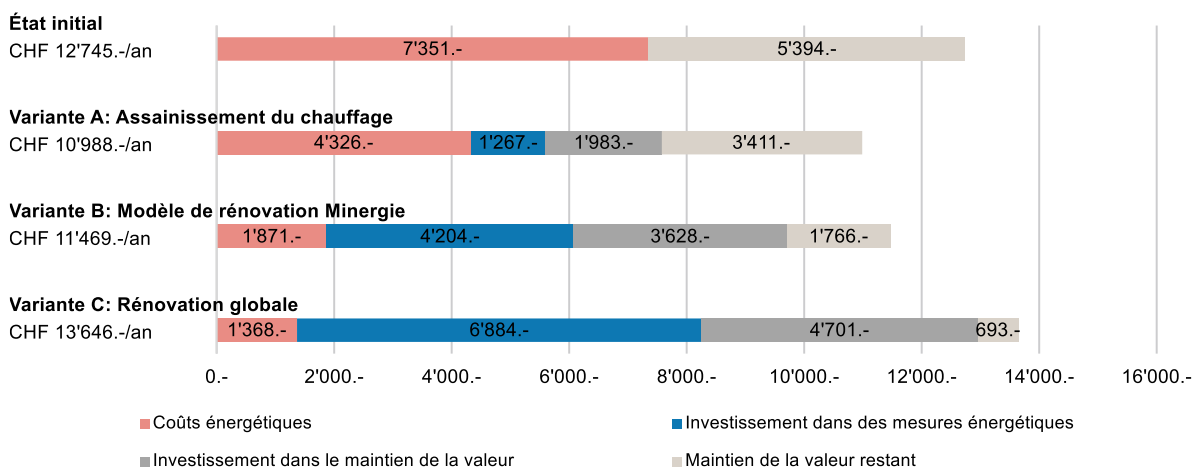
transformations intérieures et aux travaux d'entretien ne sont pas pris en compte. L'estimation des coûts peut être utilisée pour l'établissement d'un budget.

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 ¹³	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.-
Total par année	12'745.-	10'988.-	11'469.-	13'646.-

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.

¹³Les 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.

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
Total				6'000

11.3.2. Variante B: Modèle de rénovation Minergie

Description	Conditions	Nombre [—]	Taux de financement [CHF/Unité]	Unité [CHF]
Installation photovoltaïque (45m ² / 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
Total				20'540

11.3.3. Variante C: Rénovation globale

Description	Conditions	Nombre [—]	Taux de financement [CHF/Unité]	Unité [CHF]
Installation photovoltaïque (45m ² / 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 -> renouve- lable	173	110	19'030
Système de ventilation	Avec récupération de chaleur	1	3'000	3'000
Total				25'730

12. Variante A

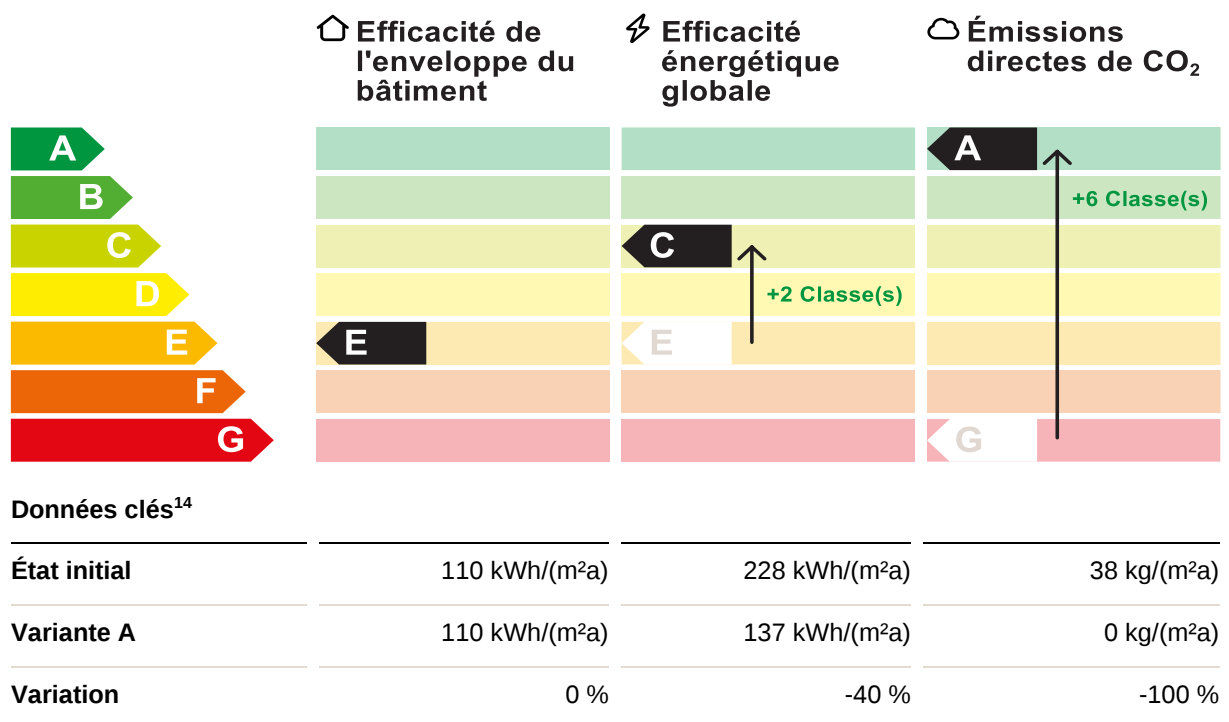
Ce chapitre sert de référence et contient des détails supplémentaires et des compléments aux variantes respectives. Le contenu est donc partiellement répété.

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 ² (+0 m ²)	11'815 kWh (-63%)	2 Semaines	55'000.- CHF

12.2. Étiquette énergie Variante A

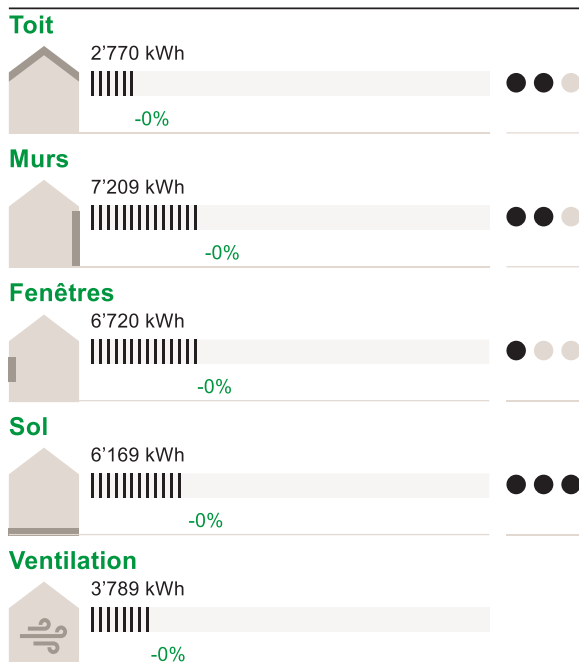


¹⁴Valeurs calculées sous utilisation standard. L'unité kWh/m²a signifie "besoin annuel en énergie par m² de surface chauffée".

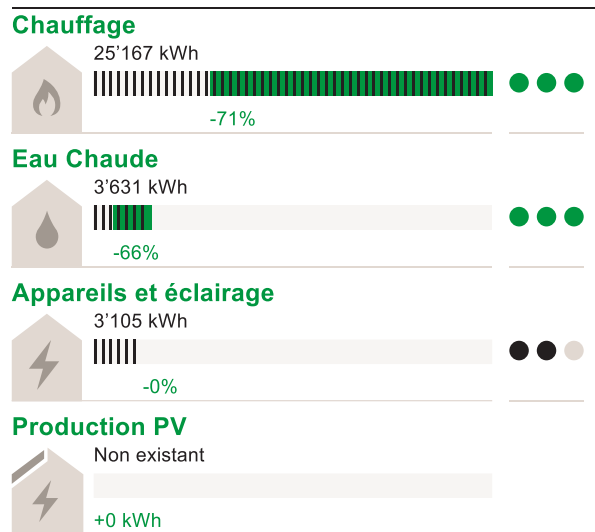
12.3. Influence des mesures Variante A

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

Enveloppe du bâtiment



Technique du bâtiment



Énergie

|||| État initial
■ Amélioration
■ Besoin supplémentaire

État

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

12.4. Description détaillée

Part / SRE	Affectation
100 % / 173 m²	Habitat individuel (Cat. II)

Catégorie	Détails et recommandations: enveloppe du bâtiment
Enveloppe du bâtiment	Aucune mesure.

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	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

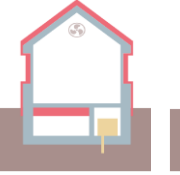
Variante A:
Assainissement du chauffage

Enveloppe du bâtiment		6'000.-
Échafaudage		6'000.-
Toits et plafonds		0.-
Murs		0.-
Fenêtres et portes		0.-
Sol		0.-
technique du bâtiment		48'000.-
Chauffage/Eau chaude		48'000.-
Ventilation		0.-
Photovoltaïque		0.-
Équipements d'exploitation		0.-
Appareils et éclairage		0.-
Autres consommateurs		0.-
Coûts de construction		54'000.-
Frais annexes de construction		21'000.-
Frais de planification		8'000.-
Frais annexes		1'000.-
Imprévus		6'000.-
Taxe sur la valeur ajoutée		6'000.-
Coûts de l'installation		75'000.-
Déductions		-20'000.-
Subventions ¹⁵		-6'000.-
Déductions fiscales		-14'000.-
Investissement		55'000.-

¹⁵Les 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 www.minergie.ch/fr/thematiques/thematiques/air-interieur-sain			RC obligatoire	✗
Confort estival	Protection thermique estivale avec max. 100 h au-dessus de 26.5°C calculé avec données futures minergie.ch/protection-thermique-estivale				
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		Producteur de chaleur	Chauffage	Eau chaude	Année de construction
			PAC neuve	100 % / 2.8	100 % / 2.8
Affectation du bâtiment [m²]	Surface de référence énergétique				
Habitat individuel	173	Puissance de chauffage ¹⁶	Standard	Actuel	
Total [m²]	173		Puissance spécifique de chauffage [W/m²]	41	41
			Charge thermique nominale [kW]	8.4	8.4
Concept de ventilation					
Ventilation par fenêtres, Hotte aspirante, Extraction air vicié Salle de bains/WC					
Débit d'air thermiquement actif [m³/(hm²)]			0.70 (étanche)		
Indices énergétiques [W/(m²K)]		Standard			
Efficacité de l'enveloppe du bâtiment [kWh/(m²a)]	110	Production d'électricité			
Efficacité énergétique globale [kWh/(m²a)]	137	[kWh/a]	Standard	Actuel	
Émissions directes de CO ₂ [kg/(m²a)]	0	Photovoltaïque	0	0	
Émissions de gaz à effet de serre [kg/(m²a)]	9	Installation de couplage chaleur-force	0	0	
		Pris en compte pour le bâtiment	-	-	
Valeurs limites des indices énergétiques		pour la classe "B"			
Efficacité de l'enveloppe du bâtiment [kWh/(m²a)]	53	Énergie finale [kWh/a]			
Efficacité énergétique globale [kWh/(m²a)]	112	Chauffage	Standard	Actuel	
Émissions directes de CO ₂ [kg/(m²a)]	5.09	Eau chaude	1'231	1'231	
		Ventilation	144	144	
		Appareils et éclairage	3'105	3'105	
Valeurs U [W/(m²K)]		Part du besoin en énergie finale [%]			
Contre extérieur / ≤ 2 m sous terre	Contre espace non chauffé ou contre terrain		Standard	Actuel	
Toit	0.31	Fossile	0.0	0.0	
Murs	0.33	Solaire	0.0	0.0	
Fenêtres et portes	2.3				
Sol	-				
		Coûts énergétiques [CHF]	Standard	Actuel	
		Coûts énergétiques annuels	4'326	3'914	

¹⁶Les 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

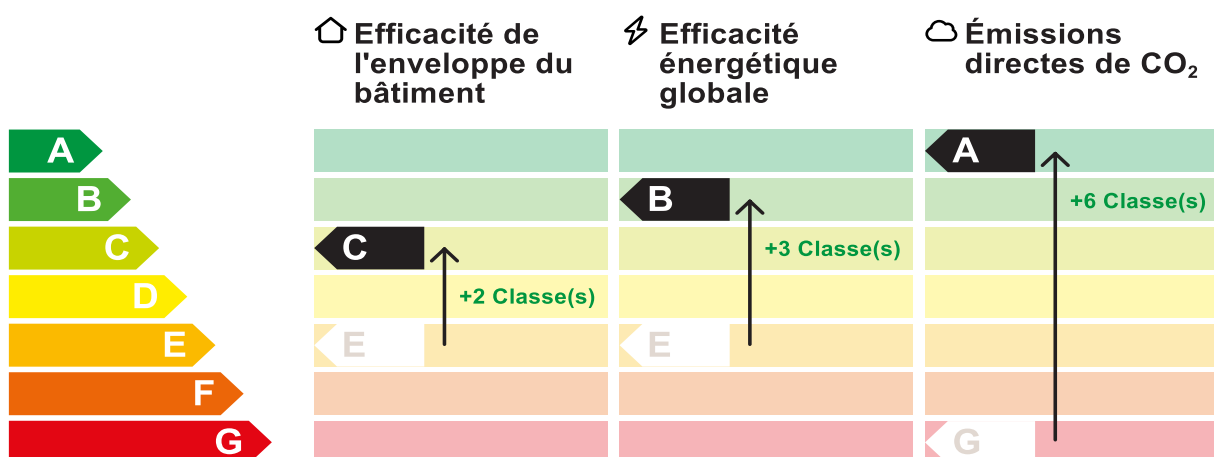
Ce chapitre sert de référence et contient des détails supplémentaires et des compléments aux variantes respectives. Le contenu est donc partiellement répété.

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 ² (+0 m ²)	9'204 kWh (-71%)	1 Mois	160'000.- CHF

13.2. Étiquette énergie Variante B



Données clés¹⁷

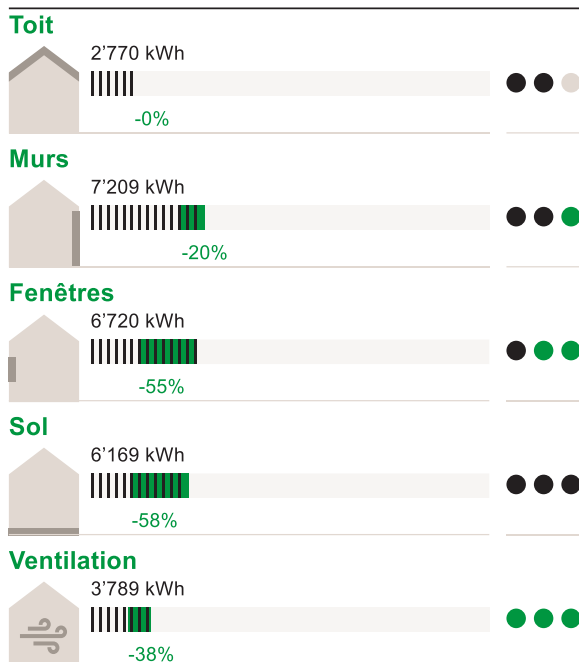
État initial	110 kWh/(m ² a)	228 kWh/(m ² a)	38 kg/(m ² a)
Variante B	61 kWh/(m ² a)	62 kWh/(m ² a)	0 kg/(m ² a)
Variation	-45 %	-73 %	-100 %

¹⁷Valeurs calculées sous utilisation standard. L'unité kWh/m²a signifie "besoin annuel en énergie par m² de surface chauffée".

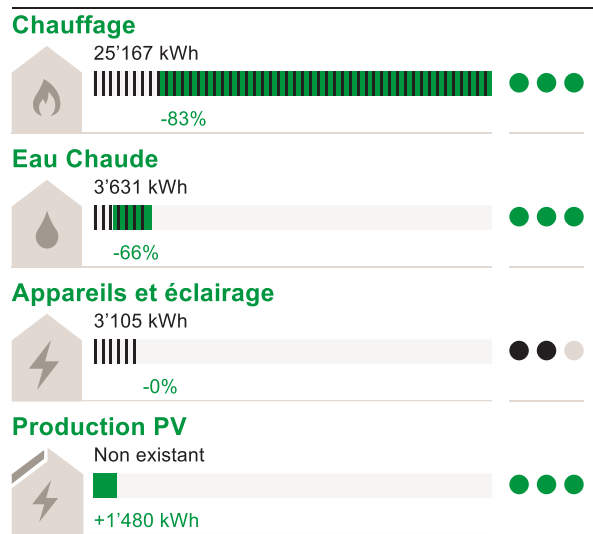
13.3. Influence des mesures Variante B

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 m²	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/m²K.
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/m²K.
Sols contre espace non-chauffé et terrain	Le plafond de la cave sera isolé au mieux. Une valeur U inférieure à 0,25 W/m²K 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	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).
Électricité	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. Le reste des équipements est inchangé.
Ventilation	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.

13.5. Coûts Variante B

Toutes les indications en CHF

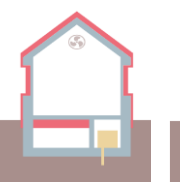
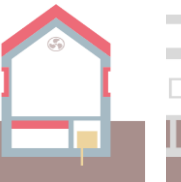
Variante B:
Modèle de rénovation Minergie

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

¹⁸Les 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 www.minergie.ch/fr/thematiques/thematiques/air-interieur-sain			RC obligatoire	✓
Confort estival	Protection thermique estivale avec max. 100 h au-dessus de 26.5°C calculé avec données futures minergie.ch/protection-thermique-estivale				
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. Avec la certification Minergie, un contrôle qualité indépendant est effectué. Outre les exigences élevées en matière de rénovation énergétique, les utilisateur·trice·s 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		Producteur de chaleur	Chauffage	Eau chaude
			Année de construction	
		PAC neuve	100 % / 2.8	100 % / 2.8
				2024
Affectation du bâtiment [m²]	Surface de référence énergétique			
Habitat individuel	173	Puissance de chauffage ¹⁹	Standard	Actuel
Total [m²]	173			
		Puissance spécifique de chauffage [W/m²]	25	25
		Charge thermique nominale [kW]	5.1	5.1
Généralités		Concept de ventilation		
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	Production d'électricité		
		[kWh/a]	Standard	Actuel
		Photovoltaïque	3'848	7'400
		Installation de couplage chaleur-force	0	0
		Pris en compte pour le bâtiment	3'848	7'400
Indices énergétiques [W/(m²K)]	Standard	Énergie finale [kWh/a]		
Efficacité de l'enveloppe du bâtiment [kWh/(m²a)]	61	Standard	Actuel	
Efficacité énergétique globale [kWh/(m²a)]	62	Chauffage	4'080	4'081
Émissions directes de CO ₂ [kg/(m²a)]	0	Eau chaude	1'231	1'231
Émissions de gaz à effet de serre [kg/(m²a)]	4	Ventilation	637	637
		Appareils et éclairage	3'105	3'105
Valeurs limites des indices énergétiques	pour la classe "B"	Part du besoin en énergie finale [%]		
Efficacité de l'enveloppe du bâtiment [kWh/(m²a)]	53	Standard	Actuel	
Efficacité énergétique globale [kWh/(m²a)]	112	Fossile	0.0	0.0
Émissions directes de CO ₂ [kg/(m²a)]	5.09	Solaire	41.8	80.4
Valeurs U [W/(m²K)]	Contre extérieur / ≤ 2 m sous terre	Contre espace non chauffé ou contre terrain	Coûts énergétiques [CHF]	
Toit	0.31	-	Standard	Actuel
Murs	0.33	0.20	Coûts énergétiques annuels	1'871
Fenêtres et portes	1.0	-		1'633
Sol	-	0.46		

¹⁹Les 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

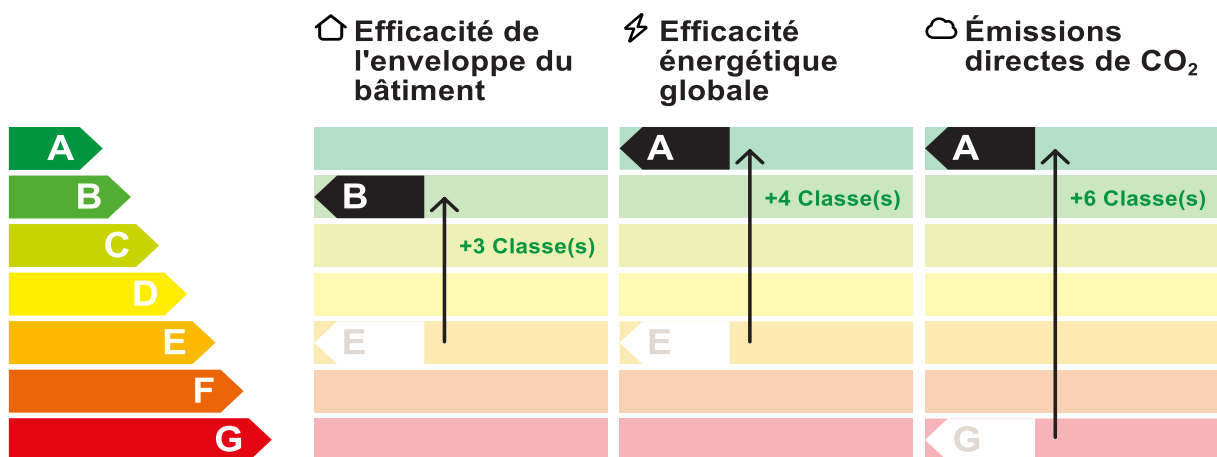
Ce chapitre sert de référence et contient des détails supplémentaires et des compléments aux variantes respectives. Le contenu est donc partiellement répété.

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 ² (+0 m ²)	7'831 kWh (-76%)	Environ 1 Mois	275'000.- CHF

14.2. Étiquette énergie Variante C



Données clés²⁰

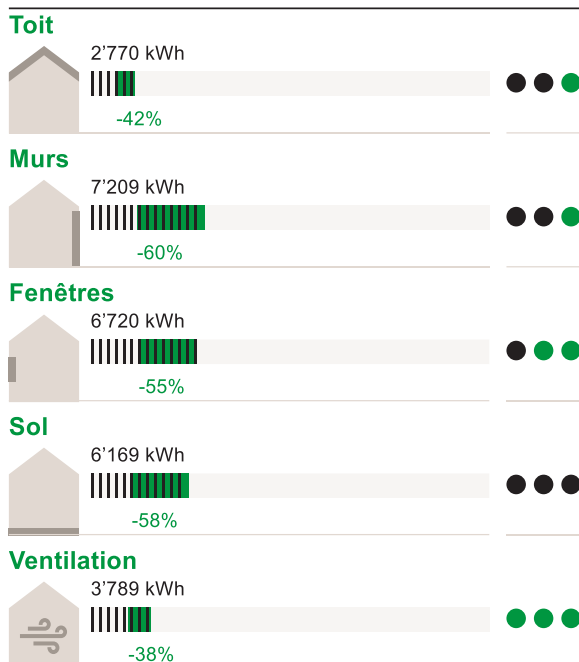
État initial	110 kWh/(m ² a)	228 kWh/(m ² a)	38 kg/(m ² a)
Variante C	40 kWh/(m ² a)	46 kWh/(m ² a)	0 kg/(m ² a)
Variation	-64 %	-80 %	-100 %

²⁰Valeurs calculées sous utilisation standard. L'unité kWh/m²a signifie "besoin annuel en énergie par m² de surface chauffée".

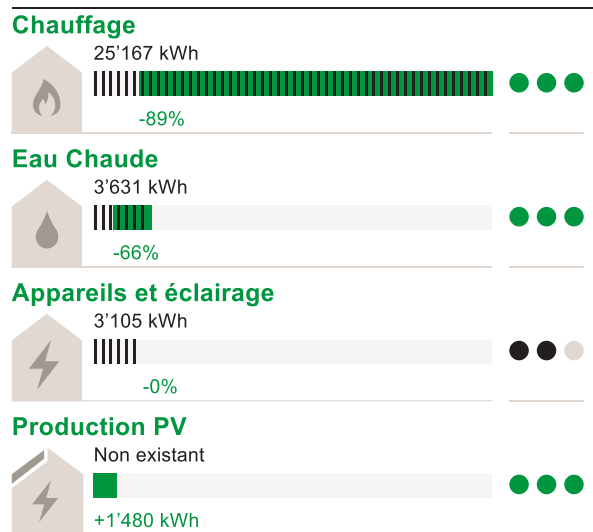
14.3. Influence des mesures Variante C

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

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

14.4. Description détaillée

Part / SRE	Affectation
100 % / 173 m²	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/m²K est prévue.
Murs extérieurs	Les murs seront isolés avec un supplément de 10 à 15 cm. Une valeur U inférieure à 0,15 W/m²K 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/m²K.

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 ² 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 ² 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.

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	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).
Électricité	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. Le reste des équipements est inchangé.
Ventilation	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.

14.5. Coûts Variante C

Toutes les indications en CHF

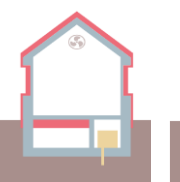
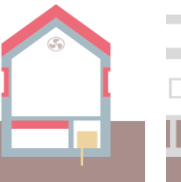
**Variante C:
Rénovation globale**

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

²¹Les 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 www.minergie.ch/fr/thematiques/thematiques/air-interieur-sain			RC obligatoire	✓
Confort estival	Protection thermique estivale avec max. 100 h au-dessus de 26.5°C calculé avec données futures minergie.ch/protection-thermique-estivale				
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. Avec la certification Minergie, un contrôle qualité indépendant est effectué. Outre les exigences élevées en matière de rénovation énergétique, les utilisateur·trice·s 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		Producteur de chaleur	Chauffage	Eau chaude	Année de construction
			PAC neuve	100 % / 2.8	100 % / 2.8
Affectation du bâtiment [m²]	Surface de référence énergétique				
Habitat individuel	173	Puissance de chauffage ²²	Standard	Actuel	
Total [m²]	173		Puissance spécifique de chauffage [W/m²]	19	19
			Charge thermique nominale [kW]	3.8	3.8
Concept de ventilation					
Ventilation de base (double-flux), Hotte aspirante, Extraction air vicié Salle de bains/WC					
Débit d'air thermiquement actif [m³/(hm²)]			0.33 (étanche)		
Indices énergétiques [W/(m²K)]		Standard			
Efficacité de l'enveloppe du bâtiment [kWh/(m²a)]		40			
Efficacité énergétique globale [kWh/(m²a)]		46			
Émissions directes de CO ₂ [kg/(m²a)]		0			
Émissions de gaz à effet de serre [kg/(m²a)]		3			
Valeurs limites des indices énergétiques		pour la classe "B"			
Efficacité de l'enveloppe du bâtiment [kWh/(m²a)]		53			
Efficacité énergétique globale [kWh/(m²a)]		112			
Émissions directes de CO ₂ [kg/(m²a)]		5.09			
Valeurs U		Contre espace non chauffé ou contre terrain			
[W/(m²K)]	Contre extérieur / ≤ 2 m sous terre				
Toit	0.18	-			
Murs	0.15	0.20			
Fenêtres et portes	1.0	-			
Sol	-	0.46			
Part du besoin en énergie finale [%]					
		Standard	Actuel		
Fossile		0.0	0.0		
Solaire		49.1	94.5		
Coûts énergétiques [CHF]		Standard	Actuel		
Coûts énergétiques annuels		1'368	1'207		

²²Les 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

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

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

Objectif

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

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

Efficacité

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

L'**isolation thermique de l'enveloppe du bâtiment** et une meilleure **efficacité des installations techniques** permettent non seulement de réduire les émissions de CO₂, 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 CO₂ telles que les pompes à chaleur, le chauffage à distance (dans la mesure où il ne provient pas de sources d'énergie fossiles) et la chaleur issue de la biomasse doivent remplacer les systèmes de chauffage fossiles.

Soutien financier Soutien financier

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

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

A.2 Pourquoi et comment rénover Minergie ?



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

A.2.1 Avantages d'une rénovation Minergie

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

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

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

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

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



La certification pour un meilleur bâtiment



La ventilation pour un confort permanent



La protection thermique estivale pour garder la tête froide

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

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

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

B Hypothèses et méthodologie du calcul de rentabilité

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

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

B.1 Paramètres

Les paramètres suivants sont utilisés

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

B.2 Tarifs et renchérissement

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

Agent énergétique	Prix	Unité	Renchérissment	Future taxe sur le CO ₂
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

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

Fe-1	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 $\Rightarrow$ 0.5), Valeur U (2.3 $\Rightarrow$ 1), Année de rénovation (Aucune indication $\Rightarrow$ 2024)	X	X
Fe-10	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 $\Rightarrow$ 0.5), Valeur U (2.3 $\Rightarrow$ 1), Année de rénovation (Aucune indication $\Rightarrow$ 2024)	X	X
Fe-11	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 $\Rightarrow$ 0.5), Valeur U (2.3 $\Rightarrow$ 1), Année de rénovation (Aucune indication $\Rightarrow$ 2024)	X	X
Fe-12	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 $\Rightarrow$ 0.5), Valeur U (2.3 $\Rightarrow$ 1), Année de rénovation (Aucune indication $\Rightarrow$ 2024)	X	X
Fe-13	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 $\Rightarrow$ 0.5), Valeur U (2.3 $\Rightarrow$ 1), Année de rénovation (Aucune indication $\Rightarrow$ 2024)	X	X
Fe-2	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 $\Rightarrow$ 0.5), Valeur U (2.3 $\Rightarrow$ 1), Année de rénovation (Aucune indication $\Rightarrow$ 2024)	X	X
Fe-3	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 $\Rightarrow$ 0.5), Valeur U (2.3 $\Rightarrow$ 1), Année de rénovation (Aucune indication $\Rightarrow$ 2024)	X	X
Fe-4	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 $\Rightarrow$ 0.5), Valeur U (2.3 $\Rightarrow$ 1), Année de rénovation (Aucune indication $\Rightarrow$ 2024)	X	X
Fe-5	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 $\Rightarrow$ 0.5), Valeur U (2.3 $\Rightarrow$ 1), Année de rénovation (Aucune indication $\Rightarrow$ 2024)	X	X
Fe-6	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 $\Rightarrow$ 0.5), Valeur U (2.3 $\Rightarrow$ 1), Année de rénovation (Aucune indication $\Rightarrow$ 2024)	X	X
Fe-7	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 $\Rightarrow$ 0.5), Valeur U (2.3 $\Rightarrow$ 1), Année de rénovation (Aucune indication $\Rightarrow$ 2024)	X	X
Fe-8	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 $\Rightarrow$ 0.5), Valeur U (2.3 $\Rightarrow$ 1), Année de rénovation (Aucune indication $\Rightarrow$ 2024)	X	X
Fe-9	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 $\Rightarrow$ 0.5), Valeur U (2.3 $\Rightarrow$ 1), Année de rénovation (Aucune indication $\Rightarrow$ 2024)	X	X
Po-1	Nouvelle porte extérieur	Valeur U (2.2 $\Rightarrow$ 1.2), Année de rénovation (Aucune indication $\Rightarrow$ 2024)	X	X
Po-2	Nouvelle porte intérieur	Valeur U (2.2 $\Rightarrow$ 1.2), Année de rénovation (Aucune indication $\Rightarrow$ 2024)	X	X
Sx-1	Plafond de la cave (BG1)	Valeur U (0.97 $\Rightarrow$ 0.25), Année de rénovation (Aucune indication $\Rightarrow$ 2024)	X	X
PCI-2	Socle du bâtiment (OFEN 3.4-A1)	Nombre (1 $\Rightarrow$ 0), Année de rénovation (Aucune indication $\Rightarrow$ 2024)		X

C.2 technique du bâtiment

Abré- viation	Description	Mesure	Variante A	Variante B	Variante C
PC-1	PAC neuve	Source d'énergie (Mazout $\Rightarrow$ Électricité (TM / tarif unique)), Fraction utile chauffage (0.83 $\Rightarrow$ 2.8), Fraction utile ECS (0 $\Rightarrow$ 2.8), Type (Chaudière à mazout $\Rightarrow$ Pompe à chaleur, air-eau), Distribution (Chauffage (Ch) $\Rightarrow$ Ch+ECS (toute l'année)), Distribution (Aucune indication $\Rightarrow$ Radiateurs), Année de construction (1998 $\Rightarrow$ 2024), Année de rénovation (Aucune indication $\Rightarrow$ 2024)	X	X	X
PC-2	Chauffe-eau électrique	Nombre (1 $\Rightarrow$ 0), Année de rénovation (Aucune indication $\Rightarrow$ 2024)	X	X	X
ACC-1	Ballon ECS	PC-1 (Non $\Rightarrow$ Oui), PC-2 (Oui $\Rightarrow$ Non)	X	X	X
ACC-2	Ballon tampon	Nouvel élément	X	X	X
Ch-1	Chauffage des locaux	Épaisseur d'isolation (2 $\Rightarrow$ 4), Année de rénovation (Aucune indication $\Rightarrow$ 2024)	X	X	X

Ch-2	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
ECS-1	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
PE-1	Installation photovoltaïque (45m2 / 8kW)	Nouvel élément		X	X
Ve-1	Ventilation de base (double-flux)	Nouvel élément		X	X

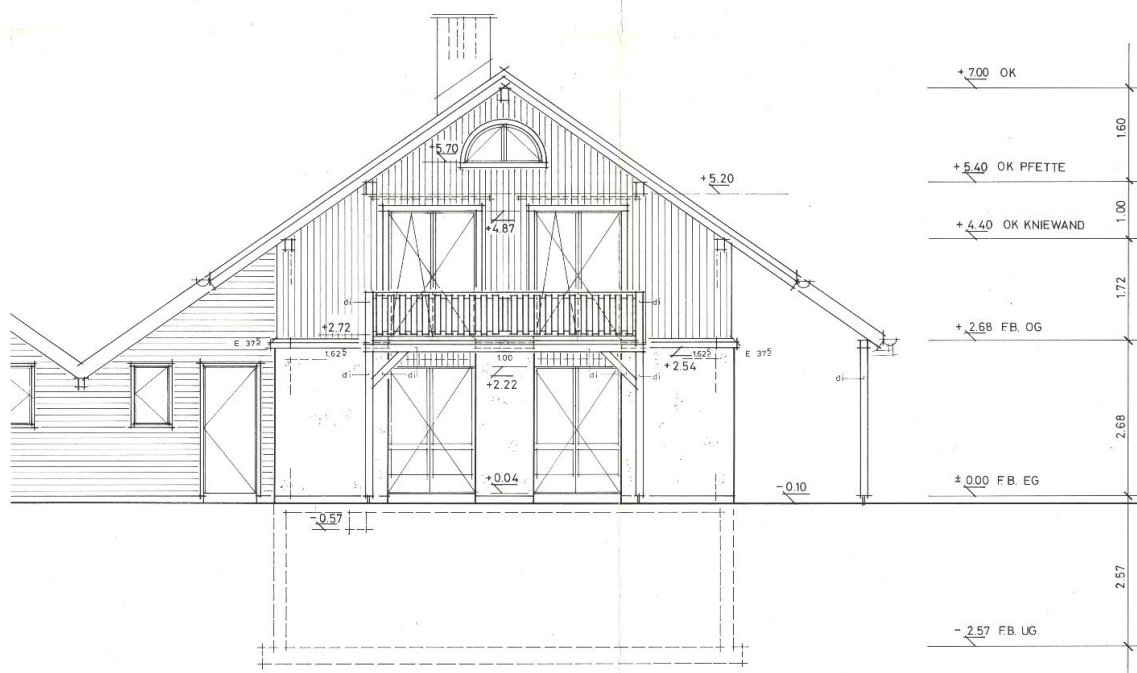
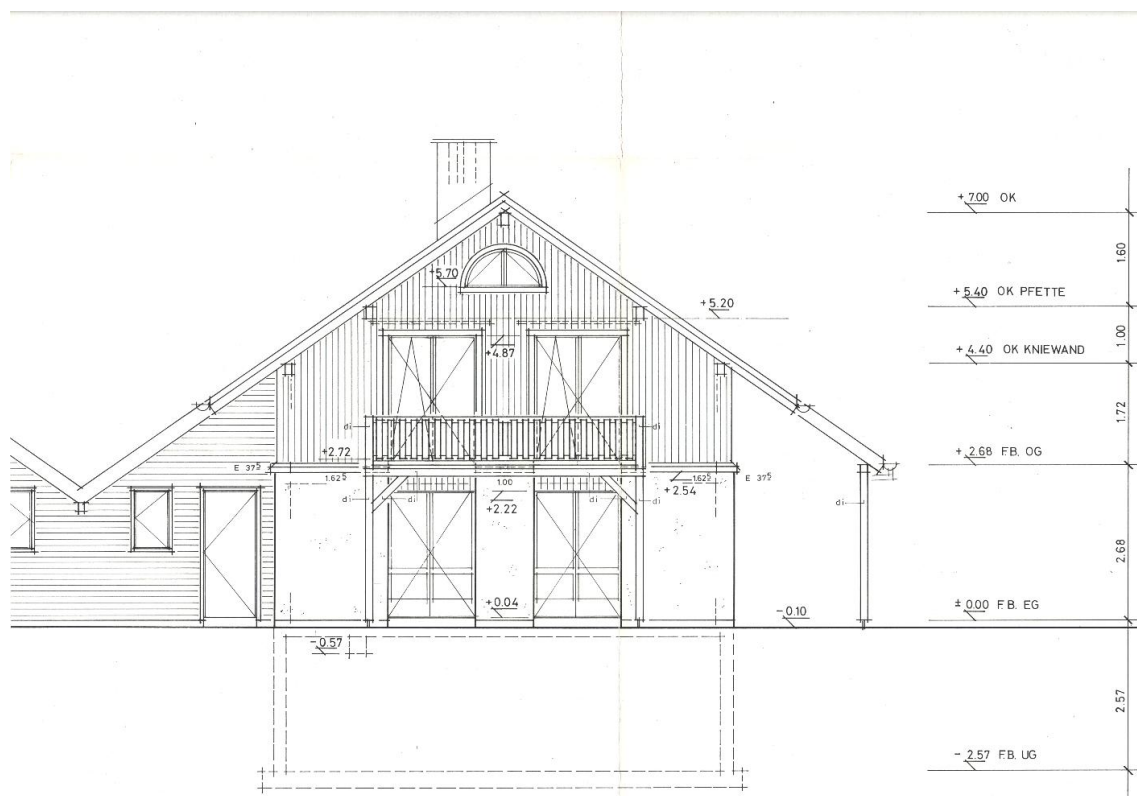
D Photos, plans et calculs

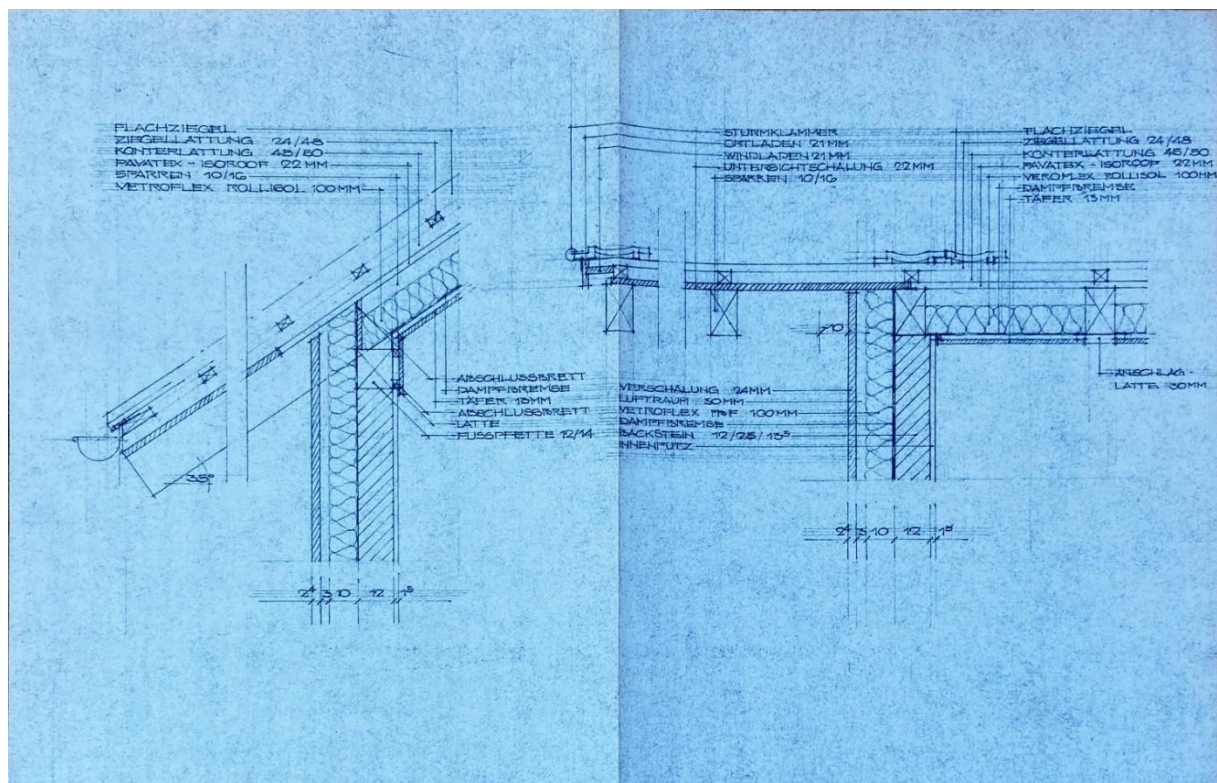
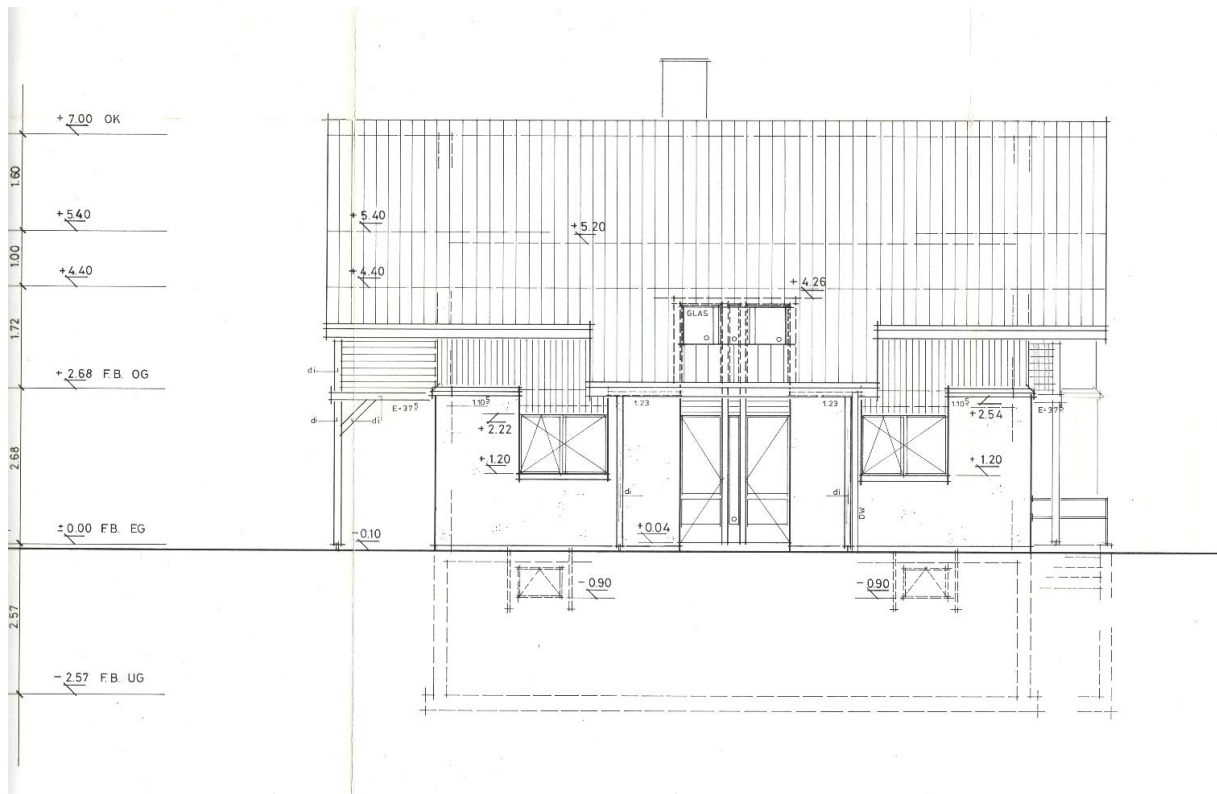
Dans les pages suivantes, vous trouverez

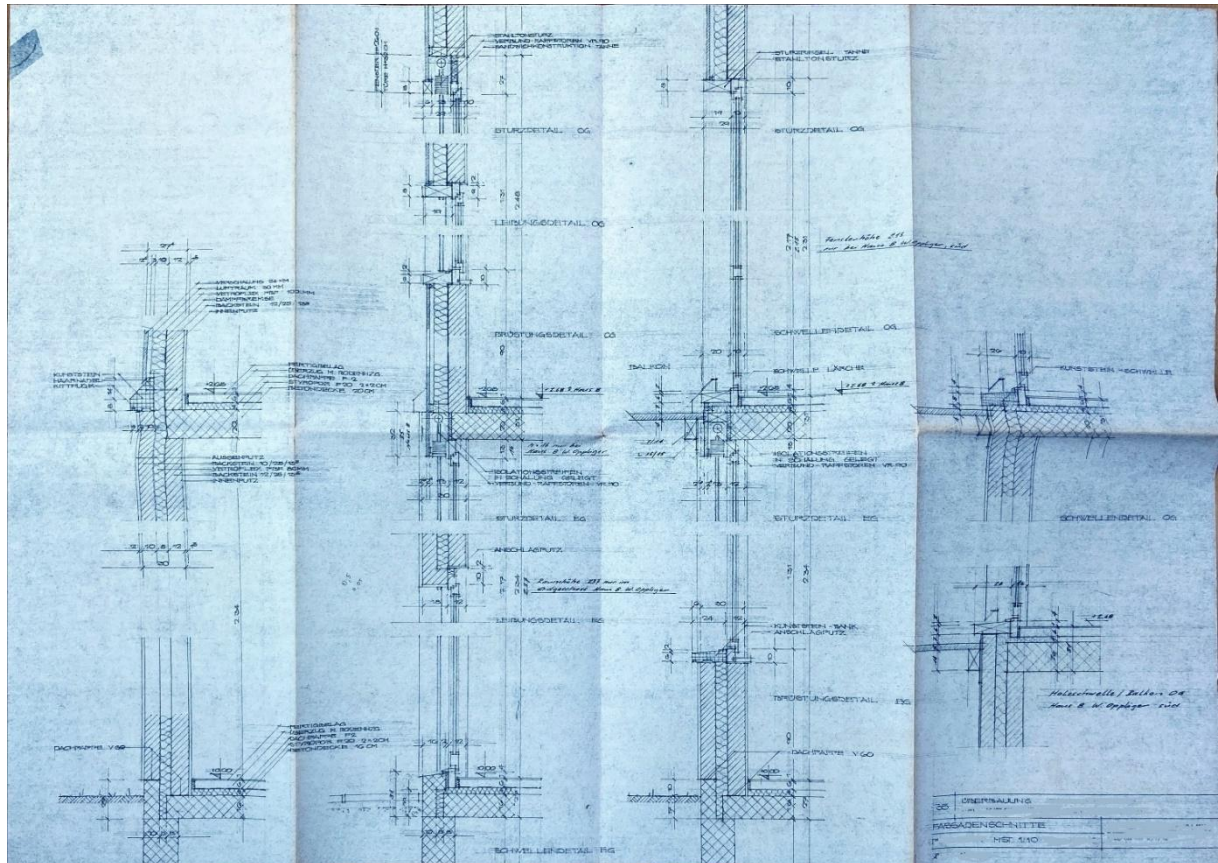
- Photos
- Plans (plans et vues) ou relevés de cotes
- Calcul de la surface de référence énergétique (SRE)
- Calculs externes de la Valeur U des éléments de construction existants
- Estimation approximative de l'installation PV

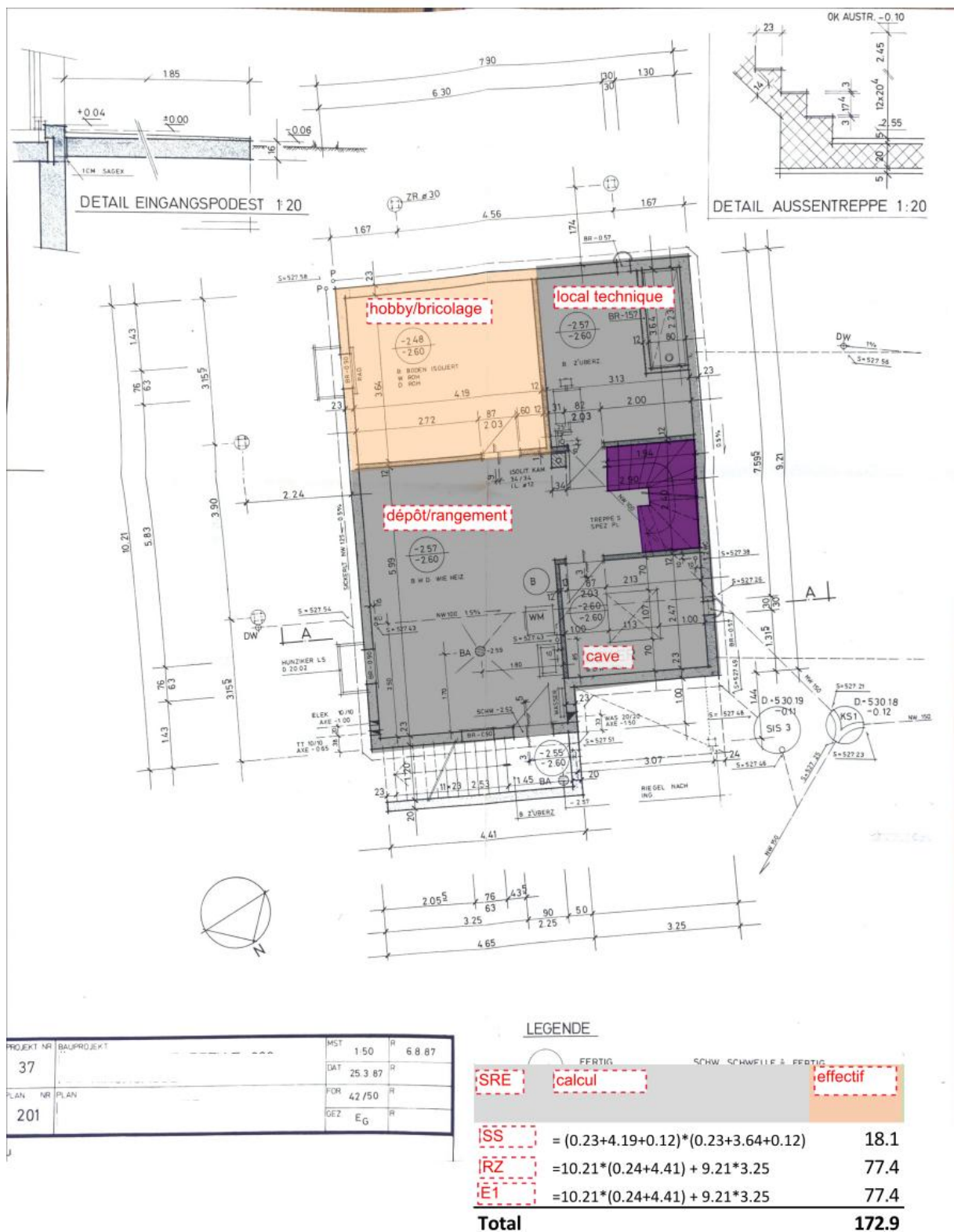


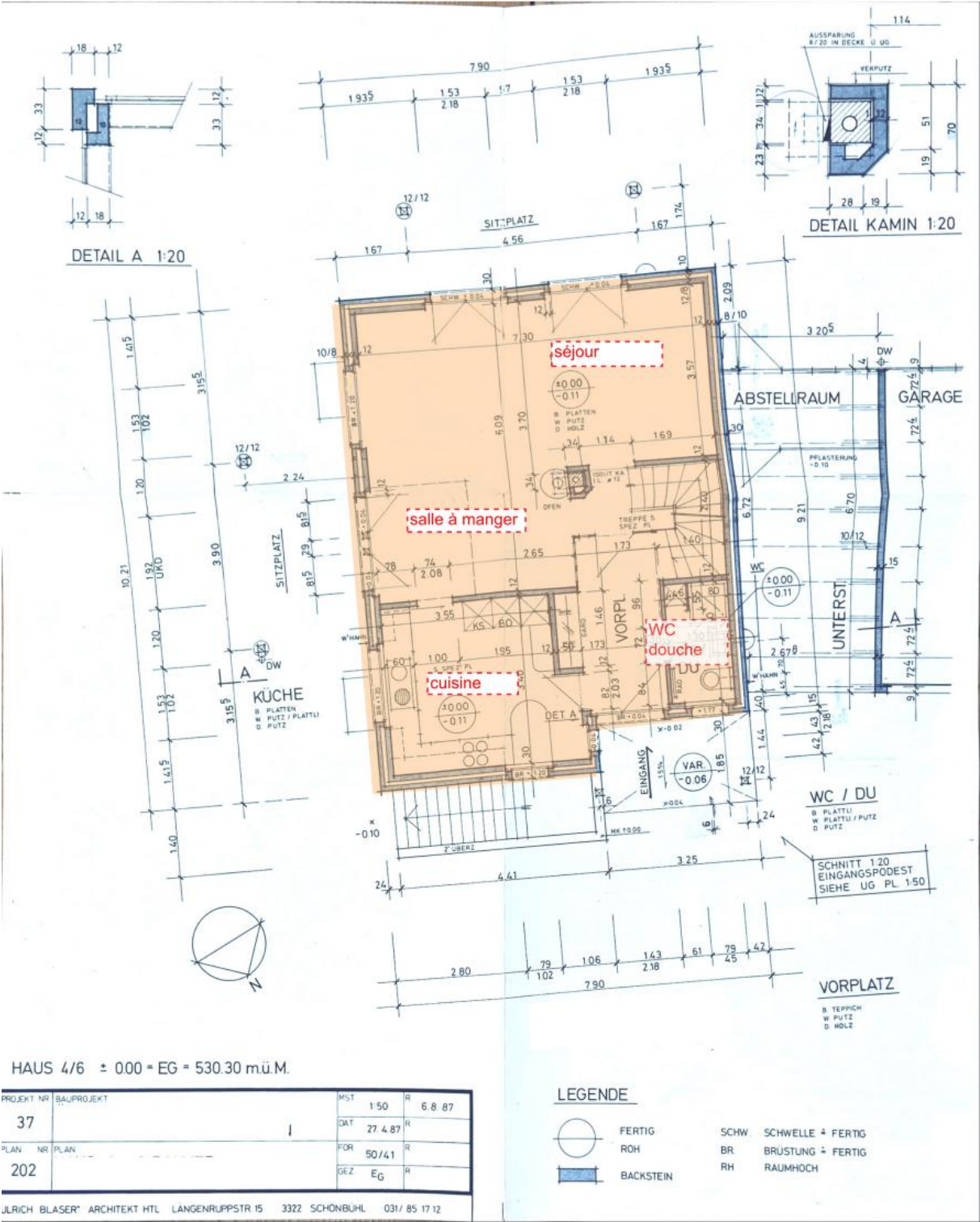


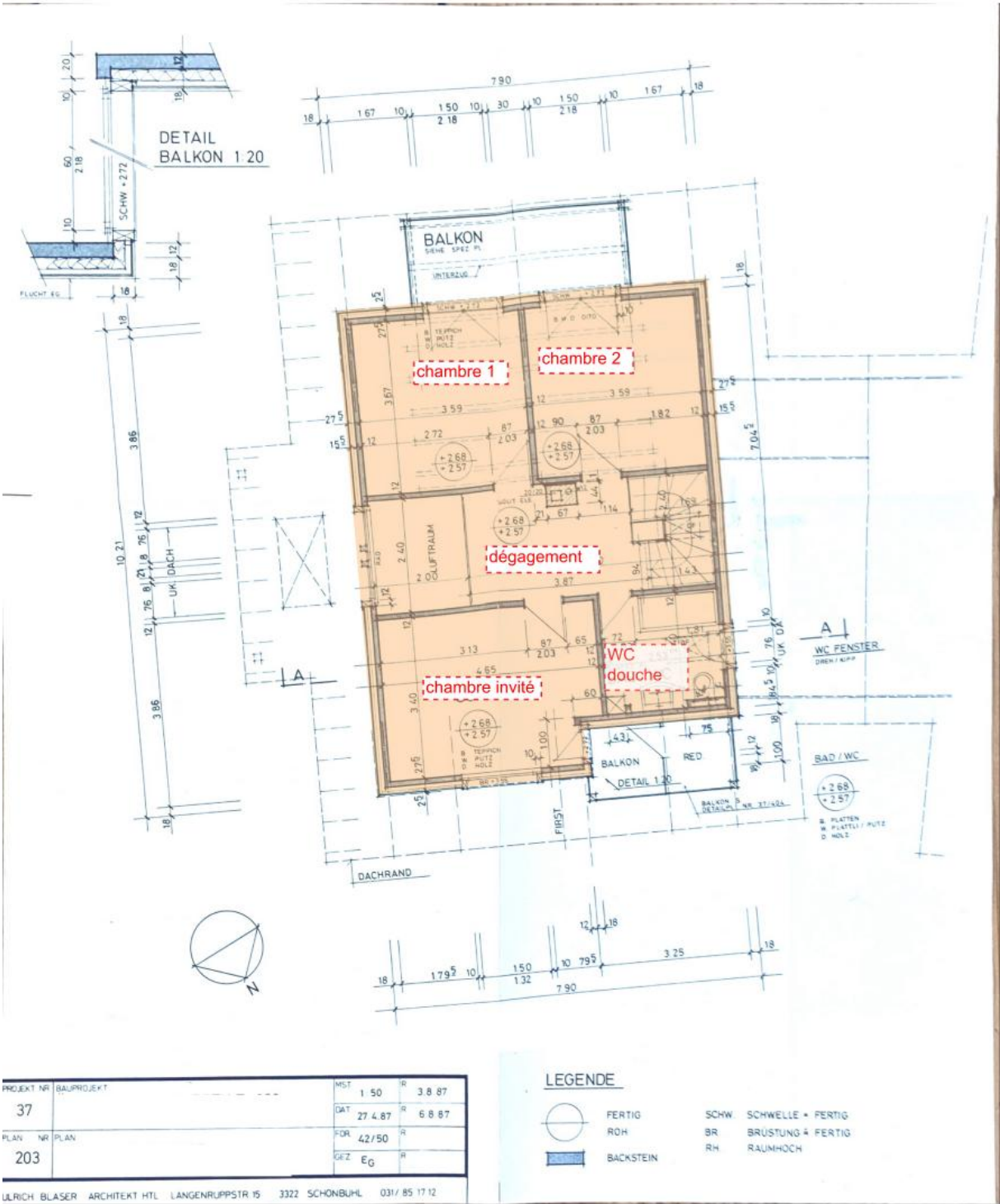












Projet : CECB modèle 2021

Imprimé le: 08.03.2022 16:41:08

Liste des modèles parois, toiture, planchers, plafonds, portes non vitrées**DA1 - (M1) - Pan de toiture avec isolation entre chevrons**

Utilisation:
Toiture/plafond
Contre extérieur

Extérieur

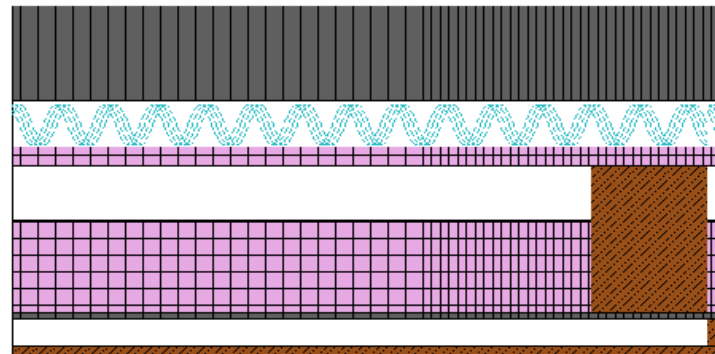
SIA 180 (2014)

1

Capacités thermiques
[kJ/m²K]

Cm 10 cm (24h): 25,7
Cm 3 cm (2h): 13,2

Géométrie
Epaisseur [mm]: 377



Valeur U

Statique
0,3122 [W/m²K]

Rsi: 0.13 [m²K/W]

Rse: 0.04 [m²K/W]

Intérieur

Météo: Bern Liebefeld (CH), Altitude de l'ouvrage: 530 m (-35 m)Section 1 (Proportion de cette section 81%)

Nom matériau	Epaiss. [cm]	Sd [m]	λ [W/mK]	μ [-]	ρ [kg/m³]	c [J/kgK]	R [m²K/W]
Rsi							0.130
1 Project : Täfer	1,2	0,38	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/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	3,875

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]	λ [W/mK]	μ [-]	ρ [kg/m³]	c [J/kgK]	R [m²K/W]
Rsi							0.130
1 Project : Täfer	1,2	0,38	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]	λ [W/mK]	μ [-]	ρ [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



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/m²K]

Cm 10cm (24h): 100

Cm 3cm (2h): 31

Géométrie

Epaisseur [mm]: 284

Valeur U

Statique

0,2939 [W/m²K]

Rsi: 0.13 [m²K/W]

Rse: 0.04 [m²K/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/m³]	c [wh/kgK]	R [m²K/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/m³	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/m²K], dUf= 0 [W/m²K]							dR
							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		Epais. [cm]	Sd [m]	λ [W/mK]	μ [-]	ρ [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
								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)

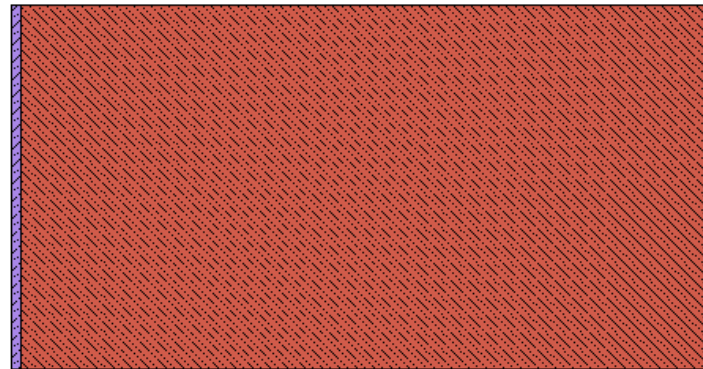
Extérieur

3

Capacités thermiques
[kJ/m²K]

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

Géométrie
Epaisseur [mm]: 350



Valeur U

Statique
0,8037 [W/m²K]

Rsi: 0.13 [m²K/W]

Rse: 0.13 [m²K/W]

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

Section 1

Nom matériau		Epaiss. [cm]	Sd [m]	λ [W/mK]	μ [-]	ρ [kg/m³]	c [wh/kgK]	R [m²K/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/m²K], dUf= 0 [W/m²K]								dR
								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/m²K]

Cm 10cm (24h): 100

Cm 3cm (2h): 31

Géométrie

Epaisseur [mm]: 340

Valeur U

Statique

0,3206 [W/m²K]

Rsi: 0.13 [m²K/W]

Rse: 0.04 [m²K/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/m³]	c [wh/kgK]	R [m²K/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/m³	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/m²K], dUf= 0 [W/m²K]							dR
							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

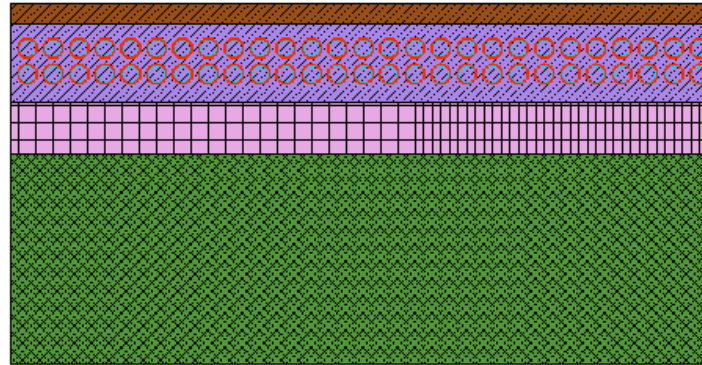
SIA 180 (2014)

2

Capacités thermiques
[kJ/m²K]Cm 10cm (24h): 124
Cm 3cm (2h): 53,3

Géométrie

Epaisseur [mm]: 275



Valeur U

Statique

0,9681 [W/m²K]

Rsi: 0.13 [m²K/W]

Rse: 0.13 [m²K/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/m³]	c [wh/kgK]	R [m²K/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/m³; non contrôlé	2	1,2	0,048	60	40	0,403	0,417
4 SIA 381/1 : Polystyrène expansé (EPS): 15-40 kg/m³; 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/m²K], dUf= 0 [W/m²K]							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

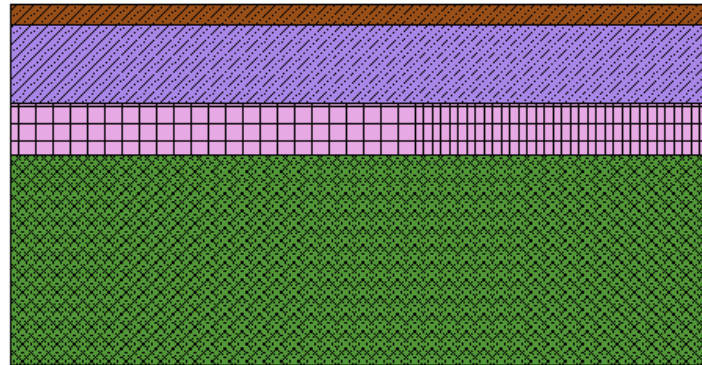
SIA 180 (2014)

2

Capacités thermiques
[kJ/m²K]

Cm 10cm (24h): 124
Cm 3cm (2h): 53,3

Géométrie
Epaisseur [mm]: 275



Valeur U

Statique

0,7096 [W/m²K]

Rsi: 0.13 [m²K/W]

Rse: 0.00 [m²K/W]

Extérieur

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

Section 1

Nom matériau		Epaiss. [cm]	Sd [m]	λ [W/mK]	μ [-]	ρ [kg/m³]	c [Wh/kgK]	R [m²K/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/m²K], dUf= 0 [W/m²K]						dR	0
							RT	1,409

frsi = 0.837 [-], frsi,min,cond = -0.179 [-], frsi,min,moist = 0.880 [-]

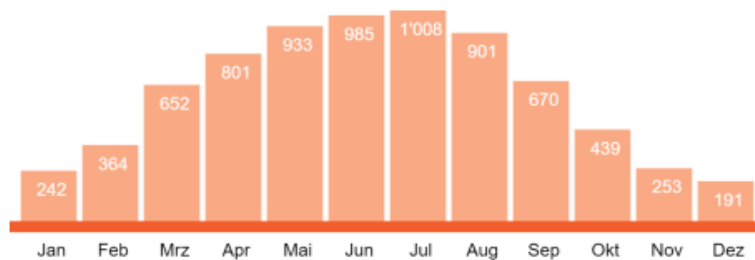
Il y a un risque de moisissure.

SCHLÜSSELDATEN RUND UM MEINE SOLARANLAGE

Standort: | Bewohner im Haus: 2 | Typ: Photovoltaik (Strom, WW + Heizung) |

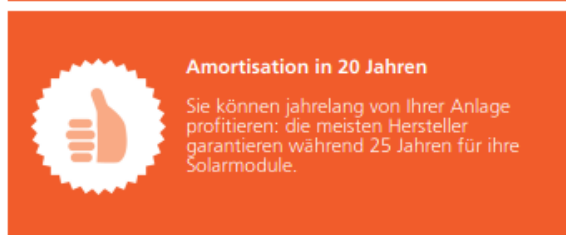
Orientierung der Module: -65° | Dachneigung: 33° | belegte Dachfläche: 8.0 kW (47 m²)

Jährliche Stromproduktion (kWh)



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

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



tachion
Simulation Framework



energieschweiz
Unser Engagement: unsere Zukunft.

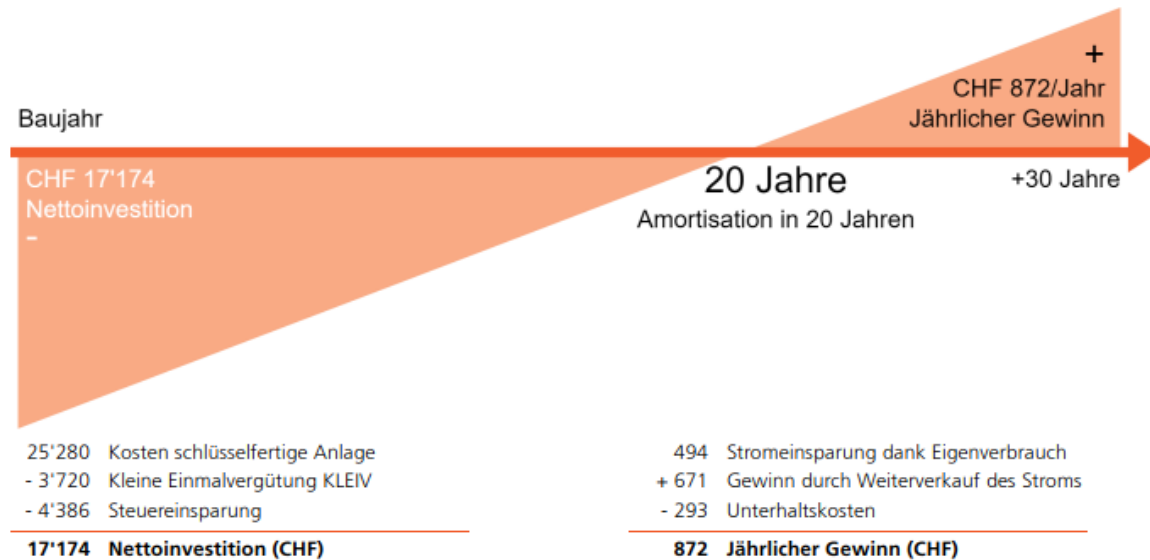
EnergieSchweiz, Bundesamt für Energie BFE
Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen
Postadresse: CH-3003 Bern
Tel. 058 462 56 11, Fax 058 463 25 00
energieschweiz@bfe.admin.ch, www.energieschweiz.ch

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 m²)

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.
- Lassen Sie die Offerten von einem Experten vergleichen: www.energieschweiz.ch/solar-offerte-check
- Weitere Infos zur Solarenergie unter 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, www.energieschweiz.ch

Meteodaten: Meteonorm