

# Rapport de conseil CECB Plus

## Modernisation du bâtiment



Catégorie de bâtiment, dénomination  
Adresse  
Vers le document CECB n°  
Identification EGID\_EDID

Habitat individuel, 1635 C - Pierrâre 13, Denges  
Chemin de la Pierrâre 13, 1026 Denges, Commune: Denges  
VD-00036315.03  
795497\_0

Mandant  
Expert  
Date d'établissement

Monsieur Nicolas Mackiewicz  
Ludovic Berthod  
04.08.2023, 10:52

## Sommaire

1	Bases .....	3
2	Résumé .....	4
3	État des lieux, évaluation et recommandations .....	5
4	Mesures proposées .....	7
5	Aperçu des variantes et comparaison .....	8
6	Résultats: données état initial .....	11
7	Pertes de chaleur par transmission .....	15
8	Aperçu énergie finale .....	16
9	Coûts énergétiques annuels .....	17
10	Modèles de rénovation Minergie .....	18
11	Montants subventionnés .....	22
12	Coûts d'ensemble des mesures .....	23
13	Financement des mesures .....	24
Annexe A.	Glossaire et explications concernant le CECB .....	25
Annexe B.	Données de base .....	27
Annexe C.	Mesures des variantes de rénovation .....	28
Annexe D.	Résultats détaillés .....	31
Annexe E.	Photos et plans .....	49
Annexe F.	Données détaillées sur le bâtiment et sa technique .....	60

### Clause de non-responsabilité

Le présent rapport a été établi avec l'outil en ligne CECB. Celui-ci est la propriété de l'association GEAK-CECB-CECE. Il est utilisé par des experts certifiés CECB pour la rédaction de rapports de conseil énergétique et de documents CECB. L'exactitude du rapport dépend en première ligne de la fiabilité des données entrées par l'expert. L'outil permet la mise en place de bases de décision pour la rénovation énergétique, incluant des repères pour les coûts prévisibles. Le rapport ne fournit pas de garantie contractuelle sur les coûts estimés des variantes de rénovation décrites, ni sur le paiement effectif des subventions mentionnées. Le règlement d'utilisation du CECB est à considérer en tous points, en particulier le paragraphe 12 (protection des données et règlement d'utilisation peuvent être consultés sur [www.cecb.ch](http://www.cecb.ch)).

# 1 Bases

## 1.1 Coordonnées

Propriétaire		Expert	
Titre, Nom:	Monsieur Nicolas Mackiewicz	Société, Adresse:	ACRI energies Sàrl, Av. Frédéric-César-de-La-Harpe 14, 1007 Lausanne
Adresse:	Chemin de la Pierrâre 13, 1026 Denges	Nom, Prénom:	Berthod Ludovic
E-Mail:	nimack@gmail.com	E-Mail:	ludovic.berthod@acri.ch
Téléphone:	+41 79 175 48 18	Téléphone:	077 429 69 99

## 1.2 Contexte

L'expert a été mandaté par les propriétaires en vue d'établir un rapport de conseil CECB+. Le bâtiment comportant une faible isolation thermique, les propriétaires désirent effectuer des travaux de rénovations et avoir un aperçu des subventions qu'ils pourraient obtenir.

La visite du bâtiment a eu lieu le 3 juillet 2023.

## 1.3 Description du bâtiment

Points (+) :

- Bonne inertie thermique de l'enveloppe du bâtiment (murs en maçonnerie)
- La plupart des fenêtres sont en double et triple vitrage performant

Points (-) :

- Production de chaleur réalisée par une chaudière à mazout (énergie fossile)

Les étages de la maison se composent comme suit :

Sous-sol : buanderie, chaufferie, bureau et salle de gym

Rez-de-chaussée : salle à manger, cuisine, chambre, WC

Etage : Chambres, SdB

La construction remonte officiellement à 1973. Les murs sont constitués d'une maçonnerie de brique avec un isolant intermédiaire et un parement côté intérieur. La toiture est isolée avec 8 cm de laine minérale. Les fenêtres sont pour parties en double vitrage et pour partie en triple vitrage isolant. Il subsiste quelques anciennes fenêtres qu'il est prévu de remplacer prochainement.

La production de chaleur pour le chauffage est assurée par une chaudière à mazout de 27 kW. L'émission de chaleur est réalisée par des radiateurs hydrauliques.

## 2 Résumé

**Variante A :** Isolation de la toiture entre et sous chevrons, remplacement des fenêtres anciennes à double vitrage air sec, remplacement de la porte d'entrée et mise en place de vannes thermostatiques sur tous les radiateurs.

**Variante B :** Idem variante A + remplacement de la chaudière mazout par une pompe à chaleur air-eau et pose de radiateurs à basse température.

**Variante C :** Idem variante B + isolation périphérique façades extérieurs et pose de capteurs photovoltaïques

	État initial	Variante A	Variante B	Variante C
Année de construction / Année de rénovation	1973	2023	2023	2023
Total de la surface de référence énergétique [m²]	285	285	285	285
Affectation	Habitat individuel	Habitat individuel	Habitat individuel	Habitat individuel
Agent énergétique Chauffage /eau chaude	Mazout	Mazout	Électricité	Électricité
Charge thermique nominale (selon SIA 384.201) [kW] Utilisation standard / Utilisation actuelle	13 / 11	10 / 9	10 / 9	9 / 8
Chauffage² [kWh/a]	37'126	25'652	10'082	8'149
Eau chaude³ [kWh/a]	5'344	5'176	2'154	2'154
Électricité [kWh/a]	7'053	6'873	6'299	6'294
Coûts totaux des mesures y compris les frais concernant le projet [CHF]	0	67'715	138'715	227'534
Total subventions [CHF]	0	-6'200	-11'200	-33'200
Coûts totaux [CHF]	0	61'515	127'515	194'334
Coûts énergétiques annuels [CHF/a]	9'147	7'297	6'951	4'735
<b>Valeur du capital comme différence avec état initial</b>	<b>0</b>	<b>12'774</b>	<b>-59'173</b>	<b>-31'946</b>
Émissions directes de CO <sub>2</sub> [kg/(m²a)]	40	29	0	0
Émissions de gaz à effet de serre [kg/(m²a)]	54	40	8	5
Étiquette énergie pour utilisation standard				

	État initial	Variante A	Variante B	Variante C
Efficacité de l'enveloppe du bâtiment	F	D	D	C
Efficacité énergétique globale	D	C	C	B
Émissions directes de CO <sub>2</sub>	G	G	A	A



### 3 État des lieux, évaluation et recommandations

Données du bâtiment			
Surface de référence énergétique [m <sup>2</sup> ]:	285	Facteur d'enveloppe:	2.13
Année de construction:	1973	Nombre d'étages:	3

Type d'élément de construction	Surface nette [m <sup>2</sup> ]	Valeur U [W/(m <sup>2</sup> K)]	Valeur U [W/(m <sup>2</sup> K)] MOPEC 14'	État général
Toits contre air extérieur	106.0	0.41	≤ 0.25	légèrement usés
Plafonds contre locaux non chauffés	21.0	0.41	≤ 0.28	légèrement usés
Murs contre air extérieur	213.0	0.59	≤ 0.25	légèrement usés
Murs contre local non chauffé	13.0	0.80	≤ 0.28	légèrement usés
Murs contre terrain > 2 m	88.0	0.68	≤ 0.28	légèrement usés
Fenêtres et portes, verticaux	51.0	2.0	≤ 1.0 <sup>2</sup>	légèrement usés
Sols contre terrain > 2 m	116.0	0.90	≤ 0.28	légèrement usés

### 3.1 État de l'enveloppe du bâtiment

	Non nécessaire
	Urgent
	Mesures à moyen terme
	Mesures à long terme

Catégorie d'élément de construction, Photo	Description	Améliorations possibles	Pr
Toiture	La toiture est isolée à l'état initial avec 8 cm de laine minérale	Isolation de la toiture entre chevrons avec au total 20 cm de laine minérale	
Murs contre extérieur	Les murs sont en partie isolés par l'intérieur avec 3 cm de laine minérale derrière doublage intérieur.	Isolation périphérique des façades. Pose d'un isolant de type laine de roche de 14 cm sur tous les murs extérieurs.	
Fenêtres et portes	Les fenêtres sont pour la plupart en double et en triple vitrage isolant. Il demeure quelques fenêtres anciennes en double vitrage air sec	Remplacement des fenêtres les plus anciennes par du triple vitrage isolant.	
Sols contre terrain	Le sol contre le terrain est isolé sous chape avec 3 cm d'isolant.	Isolation supplémentaire du sol contre terrain par pose d'un isolant sous chape. Ces travaux ne sont pas recommandés dans l'immédiat, car impact de la mesure reste limité.	

### 3.2 État de la technique du bâtiment

Type, Photo	Description	Améliorations possibles	Pr
Chaleur*	Chaudière à mazout de 27 kW (2020) Dimensionnement approx. Charge thermique nominale (selon SIA 384.201) 12.5 kW *	Mise en place d'une pompe à chaleur air-eau	
Distribution de chaleur	La distribution de chaleur n'est pas complètement isolée.	Isolation de toutes les conduites de distribution de chaleur.	
Distribution d'eau chaude sanitaire	La distribution d'eau chaude sanitaire n'est pas entièrement isolée	Isolation de toutes les conduites de distribution d'eau chaude sanitaire.	
Émission de chaleur	L'émission de chaleur est assurée par des radiateurs hydrauliques. Ceux-ci ne sont pas équipés de vannes thermostatiques.	Mise en place de vannes thermostatiques sur les radiateurs.	
Électricité**	Les appareils électroménagers sont d'âge et d'états variables. Débrancher ou remplacer les plus obsolètes lorsque ceux-ci sont hors d'usage.	Remplacement des appareils les plus anciens par des appareils particulièrement économes en énergie et remplacement des luminaires anciens par des éclairages à basse consommation, de type LED.  La mise en place de capteurs photovoltaïques en toiture est une mesure recommandée. Avec l'utilisation d'une pompe à chaleur comme producteur de chaleur, le taux d'autoconsommation peut être amélioré.	

## 4 Mesures proposées

A l'état actuel, l'enveloppe du bâtiment est moyennement performante. Le remplacement des fenêtres en double vitrage à air sec apporterait une réelle amélioration à l'efficacité de l'enveloppe thermique, car leur surface est conséquente.

Dans la mesure du possible nous recommandons l'isolation de l'entier de la toiture entre chevrons. D'une part car d'un point de vue thermique cela est plus performant et occasionne moins de ponts thermiques et d'autre part car cette variante permet de bénéficier de subvention, contrairement à l'isolation du sol des combles.

Du point de vue de la technique du bâtiment, la mise en place des vannes thermostatiques est fortement recommandée. Cette mesure est amortie en moins de 5 ans.

Le remplacement de la chaudière à mazout par une pompe à chaleur air-eau peut se faire simultanément à l'assainissement de l'enveloppe ou dans un second temps. Une subvention est possible auprès du programme bâtiment.

Parallèlement à l'installation de la pompe à chaleur, nous suggérons la mise en place de capteurs photovoltaïques en toiture. Ceci peut constituer un très bon investissement, au vu la tendance ascendante des prix de l'énergie et de la transition vers une mobilité davantage électrique que thermique. Une subvention est également possible auprès de Pronovo.

## 5 Aperçu des variantes et comparaison

### 5.1 Description des mesures sur l'enveloppe

Catégorie	Enveloppe du bâtiment	Variante		
Sol des combles	Isolation du sol des combles situé sur les chambre. Pose d'une isolation de 10 cm en complément de l'isolation existante.	-	-	-
	Avec cet ajout, il est possible d'atteindre une valeur U de 0.19 W/m²K. L'isolation de cet élément n'est pas subventionnable. Coût estimé : 2'100.-			
Toiture	Isolation des deux pans de la toiture entre chevrons pour un total de 20 cm de laine minéral.	A	B	C
	Avec cette proposition, la valeur U limite de 0.20 W/m²K est atteinte et il est possible d'obtenir les subventions du Programme Bâtiment (70.- / m²) Coût estimé : 40'000.-			
Façades	Pose d'un isolant de 14 cm sur les façades en conservant l'aspect extérieur du bâtiment.	-	-	C
	La valeur U du mur passe de 0.6 W/m²K à 0.19 W/m²K. amélioration thermique de la façade d'un facteur 3. Avec cette proposition, la valeur U limite de 0.20 W/m²K est atteinte et il est possible d'obtenir les subventions du Programme Bâtiment (50.- / m²) Coût estimé : 61'000.-			

## 5.2 Description des mesures techniques

Catégorie	Technique du bâtiment	Variante		
Mise en place de vannes thermostatique	Équiper les radiateurs de vannes thermostatiques. Cela permet une meilleure régulation de la température d'ambiance en cas d'ensoleillement du bâtiment. L'investissement à consentir pour l'achat des vannes thermostatiques est généralement amorti en moins de 5 ans. Coût estimé : 2'000.-	A	B	C
Pompe à chaleur air-eau	La mise en place d'une pompe à chaleur air-eau en remplacement de la chaudière à mazout est une mesure qui permet d'une part de diminuer les charges pour le chauffage et la préparation de l'eau chaude sanitaire et d'autre part de diminuer l'impact de la production de chaleur sur le climat. Le coefficient de performance théorique qu'il est possible d'atteindre s'élève ici à 2.5 [-].  Cette mesure se combinerait idéalement avec la pose de capteurs photovoltaïques Coût estimé : 40'000.- (hors subventions et déductions fiscales)	-	B	C
Radiateurs à basse température	L'installation de radiateurs à basse température se combine parfaitement avec la pompe à chaleur. Le régime à basse température du circuit de chauffage permet à la pompe à chaleur de fonctionner avec un rendement optimal. Coût estimé : 25'000.-	-	B	C
Installation solaire photovoltaïque	Pose de capteurs photovoltaïques sur le pan sud-ouest de la toiture du bâtiment.  Plusieurs variantes sont envisageables selon la production de chaleur qu'il est prévu d'installer et si le bâtiment sera équipé pour la recharge de véhicules électriques. Une variante utilisant le maximum de la surface utile de la toiture peut être intéressante, comme investissement pour le propriétaire. Coût estimé : 23'000.- (pour une installation de 7 kWc)  Dans le cas de la mise en place d'une pompe à chaleur (variante C) la taux d'autoconsommation de la propre production électrique peut atteindre 38%	-	-	C



### 5.3 Comparaison état initial et variantes

	État initial	Variante A	Variante B	Variante C
Année de construction / Année de rénovation	1973	2023	2023	2023
Total de la surface de référence énergétique [m²]	285	285	285	285
Affectation	Habitat individuel	Habitat individuel	Habitat individuel	Habitat individuel
Agent énergétique Chauffage /eau chaude	Mazout	Mazout	Électricité	Électricité
Charge thermique nominale (selon SIA 384.201) [kW] Utilisation standard / Utilisation actuelle	13 / 11	10 / 9	10 / 9	9 / 8
Charge thermique spéc. (selon SIA 380/1: 2016) / Valeur-limite $P_{h,li,Korr}^1$ [W/m²] renouvellement d'air effectif	39 / 25	33 / 25	33 / 25	28 / 25
Chauffage² [kWh/a]	37'126	25'652	10'082	8'149
Eau chaude³ [kWh/a]	5'344	5'176	2'154	2'154
Électricité [kWh/a]	7'053	6'873	6'299	6'294
Ventilation [kWh/a] / Total V/AE	210 / 0.70	210 / 0.70	210 / 0.70	210 / 0.70
Types d'installations de ventilation	-	-	-	-
Coûts totaux des mesures y compris les frais concernant le projet [CHF]	0	67'715	138'715	227'534
Total subventions [CHF]	0	-6'200	-11'200	-33'200
Coûts totaux [CHF]	0	61'515	127'515	194'334
Coûts énergétiques annuels [CHF/a]	9'147	7'297	6'951	4'735
Émissions directes de CO <sub>2</sub> [kg/(m²a)]	40	29	0	0
Émissions de gaz à effet de serre [kg/(m²a)]	54	40	8	5
Etiquette énergie pour utilisation standard				

	État initial	Variante A	Variante B	Variante C
Efficacité de l'enveloppe du bâtiment	F	D	D	C
Efficacité énergétique globale	D	C	C	B
Émissions directes de CO <sub>2</sub>	G	G	A	A

1) Une correction de la valeur limite  $P_{h,li}$  se produit pour les stations climatiques ayant une valeur minimale  $T_{a,min} < -8$  °C. Une valeur limite d'ensemble de l'objet est possible pour les utilisations mixtes restreintes aux catégories I-IV de bâtiment.

2) Le besoin couvert par l'énergie thermique solaire est déjà déduit

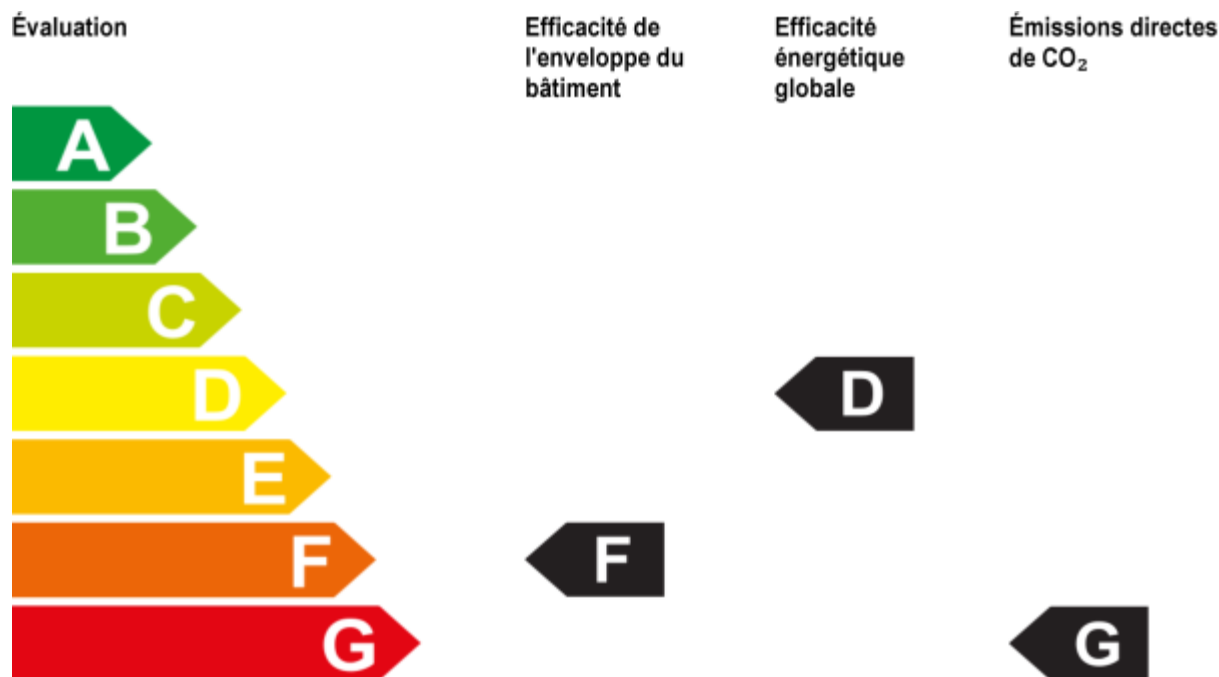
3) Le besoin couvert par l'énergie thermique solaire ainsi que la production totale d'électricité sont déjà déduits

## 6 Résultats: données état initial

Définition des données d'utilisation standard / données d'utilisation actuelles (effectives):

Données standards: calcul avec les données d'utilisation standard de la catégorie principale de bâtiment, mais avec un débit d'air neuf thermiquement efficace défini par l'utilisateur (influence d'une éventuelle ventilation prise en compte dans  $Q_{h,eff}$ ). Pour affectations mixtes, les données d'utilisations standard sont moyennées par les surfaces allouées à chaque utilisation.

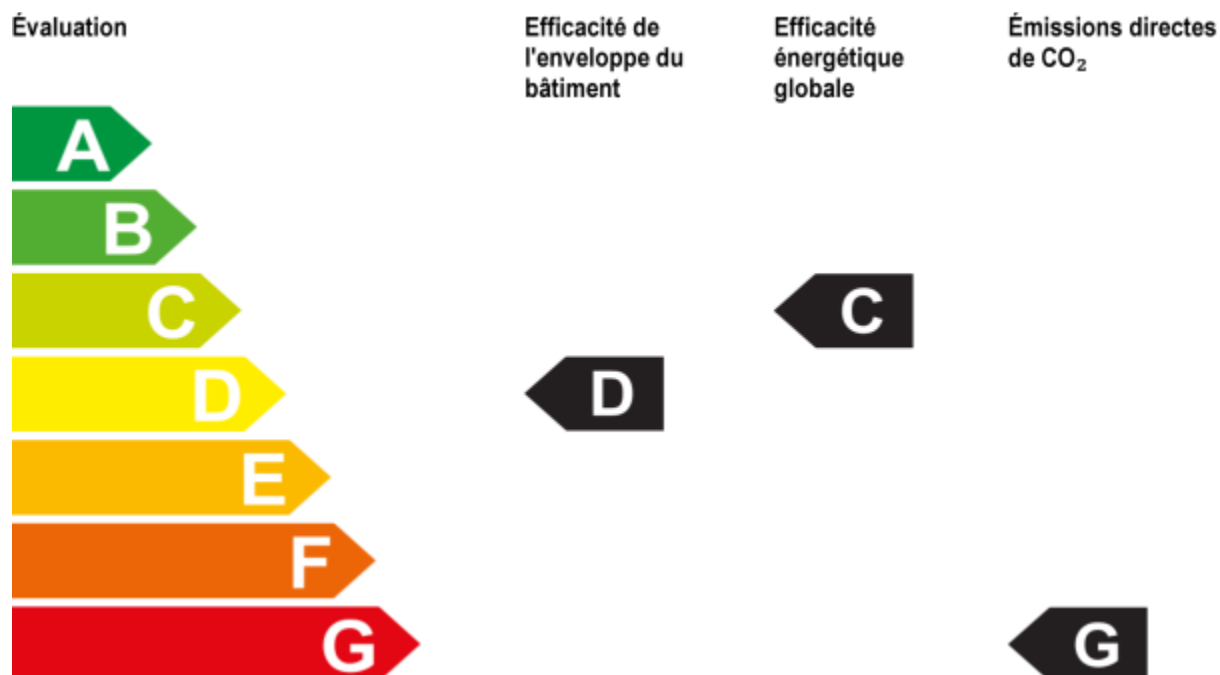
Données actuelles: calcul avec les données d'utilisation actuelles (valeurs effectives, définies par l'utilisateur), pour information. N'est pas représenté dans la graduation de l'étiquette. Pour les affectations mixtes, les données d'utilisation actuelles sont moyennées par les surfaces allouées à chaque utilisation.



	Standard	Actuel	
<b>Données</b>			
(Valeurs calculées, basées sur $Q_{h,eff}$ )			
Efficacité de l'enveloppe du bâtiment:	120.80	103	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Efficacité énergétique globale:	198.00	179	kWh/(m <sup>2</sup> a)
<b>Énergie livrée nette annuelle</b>			
(Valeurs calculées, basées sur $Q_{h,eff}$ )			
Électricité:	7'053	6'968	kWh/a
Chauffage:	37'126	31'671	kWh/a
Eau chaude:	5'344	5'344	kWh/a
Gain PV:	0	0	kWh/a
Gain CCF:	0	0	kWh/a
<b>Émissions</b>			
Émissions directes de CO <sub>2</sub>	39.5	34	kg/(m <sup>2</sup> a)
Émissions de gaz à effet de serre	54	48	kg/(m <sup>2</sup> a)
<b>Consommation énergétique mesurée par année</b>			
Électricité:		2'150	kWh/a
Chauffage /eau chaude :		29'000	kWh/a

La consommation mesurée constitue en principe la valeur la plus proche du besoin effectif (dans l'usage actuel) et devrait se situer dans une fourchette de tolérance de +/- 20 %. L'étiquette se base par définition sur les valeurs standards des données d'utilisation.

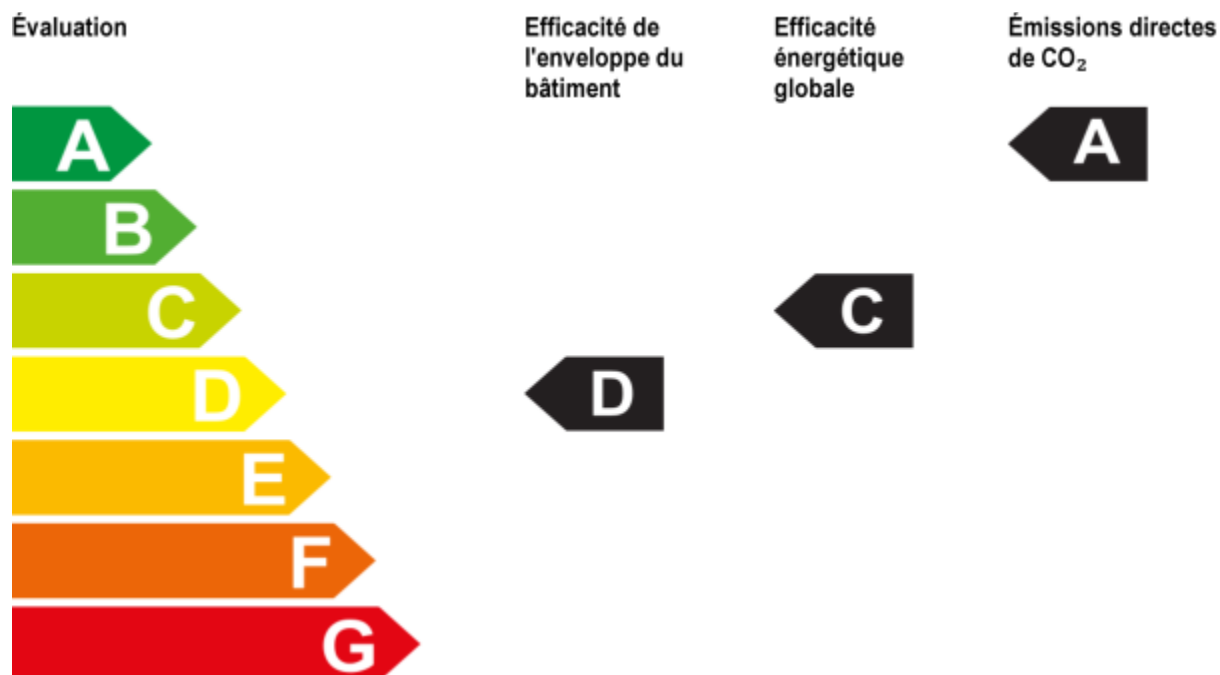
## 6.1 Données énergétiques: Variante A



	Standard	Actuel
<b>Données</b>		
(Valeurs calculées, basées sur Q <sub>eff</sub> )		
Efficacité de l'enveloppe du bâtiment:	83.53	69 kWh/(m²a)
Efficacité énergétique globale:	156.00	141 kWh/(m²a)
<b>Énergie livrée nette annuelle</b>		
(Valeurs calculées, basées sur Q <sub>eff</sub> )		
Électricité:	6'873	6'805 kWh/a
Chauffage:	25'652	21'311 kWh/a
Eau chaude:	5'176	5'176 kWh/a
Gain PV:	0	0 kWh/a
Gain CCF:	0	0 kWh/a
<b>Émissions</b>		
Émissions directes de CO <sub>2</sub>	28.7	25 kg/(m²a)
Émissions de gaz à effet de serre	40	35 kg/(m²a)

L'étiquette se base par définition sur les valeurs standards des données d'utilisation.

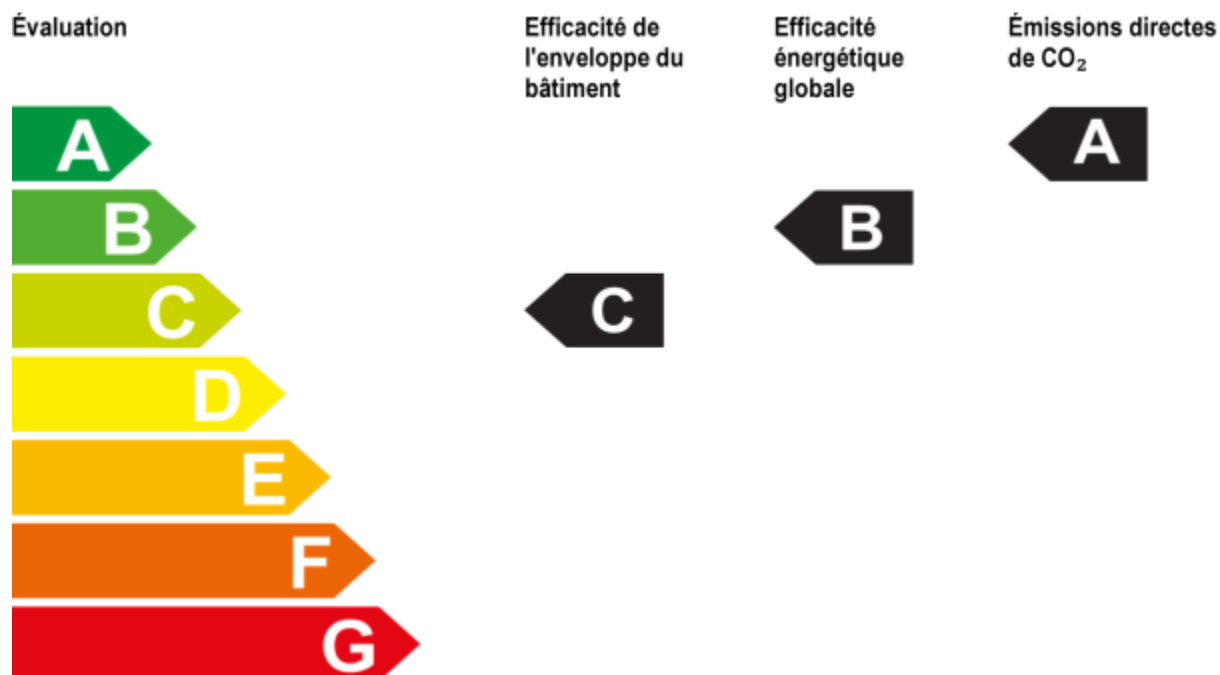
## 6.2 Données énergétiques: Variante B



	Standard	Actuel
<b>Données</b>		
(Valeurs calculées, basées sur Q <sub>eff</sub> )		
Efficacité de l'enveloppe du bâtiment:	83.53	69 kWh/(m²a)
Efficacité énergétique globale:	130.00	118 kWh/(m²a)
<b>Énergie livrée nette annuelle</b>		
(Valeurs calculées, basées sur Q <sub>eff</sub> )		
Électricité:	6'299	6'295 kWh/a
Chauffage:	10'082	8'371 kWh/a
Eau chaude:	2'154	2'154 kWh/a
Gain PV:	0	0 kWh/a
Gain CCF:	0	0 kWh/a
<b>Émissions</b>		
Émissions directes de CO <sub>2</sub>	0.0	0 kg/(m²a)
Émissions de gaz à effet de serre	8	7 kg/(m²a)

L'étiquette se base par définition sur les valeurs standards des données d'utilisation.

### 6.3 Données énergétiques: Variante C



	Standard	Actuel
<b>Données</b>		
(Valeurs calculées, basées sur Q <sub>eff</sub> )		
Efficacité de l'enveloppe du bâtiment:	67.88	56 kWh/(m²a)
Efficacité énergétique globale:	92.00	59 kWh/(m²a)
<b>Énergie livrée nette annuelle</b>		
(Valeurs calculées, basées sur Q <sub>eff</sub> )		
Électricité:	6'294	6'290 kWh/a
Chauffage:	8'149	6'726 kWh/a
Eau chaude:	2'154	2'154 kWh/a
Gain PV:	-3'536	-6'800 kWh/a
Gain CCF:	0	0 kWh/a
<b>Émissions</b>		
Émissions directes de CO <sub>2</sub>	0.0	0 kg/(m²a)
Émissions de gaz à effet de serre	5	4 kg/(m²a)

L'étiquette se base par définition sur les valeurs standards des données d'utilisation.

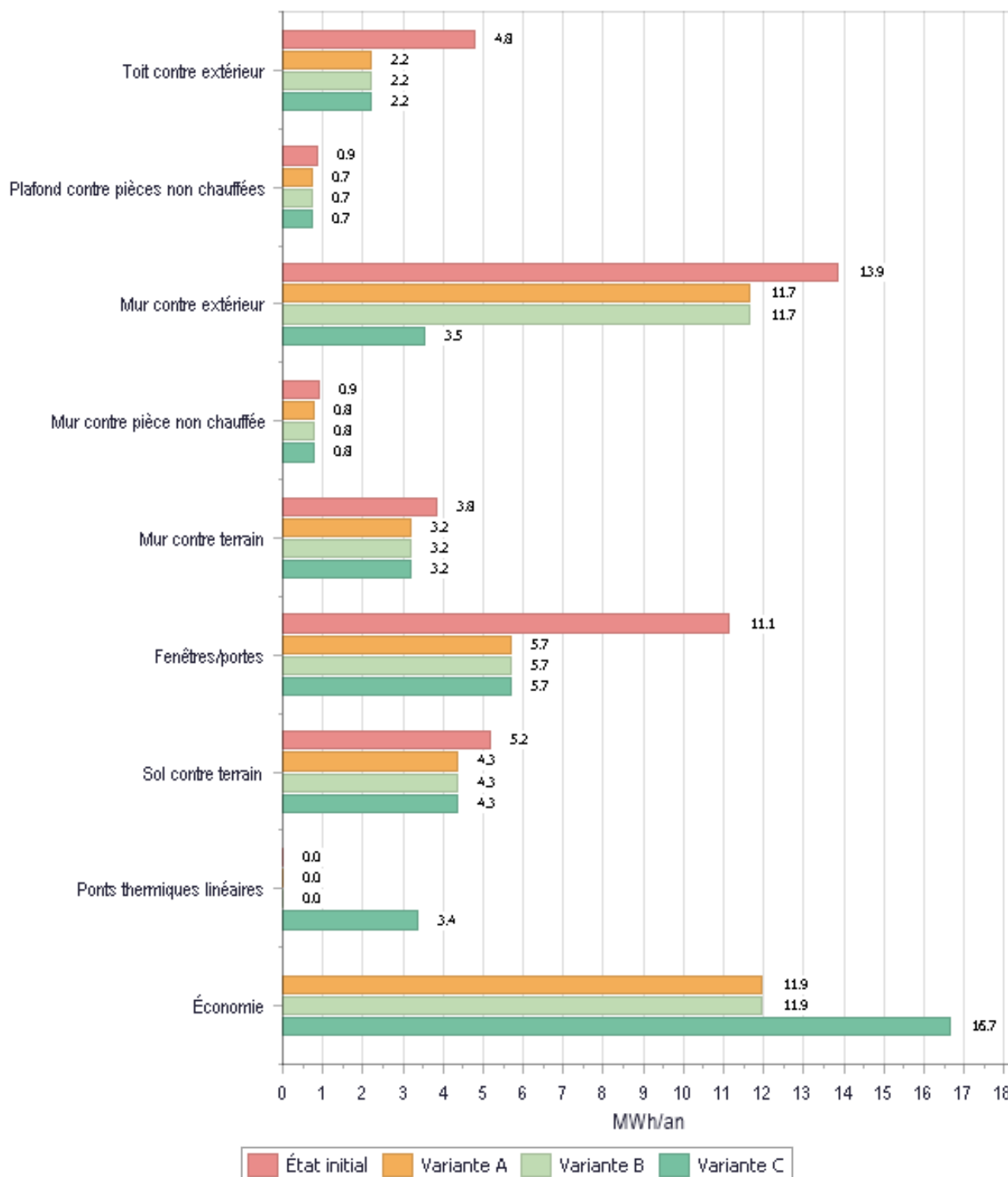


## 7 Pertes de chaleur par transmission

Les pertes de chaleur par transmission sont proportionnelles à la surface et à la résistance thermique de l'objet concerné. Dans ce cas, les murs et les fenêtres les plus anciennes sont les éléments comportant dans l'absolu le plus de pertes.

La diminution des pertes par transmission entre l'état initial et les variantes A-B-C correspond d'une part à la mise en place des vannes thermostatiques et d'autre part à l'isolation de l'enveloppe thermique du bâtiment.

### 7.1 Avec données d'utilisation standard

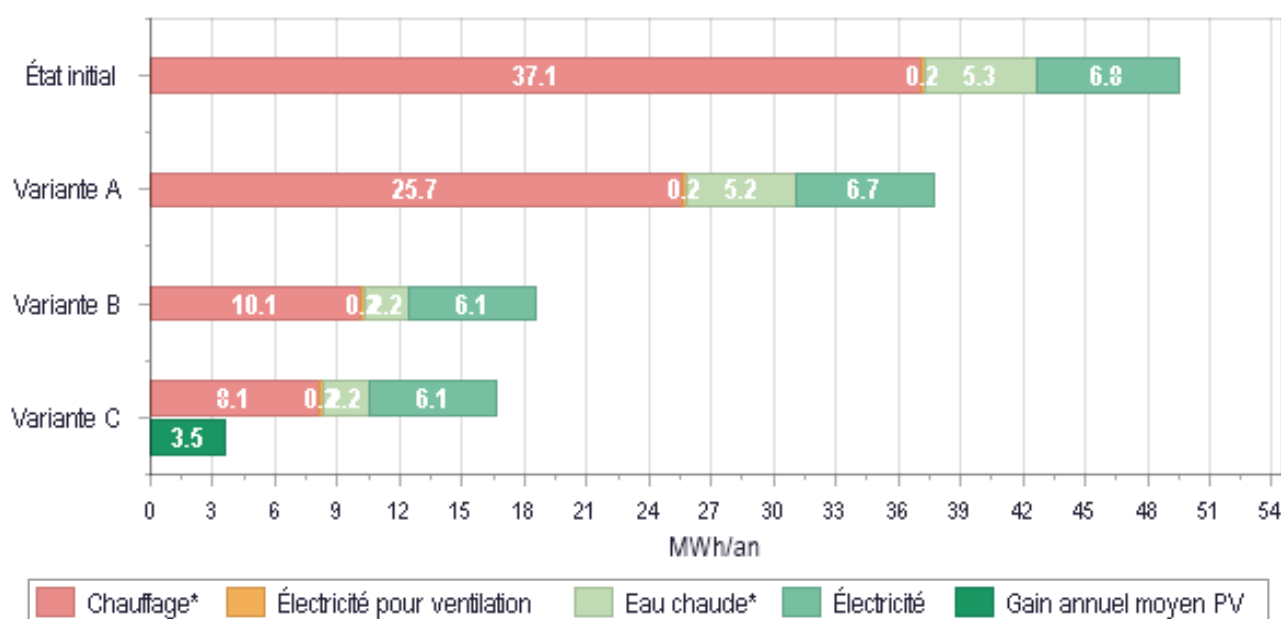


## 8 Aperçu énergie finale

La majorité de l'énergie finale consommée sert au chauffage, vu la qualité moyenne de l'enveloppe thermique du bâtiment. Une économie intéressante peut être réalisée conjointement par l'isolation des murs, le remplacement des anciennes fenêtres, l'isolation de la toiture. Quant à la technique du bâtiment, le remplacement du producteur de chaleur initial par une pompe à chaleur ainsi que la pose de capteurs solaire photovoltaïques sont préconisés.

La chute de consommation d'énergie finale entre la variante A et la variante B correspond à la mise en place de la pompe à chaleur. Le rendement de transformation énergétique théorique de la pompe à chaleur étant estimé dans ce cas 2 à 2.5x plus important que celui de la chaudière à mazout.

### 8.1 Avec données d'utilisation standard:



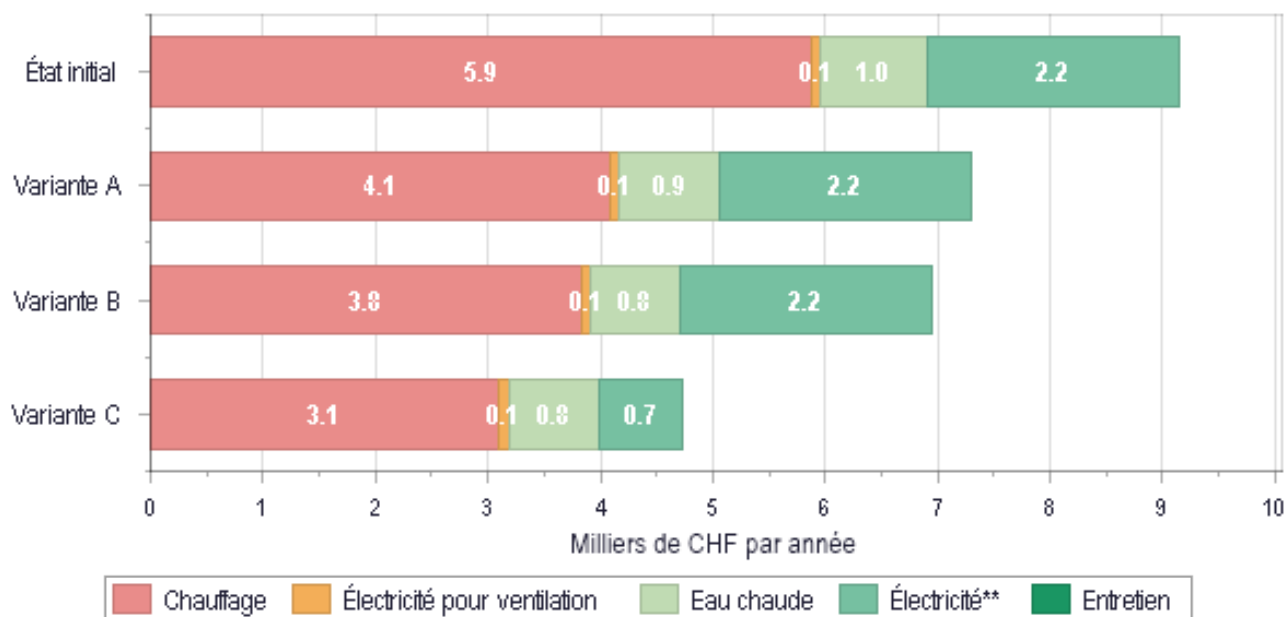
\* Le besoin couvert par l'énergie thermique solaire est déjà déduit

## 9 Coûts énergétiques annuels

Les coûts sont proportionnels à la consommation propre et au prix de l'agent énergétique utilisé. Pour diminuer les coûts énergétiques il faut donc isoler l'enveloppe puis remplacer le producteur de chaleur. D'une part on abaisse les besoins de chaleur, d'autre part on augmente l'efficacité du générateur de chaleur.

Dans ce cas, il n'y a pas une grande différence de coûts entre la variante A et la variante B, bien que l'efficacité du générateur de chaleur ait augmenté. Ceci peut s'expliquer par le fait que l'agent énergétique utilisé (électricité) soit plus onéreux que le mazout.

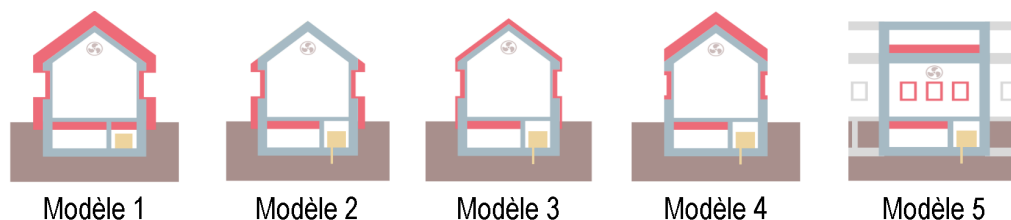
### 9.1 Avec données d'utilisation standard:



\*\* Le besoin couvert par l'énergie thermique solaire ainsi que la production totale d'électricité sont déjà déduits

## 10 Modèles de rénovation Minergie

### 10.1 État initial



Enveloppe du bâtiment	B	✗	C	✗
Production de chaleur	Renouvelable (pompe à chaleur <sup>[1]</sup> , chaleur à distance <sup>[2]</sup> , énergie du bois et solaire)			✗
Renouvellement d'air	Ventilation de base autorisée, récupération de chaleur (RC) recommandée		RC obligatoire <sup>[3]</sup>	✗
Électricité	PV recommandé	40 % des économies possibles ou installation PV avec au moins 5 Wc par m² SRE		✗
Énergie globale CECB	B			✗

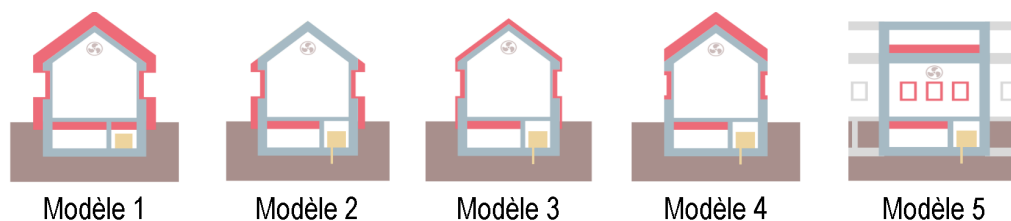
[1] Pour les pompes à chaleur air-eau, une température de départ maximale de 35 °C est requise pour le certificat Minergie.

[2] Proportion d'énergie fossile pour chauffage à distance max. 50 %

[3] Le modèle 4 requiert une récupération de chaleur (RC)

Le système 1 n'a pas d'exigences particulières pour l'électricité

## 10.2 Variante A



Enveloppe du bâtiment	B	✗	C	✗
Production de chaleur	Renouvelable (pompe à chaleur <sup>[1]</sup> , chaleur à distance <sup>[2]</sup> , énergie du bois et solaire)			✗
Renouvellement d'air	Ventilation de base autorisée, récupération de chaleur (RC) recommandée		RC obligatoire <sup>[3]</sup>	✗
Électricité	PV recommandé	40 % des économies possibles ou installation PV avec au moins 5 Wc par m² SRE		✗
Énergie globale CECB	B			✗
Surface totale après modernisation	La SRE ne doit pas dépasser 150 % de la SRE de l'état initial.			✓

[1] Pour les pompes à chaleur air-eau, une température de départ maximale de 35 °C est requise pour le certificat Minergie.

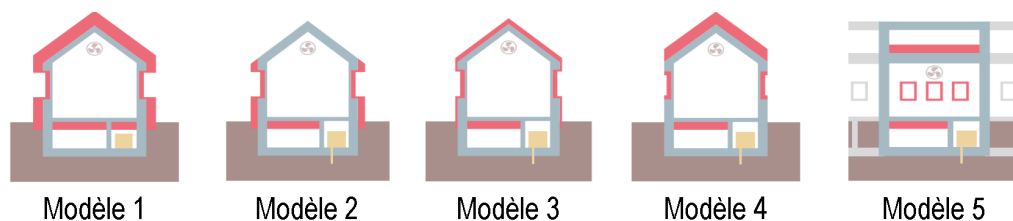
[2] Proportion d'énergie fossile pour chauffage à distance max. 50 %

[3] Le modèle 4 requiert une récupération de chaleur (RC)

Le système 1 n'a pas d'exigences particulières pour l'électricité



### 10.3 Variante B



Enveloppe du bâtiment	B	✗	C	✗
Production de chaleur	Renouvelable (pompe à chaleur <sup>[1]</sup> , chaleur à distance <sup>[2]</sup> , énergie du bois et solaire)			✓
Renouvellement d'air	Ventilation de base autorisée, récupération de chaleur (RC) recommandée		RC obligatoire <sup>[3]</sup>	✗
Électricité	PV recommandé	40 % des économies possibles ou installation PV avec au moins 5 Wc par m² SRE		✗
Énergie globale CECB	B			✗
Surface totale après modernisation	La SRE ne doit pas dépasser 150 % de la SRE de l'état initial.			✓

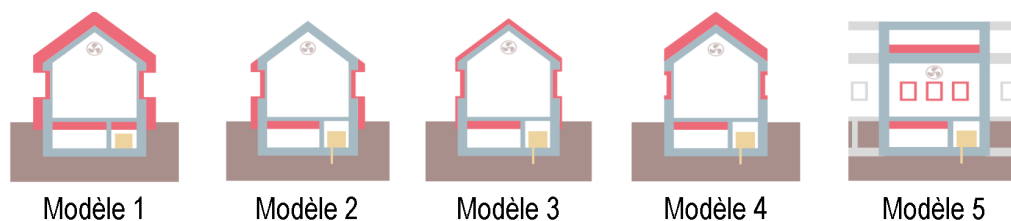
[1] Pour les pompes à chaleur air-eau, une température de départ maximale de 35 °C est requise pour le certificat Minergie.

[2] Proportion d'énergie fossile pour chauffage à distance max. 50 %

[3] Le modèle 4 requiert une récupération de chaleur (RC)

Le système 1 n'a pas d'exigences particulières pour l'électricité

## 10.4 Variante C



Enveloppe du bâtiment	B	✗	C	✓
Production de chaleur	Renouvelable (pompe à chaleur <sup>[1]</sup> , chaleur à distance <sup>[2]</sup> , énergie du bois et solaire)			✓
Renouvellement d'air	Ventilation de base autorisée, récupération de chaleur (RC) recommandée		RC obligatoire <sup>[3]</sup>	✗
Électricité	PV recommandé	40 % des économies possibles ou installation PV avec au moins 5 Wc par m² SRE		✓
Énergie globale CECB	B			✓
Surface totale après modernisation	La SRE ne doit pas dépasser 150 % de la SRE de l'état initial.			✓

[1] Pour les pompes à chaleur air-eau, une température de départ maximale de 35 °C est requise pour le certificat Minergie.

[2] Proportion d'énergie fossile pour chauffage à distance max. 50 %

[3] Le modèle 4 requiert une récupération de chaleur (RC)

Le système 1 n'a pas d'exigences particulières pour l'électricité

La variante "Variante C" répond aux exigences suivantes pour un modèle de rénovation MINERGIE:

- l'enveloppe du bâtiment CECB selon le modèle 2-5
- la production de chaleur selon le modèle 1-5
- l'électricité selon le modèle 2-5
- l'énergie globale CECB selon le modèle 1-5
- la surface totale après modernisation selon le modèle 1-5

Les exigences suivantes ne sont pas encore remplies:

- le renouvellement de l'air selon le modèle 1-5

Veuillez vérifier quelles mesures complémentaires favorisent un modèle de modernisation Minergie. L'outil Minergie correspondant ([https://www.minergie.ch/media/190103\\_systemerneuerung\\_nwf\\_2019.1\\_fr\\_1.xlsx](https://www.minergie.ch/media/190103_systemerneuerung_nwf_2019.1_fr_1.xlsx)) permet de fournir une preuve de calcul complète, incluant la protection contre la chaleur estivale.

Les extensions allant jusqu'à 50 % de la SRE ajoutés à l'existant doivent répondre aux exigences suivantes:

- Valeur U des éléments de construction opaques contre l'extérieur  $\leq 0.15 \text{ W/m}^2\text{K}$  et valeur  $U_w$  des fenêtres  $\leq 1.0 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Ventilation de confort ou unité de ventilation décentralisée avec air neuf, air vicié et récupération de chaleur
- Production autonome de courant de 10 kWc par m² SRE pour la partie nouvelle construction

## 11 Montants subventionnés

### 11.1 Variante A

Les subventions indiquées sont valables sur la base du programme bâtiment 2023, selon la campagne de sensibilisation importante pour encourager les propriétaires à assainir leur bien, en lien avec la stratégie énergétique 2050. Les baisses d'impôts induites par les investissements ne sont pas prises en compte, ni les taux hypothécaires potentiellement réduits par une bonne étiquette énergie. Toute demande de subventions doit impérativement être déposée avant le début des travaux. Notre bureau se tient à disposition pour l'accompagnement de subventions ainsi que pour les calculs de mise à l'enquête.

Un aperçu des subventions disponible peut être obtenus sur le site de la DIREN :

<https://www.vd.ch/themes/environnement/energie/subventions-programme-batiments/>

Une plateforme non officielle regroupant les subventions privées et publiques pour l'efficacité énergétique des bâtiments

<https://www.francsenergie.ch/fr>

Dénomination	Conditions	Nombre [—]	Taux de financement [CHF/Unité]	Montant [CHF]
M01 : Isolation de la toiture	U < 0.20	124	50	6'200
<b>Total</b>				<b>6'200</b>

### 11.2 Variante B

Dénomination	Conditions	Nombre [—]	Taux de financement [CHF/Unité]	Montant [CHF]
M01 : Isolation de la toiture	U < 0.20	124	50	6'200
M05 : Pompe à chaleur air-eau	En remplacement d'un chauffage fossile	1	5'000	5'000
<b>Total</b>				<b>11'200</b>

### 11.3 Variante C

Dénomination	Conditions	Nombre [—]	Taux de financement [CHF/Unité]	Montant [CHF]
M01 : Isolation de la toiture	U < 0.20	124	50	6'200
M01 : Isolation des façades contre extérieur	U < 0.20	213	50	10'650
M05 : Pompe à chaleur air-eau	En remplacement d'un chauffage fossile	1	5'000	5'000
M14 : Bonus pour rénovation globale	Atteinte de la classe C du CECB pour l'enveloppe	285	30	8'550
Subvention solaire photovoltaïque (Pronovo)	Installation ajoutée 7 kWc	1	2'800	2'800
<b>Total</b>				<b>33'200</b>

## 12 Coûts d'ensemble des mesures

[Tous les frais en CHF]	Variante A	Variante B	Variante C
Toits et plafonds	40'300	40'300	40'300
Murs	0	0	60'620
Fenêtres et portes	20'415	20'415	20'415
Sols	0	0	0
Ponts thermiques	0	0	0
<b>Enveloppe du bâtiment</b>	<b>60'715</b>	<b>60'715</b>	<b>121'335</b>
Chauffage/Eau chaude	2'000	68'000	68'000
Ventilation	0	0	0
<b>Chauffage, Eau chaude, Ventilation</b>	<b>2'000</b>	<b>68'000</b>	<b>68'000</b>
Appareils et installations	0	0	0
Petits appareils et électronique	0	0	0
Éclairage	0	0	0
Autres consommateurs	0	0	0
Photovoltaïque	0	0	23'000
<b>Électricité, total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>23'000</b>
Travaux d'adaptation et de préparation	0	0	0
Coûts de planification	4'000	9'000	14'000
Frais, permis	1'000	1'000	1'200
Autres	0	0	0
<b>Coûts totaux du projet</b>	<b>5'000</b>	<b>10'000</b>	<b>15'200</b>
<b>Coûts totaux des mesures y compris les frais concernant le projet</b>	<b>67'715</b>	<b>138'715</b>	<b>227'535</b>
<b>Total subventions</b>	<b>-6'200</b>	<b>-11'200</b>	<b>-33'200</b>
<b>Coûts totaux</b>	<b>61'515</b>	<b>127'515</b>	<b>194'335</b>

Le rapport de conseil ne saurait remplacer un spécialiste du bâtiment, comme un architecte ou un physicien du bâtiment, lors de la réalisation.

Les coûts des mesures sont basés sur des valeurs empiriques et ne sont pas exhaustifs ! Important : **l'estimation des coûts ne prend en compte que les mesures liées à l'assainissement énergétique d'un bâtiment.** Les autres coûts liés aux transformations intérieures et aux travaux d'entretien ne sont pas pris en compte ! Le CECB Plus ne contient pas de clarification et de planification sur la faisabilité et les coûts des différentes mesures et variantes. L'estimation des coûts peut être utilisée pour l'établissement d'un budget.

## 13 Financement des mesures

L'outil CECB présente une observation mixte et simplifiée des aspects économiques selon la méthode de la valeur brute: les coûts énergétiques et les coûts d'entretien sont considérés de façon «dynamique» (c.-à-d. en cas de renchérissement entre autres des prix de l'énergie, et de taux d'intérêt pour le calcul), sur une période définie (durée d'observation en années); les coûts d'investissement et les investissements de remplacement sont calculés de façon «statique».

L'économie d'énergie, et par conséquent le gain lié à l'économie des coûts énergétiques, dépendent du type d'utilisation. Cela a une influence sur la rentabilité des variantes. Une différence est par conséquent opérée entre une observation lors d'une utilisation standard, orientée sur un futur utilisateur inconnu, et une observation lors de l'utilisation actuelle, orientée sur la consommation mesurée.

### 13.1 Analyse de rentabilité sous utilisation standard

[Tous les frais en CHF]	Variante A	Variante B	Variante C
Coûts totaux des mesures y compris les frais concernant le projet	67'715	138'715	227'535
Somme des investissements supplémentaires et report de la valeur résiduelle sur le temps considéré*	-18'015	-1'515	-31'825
Subventions durant la période considérée	-6'200	-11'200	-33'200
<b>Coûts totaux des mesures durant la période considérée</b>	<b>43'500</b>	<b>126'000</b>	<b>162'510</b>
Valeur de l'épargne énergétique durant la période considérée	-56'274	-66'827	-130'564
<b>Investissement global net</b>	<b>-12'774</b>	<b>59'173</b>	<b>31'946</b>

\*Pour pouvoir comparer des variantes, le développement doit être considéré sur une même durée (en général 25 ans). Les investissements engendrés par les mesures se répètent sur de plus courtes durées d'utilisation, et sont considérés comme un investissement supplémentaire (p.ex. le remplacement des appareils après 10 ans coûte encore 1,5 fois de plus sur une période de 25 ans). A l'inverse, une valeur résiduelle encore présente doit être déduite à la fin de la période d'observation pour les mesures qui tiennent sur une plus longue durée d'utilisation (p.ex. les coûts d'une façade présentant une durée d'utilisation de 50 ans sont pris en compte pour moitié, après 25 ans, en tant que report de la valeur résiduelle).

L'investissement supplémentaire et le report de la valeur résiduelle doivent être inclus dans la prise en considération de la rentabilité et donnent l'investissement global sur la période considérée.

[Tous les frais en CHF]	État initial	Variante A	Variante B	Variante C
Valeur brute des coûts d'entretien sur la durée considérée	0	0	0	0
<b>Total valeur brute et autres coûts</b> (Coûts totaux durant la période considérée - subventions + valeur brute énergie + valeur brute entretien)	<b>278'277</b>	<b>265'503</b>	<b>337'451</b>	<b>310'224</b>
<b>Valeur du capital comme différence avec état initial</b>	<b>0</b>	<b>12'774</b>	<b>-59'173</b>	<b>-31'946</b>

(Taux d'intérêt pour le calcul: 1.5 %. Renchérissement annuel général: 2.0 %. Renchérissement annuel du prix de l'énergie: 3.0 %. Durée considérée: 25 ans)

\*\* Dans l'état initial, le «total valeur brute et autres coûts» comprend uniquement la valeur brute des coûts énergétiques et des coûts d'entretien.

Une «valeur du capital comme différence avec état initial» positive représente une économie.



## Annexe A. Glossaire et explications concernant le CECB

### Rénovation énergétique globale vs rénovation par étapes

Une **rénovation énergétique globale** comprend généralement une rénovation énergétique complète du bâtiment, englobant des mesures de réduction de l'énergie d'exploitation, de couverture efficace des besoins et de substitution des énergies fossiles par des agents énergétiques renouvelables. Des modifications importantes sont entreprises au cours d'étapes de construction successives. À la fin de la rénovation le bâtiment correspond énergétiquement à une nouvelle construction.

Si des étapes isolées de la rénovation énergétique globale conseillées sont effectuées au cours d'étapes de construction chronologiquement bien distinctes, on parle d'une "**rénovation par étapes**".

### Efficacité de l'enveloppe du bâtiment, efficacité énergétique globale

L'**efficacité de l'enveloppe du bâtiment** exprime la qualité de protection thermique du bâtiment, c'est-à-dire la qualité de l'isolation thermique des murs, du toit et des sols, ainsi que la qualité énergétique des fenêtres. L'efficacité de l'enveloppe du bâtiment est la valeur déterminante pour l'évaluation du chauffage du bâtiment. L'efficacité de l'enveloppe du bâtiment se base sur le besoin effectif en énergie pour la chaleur  $Q_{h,eff}$ , avec un taux de renouvellement d'air effectif et régulation du chauffage choisie, mais sous utilisation / taux d'occupation standard ainsi que température de locaux standard (besoin en énergie utile).

L'**efficacité énergétique globale** prend en compte les besoins énergétiques pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire ainsi qu'une valeur standard d'électricité avec l'évaluation des divers agents énergétiques selon les facteurs de pondération énergétique nationaux. L'efficacité de l'énergie globale se base sur  $Q_{h,eff}$  en prenant compte la production et la distribution de chaleur choisies. Le besoin en électricité standard du ménage et appareils électriques \*y compris les énergies auxiliaires nécessaires au chauffage et à l'eau chaude, selon les choix faits pour production/distribution.

D'une manière générale, le besoin énergétique final est pondéré par les facteurs de pondération énergétique nationaux.

(\* se base sur des appareils et installations standard, un éclairage standard, de petits appareils standard et des consommateurs habituels)

### Émissions directes de CO<sub>2</sub>

La classification des **émissions directes de CO<sub>2</sub>** indique la quantité de CO<sub>2</sub> émise par le bâtiment pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire. Cela dépend de la quantité d'énergie renouvelable utilisée et de l'efficacité énergétique. Des émissions de CO<sub>2</sub> nulles correspondent à la classe A, le changement de classe se fait par paliers de 5 kg/(m<sup>2</sup>a). Les émissions en amont, par exemple pour la production d'électricité ou de chauffage à distance, ne sont pas prises en compte. Ces émissions en amont sont déclarées, y compris les émissions directes de CO<sub>2</sub>, comme émissions de gaz à effet de serre, mais n'ont pas d'influence sur l'évaluation.

### Besoin énergétique final

Il s'agit de l'énergie nécessaire au chauffage du bâtiment, au renouvellement de l'air et à la préparation de l'eau chaude sanitaire, compte tenu des besoins de chaleur pour le chauffage, des déperditions de chaleur et de la préparation de l'eau chaude sanitaire. L'énergie finale inclut l'énergie auxiliaire nécessaire au fonctionnement des installations – il s'agit en principe de l'électricité permettant de faire fonctionner les pompes, la régulation, etc. – et doit donc être considérée séparément pour chaque agent énergétique. Le bilan d'énergie finale s'établit « à la jonction » de l'enveloppe du bâtiment; l'énergie finale représente donc l'énergie que le consommateur achète pour chauffer le bâtiment et préparer l'eau chaude.

### Besoin en chaleur standard pour le chauffage $Q_{h,std}$ et besoin en chaleur effectif pour le chauffage $Q_{h,eff}$

Le besoin en chaleur pour le chauffage correspond à la quantité de chaleur qui doit être fournie aux locaux chauffés pendant la période de calcul considérée (le mois ou l'année) pour maintenir la température des locaux à la valeur désirée; elle est rapportée à la surface de référence énergétique (kWh/m<sup>2</sup>). On obtient le besoin en chaleur pour le chauffage en dressant le bilan des déperditions thermiques (transmission et renouvellement d'air) et des apports thermiques (solaires et internes).

Le besoin en chaleur pour le chauffage  $Q_{h,eff}$  correspond à la valeur standard  $Q_{h,std}$  selon la norme SIA 380/1, avec un taux modifié de renouvellement d'air rapporté à la surface. L'évaluation CECB repose sur  $Q_{h,eff}$ .

### Renouvellement d'air et débit d'air neuf rapporté à la surface

Par renouvellement d'air, on entend le remplacement de l'air présent dans des locaux fermés par de l'air frais. Le taux de renouvellement d'air, exprimé en 1/h (= un volume par heure), indique combien de fois le volume entier d'air dans le local est renouvelé en une heure.

Le débit d'air neuf  $V'/AE$  ( $m^3/(h.m^2)$ ) représente l'échange d'air au travers de l'enveloppe du bâtiment rapporté à la surface de référence énergétique. Les valeurs indiquées dans la norme SIA 380/1 font référence au débit d'air neuf moyen nécessaire pour garantir une hygiène de l'air suffisante, à la température de consigne, pour une occupation standard en nombre de personnes et en temps d'occupation. Ces valeurs tiennent compte du renouvellement d'air occasionné par les installations mécaniques d'extraction d'air, telles celles des cuisines, des salles de bains et des WC. Dans le CECB, un débit d'air neuf thermiquement efficace de  $0,7 m^3/(h.m^2)$  est utilisé par défaut. Les objets avec une ventilation intérieure contrôlée présentent des valeurs nettement plus faibles tandis que les bâtiments peu étanches affichent des valeurs plus élevées.  $V'/AE$  est intégré au calcul de  $Q_{h,eff}$ .

## Modèle de prescriptions énergétiques des cantons (MoPEC)

Le MoPEC est un catalogue de prescriptions en matière de construction, qui formule des exigences énergétiques à respecter dans le cadre d'une nouvelle construction ou d'une rénovation. L'objectif de ce catalogue est d'accélérer l'harmonisation des exigences à l'échelle de la Suisse. Les cantons sont libres de choisir les modules du MoPEC qu'ils désirent intégrer à leur législation. Le développement constant du CECB s'appuie sur le MoPEC.

## Facteurs de pondération énergétiques nationaux

Les facteurs de pondération énergétiques nationaux sont définis conjointement par la Conférence des directeurs cantonaux de l'énergie (EnDK) et l'Office fédéral de l'énergie (OFEN). Ces facteurs prennent en compte l'énergie requise pour extraire l'énergie, la transformer, la raffiner, la stocker, la transporter et la distribuer ainsi que tous les processus qui sont nécessaires à l'alimentation en énergie du bâtiment. Les facteurs actuels figurent sur le site de la Conférence des directeurs cantonaux de l'énergie ([www.endk.ch](http://www.endk.ch)). Dans le CECB, ils servent à la pondération de l'énergie finale calculée pour les différents agents énergétiques utilisés.

## Option création de rapport de conseil Données d'utilisation standard ou données d'utilisation actuelle

Pour les **données d'utilisation standard** des résultats énergétiques et économiques dans le rapport de conseil, sont prises en considération les valeurs standard des données d'utilisation pour l'état initial ainsi que les variantes. Le besoin en chaleur de chauffage se base sur  $Q_{h,eff}$  avec température de locaux standard, régulation choisie, et taux effectif de renouvellement d'air. Pour l'eau chaude en particulier, on se réfère au besoin standard selon SIA 380/1. Pour le besoin en électricité sera utilisé le besoin standard de certains des appareils et installations choisis, ainsi que petits appareils et éclairage.

Le choix des **données d'utilisation actuelle** considère déjà une température de local plus haute ou plus basse. Le besoin en eau chaude sanitaire considère le paramètre définissable du « besoin en énergie pour l'eau chaude ». Les diverses rubriques de l'électricité verront considérées les entrées réalisées. Le réglage de la condition d'utilisation standard pour le besoin en électricité n'exerce aucune influence. Le réglage du besoin en électricité selon la norme SIA 380/1 n'exerce **aucune influence**.

## Conditions normales d'utilisation selon la norme SIA 380/1

Selon la norme SIA 380/1, il faut faire plusieurs hypothèses pour pouvoir calculer le besoin en énergie pour le chauffage  $Q_{h,std}$ ; celles-ci concernent notamment la température des locaux, la surface par personne, la chaleur dégagée par les personnes, les temps de présence et le renouvellement d'air rapporté à la surface. Pour simplifier, la norme définit pour ces grandeurs des valeurs standard pour chaque catégorie d'ouvrage.

## Valeurs U

Le coefficient de transfert de chaleur U (anciennement dénommé « valeur k ») indique quel flux de chaleur (en Watt) circule lors d'une différence de température de 1 K (par ex, température de local  $20^{\circ}C$  et temp. extérieure  $19^{\circ}C$ ) à travers  $1m^2$  d'élément de construction. La valeur U exprime ainsi la qualité énergétique d'un élément constructif. Plus la valeur U est faible, plus l'élément de construction est économe en énergie.

## Annexe B. Données de base

### B.1. Hypothèse Prix des agents énergétiques

#### B.1.1. Prix régionaux de CAD/combustible

	Pouvoir calorifique			Prix par unité			[cent./kWh]
	Choisi:	Objectif:		Choisi:	Objectif:		
Charbon en briquettes	7.80	8.10	kWh/kg	1.40	1.40	CHF/kg	17.95
Électricité (pompe à chaleur)	1.00	1.00	kWh/kWh	37.50	25.00	cent./kWh	37.50
Électricité (TB / heures creuses)	1.00	1.00	kWh/kWh	37.50	20.00	cent./kWh	37.50
Électricité (TH / heures pleines)	1.00	1.00	kWh/kWh	37.50	30.00	cent./kWh	37.50
Électricité (TM / tarif unique)	1.00	1.00	kWh/kWh	37.50	25.00	cent./kWh	37.50
Biogaz	11.20	11.20	kWh/m³	6.75	20.00	cent./kWh	6.75
Gaz naturel	11.20	11.20	kWh/m³	15.20	15.00	cent./kWh	15.20
Chaleur à distance, part fossile <= 25 %	1.00	1.00	kWh/kWh	13.00	15.00	cent./kWh	13.00
Chaleur à distance, part fossile <= 50 % (combustion déchets)	1.00	1.00	kWh/kWh	13.00	15.00	cent./kWh	13.00
Chaleur à distance, part fossile <= 75 %	1.00	1.00	kWh/kWh	13.00	15.00	cent./kWh	13.00
Chaleur à distance, part fossile > 75 %	1.00	1.00	kWh/kWh	13.00	15.00	cent./kWh	13.00
Mazout	9.80	10.40	kWh/l	1.50	1.30	CHF/l	15.31
Bûches de bois	5.50	4.80	kWh/kg	200.00	170.00	CHF/stère	7.27
Granulés de bois	5.00	5.30	kWh/kg	0.65	0.50	CHF/kg	13.00
Plaquettes de bois	3.20	4.20	kWh/kg	50.00	60.00	CHF/Sm³	6.25

#### B.1.2. Taux d'intérêt et renchérissement

Facteur régional	1.0
Taux d'intérêt pour le calcul	1.5 %
Renchérissement annuel général	2.0 %
Renchérissement annuel du prix de l'énergie	3.0 %
Durée considérée	25 ans

## Annexe C. Mesures des variantes de rénovation

### C.1. Mesures, Variante A

Isolation toiture entre et sous chevrons, remplacement des anciennes fenêtres et mise en place de vannes thermostatiques sur les radiateurs

#### C.1.1. Enveloppe du bâtiment

##### C.1.1.1 Toits et plafonds

Abrév.	Dénomination	Surface [m²]	Valeur U [W/(m²K)]
<i>Eléments de construction dans Ath</i>			
To-1	Toiture en pente isolée	124.0	0.19

##### C.1.1.2 Fenêtres et portes

Abrév.	Dénomination	Surface [m²]	Valeur U [W/(m²K)]	Valeur g [—]
<i>Eléments de construction dans Ath</i>				
Po-2	porte entrée new 130x221	2.9	1.30	0.00
Fe-5	DV ancien-new 285x200	5.7	1.30	0.55
Fe-6	DV ancien-new 229x520	12.0	1.30	0.55
Fe-7	DV ancien 300x40	1.2	1.30	0.55

#### C.1.2. Technique du bâtiment

##### C.1.2.1 Chauffage

Abrév.	Dénomination	PC-1
Ch-1	Distribution chauffage isolée	100 %

##### C.1.2.2 Eau chaude

Abrév.	Dénomination	PC-1
ECS-1	Distribution ECS isolée	100 %

### C.2. Mesures, Variante B

Idem variante A + remplacement des radiateurs actuels par des radiateurs à basse température et remplacement de la chaudière mazout par une pompe à chaleur air-eau

#### C.2.1. Enveloppe du bâtiment

##### C.2.1.1 Toits et plafonds

Abrév.	Dénomination	Surface [m²]	Valeur U [W/(m²K)]
<i>Eléments de construction dans Ath</i>			
To-1	Toiture en pente isolée	124.0	0.19

### C.2.1.2 Fenêtres et portes

Abrév.	Dénomination	Surface [m²]	Valeur U [W/(m²K)]	Valeur g [—]
<i>Eléments de construction dans Ath</i>				
Po-2	porte entrée new 130x221	2.9	1.30	0.00
Fe-5	DV ancien-new 285x200	5.7	1.30	0.55
Fe-6	DV ancien-new 229x520	12.0	1.30	0.55
Fe-7	DV ancien 300x40	1.2	1.30	0.55

### C.2.2. Technique du bâtiment

#### C.2.2.1 Producteur de chaleur

Abrév.	Dénomination
PC-1	Pompe à chaleur air-eau avec radiateurs basse températures

#### C.2.2.2 Chauffage

Abrév.	Dénomination	PC-1
Ch-1	Distribution chauffage isolée	100 %

#### C.2.2.3 Eau chaude

Abrév.	Dénomination	PC-1
ECS-1	Distribution ECS isolée	100 %

## C.3. Mesures, Variante C

Idem variante B + isolation périphérique des façades et pose de capteurs photovoltaïques

### C.3.1. Enveloppe du bâtiment

#### C.3.1.1 Toits et plafonds

Abrév.	Dénomination	Surface [m²]	Valeur U [W/(m²K)]
<i>Eléments de construction dans Ath</i>			
To-1	Toiture en pente isolée	124.0	0.19

#### C.3.1.2 Murs

Abrév.	Dénomination	Surface [m²]	Valeur U [W/(m²K)]
<i>Eléments de construction dans Ath</i>			
Mu-1	Mur c/ext	40.7	0.18
Mu-2	Mur c/ext	45.1	0.18
Mu-3	Mur c/ext	49.5	0.18

Mu-4	Mur c/ext	51.4	0.18
Mu-5	Mur c/ext sous-sol	26.0	0.18

### C.3.1.3 Fenêtres et portes

Abrév.	Dénomination	Surface [m²]	Valeur U [W/(m²K)]	Valeur g [—]
<i>Eléments de construction dans Ath</i>				
Po-2	porte entrée new 130x221	2.9	1.30	0.00
Fe-5	DV ancien-new 285x200	5.7	1.30	0.55
Fe-6	DV ancien-new 229x520	12.0	1.30	0.55
Fe-7	DV ancien 300x40	1.2	1.30	0.55

### C.3.1.4 Ponts thermiques linéaires

Abrév.	Dénomination	Longueur [m]	Valeur Psi [W/(mK)]
PCI-1	PT embrasures fenêtres	150.00	0.14
PCI-2	PT pied de façade	40.00	0.30
PCI-3	PT caisson de store	14.00	0.25

## C.3.2. Technique du bâtiment

### C.3.2.1 Producteur de chaleur

Abrév.	Dénomination
PC-1	Pompe à chaleur air-eau avec radiateurs basse températures

### C.3.2.2 Chauffage

Abrév.	Dénomination	PC-1
Ch-1	Distribution chauffage isolée	100 %

### C.3.2.3 Eau chaude

Abrév.	Dénomination	PC-1
ECS-1	Distribution ECS isolée	100 %

## 13.1.1 Photovoltaïque

Abrév.	Dénomination
PH-1	Installation solaire PV 7 kW

## Annexe D. Résultats détaillés

Pour simplifier la lecture du rapport principal, seuls les résultats résumés seront rendus. Ici se trouvent les explications détaillées sur les résultats finaux ou intermédiaires.

### D.1. Calculateur SIA

#### D.1.1. Utilisation standard

Dénomination	État initial	Variante A	Variante B	Variante C	Unité
Température de local avec supplément de régulation	22	20	20	20	°C
Surface totale enveloppe	607	625	625	625	m²
Facteur d'enveloppe	2.13	2.19	2.19	2.19	–
Toit contre extérieur	16.78	7.65	7.65	7.65	kWh/(m²a)
Plafond contre pièces non chauffées	2.99	2.51	2.51	2.51	kWh/(m²a)
Toit/plafond contre terre	0	0	0	0	kWh/(m²a)
Plafond contre pièce voisine	0	0	0	0	kWh/(m²a)
Mur contre extérieur	48.63	40.88	40.88	12.43	kWh/(m²a)
Mur contre pièce non chauffée	3.16	2.66	2.66	2.66	kWh/(m²a)
Mur contre terrain	13.4	11.26	11.26	11.26	kWh/(m²a)
Mur contre pièce attenante	0	0	0	0	kWh/(m²a)
Sol contre extérieur	0	0	0	0	kWh/(m²a)
Sol contre pièces non chauffées	0	0	0	0	kWh/(m²a)
Sol contre terrain	18.14	15.25	15.25	15.25	kWh/(m²a)
Sol contre pièce voisine	0	0	0	0	kWh/(m²a)
Fenêtres horizontales	0	0	0	0	kWh/(m²a)
Fenêtre sud	0	0	0	0	kWh/(m²a)
Fenêtre SE	5.31	4.46	4.46	4.46	kWh/(m²a)
Fenêtre SO	4.93	4.14	4.14	4.14	kWh/(m²a)
Fenêtre est	0	0	0	0	kWh/(m²a)
Fenêtre ouest	0	0	0	0	kWh/(m²a)
Fenêtre nord	0	0	0	0	kWh/(m²a)
Fenêtre NE	19.87	7.44	7.44	7.44	kWh/(m²a)
Fenêtre NO	8.88	3.95	3.95	3.95	kWh/(m²a)
Fenêtre/porte contre pièce voisine	0	0	0	0	kWh/(m²a)
Ponts thermiques linéaires	0	0	0	11.85	kWh/(m²a)
Ponts thermiques ponctuels	0	0	0	0	kWh/(m²a)
Total des pertes de chaleur par transmission	142.07	100.2	100.2	83.59	kWh/(m²a)
Capacité calorifique spécifique Air	0.32	0.32	0.32	0.32	Wh/(m³K)
Pertes de chaleur par ventilation	24.63	20.71	20.71	20.71	kWh/(m²a)
Pertes de chaleur totales	166.7	120.91	120.91	104.3	kWh/(m²a)
Coefficient de transfert de chaleur spécifique	431.84	372.55	372.55	321.37	W/K
Gain de chaleur électricité	15.4	15.4	15.4	15.4	kWh/(m²a)
Gain de chaleur personnes	5.11	5.11	5.11	5.11	kWh/(m²a)
Gains de chaleur internes	20.51	20.51	20.51	20.51	kWh/(m²a)
Gain de chaleur solaire horizontal	0	0	0	0	kWh/(m²a)
Gain de chaleur solaire Sud	0	0	0	0	kWh/(m²a)
Gain de chaleur solaire du SE	9.76	9.76	9.76	9.76	kWh/(m²a)
Gain de chaleur solaire du SO	7.73	7.73	7.73	7.73	kWh/(m²a)

Gain de chaleur solaire Est	0	0	0	0	kWh/(m²a)
Gain de chaleur solaire Ouest	0	0	0	0	kWh/(m²a)
Gain de chaleur solaire Nord	0	0	0	0	kWh/(m²a)
Gain de chaleur solaire du NE	7.67	5.91	5.91	5.91	kWh/(m²a)
Gain de chaleur solaire du NO	4.18	2.65	2.65	2.65	kWh/(m²a)
Gain de chaleur solaire total	29.34	26.05	26.05	26.05	kWh/(m²a)
Gain de chaleur total	49.85	46.56	46.56	46.56	kWh/(m²a)
Paramètre pour rendement	7.6	8.65	8.65	9.87	–
Degré d'utilisation des gains de chaleur	0.92	0.8	0.8	0.78	–
Gains de chaleur utiles	45.9	37.38	37.38	36.42	kWh/(m²a)
Besoin en chaleur de chauffage, effective	120.8	83.53	83.53	67.88	kWh/(m²a)
Besoin en chaleur de chauffage	120.8	83.53	83.53	67.88	kWh/(m²a)
Besoin en chaleur de chauffage, valeur limite	47.95	48.89	48.89	48.89	kWh/(m²a)
Besoin en chaleur de chauffage, valeur cible	28.77	29.34	29.34	29.34	kWh/(m²a)
Dimensionnement approx. Charge thermique nominale (selon SIA 384.201), effective	12.52	10.43	10.43	9	kW
Besoins énergétiques Chauffage (y c. solaire thermique de rendement 1)	130.27	90.01	35.37	28.59	kWh/(m²a)
Besoins en énergie fournie pour le chauffage (énergie solaire thermique déduite)	130.27	90.01	35.37	28.59	kWh/(m²a)
Énergie auxiliaire Chauffage	1.81	1.47	0.47	0.45	kWh/(m²a)
Besoins énergétiques Eau chaude (y c. solaire thermique de rendement 1)	18.75	18.16	7.56	7.56	kWh/(m²a)
Besoins en énergie fournie pour l'eau chaude sanitaire (énergie solaire thermique déduite)	18.75	18.16	7.56	7.56	kWh/(m²a)
Énergie auxiliaire Eau chaude	1.3	1.01	0	0	kWh/(m²a)
Besoins énergétiques Electricité Appareils, éclairage, autres consommateurs (hors propre consommation PV et CCF)	21.64	21.64	21.64	21.64	kWh/(m²a)
Besoins en énergie fournie pour appareils électriques, ventilation et énergie auxiliaire (avec autoconsommation et alimentation PV et CCFE)	24.75	24.12	22.1	9.68	kWh/(m²a)
Charge thermique spécifique (selon SIA 380/1: 2016), effective	38.51	32.89	32.89	28.05	W/m²



## D.1.2. Utilisation actuelle

Dénomination	État initial	Variante A	Variante B	Variante C	Unité
Température de local avec supplément de régulation	22	20	20	20	°C
Surface totale enveloppe	607	625	625	625	m²
Facteur d'enveloppe	2.13	2.19	2.19	2.19	–
Toit contre extérieur	14.72	6.54	6.54	6.54	kWh/(m²a)
Plafond contre pièces non chauffées	2.62	2.15	2.15	2.15	kWh/(m²a)
Toit/plafond contre terre	0	0	0	0	kWh/(m²a)
Plafond contre pièce voisine	0	0	0	0	kWh/(m²a)
Mur contre extérieur	42.66	34.98	34.98	10.63	kWh/(m²a)
Mur contre pièce non chauffée	2.77	2.27	2.27	2.27	kWh/(m²a)
Mur contre terrain	11.75	9.64	9.64	9.64	kWh/(m²a)
Mur contre pièce attenant	0	0	0	0	kWh/(m²a)
Sol contre extérieur	0	0	0	0	kWh/(m²a)
Sol contre pièces non chauffées	0	0	0	0	kWh/(m²a)
Sol contre terrain	15.91	13.05	13.05	13.05	kWh/(m²a)
Sol contre pièce voisine	0	0	0	0	kWh/(m²a)
Fenêtres horizontales	0	0	0	0	kWh/(m²a)
Fenêtre sud	0	0	0	0	kWh/(m²a)
Fenêtre SE	4.66	3.82	3.82	3.82	kWh/(m²a)
Fenêtre SO	4.32	3.54	3.54	3.54	kWh/(m²a)
Fenêtre est	0	0	0	0	kWh/(m²a)
Fenêtre ouest	0	0	0	0	kWh/(m²a)
Fenêtre nord	0	0	0	0	kWh/(m²a)
Fenêtre NE	17.43	6.36	6.36	6.36	kWh/(m²a)
Fenêtre NO	7.79	3.38	3.38	3.38	kWh/(m²a)
Fenêtre/porte contre pièce voisine	0	0	0	0	kWh/(m²a)
Ponts thermiques linéaires	0	0	0	10.14	kWh/(m²a)
Ponts thermiques ponctuels	0	0	0	0	kWh/(m²a)
Total des pertes de chaleur par transmission	124.64	85.74	85.74	71.53	kWh/(m²a)
Capacité calorifique spécifique Air	0.32	0.32	0.32	0.32	Wh/(m³K)
Pertes de chaleur par ventilation	21.69	17.78	17.78	17.78	kWh/(m²a)
Pertes de chaleur totales	146.32	103.52	103.52	89.31	kWh/(m²a)
Coefficient de transfert de chaleur spécifique	432.07	372.78	372.78	321.6	W/K
Gain de chaleur électricité	15.4	15.4	15.4	15.4	kWh/(m²a)
Gain de chaleur personnes	5.11	5.11	5.11	5.11	kWh/(m²a)
Gains de chaleur internes	20.51	20.51	20.51	20.51	kWh/(m²a)
Gain de chaleur solaire horizontal	0	0	0	0	kWh/(m²a)
Gain de chaleur solaire Sud	0	0	0	0	kWh/(m²a)
Gain de chaleur solaire du SE	10.28	10.28	10.28	10.28	kWh/(m²a)
Gain de chaleur solaire du SO	8.25	8.25	8.25	8.25	kWh/(m²a)

Gain de chaleur solaire Est	0	0	0	0	kWh/(m²a)
Gain de chaleur solaire Ouest	0	0	0	0	kWh/(m²a)
Gain de chaleur solaire Nord	0	0	0	0	kWh/(m²a)
Gain de chaleur solaire du NE	7.53	5.8	5.8	5.8	kWh/(m²a)
Gain de chaleur solaire du NO	4.15	2.64	2.64	2.64	kWh/(m²a)
Gain de chaleur solaire total	30.22	26.97	26.97	26.97	kWh/(m²a)
Gain de chaleur total	50.73	47.48	47.48	47.48	kWh/(m²a)
Paramètre pour rendement	7.6	8.65	8.65	9.86	–
Degré d'utilisation des gains de chaleur	0.85	0.72	0.72	0.7	–
Gains de chaleur utiles	43.12	34.03	34.03	33.15	kWh/(m²a)
Besoin en chaleur de chauffage, effective	103.21	69.49	69.49	56.17	kWh/(m²a)
Besoin en chaleur de chauffage	103.21	69.49	69.49	56.17	kWh/(m²a)
Besoin en chaleur de chauffage, valeur limite	43.63	44.49	44.49	44.49	kWh/(m²a)
Besoin en chaleur de chauffage, valeur cible	26.18	26.7	26.7	26.7	kWh/(m²a)
Dimensionnement approx. Charge thermique nominale (selon SIA 384.201), effective	11.23	9.32	9.32	8.04	kW
Besoins énergétiques Chauffage (y c. solaire thermique de rendement 1)	111.13	74.77	29.37	23.6	kWh/(m²a)
Besoins en énergie fournie pour le chauffage (énergie solaire thermique déduite)	111.13	74.77	29.37	23.6	kWh/(m²a)
Énergie auxiliaire Chauffage	1.65	1.35	0.45	0.44	kWh/(m²a)
Besoins énergétiques Eau chaude (y c. solaire thermique de rendement 1)	18.75	18.16	7.56	7.56	kWh/(m²a)
Besoins en énergie fournie pour l'eau chaude sanitaire (énergie solaire thermique déduite)	18.75	18.16	7.56	7.56	kWh/(m²a)
Énergie auxiliaire Eau chaude	1.16	0.9	0	0	kWh/(m²a)
Besoins énergétiques Electricité Appareils, éclairage, autres consommateurs (hors propre consommation PV et CCF)	21.64	21.64	21.64	21.64	kWh/(m²a)
Besoins en énergie fournie pour appareils électriques, ventilation et énergie auxiliaire (avec autoconsommation et alimentation PV et CCFE)	24.45	23.88	22.09	-1.79	kWh/(m²a)
Charge thermique spécifique (selon SIA 380/1: 2016), effective	33.98	28.99	28.99	24.68	W/m²

## D.2. Aperçu énergie finale

### D.2.1. Utilisation standard

#### D.2.1.1 Énergie finale État initial (Utilisation standard)

Name	Unité	Total énergie auxiliaire	Mazout	Électricité (TM / tarif unique)	Électricité (production)	Besoin global pondéré
PC-1	kWh		42'470	0	0	
PC-1 Énergie auxiliaire	kWh	887	0	887	0	
Appareils et installations	kWh		0	1'867	0	
Petits appareils et électronique	kWh		0	2'576	0	
Ventilation	kWh		0	210	0	
Éclairage	kWh		0	1'513	0	
Autres consommateurs	kWh		0	0	0	
Photovoltaïque	kWh		0	0	0	
Énergie nette livrée	kWh		42'470	7'053	0	
Facteur de pondération national	--		1	2	2	
Facteur PE total	--		1.26	2.64	2.64	
Proportion PE renouvelable	%		1.10	21.10	21.10	
Facteur d'émission de CO <sub>2</sub>	kg/kWh		0.265	0.000	0.000	
Facteur d'émission de GES	kg/kWh		0.324	0.126	0.126	
Hi/Hs	--		0.942	0.000	0.000	
Énergie finale pondérée	kWh		42'470	14'107	0	56'577
Énergie primaire (PE) nette totale	kWh		56'969	18'592	0	75'561
Énergie renouvelable	kWh		627	3'923	0	4'550
Émissions directes de CO <sub>2</sub>	kg		11'255	0	0	11'255
Émissions de GES	kg		14'603	889	0	15'491
Indicateur énergie finale pondérée	kWh/m <sup>2</sup>		149	49	0	198
Indicateur P. E. total	kWh/m <sup>2</sup>		200	65	0	265
Indicateur émissions directes de CO <sub>2</sub>	kg/(m <sup>2</sup> a)		40	0	0	40
Indicateur émissions de GES	kg/(m <sup>2</sup> a)		51	3	0	54
Proportion d'énergie primaire renouvelable	%		1.10	21.10	0.00	6.02

### D.2.1.2 Énergie finale Variante A (Utilisation standard)

Name	Unité	Total énergie auxiliaire	Mazout	Électricité (TM / tarif unique)	Électricité (production)	Besoin global pondéré
PC-1	kWh		30'829	0	0	
PC-1 Énergie auxiliaire	kWh	707	0	707	0	
Appareils et installations	kWh		0	1'867	0	
Petits appareils et électronique	kWh		0	2'576	0	
Ventilation	kWh		0	210	0	
Éclairage	kWh		0	1'513	0	
Autres consommateurs	kWh		0	0	0	
Photovoltaïque	kWh		0	0	0	
Énergie nette livrée	kWh		30'829	6'873	0	
Facteur de pondération national	--		1	2	2	
Facteur PE total	--		1.26	2.64	2.64	
Proportion PE renouvelable	%		1.10	21.10	21.10	
Facteur d'émission de CO <sub>2</sub>	kg/kWh		0.265	0.000	0.000	
Facteur d'émission de GES	kg/kWh		0.324	0.126	0.126	
Hi/Hs	--		0.942	0.000	0.000	
Énergie finale pondérée	kWh		30'829	13'747	0	44'575
Énergie primaire (PE) nette totale	kWh		41'353	18'118	0	59'471
Énergie renouvelable	kWh		455	3'823	0	4'278
Émissions directes de CO <sub>2</sub>	kg		8'170	0	0	8'170
Émissions de GES	kg		10'600	866	0	11'466
Indicateur énergie finale pondérée	kWh/m <sup>2</sup>		108	48	0	156
Indicateur P. E. total	kWh/m <sup>2</sup>		145	64	0	209
Indicateur émissions directes de CO <sub>2</sub>	kg/(m <sup>2</sup> a)		29	0	0	29
Indicateur émissions de GES	kg/(m <sup>2</sup> a)		37	3	0	40
Proportion d'énergie primaire renouvelable	%		1.10	21.10	0.00	7.19

### D.2.1.3 Énergie finale Variante B (Utilisation standard)

Name	Unité	Total énergie auxiliaire	Électricité (TM / tarif unique)	Électricité (production)	Besoin global pondéré
PC-1	kWh		12'235	0	
PC-1 Énergie auxiliaire	kWh	133	133	0	
Appareils et installations	kWh		1'867	0	
Petits appareils et électronique	kWh		2'576	0	
Ventilation	kWh		210	0	
Éclairage	kWh		1'513	0	
Autres consommateurs	kWh		0	0	
Photovoltaïque	kWh		0	0	
Énergie nette livrée	kWh		18'535	0	
Facteur de pondération national	--		2	2	
Facteur PE total	--		2.64	2.64	
Proportion PE renouvelable	%		21.10	21.10	
Facteur d'émission de CO <sub>2</sub>	kg/kWh		0.000	0.000	
Facteur d'émission de GES	kg/kWh		0.126	0.126	
Hi/Hs	--		0.000	0.000	
Énergie finale pondérée	kWh		37'069	0	37'069
Énergie primaire (PE) nette totale	kWh		48'857	0	48'857
Énergie renouvelable	kWh		10'309	0	10'309
Émissions directes de CO <sub>2</sub>	kg		0	0	0
Émissions de GES	kg		2'335	0	2'335
Indicateur énergie finale pondérée	kWh/m <sup>2</sup>		130	0	130
Indicateur P. E. total	kWh/m <sup>2</sup>		171	0	171
Indicateur émissions directes de CO <sub>2</sub>	kg/(m <sup>2</sup> a)		0	0	0
Indicateur émissions de GES	kg/(m <sup>2</sup> a)		8	0	8
Proportion d'énergie primaire renouvelable	%		21.10	0.00	21.10

#### D.2.1.4 Énergie finale Variante C (Utilisation standard)

Name	Unité	Total énergie auxiliaire	Électricité (TM / tarif unique)	Électricité (production)	Besoin global pondéré
PC-1	kWh		10'303	0	
PC-1 Énergie auxiliaire	kWh	128	128	0	
Appareils et installations	kWh		1'867	0	
Petits appareils et électronique	kWh		2'576	0	
Ventilation	kWh		210	0	
Éclairage	kWh		1'513	0	
Autres consommateurs	kWh		0	0	
Photovoltaïque	kWh		0	-3'536	
Énergie nette livrée	kWh		16'597	-3'536	
Facteur de pondération national	--		2	2	
Facteur PE total	--		2.64	2.64	
Proportion PE renouvelable	%		21.10	21.10	
Facteur d'émission de CO <sub>2</sub>	kg/kWh		0.000	0.000	
Facteur d'émission de GES	kg/kWh		0.126	0.126	
Hi/Hs	--		0.000	0.000	
Énergie finale pondérée	kWh		33'193	-7'072	26'121
Énergie primaire (PE) nette totale	kWh		43'749	-9'321	34'428
Énergie renouvelable	kWh		9'231	-1'967	7'264
Émissions directes de CO <sub>2</sub>	kg		0	0	0
Émissions de GES	kg		2'091	-446	1'646
Indicateur énergie finale pondérée	kWh/m <sup>2</sup>		116	-25	92
Indicateur P. E. total	kWh/m <sup>2</sup>		154	-33	121
Indicateur émissions directes de CO <sub>2</sub>	kg/(m <sup>2</sup> a)		0	0	0
Indicateur émissions de GES	kg/(m <sup>2</sup> a)		7	-2	5
Proportion d'énergie primaire renouvelable	%		21.10	0.00	21.10

## D.2.2. Utilisation actuelle

### D.2.2.1 Énergie finale État initial (Utilisation actuelle)

Name	Unité	Total énergie auxiliaire	Mazout	Électricité (TM / tarif unique)	Électricité (production)	Besoin global pondéré
PC-1	kWh		37'015	0	0	
PC-1 Énergie auxiliaire	kWh	802	0	802	0	
Appareils et installations	kWh		0	1'867	0	
Petits appareils et électronique	kWh		0	2'576	0	
Ventilation	kWh		0	210	0	
Éclairage	kWh		0	1'513	0	
Autres consommateurs	kWh		0	0	0	
Photovoltaïque	kWh		0	0	0	
Énergie nette livrée	kWh		37'015	6'968	0	
Facteur de pondération national	--		1	2	2	
Facteur PE total	--		1.26	2.64	2.64	
Proportion PE renouvelable	%		1.10	21.10	21.10	
Facteur d'émission de CO <sub>2</sub>	kg/kWh		0.265	0.000	0.000	
Facteur d'émission de GES	kg/kWh		0.324	0.126	0.126	
Hi/Hs	--		0.942	0.000	0.000	
Énergie finale pondérée	kWh		37'015	13'937	0	50'952
Énergie primaire (PE) nette totale	kWh		49'651	18'369	0	68'020
Énergie renouvelable	kWh		546	3'876	0	4'422
Émissions directes de CO <sub>2</sub>	kg		9'809	0	0	9'809
Émissions de GES	kg		12'727	878	0	13'605
Indicateur énergie finale pondérée	kWh/m <sup>2</sup>		130	49	0	179
Indicateur P. E. total	kWh/m <sup>2</sup>		174	64	0	239
Indicateur émissions directes de CO <sub>2</sub>	kg/(m <sup>2</sup> a)		34	0	0	34
Indicateur émissions de GES	kg/(m <sup>2</sup> a)		45	3	0	48
Proportion d'énergie primaire renouvelable	%		1.10	21.10	0.00	6.50

### D.2.2.2 Énergie finale Variante A (Utilisation actuelle)

Name	Unité	Total énergie auxiliaire	Mazout	Électricité (TM / tarif unique)	Électricité (production)	Besoin global pondéré
PC-1	kWh		26'487	0	0	
PC-1 Énergie auxiliaire	kWh	639	0	639	0	
Appareils et installations	kWh		0	1'867	0	
Petits appareils et électronique	kWh		0	2'576	0	
Ventilation	kWh		0	210	0	
Éclairage	kWh		0	1'513	0	
Autres consommateurs	kWh		0	0	0	
Photovoltaïque	kWh		0	0	0	
Énergie nette livrée	kWh		26'487	6'805	0	
Facteur de pondération national	--		1	2	2	
Facteur PE total	--		1.26	2.64	2.64	
Proportion PE renouvelable	%		1.10	21.10	21.10	
Facteur d'émission de CO <sub>2</sub>	kg/kWh		0.265	0.000	0.000	
Facteur d'émission de GES	kg/kWh		0.324	0.126	0.126	
Hi/Hs	--		0.942	0.000	0.000	
Énergie finale pondérée	kWh		26'487	13'611	0	40'098
Énergie primaire (PE) nette totale	kWh		35'530	17'939	0	53'469
Énergie renouvelable	kWh		391	3'785	0	4'176
Émissions directes de CO <sub>2</sub>	kg		7'019	0	0	7'019
Émissions de GES	kg		9'107	857	0	9'965
Indicateur énergie finale pondérée	kWh/m <sup>2</sup>		93	48	0	141
Indicateur P. E. total	kWh/m <sup>2</sup>		125	63	0	188
Indicateur émissions directes de CO <sub>2</sub>	kg/(m <sup>2</sup> a)		25	0	0	25
Indicateur émissions de GES	kg/(m <sup>2</sup> a)		32	3	0	35
Proportion d'énergie primaire renouvelable	%		1.10	21.10	0.00	7.81



### D.2.2.3 Énergie finale Variante B (Utilisation actuelle)

Name	Unité	Total énergie auxiliaire	Électricité (TM / tarif unique)	Électricité (production)	Besoin global pondéré
PC-1	kWh		10'525	0	
PC-1 Énergie auxiliaire	kWh	129	129	0	
Appareils et installations	kWh		1'867	0	
Petits appareils et électronique	kWh		2'576	0	
Ventilation	kWh		210	0	
Éclairage	kWh		1'513	0	
Autres consommateurs	kWh		0	0	
Photovoltaïque	kWh		0	0	
Énergie nette livrée	kWh		16'819	0	
Facteur de pondération national	--		2	2	
Facteur PE total	--		2.64	2.64	
Proportion PE renouvelable	%		21.10	21.10	
Facteur d'émission de CO <sub>2</sub>	kg/kWh		0.000	0.000	
Facteur d'émission de GES	kg/kWh		0.126	0.126	
Hi/Hs	--		0.000	0.000	
Énergie finale pondérée	kWh		33'639	0	33'639
Énergie primaire (PE) nette totale	kWh		44'336	0	44'336
Énergie renouvelable	kWh		9'355	0	9'355
Émissions directes de CO <sub>2</sub>	kg		0	0	0
Émissions de GES	kg		2'119	0	2'119
Indicateur énergie finale pondérée	kWh/m <sup>2</sup>		118	0	118
Indicateur P. E. total	kWh/m <sup>2</sup>		156	0	156
Indicateur émissions directes de CO <sub>2</sub>	kg/(m <sup>2</sup> a)		0	0	0
Indicateur émissions de GES	kg/(m <sup>2</sup> a)		7	0	7
Proportion d'énergie primaire renouvelable	%		21.10	0.00	21.10

#### D.2.2.4 Énergie finale Variante C (Utilisation actuelle)

Name	Unité	Total énergie auxiliaire	Électricité (TM / tarif unique)	Électricité (production)	Besoin global pondéré
PC-1	kWh		8'879	0	
PC-1 Énergie auxiliaire	kWh	124	124	0	
Appareils et installations	kWh		1'867	0	
Petits appareils et électronique	kWh		2'576	0	
Ventilation	kWh		210	0	
Éclairage	kWh		1'513	0	
Autres consommateurs	kWh		0	0	
Photovoltaïque	kWh		0	-6'800	
Énergie nette livrée	kWh		15'169	-6'800	
Facteur de pondération national	--		2	2	
Facteur PE total	--		2.64	2.64	
Proportion PE renouvelable	%		21.10	21.10	
Facteur d'émission de CO <sub>2</sub>	kg/kWh		0.000	0.000	
Facteur d'émission de GES	kg/kWh		0.126	0.126	
Hi/Hs	--		0.000	0.000	
Énergie finale pondérée	kWh		30'339	-13'600	16'739
Énergie primaire (PE) nette totale	kWh		39'987	-17'925	22'062
Énergie renouvelable	kWh		8'437	-3'782	4'655
Émissions directes de CO <sub>2</sub>	kg		0	0	0
Émissions de GES	kg		1'911	-857	1'055
Indicateur énergie finale pondérée	kWh/m <sup>2</sup>		106	-48	59
Indicateur P. E. total	kWh/m <sup>2</sup>		140	-63	78
Indicateur émissions directes de CO <sub>2</sub>	kg/(m <sup>2</sup> a)		0	0	0
Indicateur émissions de GES	kg/(m <sup>2</sup> a)		7	-3	4
Proportion d'énergie primaire renouvelable	%		21.10	0.00	21.10

## D.3. Calculateur d'électricité

### D.3.1. Utilisation standard

Dénomination	État initial	Variante A	Variante B	Variante C	Unité
<b>Facteurs</b>					
Facteur d'occupation	1.40	1.40	1.40	1.40	
<b>Besoin tarif haut (heures pleines, tarif jour - avec facteur d'occupation)</b>					
Appareils et installations(HT)	0	0	0	0	kWh/a
Ventilation	0	0	0	0	kWh/a
Petits appareils et électronique (HT)	0	0	0	0	kWh/a
Équipements d'exploitation et appareils	0	0	0	0	kWh/a
Éclairage (HT)	0	0	0	0	kWh/a
Autres consommateurs (HT)	0	0	0	0	kWh/a
Total (HT)	0	0	0	0	kWh/a
<b>Besoin tarif moyen (ou unique - avec facteur d'occupation)</b>					
Appareils et installations(MT)	1'867	1'867	1'867	1'867	kWh/a
Ventilation	210	210	210	210	kWh/a
Petits appareils et électronique (MT)	2'576	2'576	2'576	2'576	kWh/a
Équipements d'exploitation et appareils	0	0	0	0	kWh/a
Éclairage (MT)	1'513	1'513	1'513	1'513	kWh/a
Autres consommateurs (MT)	0	0	0	0	kWh/a
Total (MT)	6'166	6'166	6'166	6'166	kWh/a
<b>Besoin tarif bas (heures creuses, tarif nuit - avec facteur d'occupation)</b>					
Appareils et installations(BT)	0	0	0	0	kWh/a
Ventilation	0	0	0	0	kWh/a
Petits appareils et électronique (BT)	0	0	0	0	kWh/a
Équipements d'exploitation et appareils	0	0	0	0	kWh/a
Éclairage (BT)	0	0	0	0	kWh/a
Autres consommateurs (BT)	0	0	0	0	kWh/a
Total (BT)	0	0	0	0	kWh/a
<b>Total (avec facteur d'occupation)</b>					
Besoin en électricité total	6'166	6'166	6'166	6'166	kWh/a
Appareils et installations (gaz)	0	0	0	0	kWh/a
Production PV	0	0	0	-1'360	kWh/a
Bourse de courant solaire PV/RPC	0	0	0	-2'176	kWh/a
Total	6'166	6'166	6'166	2'630	kWh/a

### D.3.2. Utilisation actuelle

Dénomination	État initial	Variante A	Variante B	Variante C	Unité
<b>Facteurs</b>					
Facteur d'occupation	1.40	1.40	1.40	1.40	
<b>Besoin tarif haut (heures pleines, tarif jour - avec facteur d'occupation)</b>					
Appareils et installations(HT)	0	0	0	0	kWh/a
Ventilation	0	0	0	0	kWh/a
Petits appareils et électronique (HT)	0	0	0	0	kWh/a
Équipements d'exploitation et appareils	0	0	0	0	kWh/a
Éclairage (HT)	0	0	0	0	kWh/a
Autres consommateurs (HT)	0	0	0	0	kWh/a
Total (HT)	0	0	0	0	kWh/a
<b>Besoin tarif moyen (ou unique - avec facteur d'occupation)</b>					
Appareils et installations(MT)	1'867	1'867	1'867	1'867	kWh/a
Ventilation	210	210	210	210	kWh/a
Petits appareils et électronique (MT)	2'576	2'576	2'576	2'576	kWh/a
Équipements d'exploitation et appareils	0	0	0	0	kWh/a
Éclairage (MT)	1'513	1'513	1'513	1'513	kWh/a
Autres consommateurs (MT)	0	0	0	0	kWh/a
Total (MT)	6'166	6'166	6'166	6'166	kWh/a
<b>Besoin tarif bas (heures creuses, tarif nuit - avec facteur d'occupation)</b>					
Appareils et installations(BT)	0	0	0	0	kWh/a
Ventilation	0	0	0	0	kWh/a
Petits appareils et électronique (BT)	0	0	0	0	kWh/a
Équipements d'exploitation et appareils	0	0	0	0	kWh/a
Éclairage (BT)	0	0	0	0	kWh/a
Autres consommateurs (BT)	0	0	0	0	kWh/a
Total (BT)	0	0	0	0	kWh/a
<b>Total (avec facteur d'occupation)</b>					
Besoin en électricité total	6'166	6'166	6'166	6'166	kWh/a
Appareils et installations (gaz)	0	0	0	0	kWh/a
Production PV	0	0	0	-1'360	kWh/a
Bourse de courant solaire PV/RPC	0	0	0	-5'440	kWh/a
Total	6'166	6'166	6'166	-634	kWh/a

## D.4. Rentabilité

### D.4.1. Utilisation standard

Dénomination	État initial	Variante A	Variante B	Variante C	Unité
<b>Enveloppe du bâtiment</b>					
Coûts d'investissement initiaux	0	60'715	60'715	121'335	CHF
Coûts totaux durant la période considérée	0	42'200	42'200	72'510	CHF
Coûts d'entretien	0	0	0	0	CHF/a
Valeur brute entretien	0	0	0	0	CHF
<b>Chauffage</b>					
Coûts énergétiques annuels	5'878	4'085	3'831	3'104	CHF/a
Valeur brute énergie	178'816	124'275	116'536	94'426	CHF
Coûts d'investissement initiaux	0	1'000	67'000	67'000	CHF
Coûts totaux durant la période considérée	0	1'250	83'750	83'750	CHF
Coûts d'entretien	0	0	0	0	CHF/a
Valeur brute entretien	0	0	0	0	CHF
<b>Eau chaude</b>					
Coûts énergétiques annuels	957	900	808	808	CHF/a
Valeur brute énergie	29'116	27'384	24'570	24'570	CHF
Coûts d'investissement initiaux	0	1'000	1'000	1'000	CHF
Coûts totaux durant la période considérée	0	1'250	1'250	1'250	CHF
Coûts d'entretien	0	0	0	0	CHF/a
Valeur brute entretien	0	0	0	0	CHF
<b>Électricité</b>					
Coûts énergétiques annuels	2'234	2'234	2'234	1'724	CHF/a
Valeur brute énergie	67'949	67'949	67'949	52'434	CHF
Rendement annuel bourse courant solaire	0	0	0	-979	CHF/a
Valeur brute rendement bourse courant solaire	0	0	0	-26'111	CHF
Coûts d'investissement initiaux	0	0	0	23'000	CHF
Coûts totaux durant la période considérée	0	0	0	23'000	CHF
Coûts d'entretien	0	0	0	0	CHF/a
Valeur brute entretien	0	0	0	0	CHF
<b>Ventilation</b>					
Coûts énergétiques annuels avec renchérissement	79	79	79	79	CHF/a
Valeur brute énergie	2'396	2'396	2'396	2'396	CHF
Coûts d'investissement initiaux	0	0	0	0	CHF
Coûts totaux durant la période considérée	0	0	0	0	CHF
Coûts d'entretien	0	0	0	0	CHF/a
Valeur brute entretien	0	0	0	0	CHF
<b>Coûts supplémentaires</b>					
Travaux de préparation et d'adaptation	0	0	0	0	CHF
Coûts de planification	0	4'000	9'000	14'000	CHF

Frais, permis	0	1'000	1'000	1'200	CHF
Autres	0	0	0	0	CHF
<b>Subventions</b>					
Rénovation de bâtiment avec mesures individuelles	0	0	0	0	CHF
Rénovation de bâtiment avec mesures individuelles sur durée considérée	0	0	0	0	CHF
Technique du bâtiment	0	0	0	0	CHF
Technique du bâtiment sur la durée considérée	0	0	0	0	CHF
Programmes de subvention	0	6'200	11'200	33'200	CHF
Programmes de subvention sur durée considérée	0	6'200	11'200	33'200	CHF
<b>Total des coûts initiaux</b>					
Coûts d'investissement initiaux	0	62'715	128'715	212'335	CHF
Coûts supplémentaires	0	5'000	10'000	15'200	CHF
Subventions	0	6'200	11'200	33'200	CHF
Coûts totaux	0	61'515	127'515	194'335	CHF
<b>Total sur la durée considérée</b>					
Valeur brute énergie	278'277	222'003	211'451	147'714	CHF
Coûts totaux durant la période considérée	0	44'700	127'200	180'510	CHF
Coûts supplémentaires	0	5'000	10'000	15'200	CHF
Montants de subvention sur la durée considérée	0	6'200	11'200	33'200	CHF
Valeur brute entretien	0	0	0	0	CHF
Total valeur brute et autres coûts	278'277	265'503	337'451	310'224	CHF
<b>Différence</b>					
Valeur du capital comme différence avec état initial	0	12'774	-59'173	-31'946	CHF

(Taux d'intérêt pour le calcul: 1.5 %. Renchérissment annuel général: 2.0 %. Renchérissment annuel du prix de l'énergie: 3.0 %. Durée considérée: 25 ans)

## D.4.2. Utilisation actuelle

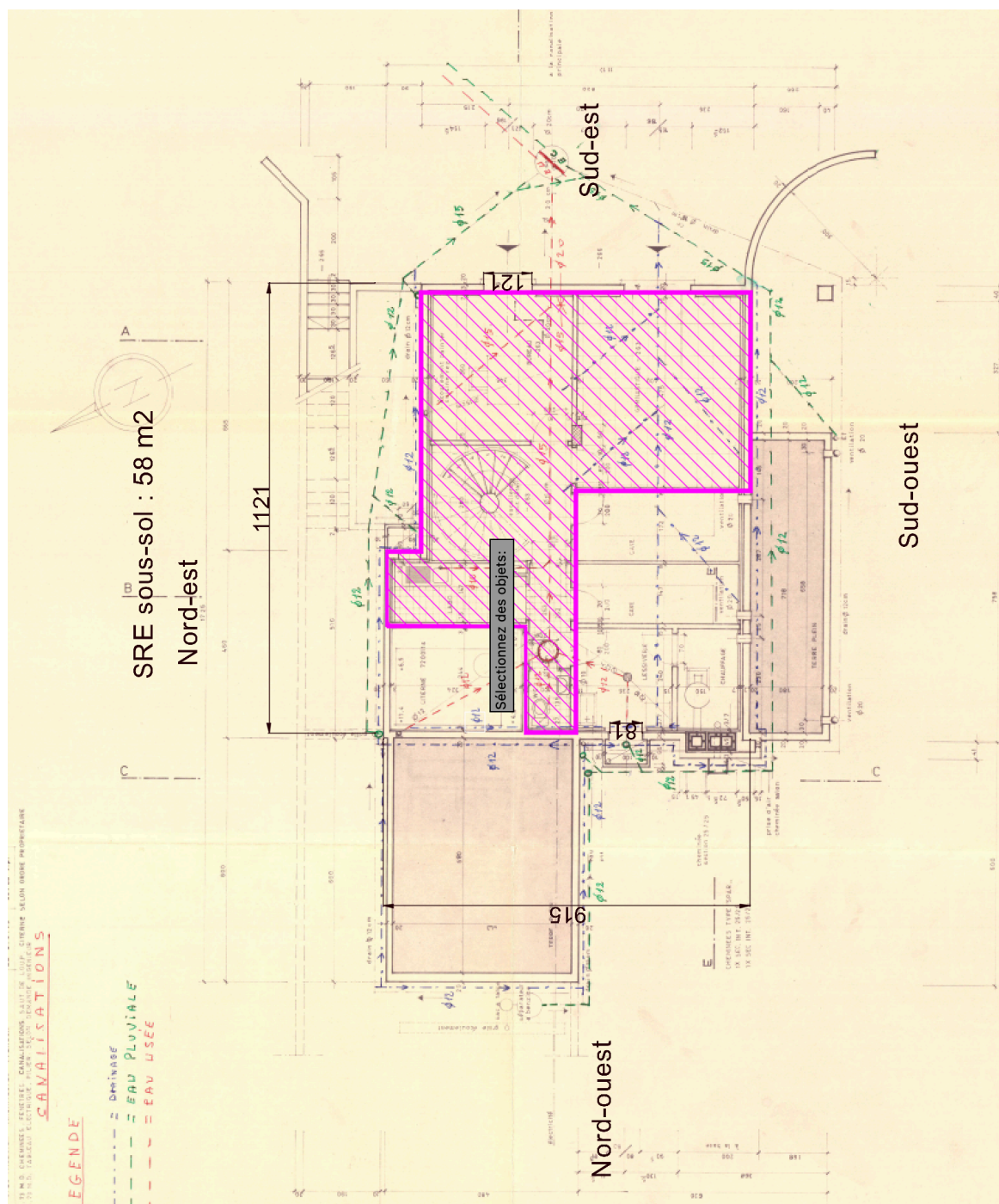
Dénomination	État initial	Variante A	Variante B	Variante C	Unité
<b>Enveloppe du bâtiment</b>					
Coûts d'investissement initiaux	0	60'715	60'715	121'335	CHF
Coûts totaux durant la période considérée	0	42'200	42'200	72'510	CHF
Coûts d'entretien	0	0	0	0	CHF/a
Valeur brute entretien	0	0	0	0	CHF
<b>Chauffage</b>					
Coûts énergétiques annuels	5'026	3'407	3'187	2'569	CHF/a
Valeur brute énergie	152'889	103'639	96'968	78'144	CHF
Coûts d'investissement initiaux	0	1'000	67'000	67'000	CHF
Coûts totaux durant la période considérée	0	1'250	83'750	83'750	CHF
Coûts d'entretien	0	0	0	0	CHF/a
Valeur brute entretien	0	0	0	0	CHF
<b>Eau chaude</b>					
Coûts énergétiques annuels	942	888	808	808	CHF/a
Valeur brute énergie	28'666	27'024	24'570	24'570	CHF
Coûts d'investissement initiaux	0	1'000	1'000	1'000	CHF
Coûts totaux durant la période considérée	0	1'250	1'250	1'250	CHF
Coûts d'entretien	0	0	0	0	CHF/a
Valeur brute entretien	0	0	0	0	CHF
<b>Électricité</b>					
Coûts énergétiques annuels	2'234	2'234	2'234	1'724	CHF/a
Valeur brute énergie	67'949	67'949	67'949	52'434	CHF
Rendement annuel bourse courant solaire	0	0	0	-979	CHF/a
Valeur brute rendement bourse courant solaire	0	0	0	-26'111	CHF
Coûts d'investissement initiaux	0	0	0	23'000	CHF
Coûts totaux durant la période considérée	0	0	0	23'000	CHF
Coûts d'entretien	0	0	0	0	CHF/a
Valeur brute entretien	0	0	0	0	CHF
<b>Ventilation</b>					
Coûts énergétiques annuels avec renchérissement	79	79	79	79	CHF/a
Valeur brute énergie	2'396	2'396	2'396	2'396	CHF
Coûts d'investissement initiaux	0	0	0	0	CHF
Coûts totaux durant la période considérée	0	0	0	0	CHF
Coûts d'entretien	0	0	0	0	CHF/a
Valeur brute entretien	0	0	0	0	CHF
<b>Coûts supplémentaires</b>					
Travaux de préparation et d'adaptation	0	0	0	0	CHF
Coûts de planification	0	4'000	9'000	14'000	CHF

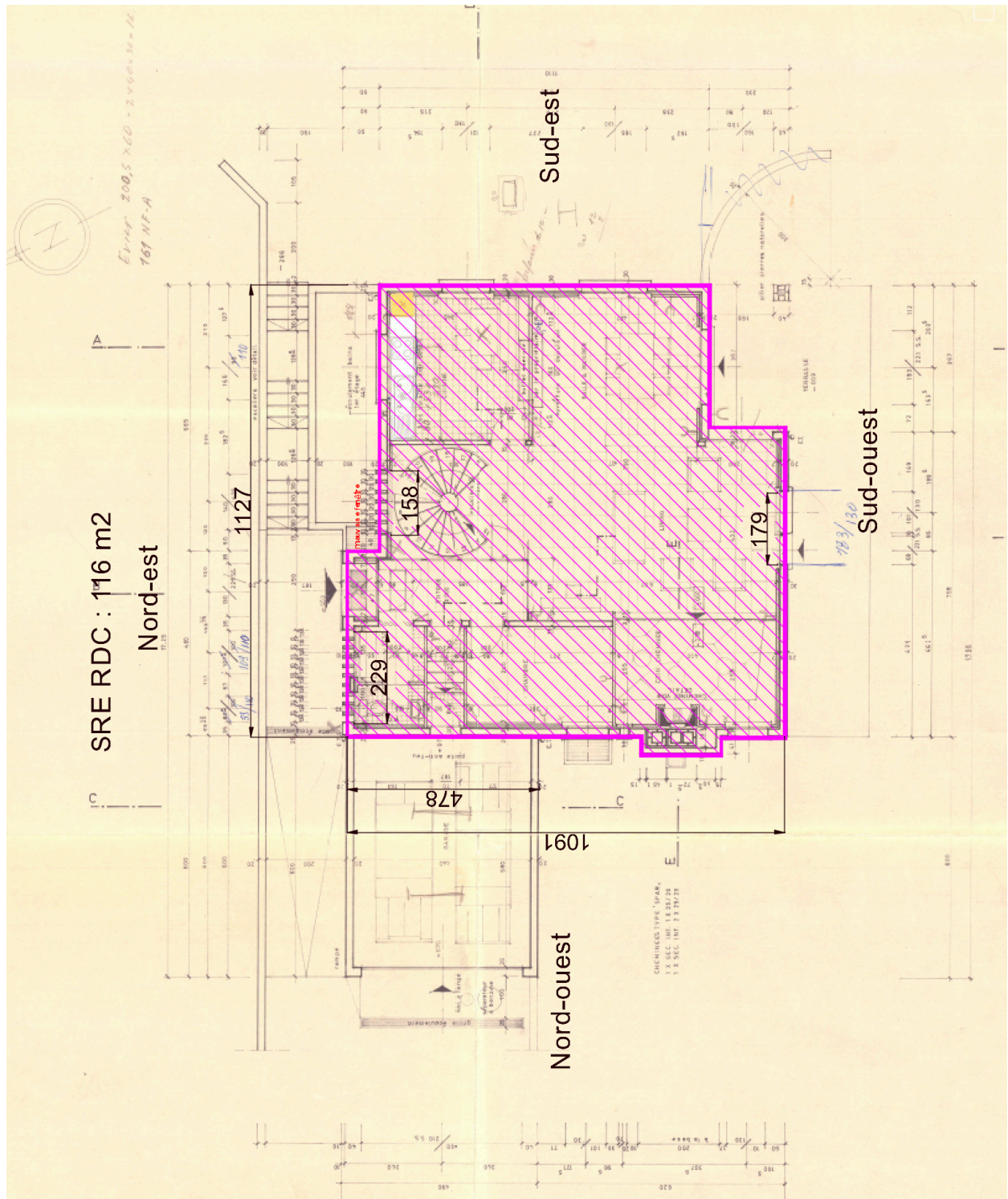
Frais, permis	0	1'000	1'000	1'200	CHF
Autres	0	0	0	0	CHF
<b>Subventions</b>					
Rénovation de bâtiment avec mesures individuelles	0	0	0	0	CHF
Rénovation de bâtiment avec mesures individuelles sur durée considérée	0	0	0	0	CHF
Technique du bâtiment	0	0	0	0	CHF
Technique du bâtiment sur la durée considérée	0	0	0	0	CHF
Programmes de subvention	0	6'200	11'200	33'200	CHF
Programmes de subvention sur durée considérée	0	6'200	11'200	33'200	CHF
<b>Total des coûts initiaux</b>					
Coûts d'investissement initiaux	0	62'715	128'715	212'335	CHF
Coûts supplémentaires	0	5'000	10'000	15'200	CHF
Subventions	0	6'200	11'200	33'200	CHF
Coûts totaux	0	61'515	127'515	194'335	CHF
<b>Total sur la durée considérée</b>					
Valeur brute énergie	251'900	201'009	191'883	131'432	CHF
Coûts totaux durant la période considérée	0	44'700	127'200	180'510	CHF
Coûts supplémentaires	0	5'000	10'000	15'200	CHF
Montants de subvention sur la durée considérée	0	6'200	11'200	33'200	CHF
Valeur brute entretien	0	0	0	0	CHF
Total valeur brute et autres coûts	251'900	244'509	317'883	293'941	CHF
<b>Différence</b>					
Valeur du capital comme différence avec état initial	0	7'392	-65'982	-42'041	CHF

(Taux d'intérêt pour le calcul: 1.5 %. Renchérissment annuel général: 2.0 %. Renchérissment annuel du prix de l'énergie: 3.0 %. Durée considérée: 25 ans)

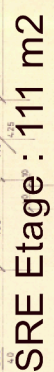


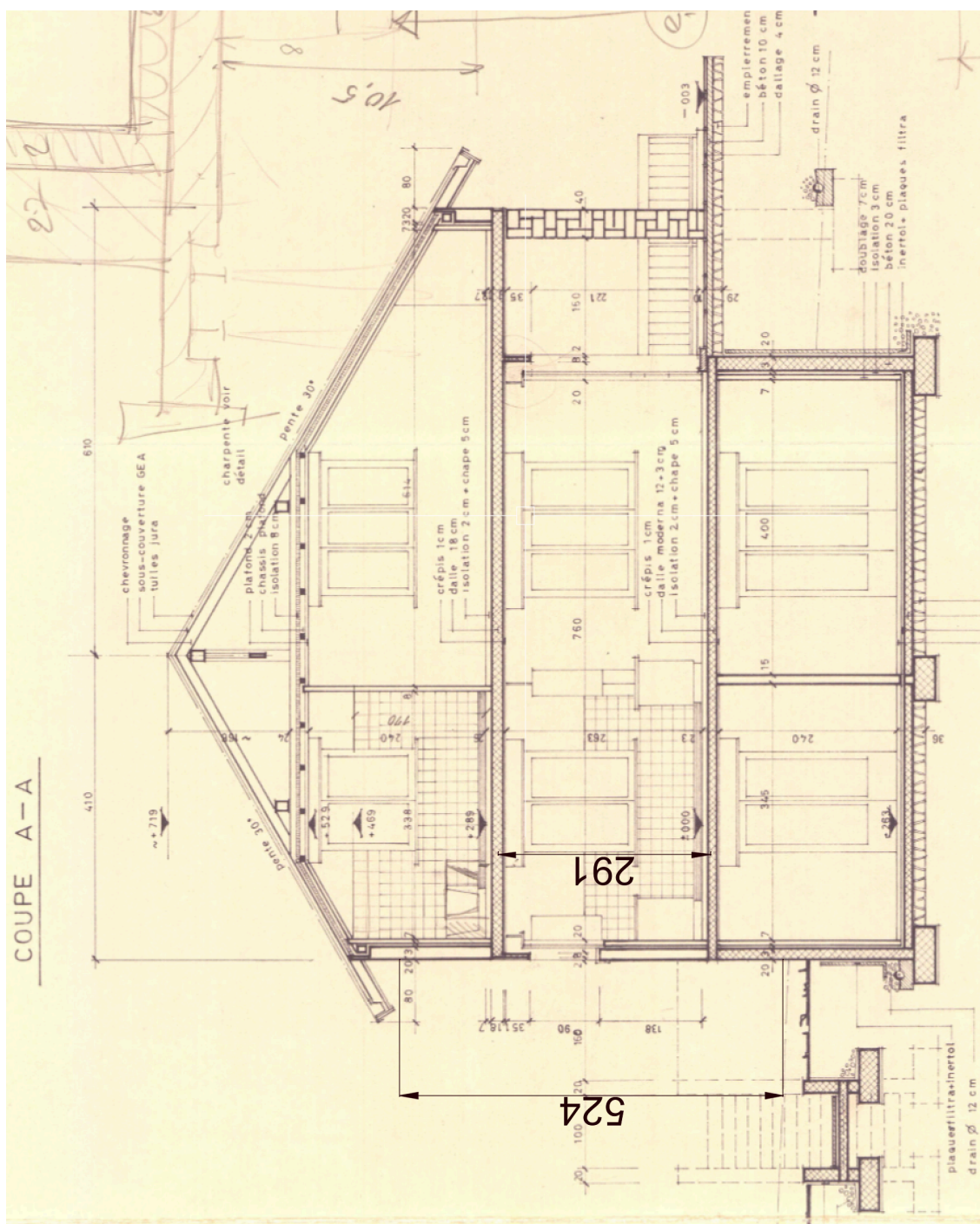
## Annexe E. Photos et plans





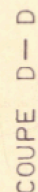














## M1 - Caisson plafond

Utilisation:  
Toiture/plafond  
Contre extérieur

Extérieur

SIA 180 (2014)

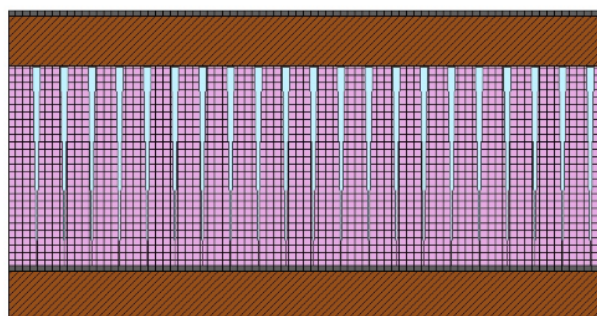
1

**Capacités thermiques**  
[kJ/m²K]

Cm 10cm (24h): 21.4  
Cm 3cm (2h): 21.4

**Géométrie**

Epaisseur [mm]: 121



**Valeur U**

Statique  
**0.4113 [W/m²K]**

Rsi: 0.13 [m²K/W]

Rse: 0.04 [m²K/W]

Intérieur

### 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 : Épicéa (15% d'humidité)	2	0.6	0.14	30	480	0.611	0.143
2 Project : Vario KM Supraplex SKS	0.06	2.3	0.2	3833	275	0.444	0.003
3 CEN 2008 : Laine minérale 50 kg/m³ CEN   [1]	8	0.08	0.04	1	50	0.236	2
4 SIA 381/1 : Épicéa (15% d'humidité)	2	0.6	0.14	30	480	0.611	0.143
5 Project : ECRAN INTEGRA	0.05	0.05	0.2	100	330	0.389	0.003
Rse							0.040
dUg= 0 [W/m²K], dUf= 0.005 [W/m²K]							-0.03
							RT <b>2.431</b>

[1] : Fixations mécaniques (nombre=1, chi=0.005 W/K)

frsi = 0.902 [-], frsi,min,cond = 0.767 [-], frsi,min,moist = 0.750 [-]

## M2 - Sol combles new

Utilisation:  
Toiture/plafond  
Contre extérieur

Extérieur

SIA 180 (2014)

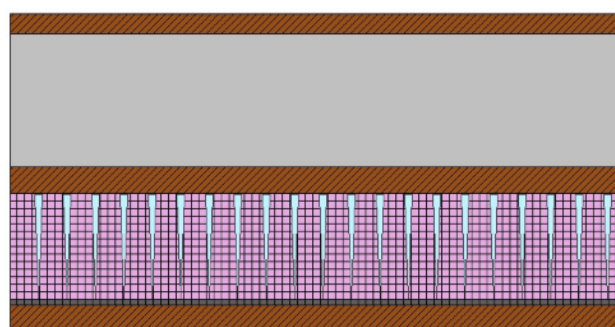
1

**Capacités thermiques**  
[kJ/m²K]

Cm 10cm (24h): 21.4  
Cm 3cm (2h): 21.4

**Géométrie**

Epaisseur [mm]: 236



**Valeur U**

Statique  
**0.1863 [W/m²K]**

Rsi: 0.13 [m²K/W]

Rse: 0.04 [m²K/W]

Intérieur

### 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 : Épicéa (15% d'humidité)	2	0.6	0.14	30	480	0.611	0.143
2 Project : Vario KM Supraplex SKS	0.06	2.3	0.2	3833	275	0.444	0.003
3 CEN 2008 : Laine minérale 50 kg/m³ CEN   [1]	8	0.08	0.04	1	50	0.236	2
4 SIA 381/1 : Épicéa (15% d'humidité)	2	0.6	0.14	30	480	0.611	0.143
5 Flumroc : Panneau isolant Flumroc COMPACT PRO	10	0.1	0.034	1	85	0.23	2.941
6 Minergie ECO : Panneau d'aggloméré type OSB, colle PF, zone humide	1.5	1.05	0.13	70	600	0.6	0.115
Rse							0.040
dUg= 0 [W/m²K], dUf= 0.005 [W/m²K]							-0.148
							RT <b>5.367</b>

[1] : Fixations mécaniques (nombre=1, chi=0.005 W/K)

frsi = 0.954 [-], frsi,min,cond = 0.767 [-], frsi,min,moist = 0.750 [-]

## toiture entre chevrons

Utilisation:  
Toiture/plafond  
Contre extérieur

Extérieur

SIA 180 (2014)

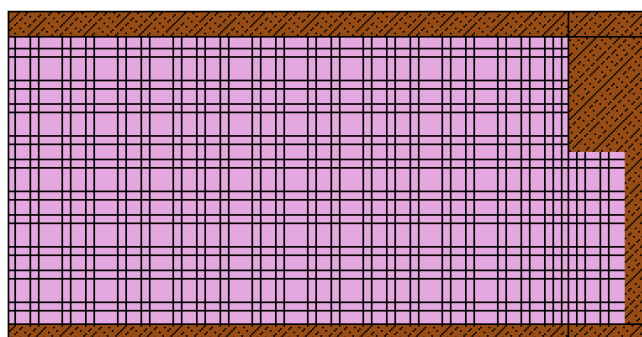
1

Capacités thermiques  
[kJ/m²K]

Cm 10cm (24h): 14,2  
Cm 3cm (2h): 11,7

Géométrie

Epaisseur [mm]: 232



Valeur U

Statique

0,1855 [W/m²K]

Rsi: 0.13 [m²K/W]

Rse: 0.04 [m²K/W]

Intérieur

### Section 1 (Proportion de cette section 87%)

Nom matériau	Epaiss. [cm]	Sd [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	$\rho$ [kg/m³]	c [wh/kgK]	R [m²K/W]
Rsi							0.130
1 CEN : Bois de construction typique CEN	1,4	1,68	0,13	120	500	0,444	0,108
2 Isover : PB M 032	12	0,12	0,032	1	26	0,286	3,75
3 CEN 2008 : Laine minérale 50 kg/m³ CEN	8	0,08	0,04	1	50	0,236	2
4 CEN : Bois de construction typique CEN	1,8	2,16	0,13	120	500	0,444	0,138
Rse							0.040
dUg= 0 [W/m²K], dU f= 0 [W/m²K]						dR	0
						RT	6,166

frsi = 0.955 [-], frsi,min,cond = 0.767 [-], frsi,min,moist = 0.750 [-]

### Section 2 (Proportion de cette section 9%)

Nom matériau	Epaiss. [cm]	Sd [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	$\rho$ [kg/m³]	c [wh/kgK]	R [m²K/W]
Rsi							0.130
1 CEN : Bois de construction typique CEN	1,4	1,68	0,13	120	500	0,444	0,108
2 Isover : PB M 032	12	0,12	0,032	1	26	0,286	3,75
3 CEN : Bois de construction typique CEN	8	9,6	0,13	120	500	0,444	0,615
4 CEN : Bois de construction typique CEN	1,8	2,16	0,13	120	500	0,444	0,138
Rse							0.040
dUg= 0 [W/m²K], dU f= 0 [W/m²K]						dR	0
						RT	4,782

### Section 3 (Proportion de cette section 4%)

Nom matériau	Epaiss. [cm]	Sd [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	$\rho$ [kg/m³]	c [wh/kgK]	R [m²K/W]
Rsi							0.130
1 CEN : Bois de construction typique CEN	1,4	1,68	0,13	120	500	0,444	0,108
2 CEN : Bois de construction typique CEN	12	14,4	0,13	120	500	0,444	0,923
3 CEN : Bois de construction typique CEN	8	9,6	0,13	120	500	0,444	0,615
4 CEN : Bois de construction typique CEN	1,8	2,16	0,13	120	500	0,444	0,138
Rse							0.040
dUg= 0 [W/m²K], dU f= 0 [W/m²K]						dR	0
						RT	1,955

frsi = 0.955 [-], frsi,min,cond = 0.767 [-], frsi,min,moist = 0.750 [-]



### M4 - mur initial c ext

Utilisation: Mur  
Contre extérieur

Intérieur

SIA 180 (2014)

Extérieur

3

**Capacités thermiques**  
[kJ/m²K]

Cm 10cm (24h): 56.4  
Cm 3cm (2h): 24.2

**Géométrie**

Epaisseur [mm]: 300

**Valeur U**

Statique

**0.5863 [W/m²K]**

Rsi: 0.13 [m²K/W]

Rse: 0.04 [m²K/W]

#### Section 1

Nom matériau	Epaiss. [cm]	Sd [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	$\rho$ [kg/m³]	c [wh/kgK]	R [m²K/W]
Rsi							0.130
1 SIA 279 : .Brique de terre cuite légère BL, sans, 800 kg/m³	7	0.35	0.14	5	800	0.28	0.5
2 CEN 2008 : Laine minérale 50 kg/m³ CEN	3	0.03	0.04	1	50	0.236	0.75
3 Lesosai : brique ciment creuse	20	2.4	0.7	12	1200	0.278	0.286
Rse							0.040
dUg= 0 [W/m²K], dUf= 0 [W/m²K]						dR	0
						RT	<b>1.706</b>

frsi = 0.863 [-], frsi,min,cond = 0.767 [-], frsi,min,moist = 0.750 [-]

### M5 - mur c ext isol

Utilisation: Mur  
Contre extérieur

Intérieur

SIA 180 (2014)

Extérieur

3

**Capacités thermiques**  
[kJ/m²K]

Cm 10cm (24h): 56.4  
Cm 3cm (2h): 24.2

**Géométrie**

Epaisseur [mm]: 440

**Valeur U**

Statique

**0.1841 [W/m²K]**

Rsi: 0.13 [m²K/W]

Rse: 0.04 [m²K/W]

#### Section 1

Nom matériau	Epaiss. [cm]	Sd [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	$\rho$ [kg/m³]	c [wh/kgK]	R [m²K/W]
Rsi							0.130
1 SIA 279 : .Brique de terre cuite légère BL, sans, 800 kg/m³	7	0.35	0.14	5	800	0.28	0.5
2 CEN 2008 : Laine minérale 50 kg/m³ CEN	3	0.03	0.04	1	50	0.236	0.75
3 Lesosai : brique ciment creuse	20	2.4	0.7	12	1200	0.278	0.286
4 Flumroc : Panneau isolant Flumroc COMPACT PRO   [1]	14	0.14	0.033	1	93	0.23	4.242
Rse							0.040
dUg= 0 [W/m²K], dUf= 0.016 [W/m²K]						dR	-0.517
						RT	<b>5.431</b>

[1] : Fixations mécaniques (nombre=2, chi=0.008 W/K)

frsi = 0.955 [-], frsi,min,cond = 0.767 [-], frsi,min,moist = 0.750 [-]

## M6 - mur initial c terre

Utilisation: Mur  
Contre terre (2.9m)

Intérieur

SIA 180 (2014)

Extérieur

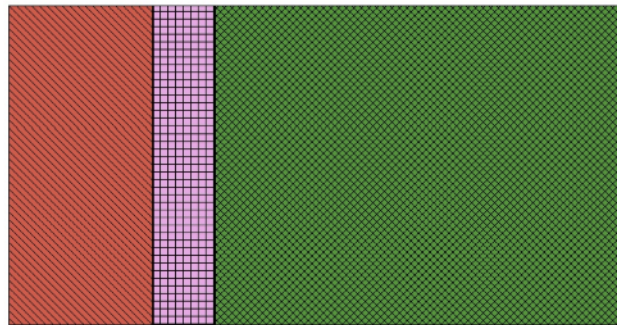
3

**Capacités thermiques**  
[kJ/m²K]

Cm 10cm (24h): 56.4  
Cm 3cm (2h): 24.2

**Géométrie**

Epaisseur [mm]: 300



**Valeur U**

Statique

**0.6834 [W/m²K]**

Rsi: 0.13 [m²K/W]

Rse: 0.00 [m²K/W]

### Section 1

Nom matériau	Epaiss. [cm]	Sd [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	$\rho$ [kg/m³]	c [wh/kgK]	R [m²K/W]
Rsi							0.130
1 SIA 279 : .Brique de terre cuite légère BL, sans, 800 kg/m³	7	0.35	0.14	5	800	0.28	0.5
2 CEN 2008 : Laine minérale 50 kg/m³ CEN	3	0.03	0.04	1	50	0.236	0.75
3 CEN : Béton armé 1.5% acier (CEN)	20	26	2.4	130	2350	0.278	0.083
Rse							0.000
dUg= 0 [W/m²K], dUf= 0 [W/m²K]						dR	0
						RT	<b>1.463</b>

frsi = 0.842 [-], frsi,min,cond = -0.922 [-], frsi,min,moist = 0.892 [-]  
Il y a un risque de moisissure.

## M7 - Sol initial c terre

Utilisation: Plancher  
Contre terre (1.5m)

Intérieur

SIA 180 (2014)

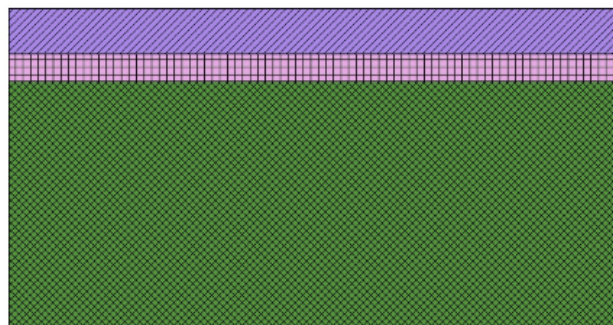
2

**Capacités thermiques**  
[kJ/m²K]

Cm 10cm (24h): 78.6  
Cm 3cm (2h): 47.2

**Géométrie**

Epaisseur [mm]: 350



**Valeur U**

Statique

**0.8364 [W/m²K]**

Rsi: 0.13 [m²K/W]

Rse: 0.00 [m²K/W]

### Section 1

Nom matériau	Epaiss. [cm]	Sd [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	$\rho$ [kg/m³]	c [wh/kgK]	R [m²K/W]
Rsi							0.130
1 Minergie ECO : Chape de ciment	5	0.85	1.2	17	1850	0.236	0.042
2 Swisspor AG : swissporRoll EPS 150 Sol Type 4	3	1.8	0.033	60	25	0.39	0.909
3 Minergie ECO : Béton armé pour bâtiments, 105kg/m³	27	28.35	2.35	105	2374	0.279	0.115
Rse							0.000
dUg= 0 [W/m²K], dUf= 0 [W/m²K]						dR	0
						RT	<b>1.196</b>

frsi = 0.810 [-], frsi,min,cond = 0.296 [-], frsi,min,moist = 0.842 [-]  
Il y a un risque de moisissure.





## Annexe F. Données détaillées sur le bâtiment et sa technique

### F.1. Enveloppe du bâtiment - calcul du besoin de chaleur pour chauffage

Voici la liste des données du bâtiment spécifiques en rapport avec l'énergie, impliquées dans le calcul de l'état initial ainsi que des variantes de rénovation. (La soustraction des fenêtres n'est pas prise en compte dans cet aperçu)

#### F.1.1. Toits et plafonds

##### F.1.1.1 État initial

Abrév.	Données saisies
PI-1	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Sol des combles, Facteur b: 0.90, Nombre: 1, Orientation: N, Surface: 21.0 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Plafond/grenier contre non-chauffé, Valeur U: 0.410 W/(m <sup>2</sup> K), dans Ath
To-1	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Toiture en pente, Nombre: 1, Orientation: N, Surface: 106.0 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Toit en pente, Valeur U: 0.410 W/(m <sup>2</sup> K), dans Ath

##### F.1.1.2 Variante A

Abrév.	Données saisies
To-1	Année de rénovation: 2023, Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Toiture en pente isolée, Nombre: 1, Orientation: N, Surface: 124.0 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Toit en pente, Valeur U: 0.190 W/(m <sup>2</sup> K), Détails des mesures: { Type de modernisation: Isolation extérieure; Prix (choisi): 325 CHF; Base de calculs: Par m <sup>2</sup> ; Coûts d'entretien: 0.00 %/a; Durée d'utilisation: 40 ans; Facteur de difficulté: 1.0 }, dans Ath

##### F.1.1.3 Variante B

Abrév.	Données saisies
To-1	Année de rénovation: 2023, Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Toiture en pente isolée, Nombre: 1, Orientation: N, Surface: 124.0 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Toit en pente, Valeur U: 0.190 W/(m <sup>2</sup> K), Détails des mesures: { Type de modernisation: Isolation extérieure; Prix (choisi): 325 CHF; Base de calculs: Par m <sup>2</sup> ; Coûts d'entretien: 0.00 %/a; Durée d'utilisation: 40 ans; Facteur de difficulté: 1.0 }, dans Ath

##### F.1.1.4 Variante C

Abrév.	Données saisies
To-1	Année de rénovation: 2023, Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Toiture en pente isolée, Nombre: 1, Orientation: N, Surface: 124.0 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Toit en pente, Valeur U: 0.190 W/(m <sup>2</sup> K), Détails des mesures: { Type de modernisation: Isolation extérieure; Prix (choisi): 325 CHF; Base de calculs: Par m <sup>2</sup> ; Coûts d'entretien: 0.00 %/a; Durée d'utilisation: 40 ans; Facteur de difficulté: 1.0 }, dans Ath

#### F.1.2. Murs

##### F.1.2.1 État initial

Abrév.	Données saisies
Mu-1	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Mur c/ext, Facteur b: 1.0, Nombre: 1, Orientation: NO, Surface: 48.0 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Mur extérieur, Valeur U: 0.580 W/(m <sup>2</sup> K), dans Ath
Mu-2	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Mur c/ext, Facteur b: 1.0, Nombre: 1, Orientation: NE, Surface: 63.0 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Mur extérieur, Valeur U: 0.580 W/(m <sup>2</sup> K), dans Ath
Mu-3	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Mur c/ext, Facteur b: 1.0, Nombre: 1, Orientation: SE, Surface: 62.0 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Mur extérieur, Valeur U: 0.580 W/(m <sup>2</sup> K), dans Ath
Mu-4	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Mur c/ext, Facteur b: 1.0, Nombre: 1, Orientation: SO, Surface: 63.0 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Mur extérieur, Valeur U: 0.580 W/(m <sup>2</sup> K), dans Ath
Mu-5	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Mur c/ext sous-sol, Facteur b: 1.0, Nombre: 1, Orientation: SE, Surface: 26.0 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Mur extérieur, Valeur U: 0.680 W/(m <sup>2</sup> K), dans Ath
Mx-1	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Mur CT NO, Facteur b: 0.58, Nombre: 1, Orientation: N, Surface: 26.0 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Contre terrain >2 m, Valeur U: 0.680 W/(m <sup>2</sup> K), dans Ath
Mx-3	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Mur CT NE, Facteur b: 0.58, Nombre: 1, Orientation: N, Surface: 31.0 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Contre terrain >2 m, Valeur U: 0.680 W/(m <sup>2</sup> K), dans Ath
Mx-4	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Mur CT SO, Facteur b: 0.58, Nombre: 1, Orientation: N, Surface: 31.0 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Contre terrain >2 m, Valeur U: 0.680 W/(m <sup>2</sup> K), dans Ath
Mx-5	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Mur contre garage, Facteur b: 0.80, Nombre: 1, Orientation: N, Surface: 14.0 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Contre non chauffé (non iso. e/o non étanch. à l'air), Valeur U: 0.800 W/(m <sup>2</sup> K), dans Ath



### F.1.2.2 Variante C

Abrév.	Données saisies
Mu-1	Année de rénovation: 2023, Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Mur c/ext, Facteur b: 1.0, Nombre: 1, Orientation: NO, Surface: 48.0 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Mur extérieur, Valeur U: 0.180 W/(m <sup>2</sup> K), Détails des mesures: { Type de modernisation: Isolation extérieure; Prix (choisi): 285 CHF; Base de calculs: Par m <sup>2</sup> ; Coûts d'entretien: 0.00 %/a; Durée d'utilisation: 50 ans; Facteur de difficulté: 1.0 }, dans Ath
Mu-2	Année de rénovation: 2023, Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Mur c/ext, Facteur b: 1.0, Nombre: 1, Orientation: NE, Surface: 63.0 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Mur extérieur, Valeur U: 0.180 W/(m <sup>2</sup> K), Détails des mesures: { Type de modernisation: Isolation extérieure; Prix (choisi): 285 CHF; Base de calculs: Par m <sup>2</sup> ; Coûts d'entretien: 0.00 %/a; Durée d'utilisation: 50 ans; Facteur de difficulté: 1.0 }, dans Ath
Mu-3	Année de rénovation: 2023, Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Mur c/ext, Facteur b: 1.0, Nombre: 1, Orientation: SE, Surface: 62.0 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Mur extérieur, Valeur U: 0.180 W/(m <sup>2</sup> K), Détails des mesures: { Type de modernisation: Isolation extérieure; Prix (choisi): 285 CHF; Base de calculs: Par m <sup>2</sup> ; Coûts d'entretien: 0.00 %/a; Durée d'utilisation: 50 ans; Facteur de difficulté: 1.0 }, dans Ath
Mu-4	Année de rénovation: 2023, Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Mur c/ext, Facteur b: 1.0, Nombre: 1, Orientation: SO, Surface: 63.0 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Mur extérieur, Valeur U: 0.180 W/(m <sup>2</sup> K), Détails des mesures: { Type de modernisation: Isolation extérieure; Prix (choisi): 285 CHF; Base de calculs: Par m <sup>2</sup> ; Coûts d'entretien: 0.00 %/a; Durée d'utilisation: 50 ans; Facteur de difficulté: 1.0 }, dans Ath
Mu-5	Année de rénovation: 2023, Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Mur c/ext sous-sol, Facteur b: 1.0, Nombre: 1, Orientation: SE, Surface: 26.0 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Mur extérieur, Valeur U: 0.180 W/(m <sup>2</sup> K), Détails des mesures: { Type de modernisation: Isolation extérieure; Prix (choisi): 285 CHF; Base de calculs: Par m <sup>2</sup> ; Coûts d'entretien: 0.00 %/a; Durée d'utilisation: 50 ans; Facteur de difficulté: 1.0 }, dans Ath

### F.1.3. Fenêtres et portes

#### F.1.3.1 État initial

Abrév.	Données saisies
Fe-1	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Surface vitrée récente, Facteur b: 1.0, Inclus dans: Mu-1, Nombre: 1, Ombrage: 0.85, Orientation: NO, Proportion vitrée: 0.70, Surface: 1.6 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Fenêtre, Valeur g: 0.55, Valeur U: 1.10 W/(m <sup>2</sup> K), dans Ath
Fe-2	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Surface vitrée récente, Facteur b: 1.0, Inclus dans: Mu-2, Nombre: 1, Ombrage: 0.75, Orientation: NE, Proportion vitrée: 0.70, Surface: 1.8 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Fenêtre, Valeur g: 0.55, Valeur U: 1.10 W/(m <sup>2</sup> K), dans Ath
Fe-3	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Surface vitrée récente, Facteur b: 1.0, Inclus dans: Mu-3, Nombre: 1, Ombrage: 0.85, Orientation: SE, Proportion vitrée: 0.70, Surface: 12.5 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Fenêtre, Valeur g: 0.55, Valeur U: 1.10 W/(m <sup>2</sup> K), dans Ath
Fe-4	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Surface vitrée récente, Facteur b: 1.0, Inclus dans: Mu-4, Nombre: 1, Ombrage: 0.72, Orientation: SO, Proportion vitrée: 0.70, Surface: 11.6 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Fenêtre, Valeur g: 0.55, Valeur U: 1.10 W/(m <sup>2</sup> K), dans Ath
Fe-5	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: DV ancien 285x200, Facteur b: 1.0, Inclus dans: Mu-1, Nombre: 1, Ombrage: 0.85, Orientation: NO, Proportion vitrée: 0.70, Surface: 5.7 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Fenêtre, Valeur g: 0.65, Valeur U: 3.20 W/(m <sup>2</sup> K), dans Ath
Fe-6	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: DV ancien 229x520, Facteur b: 1.0, Inclus dans: Mu-2, Nombre: 1, Ombrage: 0.75, Orientation: NE, Proportion vitrée: 0.70, Surface: 12.0 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Fenêtre, Valeur g: 0.65, Valeur U: 3.20 W/(m <sup>2</sup> K), dans Ath
Fe-7	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: DV ancien 300x40, Facteur b: 1.0, Inclus dans: Mu-2, Nombre: 1, Ombrage: 0.75, Orientation: NE, Proportion vitrée: 0.70, Surface: 1.2 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Fenêtre, Valeur g: 0.65, Valeur U: 3.20 W/(m <sup>2</sup> K), dans Ath
Po-1	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: porte contre garage 70x170, Facteur b: 1.0, Inclus dans: Mx-5, Nombre: 1, Ombrage: 0.00, Orientation: NO, Proportion vitrée: 0.00, Surface: 1.2 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Porte, Valeur g: 0.00, Valeur U: 2.50 W/(m <sup>2</sup> K), dans Ath
Po-2	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: porte entrée 130x221, Facteur b: 1.0, Inclus dans: Mu-2, Nombre: 1, Ombrage: 0.00, Orientation: NE, Proportion vitrée: 0.00, Surface: 2.9 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Porte, Valeur g: 0.00, Valeur U: 2.50 W/(m <sup>2</sup> K), dans Ath

#### F.1.3.2 Variante A

Abrév.	Données saisies
Fe-5	Année de rénovation: 2023, Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: DV ancien-new 285x200, Facteur b: 1.0, Inclus dans: Mu-1, Nombre: 1, Ombrage: 0.55, Orientation: NO, Proportion vitrée: 0.70, Surface: 5.7 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Fenêtre, Valeur g: 0.55, Valeur U: 1.30 W/(m <sup>2</sup> K), Détails des mesures: { Type de modernisation: Nouvelle construction; Prix (choisi): 850 CHF; Base de calculs: Par m <sup>2</sup> ; Coûts d'entretien: 0.00 %/a; Durée d'utilisation: 30 ans; Facteur de difficulté: 1.0 }, dans Ath
Fe-6	Année de rénovation: 2023, Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: DV ancien-new 229x520, Facteur b: 1.0, Inclus dans: Mu-2, Nombre: 1, Ombrage: 0.65, Orientation: NE, Proportion vitrée: 0.70, Surface: 12.0 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Fenêtre, Valeur g: 0.55, Valeur U: 1.30 W/(m <sup>2</sup> K), Détails des mesures: { Type de modernisation: Nouvelle construction; Prix (choisi): 850 CHF; Base de calculs: Par m <sup>2</sup> ; Coûts d'entretien: 0.00 %/a; Durée d'utilisation: 30 ans; Facteur de difficulté: 1.0 }, dans Ath
Fe-7	Année de rénovation: 2023, Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: DV ancien 300x40, Facteur b: 1.0, Inclus dans: Mu-2, Nombre: 1, Ombrage: 0.75, Orientation: NE, Proportion vitrée: 0.70, Surface: 1.2 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Fenêtre, Valeur g: 0.55, Valeur U: 1.30 W/(m <sup>2</sup> K), Détails des mesures: { Type de modernisation: Nouvelle construction; Prix (choisi): 850 CHF; Base de calculs: Par m <sup>2</sup> ; Coûts d'entretien: 0.00 %/a; Durée d'utilisation: 30 ans; Facteur de difficulté: 1.0 }, dans Ath
Po-2	Année de rénovation: 2023, Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: porte entrée new 130x221, Facteur b: 1.0, Inclus dans: Mu-2, Nombre: 1, Ombrage: 0.00, Orientation: NE, Proportion vitrée: 0.00, Surface: 2.9 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Porte, Valeur g: 0.00, Valeur U: 1.30 W/(m <sup>2</sup> K), Détails des mesures: { Type de modernisation: Nouvelle construction; Prix (choisi): 1'500 CHF; Base de calculs: Par m <sup>2</sup> ; Coûts d'entretien: 0.00 %/a; Durée d'utilisation: 30 ans; Facteur de difficulté: 1.0 }, dans Ath

### F.1.3.3 Variante B

Abrév.	Données saisies
Fe-5	Année de rénovation: 2023, Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: DV ancien-new285x200, Facteur b: 1.0, Inclus dans: Mu-1, Nombre: 1, Ombrage: 0.55, Orientation: NO, Proportion vitrée: 0.70, Surface: 5.7 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Fenêtre, Valeur g: 0.55, Valeur U: 1.30 W/(m <sup>2</sup> K), Détails des mesures: { Type de modernisation: Nouvelle construction; Prix (choisi): 850 CHF; Base de calculs: Par m <sup>2</sup> ; Coûts d'entretien: 0.00 %/a; Durée d'utilisation: 30 ans; Facteur de difficulté: 1.0 }, dans Ath
Fe-6	Année de rénovation: 2023, Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: DV ancien-new229x520, Facteur b: 1.0, Inclus dans: Mu-2, Nombre: 1, Ombrage: 0.65, Orientation: NE, Proportion vitrée: 0.70, Surface: 12.0 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Fenêtre, Valeur g: 0.55, Valeur U: 1.30 W/(m <sup>2</sup> K), Détails des mesures: { Type de modernisation: Nouvelle construction; Prix (choisi): 850 CHF; Base de calculs: Par m <sup>2</sup> ; Coûts d'entretien: 0.00 %/a; Durée d'utilisation: 30 ans; Facteur de difficulté: 1.0 }, dans Ath
Fe-7	Année de rénovation: 2023, Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: DV ancien 300x40, Facteur b: 1.0, Inclus dans: Mu-2, Nombre: 1, Ombrage: 0.75, Orientation: NE, Proportion vitrée: 0.70, Surface: 1.2 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Fenêtre, Valeur g: 0.55, Valeur U: 1.30 W/(m <sup>2</sup> K), Détails des mesures: { Type de modernisation: Nouvelle construction; Prix (choisi): 850 CHF; Base de calculs: Par m <sup>2</sup> ; Coûts d'entretien: 0.00 %/a; Durée d'utilisation: 30 ans; Facteur de difficulté: 1.0 }, dans Ath
Po-2	Année de rénovation: 2023, Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: porte entrée new 130x221, Facteur b: 1.0, Inclus dans: Mu-2, Nombre: 1, Ombrage: 0.00, Orientation: NE, Proportion vitrée: 0.00, Surface: 2.9 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Porte, Valeur g: 0.00, Valeur U: 1.30 W/(m <sup>2</sup> K), Détails des mesures: { Type de modernisation: Nouvelle construction; Prix (choisi): 1'500 CHF; Base de calculs: Par m <sup>2</sup> ; Coûts d'entretien: 0.00 %/a; Durée d'utilisation: 30 ans; Facteur de difficulté: 1.0 }, dans Ath

### F.1.3.4 Variante C

Abrév.	Données saisies
Fe-5	Année de rénovation: 2023, Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: DV ancien-new285x200, Facteur b: 1.0, Inclus dans: Mu-1, Nombre: 1, Ombrage: 0.55, Orientation: NO, Proportion vitrée: 0.70, Surface: 5.7 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Fenêtre, Valeur g: 0.55, Valeur U: 1.30 W/(m <sup>2</sup> K), Détails des mesures: { Type de modernisation: Nouvelle construction; Prix (choisi): 850 CHF; Base de calculs: Par m <sup>2</sup> ; Coûts d'entretien: 0.00 %/a; Durée d'utilisation: 30 ans; Facteur de difficulté: 1.0 }, dans Ath
Fe-6	Année de rénovation: 2023, Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: DV ancien-new229x520, Facteur b: 1.0, Inclus dans: Mu-2, Nombre: 1, Ombrage: 0.65, Orientation: NE, Proportion vitrée: 0.70, Surface: 12.0 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Fenêtre, Valeur g: 0.55, Valeur U: 1.30 W/(m <sup>2</sup> K), Détails des mesures: { Type de modernisation: Nouvelle construction; Prix (choisi): 850 CHF; Base de calculs: Par m <sup>2</sup> ; Coûts d'entretien: 0.00 %/a; Durée d'utilisation: 30 ans; Facteur de difficulté: 1.0 }, dans Ath
Fe-7	Année de rénovation: 2023, Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: DV ancien 300x40, Facteur b: 1.0, Inclus dans: Mu-2, Nombre: 1, Ombrage: 0.75, Orientation: NE, Proportion vitrée: 0.70, Surface: 1.2 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Fenêtre, Valeur g: 0.55, Valeur U: 1.30 W/(m <sup>2</sup> K), Détails des mesures: { Type de modernisation: Nouvelle construction; Prix (choisi): 850 CHF; Base de calculs: Par m <sup>2</sup> ; Coûts d'entretien: 0.00 %/a; Durée d'utilisation: 30 ans; Facteur de difficulté: 1.0 }, dans Ath
Po-2	Année de rénovation: 2023, Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: porte entrée new 130x221, Facteur b: 1.0, Inclus dans: Mu-2, Nombre: 1, Ombrage: 0.00, Orientation: NE, Proportion vitrée: 0.00, Surface: 2.9 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Porte, Valeur g: 0.00, Valeur U: 1.30 W/(m <sup>2</sup> K), Détails des mesures: { Type de modernisation: Nouvelle construction; Prix (choisi): 1'500 CHF; Base de calculs: Par m <sup>2</sup> ; Coûts d'entretien: 0.00 %/a; Durée d'utilisation: 30 ans; Facteur de difficulté: 1.0 }, dans Ath

## F.1.4. Sols

### F.1.4.1 État initial

Abrév.	Données saisies
Sx-1	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Sol c/terre, Facteur b: 0.45, Nombre: 1, Surface: 116.0 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Contre terrain > 2 m, Valeur U: 0.900 W/(m <sup>2</sup> K), dans Ath

## F.1.5. Ponts thermiques linéaires

### F.1.5.1 État initial

Aucune donnée présente

### F.1.5.2 Variante C

Abrév.	Données saisies
PCI-1	Année de rénovation: 2023, Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: PT embrasures fenêtres, Facteur b: 1.0, Longueur: 150 m, Nombre: 1, Type: Butée de fenêtre, Valeur Psi: 0.14 W/(mK), Détails des mesures: { Type de modernisation: Aucune mesure; Prix (choisi): 0.00 CHF; Base de calculs: Forfait, Coûts d'entretien: 0.00 %/a; Durée d'utilisation: 25 ans; Facteur de difficulté: 1.0 }
PCI-2	Année de rénovation: 2023, Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: PT pied de façade, Facteur b: 1.0, Longueur: 40 m, Nombre: 1, Type: Socle du bâtiment, Valeur Psi: 0.30 W/(mK), Détails des mesures: { Type de modernisation: Aucune mesure; Prix (choisi): 0.00 CHF; Base de calculs: Forfait, Coûts d'entretien: 0.00 %/a; Durée d'utilisation: 25 ans; Facteur de difficulté: 1.0 }
PCI-3	Année de rénovation: 2023, Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: PT caisson de store, Facteur b: 1.0, Longueur: 14 m, Nombre: 1, Type: Stores déroulants, Valeur Psi: 0.25 W/(mK), Détails des mesures: { Type de modernisation: Aucune mesure; Prix (choisi): 0.00 CHF; Base de calculs: Forfait, Coûts d'entretien: 0.00 %/a; Durée d'utilisation: 25 ans; Facteur de difficulté: 1.0 }

## F.2. Technique du bâtiment

### F.2.1. Producteur de chaleur

#### F.2.1.1 État initial

Abrév.	Données saisies
PC-1	Année de construction: 2020, Dénomination: Chaudière actuelle, Distribution: Ch+ECS (toute l'année), Emplacement Dans l'enveloppe du bâtiment État: Bon, Nombre: 1, Production d'électricité couplage chaleur-force: 0.00 kWh/a, Rendement chauffage: 0.91, Rendement ECS: 0.91, Surdimensionnement 1

#### F.2.1.2 Variante B

Abrév.	Données saisies
PC-1	Année de construction: 2020, Année de rénovation: 2023, Dénomination: Pompe à chaleur air-eau avec radiateurs basse températures, Distribution: Ch+ECS (toute l'année), Emplacement Dans l'enveloppe du bâtiment, État: Bon, Nombre: 1, Production d'électricité couplage chaleur-force: 0.00 kWh/a, Rendement chauffage: 2.3, Rendement ECS: 2.3, Surdimensionnement 1, Détails des mesures: { Type de modernisation: Nouvelle construction; Prix (choisi): 65'000 CHF; Base de calculs: Forfait; Coûts d'entretien: 0.00 %/a; Durée d'utilisation: 20 ans; Facteur de difficulté: 1.0 }

#### F.2.1.3 Variante C

Abrév.	Données saisies
PC-1	Année de construction: 2020, Année de rénovation: 2023, Dénomination: Pompe à chaleur air-eau avec radiateurs basse températures, Distribution: Ch+ECS (toute l'année), Emplacement Dans l'enveloppe du bâtiment, État: Bon, Nombre: 1, Production d'électricité couplage chaleur-force: 0.00 kWh/a, Rendement chauffage: 2.3, Rendement ECS: 2.3, Surdimensionnement 1, Détails des mesures: { Type de modernisation: Nouvelle construction; Prix (choisi): 65'000 CHF; Base de calculs: Forfait; Coûts d'entretien: 0.00 %/a; Durée d'utilisation: 20 ans; Facteur de difficulté: 1.0 }

### F.2.2. Distribution chauffage

#### F.2.2.1 État initial

Abrév.	Données saisies
Ch-1	Degré de couverture PC-1: 100 %, Degré de couverture PC-2: 0.00 %, Degré de couverture PC-3: 0.00 %, Degré de couverture PC-4: 0.00 %, Degré de couverture PC-5: 0.00 %, Dénomination: Chauffage, Épaisseur d'isolation: 3.0 cm, Équilibrage hydraulique: non, Flux aller/flux retour: 55/40 °C, Isolation des conduites: Oui, Nombre: 1, Position des conduites horizontales: Dans l'enveloppe du bâtiment, Surface: 285 m², Type: Central, Type d'émission de chaleur: Radiateurs, Valeur lambda de l'isolation: 0.04 W/(mK)

#### F.2.2.2 Variante A

Abrév.	Données saisies
Ch-1	Année de rénovation: 2023, Degré de couverture PC-1: 100 %, Degré de couverture PC-2: 0.00 %, Degré de couverture PC-3: 0.00 %, Degré de couverture PC-4: 0.00 %, Degré de couverture PC-5: 0.00 %, Dénomination: Distribution chauffage isolée, Épaisseur d'isolation: 3.0 cm, Équilibrage hydraulique: non, Flux aller/flux retour: 55/40 °C, Isolation des conduites: Oui, Nombre: 1, Position des conduites horizontales: Dans l'enveloppe du bâtiment, Surface: 285 m², Type: Central, Type d'émission de chaleur: Radiateurs, Valeur lambda de l'isolation: 0.03 W/(mK), Détails des mesures: { Type de modernisation: Nouvelle construction; Prix (choisi): 1'000 CHF; Base de calculs: Forfait; Coûts d'entretien: 0.00 %/a; Durée d'utilisation: 20 ans; Facteur de difficulté: 1.0 }

#### F.2.2.3 Variante B

Abrév.	Données saisies
Ch-1	Année de rénovation: 2023, Degré de couverture PC-1: 100 %, Degré de couverture PC-2: 0.00 %, Degré de couverture PC-3: 0.00 %, Degré de couverture PC-4: 0.00 %, Degré de couverture PC-5: 0.00 %, Dénomination: Distribution chauffage isolée, Épaisseur d'isolation: 3.0 cm, Équilibrage hydraulique: non, Flux aller/flux retour: 55/40 °C, Isolation des conduites: Oui, Nombre: 1, Position des conduites horizontales: Dans l'enveloppe du bâtiment, Surface: 285 m², Type: Central, Type d'émission de chaleur: Radiateurs, Valeur lambda de l'isolation: 0.03 W/(mK), Détails des mesures: { Type de modernisation: Nouvelle construction; Prix (choisi): 1'000 CHF; Base de calculs: Forfait; Coûts d'entretien: 0.00 %/a; Durée d'utilisation: 20 ans; Facteur de difficulté: 1.0 }

#### F.2.2.4 Variante C

Abrév.	Données saisies
Ch-1	Année de rénovation: 2023, Degré de couverture PC-1: 100 %, Degré de couverture PC-2: 0.00 %, Degré de couverture PC-3: 0.00 %, Degré de couverture PC-4: 0.00 %, Degré de couverture PC-5: 0.00 %, Dénomination: Distribution chauffage isolée, Épaisseur d'isolation: 3.0 cm, Équilibrage hydraulique: non, Flux aller/flux retour: 55/40 °C, Isolation des conduites: Oui, Nombre: 1, Position des conduites horizontales: Dans l'enveloppe du bâtiment, Surface: 285 m², Type: Central, Type d'émission de chaleur: Radiateurs, Valeur lambda de l'isolation: 0.03 W/(mK), Détails des mesures: { Type de modernisation: Nouvelle construction; Prix (choisi): 1'000 CHF; Base de calculs: Forfait; Coûts d'entretien: 0.00 %/a; Durée d'utilisation: 20 ans; Facteur de difficulté: 1.0 }



## F.2.3. Distribution ECS

### F.2.3.1 État initial

Abrév.	Données saisies
ECS-1	Degré de couverture PC-1: 100 %, Degré de couverture PC-2: 0.00 %, Degré de couverture PC-3: 0.00 %, Degré de couverture PC-4: 0.00 %, Degré de couverture PC-5: 0.00 %, Dénomination: ECS, Épaisseur d'isolation: 3.0 cm, Isolation des conduites: En partie, Maintien temp.: Aucune, Nombre: 1, Position des conduites horizontales: Dans l'enveloppe du bâtiment, Surface: 285 m <sup>2</sup> , Type: Central, Valeur lambda de l'isolation: 0.04 W/(mK)

### F.2.3.2 Variante A

Abrév.	Données saisies
ECS-1	Année de rénovation: 2023, Degré de couverture PC-1: 100 %, Degré de couverture PC-2: 0.00 %, Degré de couverture PC-3: 0.00 %, Degré de couverture PC-4: 0.00 %, Degré de couverture PC-5: 0.00 %, Dénomination: Distribution ECS isolée, Épaisseur d'isolation: 3.0 cm, Isolation des conduites: Oui, Maintien temp.: Aucune, Nombre: 1, Position des conduites horizontales: Dans l'enveloppe du bâtiment, Surface: 285 m <sup>2</sup> , Type: Central, Valeur lambda de l'isolation: 0.03 W/(mK), Détails des mesures: { Type de modernisation: Nouvelle construction; Prix (choisi): 1'000 CHF; Base de calculs: Forfait; Coûts d'entretien: 0.00 %/a; Durée d'utilisation: 20 ans; Facteur de difficulté: 1.0 }

### F.2.3.3 Variante B

Abrév.	Données saisies
ECS-1	Année de rénovation: 2023, Degré de couverture PC-1: 100 %, Degré de couverture PC-2: 0.00 %, Degré de couverture PC-3: 0.00 %, Degré de couverture PC-4: 0.00 %, Degré de couverture PC-5: 0.00 %, Dénomination: Distribution ECS isolée, Épaisseur d'isolation: 3.0 cm, Isolation des conduites: Oui, Maintien temp.: Aucune, Nombre: 1, Position des conduites horizontales: Dans l'enveloppe du bâtiment, Surface: 285 m <sup>2</sup> , Type: Central, Valeur lambda de l'isolation: 0.03 W/(mK), Détails des mesures: { Type de modernisation: Nouvelle construction; Prix (choisi): 1'000 CHF; Base de calculs: Forfait; Coûts d'entretien: 0.00 %/a; Durée d'utilisation: 20 ans; Facteur de difficulté: 1.0 }

### F.2.3.4 Variante C

Abrév.	Données saisies
ECS-1	Année de rénovation: 2023, Degré de couverture PC-1: 100 %, Degré de couverture PC-2: 0.00 %, Degré de couverture PC-3: 0.00 %, Degré de couverture PC-4: 0.00 %, Degré de couverture PC-5: 0.00 %, Dénomination: Distribution ECS isolée, Épaisseur d'isolation: 3.0 cm, Isolation des conduites: Oui, Maintien temp.: Aucune, Nombre: 1, Position des conduites horizontales: Dans l'enveloppe du bâtiment, Surface: 285 m <sup>2</sup> , Type: Central, Valeur lambda de l'isolation: 0.03 W/(mK), Détails des mesures: { Type de modernisation: Nouvelle construction; Prix (choisi): 1'000 CHF; Base de calculs: Forfait; Coûts d'entretien: 0.00 %/a; Durée d'utilisation: 20 ans; Facteur de difficulté: 1.0 }

## F.2.4. Données de consommation Ch-ECS

### F.2.4.1 État initial

Données saisies
EnergySourceName: Mazout, Nombre: 1, Consommation annuelle: 29'000, Unité: kWh, Proportion chauffage: 79 %, Proportion eau chaude: 21 %

## F.2.5. Appareils et installations

### F.2.5.1 État initial

Abrév.	Données saisies
AI-1	Appareil Réfrigérateur > 160l, avec congélateur, Consommation par année: 250 kWh/a, Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Réfrigérateur > 160l, avec congélateur, Nombre: 1, Proportion (Tarif haut-moyen-bas): 0-100-0 %, Qualité: Standard
AI-2	Appareil Lave-vaisselle (sans raccord eau chaude), Consommation par année: 350 kWh/a, Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Lave-vaisselle (sans raccord eau chaude), Nombre: 1, Proportion (Tarif haut-moyen-bas): 0-100-0 %, Qualité: Standard
AI-3	Appareil Plaques de cuisson électriques, Consommation par année: 100 kWh/a, Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Plaques de cuisson électriques, Nombre: 1, Proportion (Tarif haut-moyen-bas): 0-100-0 %, Qualité: Standard
AI-4	Appareil Four électrique, Consommation par année: 50 kWh/a, Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Four électrique, Nombre: 1, Proportion (Tarif haut-moyen-bas): 0-100-0 %, Qualité: Standard
AI-5	Appareil Hotte aspirante, Consommation par année: 75 kWh/a, Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Hotte aspirante, Nombre: 1, Proportion (Tarif haut-moyen-bas): 0-100-0 %, Qualité: Standard
AI-6	Appareil Extraction air vicié Salle de bains/WC, Consommation par année: 75 kWh/a, Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Extraction air vicié Salle de bains/WC, Nombre: 1, Proportion (Tarif haut-moyen-bas): 0-100-0 %, Qualité: Standard
AI-7	Appareil Sèche-linge, Consommation par année: 350 kWh/a, Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Sèche-linge, Nombre: 1, Proportion (Tarif haut-moyen-bas): 0-100-0 %, Qualité: Standard
AI-8	Appareil Lave-linge (sans raccord eau-chaude), Consommation par année: 350 kWh/a, Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Lave-linge (sans raccord eau-chaude), Nombre: 1, Proportion (Tarif haut-moyen-bas): 0-100-0 %, Qualité: Standard



## F.2.6. Petits appareils et électronique

### F.2.6.1 État initial

Abrév.	Données saisies
PAE-1	Aménagement Standard, Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: TV, radio, PC etc., Nombre: 1, Proportion (Tarif haut-moyen-bas): 0-100-0 %, Surface: 230 m²

## F.2.7. Éclairage

### F.2.7.1 État initial

Abrév.	Données saisies
Ec-1	Aménagement Standard, Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Lampes à économie d'énergie, Nombre: 1, Proportion (Tarif haut-moyen-bas): 0-100-0 %, Qualité: 25-75 % lampes économes, Surface: 207 m²
Ec-2	Aménagement Standard, Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Lampes à économie d'énergie, Nombre: 1, Proportion (Tarif haut-moyen-bas): 0-100-0 %, Qualité: 25-75 % lampes économes, Surface: 23 m²

## F.2.8. Production d'électricité photovoltaïque

### F.2.8.1 État initial

Aucune donnée présente

### F.2.8.2 Variante C

Abrév.	Données saisies
PH-1	Année de rénovation: 2023, Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Installation solaire PV 7 kW, Nombre: 1, Portion bourse courant solaire: 80 %, Prix en bourse à l'énergie solaire: 18 cent/kWh, Production annuelle: 6'800 kWh, Détails des mesures: { Prix (choisi): 23'000 CHF; Base de calculs: Forfait, Coûts d'entretien: 0.00 %/a; Durée d'utilisation: 25 ans; Facteur de difficulté: 1.0 }

## F.2.9. Consommation moyenne annuelle

### F.2.9.1 État initial

Données saisies
Consommation annuelle: 2150 kWh/a, Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Consommation électrique ménage, Gaz: Non, Nombre: 1, Proportion (Tarif haut-moyen-bas): 0-100-0 %