



## Préavis municipal n°36-2025 au Conseil communal de Cugy VD

### **Demande d'octroi d'un crédit de CHF 160'000.- (Cent soixante mille francs suisses) afin d'effectuer des travaux d'entretien et de réparation de façade au Collège de la Chavanne**

Madame la Présidente,  
Mesdames et Messieurs les Conseillères et Conseillers,

La Municipalité a l'honneur de soumettre à votre décision, par le biais du présent préavis, l'octroi d'un crédit d'un montant de CHF 160'000.- (Cent soixante mille francs suisses) pour financer des travaux d'entretien et de réparation de façade au Collège de la Chavanne.

#### **1. CONTEXTE**

Le Collège de la Chavanne ainsi que la salle de gymnastique ont fait l'objet en 2008 d'une rénovation globale, comprenant des travaux de désamiantage des plafonds, de rafraîchissement intérieur et d'isolation des façades. Un concept de façade identique a été mis au point pour les deux bâtiments. Le concept d'isolation ventilée avec membrane de façade et protection en planches de mélèze grisaille a été mis en œuvre lors de cette rénovation. De manière générale, la conception de la façade est de bonne facture et a été réalisée de façon à durer dans le temps. La qualité des matériaux a été soigneusement sélectionnée à l'époque. L'enveloppe du bâtiment répond aux standards énergétiques (Minergie) et structurels de 2009. A noter que selon la SIA 118 toute garantie contractuelle des travaux est échu.

En août 2024, l'équipe de conciergerie a constaté l'arrachement de l'embrasure supérieure d'une fenêtre d'une salle de classe du rez-de-chaussée du collège. Une brève analyse de la situation en interne a démontré qu'une simple intervention de réparation n'était pas concevable et qu'une expertise plus poussée devait être entreprise au vu des dégâts. Un bureau technique externe a été sollicité par la Municipalité afin de procéder à une expertise globale des façades et plus spécifiquement à des sondages sur la façade Sud-Ouest du Collège pour déterminer l'origine des dégradations constatées au niveau des embrasures de fenêtres. Le mandat d'expertise a été attribué en date du 7 octobre 2024. A noter qu'en prévision de travaux d'expertises, un montant a été provisionné au budget 2025. Les travaux et honoraires décrits dans ce paragraphe et le suivant sont effectués et se retrouveront donc aux comptes 2025 pour un montant approchant les CHF 20'000.-.

#### **2. EXPERTISES ET SONDAGES**

##### **2.1. Expertise globale sur les bâtiments du Collège et de la salle de gymnastique**

Avant d'entreprendre les sondages nécessaires sur la façade Sud-Ouest, il a été procédé à un contrôle des pieds de façades situés en dessous des fenêtres pour vérifier si la problématique rencontrée sur la façade Sud-Ouest pouvait se retrouver à d'autres endroits des deux bâtiments. Pour ce faire, il a été procédé à un contrôle visuel des pieds de façades concernés ainsi qu'à un test de résistance des pièces de bois qui pourraient être éventuellement atteintes par des dégradations identiques à celles de la façade Sud-Ouest. Les pièces de bois, contrôlées en appuyant la pointe d'un burin, présentent une bonne résistance ce qui démontre une absence de dégradation.



## 2.2. Sondages et constats sur la façade sud-ouest

Un sondage s'est avéré nécessaire sur l'ensemble de la façade afin de déterminer l'origine des dégradations constatées de visu, d'en établir l'ampleur et de pouvoir estimer les travaux nécessaires à la remise en état de la façade.

Parallèlement à la pose d'un échafaudage, une entreprise a été mandatée pour procéder au démontage des lames de mélèze sur les parties de la façade concernées par les dégradations. Ces travaux ont commencé le 16 juin 2025. Les lames formant un dessin sur la façade, il a été nécessaire de les numéroter au démontage afin que la repose qui se fera selon le plan également numéroté soit facilitée.

Cette façade étant relativement exposée aux intempéries et à la chaleur du soleil, il a été constaté que la qualité de la membrane de façade reste encore performante après plus de 16 ans.

Il a été constaté un décollement de la membrane au droit des écoulements latéraux des tablettes qui a provoqué des infiltrations dans l'isolation et l'ossature en bois de la façade. Une autre source d'infiltration est liée à la dimension des dégorgeoirs situés dans le fond des tablettes de fenêtre encastrées et à la finition de ceux-ci. D'un diamètre trop petit, ils se sont obstrués avec le temps. L'eau pluviale ne pouvant plus s'écouler facilement, les tablettes se remplissent, se mettent en charge et l'eau de pluie remonte dans les tablettes en aluminium pour s'infiltrer entre ces dernières et leur isolation pour finir par s'écouler à l'intérieur de la façade. Cette eau s'est ensuite accumulée sur la partie inférieure du contrecœur dégradant ainsi le support en bois de l'embrasure.

Suite à ces constats, deux entreprises ainsi que le fournisseur du système d'étanchéité ont été contactés afin de définir avec le mandataire de l'expertise les travaux de réparation à entreprendre.

## 3. TRAVAUX DE REPARATION ET D'ASSAINISSEMENT DE LA FACADE

Seule la façade sud-ouest ayant subi des dégradations, le mandataire et la Commune ont estimé qu'il n'était pas opportun d'imaginer une rénovation totale de toutes les façades du bâtiment.

D'une part, la façade répond aux normes Minergie de 2009 et le rapport CECB+ établi en 2020 (voir annexe) ne préconise aucune mesure nécessaire au droit des façades. D'autre part, le Collège de la Chavanne forme visuellement un ensemble avec la salle de gymnastique et s'apparente également au collège de la Combe par le bois utilisé en façade ainsi que par la couleur de celui-ci et il ne serait pas opportun de modifier cet équilibre. De plus, le coût d'une telle rénovation serait inutilement élevé et l'ampleur du chantier et des travaux pourrait générer des nuisances vis-à-vis de l'enseignement scolaire.

Les travaux prévus comprennent la dépose complète de tous les éléments de la façade (revêtement bois, embrasures, supports bois et isolation) et la mise en œuvre de nouveaux matériaux de remplacement. Les lames de mélèze seront réutilisées ainsi que dans la mesure du possible certaines parties de l'ossature, de l'isolation et des embrasures. Afin d'obtenir toutes les garanties d'une nouvelle façade, il est préconisé de remplacer complètement la membrane d'étanchéité. Les stores devront être déposés et remontés pour permettre la mise en place des plafonnets à l'intérieur des caissons de stores ainsi que la dépose des embrasures.



Afin que le problème ne se reproduise plus, la modification de certains détails d'exécution permettra d'améliorer le système d'évacuation de l'eau des tablettes encastrées (écoulements latéraux et dégorgeoirs) et de remédier à une erreur de conception qui avec le temps a favorisé les infiltrations. Un entretien et un contrôle plus intensif des tablettes par le service de conciergerie sera demandé (retrait des dépôts, salissures et petits débris au droit des dégorgeoirs).

D'une façon générale, les travaux susmentionnés n'auront pas d'impact sur l'enseignement obligatoire, dont la continuité sera ainsi garantie sur toute leur durée.

#### 4. COUTS DES TRAVAUX ET IMPACTS FINANCIERS

Le préavis concerne une demande d'octroi d'un crédit de CHF 160'000.- TTC nécessaire à l'assainissement et à la réparation de la façade sud-ouest du Collège de la Chavanne. Ce montant est réparti comme suit :

MONTANT DES TRAVAUX	Montants Travaux CHF TTC
Location échafaudages	4'000.-
Dépose et repose des stores	9'000.-
Travaux de réfection de la façade	137'000.-
SOUS-TOTAL TTC	150'000.-
DIVERS ET IMPRÉVUS TTC	10'000.-
<b>MONTANT TOTAL DU PREAVIS TTC</b>	<b>160'000.-</b>

<b>MONTANT DE L'INVESTISSEMENT CHF</b>	<b>160'000.-</b>
Amortissement annuel de l'investissement (sur 10 ans)	16'000.-
Intérêt annuel estimé à 1.8%	2'880.-
<b>CHARGES ANNUELLES AU BUDGET</b>	<b>18'880.-</b>

#### 5. CALENDRIER PREVISIONNEL

2025	
Date	Etape
13 novembre	Validation du préavis par le CC
Novembre-Décembre	Finalisation du projet
Décembre	Adjudication

2026	
Date	Etape
Février	Début des travaux
Pâques	Fin des travaux



## **6. CONCLUSIONS**

Au vu de ce qui précède, nous vous demandons, Madame la Présidente, Mesdames et Messieurs les Conseillères et Conseillers, de bien vouloir prendre la décision suivante :

- Vu le préavis n°36-2025 du 29 septembre 2025 ;
- Ouï le rapport de la Commission ad hoc chargée de l'étude de ce préavis ;
- Ouï le rapport de la Commission des finances ;
- Considérant que cet objet est porté à l'ordre du jour ;

le Conseil communal de Cugy (VD) décide :

- D'accorder à la Municipalité un crédit de CHF 160'000.- (Cent soixante mille francs suisses)
- De financer cette dépense par la trésorerie courante ou par l'emprunt
- D'amortir cette dépense sur 10 ans

Ainsi approuvé par la Municipalité lors de sa séance du 29 septembre 2025 pour être soumis à l'approbation du Conseil communal.

Au nom de la Municipalité

Le Syndic

Le Secrétaire

Thierry Amy

Nicolas Chervet

Municipale en charge du dossier : Christine Rais El Mimouni

Annexes :

1. Rapport d'expertise technique des façades
2. Recommandations du CECB+ établis en 2020 sur le Collège de la Chavanne
3. Analyse thermographique

Collège de La Chavanne  
Chemin de la Chavanne 6  
1053 Cugy

Expertise technique des façades  
du site

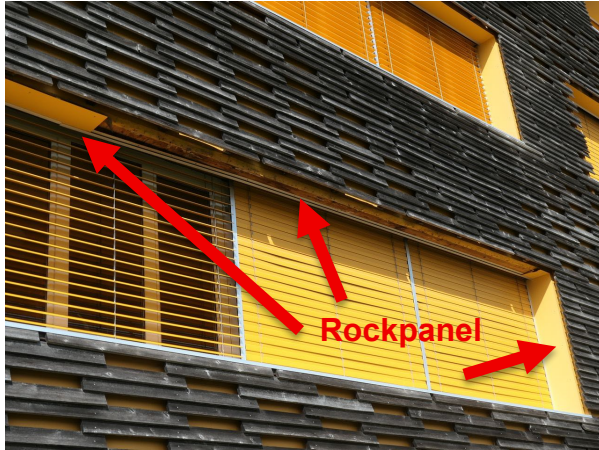
Septembre 2025



## Préambule

La présente expertise a été établie à la demande de la Municipalité de Cugy à la suite de l'arrachement de l'embrasure supérieure d'une fenêtre d'une salle de classe du rez-de-chaussée du collège, intervenu le mardi 13 août 2024 et constaté par le concierge M. Gregory Neyroud.

Arrachement de l'embrasure supérieure en Rockpanel de la fenêtre de la salle de classe



Dégradation de la structure en bois de l'embrasure de la fenêtre.



Le concept d'isolation ventilée avec membrane de Stamisol Color et protection en planches de mélèze grisaille a été mis en œuvre en 2009 par l'entreprise Robert & Pascal Sallin SA à Villaz-Saint Pierre en collaboration avec EPIQR Rénovation et selon descriptif de mise en soumission de la DT. De manière générale, la conception de la façade est de bonne facture et a été réalisée de façon à durer dans le temps. La qualité des matériaux a été soigneusement sélectionnée à l'époque.

## Problématique et réalisation de l'expertise des façades du site de La Chavanne

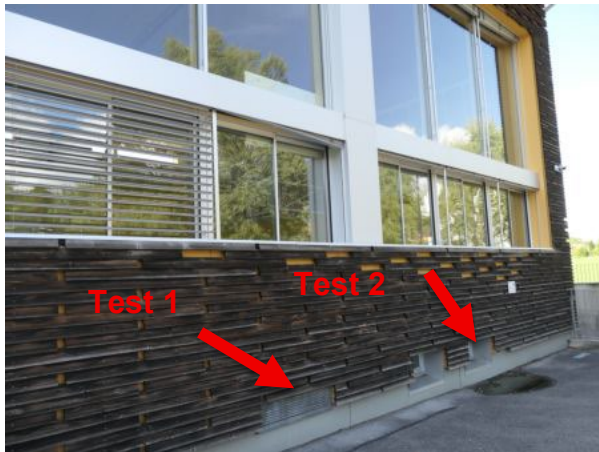
EPIQR Rénovation a été sollicitée pour procéder à une expertise des façades du site, le collège et la salle de gymnastique pour déterminer l'origine de l'arrachement de l'embrasure supérieure de la fenêtre de la salle de classe concernée, ci-dessus. Le mandat d'expertise a été attribué à EPIQR Rénovation le 7 octobre 2024.

Dans un premier temps il a été procédé à un contrôle des pieds de façades situés sous des fenêtres pour vérifier si la problématique rencontrée sur la façade Sud-Ouest pouvait se retrouver à d'autres endroits des deux bâtiments du site, soit le collège et la salle de gymnastique.

Pour ce faire il a été procédé à un contrôle visuel des pieds de façades concernés ainsi qu'à un test de résistance des pièces de bois qui pourraient éventuellement être atteintes par des dégradations identiques à celles de la façade Sud-Ouest. La résistance des pièces de bois a été contrôlée en appuyant la pointe d'un burin sur les lattes de bois concernées.

Les photos qui suivent montrent la localisation des tests effectués et indiquent que les lattes concernées présentent une bonne résistance ce qui signifie l'absence de dégradation.

Façade Est de la salle de gymnastique



Façade Est de la salle de gymnastique – Test 1



Façade Est de la salle de gymnastique – Test 2



Façade Est du collège



Façade Est du collège – Test 1



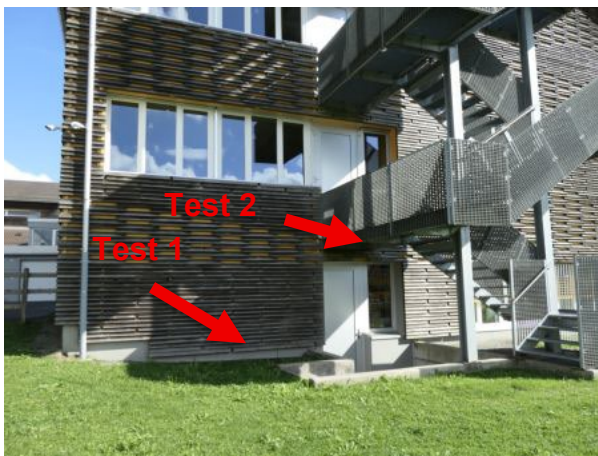
Façade Nord du collège



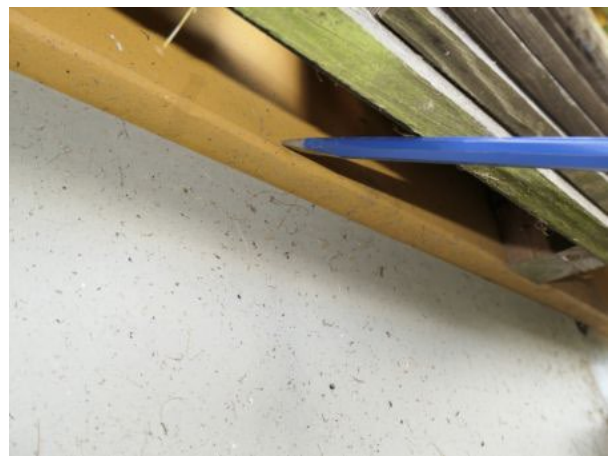
Façade Nord du collège – Test 1



Façade Ouest du collège



Façade Ouest du collège – Test 1



Façade Ouest du collège – Test 2



### Expertise de la façade Sud-Ouest

Les tests, ci-dessus, de la résistance des pièces de bois ont montré que la problématique des dégradations constatées sur la fenêtre de la façade Sud-Ouest devait être localisée uniquement sur cette dernière.

Afin de réaliser cette expertise et après la pose d'un échafaudage, par souci de neutralité, l'entreprise ADEB Sàrl a été mandatée pour procéder au démontage des lames de mélèze des contrecœurs des fenêtres concernées par les dégradations. Ces travaux ont commencé le 16 juin 2025.

Dès l'installation de l'échafaudage, lors de la première visite de reconnaissance, on constate la présence et l'accumulation de divers résidus, poussières, minéraux et autres déchets de végétaux dans le fond des tablettes. Avec le temps cette accumulation de résidus a provoqué l'obstruction des dégorgeoirs, les trous ronds, ainsi que les écoulements latéraux situés aux deux extrémités des tablettes. Cette accumulation de résidus étant vraisemblablement en partie liée au faible diamètre des trous ronds ainsi qu'à l'ouverture étroite des dégorgeoirs latéraux.

Accumulation de divers résidus dans les tablettes



Obstruction des dégorgeoirs des tablettes (intérieur)



Obstruction des dégorgeoirs des tablettes (extérieur)



Obstruction des écoulements latéraux (intérieur)



Obstruction des écoulements latéraux (extérieur)



Décollement de la membrane de Stamisol au droit des écoulement latéraux des tablettes



Cette façade étant relativement exposée aux intempéries et à la chaleur du soleil, la qualité de la membrane de Stamisol Color restant néanmoins encore performante après 16 ans, la colle de la membrane s'est dégradée avec le temps et la chaleur. L'eau pluviale ne pouvant plus s'écouler facilement, les tablettes se remplissent et se mettent en charge et l'eau de pluie remonte dans les tablettes en aluminium pour s'infiltrer entre ces dernières et leur isolation (polyuréthane bleu) et s'écoule à l'intérieur de la façade. Cette eau s'est ensuite accumulée sur la partie inférieure du contrecœur et dégradant ainsi le support en bois de l'embrasure en Rockpanel.

Remontée des eaux pluviales et passage à l'intérieur de la membrane de Stamisol



Altération de support de la tablette en Rockpanel de l'embrasure de la fenêtre de l'étage inférieur



L'embrasure Rockpanel s'est ainsi détachée de son support en bois



### Réparation et assainissement de la façade

Dans le cadre de son mandat de démontage des éléments de façade l'entreprise ADEB Sàrl a également proposé de procéder aux réparations nécessaires d'assainissement de la façade de la façon suivante :

- Contrôle de la problématique sur l'ensemble de la façade
- Dépose des embrasures en Stamisol Color et soulèvement de la membrane pour pouvoir intervenir sur les parties dégradées
- Remplacement par moilage des pièces de bois dégradées
- Traitement fongicide (anti-moisissures et champignons) des pièces de bois sur l'ensemble des façades
- Remplacement des zones d'isolation thermique abîmée par l'eau de pluie
- Ajout de dégorgeoirs en tube d'aluminium dans les trous ronds et les écoulements latéraux des tablettes

- Repose des embrasures en Stamisol Color avec remplacements partiels éventuels

L'offre correspondante est annexée en fin de rapport.

Dans le cadre de ce travail l'entreprise ADEB ne procéderait pas aux réparations et rapiéçage de la membrane de Stamisol Color qui devra être réalisée par une entreprise spécialisée.

EPIQR Rénovation a ensuite pris contact avec l'entreprise Sallin Robert et Pascal SA qui avait réalisé les travaux de rénovation des façades du collège en 2009.

Lors de la visite sur place du 15 juillet 2025, M. Sallin constate la bonne tenue de l'ensemble des façades en bardage de mélèze et le bon maintien de la toile de Stamisol Color après 16 ans de mise en œuvre, il est à noter que la garantie contractuelle de la toile de Stamisol Color est de 10 ans. Il confirme également que suivant la SIA 118 toute garantie contractuelle des travaux est échue.

M. Sallin confirme que la provenance des infiltrations constatées, est passablement liée aux conditions aux météorologiques, sur cette façade avec une orientation Sud-Ouest.

Cette accumulation de résidus étant vraisemblablement en partie liée au faible diamètre des trous ronds ainsi qu'à l'ouverture étroite des dégorgeoirs latéraux. Ce qui a entraîné l'eau de pluie à remonter dans le pli des tablettes et passer ainsi à l'intérieur de la membrane en Stamisol Color.

Cette pénétration de l'eau pluviale s'est trouvée facilitée par le vieillissement et l'usure de la colle entre le rebord des tablettes et la membrane en Stamisol Color notamment à cause de la forte exposition de la façade à la chaleur du soleil.

De la même manière que pour l'entreprise ADEB, dans le contexte réaliste d'une réparation et d'un remplacement partiel des pièces de bois et des parties localisées de l'isolation en laine de verre endommagées, avec un maintien de la membrane actuelle de Stamisol Color et des taconnages partiels, M. Sallin n'est pas en mesure d'offrir une garantie quelle qu'elle soit pour ce travail de réparation, cet avis est également partagé par le représentant de Stamisol qui est venu sur place le 25 juin 2025 à notre demande.

Après un démontage complet des lames de mélèze M. Sallin propose de vérifier l'ensemble de la façade et de procéder aux réparations nécessaires avec un remplacement complet de la membrane en Stamisol Color. Les travaux décrits dans son offre du 24 juillet 2025 ci-jointe en fin de rapport, seront à ajuster plus précisément une fois la dépose de l'ensemble des lames de mélèze réalisée.

Il est à noter que la couleur jaune de la membrane de Stamisol Color de couleur 50144 n'est plus disponible dans les couleurs standard et que sa fabrication n'est mise en œuvre qu'à partir d'une commande de 1'500.- m2 et cela avec une plus-value non négligeable.

Dans le cadre de la reprise complète de la façade M. Sallin demande que les stores à lamelles soient déposés et reposés pour permettre la mise en place de plafonnets à l'intérieur des caissons de store et permettre aussi la dépose des embrasures.

L'offre correspondante de Floristore est annexée en fin de rapport.

## **Conclusion**

Afin de définir le budget à mettre en place pour procéder aux réparations à entreprendre, la Municipalité devrait maintenant mandater l'entreprise Sallins pour procéder à la dépose de l'ensemble des lames de mélèze ainsi que de la membrane en Stamisol Color pour quantifier précisément les éléments de sous-construction à remplacer sur la base de son offre du 24 juillet 2025.

Dans le cadre de ces travaux de réparation de la façade Sud-Ouest le diamètre des trous ronds des tablettes ainsi que la dimension des dégorgeoirs latéraux seront redimensionnés pour éviter que la problématique se reproduise. Qui plus est, il devra être intégré dans le cahier des charges du concierge la réalisation d'un entretien régulier de l'ensemble des tablettes de fenêtres du site de La Chavanne avec notamment le contrôle et le débouchage régulier des trous ronds et des dégorgeoirs latéraux.

Lausanne le 16 septembre 2025

## **Annexes**

- Offre ADEB Sàrl
- Sallin Robert et Pascal SA
- Offre Floristore Sàrl

Villaz-st-Pierre le 24 juillet 2025

## Offre +-10%

### Assainissement de la façade Sud-Ouest



### Revêtements extérieurs, Collège de la Chavanne à Cugy (VD)

Base = vision locale du 15 juillet et discussions relatives.

Pos.	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant
	<b>I <u>Installation de chantier / organisation</u></b>				
1.1	Montage d'un échafaudage sur la façade concernées escaliers d'accès extérieurs, filets de protections complets le tout selon normes SUVA / CNA. (durée = 6 mois)				à votre charge
1.2	Mise en place de bennes pour évacuation des matériaux déposés, y c. taxes de décharge et transports.				
	- benne 10 m3 pour le bois	p.	2.00	1 100.00	2 200.00
	- benne 10 m3 à trier (isolation, Stamisol, etc...)	p.	2.00	1 350.00	2 700.00
1.3	Transport des éléments de revêtements inclus manutentions	bloc	1.00	1 250.00	1 250.00
1.4	Déplacement de personnes et de véhicules	estim.	1.00	900.00	900.00
1.5	Prise de mesures, établissement des détails d'exécution, aide à la coordination, plans d'atelier et commande des matériaux.	bloc	1.00	2 900.00	2 900.00
<b>NB</b>	<b>Mise à disposition par MO/Dt : tableaux électriques, WC de chantier, place de parc au chantier, surfaces au sol pour entreposer matériaux et bennes.</b>				
<b>Total installation de chantier / organisation</b>					<b>9 950.00</b>





Pos.	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant
<b>Report :</b>					<b>87 460.00</b>
<b>265</b>	<b><u>Couvertes et embrasures Fibro-ciment (partiel si "cassées" au démontage</u></b>				
271	F. et pose d'une embrasure de fenêtre, type panneaux Rockpanel colours, épais. 6 mm				
.101	type panneaux Rockpanel colours, épais. 8 mm Largeur entre 250 et 300 mm	m'	15.00	125.00	1 875.00
.110	PV. sur dito pour teinte spéciale selon existant	m'	15.00	28.00	420.00
<b>275</b>	<b><u>Revêtements caisson de store</u></b>				
276	F. et pose d'un plafonnet à l'int. du caisson de store, type panneau de particule 19 mm				
.100	Largeur env. 130 mm	m'	84.00	48.00	4 032.00
277	F. et pose d'une fermeture verticale sur 3 côtés à l'intérieur du caisson de store, type panneau de particule 19 mm				
.100	Hauteur env. 240 mm	m'	84.00	32.00	2 688.00
<b>Total mise en œuvre de la nouvelle façade Sud-Ouest</b>					<b>96 475.00</b>
<b><u>RECAPITULATION</u></b>					
1	Total installation de chantier / organisation				9 950.00
2	Total dépose des revêtements existants et sous-construction				11 610.00
3	Total mise en œuvre de la nouvelle façade Sud-Ouest				96 475.00
4	Divers et imprévus, poste de réserve				8 000.00
<b>Total hors taxes</b>					<b>126 035.00</b>
TVA %				8.10	10 208.80
<b>TOTAL NET TTC</b>					<b>136 243.80</b>
<b><u>Non inclus dans cette offre :</u></b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Echafaudages complets selon normes SUVA en vigueur</li> <li>- Dépose et repose stores, y.c. coulisseaux</li> <li>- Dépose et repose d'éléments techniques (électricité, prises, eau etc..)</li> <li>- Raccord sous-bassement (avec isolation et étanchéité)</li> </ul>					
<p><b>Nous vous remercions de votre contact et restons volontiers à votre disposition pour d'autres renseignements complémentaires et pour convenir, ensemble, des délais ainsi que les dernières modalités d'exécution.</b></p>					
					

Adresse chantier:  
Collège de la Chavanne  
Chemin de la Combe 5  
1053 Cugy

EPIQR Rénovation Sàrl  
EPFL Innovation Park – Bât. C  
CH-1015 Lausanne

à l'att. De Monsieur Jean-Louis Genre

OFFRE N° 10144.25  
Date 29.07.2025  
Votre conseiller Naim Zulfiji +41 79 597 64 68  
Paiement 30 jours net date de la facture  
Dossier

Nous vous remercions de votre demande et avons le plaisir de vous soumettre notre offre pour la fourniture et pose de :

Pos.	Réf.	Description	Unité	Quantité	Prix	Prix total
		STORE A LAMELLES RELIÉES ZETTA 90 Tablier : Lames Z en aluminium de 90 mm avec joint à lèvres d'amortissement ; Mécanisme de commande : moteur filaire livré avec fiche Hirschmann Guidage : Rails de guidage en aluminium extrudé de 36 x 20 mm, trépointe et position de fin de course inférieure intégrée comprises ; Couleur : Rails de guidage, support de rails de guidage, lame inférieure anodisée incolore RAL, lame inférieure de la couleur des rails de guidage, textiles et éléments en plastique de couleur grise, Lamelles selon collection standard VSR Montage : Avec coulisses, matériel de fixation compris.				
		Largeur x hauteur lumière en mm				
1		Dépose, numération et protection de stores à lamelles	pce	38	85.00	3 230.00
2		Révisions et contrôle du bon fonctionnement des stores Remplacement éventuel de stores défectueux	gl	1	799.00	799.00
3		2220 x 1700	pce		946.00	
4		Repose des stores révisés	pce	38	115.00	4 370.00
				<b>Total</b>		<b>8 399.00</b>
				<b>Rabais</b>	<b>0.00%</b>	<b>0.00</b>
				<b>Total net hors taxe</b>		<b>8 399.00</b>
				<b>TVA</b>	<b>8.10%</b>	<b>680.30</b>
				<b>Total net inclus TVA</b>		<b>9 079.30</b>

Validité de l'offre : 3 mois

Délais de livraison approximatifs, après clarification technique : 4 à 6 semaines

Garantie : 2 ans

**Offre N° 10144.25 EPQR Collège de Cugy.xlsx**

Pos.	Réf.	Description	Unité	Quantité	Prix	Prix total
------	------	-------------	-------	----------	------	------------

IMPORTANT

Toutes les installations électriques et la fourniture du matériel y relatif, tels que prises, fils, tuyaux, etc. sont affaire d'un électricien concessionnaire et à la charge du commettant. Les travaux seront exécutés selon nos schémas et nos instructions. Pour tous travaux s'avérant nécessaires, en cas d'installations non conformes ou retardées, il sera dressé facture pour nos débours et salaires de nos monteurs.

Nous restons à votre entière disposition pour tout renseignement complémentaire et, dans l'attente de vos prochaines nouvelles dont nous vous remercions par avance, nous vous prions d'agréer, Monsieur, nos salutations distinguées.

floristores  
Naim Zulfiji



*En cas d'accord, merci de nous retourner une copie signée.*

Date :

Signature :

# Rapport de conseil CECB® Plus

## Modernisation du bâtiment



Catégorie de bâtiment, dénomination  
Affectation mixte  
Adresse  
Commune: Cugy (VD)  
Vers le document CECB n°  
Identification EGID\_EDID

Affectation mixte, Collège de la Chavanne à Cugy - VD  
École (Cat. IV), Habitat individuel (Cat. II)  
Chemin de la Chavanne 6, 1053 Cugy VD,

VD-00024372.01  
867527\_0

Mandant  
Expert/e  
Date d'établissement

Gestion communale Commune de Cugy  
Christophe Anstett  
14.01.2021, 10:09

## Sommaire

1	Bases.....	3
2	État des lieux, évaluation et recommandations.....	4
3	Démarches futures - recommandation générale.....	7
4	Aperçu des variantes et comparaison.....	9
5	Résultats: données.....	13
6	Pertes de chaleur par transmission.....	15
7	Aperçu énergie finale.....	16
8	Coûts énergétiques annuels.....	17
9	Montants subventionnés.....	18
10	Coûts d'ensemble des mesures.....	19
11	Financement des mesures.....	20
Annexe A.	Glossaire et explications concernant le CECB.....	21
Annexe B.	Données de base.....	23
Annexe C.	Mesures des variantes de rénovation.....	24
Annexe D.	Résultats détaillés.....	26
Annexe E.	Photos et plans.....	44
Annexe F.	Données détaillées sur le bâtiment et sa technique.....	46

### 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

Mandant ou propriétaire		Expert/e	
Titre, Nom:	Gestion communale Commune de Cugy	Société, Adresse:	Energa Sàrl, Route de Lausanne 10, 1400 Yverdon-les-Bains
Adresse:	Rue du Village 13, 1053 Cugy	Nom, Prénom:	Anstett Christophe
E-mail:		E-mail:	christophe.anstett@gmail.com
Téléphone:	021 731 03 04	Téléphone:	+41 24 425 00 50

## 1.2 Visite des lieux et discussion

- Visite du bâtiment effectuée le 02.11.2020.
- Les surfaces des différents éléments d'enveloppe et la SRE ont été calculées sur la base de plans transmis et de quelques relevés sur place.
- Les consommations d'énergie ont été fournies.
- Les coefficients de transmission thermique (valeur U) des éléments ont été repris des différents documents réalisés lors de la rénovation Minergie en 2008.

## 2 État des lieux, évaluation et recommandations

### 2.1 Description du bâtiment à l'état initial

- Construction de 1973 avec rénovation de l'enveloppe en 2008.  
Le Bâtiment (collège) est composé d'un sous-sol et de deux étages de salle de cours, ainsi que de combles partiellement chauffés avec un appartement concierge.
- Lors de la rénovation de 2018, les murs et la toiture ont été isolés pour atteindre un coefficient U de 0,19 [W/m<sup>2</sup>\*K]. Les fenêtres sont équipées de double vitrage et datent visiblement elles aussi de 2008. Le coefficient U global a été estimé à 1,3 [W/m<sup>2</sup>\*K].
- L'enceinte scolaire comprend plus de bâtiments qui sont chauffés par une production de chaleur centralisée, comprenant une chaudière à bois fournissant environ 75% de la puissance et une chaudière à gaz à condensation fournissant les 25% restant. Chaque bâtiment comporte une petite sous-station de chauffage.
- Le compteur de chaleur pour le collège Chavanne 6 comprends aussi la consommation de la salle de gym, situé dans un autre bâtiment.

Données du bâtiment			
Total de la surface de référence énergétique [m <sup>2</sup> ]:	1'728	Facteur d'enveloppe:	1.04
Année de construction:	1973	Nombre d'étages:	3

Affectation / Proportion [%]	École 92 %	Habitat individuel 8 %
Surface de référence énergétique [m <sup>2</sup> ]	1'585	143
Année de construction	1973	1973
Nombre de personnes (habitants, personnel, écoliers...)	150	2
Nombre de logements/Chambres	8	1

## 2.2 État de l'enveloppe du bâtiment

La priorisation "Ordre de priorité" présente dans les sous-chapitres suivants, par catégorie d'éléments de construction, quelles sont les améliorations les plus urgentes (peut être utilisé si les variantes ne représentent pas des étapes chronologiques).

Mesures à court terme <1 an
Mesures à moyen terme - 1 à 5 ans
Mesures à long terme - 5 à 10 ans

Catégorie d'élément de construction, Photo	Description	Améliorations possibles	Pr
Toits / plafonds ≤ 2 m sous terre	Pans de toiture isolés sur zone chauffée	En isolant complètement la toiture, les combles non chauffés deviendraient tempérés et étanches. Cela permettrait d'améliorer le confort des locaux adjacents et de pouvoir, dans le futur, transformer le galetas en zone chauffée.	
Autres plafonds*	Sol des combles isolé Sol du galetas appartement isolé	Aucune mesure nécessaire	
Murs contre extérieur / ≤ 2 m sous terre	Façades extérieures avec isolation périphérique	Aucune mesure nécessaire	
Autres murs*	Murs enterrés isolés laine minérale + EPS Murs contre non chauffé de l'école avec isolation périphérique Murs contre non chauffé de l'appartement concierge isolés avec laine minérale	Aucune mesure nécessaire	
Fenêtres et portes	Fenêtres double vitrage installées en 2008	Installation de fenêtres triple vitrage, cadre PVC.	
Sols contre extérieur / ≤ 2 m sous terre	Sol sur terrain (radier) non isolé	L'isolation du sol sur terrain permettrait d'améliorer considérablement l'efficacité énergétique. Toutefois cela engendre de gros travaux coûteux. Il serait judicieux de vérifier l'efficacité et la rentabilité de cette mesure pour déterminer l'influence des pertes sur le sol sur l'ensemble de l'enveloppe du bâtiment.	

\* «Autres» désigne les éléments contre non-chauffé ou contre terrain (> 2 m), ou contre domaine chauffé.

Le tableau suivant décrit les éléments de construction par type. Le document CECB regroupera certains types (par ex. murs contre ext./≤ 2 m dans terrain) et donnera leurs valeurs U moyennées.

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 <sup>1</sup>	État général
Toit contre air extérieur	30	0.19	≤ 0.25	intacts
Plafond contre locaux non chauffés	499	0.34	≤ 0.28	intacts
Mur contre air extérieur	709	0.19	≤ 0.25	intacts
Mur contre local non chauffé	119	0.25	≤ 0.28	intacts
Mur contre terrain > 2 m	79	0.23	≤ 0.28	intacts
Fenêtres et portes, verticaux	216	1.3	≤ 1.0 <sup>2</sup>	intacts
Sol contre terrain ≤ 2 m	529	2.7	≤ 0.28	intacts

1) Modèle de Prescriptions Énergétiques des Cantons 2014, exigences individuelles selon Art. 1.6 a) et annexe 1b.

2) Portes contre extérieur 1,2 W/m<sup>2</sup>K et contre non chauffé 1,5 W/m<sup>2</sup>K.

## 2.3 État de la technique du bâtiment

Type, Photo	Description	Améliorations possibles	Pr
Chaleur*	La partie "école" est chauffée au moyen de radiateurs avec vannes thermostatiques, et la partie appartement est chauffée par un chauffage de sol Dimensionnement approx. Charge thermique nominale (selon SIA 384.201) 52 kW *	Il est possible de maîtriser en partie la consommation d'énergie et les données ambiantes en installant des vannes motorisées et des sondes d'ambiances que ce soit pour l'école ou l'appartement.	
Eau chaude*	Un ballon d'eau chaude dans la sous-station du collège est alimenté par le chauffage à distance pour l'appartement et l'école. La consommation représente environ 10% des besoins énergétiques.	La consommation d'eau chaude est trop faible, voire inexistante en été pour qu'une installation solaire thermique soit utilisée dans les meilleures conditions.	
Électricité**		Il est possible d'auto-produire environ 30-40% des besoins électriques en installant des panneaux solaires photovoltaïques en toiture. L'installation d'un "micro-grid" répartissant la production d'énergie au besoin des différents consommateurs augmentera la part d'auto-production.	
Ventilation	La ventilation se fait manuellement par l'ouverture des fenêtres. L'appartement est équipé d'une aération douce simple flux.	Afin de mieux contrôler l'aération des salles de classe, il est possible de motoriser certaines fenêtres et les asservir à une sonde CO <sub>2</sub> , permettant une ouverture/ fermeture automatique en fonction de la qualité de l'air ambiant.	

\* Production, distribution, émission. La charge thermique nominale constitue une valeur indicative des besoins du chauffage. Elle ne comprend pas les réserves de capacité supplémentaires pour la préparation de l'eau chaude ainsi que pour le chauffage des pièces, les pertes de distribution, le rendement de la production, etc. La charge thermique calculée à partir de la SIA 380/1 ne remplace pas le calcul détaillé dans un processus par pièce.

\*\* En cas d'option «PV Opti» pour installations photovoltaïques, prière d'adjointre la preuve de calcul en annexe.

### 3 Démarches futures - recommandation générale

#### 3.1 Analyse sur la consommation d'énergie actuelle.

Le bureau Energa Sàrl a été mandaté par la commune de Cugy (VD) afin de réaliser, d'une part un rapport de conseil CECB+ et d'autre part, intégrer au rapport, un bref audit énergétique de la situation actuelle, qui consomme plus d'énergie qu'espéré lors de la rénovation Minergie de 2008.

Les documents mis à disposition d'Energa sont les suivants :

- Dossier de plans de mise à l'enquête du collège de la Chavanne du 22 octobre 2008
- Calcul de coefficients U pour les éléments de construction du collège de la Chavanne
- Formulaire ECA 43 sur les mesures de prévention incendie
- La validation du permis de construire du 09 juin 2009
- L'avis d'enquête du 31.10.2008
- Une synthèse « CAMAC » avec préavis favorable et remarques du 27 janvier 2009
- Fiches d'achèvements des travaux du 03 décembre 2010
- Les dossiers de confirmation des subventions accordées par le canton de Vaud du 16 octobre et 12 novembre.2009
- Divers formulaires concernant Minergie
- La demande de label Minergie signée par la commune de Cugy le 16 décembre 2008
- Note technique du bureau Weinmann Energie SA sur le potentiel d'économie de la rénovation, du 15 janvier 2009

Les documents listés ci-dessus permettent de comparer quelques valeurs énergétiques mais n'offrent pas la possibilité de définir les besoins d'énergie actuelle.

Nous pouvons relever que la consommation annoncée dans la demande de label Minergie se situe à environ 50 kWh/m<sup>2</sup> alors que le calcul réalisé par Energa Sàrl avec l'outil CECB et les documents à disposition donne un résultat se situant autour des 100 kWh/m<sup>2</sup>.

Cette différence entre les résultats s'explique en général par le comportement des utilisateurs, comme par exemple, un temps d'ouverture des fenêtres prolongé, des températures ambiantes des locaux trop hautes, un mauvais réglage et/ou équilibrage des installations, etc. De plus les calculs sont très théoriques et basés sur des hypothèses définies qui ne correspondent pas toujours à la réalité du projet.

Nous pouvons, dans un premier temps, vous proposer un contrôle plus précis de ce qui a été réalisé en 2008, en vérifiant

- Les épaisseurs d'isolation installés pour les murs et les façades au moyen de « sondages »
- Le bilan énergétique complet effectué avant rénovation, pour la demande Minergie, et que nous n'avons pas en notre possession actuellement.
- La consommation précise du collège de la Chavanne en faisant installer par l'entreprise de votre choix, un compteur d'énergie uniquement dédié à ce bâtiment, sans prise en compte de la salle de gymnastique.

Puis dans un second temps, si le contrôle de ces éléments ne permet pas de trouver la cause de la surconsommation, il faudra alors se tourner vers des mesures permettant de maîtriser le comportement des utilisateurs par des solutions de domotique, tel que :

- Motorisation de certaines fenêtres et sonde CO<sub>2</sub> dans chaque salle, afin de créer une aération automatique quand la qualité de l'air se détériore.
- Motorisation des vannes de radiateurs et thermostat d'ambiance dans salle chaque de classe avec valeurs pré-réglées, afin de contrôler la température des locaux
- Motorisation des stores en fonction de l'ensoleillement pour agir, entre autres, sur la surchauffe estivale.
- Remplacement de tous les luminaires « non-économique » par des LED à faible consommation, et automatisation de l'éclairage, afin d'optimiser la consommation électrique

Toutes les mesures décrites ci-dessus permettrait de vérifier d'éventuelles erreurs lors de l'élaboration du dossier Minergie, ou lors de la mise en œuvre des mesures, puis d'optimiser le fonctionnement et l'utilisation des infrastructures pour ramener la consommation réelle de 100 kWh/m<sup>2</sup> aux 50 kWh/m<sup>2</sup> théoriques annoncés avec la rénovation de 2008.

Pour finir, tendance actuelle dans la rénovation de bâtiment public est d'atteindre le « Standard Bâtiment 2019.1 » qui permet à l'autorité publique de renforcer son exemplarité en matière de politique énergétique. Ce label destiné aux constructions publics dans le cadre de « Cité de l'Énergie » traite des points suivants :

- Rénovation de constructions existantes
- Utilisation efficace de l'électricité
- Énergie renouvelable pour la chaleur
- Santé et construction durable
- Mobilité
- Exploitation

Energa Sàrl est en mesure de vous renseigner plus amplement sur ce label, et de vous guider dans la mise en place des mesures permettant d'atteindre les objectifs posés.

### 3.2 Démarches futures proposées dans le cadre du CECB+

Le rapport de conseil CECB+ permet de proposer des mesures visant à améliorer l'efficacité énergétique de la construction, par le renforcement ou le remplacement d'éléments de construction, soit par la mise en place et le changement d'éléments techniques.

Les « points faibles » constatés pour le collège de la Chavanne sont les suivants :

- Une grande partie de la toiture est « froide » et peu isolée. L'enveloppe se limite au plafond du 1<sup>er</sup> étage (2<sup>ème</sup> étage pour l'appartement. L'isolation de la toiture complète permettrait de tempérer les combles, d'en améliorer l'étanchéité, et dans le futur, de pouvoir éventuellement transformer cette surface en locaux chauffés.
- Les fenêtres sont un bon état, mais il existe maintenant des vitrages jusqu'à 50% plus performant. Leur remplacement permettrait donc de diminuer les besoins énergétiques et d'améliorer le confort des utilisateurs
- Le sol du sous-sol sur terrain, est, selon les documents mis à notre disposition, peu ou pas isolé. Cela péjore énormément l'efficacité énergétique globale de la construction. Toutefois, afin de pouvoir améliorer cet élément et l'amener à des valeurs comparables aux valeurs de construction actuelle, il faudrait « casser » le radier afin d'installer une nouvelle isolation, puis refaire entièrement le sol.
- Alors qu'une grande partie de la consommation électrique se fait en journée, le collège n'est pas équipé d'une installation solaire photovoltaïque, permettant d'auto-produire une partie des besoins nécessaires. L'installation de panneaux photovoltaïques en toiture paraît justifier
- Le remplacement des ampoules ou néon standard par des éclairages LED est relativement facile à mettre en place et l'économie d'électricité est immédiate. Cette mesure couplée à une automatisation de l'éclairage permettrait surement des économies importantes.

Sur ces bases, nous vous proposons les 3 variantes d'amélioration suivantes :

Variante A : Amélioration des installations techniques :

- Installation de 160 m<sup>2</sup> de panneaux solaires photovoltaïques en toiture
- Remplacement de l'éclairage standard par des LED

Variante B : Amélioration des installations techniques :

- Installation de 160 m<sup>2</sup> de panneaux solaires photovoltaïques en toiture
- Remplacement de l'éclairage standard par des LED

Amélioration de l'enveloppe de la construction, soit :

- Remplacement des fenêtres existantes par des fenêtres triple vitrage U : 0,9 [W/m<sup>2</sup>\*K]

Variante C : Amélioration des installations techniques :

- Installation de 160 m<sup>2</sup> de panneaux solaires photovoltaïques en toiture
- Remplacement de l'éclairage standard par des LED

Amélioration de l'enveloppe de la construction, soit :

- Remplacement des fenêtres existantes par des fenêtres triple vitrage U : 0,9 [W/m<sup>2</sup>\*K]
- Isolation complète de la toiture U : 0,14 [W/m<sup>2</sup>\*K]
- Isolation du sol sur terrain au sous-sol U : 0,20 [W/m<sup>2</sup>\*K]

## 4 Aperçu des variantes et comparaison

### 4.1 Description des variantes

#### Variante A

Panneaux PV + éclairage LED commandé

Affectation	École (Cat. IV)	Habitat individuel (Cat. II)
Proportion [%] / SRE [m <sup>2</sup> ]	92 / 1'585	8 / 143

Catégorie	Détails et recommandations: Enveloppe du bâtiment
Enveloppe du bâtiment	
Toits et plafonds	
Murs	
Fenêtres et portes	
Sols	
Ponts thermiques	

Catégorie	Détails et recommandations: Technique du bâtiment
Technique du bâtiment	
Chauffage	Dimensionnement approx. Charge thermique nominale (selon SIA 384.201) 52 kW *
Distribution ECS	
Électricité	Installation de 160 m <sup>2</sup> de panneaux photovoltaïques sur la toiture Installation d'un éclairage LED piloté par domotique

Ventilation

\* La charge thermique nominale constitue une valeur indicative des besoins du chauffage. Elle ne comprend pas les réserves de capacité supplémentaires pour la préparation de l'eau chaude ainsi que pour le chauffage des pièces, les pertes de distribution, le rendement de la production, etc. La charge thermique calculée à partir de la SIA 380/1 ne remplace pas le calcul détaillé dans un processus par pièce.

## Variante B

Variante A + Nouvelles fenêtres

Affectation	École (Cat. IV)	Habitat individuel (Cat. II)
Proportion [%] / SRE [m <sup>2</sup> ]	92 / 1'585	8 / 143

Catégorie	Détails et recommandations: Enveloppe du bâtiment
Enveloppe du bâtiment	
Toits et plafonds	
Murs	
Fenêtres et portes	Installation de nouvelles fenêtres triple vitrage, cadre PVC U global = 0,9 [W/m <sup>2</sup> -K]
Sols	
Ponts thermiques	

Catégorie	Détails et recommandations: Technique du bâtiment
Technique du bâtiment	
Chauffage	Dimensionnement approx. Charge thermique nominale (selon SIA 384.201) 50 kW *
Distribution ECS	
Électricité	Installation de 160 m <sup>2</sup> de panneaux photovoltaïques sur la toiture Installation d'un éclairage LED piloté par domotique

Ventilation

\* La charge thermique nominale constitue une valeur indicative des besoins du chauffage. Elle ne comprend pas les réserves de capacité supplémentaires pour la préparation de l'eau chaude ainsi que pour le chauffage des pièces, les pertes de distribution, le rendement de la production, etc. La charge thermique calculée à partir de la SIA 380/1 ne remplace pas le calcul détaillé dans un processus par pièce.

## Variante C

Variante B + Isolation toiture complète et radier

Affectation	École (Cat. IV)	Habitat individuel (Cat. II)
Proportion [%] / SRE [m <sup>2</sup> ]	92 / 1'585	8 / 143

Catégorie	Détails et recommandations: Enveloppe du bâtiment
Enveloppe du bâtiment	
Toits et plafonds	Isolation complète de la toiture, entre et sur chevrons U = 0,14 [W/m <sup>2</sup> -K]
Murs	
Fenêtres et portes	Installation de nouvelles fenêtres triple vitrage, cadre PVC U global = 0,90 [W/m <sup>2</sup> -K]
Sols	Isolation sous radier des locaux chauffés du sous-sol U = 0,20 [W/m <sup>2</sup> -K]
Ponts thermiques	
[autres]	

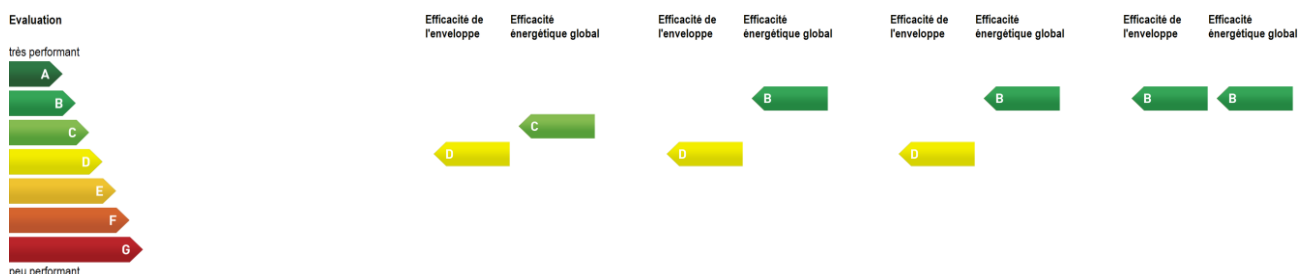
Catégorie	Détails et recommandations: Technique du bâtiment
Technique du bâtiment	
Chauffage	Dimensionnement approx. Charge thermique nominale (selon SIA 384.201) 29 kW *
Distribution ECS	
Électricité	Installation de 160 m <sup>2</sup> de panneaux photovoltaïques sur la toiture Installation d'un éclairage LED piloté par domotique
Ventilation	
[autres]	

\* La charge thermique nominale constitue une valeur indicative des besoins du chauffage. Elle ne comprend pas les réserves de capacité supplémentaires pour la préparation de l'eau chaude ainsi que pour le chauffage des pièces, les pertes de distribution, le rendement de la production, etc. La charge thermique calculée à partir de la SIA 380/1 ne remplace pas le calcul détaillé dans un processus par pièce.

## 4.2 Comparaison état initial et variantes

	État initial	Variante A	Variante B	Variante C
Année de construction / Année de rénovation	1973	2021	2021	2021
Total de la surface de référence énergétique [m <sup>2</sup> ]	1'728	1'728	1'728	1'728
Affectation	École, Habitat individuel	École, Habitat individuel	École, Habitat individuel	École, Habitat individuel
Agent énergétique Chauffage /eau chaude	Gaz, Bois	Gaz, Bois	Gaz, Bois	Gaz, Bois
Charge thermique nominale (selon SIA 384.201) [kW] Utilisation standard / Utilisation actuelle	52 / 52	52 / 52	50 / 50	29 / 29
Charge thermique spéc. (selon SIA 380/1: 2016) / Valeur-limite $P_{h,li,korr}^1$ [W/m <sup>2</sup> ] renouvellement d'air effectif	27 / 20	27 / 20	26 / 20	14 / 20
Chauffage <sup>2</sup> [kWh/a]	143'524	143'524	136'962	58'316
Eau chaude <sup>3</sup> [kWh/a]	19'582	19'582	19'549	19'914
Électricité [kWh/a]	45'909	31'359	31'256	30'034
Ventilation [kWh/a] / Total V/AE	150 / 0.70	150 / 0.70	150 / 0.70	150 / 0.70
Types d'installations de ventilation	-	-	-	-
Coûts totaux des mesures y compris les frais concernant le projet [CHF]	0	100'000	327'260	852'635
Total subventions [CHF]	0	-12'000	-12'000	-158'640
Coûts totaux [CHF]	0	88'000	315'260	693'995
<b>Coûts énergétiques annuels [CHF/a]</b>	<b>19'887</b>	<b>13'280</b>	<b>12'795</b>	<b>7'031</b>
<b>Equivalent-CO2 [kg/(m<sup>2</sup>a)]</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>3</b>

Etiquette énergie pour utilisation standard



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

## 5 Résultats: données

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.

### 5.1 Données énergétiques de l'état initial

Evaluation	Efficacité de l'enveloppe	Efficacité énergétique globale	Standard	Actuel
très performant				
A				
B				
C		C		
D	D			
E				
F				
G				
peu performant				
<b>Données</b> (Valeurs calculées, basées sur $Q_{h,eff}$ )				
Efficacité de l'enveloppe du bâtiment:			64	64 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Efficacité énergétique globale:			106	106 kWh/(m <sup>2</sup> a)
<b>Énergie livrée nette annuelle</b> (Valeurs calculées, basées sur $Q_{h,eff}$ )				
Électricité:			45'909	45'909 kWh/a
Chauffage:			143'524	143'524 kWh/a
Eau chaude:			19'582	19'582 kWh/a
Gain PV:			0	0 kWh/a
Gain CCF:			0	0 kWh/a
<b>Equivalent-CO2</b>			8	8 kg/(m <sup>2</sup> a)
<b>Consommation énergétique mesurée par année</b>				
Électricité:				35'000 kWh/a
Chauffage /eau chaude :				190'000 kWh/a

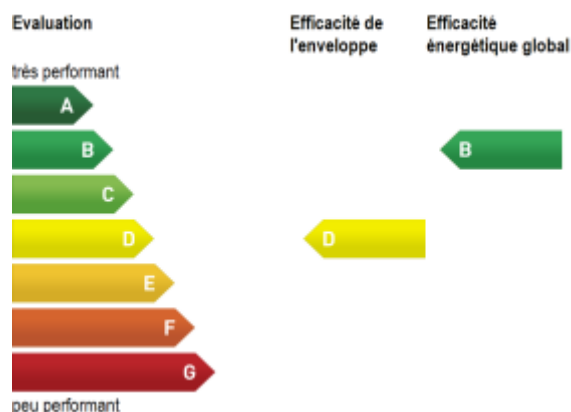
La consommation mesurée constitue en principe la valeur la plus proche du besoin effectif (dans l'usage actuel) et devrait se situer dans une fourchette de tolérance de +/- 20 %. L'étiquette se base par définition sur les valeurs standards des données d'utilisation.

### 5.2 Données énergétiques: Variante A

Evaluation	Efficacité de l'enveloppe	Efficacité énergétique globale	Standard	Actuel
très performant				
A				
B		B		
C				
D	D			
E				
F				
G				
peu performant				
<b>Données</b> (Valeurs calculées, basées sur $Q_{h,eff}$ )				
Efficacité de l'enveloppe du bâtiment:			64	64 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Efficacité énergétique globale:			72	56 kWh/(m <sup>2</sup> a)
<b>Énergie livrée nette annuelle</b> (Valeurs calculées, basées sur $Q_{h,eff}$ )				
Électricité:			31'359	31'359 kWh/a
Chauffage:			143'524	143'524 kWh/a
Eau chaude:			19'582	19'582 kWh/a
Gain PV:			-15'080	-29'000 kWh/a
Gain CCF:			0	0 kWh/a
<b>Equivalent-CO2</b>			6	4 kg/(m <sup>2</sup> a)

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

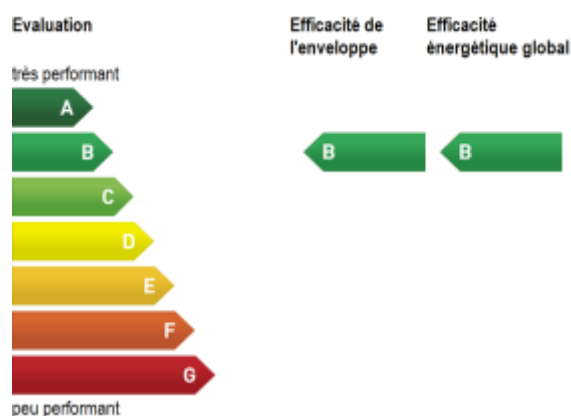
### 5.3 Données énergétiques: Variante B



	Standard	Actuel
<b>Données</b> (Valeurs calculées, basées sur Q,eff)		
Efficacité de l'enveloppe du bâtiment:	61	61 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Efficacité énergétique globale:	69	53 kWh/(m <sup>2</sup> a)
<b>Énergie livrée nette annuelle</b> (Valeurs calculées, basées sur Q,eff)		
Électricité:	31'256	31'256 kWh/a
Chauffage:	136'962	136'962 kWh/a
Eau chaude:	19'549	19'549 kWh/a
Gain PV:	-15'080	-29'000 kWh/a
Gain CCF:	0	0 kWh/a
<b>Equivalent-CO2</b>	6	4 kg/(m <sup>2</sup> a)

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

### 5.4 Données énergétiques: Variante C



	Standard	Actuel
<b>Données</b> (Valeurs calculées, basées sur Q,eff)		
Efficacité de l'enveloppe du bâtiment:	26	26 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Efficacité énergétique globale:	42	26 kWh/(m <sup>2</sup> a)
<b>Énergie livrée nette annuelle</b> (Valeurs calculées, basées sur Q,eff)		
Électricité:	30'034	30'034 kWh/a
Chauffage:	58'316	58'316 kWh/a
Eau chaude:	19'914	19'914 kWh/a
Gain PV:	-15'080	-29'000 kWh/a
Gain CCF:	0	0 kWh/a
<b>Equivalent-CO2</b>	3	1 kg/(m <sup>2</sup> a)

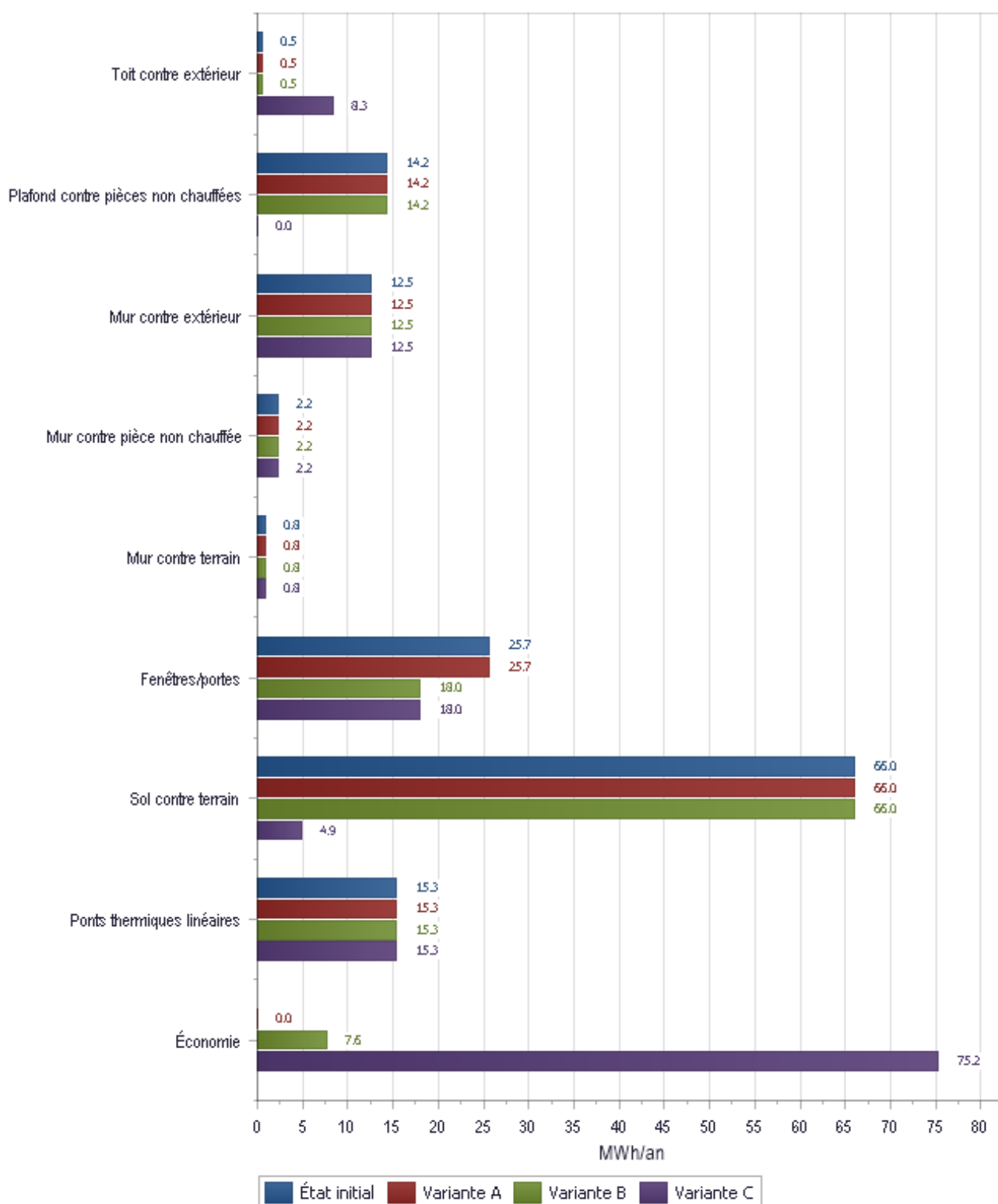
L'étiquette se base par définition sur les valeurs standards des données d'utilisation.

## 6 Pertes de chaleur par transmission

Ce graphique permet de comparer les pertes de chaleur de l'état actuel avec les variantes proposées.

On peut par exemple constater, que pour la variante C, le fait d'isoler toute la toiture augmente la valeur « toit contre extérieur » mais ramène à 0 la valeur « Plafond contre pièces non chauffées »

### 6.1 Avec données d'utilisation standard

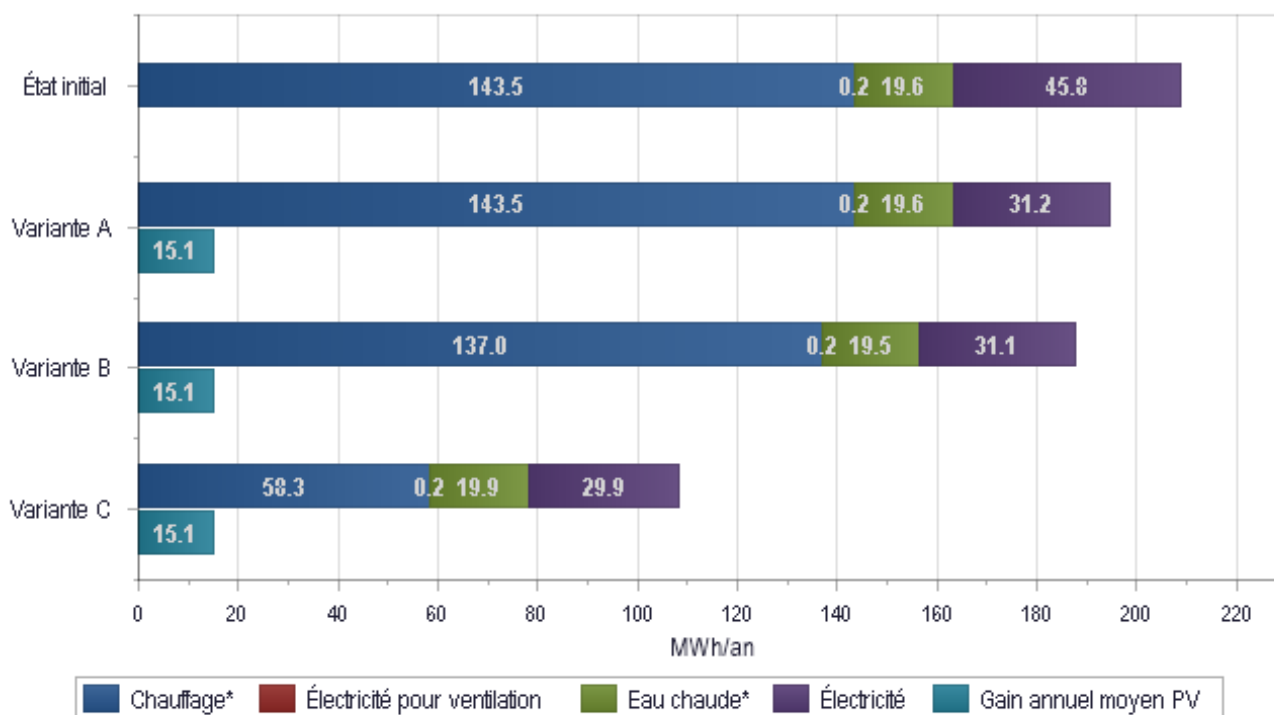


## 7 Aperçu énergie finale

Ce graphique permet de comparer les besoins en énergie de l'état actuel avec les variantes proposées.

Nous pouvons constater par exemple, que le fait de remplacer les fenêtres (variante B) ne permet qu'une faible économie sur les besoins de chauffage (environ 5%) alors que le fait d'installer des panneaux photovoltaïques permet une diminution de l'énergie électrique de plus de 30% ainsi qu'un gain de production pouvant être revendu sur le réseau.

### 7.1 Avec données d'utilisation standard:

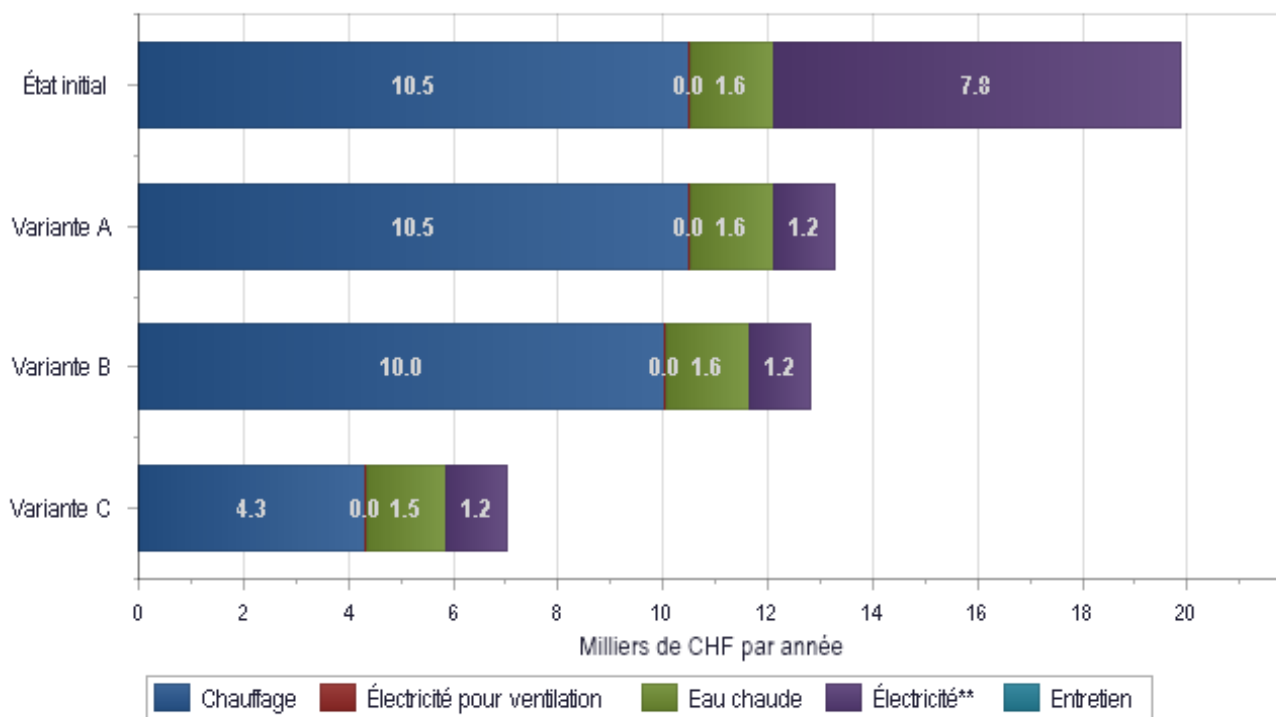


\* Le besoin couvert par l'énergie thermique solaire est déjà déduit.

## 8 Coûts énergétiques annuels

Ce graphique permet de comparer de manière très théorique, la différence des coûts énergétiques entre l'état actuel et les variantes proposées.

### 8.1 Avec données d'utilisation standard:



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

## 9 Montants subventionnés

### 9.1 Variante A

#### 9.1.1 Montants de subvention

Dénomination	Conditions	Nombre [—]	Taux de financement [CHF/Unité]	Montant [CHF]
Panneaux photovoltaïques (PH-1)	Pronovo	1	12'000	12'000
<b>Total</b>				<b>12'000</b>

### 9.2 Variante B

#### 9.2.1 Montants de subvention

Dénomination	Conditions	Nombre [—]	Taux de financement [CHF/Unité]	Montant [CHF]
Panneaux photovoltaïques (PH-1)	Pronovo	1	12'000	12'000
<b>Total</b>				<b>12'000</b>

### 9.3 Variante C

#### 9.3.1 Montants de subvention

Dénomination	Conditions	Nombre [—]	Taux de financement [CHF/Unité]	Montant [CHF]
M01 - Isolation radier	< 0,20 [W/m <sup>2</sup> *K]	528	50	26'400
M01 - Isolation toiture	< 0,15 [W/m <sup>2</sup> *K]	639	80	51'120
M14 - Classe B	Classe B	1'728	40	69'120
Panneaux photovoltaïques (PH-1)	Pronovo	1	12'000	12'000
<b>Total</b>				<b>158'640</b>

## 10 Coûts d'ensemble des mesures

Les coûts indiqués ci-dessous sont théoriques et ne saurait remplacer les offres d'entreprises spécialisées

[Tous les frais en CHF]	Variante A	Variante B	Variante C
Toits et plafonds	0	0	287'550
Murs	0	0	0
Fenêtres et portes	0	227'260	227'260
Sols	0	0	237'825
Ponts thermiques	0	0	0
<b>Enveloppe du bâtiment</b>	<b>0</b>	<b>227'260</b>	<b>752'635</b>
Chauffage/Eau chaude	0	0	0
Ventilation	0	0	0
<b>Chauffage, Eau chaude, Ventilation</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Appareils et installations	0	0	0
Petits appareils et électronique	0	0	0
Équipements d'exploitation et appareils	0	0	0
Éclairage	20'000	20'000	20'000
Autres consommateurs	0	0	0
Photovoltaïque	80'000	80'000	80'000
<b>Électricité, total</b>	<b>100'000</b>	<b>100'000</b>	<b>100'000</b>
Travaux d'adaptation et de préparation	0	0	0
Coûts de planification	0	0	0
Frais, permis	0	0	0
Autres	0	0	0
<b>Coûts totaux du projet</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Coûts totaux des mesures y compris les frais concernant le projet</b>	<b>100'000</b>	<b>327'260</b>	<b>852'635</b>
<b>Total subventions</b>	<b>-12'000</b>	<b>-12'000</b>	<b>-158'640</b>
<b>Coûts totaux</b>	<b>88'000</b>	<b>315'260</b>	<b>693'995</b>

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

## 11 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.

### 11.1 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	100'000	327'260	852'635
Somme des investissements supplémentaires et report de la valeur résiduelle sur le temps considéré*	13'333	-24'543	-251'287
Subventions durant la période considérée	-12'000	-12'000	-158'640
<b>Coûts totaux des mesures durant la période considérée</b>	<b>101'333</b>	<b>290'717</b>	<b>442'708</b>
Valeur de l'épargne énergétique durant la période considérée	-145'679	-156'382	-283'461
<b>Investissement global net</b>	<b>-44'345</b>	<b>134'335</b>	<b>159'247</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>438'504</b>	<b>394'158</b>	<b>572'839</b>	<b>597'751</b>
<b>Valeur du capital comme différence avec état initial</b>	<b>0</b>	<b>44'345</b>	<b>-134'335</b>	<b>-159'247</b>

(Taux d'intérêt pour le calcul : 2.0 %. Renchérissement annuel général : 1.0 %. Renchérissement annuel du prix de l'énergie : 1.0 %. 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.

**Selon le calcul de l'outil CECB, seul la variante A (installation de panneaux photovoltaïques) est rentable d'un point de vue financier.**

## 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)

### 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 ( $MJ/m^2$ ). 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:		
Électricité (TM / tarif unique)		1.00	kWh/kWh	18.30	15.00	cent./kWh	<b>18.30</b>
Gaz naturel	25.90	11.20	kWh/m <sup>3</sup> PCS	13.00	6.75	cent./kWh PCS	<b>13.00</b>
Chaleur à distance, part fossile ≤ 75 %		1.00	kWh/kWh	8.50	8.50	cent./kWh	<b>8.50</b>
Chaleur à distance, part fossile > 75 %		1.00	kWh/kWh	8.50	8.50	cent./kWh	<b>8.50</b>
Granulés de bois	5.00	5.00	kWh/kg	0.40	0.40	CHF/kg	<b>8.00</b>
Plaquettes de bois	3.20	3.20	kWh/kg	50.00	50.00	CHF/m <sup>3</sup> vrac/plaquettes	<b>6.25</b>
Électricité (pompe à chaleur)		1.00	kWh/kWh	18.30	12.00	cent./kWh	<b>18.30</b>

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

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

## Annexe C. Mesures des variantes de rénovation

### C.1. Mesures, Variante A

Panneaux PV + éclairage LED commandé

#### C.1.1. Technique du bâtiment

##### C.1.1.1 Électricité

Installation de 160 m<sup>2</sup> de panneaux photovoltaïques sur la toiture

Installation d'un éclairage LED piloté par domotique

Abrév.	Dénomination
Ec-1	Eclairage

#### Photovoltaïque

Abrév.	Dénomination
PH-1	Panneaux photovoltaïques

### C.2. Mesures, Variante B

Variante A + Nouvelles fenêtres

#### C.2.1. Enveloppe du bâtiment

##### C.2.1.1 Fenêtres et portes

Installation de nouvelles fenêtres triple vitrage, cadre PVC

U global = 0,9 [W/m<sup>2</sup>-K]

Abrév.	Dénomination	Surface [m <sup>2</sup> ]	Valeur U [W/(m <sup>2</sup> K)]	Valeur g [—]
<i>Eléments de construction dans Ath</i>				
Fe-1	Fenêtres triple vitrage, cadre PVC	21.90	0.90	0.55
Fe-2	Fenêtres triple vitrage, cadre PVC	25.40	0.90	0.55
Fe-3	Fenêtres triple vitrage, cadre PVC	130.20	0.90	0.55
Fe-4	Fenêtres triple vitrage, cadre PVC	29.10	0.90	0.55

#### C.2.2. Technique du bâtiment

##### C.2.2.1 Électricité

Installation de 160 m<sup>2</sup> de panneaux photovoltaïques sur la toiture

Installation d'un éclairage LED piloté par domotique

Abrév.	Dénomination
Ec-1	Eclairage

#### Photovoltaïque

Abrév.	Dénomination
PH-1	Panneaux photovoltaïques

### C.3. Mesures, Variante C

Variante B + Isolation toiture complète et radier

#### C.3.1. Enveloppe du bâtiment

##### C.3.1.1 Toits et plafonds

Isolation complète de la toiture, entre et sur chevrons

$U = 0,14$  [W/m<sup>2</sup>-K]

Abrév.	Dénomination	Surface [m <sup>2</sup> ]	Valeur U [W/(m <sup>2</sup> K)]
To-1	Toiture entièrement isolée entre et sur ou sous chevrons	324.00	0.14
To-2	Toiture entièrement isolée entre et sur ou sous chevrons	30.00	0.14
To-3	Toiture entièrement isolée entre et sur ou sous chevrons	255.00	0.14
To-4	Toiture entièrement isolée entre et sur ou sous chevrons	30.00	0.14
Pl-1	Sol combles non chauffés	0.00	0.28
Pl-2	Sol galetas appartement	0.00	0.50

##### C.3.1.2 Fenêtres et portes

Installation de nouvelles fenêtres triple vitrage, cadre PVC

$U$  global = 0,9 [W/m<sup>2</sup>-K]

Abrév.	Dénomination	Surface [m <sup>2</sup> ]	Valeur U [W/(m <sup>2</sup> K)]	Valeur g [—]
Fe-1	Fenêtres triple vitrage, cadre PVC	21.90	0.90	0.55
Fe-2	Fenêtres triple vitrage, cadre PVC	25.40	0.90	0.55
Fe-3	Fenêtres triple vitrage, cadre PVC	130.20	0.90	0.55
Fe-4	Fenêtres triple vitrage, cadre PVC	29.10	0.90	0.55

##### C.3.1.3 Sols

Isolation sous radier des locaux chauffés du sous-sol

$U = 0,20$  [W/m<sup>2</sup>-K]

Abrév.	Dénomination	Surface [m <sup>2</sup> ]	Valeur U [W/(m <sup>2</sup> K)]
So-1	Dalle isolée 14 cm sous radier	528.50	0.20

#### C.3.2. Technique du bâtiment

##### C.3.2.1 Électricité

Installation de 160 m<sup>2</sup> de panneaux photovoltaïques sur la toiture

Installation d'un éclairage LED piloté par domotique

Abrév.	Dénomination
Ec-1	Eclairage

##### Photovoltaïque

Abrév.	Dénomination
PH-1	Panneaux photovoltaïques

## 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	20	20	20	20	°C
Surface totale enveloppe	1'802.86	1'802.86	1'802.86	1'962.76	m <sup>2</sup>
Facteur d'enveloppe	1.04	1.04	1.04	1.14	–
Toit contre extérieur	1.1	1.1	1.1	17.24	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Plafond contre pièces non chauffées	29.57	29.57	29.57	0	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Toit/plafond contre terre	0	0	0	0	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Plafond contre pièce voisine	0	0	0	0	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Mur contre extérieur	25.97	25.97	25.97	25.97	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Mur contre pièce non chauffée	4.64	4.64	4.64	4.64	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Mur contre terrain	1.74	1.74	1.74	1.74	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Mur contre pièce attenante	0	0	0	0	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Sol contre extérieur	0	0	0	0	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Sol contre pièces non chauffées	0	0	0	0	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Sol contre terrain	137.49	137.49	137.49	10.18	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Sol contre pièce voisine	0	0	0	0	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Fenêtres horizontales	0	0	0	0	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Fenêtre sud	0	0	0	0	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Fenêtre SE	6.36	6.36	4.41	4.41	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Fenêtre SO	32.62	32.62	22.58	22.58	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Fenêtre est	0	0	0	0	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Fenêtre ouest	0	0	0	0	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Fenêtre nord	0	0	0	0	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Fenêtre NE	5.49	5.49	3.8	3.8	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Fenêtre NO	8.99	8.99	6.75	6.75	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Fenêtre/porte contre pièce voisine	0	0	0	0	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Ponts thermiques linéaires	31.88	31.88	31.88	31.88	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Ponts thermiques ponctuels	0	0	0	0	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Total des pertes de chaleur par transmission	285.86	285.86	269.93	129.19	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Capacité calorifique spécifique Air	1'151.4	1'151.4	1'151.4	1'151.4	J/(m <sup>3</sup> K)
Pertes de chaleur par ventilation	74.55	74.55	74.55	74.55	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Pertes de chaleur totales	360.41	360.41	344.48	203.74	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Coefficient de transfert de chaleur spécifique	1'870.26	1'870.26	1'787.62	1'057.29	W/K
Gain de chaleur électricité	38.26	38.26	38.26	38.26	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Gain de chaleur personnes	32.53	32.53	32.53	32.53	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Gains de chaleur internes	70.79	70.79	70.79	70.79	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Gain de chaleur solaire horizontal	0	0	0	0	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Gain de chaleur solaire Sud	0	0	0	0	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Gain de chaleur solaire du SE	15.1	15.1	13.84	13.84	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Gain de chaleur solaire du SO	78.05	78.05	71.55	71.55	MJ/(m <sup>2</sup> a)

Gain de chaleur solaire Est	0	0	0	0	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Gain de chaleur solaire Ouest	0	0	0	0	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Gain de chaleur solaire Nord	0	0	0	0	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Gain de chaleur solaire du NE	8.33	8.33	7.64	7.64	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Gain de chaleur solaire du NO	11.11	11.11	10.18	10.18	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Gain de chaleur solaire total	112.59	112.59	103.2	103.2	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Gain de chaleur total	183.38	183.38	174	174	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Proportion gains/perles de chaleur	1.37	1.37	1.35	2.28	–
Constante de temps	128	128	134	227	h
Paramètre pour rendement	2.79	2.79	2.88	4.31	–
Degré d'utilisation des gains de chaleur	0.7	0.7	0.71	0.63	–
Gains de chaleur utiles	128.84	128.84	123.5	109.65	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Besoin en chaleur de chauffage, effective	231.57	231.57	220.98	94.09	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Besoin en chaleur de chauffage	231.57	231.57	220.98	94.09	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Besoin en chaleur de chauffage, valeur limite	131.95	131.95	131.95	137.93	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Besoin en chaleur de chauffage, valeur cible	105.56	105.56	105.56	110.34	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Dimensionnement approx. Charge thermique nominale (selon SIA 384.201), effective	52.37	52.37	50.05	28.55	kW
Besoins énergétiques Chauffage (y c. solaire thermique de rendement 1)	83.06	83.06	79.26	33.75	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Besoins en énergie fournie pour le chauffage (énergie solaire thermique déduite)	83.06	83.06	79.26	33.75	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Énergie auxiliaire Chauffage	1.09	1.09	1.05	0.66	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Besoins énergétiques Eau chaude (y c. solaire thermique de rendement 1)	11.33	11.33	11.31	11.52	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Besoins en énergie fournie pour l'eau chaude sanitaire (énergie solaire thermique déduite)	11.33	11.33	11.31	11.52	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Énergie auxiliaire Eau chaude	0.84	0.84	0.81	0.5	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Besoins énergétiques Electricité Appareils, éclairage, autres consommateurs (hors propre consommation PV et CCF)	24.64	16.22	16.22	16.22	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Besoins en énergie fournie pour appareils électriques, ventilation et énergie auxiliaire	26.57	12.78	12.72	12.01	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Charge thermique spécifique (selon SIA 380/1: 2016), effective	26.91	26.91	25.62	14.21	W/m <sup>2</sup>

## D.1.2. Utilisation actuelle

Dénomination	État initial	Variante A	Variante B	Variante C	Unité
Température de local avec supplément de régulation	20	20	20	20	°C
Surface totale enveloppe	1'802.86	1'802.86	1'802.86	1'962.76	m <sup>2</sup>
Facteur d'enveloppe	1.04	1.04	1.04	1.14	–
Toit contre extérieur	1.1	1.1	1.1	17.24	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Plafond contre pièces non chauffées	29.57	29.57	29.57	0	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Toit/plafond contre terre	0	0	0	0	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Plafond contre pièce voisine	0	0	0	0	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Mur contre extérieur	25.97	25.97	25.97	25.97	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Mur contre pièce non chauffée	4.64	4.64	4.64	4.64	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Mur contre terrain	1.74	1.74	1.74	1.74	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Mur contre pièce attenante	0	0	0	0	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Sol contre extérieur	0	0	0	0	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Sol contre pièces non chauffées	0	0	0	0	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Sol contre terrain	137.49	137.49	137.49	10.18	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Sol contre pièce voisine	0	0	0	0	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Fenêtres horizontales	0	0	0	0	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Fenêtre sud	0	0	0	0	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Fenêtre SE	6.36	6.36	4.41	4.41	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Fenêtre SO	32.62	32.62	22.58	22.58	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Fenêtre est	0	0	0	0	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Fenêtre ouest	0	0	0	0	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Fenêtre nord	0	0	0	0	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Fenêtre NE	5.49	5.49	3.8	3.8	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Fenêtre NO	8.99	8.99	6.75	6.75	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Fenêtre/porte contre pièce voisine	0	0	0	0	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Ponts thermiques linéaires	31.88	31.88	31.88	31.88	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Ponts thermiques ponctuels	0	0	0	0	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Total des pertes de chaleur par transmission	285.86	285.86	269.93	129.19	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Capacité calorifique spécifique Air	1'151.4	1'151.4	1'151.4	1'151.4	J/(m <sup>3</sup> K)
Pertes de chaleur par ventilation	74.55	74.55	74.55	74.55	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Pertes de chaleur totales	360.41	360.41	344.48	203.74	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Coefficient de transfert de chaleur spécifique	1'870.26	1'870.26	1'787.62	1'057.29	W/K
Gain de chaleur électricité	38.26	38.26	38.26	38.26	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Gain de chaleur personnes	32.53	32.53	32.53	32.53	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Gains de chaleur internes	70.79	70.79	70.79	70.79	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Gain de chaleur solaire horizontal	0	0	0	0	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Gain de chaleur solaire Sud	0	0	0	0	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Gain de chaleur solaire du SE	15.1	15.1	13.84	13.84	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Gain de chaleur solaire du SO	78.05	78.05	71.55	71.55	MJ/(m <sup>2</sup> a)

Gain de chaleur solaire Est	0	0	0	0	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Gain de chaleur solaire Ouest	0	0	0	0	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Gain de chaleur solaire Nord	0	0	0	0	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Gain de chaleur solaire du NE	8.33	8.33	7.64	7.64	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Gain de chaleur solaire du NO	11.11	11.11	10.18	10.18	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Gain de chaleur solaire total	112.59	112.59	103.2	103.2	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Gain de chaleur total	183.38	183.38	174	174	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Proportion gains/perles de chaleur	1.37	1.37	1.35	2.28	–
Constante de temps	128	128	134	227	h
Paramètre pour rendement	2.79	2.79	2.88	4.31	–
Degré d'utilisation des gains de chaleur	0.7	0.7	0.71	0.63	–
Gains de chaleur utiles	128.84	128.84	123.5	109.65	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Besoin en chaleur de chauffage, effective	231.57	231.57	220.98	94.09	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Besoin en chaleur de chauffage	231.57	231.57	220.98	94.09	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Besoin en chaleur de chauffage, valeur limite	131.95	131.95	131.95	137.93	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Besoin en chaleur de chauffage, valeur cible	105.56	105.56	105.56	110.34	MJ/(m <sup>2</sup> a)
Dimensionnement approx. Charge thermique nominale (selon SIA 384.201), effective	52.37	52.37	50.05	28.55	kW
Besoins énergétiques Chauffage (y c. solaire thermique de rendement 1)	83.06	83.06	79.26	33.75	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Besoins en énergie fournie pour le chauffage (énergie solaire thermique déduite)	83.06	83.06	79.26	33.75	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Énergie auxiliaire Chauffage	1.09	1.09	1.05	0.66	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Besoins énergétiques Eau chaude (y c. solaire thermique de rendement 1)	11.33	11.33	11.31	11.52	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Besoins en énergie fournie pour l'eau chaude sanitaire (énergie solaire thermique déduite)	11.33	11.33	11.31	11.52	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Énergie auxiliaire Eau chaude	0.84	0.84	0.81	0.5	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Besoins énergétiques Electricité Appareils, éclairage, autres consommateurs (hors propre consommation PV et CCF)	24.64	16.22	16.22	16.22	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Besoins en énergie fournie pour appareils électriques, ventilation et énergie auxiliaire	26.57	8.08	8.02	7.31	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Charge thermique spécifique (selon SIA 380/1: 2016), effective	26.91	26.91	25.62	14.21	W/m <sup>2</sup>

## 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	Gaz naturel	Plaquettes de bois	Électricité (TM / tarif unique)	Électricité (production)	Besoin global pondéré
PC-1	kWh		19'130	0	0	0	
PC-1 Énergie auxiliaire	kWh	143	0	0	143	0	
PC-2	kWh		0	143'976	0	0	
PC-2 Énergie auxiliaire	kWh	3'181	0	0	3'181	0	
Appareils et installations	kWh		0	0	1'333	0	
Petits appareils et électronique	kWh		0	0	912	0	
Équipements d'exploitation et appareils	kWh		0	0	13'948	0	
Ventilation	kWh		0	0	150	0	
Éclairage	kWh		0	0	24'992	0	
Autres consommables	kWh		0	0	1'250	0	
Photovoltaïque	kWh		0	0	0	0	
Énergie nette livrée	kWh		19'130	143'976	45'909	0	
Facteur de pondération national	--		1	0.5	2	2	
Facteur PE total	--		1.15	1.14	2.97	2.97	
Proportion PE renouvelable	%		0.50	94.60	14.90	14.90	
Coefficient d'émission GES	kg/kWh		0.241	0.011	0.155	0.155	
Énergie finale pondérée	kWh		19'130	71'988	91'818	0	182'935
Énergie primaire (PE) nette totale	kWh		21'999	164'133	136'349	0	322'481
Énergie renouvelable	kWh		110	155'269	20'316	0	175'695
Émissions de GES	Kg		4'614	1'555	7'107	0	13'276
Indicateur énergie finale pondérée	kWh/m <sup>2</sup>		11	42	53	0	106
Indicateur P. E. total	kWh/m <sup>2</sup>		13	95	79	0	187
Indicateur émissions de GES	kg/m <sup>2</sup>		3	1	4	0	8
Proportion d'énergie primaire renouvelable	%		0.50	94.60	14.90	0.00	54.48

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

Name	Unité	Total énergie auxiliaire	Gaz naturel	Plaquettes de bois	Électricité (TM / tarif unique)	Électricité (production)	Besoin global pondéré
PC-1	kWh		19'130	0	0	0	
PC-1 Énergie auxiliaire	kWh	143	0	0	143	0	
PC-2	kWh		0	143'976	0	0	
PC-2 Énergie auxiliaire	kWh	3'181	0	0	3'181	0	
Appareils et installations	kWh		0	0	1'333	0	
Petits appareils et électronique	kWh		0	0	912	0	
Équipements d'exploitation et appareils	kWh		0	0	13'948	0	
Ventilation	kWh		0	0	150	0	
Éclairage	kWh		0	0	10'441	0	
Autres consommateurs	kWh		0	0	1'250	0	
Photovoltaïque	kWh		0	0	0	-15'080	
Énergie nette livrée	kWh		19'130	143'976	31'359	-15'080	
Facteur de pondération national	--		1	0.5	2	2	
Facteur PE total	--		1.15	1.14	2.97	2.97	
Proportion PE renouvelable	%		0.50	94.60	14.90	14.90	
Coefficient d'émission GES	kg/kWh		0.241	0.011	0.155	0.155	
Énergie finale pondérée	kWh		19'130	71'988	62'717	-30'160	123'675
Énergie primaire (PE) nette totale	kWh		21'999	164'133	93'135	-44'788	234'479
Énergie renouvelable	kWh		110	155'269	13'877	-6'673	162'583
Émissions de GES	Kg		4'614	1'555	4'854	-2'334	8'689
Indicateur énergie finale pondérée	kWh/m <sup>2</sup>		11	42	36	-18	72
Indicateur P. E. total	kWh/m <sup>2</sup>		13	95	54	-26	136
Indicateur émissions de GES	kg/m <sup>2</sup>		3	1	3	-1	6
Proportion d'énergie primaire renouvelable	%		0.50	94.60	14.90	0.00	69.34

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

Name	Unité	Total énergie auxiliaire	Gaz naturel	Plaquettes de bois	Électricité (TM / tarif unique)	Électricité (production)	Besoin global pondéré
PC-1	kWh		18'325	0	0	0	
PC-1 Énergie auxiliaire	kWh	141	0	0	141	0	
PC-2	kWh		0	138'186	0	0	
PC-2 Énergie auxiliaire	kWh	3'080	0	0	3'080	0	
Appareils et installations	kWh		0	0	1'333	0	
Petits appareils et électronique	kWh		0	0	912	0	
Équipements d'exploitation et appareils	kWh		0	0	13'948	0	
Ventilation	kWh		0	0	150	0	
Éclairage	kWh		0	0	10'441	0	
Autres consommateurs	kWh		0	0	1'250	0	
Photovoltaïque	kWh		0	0	0	-15'080	
Énergie nette livrée	kWh		18'325	138'186	31'256	-15'080	
Facteur de pondération national	--		1	0.5	2	2	
Facteur PE total	--		1.15	1.14	2.97	2.97	
Proportion PE renouvelable	%		0.50	94.60	14.90	14.90	
Coefficient d'émission GES	kg/kWh		0.241	0.011	0.155	0.155	
Énergie finale pondérée	kWh		18'325	69'093	62'511	-30'160	119'769
Énergie primaire (PE) nette totale	kWh		21'073	157'532	92'829	-44'788	226'647
Énergie renouvelable	kWh		105	149'025	13'832	-6'673	156'289
Émissions de GES	Kg		4'420	1'492	4'838	-2'334	8'416
Indicateur énergie finale pondérée	kWh/m <sup>2</sup>		11	40	36	-18	69
Indicateur P. E. total	kWh/m <sup>2</sup>		12	91	54	-26	131
Indicateur émissions de GES	kg/m <sup>2</sup>		3	1	3	-1	6
Proportion d'énergie primaire renouvelable	%		0.50	94.60	14.90	0.00	68.96

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

Name	Unité	Total énergie auxiliaire	Gaz naturel	Plaquettes de bois	Électricité (TM / tarif unique)	Électricité (production)	Besoin global pondéré
PC-1	kWh		8'737	0	0	0	
PC-1 Énergie auxiliaire	kWh	112	0	0	112	0	
PC-2	kWh		0	69'493	0	0	
PC-2 Énergie auxiliaire	kWh	1'887	0	0	1'887	0	
Appareils et installations	kWh		0	0	1'333	0	
Petits appareils et électronique	kWh		0	0	912	0	
Équipements d'exploitation et appareils	kWh		0	0	13'948	0	
Ventilation	kWh		0	0	150	0	
Éclairage	kWh		0	0	10'441	0	
Autres consommateurs	kWh		0	0	1'250	0	
Photovoltaïque	kWh		0	0	0	-15'080	
Énergie nette livrée	kWh		8'737	69'493	30'034	-15'080	
Facteur de pondération national	--		1	0.5	2	2	
Facteur PE total	--		1.15	1.14	2.97	2.97	
Proportion PE renouvelable	%		0.50	94.60	14.90	14.90	
Coefficient d'émission GES	kg/kWh		0.241	0.011	0.155	0.155	
Énergie finale pondérée	kWh		8'737	34'747	60'068	-30'160	73'392
Énergie primaire (PE) nette totale	kWh		10'048	79'222	89'201	-44'788	133'684
Énergie renouvelable	kWh		50	74'944	13'291	-6'673	81'612
Émissions de GES	Kg		2'107	751	4'649	-2'334	5'173
Indicateur énergie finale pondérée	kWh/m <sup>2</sup>		5	20	35	-18	42
Indicateur P. E. total	kWh/m <sup>2</sup>		6	46	52	-26	77
Indicateur émissions de GES	kg/m <sup>2</sup>		1	0	3	-1	3
Proportion d'énergie primaire renouvelable	%		0.50	94.60	14.90	0.00	61.05

## D.2.2. Utilisation actuelle

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

Name	Unité	Total énergie auxiliaire	Gaz naturel	Plaquettes de bois	Électricité (TM / tarif unique)	Électricité (production)	Besoin global pondéré
PC-1	kWh		19'130	0	0	0	
PC-1 Énergie auxiliaire	kWh	143	0	0	143	0	
PC-2	kWh		0	143'976	0	0	
PC-2 Énergie auxiliaire	kWh	3'181	0	0	3'181	0	
Appareils et installations	kWh		0	0	1'333	0	
Petits appareils et électronique	kWh		0	0	912	0	
Équipements d'exploitation et appareils	kWh		0	0	13'948	0	
Ventilation	kWh		0	0	150	0	
Éclairage	kWh		0	0	24'992	0	
Autres consommateurs	kWh		0	0	1'250	0	
Photovoltaïque	kWh		0	0	0	0	
Énergie nette livrée	kWh		19'130	143'976	45'909	0	
Facteur de pondération national	--		1	0.5	2	2	
Facteur PE total	--		1.15	1.14	2.97	2.97	
Proportion PE renouvelable	%		0.50	94.60	14.90	14.90	
Coefficient d'émission GES	kg/kWh		0.241	0.011	0.155	0.155	
Énergie finale pondérée	kWh		19'130	71'988	91'818	0	182'935
Énergie primaire (PE) nette totale	kWh		21'999	164'133	136'349	0	322'481
Énergie renouvelable	kWh		110	155'269	20'316	0	175'695
Émissions de GES	Kg		4'614	1'555	7'107	0	13'276
Indicateur énergie finale pondérée	kWh/m <sup>2</sup>		11	42	53	0	106
Indicateur P. E. total	kWh/m <sup>2</sup>		13	95	79	0	187
Indicateur émissions de GES	kg/m <sup>2</sup>		3	1	4	0	8
Proportion d'énergie primaire renouvelable	%		0.50	94.60	14.90	0.00	54.48

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

Name	Unité	Total énergie auxiliaire	Gaz naturel	Plaquettes de bois	Électricité (TM / tarif unique)	Électricité (production)	Besoin global pondéré
PC-1	kWh		19'130	0	0	0	
PC-1 Énergie auxiliaire	kWh	143	0	0	143	0	
PC-2	kWh		0	143'976	0	0	
PC-2 Énergie auxiliaire	kWh	3'181	0	0	3'181	0	
Appareils et installations	kWh		0	0	1'333	0	
Petits appareils et électronique	kWh		0	0	912	0	
Équipements d'exploitation et appareils	kWh		0	0	13'948	0	
Ventilation	kWh		0	0	150	0	
Éclairage	kWh		0	0	10'441	0	
Autres consommateurs	kWh		0	0	1'250	0	
Photovoltaïque	kWh		0	0	0	-29'000	
Énergie nette livrée	kWh		19'130	143'976	31'359	-29'000	
Facteur de pondération national	--		1	0.5	2	2	
Facteur PE total	--		1.15	1.14	2.97	2.97	
Proportion PE renouvelable	%		0.50	94.60	14.90	14.90	
Coefficient d'émission GES	kg/kWh		0.241	0.011	0.155	0.155	
Énergie finale pondérée	kWh		19'130	71'988	62'717	-58'000	95'835
Énergie primaire (PE) nette totale	kWh		21'999	164'133	93'135	-86'130	193'137
Énergie renouvelable	kWh		110	155'269	13'877	-12'833	156'423
Émissions de GES	Kg		4'614	1'555	4'854	-4'489	6'534
Indicateur énergie finale pondérée	kWh/m <sup>2</sup>		11	42	36	-34	56
Indicateur P. E. total	kWh/m <sup>2</sup>		13	95	54	-50	112
Indicateur émissions de GES	kg/m <sup>2</sup>		3	1	3	-3	4
Proportion d'énergie primaire renouvelable	%		0.50	94.60	14.90	0.00	80.99

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

Name	Unité	Total énergie auxiliaire	Gaz naturel	Plaquettes de bois	Électricité (TM / tarif unique)	Électricité (production)	Besoin global pondéré
PC-1	kWh		18'325	0	0	0	
PC-1 Énergie auxiliaire	kWh	141	0	0	141	0	
PC-2	kWh		0	138'186	0	0	
PC-2 Énergie auxiliaire	kWh	3'080	0	0	3'080	0	
Appareils et installations	kWh		0	0	1'333	0	
Petits appareils et électronique	kWh		0	0	912	0	
Équipements d'exploitation et appareils	kWh		0	0	13'948	0	
Ventilation	kWh		0	0	150	0	
Éclairage	kWh		0	0	10'441	0	
Autres consommateurs	kWh		0	0	1'250	0	
Photovoltaïque	kWh		0	0	0	-29'000	
Énergie nette livrée	kWh		18'325	138'186	31'256	-29'000	
Facteur de pondération national	--		1	0.5	2	2	
Facteur PE total	--		1.15	1.14	2.97	2.97	
Proportion PE renouvelable	%		0.50	94.60	14.90	14.90	
Coefficient d'émission GES	kg/kWh		0.241	0.011	0.155	0.155	
Énergie finale pondérée	kWh		18'325	69'093	62'511	-58'000	91'929
Énergie primaire (PE) nette totale	kWh		21'073	157'532	92'829	-86'130	185'304
Énergie renouvelable	kWh		105	149'025	13'832	-12'833	150'129
Émissions de GES	Kg		4'420	1'492	4'838	-4'489	6'261
Indicateur énergie finale pondérée	kWh/m <sup>2</sup>		11	40	36	-34	53
Indicateur P. E. total	kWh/m <sup>2</sup>		12	91	54	-50	107
Indicateur émissions de GES	kg/m <sup>2</sup>		3	1	3	-3	4
Proportion d'énergie primaire renouvelable	%		0.50	94.60	14.90	0.00	81.02

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

Name	Unité	Total énergie auxiliaire	Gaz naturel	Plaquettes de bois	Électricité (TM / tarif unique)	Électricité (production)	Besoin global pondéré
PC-1	kWh		8'737	0	0	0	
PC-1 Énergie auxiliaire	kWh	112	0	0	112	0	
PC-2	kWh		0	69'493	0	0	
PC-2 Énergie auxiliaire	kWh	1'887	0	0	1'887	0	
Appareils et installations	kWh		0	0	1'333	0	
Petits appareils et électronique	kWh		0	0	912	0	
Équipements d'exploitation et appareils	kWh		0	0	13'948	0	
Ventilation	kWh		0	0	150	0	
Éclairage	kWh		0	0	10'441	0	
Autres consommateurs	kWh		0	0	1'250	0	
Photovoltaïque	kWh		0	0	0	-29'000	
Énergie nette livrée	kWh		8'737	69'493	30'034	-29'000	
Facteur de pondération national	--		1	0.5	2	2	
Facteur PE total	--		1.15	1.14	2.97	2.97	
Proportion PE renouvelable	%		0.50	94.60	14.90	14.90	
Coefficient d'émission GES	kg/kWh		0.241	0.011	0.155	0.155	
Énergie finale pondérée	kWh		8'737	34'747	60'068	-58'000	45'552
Énergie primaire (PE) nette totale	kWh		10'048	79'222	89'201	-86'130	92'341
Énergie renouvelable	kWh		50	74'944	13'291	-12'833	75'452
Émissions de GES	Kg		2'107	751	4'649	-4'489	3'018
Indicateur énergie finale pondérée	kWh/m <sup>2</sup>		5	20	35	-34	26
Indicateur P. E. total	kWh/m <sup>2</sup>		6	46	52	-50	54
Indicateur émissions de GES	kg/m <sup>2</sup>		1	0	3	-3	1
Proportion d'énergie primaire renouvelable	%		0.50	94.60	14.90	0.00	81.71

## 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	-	-	-	-	
<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)	1'333	1'333	1'333	1'333	kWh/a
Ventilation	150	150	150	150	kWh/a
Petits appareils et électronique (MT)	912	912	912	912	kWh/a
Équipements d'exploitation et appareils	13'948	13'948	13'948	13'948	kWh/a
Éclairage (MT)	24'992	10'441	10'441	10'441	kWh/a
Autres consommateurs (MT)	1'250	1'250	1'250	1'250	kWh/a
Total (MT)	42'585	28'035	28'035	28'035	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	42'585	28'035	28'035	28'035	kWh/a
Appareils et installations (gaz)	0	0	0	0	kWh/a
Production PV	0	-5'800	-5'800	-5'800	kWh/a
Bourse de courant solaire PV/RPC	0	-9'280	-9'280	-9'280	kWh/a
Total	42'585	12'955	12'955	12'955	kWh/a

### D.3.2. Utilisation actuelle

Dénomination	État initial	Variante A	Variante B	Variante C	Unité
<b>Facteurs</b>					
Facteur d'occupation	-	-	-	-	
<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)	1'333	1'333	1'333	1'333	kWh/a
Ventilation	150	150	150	150	kWh/a
Petits appareils et électronique (MT)	912	912	912	912	kWh/a
Équipements d'exploitation et appareils	13'948	13'948	13'948	13'948	kWh/a
Éclairage (MT)	24'992	10'441	10'441	10'441	kWh/a
Autres consommateurs (MT)	1'250	1'250	1'250	1'250	kWh/a
Total (MT)	42'585	28'035	28'035	28'035	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	42'585	28'035	28'035	28'035	kWh/a
Appareils et installations (gaz)	0	0	0	0	kWh/a
Production PV	0	-11'600	-11'600	-11'600	kWh/a
Bourse de courant solaire PV/RPC	0	-17'400	-17'400	-17'400	kWh/a
Total	42'585	-965	-965	-965	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	0	227'260	752'635	CHF
Coûts totaux durant la période considérée	0	0	189'383	488'015	CHF
Coûts d'entretien	0	0	0	0	CHF/a
Valeur brute entretien	0	0	0	0	CHF
<b>Chauffage</b>					
Coûts énergétiques annuels	10'498	10'498	10'024	4'334	CHF/a
Valeur brute énergie	231'488	231'488	221'020	95'568	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>Eau chaude</b>					
Coûts énergétiques annuels	1'595	1'595	1'585	1'511	CHF/a
Valeur brute énergie	35'179	35'179	34'944	33'317	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>Électricité</b>					
Coûts énergétiques annuels	7'766	2'725	2'725	2'725	CHF/a
Valeur brute énergie	171'232	60'084	60'084	60'084	CHF
Rendement annuel bourse courant solaire	0	-1'566	-1'566	-1'566	CHF/a
Valeur brute rendement bourse courant solaire	0	-34'531	-34'531	-34'531	CHF
Coûts d'investissement initiaux	0	100'000	100'000	100'000	CHF
Coûts totaux durant la période considérée	0	113'333	113'333	113'333	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	27	27	27	27	CHF/a
Valeur brute énergie	605	605	605	605	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	0	0	0	CHF

Frais, permis	0	0	0	0	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	12'000	12'000	12'000	CHF
Technique du bâtiment sur la durée considérée	0	12'000	12'000	12'000	CHF
Programmes de subvention	0	0	0	146'640	CHF
Programmes de subvention sur durée considérée	0	0	0	146'640	CHF
<b>Total des coûts initiaux</b>					
Coûts d'investissement initiaux	0	100'000	327'260	852'635	CHF
Coûts supplémentaires	0	0	0	0	CHF
Subventions	0	12'000	12'000	158'640	CHF
Coûts totaux	0	88'000	315'260	693'995	CHF
<b>Total sur la durée considérée</b>					
Valeur brute énergie	438'504	292'825	282'122	155'043	CHF
Coûts totaux durant la période considérée	0	113'333	302'717	601'348	CHF
Coûts supplémentaires	0	0	0	0	CHF
Montants de subvention sur la durée considérée	0	12'000	12'000	158'640	CHF
Valeur brute entretien	0	0	0	0	CHF
Total valeur brute et autres coûts	438'504	394'158	572'839	597'751	CHF
<b>Différence</b>					
Valeur du capital comme différence avec état initial	0	44'345	-134'335	-159'247	CHF

(Taux d'intérêt pour le calcul: 2.0 %. Renchérissement annuel général: 1.0 %. Renchérissement annuel du prix de l'énergie: 1.0 %. 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	0	227'260	752'635	CHF
Coûts totaux durant la période considérée	0	0	189'383	488'015	CHF
Coûts d'entretien	0	0	0	0	CHF/a
Valeur brute entretien	0	0	0	0	CHF
<b>Chauffage</b>					
Coûts énergétiques annuels	10'498	10'498	10'024	4'334	CHF/a
Valeur brute énergie	231'488	231'488	221'020	95'568	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>Eau chaude</b>					
Coûts énergétiques annuels	1'595	1'595	1'585	1'511	CHF/a
Valeur brute énergie	35'179	35'179	34'944	33'317	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>Électricité</b>					
Coûts énergétiques annuels	7'766	2'725	2'725	2'725	CHF/a
Valeur brute énergie	171'232	60'084	60'084	60'084	CHF
Rendement annuel bourse courant solaire	0	-1'566	-1'566	-1'566	CHF/a
Valeur brute rendement bourse courant solaire	0	-34'531	-34'531	-34'531	CHF
Coûts d'investissement initiaux	0	100'000	100'000	100'000	CHF
Coûts totaux durant la période considérée	0	113'333	113'333	113'333	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	27	27	27	27	CHF/a
Valeur brute énergie	605	605	605	605	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	0	0	0	CHF

Frais, permis	0	0	0	0	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	12'000	12'000	12'000	CHF
Technique du bâtiment sur la durée considérée	0	12'000	12'000	12'000	CHF
Programmes de subvention	0	0	0	146'640	CHF
Programmes de subvention sur durée considérée	0	0	0	146'640	CHF
<b>Total des coûts initiaux</b>					
Coûts d'investissement initiaux	0	100'000	327'260	852'635	CHF
Coûts supplémentaires	0	0	0	0	CHF
Subventions	0	12'000	12'000	158'640	CHF
Coûts totaux	0	88'000	315'260	693'995	CHF
<b>Total sur la durée considérée</b>					
Valeur brute énergie	438'504	292'825	282'122	155'043	CHF
Coûts totaux durant la période considérée	0	113'333	302'717	601'348	CHF
Coûts supplémentaires	0	0	0	0	CHF
Montants de subvention sur la durée considérée	0	12'000	12'000	158'640	CHF
Valeur brute entretien	0	0	0	0	CHF
Total valeur brute et autres coûts	438'504	394'158	572'839	597'751	CHF
<b>Différence</b>					
Valeur du capital comme différence avec état initial	0	44'345	-134'335	-159'247	CHF

(Taux d'intérêt pour le calcul: 2.0 %. Renchérissement annuel général: 1.0 %. Renchérissement annuel du prix de l'énergie: 1.0 %. Durée considérée: 25 ans)

## Annexe E. Photos et plans

Façade Sud



Façade Nord / Nord-Est



Sous-station de chauffage du collège



Salle de classe type



Production de chaleur bois



Production de chaleur gaz



Groupe CAD alimentant plusieurs bâtiments dont le Collège de la Chavanne.



Façade Est

## 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 combles non chauffés, Facteur b: 0.90, Nombre: 1, Orientation: N, Surface: 359 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Plafond/grenier contre non-chauffé, Valeur U: 0.28 W/(m <sup>2</sup> K), dans Ath
PI-2	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a. Dénomination: Sol galetas appartement, Facteur b: 0.90, Nombre: 1, Orientation: N, Surface: 140 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Plafond/grenier contre non-chauffé, Valeur U: 0.50 W/(m <sup>2</sup> K), dans Ath
To-1	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a. Dénomination: Toiture isolée, Facteur b: 1.0, Nombre: 1, Orientation: NE, Surface: 10 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Toit en pente, Valeur U: 0.19 W/(m <sup>2</sup> K), dans Ath
To-2	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a. Dénomination: Toiture isolée, Facteur b: 1.0, Nombre: 1, Orientation: SE, Surface: 10 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Toit en pente, Valeur U: 0.19 W/(m <sup>2</sup> K), dans Ath
To-3	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a. Dénomination: Toiture isolée, Facteur b: 1.0, Nombre: 1, Orientation: SO, Surface: 10 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Toit en pente, Valeur U: 0.19 W/(m <sup>2</sup> K), dans Ath

##### F.1.1.2 Variante C

Abrév.	Données saisies
PI-1	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a. Dénomination: Sol combles non chauffés, Facteur b: 0.90, Nombre: 1, Orientation: N, Surface: 0.00 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Plafond/grenier contre non-chauffé, Valeur U: 0.28 W/(m <sup>2</sup> K), Détails des mesures: { Type de modernisation: Aucune mesure, Prix (choisi): 0.00 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
PI-2	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a. Dénomination: Sol galetas appartement, Facteur b: 0.90, Nombre: 1, Orientation: N, Surface: 0.00 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Plafond/grenier contre non-chauffé, Valeur U: 0.50 W/(m <sup>2</sup> K), Détails des mesures: { Type de modernisation: Aucune mesure, Prix (choisi): 0.00 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
To-1	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a. Dénomination: Toiture entièrement isolée entre et sur ou sous chevrons, Facteur b: 1.0, Nombre: 1, Orientation: NE, Surface: 324 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Toit en pente, Valeur U: 0.14 W/(m <sup>2</sup> K), Détails des mesures: { Type de modernisation: Isolation extérieure, Prix (choisi): 450 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
To-2	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a. Dénomination: Toiture entièrement isolée entre et sur ou sous chevrons, Facteur b: 1.0, Nombre: 1, Orientation: SE, Surface: 30 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Toit en pente, Valeur U: 0.14 W/(m <sup>2</sup> K), Détails des mesures: { Type de modernisation: Isolation extérieure, Prix (choisi): 450 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
To-3	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a. Dénomination: Toiture entièrement isolée entre et sur ou sous chevrons, Facteur b: 1.0, Nombre: 1, Orientation: SO, Surface: 255 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Toit en pente, Valeur U: 0.14 W/(m <sup>2</sup> K), Détails des mesures: { Type de modernisation: Isolation extérieure, Prix (choisi): 450 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
To-4	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a. Dénomination: Toiture entièrement isolée entre et sur ou sous chevrons, Nombre: 1, Orientation: NO, Surface: 30 m <sup>2</sup> , Type: Toit en pente, Valeur U: 0.14 W/(m <sup>2</sup> K), Détails des mesures: { Type de modernisation: Isolation extérieure, Prix (choisi): 450 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: Façades extérieures isolées, Facteur b: 1.0, Nombre: 1, Orientation: NE, Surface: 242 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Mur extérieur, Valeur U: 0.19 W/(m <sup>2</sup> K), dans Ath
Mu-2	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a. Dénomination: Façades extérieures isolées, Facteur b: 1.0, Nombre: 1, Orientation: SE, Surface: 154 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Mur extérieur, Valeur U: 0.19 W/(m <sup>2</sup> K), dans Ath
Mu-3	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a. Dénomination: Façades extérieures isolées, Facteur b: 1.0, Nombre: 1, Orientation: SO, Surface: 360 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Mur extérieur, Valeur U: 0.19 W/(m <sup>2</sup> K), dans Ath
Mu-4	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a. Dénomination: Façades extérieures isolées, Facteur b: 1.0, Nombre: 1, Orientation: NO, Surface: 170 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Mur extérieur, Valeur U: 0.19 W/(m <sup>2</sup> K), dans Ath
Mx-1	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a. Dénomination: Murs enterrés, Facteur b: 0.50, Nombre: 1, Orientation: N, Surface: 79 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: contre terrain >2 m, Valeur U: 0.23 W/(m <sup>2</sup> K), dans Ath
Mx-2	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a. Dénomination: Murs appartement contre non chauffé, Facteur b: 0.80, Nombre: 1, Orientation: N, Surface: 58 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: contre non chauffé, Valeur U: 0.32 W/(m <sup>2</sup> K), dans Ath
Mx-3	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a. Dénomination: Murs école contre non chauffé, Facteur b: 0.80, Nombre: 1, Orientation: N, Surface: 61 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: contre non chauffé, Valeur U: 0.19 W/(m <sup>2</sup> K), 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: Fenêtres double vitrage, Facteur b: 1.0, Inclus dans: Mu-1, Nombre: 1, Ombrage: 1.0, Orientation: NE, Proportion vitrée: 0.70, Surface: 22 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Fenêtre, Valeur g: 0.60, Valeur U: 1.3 W/(m <sup>2</sup> K), dans Ath
Fe-2	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a. Dénomination: Fenêtres double vitrage, Facteur b: 1.0, Inclus dans: Mu-2, Nombre: 1, Ombrage: 1.0, Orientation: SE, Proportion vitrée: 0.70, Surface: 25 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Fenêtre, Valeur g: 0.60, Valeur U: 1.3 W/(m <sup>2</sup> K), dans Ath
Fe-3	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a. Dénomination: Fenêtres double vitrage, Facteur b: 1.0, Inclus dans: Mu-1, Nombre: 1, Ombrage: 1.0, Orientation: SO, Proportion vitrée: 0.70, Surface: 130 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Fenêtre, Valeur g: 0.60, Valeur U: 1.3 W/(m <sup>2</sup> K), dans Ath
Fe-4	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a. Dénomination: Fenêtres double vitrage, Facteur b: 1.0, Inclus dans: Mu-4, Nombre: 1, Ombrage: 1.0, Orientation: NO, Proportion vitrée: 0.70, Surface: 29 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Fenêtre, Valeur g: 0.60, Valeur U: 1.3 W/(m <sup>2</sup> K), dans Ath
Fe-5	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a. Dénomination: Portes en métal, Facteur b: 1.0, Inclus dans: Mu-4, Nombre: 1, Ombrage: 1.0, Orientation: NO, Proportion vitrée: 0.70, Surface: 9.3 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Fenêtre, Valeur g: 0.00, Valeur U: 0.95 W/(m <sup>2</sup> K), dans Ath

### F.1.3.2 Variante B

Abrév.	Données saisies
Fe-1	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a. Dénomination: Fenêtres triple vitrage, cadre PVC, Facteur b: 1.0, Inclus dans: Mu-1, Nombre: 1, Ombrage: 1.0, Orientation: NE, Proportion vitrée: 0.70, Surface: 22 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Fenêtre, Valeur g: 0.55, Valeur U: 0.90 W/(m <sup>2</sup> K), Détails des mesures { Type de modernisation: Nouvelle construction; Prix (choisi): 1'100 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-2	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a. Dénomination: Fenêtres triple vitrage, cadre PVC, Facteur b: 1.0, Inclus dans: Mu-2, Nombre: 1, Ombrage: 1.0, Orientation: SE, Proportion vitrée: 0.70, Surface: 25 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Fenêtre, Valeur g: 0.55, Valeur U: 0.90 W/(m <sup>2</sup> K), Détails des mesures { Type de modernisation: Nouvelle construction; Prix (choisi): 1'100 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-3	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a. Dénomination: Fenêtres triple vitrage, cadre PVC, Facteur b: 1.0, Inclus dans: Mu-1, Nombre: 1, Ombrage: 1.0, Orientation: SO, Proportion vitrée: 0.70, Surface: 130 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Fenêtre, Valeur g: 0.55, Valeur U: 0.90 W/(m <sup>2</sup> K), Détails des mesures { Type de modernisation: Nouvelle construction; Prix (choisi): 1'100 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-4	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a. Dénomination: Fenêtres triple vitrage, cadre PVC, Facteur b: 1.0, Inclus dans: Mu-4, Nombre: 1, Ombrage: 1.0, Orientation: NO, Proportion vitrée: 0.70, Surface: 29 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Fenêtre, Valeur g: 0.55, Valeur U: 0.90 W/(m <sup>2</sup> K), Détails des mesures { Type de modernisation: Nouvelle construction; Prix (choisi): 1'100 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 C

Abrév.	Données saisies
Fe-1	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a. Dénomination: Fenêtres triple vitrage, cadre PVC, Facteur b: 1.0, Inclus dans: Mu-1, Nombre: 1, Ombrage: 1.0, Orientation: NE, Proportion vitrée: 0.70, Surface: 22 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Fenêtre, Valeur g: 0.55, Valeur U: 0.90 W/(m <sup>2</sup> K), Détails des mesures: { Type de modernisation: Nouvelle construction; Prix (choisi): 1'100 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-2	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a. Dénomination: Fenêtres triple vitrage, cadre PVC, Facteur b: 1.0, Inclus dans: Mu-2, Nombre: 1, Ombrage: 1.0, Orientation: SE, Proportion vitrée: 0.70, Surface: 25 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Fenêtre, Valeur g: 0.55, Valeur U: 0.90 W/(m <sup>2</sup> K), Détails des mesures: { Type de modernisation: Nouvelle construction; Prix (choisi): 1'100 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-3	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a. Dénomination: Fenêtres triple vitrage, cadre PVC, Facteur b: 1.0, Inclus dans: Mu-1, Nombre: 1, Ombrage: 1.0, Orientation: SO, Proportion vitrée: 0.70, Surface: 130 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Fenêtre, Valeur g: 0.55, Valeur U: 0.90 W/(m <sup>2</sup> K), Détails des mesures: { Type de modernisation: Nouvelle construction; Prix (choisi): 1'100 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-4	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a. Dénomination: Fenêtres triple vitrage, cadre PVC, Facteur b: 1.0, Inclus dans: Mu-4, Nombre: 1, Ombrage: 1.0, Orientation: NO, Proportion vitrée: 0.70, Surface: 29 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Fenêtre, Valeur g: 0.55, Valeur U: 0.90 W/(m <sup>2</sup> K), Détails des mesures: { Type de modernisation: Nouvelle construction; Prix (choisi): 1'100 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
So-1	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a. Dénomination: Dalle sans isolation, Facteur b: 0.50, Nombre: 1, Surface: 529 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Contre terrain ≤ 2 m, Valeur U: 2.7 W/(m <sup>2</sup> K), dans Ath

#### F.1.4.2 Variante C

Abrév.	Données saisies
So-1	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a. Dénomination: Dalle isolée 14 cm sous radier, Facteur b: 0.50, Nombre: 1, Surface: 529 m <sup>2</sup> , Temp. pièce voisine: 20, Type: Contre terrain ≤ 2 m, Valeur U: 0.20 W/(m <sup>2</sup> K), Détails des mesures: { Type de modernisation: Nouvelle construction; Prix (choisi): 450 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.1.5. Ponts thermiques linéaires

#### F.1.5.1 État initial

Abrév.	Données saisies
PCI-1	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a. Dénomination: Socle du bâtiment, Facteur b: 1.0, Longueur: 97 m, Nombre: 1, Type: Socle du bâtiment, Valeur Psi: 0.80 W/(mK)
PCI-2	Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a. Dénomination: Appui de fenêtre, Facteur b: 1.0, Longueur: 876 m, Nombre: 1, Type: Butée de fenêtre, Valeur Psi: 0.10 W/(mK)

## F.2. Technique du bâtiment

### F.2.1. Producteur de chaleur

#### F.2.1.1 État initial

Abrév.	Données saisies
PC-1	Accumulateur: Accumulateur ECS, Agent énergétique: Gaz naturel, Année de construction: 2008, Dénomination: Chaudière gaz, 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: 0.95, Rendement ECS: 0.95, Surdimensionnement: 1, Volume accumulateur: 0.00 litres
PC-2	Accumulateur: Accumulateur ECS, Agent énergétique: Plaquettes de bois, Année de construction: 2007, Dénomination: Chaudière copeaux, 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: 0.75, Rendement ECS: 0.75, Surdimensionnement: 1, Volume accumulateur: 0.00 litres

### F.2.2. Distribution chauffage

#### F.2.2.1 État initial

Abrév.	Données saisies
Ch-1	Degré de couverture PC-1: 15 %, Degré de couverture PC-2: 85 %, Degré de couverture PC-3: 0.00 %, Degré de couverture PC-4: 0.00 %, Degré de couverture PC-5: 0.00 %, Dénomination: Radiateurs, Épaisseur d'isolation: 4.0 cm, Équilibrage hydraulique: oui, Flux aller/flux retour: 55/40 °C, Isolation des conduites: Oui, Nombre: 1, Position des conduites horizontales: Dans l'enveloppe du bâtiment, Surface: 1'585 m <sup>2</sup> , Type: Central, Type d'émission de chaleur: Radiateurs, Valeur lambda de l'isolation: 0.04 W/(mK)
Ch-2	Degré de couverture PC-1: 15 %, Degré de couverture PC-2: 85 %, Degré de couverture PC-3: 0.00 %, Degré de couverture PC-4: 0.00 %, Degré de couverture PC-5: 0.00 %, Dénomination: Chauffage de sol, Épaisseur d'isolation: 4.0 cm, Équilibrage hydraulique: oui, Flux aller/flux retour: 35/28 °C, Isolation des conduites: Oui, Nombre: 1, Position des conduites horizontales: Dans l'enveloppe du bâtiment, Surface: 143 m <sup>2</sup> , Type: Central, Type d'émission de chaleur: Surfaces chauffantes, Valeur lambda de l'isolation: 0.04 W/(mK)

### F.2.3. Distribution ECS

#### F.2.3.1 État initial

Abrév.	Données saisies
ECS-1	Degré de couverture PC-1: 10 %, Degré de couverture PC-2: 90 %, 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: 4.0 cm, Isolation des conduites: Oui, Maintien temp.: Circulation, Nombre: 1, Position des conduites horizontales: Dans l'enveloppe du bâtiment, Surface: 1'728 m <sup>2</sup> , Type: Central, Valeur lambda de l'isolation: 0.04 W/(mK)

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

#### F.2.4.1 État initial

Données saisies
Agent énergétique: Gaz naturel, Nombre: 1, Consommation annuelle: 47'500, Unité: kWh, Proportion chauffage: 90 %, Proportion eau chaude: 10 %
Agent énergétique: Plaquettes de bois, Nombre: 1, Consommation annuelle: 142'500, Unité: kWh, Proportion chauffage: 90 %, Proportion eau chaude: 10 %

## 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: 114 m <sup>2</sup>

## F.2.7. Équipements d'exploitation et appareils

### F.2.7.1 État initial

Abrév.	Données saisies
EFA-1	Aménagement Standard, Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Equipement d'exploitation, Nombre: 1, Proportion (Tarif haut-moyen-bas): 0-100-0 %, Qualité: Standard, Surface: 1'585 m <sup>2</sup>

## F.2.8. Éclairage

### F.2.8.1 État initial

Abrév.	Données saisies
Ec-1	Aménagement Standard, Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Eclairage, Nombre: 1, Proportion (Tarif haut-moyen-bas): 0-100-0 %, Qualité: 25-75 % lampes économes, Surface: 1'585 m <sup>2</sup>
Ec-2	Aménagement Standard, Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Lampes, Nombre: 1, Proportion (Tarif haut-moyen-bas): 0-100-0 %, Qualité: 0-25 % lampes économes, Surface: 114 m <sup>2</sup>

### F.2.8.2 Variante A

Abrév.	Données saisies
Ec-1	Aménagement Standard, Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Eclairage, Nombre: 1, Proportion (Tarif haut-moyen-bas): 0-100-0 %, Qualité: 75-100 % lampes économes avec réglage, Surface: 1'585 m <sup>2</sup> , Détails des mesures: { Prix (choisi): 20'000 CHF; Base de calculs: Forfait Coûts d'entretien: 0.00 %/a; Durée d'utilisation: 15 ans; Facteur de difficulté: 1.0 }

### F.2.8.3 Variante B

Abrév.	Données saisies
Ec-1	Aménagement Standard, Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Eclairage, Nombre: 1, Proportion (Tarif haut-moyen-bas): 0-100-0 %, Qualité: 75-100 % lampes économes avec réglage, Surface: 1'585 m <sup>2</sup> , Détails des mesures: { Prix (choisi): 20'000 CHF; Base de calculs: Forfait Coûts d'entretien: 0.00 %/a; Durée d'utilisation: 15 ans; Facteur de difficulté: 1.0 }

## F.2.8.4 Variante C

Abrév. Données saisies

Ec-1 Aménagement Standard, Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Eclairage, Nombre: 1, Proportion (Tarif haut-moyen-bas): 0-100-0 %, Qualité: 75-100 % lampes économes avec réglage, Surface: 1'585 m<sup>2</sup>, Détails des mesures: { Prix (choisi): 20'000 CHF; Base de calculs: Forfait Coûts d'entretien: 0.00 %/a; Durée d'utilisation: 15 ans; Facteur de difficulté: 1.0 }

## F.2.9. Autres consommateurs

### F.2.9.1 État initial

Abrév. Données saisies

AC-1 Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Ascenseur, Heures de fonc./an: 500 h, Nombre: 1, Proportion (Tarif haut-moyen-bas): 0-100-0 %, Puissance: 2.5 kW

## F.2.10. Production d'électricité photovoltaïque

### F.2.10.1 État initial

Aucune donnée présente

### F.2.10.2 Variante A

Abrév. Données saisies

PH-1 Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Panneaux photovoltaïques, Nombre: 1, Portion bourse courant solaire: 60 %, Prix en bourse à l'énergie solaire: 9.0 cent./kWh, Production annuelle: 29'000 kWh, Détails des mesures: { Prix (choisi): 80'000 CHF; Base de calculs: Forfait Coûts d'entretien: 0.00 %/a; Durée d'utilisation: 25 ans; Facteur de difficulté: 1.0; Montant subventionné: 12'000 CHF; Description: Pronovo }

### F.2.10.3 Variante B

Abrév. Données saisies

PH-1 Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Panneaux photovoltaïques, Nombre: 1, Portion bourse courant solaire: 60 %, Prix en bourse à l'énergie solaire: 9.0 cent./kWh, Production annuelle: 29'000 kWh, Détails des mesures: { Prix (choisi): 80'000 CHF; Base de calculs: Forfait Coûts d'entretien: 0.00 %/a; Durée d'utilisation: 25 ans; Facteur de difficulté: 1.0; Montant subventionné: 12'000 CHF; Description: Pronovo }

### F.2.10.4 Variante C

Abrév. Données saisies

PH-1 Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Panneaux photovoltaïques, Nombre: 1, Portion bourse courant solaire: 60 %, Prix en bourse à l'énergie solaire: 9.0 cent./kWh, Production annuelle: 29'000 kWh, Détails des mesures: { Prix (choisi): 80'000 CHF; Base de calculs: Forfait Coûts d'entretien: 0.00 %/a; Durée d'utilisation: 25 ans; Facteur de difficulté: 1.0; Montant subventionné: 12'000 CHF; Description: Pronovo }

## F.2.11. Consommation moyenne annuelle

### F.2.11.1 État initial

Données saisies

Consommation annuelle: 30000 kWh/a, Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Electricité collége, Gaz: Non, Nombre: 1, Proportion (Tarif haut-moyen-bas): 0-100-0 %

Consommation annuelle: 5000 kWh/a, Coûts d'entretien: 0.00 CHF/a, Dénomination: Electricité appartement, Gaz: Non, Nombre: 1, Proportion (Tarif haut-moyen-bas): 0-100-0 %



## Collège de la Chavanne à Cugy

### Analyse thermographique



Propriétaire :

Commune de Cugy  
Rue du village 13  
1053 Cugy

Projet :

Situation : Chemin de la Chavanne 6, 1053 Cugy (VD)  
EGID : 867527\_0  
Numéro de parcelle : 283

## **Présentation**

A la demande de la commune de Cugy, une thermographie du bâtiment situé Chemin de la Chavanne 6 à Cugy a été effectuée. La visite a eu lieu le 21 Janvier 2021. La température extérieure lors des mesures était d'environ 5°C.

Ce rapport mentionnera les points faibles du bâtiment et les éventuelles solutions possibles.

## **Résumé du CECB+**

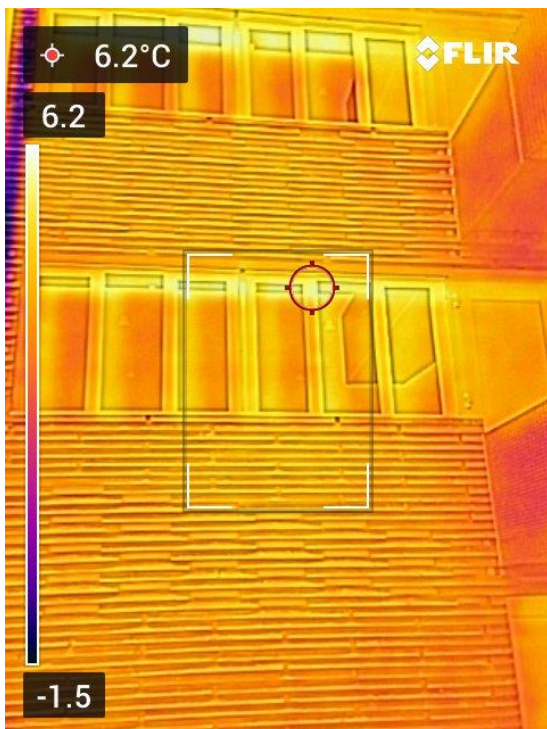
Le bâtiment a été rénové selon le standard Minergie rénovation de 2008. Il obtient donc la note CECB D pour l'enveloppe du bâtiment, ce qui est juste au-dessus des exigences pour la rénovation des bâtiments selon les normes actuelles.

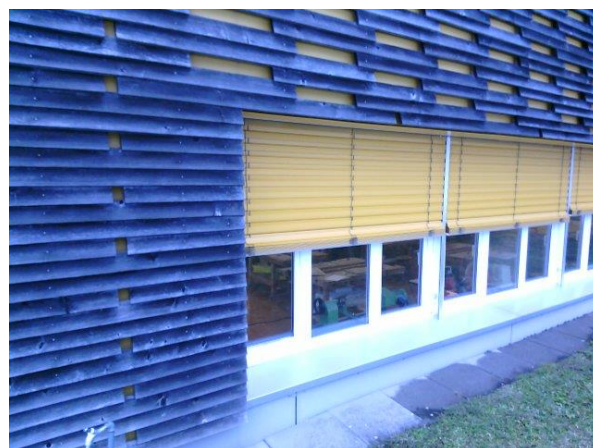
La technique du bâtiment présente une note C, ce qui est une bonne note.. Il faudrait toutefois envisager d'isoler les conduites de chauffage et d'ECS. La mise en place d'une régulation pièce par pièce améliorerait le rendement du système de chauffage.

Il est possible de réduire les besoins énergétiques du bâtiment en ajoutant des panneaux solaires thermiques en complément de la chaudière à gaz. Un assainissement complet du système de chauffage est possible par la mise en place d'une pompe à chaleur ou une chaudière à bois et de panneaux solaires photovoltaïques.

Façades



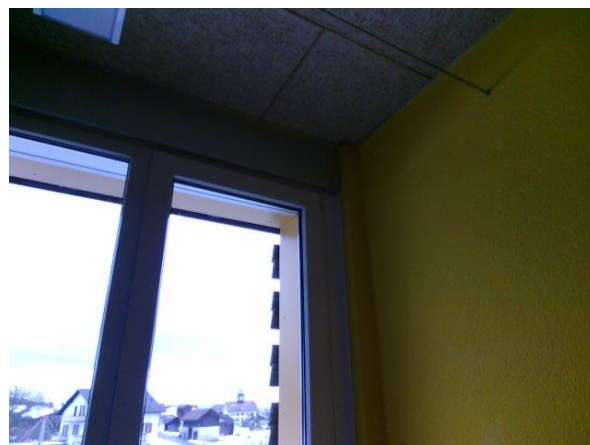




#### Remarque :

La couleur relativement uniforme des façades démontre une homogénéité de l'isolation des façades. Il n'y a donc pas de point faible important. Les fenêtres et les caissons de stores sont toujours des zones plus faibles et apparaît donc plus claire que le reste de la façade. Sur la dernière image thermique, on constate que deux fenêtres sont ouvertes en imposte. Il est toujours préférable d'ouvrir en grand durant 5-10 minutes afin de renouveler l'air plutôt que d'ouvrir en imposte durant une période prolongée.

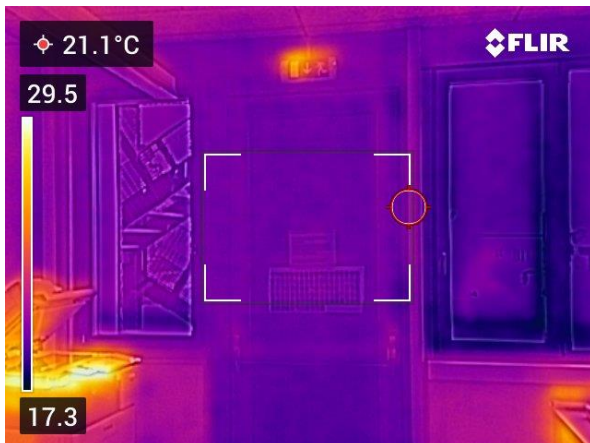
**Point chaud dans les murs intérieurs.**

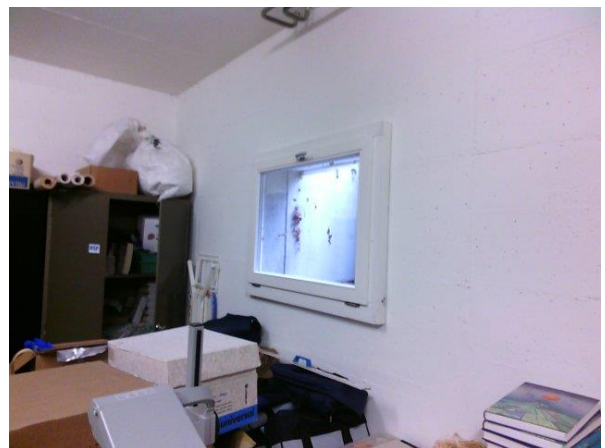
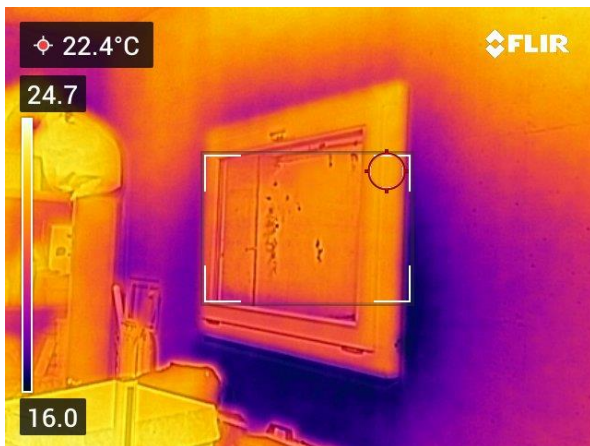
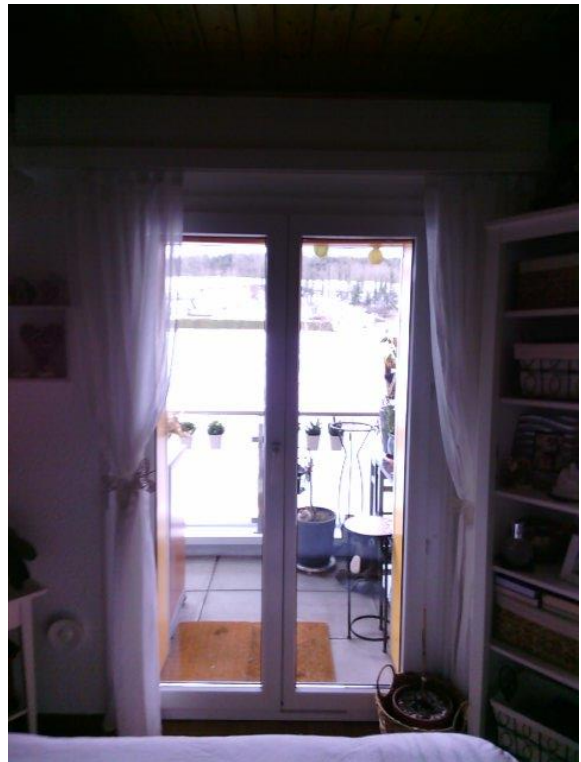


**Remarque :**

On constate dans le mur une trace chaude qui correspond à une conduite de chauffage qui relie un étage à l'autre. Ce genre de chose est courant et ne représente pas de perte, car la chaleur dégagée contribue au chauffage de la pièce.

## Fenêtres et portes







Remarque :

Les murs du sous-sol n'ont certainement pas été traités lors de la rénovation de 2008. Sur l'image du bas de la page 8, on constate que le mur sous la fenêtre est froid. Une isolation intérieure des murs du sous-sol pourrait donc être recommandée. Il faut aussi noter que la porte d'entrée est visiblement moins isolante que les autres ouvrants vitrés. Cela s'explique par le fait qu'elle doit avoir une structure plus solide pour pouvoir mieux résister aux effractions.

## Conclusion

Sur la base de l'analyse CECB et de la thermographie, il n'y a pas de défaut important au niveau de l'enveloppe.

Il faut surtout faire attention à ne pas laisser de fenêtre en imposte durant des périodes prolongées. Lors du futur remplacement des fenêtres, il faudra aussi veiller à choisir de vitrages performants.

Les autres points constatés sont normaux pour ce type de construction. Il serait possible d'intervenir dessus mais nécessiterait des travaux importants et coûteux pour des bénéfices moindres.

ENERGA reste à votre disposition pour tout renseignement complémentaire.

Yverdon-les-Bains, le 23 mars 2021

Alexandre Rebetez



**Commission *ad hoc***

**Législature 2021-2026**

**Préavis 36 – 2025**

## **Rapport de la Commission *ad hoc* concernant le préavis 36 – 2025**

**Demande d'octroi d'un crédit de CHF 160'000.- (Cent soixante mille francs suisses) afin d'effectuer des travaux d'entretien et de réparation de façade au Collège de la Chavanne**

Membre et fonction	Séance du 7 octobre 2025
López Cléa, membre	Présente
Vallélian Alissa, membre	Présente
Hess Markus, membre	Présent
Soguel-dit-Piquard Patrick, membre	Présent
Tribolet Laurent, rapporteur	Présent

### **1. Préambule**

Le 7 octobre 2025, la Commission des finances et la Commission *ad hoc* ont rencontré Madame la Conseillère municipale Christine Rais El Minouni. La Commission *ad hoc* remercie Mme Déborah López, présidente du Conseil communal, pour l'ouverture de la séance, ainsi que Madame Rais El Minoumi pour leurs explications claires et les échanges transparents et constructifs qui ont eu lieu à cette occasion, tous les documents nécessaires ayant été produits aux commissions concernées.

Le présent rapport porte uniquement sur l'opportunité d'un tel préavis, qui vise à financer des travaux d'entretien et de réparation de façade au Collège de la Chavanne. La Commission *ad hoc* laisse le soin à la COFIN de traiter les aspects financiers.

## 2. Contexte

Le Collège de la Chavanne et sa salle de gymnastique ont bénéficié en 2008 d'une rénovation complète incluant le désamiantage des plafonds, le rafraîchissement intérieur et l'isolation des façades. Un concept de façade ventilée avec membrane et habillage en mélèze grisaille, commun aux deux bâtiments, a été mis en œuvre avec des matériaux de qualité, répondant aux standards énergétiques et structurels de l'époque (Minergie 2009). Les garanties contractuelles des travaux sont désormais échues (selon SIA 118).

En août 2024, un incident a été constaté par l'équipe de conciergerie : l'embrasure supérieure d'une fenêtre du rez-de-chaussée s'est arrachée. Une analyse interne a révélé que la réparation simple n'était pas envisageable, nécessitant une expertise approfondie. La Municipalité a mandaté un bureau technique externe le 7 octobre 2024 pour réaliser une expertise globale des façades, avec des sondages ciblés sur la façade Sud-Ouest du Collège afin d'identifier l'origine des dégradations. Un montant d'environ CHF 20'000.- a été prévu au budget 2025 pour couvrir les travaux et honoraires liés à cette expertise, qui seront comptabilisés dans les comptes de l'exercice 2025.

## 3. Analyse de la Commission *ad hoc*

L'expertise technique a permis d'identifier plusieurs points d'amélioration. Il est possible d'intervenir ponctuellement sur l'isolation, mais un remplacement global de l'étanchéité est nécessaire. Le revêtement en bois sera conservé, avec une numérotation précise des éléments pour garantir la reproduction fidèle de la structure architecturale et assurer la durabilité du système.

Un défaut de conception a été relevé au niveau des tablettes encastrées, qui retiennent l'eau en raison d'un écoulement insuffisant. Des trous supplémentaires ont été percés tardivement, mais des infiltrations persistent. De par la conception de la façade, leur entretien est compliqué, notamment le nettoyage des tablettes et l'évacuation de l'eau. Ceci aggrave le problème. Les détails constructifs seront donc revus pour améliorer l'évacuation de l'eau de pluie (écoulements latéraux et dégorgeoirs).

L'échafaudage mis en place pour l'expertise, dont le coût mensuel est raisonnable (CHF 500.-), a été payé sur le budget de fonctionnement et restera en place jusqu'aux travaux. Le Certificat énergétique cantonal des bâtiments (CECB) confirme la conformité de la solution retenue pour l'isolation, notamment sur l'épaisseur, ce qui permet d'éviter des interventions lourdes sur l'ensemble des embrasures et tablettes. Cette approche favorise une économie de moyens et une meilleure durabilité.

La façade reste globalement de bonne facture. Afin d'éviter la réapparition des problèmes, des modifications ciblées des détails d'exécution sont recommandées. La Commission souligne également l'importance de documenter les procédures d'entretien à l'attention du service technique pour prévenir les risques futurs.

Enfin, la teinte jaune d'origine n'étant plus disponible, une variante gris clair est privilégiée, en cohérence avec les stores et cadres de fenêtres jaunes, respectant ainsi la signature architecturale du bâtiment.

La DLT (Direction locale des travaux) sera assurée en interne par le concierge, la Conseillère municipale concernée, ainsi que le service technique. Une coordination de la planification des travaux avec la direction de l'école est également prévue afin de garantir le bon déroulement du chantier.

Les travaux sont jugés indispensables pour assurer la pérennité du bâtiment et préserver la substance du patrimoine communal. La Commission estime qu'il est nécessaire, opportun et proportionné de réaliser l'ensemble des travaux décrits dans le préavis municipal.

#### **4. Conclusion de la Commission *ad hoc***

Vu les éléments susmentionnés, la Commission *ad hoc* propose à l'unanimité, Monsieur la Présidente, Mesdames et Messieurs les Conseillères et Conseillers, d'accepter le préavis 36 – 2025.

Cugy, le 13 octobre 2025

Cléa López

Alissa Vallélian

Markus Hess

Patrick Soguel-dit-Piquard

Laurent Tribolet



**Commission des finances**

**Législature 2021 – 2026**

**Préavis 36 – 2025**

## **Rapport de la Commission des finances**

### **Concernant le préavis 36-2025**

**Demande d'octroi d'un crédit de CHF 160'000.- (Cent soixante mille francs suisses) afin d'effectuer des travaux d'entretien et de réparation de façade au collège de la Chavanne**

Membre et fonction	Séance (07.10.2025)
Bron Eric, président	Présent
Fellrath Xavier, rapporteur	Présent
Glinne Pascal, membre	Présent
Muggli Philippe, membre	Présent
Schweizer Anne-Séverine, membre	Présent

#### **1. Préambule**

Le 10 octobre 2025, la commission des finances ainsi que la commission ad hoc ont rencontré Madame Christine Rais El Mimouni. Après une brève introduction, Madame Lopéz, Présidente du Conseil Communal, nous a laissé avec Mme El Mimouni pour la présentation du contexte et ce qui a amené la Municipalité à soumettre le présent préavis au Conseil Communal.

Nous tenons à remercier Madame El Mimouni pour ses explications claires sur les motivations de la Municipalité ainsi que ses réponses aux diverses questions abordées lors de la discussion. que ce soit en séance ou lors d'échanges complémentaires avec les commissions concernées.

Comme de coutume, la COFIN se concentre, dans le présent rapport, sur les aspects financiers et laisse le soin à la commission ad hoc de se prononcer sur les autres aspects en lien avec le préavis.

## **2. Bref rappel du contexte**

Le collège de la Chavanne ainsi que la salle de gymnastique ont fait l'objet en 2008 d'une rénovation globale comprenant des travaux de désamiantage des plafonds et isolations des façades. Le concept de façades est identique pour les deux bâtiments et celles-ci ont été réalisées de façon à durer dans le temps.

En août 2024, l'équipe de conciergerie a constaté l'arrachement de l'embrasure supérieure d'une fenêtre de classe au rez-de-chaussée. Au vu des dégâts constatés, une expertise plus poussée est nécessaire. Un bureau technique a été sollicité pour effectuer des sondages dans la paroi sud-ouest du collège de la Chavanne pour déterminer l'origine des dégradations. Un montant d'environ CHF 20'000.- ont été provisionné au budget 2025.

## **3. Expertises et sondages**

En premier lieu, un contrôle des pieds des façades en dessous des fenêtres a été effectué et aucune dégradation n'a pu être observée. Un sondage a pour finir été nécessaire sur l'ensemble de la façade pour déterminer l'origine des dégradations. Après avoir accédé à la façade en retirant les lames en bois, il a été constaté un décollement de la membrane de celle-ci d'où des infiltrations d'eau sont apparues dans l'isolation et l'ossature en bois de la façade. Une autre source d'infiltration a été la dimension des dégorgeoirs (diamètre trop petit). L'eau pluviale ne pouvant plus s'écouler normalement, les tablettes se sont remplies et l'eau a pu atteindre pour finir la façade du bâtiment.

## **4. Travaux de réparation et d'assainissement de la façade**

La façade sud-ouest ayant subi des dégradations, la Commune et le mandataire ont estimé qu'il n'était pas nécessaire d'imaginer une rénovation totale de toutes les façades du bâtiment.

Le CECB+ établi en 2020 ne préconise rien au sujet des façades du bâtiment de la Chavanne et de la salle de gymnastique. Ces deux identités forment une certaine harmonie et il ne serait pas souhaitable modifier la couleur ou le bois utilisé. De plus les travaux à entreprendre seraient conséquents et le coût financier serait très élevé.

Les travaux prévus comprennent la dépose complète de tous les éléments de la façade et la mise en œuvre de nouveaux matériaux de remplacement. La membrane d'étanchéité sera de même totalement remplacée. Le système d'évacuation de l'eau des tablettes encastrées sera également amélioré. Au final un contrôle plus intensif des tablettes sera mis en place (conciergerie).

A noter que les travaux susmentionnés ci-dessus n'auront pas d'impact sur l'enseignement obligatoire

## 5. Coûts des travaux et impacts financiers

Montant des travaux	Montant Travaux CHF TTC
Location échafaudages	4'000.-
Dépose et repose des stores	9'000.-
Travaux de réfection de la façade	137'000.-
SOUS-TOTAL TTC	150'000.-
DIVERS ET IMPREVUS	10'000.-
<b>MONTANT TOTAL DU PREAVIS</b>	<b>160'000.-</b>

<b>Montant de l'investissement CHF</b>	<b>160'000.-</b>
Amortissement annuel de l'investissement (sur 10 ans)	16'000.-
Intérêt annuel estimé à 1,8%	2'880.-
<b>CHARGES ANNUELLES AU BUDGET</b>	<b>18'880.-</b>

## 6. Analyse de la COFIN

Du point de vue de la COFIN, il est important de prévoir les travaux au plus vite afin d'éviter une détérioration de la façade du collège de la Chavanne. Le montant de CHF 160'000.- prévu pour les travaux nous paraît correct. Cependant, la durée d'amortissement sur 10 ans nous paraissait un peu courte, raison pour laquelle la COFIN s'est interrogée sur l'opportunité d'un amendement portant la durée d'amortissement à 20 ans au lieu de dix ans

Il ressort toutefois des explications complémentaires fournies à la Cofin que cette durée d'amortissement obéit aux durées d'amortissement désormais prévues dans le plan comptable MCH2 pour ce type de travaux d'entretien, ce qui laisse peu de marge de manœuvre en la matière.

La Cofin salue le fait d'avoir retenu un taux d'intérêt annuel de 1,8 %, ce taux paraissant raisonnable pour un investissement à amortir sur une courte période.

## 7. Conclusion de la COFIN

Vu les éléments susmentionnés, la COFIN propose à l'unanimité, Madame la présidente, Mesdames, Messieurs les Conseillères et Conseillers, d'accepter le préavis 36-2025 portant sur une demande d'octroi de CHF 160'000.- (Cent soixante mille francs suisses) pour financer les travaux d'entretien et de réparation de façade au collège de la Chavanne.

Eric Bron

Xavier Fellrath

Pascal Glinne

Philippe Muggli

Anne-S everine Schweizer



Cugy, le 13 novembre 2025

Conseil communal de Cugy

1053 Cugy / VD

## PROCOLE DE DÉCISION

Dans sa séance du 13 novembre 2025, le Conseil communal de Cugy/VD a accepté le préavis n° 36-2025 « Demande d'octroi d'un crédit de CHF 160'000.- (Cent soixante mille francs suisses) afin d'effectuer des travaux d'entretien et de réparation de façade au Collège de la Chavanne ».

CONSEIL COMMUNAL



La Présidente :  
Déborah Lopez

La Secrétaire :  
Myriam Messerli