

**LJP – REGROUPEMENT – ASSAINISSEMENT ET AMÉNAGEMENT**

**21.015**

---

Rapport du Conseil d'État au Grand Conseil

(Du 10 mars 2021)

---

**Justificatif de l'exemplarité Léopold-Robert 10**



15.12.2020  
B3018

LÉOPOLD-ROBERT 10, NEUCHÂTEL  
Justificatif de l'exemplarité des bâtiments publics de l'Etat

Quiterie Barthou, Phys et ing. dipl. ENSTIM / SIA  
Hector Mellet, ing. dipl. ENSIP

J:\B\B3018\02 correspondance et rapport\Exemplarité\B3018 Rapport\_exemplarité.doc

## Feuille de contrôle

### Service des bâtiments du canton de Neuchâtel Contact

Nom : P. Jomini  
Téléphone : 032 889 44 43  
E-mail : pierre.jomini@ne.ch

### PPLUS Sàrl Contact

Nom : Q. Barthou  
Téléphone : 032 724 90 24  
E-mail : info@pplus.ch

### Modifications

Versions	Modifications / remarques	Visa	Date

### Distribution

Nom	Organisation	Nombre
M. Jomini	SBAT	pdf
M. Michaud	SENE	pdf

<b>TABLE DES MATIÈRES</b>	<b>PAGE</b>
<b>1 CONTEXTE ET OBJECTIFS .....</b>	<b>1</b>
1.1 Objet de l'étude .....	1
1.2 Exigence .....	2
1.3 Minergie® .....	3
1.4 Valeur cible enveloppe .....	3
1.5 Classification CECB .....	3
<b>2 ETAT ACTUEL .....</b>	<b>5</b>
<b>3 DESCRIPTION DE L'ASSAINISSEMENT .....</b>	<b>6</b>
3.1 Enveloppe .....	6
3.2 Chauffage et production d'eau chaude sanitaire .....	7
3.3 Ventilation .....	7
3.3.1 Calcul du débit thermiquement actif et des besoins en électricité pour la ventilation .....	7
3.3.2 Remplacement du monobloc de la cafétéria .....	7
3.4 Eclairage .....	7
3.5 Solaire photovoltaïque .....	8
<b>4 EFFICACITÉ GLOBAL DE L'ASSAINISSEMENT .....</b>	<b>9</b>
4.1 Tableau de synthèse .....	9
4.2 Gain de classe CECB de l'assainissement retenu .....	9
4.3 Gain de classe CECB de l'assainissement retenu avec CAD 50% renouvelable .....	9
<b>5 CONCLUSION .....</b>	<b>10</b>

## FIGURES

Figure 1 – Extrait du RELCEn .....	2
Figure 2 – Descriptif des classes énergétiques du CECB – Brochure CECB 2020.....	4
Figure 3 – Extrait du CECB de l'état actuel mis à jour selon méthodologie de calcul 2020 du CECB	5
Figure 4 – Localisation des toitures isolées [Setimac-Dentan] .....	6
Figure 5 – Composition et valeur U de la partie 3 de la toiture .....	6
Figure 6 – Plan d'orientation pour les panneaux photovoltaïques en toiture, source Tecnoservice .....	8
Figure 7 – Tableau de synthèse des améliorations énergétiques attendues.....	9

## ANNEXES

1. CECB actuel 2020
2. CECB variante retenue
3. Calcul des besoins en ventilation selon la variante retenue
4. Calcul des besoins en ventilation existant
5. Evaluation de l'éclairage selon SIA 387/4 et Minergie® : RELUX
6. Simulation photovoltaïque PVSyst
7. PVopti
8. CECB variante retenue avec CAD 50% renouvelable

# 1 CONTEXTE ET OBJECTIFS

## 1.1 Objet de l'étude

L'assainissement énergétique ponctuel du bâtiment Léopold-Robert 10 à Neuchâtel est en cours de planification. Il s'agit de l'assainissement des toitures du bâtiment principal, du remplacement de la ventilation de la cafétéria, du remplacement de l'éclairage des locaux réaménagés et de l'ajout de panneaux solaires photovoltaïques.

Le représentant du maître de l'ouvrage a donné la responsabilité au bureau PPLUS Sàrl, spécialiste en physique du bâtiment et énergie, d'étudier les aspects énergétiques de cet assainissement ainsi que d'établir le présent rapport en coordination avec l'ingénieur CVCE, à savoir le bureau Tecnoservice Engineering SA.

Le présent rapport détaille les assainissements prévus, tant au niveau de l'enveloppe que des installations techniques. L'analyse énergétique comprenant les aspects liés à l'efficacité de l'enveloppe et à l'efficacité énergétique globale du bâtiment, comme défini dans le CECB. Cette analyse énergétique permettra d'apporter la preuve du respect du chapitre 7 du règlement d'exécution de la loi cantonale sur l'énergie (RELCEn) traitant de l'exemplarité des bâtiments publics.

## 1.2 Exigence

L'exigence est fixée dans le chapitre 7 du RELCEn : Exemplarité des bâtiments publics (cf. figure 1) et demande à ce que les rénovations réalisées permettent, à terme, de satisfaire au standard Minergie.

740.10

19  
novembre  
2002

### Règlement d'exécution de la loi cantonale sur l'énergie (RELCEn)

Etat au  
27 mars 2017

*Le Conseil d'Etat de la République et Canton de Neuchâtel,*  
vu la loi fédérale sur l'énergie (LEn), du 26 juin 1998<sup>1</sup>, et son ordonnance (OEn), du 7 décembre 1998<sup>2</sup>;  
vu la loi cantonale sur l'énergie (LCEn), du 18 juin 2001<sup>3</sup>;  
sur la proposition du conseiller d'Etat, chef du Département de la gestion du territoire,  
*arrête:*

#### CHAPITRE 7 Exemplarité des bâtiments publics

Principes

**Art. 34** <sup>1</sup>Les bâtiments et installations appartenant au canton, aux communes et à toute autre collectivité publique doivent servir d'exemple et inciter la population à poursuivre les buts de la politique énergétique fédérale et cantonale.

<sup>2</sup>En particulier, leurs bâtiments sont équipés, de façon optimale, d'installations de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire utilisant des énergies renouvelables ou d'autres systèmes ou mesures constructives d'efficacité équivalente.

Assainissement de  
bâtiments publics  
ou subventionnés  
par le canton

**Art. 38**<sup>53</sup> <sup>1</sup>L'assainissement de bâtiments publics existants appartenant au canton, ou de leurs installations, doit satisfaire au standard MINERGIE® en tenant compte des principes énoncés à l'article 3 de la loi.

<sup>2</sup>Les bâtiments publics ou leurs installations assainis par les communes, des syndicats intercommunaux, des fondations ou institutions para-étatiques ou toute autre organisation grevant le budget de l'Etat, doivent satisfaire aux conditions énoncées à l'al. 1 pour bénéficier de subventions de l'Etat. Si ce n'est pas le cas, ils ne peuvent plus prétendre à aucune subvention de l'Etat, mais devront tout de même satisfaire aux exigences de l'article 38a.

<sup>3</sup>En cas de rénovation partielle, il doit être démontré que les éléments touchés par les transformations permettent à terme de satisfaire au standard MINERGIE®, en tenant compte des principes énoncés à l'article 3 de la loi.

<sup>4</sup>Les exceptions font l'objet d'une décision du Conseil d'Etat.

Figure 1 – Extrait du RELCEn

### 1.3 Minergie®

Minergie® est un label de construction suisse pour les bâtiments neufs ou rénovés. Au centre du label figure le confort – en termes d'habitat et de lieu de travail – pour les usagers du bâtiment. Ce confort est garanti grâce à une enveloppe du bâtiment de bonne qualité et à un renouvellement systématique de l'air.

Les bâtiments Minergie® se caractérisent également par des besoins très faibles en énergie et une exploitation des énergies renouvelables aussi élevée que possible. Un bâtiment rénové selon le label Minergie® nécessite généralement 3 à 5 fois moins d'énergie qu'avant rénovation.

La qualité énergétique du bâtiment est représentée au travers de l'indice Minergie®. Cet indice témoigne du volume d'énergie finale nécessaire à l'approvisionnement en énergie d'un bâtiment. Avec cette approche, la rénovation reste flexible, car il n'y a pas de prescriptions individuelles pour l'enveloppe du bâtiment. Pour atteindre l'indice Minergie®, une enveloppe du bâtiment de qualité, un rendement élevé en matière de production de chaleur ainsi qu'une ventilation contrôlée sont nécessaires. L'indice Minergie® est plus strict que les exigences légales en ce qui concerne les besoins de chaleur et pose de nouveaux jalons dans le domaine des besoins en électricité. L'autoproduction électrique (photovoltaïque) reste facultative.

### 1.4 Valeur cible enveloppe

Dans le cas d'un assainissement ponctuel de l'enveloppe, nous nous sommes fixés, en commun accord avec le représentant du maître de l'ouvrage, de respecter la valeur cible de la SIA 380/1 :2016, (qui devrait entrer prochainement en vigueur) :

$$U \leq 0.10 \text{ W/m}^2\text{.K}^1,$$

et ce, pour s'assurer de satisfaire, à terme, au standard Minergie®.

### 1.5 Classification CECB

Autre moyen d'évaluation reconnu, le CECB est utilisé aussi bien pour les rénovations que pour les nouvelles constructions. Pour les bâtiments existants, l'état énergétique réel peut être calculé avec le CECB de base et un projet de rénovation peut être caractérisé avec le CECB Plus.

Ce chapitre rappelle succinctement les bases de la classification CECB utilisées dans la suite de l'analyse.

Le CECB permet d'établir et de documenter l'état de l'enveloppe et des installations techniques d'un bâtiment. Suite à cette analyse, deux lettres lui sont attribuées, la première caractérisant la qualité énergétique de l'enveloppe, la seconde incluant les installations techniques. La figure 2 décrit succinctement la correspondance des lettres pour les deux types d'efficacité.

---

<sup>1</sup> Valeur cible pour les éléments opaques

Classe	Efficacité de l'enveloppe du bâtiment	Efficacité énergétique globale
<b>A</b>	Excellente isolation thermique (toit, façade, cave), fenêtres avec triple vitrage (par ex. Minergie-P)	Installations techniques du bâtiment à haut rendement pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire, éclairage et équipements efficaces ; utilisation d'énergies renouvelables et production propre d'électricité (par ex. Minergie-A).
<b>B</b>	Nouvelles constructions satisfaisant aux critères de la catégorie B selon la législation en vigueur	Enveloppe et installations techniques conformes aux standards des nouvelles constructions, utilisation d'énergies renouvelables (par ex. modèles de rénovation Minergie)
<b>C</b>	Bâtiment ancien dont l'enveloppe a subi une réhabilitation complète (par ex. avec modèles de rénovation Minergie)	Bâtiment entièrement réhabilité (enveloppe et installations techniques), le plus souvent combiné avec l'utilisation d'énergies renouvelables
<b>D</b>	Bâtiment ancien ayant bénéficié ultérieurement d'une bonne isolation, mais avec des ponts thermiques subsistants	Bâtiment largement réhabilité, avec toutefois des lacunes manifestes, ou sans recours à des énergies renouvelables
<b>E</b>	Bâtiment ancien dont l'isolation thermique a été améliorée, y.c. avec nouveaux vitrages isolants	Bâtiment ancien partiellement rénové, avec par ex. nouveau générateur de chaleur et évent. de nouveaux appareils et éclairage
<b>F</b>	Bâtiment partiellement isolé thermiquement	Bâtiment avec divers nouveaux éléments (enveloppe du bâtiment, installations techniques, éclairage, etc.)
<b>G</b>	Bâtiment ancien sans isolation ou avec une isolation ultérieure insuffisante, avec fort potentiel de rénovation	Bâtiment ancien avec installations techniques dépassées, sans énergies renouvelables, et avec fort potentiel d'amélioration

Figure 2 – Descriptif des classes énergétiques du CECB – Brochure CECB 2020

Selon cette classification et pour correspondre à un standard Minergie®, un bâtiment public entièrement rénové devrait atteindre la classe C pour l'efficacité de l'enveloppe et la classe B pour l'efficacité énergétique globale.

Dans le cas d'une rénovation partielle, seuls les éléments assainis doivent répondre de manière ponctuelle à une efficacité équivalente pour, à terme, permettre d'atteindre les classes exposées ci-dessus, soit équivalente au standard Minergie®.

## 2 ETAT ACTUEL

Un CECB de l'état actuel a été réalisée en 2020 par nos soins pour cette étude (fourni en annexe 1). Il remplace le CECB réalisé en 2016. Il s'agissait de préciser les types et surfaces des éléments constructifs, ainsi que d'intégrer une ventilation existante.

Ce CECB qualifie l'isolation thermique de l'enveloppe actuelle du bâtiment comme étant mauvaise, et donne la note de F.

Pour l'énergie globale, la note D est atteinte grâce à l'utilisation du chauffage à distance pour la production de chaleur.

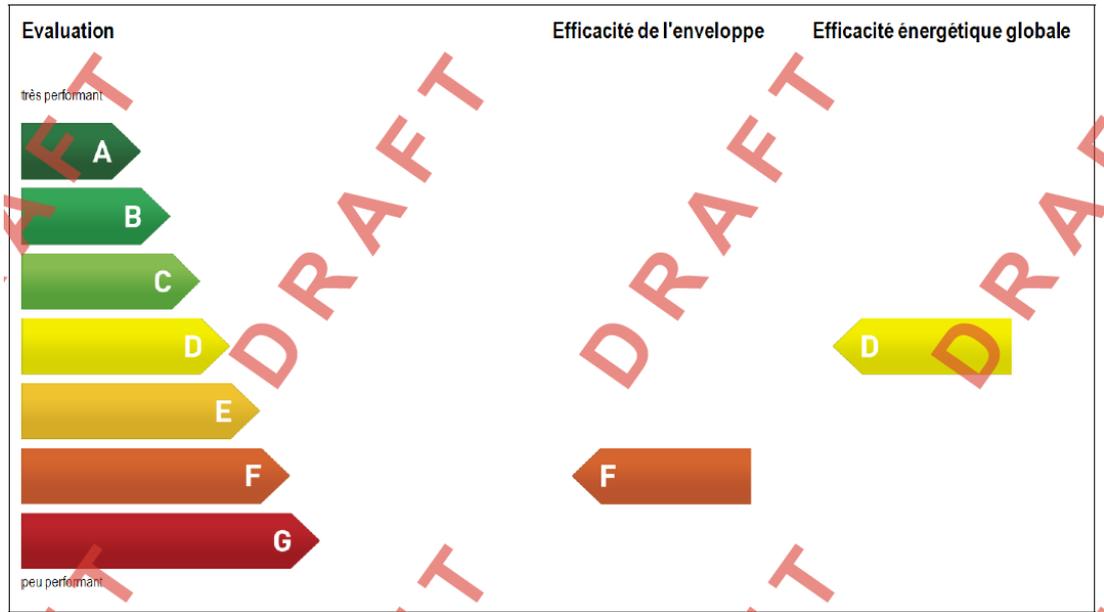


Figure 3 – Extrait du CECB de l'état actuel mis à jour selon méthodologie de calcul 2020 du CECB

### 3 DESCRIPTION DE L'ASSAINISSEMENT

#### 3.1 Enveloppe

Dans la variante retenue, toute la toiture principale est isolée pour atteindre la valeur cible du coefficient de transmission thermique de 0.10 W/m<sup>2</sup>.K.

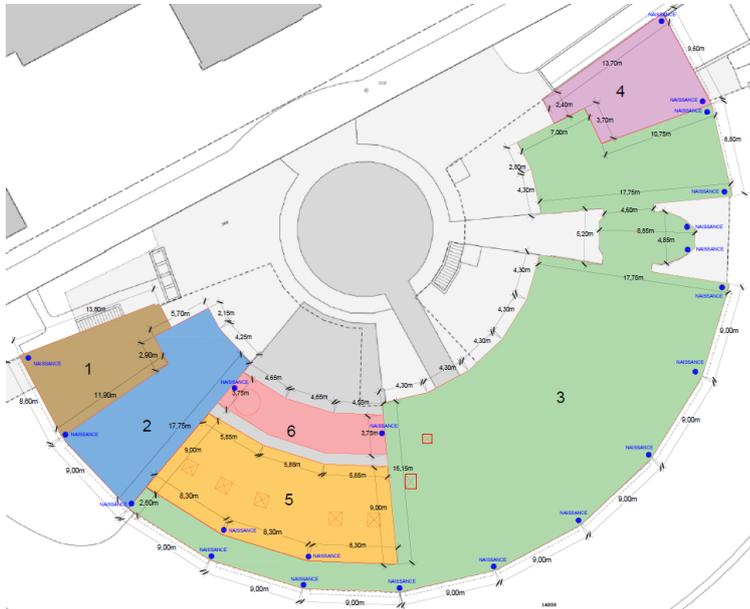
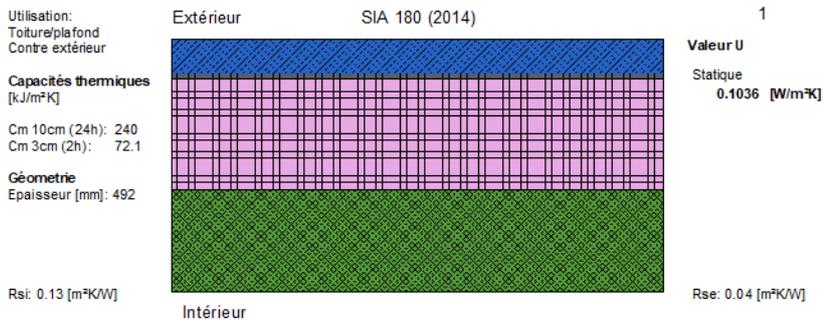


Figure 4 – Localisation des toitures isolées [Setimac-Dentan]

En fonction des différents types de toits et de leur pente, il a été choisi de poser un complexe d'isolation en deux couches dont les épaisseurs diffèrent légèrement.

Pour exemple, l'isolation prévue sur la partie 3 est la suivante : 4 cm d'une isolation EPS ( $\lambda=0.033$  W/m.K), et 18 cm d'une isolation PUR ( $\lambda=0.022$  W/m.K).



Météo: Lausanne (CH), Altitude de l'ouvrage: 500 m (-89 m)

Section 1

Nom matériau	Epaiss. [cm]	Sd [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [J/kgK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	
Rsi							0.130	
1)Project : Béton armé 2% acier (CEN)	20	26	2.5	130	2400	0.278	0.08	
2)Swisspor AG : swissporEPS Roof avec pente intégrée	4	2.4	0.034	80	25	0.39	1.176	
3)Swisspor AG : swissporPIR Alu avec pente intégrée	18	19000	0.022	1000000	30	0.39	8.182	
4)SIKA : Sarnafil TG 66-15	0.15	225	0.17	150000	1000	0.39	0.009	
5)Project : Sable et gravier CEN	7	3.5	2	50	2000	0.292	0.035	
Rse							0.040	
dUg= 0 [W/m <sup>2</sup> K], dUf= 0 [W/m <sup>2</sup> K]							dR	0
							RT	9.652

frsi = 0.974 [-], frsi,min,cond = 0.772 [-], frsi,min,moist = 0.750 [-]

Figure 5 – Composition et valeur U de la partie 3 de la toiture

Cet assainissement permet à lui seul d'atteindre la classe d'efficacité pour l'enveloppe de E (voir annexe 2), ce qui correspond à un gain d'une classe par rapport à la situation actuelle.

### 3.2 Chauffage et production d'eau chaude sanitaire

Aucun assainissement n'est prévu pour la production de chaleur ou pour la production d'eau chaude sanitaire.

Il est à noter que l'évolution du CAD sur lequel est raccordé le bâtiment permettra d'utiliser, à terme, une énergie renouvelable à hauteur de 50-60% (information reçue du SENE). Actuellement, cette part se situe à 20%.

### 3.3 Ventilation

#### 3.3.1 Calcul du débit thermiquement actif et des besoins en électricité pour la ventilation

Les caractéristiques techniques de l'ensemble des monoblocs de ventilation ont été intégrées au fichier de calcul des besoins en ventilation Minergie®.

L'annexe 3 détaille tous les monoblocs selon la variante retenue. Ceci permet de déterminer le débit thermiquement actif pour les locaux ventilés mécaniquement qui est de 557 m<sup>3</sup>/h pour une surface de référence énergétique (SRE) de 1'150 m<sup>2</sup>. Les besoins en électricité correspondant à la ventilation mécanique sont de 5'395 kWh/an.

Pour le reste des locaux ventilés naturellement et correspondant au reste de la SRE soit 3'787 m<sup>2</sup>, le débit thermiquement actif est pris selon la SIA 380/1 à 0.7 m<sup>3</sup>/h.m<sup>2</sup>, soit 2'650 m<sup>3</sup>/h.

Le débit thermiquement actif pour l'ensemble du bâtiment est de 3'207 m<sup>3</sup>/h.

#### 3.3.2 Remplacement du monobloc de la cafétéria

Cette ventilation mécanique permet le renouvellement de l'air (air hygiénique) de la cafétéria.

Le nouveau monobloc sera équipé d'une récupération de chaleur à plaques pour le préchauffage de l'air neuf et d'une batterie de chaud pour le réchauffage de l'air en hiver.

Nous avons simulé avec le calculateur CECB, le gain énergétique que permet le remplacement de ce monobloc tant au niveau de la consommation électrique de l'installation que des déperditions thermiques lié au renouvellement d'air. Ce gain est estimé à 15'000 kWh/an, ce qui représente une économie d'environ 3'500 CHF/an. L'annexe 4 détaille les caractéristiques des monoblocs actuels prises en compte pour le calcul.

### 3.4 Eclairage

L'assainissement des installations d'éclairage est prévu pour une partie du bâtiment, correspondant à une surface de référence énergétique de 1'016 m<sup>2</sup>, soit environ 20% de la surface du bâtiment.

Les luminaires actuels seront remplacés par des luminaires LED, ce qui permettra de répondre aux exigences Minergie®.

Les luminaires seront commandés par des interrupteurs. Des détecteurs de présence et de luminosité seront installés afin de varier (système DALI) la lumière en fonction de la lumière du jour.

Les calculs Relux, selon SIA 387/4 et MINERGIE, sont donnés par étages en annexe 5.

### 3.5 Solaire photovoltaïque

L'installation de 546 m<sup>2</sup> de panneaux solaires photovoltaïques est prévue sur l'ensemble de la toiture du bâtiment.

L'installation aura une puissance de 114 kW<sub>c</sub> et permettra de produire environ 121'660 kWh/an. Ce dimensionnement a fait l'objet d'un calcul disponible en annexe 6.

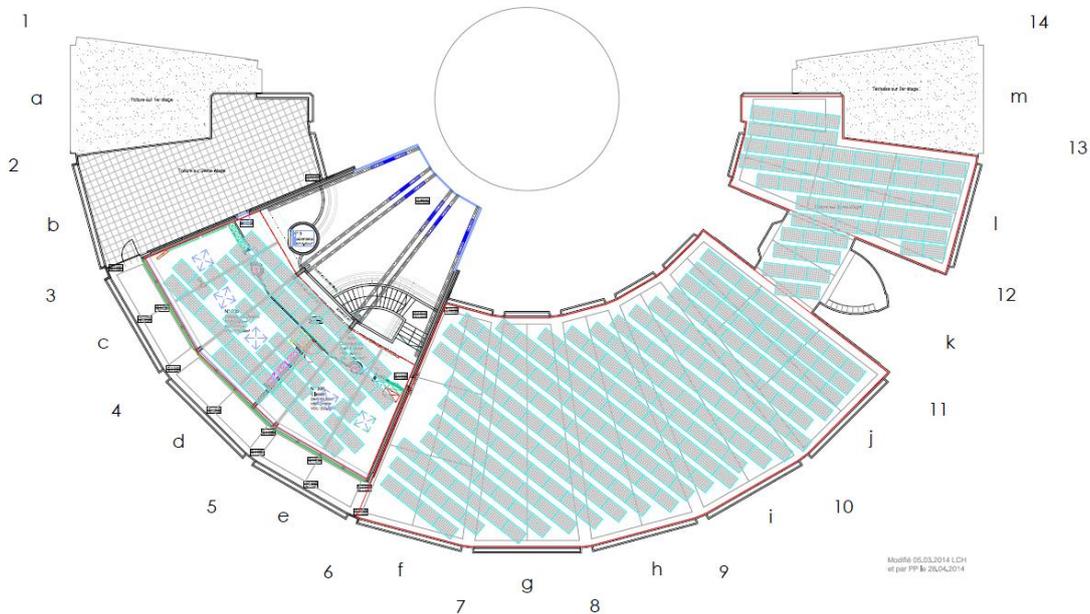


Figure 6 – Plan d'orientation pour les panneaux photovoltaïques en toiture, source Tecnoservice

Un calcul pour déterminer la part d'autoconsommation a été réalisé à l'aide de l'outil Minergie® PVopti. Il en résulte qu'une part de 45% de la production annuelle d'électricité des panneaux photovoltaïques sera consommée sur site. Ce calcul est disponible en annexe 7.

## 4 EFFICACITÉ GLOBAL DE L'ASSAINISSEMENT

### 4.1 Tableau de synthèse

Le tableau ci-dessous présente une synthèse de l'efficacité énergétique globale attendue pour ce bâtiment en fonction de son enveloppe et de sa production de chaleur.

CECB		Actuel	Retenu	Retenu + CAD 50%
Efficacité de l'enveloppe	kWh/m <sup>2</sup> .an	102	90	89
	Classe	F	E	E
Efficacité énergétique globale	kWh/m <sup>2</sup> .an	153	106	83
	Classe	D	C	B
	Gain de classe*	-	1	2

(\*) Classe d'efficacité énergétique globale

Figure 7 – Tableau de synthèse des améliorations énergétiques attendues

### 4.2 Gain de classe CECB de l'assainissement retenu

L'ensemble des assainissements techniques décrits ci-dessus ainsi que l'assainissement de l'enveloppe avec la toiture a été intégré dans le calculateur CECB. Ces améliorations permettent au bâtiment d'atteindre une efficacité énergétique globale de C, voir annexe 2.

Par rapport au CECB mis à jour selon la méthode de calcul actuelle (annexe 1), l'ensemble des assainissements permettent le gain d'une classe tant pour l'efficacité de l'enveloppe (E) que pour l'efficacité énergétique globale (C).

### 4.3 Gain de classe CECB de l'assainissement retenu avec CAD 50% renouvelable

Sur la base des améliorations présentées et en considérant qu'à futur le chauffage à distance comprendra entre 50 et 60% d'énergie renouvelable, la classe d'efficacité énergétique globale passera de D à B : un gain de 2 classes énergétiques par rapport à l'état actuel, voir annexe 8.

## 5 CONCLUSION

Le projet d'assainissement énergétique ponctuel du bâtiment Léopold-Robert 10 à Neuchâtel respecte le chapitre 7 du règlement d'exécution de la loi cantonale sur l'énergie (RELCEn) traitant de l'exemplarité des bâtiments publics.

En effet, le présent rapport démontre, sur la base de la catégorisation faite par le CECB, que l'assainissement partiel prévu permet de passer de la classe d'efficacité énergétique globale D à C.

Dans un futur proche, le réseau de chauffage à distance qui alimente le bâtiment proposera une énergie renouvelable à plus de 50%, ce qui permettra au bâtiment de gagner encore une classe, soit la classe d'efficacité énergétique globale B.

D'un point de vue énergétique, les choix d'assainissements ci-dessous témoignent de la volonté de rendre ce bâtiment exemplaire :

- Enveloppe :
  - la toiture est isolée pour atteindre une valeur U cible, plus stricte que les valeurs demandées par le modèle de rénovation Minergie<sup>®</sup>,
- Installations techniques :
  - l'installation de ventilation de la cafétéria,
  - l'assainissement partiel de l'éclairage par des luminaires LED selon les exigences Minergie<sup>®</sup>,
  - l'installation de 550 m<sup>2</sup> de panneaux solaires photovoltaïques sur la toiture principale.

Hector Mellet, ing. dipl. ENSIP

PPLUS Sàrl

Quiterie Barthou, ing. dipl. ENSTIM, physicienne SIA



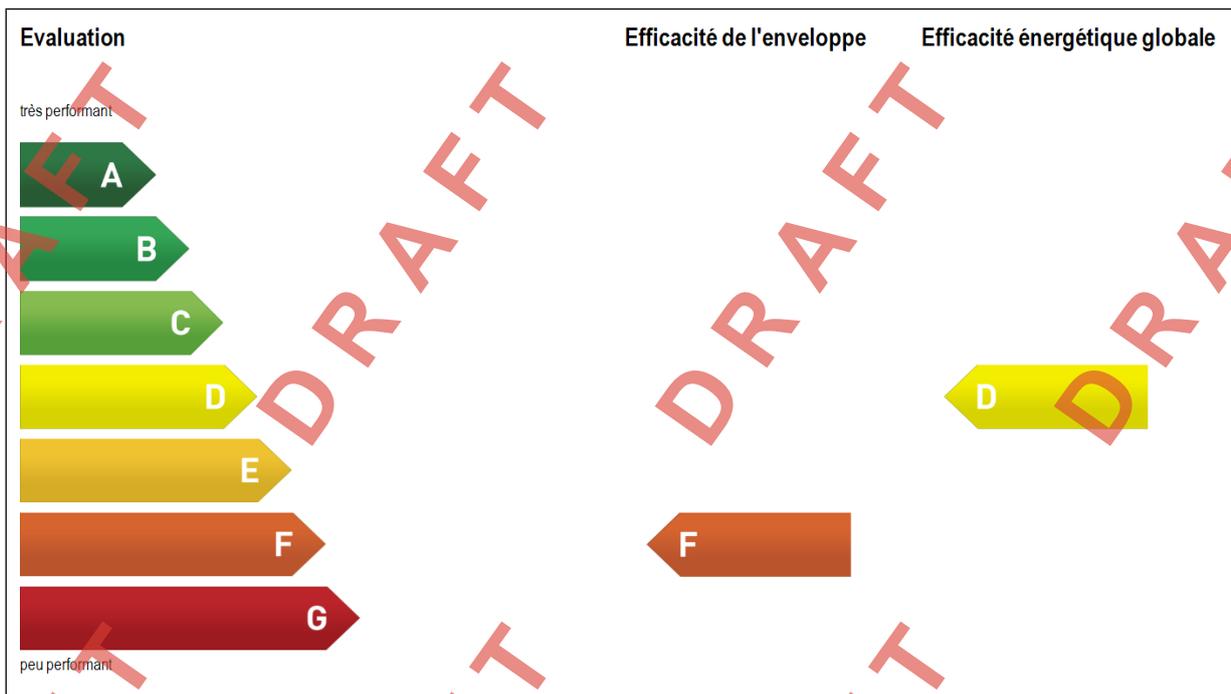
# ANNEXES

## Annexe 1 : CECB actuel 2020

# CERTIFICAT ÉNERGÉTIQUE CANTONAL DES BÂTIMENTS - CECB®



Catégorie de bâtiment:	École	
Année de construction:	1983	
Nom de projet/Adresse:	Quai Léopold-Robert 10 2000 Neuchâtel	
N° EGID:	1480892_0	



Données (valeurs calculées, Qh,eff)		Authentification	
Efficacité de l'enveloppe:	102 kWh/(m²a)	Date d'établissement:	15.12.2020
Efficacité énergétique globale:	153 kWh/(m²a)	Émetteur (expert): Quiterie Barthou PPLUS Sàrl Av. du Premier-Mars 20 2001 Neuchâtel	
Equivalent-CO2:	23 kg/(m²a)		
<b>Consommation mesurée</b> (basée sur des valeurs moyennes)		Tampon, signature:	
Chauffage:	404'100 kWh/a		
Eau chaude:	4'000 kWh/a		
Énergie auxiliaire et ménagère:	86'390 kWh/a		



## Description du bâtiment

Généralités		Valeurs U [W/(m²K)]		Producteur de chaleur	Degré de couverture / rendement		
Total de la surface de référence énergétique [m²]	4'937	Contre extérieur ou enterré ≤ 2 m	Contre espace non chauffé ou enterré > 2 m	Chauffage à distance	Chauffage	Eau chaude sanitaire	Année de construction
Nombre de salles de classe	39				100 % / 0.94	- / -	1983
Nombre moyen de pièces		Électro direct	- / -	100 % / 0.94	1983		
Étages entiers	5	Toit/plafond	0.47	-			
Facteur d'enveloppe	1.36	Mur	0.45	2.0			
Station météo		Sol	1.3	1.0			
Neuchâtel		Fenêtres et portes	1.9	-			
Affectation du bâtiment (Surface de référence énergétique [m²])				Puissance thermique spécifique [W/m²]			
École (4'937)				Puissance thermique spéc. *		38	
Installations de ventilation	V/AE [m³/(hm³)] Débit d'air neuf thermiquement actif	Production d'électricité	Puissance [kWc]	Gain [kWh/a]	Indicateurs énergétiques standard [kWh/(m²a)]	Valeur-limite	Valeur-cible
Ventilation existante (SRE de 3787 m² à 0.7 m³/h.m² + 1200 m³/h)	0.93	Inst. PV effect Inst. PV prise en c.	-	-	Efficacité de l'enveloppe du bâtiment (SIA 380/1:2009)	39	31
		Installation CCF			Efficacité énergétique globale (SIA CT 2031/CECB)	84	

PC = producteur de chaleur, ECS = eau chaude sanitaire, PV = photovoltaïque, kWc = puissance crête, CCF = couplage chaleur-force, prise en c. = prise en compte  
 \* La puissance thermique spécifique  $P_h$  représente une valeur d'optimisation uniquement, et ne sert pas au dimensionnement, même approximatif.

## Évaluation

Efficacité de l'enveloppe du bâtiment

F

L'enveloppe du bâtiment présente une mauvaise isolation thermique. Les déperditions dépassent de près de 3 fois les exigences actuelles des nouvelles constructions.

Efficacité énergétique globale

D

L'efficacité énergétique globale est moyenne. Le besoin pondéré (chauffage, ECS, électricité) dépasse de près de 2 fois celui des nouvelles constructions.

### Enveloppe du bâtiment

	Intact	Légèrement usé	Usé
Très bon			
Bon			
Moyen		Mu, To, Fe	
Insuffisant		Sol, Mu c. n-c., Sol c. n-c.	

### Technique du bâtiment

	Chauffage	Eau chaude	Électricité
Très bon			
Bon			
Moyen			
Insuffisant			

Les éléments de construction et les composants des installations techniques sont répartis en quatre groupes en fonction de leur qualité du point de vue de l'énergie. En outre, l'état général des éléments (intact, légèrement usé, usé) aide à décider si une amélioration est réalisable et en vaut la peine. Légende: To, Mu, Sol = toiture/plafond, murs, Sol ext. / ≤ 2 m contre terrain, Fe = fenêtres ext., Pl c. n-c., Mu c. n-c., Sol c. n-c. = Plafond, Mur, Sol contre non-chauffé ou > 2 m contre terrain

## Indications en vue d'une éventuelle rénovation

### Enveloppe du bâtiment

- Murs extérieurs: Des mesures au niveau de l'isolation thermique des parois extérieures ainsi que des travaux d'entretien seraient nécessaires mais difficiles à mettre en œuvre.
- Toiture: Des mesures au niveau de l'isolation thermique de la toiture ainsi que des travaux d'entretien sont nécessaires et rentables.
- Sol: Des mesures au niveau de l'isolation thermique des planchers seraient nécessaires et à examiner.
- Fenêtres: Un entretien sur les fenêtres est nécessaire, en particulier l'isolation des embrasures. Le remplacement des fenêtres ou éventuellement des verres et isolation serait judicieux.

### Installations techniques

- Chauffage: Le chauffage à distance correspond à l'état actuel de la technique avec une bonne efficacité énergétique.
- Eau chaude sanitaire: L'efficacité énergétique du chauffe-eau est insuffisante. Il doit être remplacé ces prochaines années.
- Autres appareils électriques: En moyenne l'efficacité énergétique de tous les appareils électriques ne correspond plus tout à fait à l'état actuel de la technique.

## Dispositions à prendre et recommandations

- Enveloppe du bâtiment: Les parois extérieures présentent une mauvaise isolation thermique. L'isolation thermique de la toiture est insuffisante. L'isolation extérieure des planchers en contact avec le terrain serait une solution idéale ; mais, réalisée après-coup, implique un lourd investissement. Les isolations intérieures sont avantageuses, mais occasionnent souvent des problèmes au niveau de la physique du bâtiment. C'est pourquoi cette solution devra recevoir l'aval d'un expert. En général, l'isolation après-coup des parois et planchers séparant des locaux chauffés d'autres non chauffés n'est pas problématique.
- Étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment: L'enveloppe du bâtiment est étanche et la ventilation est assurée manuellement par les fenêtres.
- Chauffage: Le chauffage à distance correspond à l'état actuel de la technique. Si l'enveloppe du bâtiment n'a pas une très bonne isolation, il est recommandé d'améliorer celle-ci au cours des prochaines années. Ainsi, la puissance correspondante pourra être réduite.
- Eau chaude sanitaire: L'efficacité de production d'eau chaude est mauvaise. Lors du remplacement du lave-vaisselle resp. du lave-linge (appartement du concierge), veillez à favoriser l'achat d'appareils économes en eau et en énergie de la classe A. En outre le raccordement de l'appareil à l'eau chaude est à examiner. Le cas échéant les conduites d'eau chaude sont à isoler.
- Autres appareils électriques: Seule une partie des appareils électriques ont une efficacité énergétique convenable. Chaque appareil est à examiner. Un éclairage et des appareils dégageant de la chaleur sous n'importe quelle forme, consomment beaucoup d'électricité. L'utilisation de lampes avec étiquette énergétique de la classe A, d'appareils de refroidissement des classes A++ ou A+ et de lave-linge de la classe AAA économise l'énergie et est payante sur la durée de vie de ces appareils. De même, des appareils qui restent en mode veille 24 h sur 24 consomment inutilement de l'électricité. A l'aide de plots de connexion électriques, il est très simple d'éviter cette consommation.
- Comportement de l'occupant: Le CECB® donne une évaluation de l'état du bâtiment dans des conditions d'utilisation et d'occupation standard. C'est pourquoi la consommation effective d'énergie, qui dépend beaucoup du comportement de l'occupant, peut être très différente des données chiffrées du CECB®. Les recommandations du document CECB® ne concernent donc que le corps du bâtiment et ses installations techniques. Pourtant, un comportement en accord avec la problématique énergétique est l'une des mesures les plus efficaces et les plus payantes que l'on puisse prendre. En particulier, en apportant tout le soin nécessaire à l'aération et en abaissant la température des locaux en hiver, on économise énormément.
- Revalorisation: Une réhabilitation énergétique est une occasion unique en son genre d'améliorer à long terme le confort et la valeur de l'immeuble. On peut créer des surfaces habitables supplémentaires par des aménagements ou des extensions; on peut aussi fusionner des pièces ou agrandir des balcons. Il vaut la peine d'optimiser le confort et le maintien de la valeur à long terme. Il faudrait examiner l'opportunité d'une modernisation selon MINERGIE®.

## LE CERTIFICAT ÉNERGÉTIQUE CANTONAL DES BÂTIMENTS (CECB®)

### Renseignements généraux

Le Certificat énergétique cantonal des bâtiments (CECB®) permet de déterminer la qualité énergétique des bâtiments d'habitation, administratifs, scolaires peu complexes, de restauration ou de commerce. Il contient également des indications sur les améliorations techniques possibles en matière d'énergie. Les résultats sont obtenus par un procédé simplifié utilisant des estimations. Les indications du CECB® ne peuvent en aucun cas donner lieu à des prétentions en matière de responsabilité civile. Le CECB® est établi par la méthode de l'évaluation hybride décrite dans le Cahier technique 2031 de la SIA. L'énergie est pondérée par les facteurs de pondération nationaux.

### Que dit le CECB® et à quoi sert-il?

Le CECB® indique de combien d'énergie un bâtiment a besoin en conditions normales d'exploitation. Ce besoin est illustré par une étiquette énergétique et ses classes A à G.

Le CECB® caractérise un bâtiment, et non son utilisation; il peut donc y avoir des écarts entre les besoins mentionnés et les consommations effectives, en fonction du comportement des habitants.

Le CECB® apporte une information transparente dans les transactions immobilières et les relations avec les locataires; tout le monde est au clair sur le confort et la facture énergétique à venir. En outre, le CECB® sert de base à l'étude des améliorations énergétiques possibles du bâtiment.

### Que signifient les classes de l'étiquette énergétique?

L'étiquette énergétique figure, avec ses classes A à G, sur la couverture du document CECB®. L'évaluation de l'efficacité énergétique du bâtiment qu'elle permet est double:

- L'efficacité de l'enveloppe du bâtiment indique la qualité de la protection thermique, autrement dit les performances isolantes des fenêtres et de l'isolation des murs, de la toiture et du plancher.  
L'efficacité de l'enveloppe détermine les besoins en chauffage du bâtiment.

- L'efficacité énergétique globale se rapporte aux besoins pour le chauffage, la préparation d'eau chaude et l'utilisation des appareils et luminaires. Elle prend en compte l'efficacité et le rendement de toutes les installations. Les agents énergétiques utilisés sont pondérés par des facteurs prédéterminés: 2 pour l'électricité, 1 pour le mazout, 0,5 pour le bois et 0 pour la chaleur solaire, qui ne compte donc pas dans le total.

### MINERGIE®

Les standards de MINERGIE® ne sont pas directement lisibles sur le certificat énergétique. MINERGIE® est défini autrement et a des exigences plus poussées. Ainsi pour MINERGIE® il faut un renouvellement systématique de l'air et il est nécessaire de remplir certaines conditions sur le confort et la rentabilité. Les nouvelles constructions selon MINERGIE® se trouvent au moins dans la catégorie B, et dans la catégorie A pour MINERGIE®-P. L'inverse n'est pas toujours vrai. Les bâtiments ayant un bon classement sous le CECB ne sont pas forcément compatibles avec le label MINERGIE®.

[www.minergie.ch](http://www.minergie.ch)

### Principales caractéristiques des classes CECB®

Efficacité de l'enveloppe du bâtiment	Efficacité énergétique globale
<b>A</b> Excellente isolation thermique, bien au-delà des exigences pour un bâtiment neuf.	Excellente isolation thermique. Production de chaleur et d'eau chaude à haute performance énergétique. Appareillages à faible consommation.
<b>B</b> Isolation thermique performante, correspondant aux exigences pour un bâtiment neuf.	Standard des nouvelles constructions en matière d'enveloppe et d'installations techniques.
<b>C</b> Enveloppe du bâtiment qui correspond au standard du début des années 2000, ou qui a subi une réhabilitation complète récente.	Bâtiment récemment rénové dans son intégralité (enveloppe et installations techniques), ou construit au début des années 2000.
<b>D</b> Enveloppe du bâtiment correspondant au standard élevé des années 1990, ou qui a bénéficié d'une rénovation partielle. Des interventions ciblées permettraient d'obtenir une enveloppe performante.	Bâtiment aux performances énergétiques correspondant aux années 1980-1990, ou dont l'enveloppe et/ou les installations techniques ont été partiellement assainis.
<b>E</b> Enveloppe qui correspond au standard minimum des années 1990, ou dont seuls certains éléments d'enveloppes ont été rénovés.	Bâtiment aux performances énergétiques correspondant aux années 1980.
<b>F</b> Bâtiment faiblement isolé, sans rénovation majeure de l'enveloppe.	Bâtiment énergétiquement peu efficace. Grand potentiel d'assainissement. Viser en priorité l'isolation complète de l'enveloppe, puis le remplacement des installations techniques.
<b>G</b> Bâtiment très peu isolé.	Bâtiment énergivore, avec très fort potentiel d'assainissement tant de l'enveloppe que des installations techniques.

### Autres informations

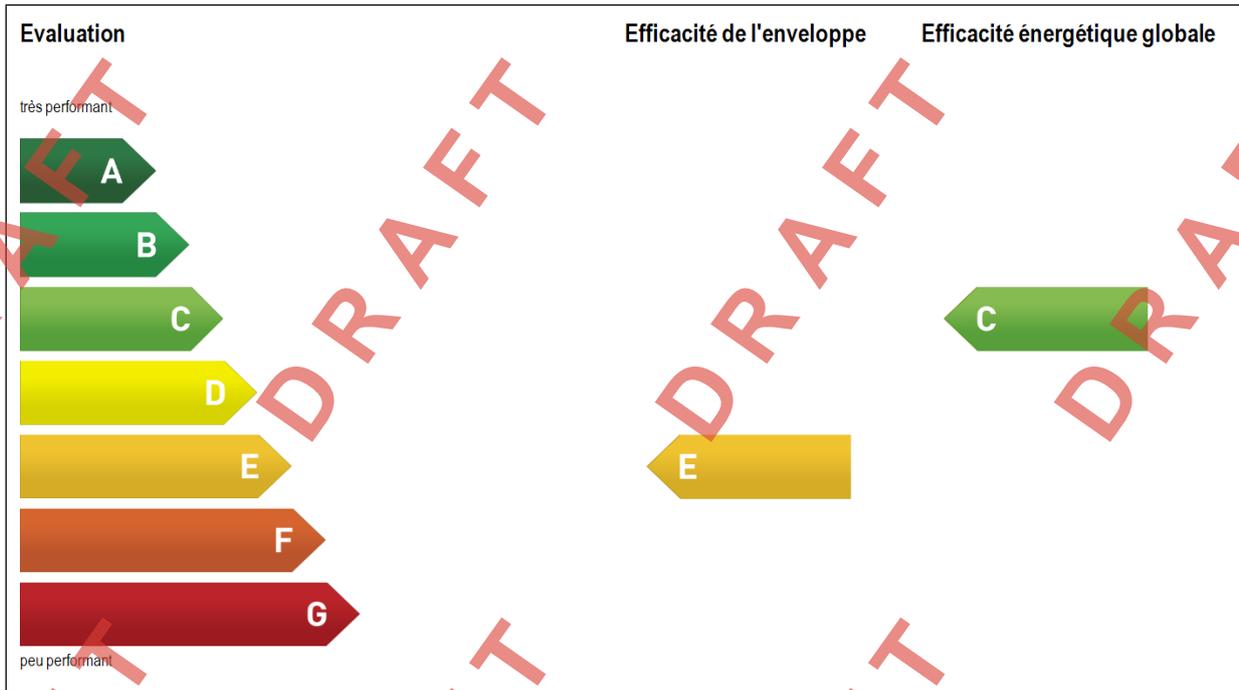
Certaines banques octroient des bonus (ex. taux hypothécaires préférentiels) aux nouvelles constructions certifiées CECB de classe A/A. Utilisez le site des Directeurs Cantonaux de l'Énergie. C'est la plate-forme pour des informations complètes: conseils, brochures, adresses des Services Cantonaux de l'Énergie et des conseillers en Énergie, bases légales, programmes de subvention, etc. [www.endk.ch](http://www.endk.ch)

## Annexe 2 : CECB variante retenue

**CERTIFICAT ÉNERGÉTIQUE  
CANTONAL DES BÂTIMENTS -  
CECB®**



Catégorie de bâtiment:	École	
Année de construction:	1983	
Nom de projet/Adresse:	Quai Léopold-Robert 10 2000 Neuchâtel	
N° EGID:	1480892_0	



Données (valeurs calculées, Qh,eff)		Authentification	
Efficacité de l'enveloppe:	90 kWh/(m²a)	Date d'établissement:	15.12.2020
Efficacité énergétique globale:	106 kWh/(m²a)	Émetteur (expert): Quiterie Barthou PPLUS Sàrl Av. du Premier-Mars 20 2001 Neuchâtel	
Equivalent-CO2:	17 kg/(m²a)		
<b>Consommation mesurée</b> (basée sur des valeurs moyennes)		Tampon, signature:	
Chauffage:	404'100 kWh/a		
Eau chaude:	4'000 kWh/a		
Énergie auxiliaire et ménagère:	86'390 kWh/a		



## Description du bâtiment

Généralités		Valeurs U [W/(m²K)]		Producteur de chaleur	Degré de couverture / rendement		
Total de la surface de référence énergétique [m²]	4'937	Contre extérieur ou enterré ≤ 2 m	Contre espace non chauffé ou enterré > 2 m	Chauffage à distance	Chauffage	Eau chaude sanitaire	Année de construction
Nombre de salles de classe	39				100 % / 0.94	- / -	1983
Nombre moyen de pièces		Électro direct	- / -	100 % / 0.94	1983		
Étages entiers	5	Toit/plafond	0.17	-			
Facteur d'enveloppe	1.36	Mur	0.45	2.0			
Station météo		Sol	1.3	1.0			
Neuchâtel		Fenêtres et portes	1.9	-			
Affectation du bâtiment (Surface de référence énergétique [m²])				Puissance thermique spécifique [W/m²]			
École (4'937)				Puissance thermique spéc. *		34	
Installations de ventilation	V/AE [m³/(hm³)] Débit d'air neuf thermiquement actif	Production d'électricité	Puissance [kWc]	Gain [kWh/a]	Indicateurs énergétiques standard [kWh/(m²a)]	Valeur-limite	Valeur-cible
Ventilation (SRE 3787 m² à 0.7 m³/h.m² + 557 m³/h)	0.80	Inst. PV effect Inst. PV prise en c.	-	121'660 81'512	Efficacité de l'enveloppe du bâtiment (SIA 380/1:2009)	39	31
		Installation CCF		-	Efficacité énergétique globale (SIA CT 2031/CECB)	84	

PC = producteur de chaleur, ECS = eau chaude sanitaire, PV = photovoltaïque, kWc = puissance crête, CCF = couplage chaleur-force, prise en c. = prise en compte  
\* La puissance thermique spécifique  $P_h$  représente une valeur d'optimisation uniquement, et ne sert pas au dimensionnement, même approximatif.

## Évaluation

<b>Efficacité de l'enveloppe du bâtiment</b>	<b>E</b>	L'enveloppe du bâtiment présente une faible isolation thermique. Les déperditions dépassent de plus de 2 fois les exigences actuelles des nouvelles constructions.
<b>Efficacité énergétique globale</b>	<b>C</b>	L'efficacité énergétique globale est convenable. Le besoin pondéré (chauffage, ECS, électricité) dépasse légèrement celui des nouvelles constructions.

	Enveloppe du bâtiment			Technique du bâtiment		
	Intact	Légèrement usé	Usé	Chauffage	Eau chaude	Électricité
Très bon						
Bon		To				
Moyen		Mu, Fe				
Insuffisant		Sol, Mu c. n-c., Sol c. n-c.				

Les éléments de construction et les composants des installations techniques sont répartis en quatre groupes en fonction de leur qualité du point de vue de l'énergie. En outre, l'état général des éléments (intact, légèrement usé, usé) aide à décider si une amélioration est réalisable et en vaut la peine. Légende: To, Mu, Sol = toiture/plafond, murs, Sol ext. / ≤ 2 m contre terrain, Fe = fenêtres ext., Pr c. n-c., Mu c. n-c., Sol c. n-c. = Plafond, Mur, Sol contre non-chauffé ou > 2 m contre terrain

## Indications en vue d'une éventuelle rénovation

### Enveloppe du bâtiment

- Murs extérieurs: Des mesures au niveau de l'isolation thermique des parois extérieures ainsi que des travaux d'entretien seraient nécessaires mais difficiles à mettre en œuvre.
- Toiture: Des mesures au niveau de l'isolation thermique de la toiture ainsi que des travaux d'entretien sont nécessaires et rentables.
- Sol: Des mesures au niveau de l'isolation thermique des planchers seraient nécessaires et à examiner.
- Fenêtres: Un entretien sur les fenêtres est nécessaire, en particulier l'isolation des embrasures. Le remplacement des fenêtres ou éventuellement des verres et isolation serait judicieux.

### Installations techniques

- Chauffage: Le chauffage à distance correspond à l'état actuel de la technique avec une bonne efficacité énergétique.
- Eau chaude sanitaire: L'efficacité énergétique du chauffe-eau est insuffisante. Il doit être remplacé ces prochaines années.
- Autres appareils électriques: En moyenne l'efficacité énergétique de tous les appareils électriques ne correspond plus tout à fait à l'état actuel de la technique.

## Dispositions à prendre et recommandations

- Enveloppe du bâtiment: Les parois extérieures présentent une mauvaise isolation thermique. L'isolation thermique de la toiture est insuffisante. L'isolation extérieure des planchers en contact avec le terrain serait une solution idéale ; mais, réalisée après-coup, implique un lourd investissement. Les isolations intérieures sont avantageuses, mais occasionnent souvent des problèmes au niveau de la physique du bâtiment. C'est pourquoi cette solution de recevoir l'aval d'un expert. En général, l'isolation après-coup des parois et planchers séparant des locaux chauffés d'autres non chauffés n'est pas problématique.
- Étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment: L'enveloppe du bâtiment est étanche et la ventilation est assurée manuellement par les fenêtres.
- Chauffage: Le chauffage à distance correspond à l'état actuel de la technique. Si l'enveloppe du bâtiment n'a pas une très bonne isolation, il est recommandé d'améliorer celle-ci au cours des prochaines années. Ainsi, la puissance correspondante pourra être réduite.
- Eau chaude sanitaire: L'efficacité de production d'eau chaude est mauvaise. Lors du remplacement du lave-vaisselle resp. du lave-linge (appartement du concierge), veillez à favoriser l'achat d'appareils économes en eau et en énergie de la classe A. En outre le raccordement de l'appareil à l'eau chaude est à examiner. Le cas échéant les conduites d'eau chaude sont à isoler.
- Autres appareils électriques: Seule une partie des appareils électriques ont une efficacité énergétique convenable. Chaque appareil est à examiner. Un éclairage et des appareils dégageant de la chaleur sous n'importe quelle forme, consomment beaucoup d'électricité. L'utilisation de lampes avec étiquette énergétique de la classe A, d'appareils de refroidissement des classes A++ ou A+ et de lave-linge de la classe AAA économise l'énergie et est payante sur la durée de vie de ces appareils. De même, des appareils qui restent en mode veille 24 h sur 24 consomment inutilement de l'électricité. A l'aide de plots de connexion électriques, il est très simple d'éviter cette consommation.
- Comportement de l'occupant: Le CECB® donne une évaluation de l'état du bâtiment dans des conditions d'utilisation et d'occupation standard. C'est pourquoi la consommation effective d'énergie, qui dépend beaucoup du comportement de l'occupant, peut être très différente des données chiffrées du CECB®. Les recommandations du document CECB® ne concernent donc que le corps du bâtiment et ses installations techniques. Pourtant, un comportement en accord avec la problématique énergétique est l'une des mesures les plus efficaces et les plus payantes que l'on puisse prendre. En particulier, en apportant tout le soin nécessaire à l'aération et en abaissant la température des locaux en hiver, on économise énormément.
- Revalorisation: Une réhabilitation énergétique est une occasion unique en son genre d'améliorer à long terme le confort et la valeur de l'immeuble. On peut créer des surfaces habitables supplémentaires par des aménagements ou des extensions; on peut aussi fusionner des pièces ou agrandir des balcons. Il vaut la peine d'optimiser le confort et le maintien de la valeur à long terme. Il faudrait examiner l'opportunité d'une modernisation selon MINERGIE®.

## LE CERTIFICAT ÉNERGÉTIQUE CANTONAL DES BÂTIMENTS (CECB®)

### Renseignements généraux

Le Certificat énergétique cantonal des bâtiments (CECB®) permet de déterminer la qualité énergétique des bâtiments d'habitation, administratifs, scolaires peu complexes, de restauration ou de commerce. Il contient également des indications sur les améliorations techniques possibles en matière d'énergie. Les résultats sont obtenus par un procédé simplifié utilisant des estimations. Les indications du CECB® ne peuvent en aucun cas donner lieu à des prétentions en matière de responsabilité civile. Le CECB® est établi par la méthode de l'évaluation hybride décrite dans le Cahier technique 2031 de la SIA. L'énergie est pondérée par les facteurs de pondération nationaux.

### Que dit le CECB® et à quoi sert-il?

Le CECB® indique de combien d'énergie un bâtiment a besoin en conditions normales d'exploitation. Ce besoin est illustré par une étiquette énergétique et ses classes A à G.

Le CECB® caractérise un bâtiment, et non son utilisation; il peut donc y avoir des écarts entre les besoins mentionnés et les consommations effectives, en fonction du comportement des habitants.

Le CECB® apporte une information transparente dans les transactions immobilières et les relations avec les locataires; tout le monde est au clair sur le confort et la facture énergétique à venir. En outre, le CECB® sert de base à l'étude des améliorations énergétiques possibles du bâtiment.

### Que signifient les classes de l'étiquette énergétique?

L'étiquette énergétique figure, avec ses classes A à G, sur la couverture du document CECB®. L'évaluation de l'efficacité énergétique du bâtiment qu'elle permet est double:

- L'efficacité de l'enveloppe du bâtiment indique la qualité de la protection thermique, autrement dit les performances isolantes des fenêtres et de l'isolation des murs, de la toiture et du plancher.  
L'efficacité de l'enveloppe détermine les besoins en chauffage du bâtiment.

- L'efficacité énergétique globale se rapporte aux besoins pour le chauffage, la préparation d'eau chaude et l'utilisation des appareils et luminaires. Elle prend en compte l'efficacité et le rendement de toutes les installations. Les agents énergétiques utilisés sont pondérés par des facteurs prédéterminés: 2 pour l'électricité, 1 pour le mazout, 0,5 pour le bois et 0 pour la chaleur solaire, qui ne compte donc pas dans le total.

### MINERGIE®

Les standards de MINERGIE® ne sont pas directement lisibles sur le certificat énergétique. MINERGIE® est défini autrement et a des exigences plus poussées. Ainsi pour MINERGIE® il faut un renouvellement systématique de l'air et il est nécessaire de remplir certaines conditions sur le confort et la rentabilité. Les nouvelles constructions selon MINERGIE® se trouvent au moins dans la catégorie B, et dans la catégorie A pour MINERGIE®-P. L'inverse n'est pas toujours vrai. Les bâtiments ayant un bon classement sous le CECB ne sont pas forcément compatibles avec le label MINERGIE®.

[www.minergie.ch](http://www.minergie.ch)

### Principales caractéristiques des classes CECB®

Efficacité de l'enveloppe du bâtiment	Efficacité énergétique globale
<b>A</b> Excellente isolation thermique, bien au-delà des exigences pour un bâtiment neuf.	Excellente isolation thermique. Production de chaleur et d'eau chaude à haute performance énergétique. Appareillages à faible consommation.
<b>B</b> Isolation thermique performante, correspondant aux exigences pour un bâtiment neuf.	Standard des nouvelles constructions en matière d'enveloppe et d'installations techniques.
<b>C</b> Enveloppe du bâtiment qui correspond au standard du début des années 2000, ou qui a subi une réhabilitation complète récente.	Bâtiment récemment rénové dans son intégralité (enveloppe et installations techniques), ou construit au début des années 2000.
<b>D</b> Enveloppe du bâtiment correspondant au standard élevé des années 1990, ou qui a bénéficié d'une rénovation partielle. Des interventions ciblées permettraient d'obtenir une enveloppe performante.	Bâtiment aux performances énergétiques correspondant aux années 1980-1990, ou dont l'enveloppe et/ou les installations techniques ont été partiellement assainis.
<b>E</b> Enveloppe qui correspond au standard minimum des années 1990, ou dont seuls certains éléments d'enveloppes ont été rénovés.	Bâtiment aux performances énergétiques correspondant aux années 1980.
<b>F</b> Bâtiment faiblement isolé, sans rénovation majeure de l'enveloppe.	Bâtiment énergétiquement peu efficace. Grand potentiel d'assainissement. Viser en priorité l'isolation complète de l'enveloppe, puis le remplacement des installations techniques.
<b>G</b> Bâtiment très peu isolé.	Bâtiment énergivore, avec très fort potentiel d'assainissement tant de l'enveloppe que des installations techniques.

### Autres informations

Certaines banques octroient des bonus (ex. taux hypothécaires préférentiels) aux nouvelles constructions certifiées CECB de classe A/A. Utilisez le site des Directeurs Cantonaux de l'Énergie. C'est la plate-forme pour des informations complètes: conseils, brochures, adresses des Services Cantonaux de l'Énergie et des conseillers en Énergie, bases légales, programmes de subvention, etc. [www.endk.ch](http://www.endk.ch)

## Annexe 3 : Calcul des besoins en ventilation selon variante retenue



## Annexe 4 : Calcul des besoins en ventilation existant



## Annexe 5 : Evaluation de l'éclairage selon SIA 387/4 et Minergie® : RELUX

<b>Projet</b>	Léopold Robert 10 2000 Neuchâtel Rez-de-chaussée
<b>Type de projet</b>	Modification
<b>État du projet</b>	Projet
<b>Maitre de l'ouvrage</b>	SBAT
<b>Architecte</b>	
<b>Planification de l'électricité</b>	Tecnoservice SA
<b>Planification de l'éclairage</b>	

<b>Surface éclairée</b>	502.7 m <sup>2</sup>
<b>Energie nécessaire pour l'éclairage</b>	5.4 MWh/a
<b>Profil de l'exigence</b>	Minergie
<b>Exigence pour l'éclairage</b>	13.2 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Éclairage du projet</b>	10.8 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Exigence atteinte?</b>	<b>oui</b>
<b>Auteur du justificatif</b>	S.Facciuto
<b>Date</b>	16.11.2020
<b>Signature</b>	

Valeur cible      Minergie      Valeur limite

1/2      1/2

**Tableau 1: Pièces types****Léopold Robert 10**

<b>Pièce type</b>	<b>Utilisation typique</b>	<b>Longueur m</b>	<b>Profond. m</b>	<b>Hauteur m</b>	<b>Éclair. lx</b>	<b>Heures diurne/ nocturne</b>	<b>Nb. j / an d</b>	<b>Simult. annuelle</b>	<b>Nb. h / an h</b>	<b>Plan de travail m</b>	<b>Type d' utilisation</b>
Salle de cours 002	Salle de classe	7.5	7.6	3.2	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
Espace administration	Bureau individuel ou groupé	21.7	7.3	3.2	500	11 / -	261	0.80	2297	0.75	FN
Espace maîtres	Bureau individuel ou groupé	14.0	14.0	3.2	500	11 / -	261	0.80	2297	0.75	FN
Espace élèves	Salle de classe	15.0	6.0	3.1	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN

**Tableau 2: Utilisation de la lumière naturelle et régulation de lumière****Léopold Robert 10**

Pièce type	Surface des fenêtres	Surface des antenneau:	Rapport vitrage / surface	Réflexion de la pièce	Taux de trans. du vitrage	Distance fenêtre / mur	Type de protection solaire	Réglage de protection	Profond. balcon m	Ombre. dû à l'horizon	Régl. suivant lum. jour	Capt. présence (type)	Capteur présence (temps...)
Salle de cours 002	11.2	0.0	20%	normal	80%	0.8	5	5		fort	manuelle	manuelle	
Espace administration	31.0	0.0	20%	normal	80%	0.8	5	5		fort	manuelle	manuelle	
Espace maîtres	33.0	0.0	17%	normal	80%	0.8	5	5		fort	manuelle	manuelle	
Espace élèves	18.8	0.0	21%	normal	80%	0.7	5	5		fort	manuelle	manuelle	

**Tableau 3: Luminaires****Léopold Robert 10**

Luminaire	Numéro Minergie	DEL	Proportion de lumière directe	UGR longitudinal. / transv.	Puissance du système	Puissance en veille W	Flux lumineux total	Éfficacité lumineuse lm/W	Nombre de luminaires
Regent, Plafonnier, ITEM CM1560x325 LED4600-840 WH DALI E3h, 43...	-	x	100%	<19/<19	43.0		4600	107	48
Regent, Plafonnier, ITEM CM1560x325 LED4600-840 WH DALI E3h, 43...	-	x	100%	<19/<19	43.0		4600	107	0
Regent, Plafonnier, ITEM CM1560x325 LED4600-840 WH DALI E3h, 43...	-		100%	<19/<19	43.0		4600	107	9

**Tableau 4: Liste des pièces****Léopold Robert 10**

N°	Pièce	Surface nette m <sup>2</sup>	Étage	Numéro de pièce	Pièce type attribuée	Type de luminaire	Quantité	Puissance installée W	Puissance spécifique W/m <sup>2</sup>
1	Pièce 16	57.3			Salle de cours 002	ITEM CM1560x325 LED4...	6	258.0	4.5
2	Pièce 17	158.6			Espace administration	ITEM CM1560x325 LED4...	18	774.0	4.9
3	Pièce 18	196.8			Espace maîtres	ITEM CM1560x325 LED4...	24	1032.0	5.2
4	Pièce 19	90.0			Espace élèves	ITEM CM1560x325 LED4...	9	387.0	4.3

**Tableau 5: Évaluation énergétique****Léopold Robert 10**

Pièce type	Utilisation typique	Surface m <sup>2</sup>	Valeur du projet kWh/m <sup>2</sup>	Valeur limite	Valeur cible kWh/m <sup>2</sup>	Valeur du projet W/m <sup>2</sup>	Valeur limite	Valeur cible W/m <sup>2</sup>	Valeur du projet MWh/a	Valeur limite	Valeur cible MWh/a
Salle de cours 002	Salle de classe	57.3	9.1	20.9	6.0	4.5	11.8	7.6	0.5	1.2	0.3
Espace administration	Bureau individuel ou groupé	158.6	11.2	21.0	6.0	4.9	10.3	6.7	1.8	3.3	1.0
Espace maîtres	Bureau individuel ou groupé	196.8	12.0	20.1	6.5	5.2	9.6	6.2	2.4	4.0	1.3
Espace élèves	Salle de classe	90.0	8.6	19.6	5.2	4.3	11.1	7.2	0.8	1.8	0.5
<b>Résultat total</b>		<b>502.7</b>	<b>10.8</b>	<b>20.4</b>	<b>6.1</b>	<b>4.9</b>	<b>10.4</b>	<b>6.7</b>	<b>5.4</b>	<b>10.3</b>	<b>3.1</b>

<b>Projet</b>	Léopold Robert 10 2000 Neuchâtel 1er étage
<b>Type de projet</b>	Modification
<b>État du projet</b>	Projet
<b>Maitre de l'ouvrage</b>	SBAT
<b>Architecte</b>	
<b>Planification de l'électricité</b>	Tecnoservice SA
<b>Planification de l'éclairage</b>	

<b>Surface éclairée</b>	247.1 m <sup>2</sup>
<b>Energie nécessaire pour l'éclairage</b>	1.6 MWh/a
<b>Profil de l'exigence</b>	Minergie
<b>Exigence pour l'éclairage</b>	10.8 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Éclairage du projet</b>	6.7 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Exigence atteinte?</b>	<b>oui</b>
<b>Auteur du justificatif</b>	
<b>Date</b>	16.11.2020
<b>Signature</b>	

The bar chart illustrates the energy consumption relative to the target and limit. The bar is divided into two equal halves (1/2). The left half is green, representing the target (Valeur cible) and the Minergie requirement. The right half is red, representing the limit (Valeur limite). The Minergie requirement is indicated by a triangle pointing to the boundary between the green and red sections.

**Tableau 1: Pièces types****Léopold Robert 10**

<b>Pièce type</b>	<b>Utilisation typique</b>	<b>Longueur m</b>	<b>Profond. m</b>	<b>Hauteur m</b>	<b>Éclair. lx</b>	<b>Heures diurne/ nocturne</b>	<b>Nb. j / an d</b>	<b>Simult. annuelle</b>	<b>Nb. h / an h</b>	<b>Plan de travail m</b>	<b>Type d' utilisation</b>
Bureau 110	Bureau individuel ou groupé	5.3	6.3	3.1	500	11 / -	261	0.80	2297	0.75	FN
Salle de cours 114	Salle de classe	6.7	7.6	3.1	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
Salle de cours 116	Salle de classe	10.1	8.1	3.2	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
Salle de conférence 101	Salle de réunion	10.1	8.1	3.1	500	6 / -	261	0.80	1253	0.75	FN

**Tableau 2: Utilisation de la lumière naturelle et régulation de lumière****Léopold Robert 10**

Pièce type	Surface des fenêtres	Surface des antenneau:	Rapport vitrage / surface	Réflexion de la pièce	Taux de trans. du vitrage	Distance fenêtre / mur	Type de protection solaire	Réglage de protection	Profond. balcon m	Ombrage. dû à l'horizon	Régl. suivant lum. jour	Capt. présence (type)	Capteur présence (temps...)
Bureau 110	6.0	0.0	18%	normal	80%	0.1	5	5		fort	manuelle	manuelle	
Salle de cours 114	9.8	0.0	19%	normal	80%	0.1	5	5		fort	manuelle	manuelle	
Salle de cours 116	19.5	5.5	38%	normal	78%	0.1	5	5		fort	manuelle	manuelle	
Salle de conférence 101	10.8	5.5	27%	normal	77%	0.7	5	5		fort	manuelle	manuelle	

**Tableau 3: Luminaires****Léopold Robert 10**

Luminaire	Numéro Minergie	DEL	Proportion de lumière directe	UGR longitudinal. / transv.	Puissance du système	Puissance en veille W	Flux lumineux total	Éfficacité lumineuse lm/W	Nombre de luminaires
Regent, Plafonnier, ITEM CM1560x325 LED4600-840 WH DALI E3h, 43...	-	x	100%	<19/<19	43.0		4600	107	22

**Tableau 4: Liste des pièces****Léopold Robert 10**

N°	Pièce	Surface nette m <sup>2</sup>	Étage	Numéro de pièce	Pièce type attribuée	Type de luminaire	Quantité	Puissance installée W	Puissance spécifique W/m <sup>2</sup>
1	Pièce 6	33.5		110	Bureau 110	ITEM CM1560x325 LED4...	2	86.0	2.6
2	Pièce 7	50.9		114	Salle de cours 114	ITEM CM1560x325 LED4...	4	172.0	3.4
3	Pièce 8	81.0		116	Salle de cours 116	ITEM CM1560x325 LED4...	8	344.0	4.2
4	Pièce 9	81.7		101	Salle de conférence 101	ITEM CM1560x325 LED4...	8	344.0	4.2

**Tableau 5: Évaluation énergétique**

**Léopold Robert 10**

Pièce type	Utilisation typique	Surface m <sup>2</sup>	Valeur du projet kWh/m <sup>2</sup>	Valeur limite	Valeur cible kWh/m <sup>2</sup>	Valeur du projet W/m <sup>2</sup>	Valeur limite	Valeur cible W/m <sup>2</sup>	Valeur du projet MWh/a	Valeur limite	Valeur cible MWh/a
Bureau 110	Bureau individuel ou groupé	33.5	5.8	27.0	8.3	2.6	13.1	8.5	0.2	0.9	0.3
Salle de cours 114	Salle de classe	50.9	6.6	21.3	6.2	3.4	11.9	7.7	0.3	1.1	0.3
Salle de cours 116	Salle de classe	81.0	8.4	17.9	2.6	4.2	11.1	7.2	0.7	1.5	0.2
Salle de conférence 101	Salle de réunion	81.7	5.3	11.4	2.2	4.2	10.9	7.1	0.4	0.9	0.2
<b>Résultat total</b>		<b>247.1</b>	<b>6.7</b>	<b>17.7</b>	<b>4.0</b>	<b>3.8</b>	<b>11.5</b>	<b>7.4</b>	<b>1.6</b>	<b>4.4</b>	<b>1.0</b>

<b>Projet</b>	Léopold Robert 10 2000 Neuchâtel 3ème étage
<b>Type de projet</b>	Modification
<b>État du projet</b>	Projet
<b>Maitre de l'ouvrage</b>	SBAT
<b>Architecte</b>	
<b>Planification de l'électricité</b>	Tecnoservice SA
<b>Planification de l'éclairage</b>	

<b>Surface éclairée</b>	144.4 m <sup>2</sup>
<b>Energie nécessaire pour l'éclairage</b>	1.6 MWh/a
<b>Profil de l'exigence</b>	Minergie
<b>Exigence pour l'éclairage</b>	13.0 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Éclairage du projet</b>	10.8 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Exigence atteinte?</b>	<b>oui</b>
<b>Auteur du justificatif</b>	S. Facciuto
<b>Date</b>	16.11.2020
<b>Signature</b>	

Valeur cible      Minergie      Valeur limite

1/2      1/2

**Tableau 1: Pièces types****Léopold Robert 10**

Pièce type	Utilisation typique	Longueur m	Profond. m	Hauteur m	Éclair. lx	Heures diurne/ nocturne	Nb. j / an d	Simult. annuelle	Nb. h / an h	Plan de travail m	Type d' utilisation
Expression corporelle	Salle de classe	12.4	6.8	3.2	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
Expression corporelle ran...	Salle de classe	9.0	6.8	3.2	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN

**Tableau 2: Utilisation de la lumière naturelle et régulation de lumière****Léopold Robert 10**

Pièce type	Surface des fenêtres	Surface des antenneau:	Rapport vitrage / surface	Réflexion de la pièce	Taux de trans. du vitrage	Distance fenêtre / mur	Type de protection solaire	Réglage de protection	Profond. balcon m	Ombre. dû à l'horizon	Régl. suivant lum. jour	Capt. présence (type)	Capteur présence (temps...)
Expression corporelle	16.5	0.0	20%	normal	70%	0.7	5	5		fort	manuelle	manuelle	
Expression corporelle ran...	11.6	0.0	19%	normal	70%	0.7	5	5		fort	manuelle	manuelle	

**Tableau 3: Luminaires****Léopold Robert 10**

Luminaire	Numéro Minergie	DEL	Proportion de lumière directe	UGR longitudinal. / transv.	Puissance du système	Puissance en veille W	Flux lumineux total	Éfficacité lumineuse lm/W	Nombre de luminaires
Regent, Plafonnier, ITEM CM1560x325 LED4600-840 WH DALI E3h, 43...	-	x	100%	<19/<19	43.0		4600	107	18

**Tableau 4: Liste des pièces****Léopold Robert 10**

N°	Pièce	Surface nette m <sup>2</sup>	Étage	Numéro de pièce	Pièce type attribuée	Type de luminaire	Quantité	Puissance installée W	Puissance spécifique W/m <sup>2</sup>
1	Pièce 1	83.7	3	305	Expression corporelle	ITEM CM1560x325 LED4...	10	430.0	5.1
2	Pièce 2	60.8	3	306	Expression corporelle ran...	ITEM CM1560x325 LED4...	8	344.0	5.7

**Tableau 5: Évaluation énergétique****Léopold Robert 10**

Pièce type	Utilisation typique	Surface m <sup>2</sup>	Valeur du projet kWh/m <sup>2</sup>	Valeur limite	Valeur cible kWh/m <sup>2</sup>	Valeur du projet W/m <sup>2</sup>	Valeur limite	Valeur cible W/m <sup>2</sup>	Valeur du projet MWh/a	Valeur limite	Valeur cible MWh/a
Expression corporelle	Salle de classe	83.7	10.3	19.7	5.6	5.1	11.1	7.2	0.9	1.6	0.5
Expression corporelle ran...	Salle de classe	60.8	11.4	20.7	6.1	5.7	11.6	7.5	0.7	1.3	0.4
<b>Résultat total</b>		<b>144.4</b>	<b>10.8</b>	<b>20.1</b>	<b>5.8</b>	<b>5.4</b>	<b>11.3</b>	<b>7.3</b>	<b>1.6</b>	<b>2.9</b>	<b>0.8</b>

## Annexe 6 : Simulation photovoltaïque PVSyst

## Système couplé au réseau: Paramètres de simulation

**Projet :** **Leopold Robert 10 - Neuchâtel**

**Site géographique** **Neuchatel** Pays **Suisse**

**Situation** Latitude 47.00° N Longitude 6.95° E  
 Temps défini comme Temps légal Fus. horaire TU+1 Altitude 490 m  
 Albedo 0.20

**Données météo:** **Neuchatel** Meteonorm 7.1 (1991-2010) - Synthétique

**Variante de simulation :** **Nouvelle variante de simulation**

Date de la simulation 26/11/20 à 17h40

**Paramètres de simulation** Type de système **No 3D scene defined**  
**3 orientations** inclin./azimuths 10°/-21°, 10°/10°, 10°/17°  
**Modèles utilisés** Transposition Perez Diffus Perez, Meteonorm  
**Horizon** Pas d'horizon  
**Ombrages proches** Sans ombrages

### Caractéristiques des champs de capteurs (3 type de champs définis)

<b>Module PV</b>	Si-mono	Modèle	<b>LG 360 Q1C-A5</b>	
Original PVsyst database		Fabricant	LG Electronics	
<b>Sous-champ "Sous-champ #1"</b>		Orientation	#1	Inclinaison/Azimit 10°/-21°
Nombre de modules PV		En série	14 modules	En parallèle 4 chaînes
Nombre total de modules PV		Nbre modules	56	Puissance unitaire 360 Wc
Puissance globale du champ		Nominale (STC)	<b>20.16 kWc</b>	Aux cond. de fonct. 18.68 kWc (50°C)
Caractéristiques de fonct. du champ (50°C)		U mpp	470 V	I mpp 40 A
<b>Sous-champ "Sous-champ #2"</b>		Orientation	#2	Inclinaison/Azimit 10°/10°
Nombre de modules PV		En série	14 modules	En parallèle 14 chaînes
Nombre total de modules PV		Nbre modules	196	Puissance unitaire 360 Wc
Puissance globale du champ		Nominale (STC)	<b>70.6 kWc</b>	Aux cond. de fonct. 65.4 kWc (50°C)
Caractéristiques de fonct. du champ (50°C)		U mpp	470 V	I mpp 139 A
<b>Sous-champ "Sous-champ #3"</b>		Orientation	#3	Inclinaison/Azimit 10°/17°
Nombre de modules PV		En série	16 modules	En parallèle 4 chaînes
Nombre total de modules PV		Nbre modules	64	Puissance unitaire 360 Wc
Puissance globale du champ		Nominale (STC)	<b>23.04 kWc</b>	Aux cond. de fonct. 21.35 kWc (50°C)
Caractéristiques de fonct. du champ (50°C)		U mpp	537 V	I mpp 40 A
<b>Total</b>	Puissance globale champs	Nominale (STC)	<b>114 kWc</b>	Total 316 modules
		Surface modules	<b>546 m<sup>2</sup></b>	Surface cellule 490 m <sup>2</sup>

**Sous-champ "Sous-champ #1" : Onduleur** Modèle **Sunny Tripower 20000TL-30**  
 Original PVsyst database Fabricant SMA  
 Caractéristiques Tension de fonctionnement 320-800 V Puissance unitaire 20.0 kWac  
 Batterie d'onduleurs Nbre d'onduleurs 2 \* MPPT 50 % Puissance totale 20 kWac  
 Rapport Pnom 1.01

**Sous-champ "Sous-champ #2" : Onduleur** Modèle **Sunny Tripower 25000TL-30**  
 Original PVsyst database Fabricant SMA  
 Caractéristiques Tension de fonctionnement 390-800 V Puissance unitaire 25.0 kWac  
 Batterie d'onduleurs Nbre d'onduleurs 3 unités Puissance totale 75 kWac  
 Rapport Pnom 0.94

## Système couplé au réseau: Paramètres de simulation

<b>Sous-champ "Sous-champ #3" : Onduleur</b>	Modèle	<b>Sunny Tripower 25000TL-30</b>		
Original PVsyst database	Fabricant	SMA		
Caractéristiques	Tension de fonctionnement	390-800 V	Puissance unitaire	25.0 kWac
Batterie d'onduleurs	Nbre d'onduleurs	2 * MPPT 50 %	Puissance totale	25 kWac
			Rapport Pnom	0.92
<b>Total</b>	Nbre d'onduleurs	5	Puissance totale	120 kWac

### Facteurs de perte du champ PV

Fact. de pertes thermiques	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (vent)	0.0 W/m²K / m/s
Perte ohmique de câblage	Champ#1	192 mOhm	Frac. pertes	1.5 % aux STC
	Champ#2	55 mOhm	Frac. pertes	1.5 % aux STC
	Champ#3	220 mOhm	Frac. pertes	1.5 % aux STC
	Global		Frac. pertes	1.5 % aux STC
Perte de qualité module			Frac. pertes	-0.8 %
Perte de "mismatch" modules			Frac. pertes	1.0 % au MPP
Perte de "mismatch" strings			Frac. pertes	0.10 %
Effet d'incidence (IAM): Fresnel AR coating, n(glass)=1.526, n(AR)=1.290				

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

**Besoins de l'utilisateur :** Charge illimitée (réseau)

## Système couplé au réseau: Résultats principaux

**Projet :** Leopold Robert 10 - Neuchâtel

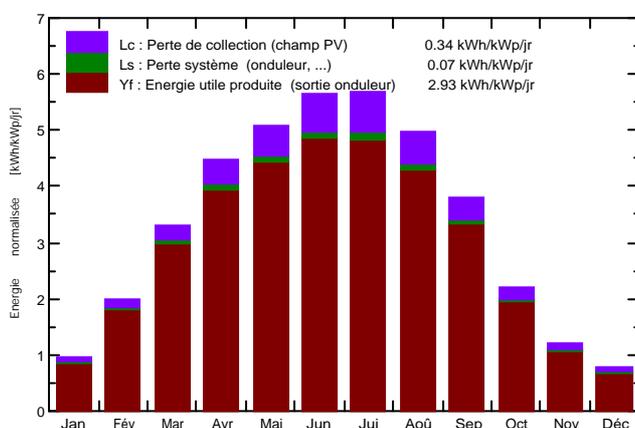
**Variante de simulation :** Nouvelle variante de simulation

Principaux paramètres système	Type de système	Couplé au réseau	
Orientation plan capteurs	3 orientations	Inclinaison/Azimut = 10°/-21°, 10°/10°, 10°/17°	
Modules PV	Modèle	LG 360 Q1C-A5	Pnom 360 Wc
Champ PV	Nombre de modules	316	Pnom total <b>114 kWc</b>
Onduleur	Modèle	Sunny Tripower 20000TL-30	20.00 kW ac
Onduleur	Modèle	Sunny Tripower 25000TL-30	25.00 kW ac
Batterie d'onduleurs	Nombre d'unités	5.0	Pnom total <b>120 kW ac</b>
Besoins de l'utilisateur	Charge illimitée (réseau)		

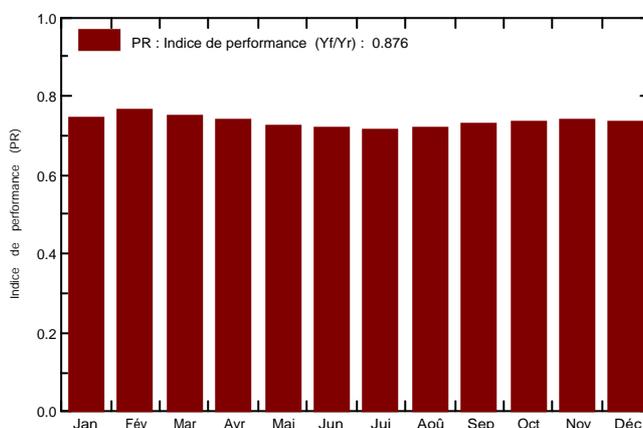
### Principaux résultats de la simulation

Production du système	<b>Energie produite</b>	<b>121.7 MWh/an</b>	Productible	1069 kWh/kWc/an
	Indice de performance (PR)	87.56 %		

Productions normalisées (par kWp installé): Puissance nominale 114 kWc



Indice de performance (PR)



### Nouvelle variante de simulation

#### Bilans et résultats principaux

	GlobHor	DiffHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	°C	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	MWh	MWh	
Janvier	26.7	20.29	0.19	30.5	28.9	3.20	3.10	0.894
Février	48.8	33.03	1.99	55.6	53.2	5.93	5.79	0.916
Mars	92.0	46.53	6.25	102.1	98.4	10.73	10.48	0.902
Avril	125.8	59.29	10.67	133.8	129.3	13.84	13.51	0.888
Mai	153.7	82.20	15.44	157.3	152.0	16.00	15.61	0.873
Juin	167.3	85.01	19.12	169.1	163.3	17.01	16.60	0.863
Juillet	171.9	70.26	20.12	175.4	169.8	17.49	17.05	0.855
Août	147.2	73.33	19.31	154.4	149.0	15.50	15.14	0.862
Septembre	104.1	51.15	14.64	113.6	109.7	11.62	11.35	0.878
Octobre	60.2	33.26	10.64	68.5	65.7	7.06	6.87	0.882
Novembre	31.5	21.17	5.00	36.8	34.9	3.82	3.70	0.885
Décembre	21.0	15.76	1.44	24.4	23.0	2.53	2.44	0.880
Année	1150.0	591.28	10.45	1221.4	1177.3	124.74	121.66	0.876

Légendes: GlobHor	Irradiation globale horizontale	GlobEff	Global "effectif", corr. pour IAM et ombrages
DiffHor	Irradiation diffuse horizontale	EArray	Energie effective sortie champ
T Amb	Température ambiante	E_Grid	Energie injectée dans le réseau
GlobInc	Global incident plan capteurs	PR	Indice de performance

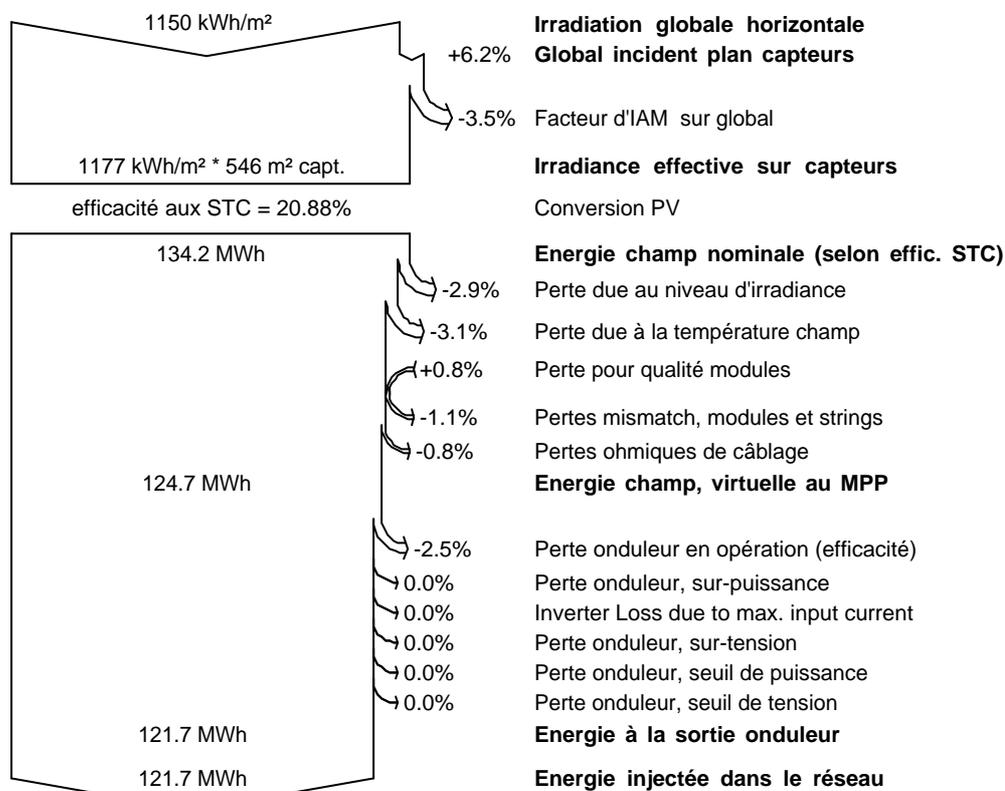
## Système couplé au réseau: Diagramme des pertes

**Projet :** Leopold Robert 10 - Neuchâtel

**Variante de simulation :** Nouvelle variante de simulation

Principaux paramètres système	Type de système	Couplé au réseau	
Orientation plan capteurs	3 orientations	Inclinaison/Azimut = 10°/-21°, 10°/10°, 10°/17°	
Modules PV	Modèle	LG 360 Q1C-A5	Pnom 360 Wc
Champ PV	Nombre de modules	316	Pnom total <b>114 kWc</b>
Onduleur	Modèle	Sunny Tripower 20000TL-30	20.00 kW ac
Onduleur	Modèle	Sunny Tripower 25000TL-30	25.00 kW ac
Batterie d'onduleurs	Nombre d'unités	5.0	Pnom total <b>120 kW ac</b>
Besoins de l'utilisateur	Charge illimitée (réseau)		

### Diagramme des pertes sur l'année entière



## Annexe 7 : PVopti

PVopti

MINERGIE®

EnDK

Konferenz Kantonalen Energiedirektoren  
Conférence des directeurs cantonaux de l'énergie  
Confederaziun svizra  
Confederaziun svizraSchweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizraBundesamt für Energie BFE  
Office fédéral de l'énergie OFEN  
Ufficio federale dell'energia UFE  
Uffizi federal d'energia UFE

Nom du project:	Lycée Jean-Piaget	N° de parcelle:		N° MOP:	
Adresse du bâtiment:	Quai Léopole Robert 10				

Station climat.	Neuchâtel	Altitude:	430	m
Zone	1	2	3	4
Catégorie d'ouvrage	Ecole			
Surface de référence énergétique SRE [m2]	4 937			

Besoins énergétiques [kWh/m2]	Saisie	Valeur calculée				
Eau chaude		6.9				
Refroidissement						
Ventilation	1.017014381	1.0				
Appareils		5.0				
Eclairage	12.55823375	12.6				
Installations techniques générales		3.0				

Production de chaleur	Chauffage		Eau chaude	
	Saisie	Valeur calculée	Saisie	Valeur calculée
<b>Production de chaleur A</b>				
Chaleur à distance (<=25% non-renouvelable)	Taux de couverture [%]	100	100	0
	Rendement / COPa	1	1	0
<b>Production de chaleur B</b>				
Chauffage électrique direct	Taux de couverture [%]	0	0	100
	Rendement / COPa	0	0	0.9
<b>Saisir le contrôle-commande</b>	Heures de fonctionnement			(pendant) la journée
<b>Production de chaleur C</b>				

Besoins pour chauffage Qh,eff											

Installation photovoltaïque N° 1												
Inclinaison (°, Hor=0°)					10	Apport mensuel [kWh/men]						
Orientation (°, S=0°, E=-90°)						Puissance installée [kWp]					114	
Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juill	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	
3100	5790	10480	13510	15610	16600	17050	15140	11350	6870	3700	2440	

Installation photovoltaïque N° 2												

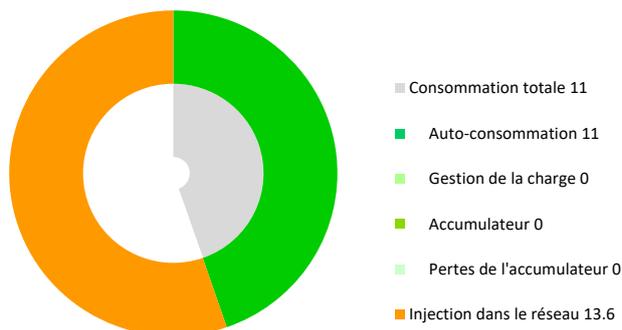
Installation photovoltaïque N° 3												

Accumulateur électrique												

Froid industriel												

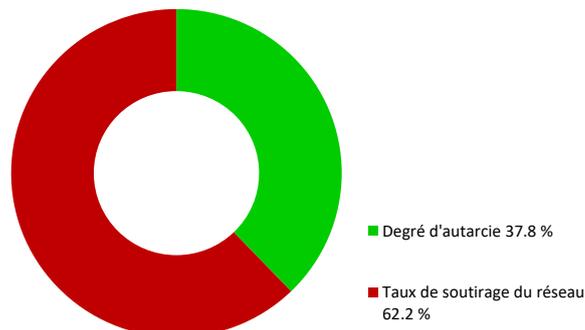
Mobilité électrique												

### Consommation

(en kWh/m<sup>2</sup>, non pondéré)

### Degré d'autarcie

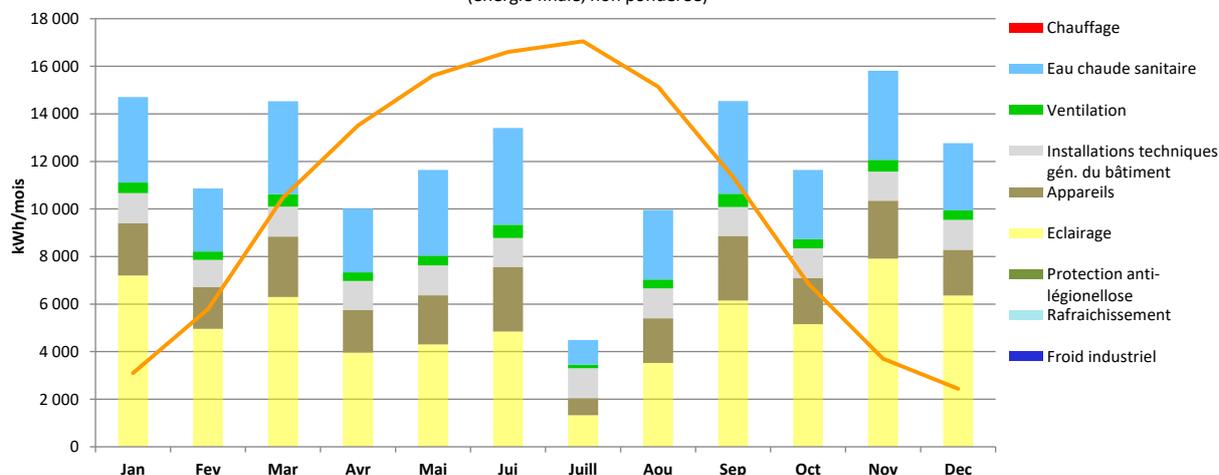
(Electricité)



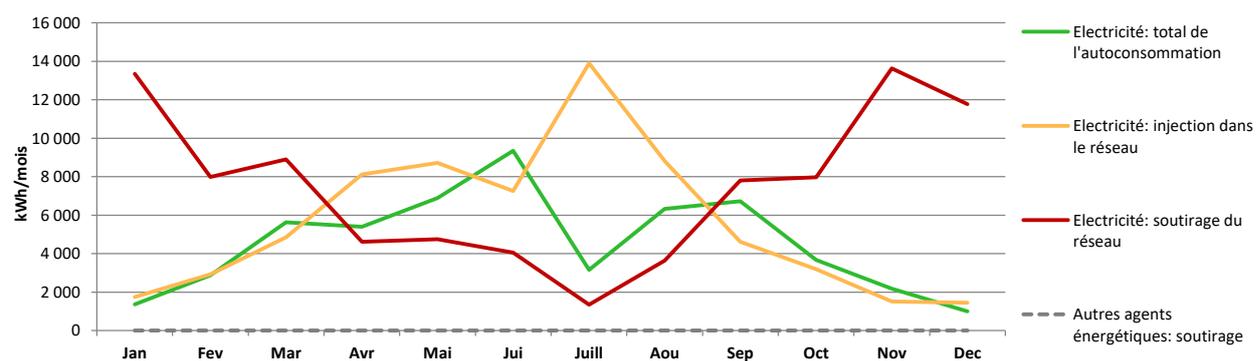
Bilan annuel	non pondéré			pondéré		
	kWh/m <sup>2</sup>	kWh	%	kWh/m <sup>2</sup>	kWh	%
Besoins total	29.2	144 367	100.0	58.5	288 735	100.0
Besoins d'électricité	29.2	144 367	100.0	58.5	288 735	100.0
Autres agents énergétiques	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0
Production totale	24.6	121 640				
Production électrique	24.6	121 640	100.0	-49.3	-243 280	100.0
Production solaire thermique						
Bilan global	-4.6	-22 727		9.2	45 455	
	Degré d'autarcie (énergie totale)		37.8			
<b>Auto-consommation de sa propre électricité</b>				<b>Report dans le justificatif Minergie</b>		
Consommation totale	11.0	54 549	Part auto-consommée	44.8	Part électrique acceptée (s. pertes, %)	
Injection dans le réseau	13.6	67 091	Part injectée dans le réseau	55.2	Pertes de la batterie (%)	
Auto-couverture	11.0	54 549	Degré d'autarcie	37.8	Apport annuel spécifique [kWh/kWp]	
Soutirage du réseau	18.2	89 819	Part soutirée du réseau	62.2	Puissance installée [kWp]	
					114	

### Besoin / production électrique

(énergie finale, non pondérée)



### Consommation propre, injection et soutirage de l'énergie

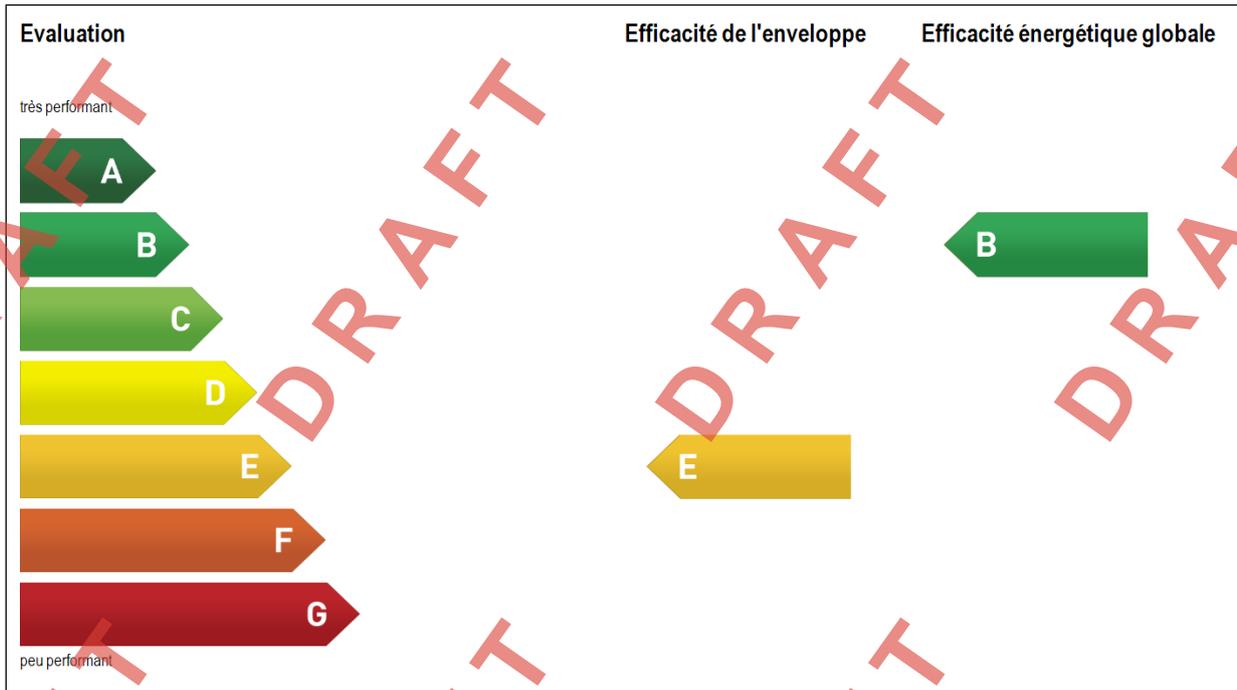


## Annexe 8 : CECB variante retenue avec CAD 50% renouvelable

**CERTIFICAT ÉNERGÉTIQUE  
CANTONAL DES BÂTIMENTS -  
CECB®**



Catégorie de bâtiment:	École	
Année de construction:	1983	
Nom de projet/Adresse:	Quai Léopold-Robert 10 2000 Neuchâtel	
N° EGID:	1480892_0	



Données (valeurs calculées, Qh,eff)		Authentification	
Efficacité de l'enveloppe:	89 kWh/(m²a)	Date d'établissement:	15.12.2020
Efficacité énergétique globale:	83 kWh/(m²a)	Émetteur (expert): Quiterie Barthou PPLUS Sàrl Av. du Premier-Mars 20 2001 Neuchâtel	
Equivalent-CO2:	10 kg/(m²a)		
<b>Consommation mesurée</b> (basée sur des valeurs moyennes)		Tampon, signature:	
Chauffage:	404'100 kWh/a		
Eau chaude:	4'000 kWh/a		
Énergie auxiliaire et ménagère:	86'390 kWh/a		



## Description du bâtiment

Généralités		Valeurs U [W/(m²K)]		Producteur de chaleur	Degré de couverture / rendement		
Total de la surface de référence énergétique [m²]	4'937	Contre extérieur ou enterré ≤ 2 m	Contre espace non chauffé ou enterré > 2 m	Chauffage à distance	Chauffage	Eau chaude sanitaire	Année de construction
Nombre de salles de classe	39				100 % / 1.0	- / -	2020
Nombre moyen de pièces		Électro direct	- / -	100 % / 0.94	1983		
Étages entiers	5	Toit/plafond	0.17	-			
Facteur d'enveloppe	1.36	Mur	0.45	2.0			
Station météo		Sol	1.3	0.98			
Neuchâtel		Fenêtres et portes	1.9	-			
Affectation du bâtiment (Surface de référence énergétique [m²])				Puissance thermique spécifique [W/m²]			
École (4'937)				Puissance thermique spéc. *		34	
Installations de ventilation	V/AE [m³/(h.m²)] Débit d'air neuf thermiquement actif	Production d'électricité	Puissance [kWc]	Gain [kWh/a]	Indicateurs énergétiques standard [kWh/(m²a)]	Valeur-limite	Valeur-cible
Ventilation (SRE 3787 m² à 0.7 m³/h.m² + 557 m³/h)	0.80	Inst. PV effect Inst. PV prise en c.	-	121'660 81'512	Efficacité de l'enveloppe du bâtiment (SIA 380/1:2009)	39	31
		Installation CCF		-	Efficacité énergétique globale (SIA CT 2031/CECB)	84	

PC = producteur de chaleur, ECS = eau chaude sanitaire, PV = photovoltaïque, kWc = puissance crête, CCF = couplage chaleur-force, prise en c. = prise en compte  
 \* La puissance thermique spécifique P<sub>h</sub> représente une valeur d'optimisation uniquement, et ne sert pas au dimensionnement, même approximatif.

## Évaluation

<b>Efficacité de l'enveloppe du bâtiment</b>	<b>E</b>	L'enveloppe du bâtiment présente une faible isolation thermique. Les déperditions dépassent de plus de 2 fois les exigences actuelles des nouvelles constructions.
<b>Efficacité énergétique globale</b>	<b>B</b>	L'efficacité énergétique globale est convenable. Le besoin pondéré (chauffage, ECS, électricité) dépasse légèrement celui des nouvelles constructions.

	Enveloppe du bâtiment			Technique du bâtiment		
	Intact	Légèrement utilisé	Usé	Chauffage	Eau chaude	Électricité
Très bon						
Bon		To				
Moyen		Mu, Fe				
Insuffisant		Sol, Mu c. n-c., Sol c. n-c.				

Les éléments de construction et les composants des installations techniques sont répartis en quatre groupes en fonction de leur qualité du point de vue de l'énergie. En outre, l'état général des éléments (intact, légèrement utilisé, usé) aide à décider si une amélioration est réalisable et en vaut la peine. Légende: To, Mu, Sol = toiture/plafond, murs, Sol ext. / ≤ 2 m contre terrain, Fe = fenêtres ext., Pr c. n-c., Mu c. n-c., Sol c. n-c. = Plafond, Mur, Sol contre non-chauffé ou > 2 m contre terrain

## Indications en vue d'une éventuelle rénovation

### Enveloppe du bâtiment

- Murs extérieurs: Des mesures au niveau de l'isolation thermique des parois extérieures ainsi que des travaux d'entretien seraient nécessaires mais difficiles à mettre en œuvre.
- Toiture: Des mesures au niveau de l'isolation thermique de la toiture ainsi que des travaux d'entretien sont nécessaires et rentables.
- Sol: Des mesures au niveau de l'isolation thermique des planchers seraient nécessaires et à examiner.
- Fenêtres: Un entretien sur les fenêtres est nécessaire, en particulier l'isolation des embrasures. Le remplacement des fenêtres ou éventuellement des verres et isolation serait judicieux.

### Installations techniques

- Chauffage: Le chauffage à distance correspond à l'état actuel de la technique avec une bonne efficacité énergétique.
- Eau chaude sanitaire: L'efficacité énergétique du chauffe-eau est insuffisante. Il doit être remplacé ces prochaines années.
- Autres appareils électriques: En moyenne l'efficacité énergétique de tous les appareils électriques ne correspond plus tout à fait à l'état actuel de la technique.

## Dispositions à prendre et recommandations

- Enveloppe du bâtiment: Les parois extérieures présentent une mauvaise isolation thermique. L'isolation thermique de la toiture est insuffisante. L'isolation extérieure des planchers en contact avec le terrain serait une solution idéale ; mais, réalisée après-coup, implique un lourd investissement. Les isolations intérieures sont avantageuses, mais occasionnent souvent des problèmes au niveau de la physique du bâtiment. C'est pourquoi cette solution de recevoir l'aval d'un expert. En général, l'isolation après-coup des parois et planchers séparant des locaux chauffés d'autres non chauffés n'est pas problématique.
- Étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment: L'enveloppe du bâtiment est étanche et la ventilation est assurée manuellement par les fenêtres.
- Chauffage: Le chauffage à distance correspond à l'état actuel de la technique. Si l'enveloppe du bâtiment n'a pas une très bonne isolation, il est recommandé d'améliorer celle-ci au cours des prochaines années. Ainsi, la puissance correspondante pourra être réduite.
- Eau chaude sanitaire: L'efficacité de production d'eau chaude est mauvaise. Lors du remplacement du lave-vaisselle resp. du lave-linge (appartement du concierge), veillez à favoriser l'achat d'appareils économes en eau et en énergie de la classe A. En outre le raccordement de l'appareil à l'eau chaude est à examiner. Le cas échéant les conduites d'eau chaude sont à isoler.
- Autres appareils électriques: Seule une partie des appareils électriques ont une efficacité énergétique convenable. Chaque appareil est à examiner. Un éclairage et des appareils dégageant de la chaleur sous n'importe quelle forme, consomment beaucoup d'électricité. L'utilisation de lampes avec étiquette énergétique de la classe A, d'appareils de refroidissement des classes A++ ou A+ et de lave-linge de la classe AAA économise l'énergie et est payante sur la durée de vie de ces appareils. De même, des appareils qui restent en mode veille 24 h sur 24 consomment inutilement de l'électricité. A l'aide de plots de connexion électriques, il est très simple d'éviter cette consommation.
- Comportement de l'occupant: Le CECB® donne une évaluation de l'état du bâtiment dans des conditions d'utilisation et d'occupation standard. C'est pourquoi la consommation effective d'énergie, qui dépend beaucoup du comportement de l'occupant, peut être très différente des données chiffrées du CECB®. Les recommandations du document CECB® ne concernent donc que le corps du bâtiment et ses installations techniques. Pourtant, un comportement en accord avec la problématique énergétique est l'une des mesures les plus efficaces et les plus payantes que l'on puisse prendre. En particulier, en apportant tout le soin nécessaire à l'aération et en abaissant la température des locaux en hiver, on économise énormément.
- Revalorisation: Une réhabilitation énergétique est une occasion unique en son genre d'améliorer à long terme le confort et la valeur de l'immeuble. On peut créer des surfaces habitables supplémentaires par des aménagements ou des extensions; on peut aussi fusionner des pièces ou agrandir des balcons. Il vaut la peine d'optimiser le confort et le maintien de la valeur à long terme. Il faudrait examiner l'opportunité d'une modernisation selon MINERGIE®.

## LE CERTIFICAT ÉNERGÉTIQUE CANTONAL DES BÂTIMENTS (CECB®)

### Renseignements généraux

Le Certificat énergétique cantonal des bâtiments (CECB®) permet de déterminer la qualité énergétique des bâtiments d'habitation, administratifs, scolaires peu complexes, de restauration ou de commerce. Il contient également des indications sur les améliorations techniques possibles en matière d'énergie. Les résultats sont obtenus par un procédé simplifié utilisant des estimations. Les indications du CECB® ne peuvent en aucun cas donner lieu à des prétentions en matière de responsabilité civile. Le CECB® est établi par la méthode de l'évaluation hybride décrite dans le Cahier technique 2031 de la SIA. L'énergie est pondérée par les facteurs de pondération nationaux.

### Que dit le CECB® et à quoi sert-il?

Le CECB® indique de combien d'énergie un bâtiment a besoin en conditions normales d'exploitation. Ce besoin est illustré par une étiquette énergétique et ses classes A à G.

Le CECB® caractérise un bâtiment, et non son utilisation; il peut donc y avoir des écarts entre les besoins mentionnés et les consommations effectives, en fonction du comportement des habitants.

Le CECB® apporte une information transparente dans les transactions immobilières et les relations avec les locataires; tout le monde est au clair sur le confort et la facture énergétique à venir. En outre, le CECB® sert de base à l'étude des améliorations énergétiques possibles du bâtiment.

### Que signifient les classes de l'étiquette énergétique?

L'étiquette énergétique figure, avec ses classes A à G, sur la couverture du document CECB®. L'évaluation de l'efficacité énergétique du bâtiment qu'elle permet est double:

- L'efficacité de l'enveloppe du bâtiment indique la qualité de la protection thermique, autrement dit les performances isolantes des fenêtres et de l'isolation des murs, de la toiture et du plancher.  
L'efficacité de l'enveloppe détermine les besoins en chauffage du bâtiment.

- L'efficacité énergétique globale se rapporte aux besoins pour le chauffage, la préparation d'eau chaude et l'utilisation des appareils et luminaires. Elle prend en compte l'efficacité et le rendement de toutes les installations. Les agents énergétiques utilisés sont pondérés par des facteurs prédéterminés: 2 pour l'électricité, 1 pour le mazout, 0,5 pour le bois et 0 pour la chaleur solaire, qui ne compte donc pas dans le total.

### MINERGIE®

Les standards de MINERGIE® ne sont pas directement lisibles sur le certificat énergétique. MINERGIE® est défini autrement et a des exigences plus poussées. Ainsi pour MINERGIE® il faut un renouvellement systématique de l'air et il est nécessaire de remplir certaines conditions sur le confort et la rentabilité. Les nouvelles constructions selon MINERGIE® se trouvent au moins dans la catégorie B, et dans la catégorie A pour MINERGIE®-P. L'inverse n'est pas toujours vrai. Les bâtiments ayant un bon classement sous le CECB ne sont pas forcément compatibles avec le label MINERGIE®.

[www.minergie.ch](http://www.minergie.ch)

### Principales caractéristiques des classes CECB®

Efficacité de l'enveloppe du bâtiment	Efficacité énergétique globale
<b>A</b> Excellente isolation thermique, bien au-delà des exigences pour un bâtiment neuf.	Excellente isolation thermique. Production de chaleur et d'eau chaude à haute performance énergétique. Appareillages à faible consommation.
<b>B</b> Isolation thermique performante, correspondant aux exigences pour un bâtiment neuf.	Standard des nouvelles constructions en matière d'enveloppe et d'installations techniques.
<b>C</b> Enveloppe du bâtiment qui correspond au standard du début des années 2000, ou qui a subi une réhabilitation complète récente.	Bâtiment récemment rénové dans son intégralité (enveloppe et installations techniques), ou construit au début des années 2000.
<b>D</b> Enveloppe du bâtiment correspondant au standard élevé des années 1990, ou qui a bénéficié d'une rénovation partielle. Des interventions ciblées permettraient d'obtenir une enveloppe performante.	Bâtiment aux performances énergétiques correspondant aux années 1980-1990, ou dont l'enveloppe et/ou les installations techniques ont été partiellement assainis.
<b>E</b> Enveloppe qui correspond au standard minimum des années 1990, ou dont seuls certains éléments d'enveloppes ont été rénovés.	Bâtiment aux performances énergétiques correspondant aux années 1980.
<b>F</b> Bâtiment faiblement isolé, sans rénovation majeure de l'enveloppe.	Bâtiment énergétiquement peu efficace. Grand potentiel d'assainissement. Viser en priorité l'isolation complète de l'enveloppe, puis le remplacement des installations techniques.
<b>G</b> Bâtiment très peu isolé.	Bâtiment énergivore, avec très fort potentiel d'assainissement tant de l'enveloppe que des installations techniques.

### Autres informations

Certaines banques octroient des bonus (ex. taux hypothécaires préférentiels) aux nouvelles constructions certifiées CECB de classe A/A. Utilisez le site des Directeurs Cantonaux de l'Énergie. C'est la plate-forme pour des informations complètes: conseils, brochures, adresses des Services Cantonaux de l'Énergie et des conseillers en Énergie, bases légales, programmes de subvention, etc. [www.endk.ch](http://www.endk.ch)