

LJP – REGROUPEMENT – ASSAINISSEMENT ET AMÉNAGEMENT **21.015**

Rapport du Conseil d'État au Grand Conseil

(Du 10 mars 2021)

Justificatif de l'exemplarité Beaux-Arts 30

03.12.2020
B2979

BEAUX-ARTS 30, 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\B2979\02 correspondance et rapport\Exemplarité\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
b	Adaptation du photovoltaïque Ajout de l'évaluation Minergie®	QB	03.12.2020

Distribution

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

TABLE DES MATIÈRES	PAGE
1	CONTEXTE ET OBJECTIFS1
1.1	Objet de l'étude 1
1.2	Exigence 2
1.3	Minergie® 2
1.4	Classification CECB 3
2	ETAT ACTUEL4
3	DESCRIPTION DE L'ASSAINISSEMENT5
3.1	Enveloppe 5
3.2	Chauffage 6
3.3	Production d'eau chaude sanitaire 7
3.4	Ventilation et rafraîchissement 8
3.5	Eclairage 9
3.6	Solaire photovoltaïque 10
4	EFFICACITÉ GLOBALE DE L'ASSAINISSEMENT11
4.1	Tableaux de synthèse 11
4.2	Indice Minergie® et gain de classe CECB de l'assainissement retenu 11
4.3	Indice Minergie® et Gain de classe CECB de l'assainissement retenu avec option vitrages 12
4.4	Indice Minergie® et Gain de classe CECB de l'assainissement retenu avec option vitrages et CAD 50% 12
5	CONCLUSION13

FIGURES

Figure 1 – Extrait du RELCEN	2
Figure 2 – Descriptif des classes énergétiques du CECB – Brochure CECB 2020	3
Figure 3 – Extrait du CECB de 2016 de l'état actuel	4
Figure 4 – Extrait du CECB de 2016 de l'état actuel mis à jour selon méthodologie de calcul 2020 du CECB	4
Figure 5 – Extrait partiel du tableau des variantes d'assainissement étudiées	5
Figure 5 – Plan d'orientation pour les tuiles photovoltaïques en toiture, source Tecnoservice	10
Figure 6 – Tableau de synthèse des données photovoltaïque en fonction des orientations.....	10
Figure 7 – Tableau de synthèse Minergie®	11
Figure 8 – Tableau de synthèse des améliorations énergétiques attendues	11

ANNEXES

1. CECB actuel 2016
2. CECB actuel selon nouvelle méthode de calcul 2020
3. Repérage des éléments d'enveloppe
4. Tableau des variantes d'assainissement de l'enveloppe
5. CECB Variante retenue
6. CECB Variante retenue avec option vitrages
7. COP production d'ECS
8. Calcul des besoins en ventilation – sans rafraîchissement
9. Calcul des besoins en ventilation – avec rafraîchissement
10. Evaluation de l'éclairage selon SIA 387/4 et Minergie®
11. Spécifications techniques des tuiles solaires
12. Simulation photovoltaïque avec tuiles solaires
13. PVopti
14. Fichiers de calcul Minergie®
15. CECB Variante retenue avec option vitrages et CAD 50% renouvelable

1 CONTEXTE ET OBJECTIFS

1.1 Objet de l'étude

L'assainissement énergétique du bâtiment des Beaux-Arts 30 à Neuchâtel est en cours de planification. L'étude réalisée jusqu'à présent a permis d'exploiter les potentialités d'optimisation des surfaces existantes afin de valoriser ce bâtiment qui figure au recensement architectural du canton de Neuchâtel avec la valeur 2.

Le Copil a pris la décision en date du 06.03.2020 d'assainir globalement le bâtiment des Beaux-Arts 30. Du point de vue énergétique, il s'agit d'un assainissement énergétique global de l'étage des combles et des ailes du 2^{ème} étage et d'assainissements énergétiques ponctuels de l'enveloppe sur les autres étages. De plus, le remplacement quasi-total des installations techniques est planifié.

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 l'enveloppe, les bilans énergétiques globaux ainsi que d'établir le présent rapport en coordination avec les ingénieurs 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, 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 sur 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 1998¹, et son ordonnance (OEne), du 7 décembre 1998²;
vu la loi cantonale sur l'énergie (LCEn), du 18 juin 2001³;
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 ¹Les 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.

²En 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. 38⁵³ ¹L'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.

²Les 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.

³En 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.

⁴Les 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 de 3 à 5 fois moins d'énergie qu'auparavant.

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 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 défini 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 celle des installations techniques. La figure 2 décrit succinctement la correspondance des lettres pour les deux types d'efficacité.

Classe	Efficacité de l'enveloppe du bâtiment	Efficacité énergétique globale
A	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	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)
C	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
D	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
E	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
F	Bâtiment partiellement isolé thermiquement	Bâtiment avec divers nouveaux éléments (enveloppe du bâtiment, installations techniques, éclairage, etc.)
G	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, 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 pour correspondre à un standard Minergie®.

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 réalisé en 2016 par l'expert Thierry Pittet (fourni en annexe 1).

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

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

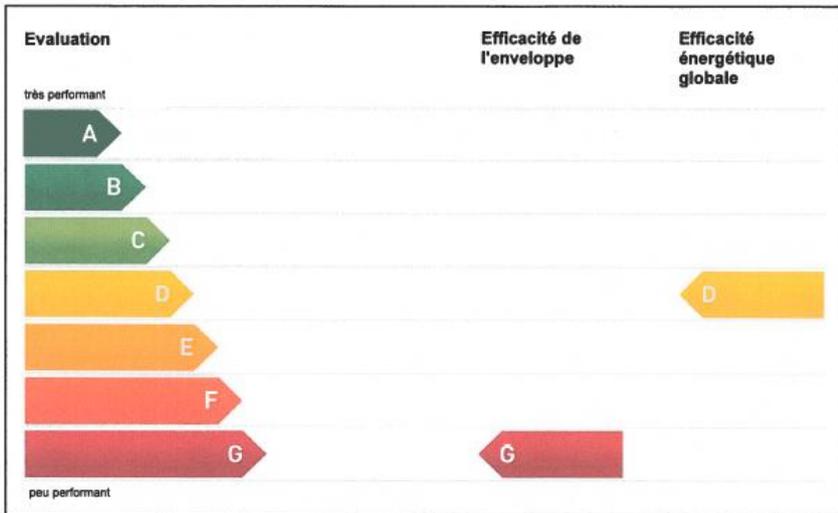


Figure 3 – Extrait du CECB de 2016 de l'état actuel

L'outil CECB est en constante évolution de par l'amélioration de la qualité globale des techniques constructives et du parc immobilier. Ainsi, la mise à jour du CECB fait en 2016 selon la méthode de calcul actuellement en vigueur (sans modifier les éléments d'enveloppe ni les données du chauffage, de l'électricité et de la ventilation de 2016 (également donné en annexe 2)) fait évoluer l'appréciation du bâtiment et il est constaté que la note pour l'énergie globale passe de D à E.

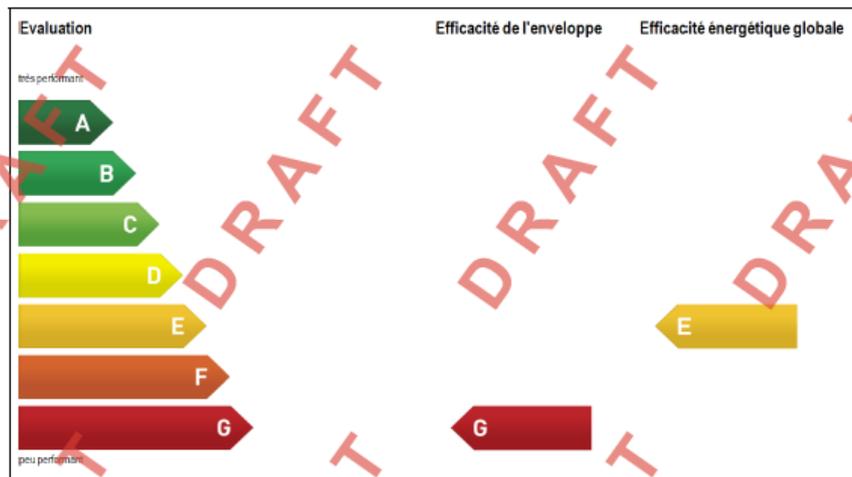


Figure 4 – Extrait du CECB de 2016 de l'état actuel mis à jour selon méthodologie de calcul 2020 du CECB

3 DESCRIPTION DE L'ASSAINISSEMENT

3.1 Enveloppe

Afin de permettre au représentant du maître de l'ouvrage un choix éclairé, nous avons évalué de nombreuses variantes d'assainissements énergétiques possibles avec leur potentiel d'économie.

Les cinq variantes ci-dessous illustrent le résultat de cette démarche :

- La variante *CECB* est donnée à titre indicatif et correspond au CECB actuel établi en 2016 ;
- La variante *Base* correspond aux assainissements soumis à changement d'affectation (combles et ailes du 2^{ème} étage) avec les valeurs U transformation ;
- La variante *V01* correspond à la variante *Base*, avec en plus l'assainissement des radiers prévus d'être touchés s'ils étaient isolés avec les valeurs U transformation ;
- La variante *V02* correspond à un assainissement partiel optimisé pour correspondre aux exigences d'exemplarité ;
- La variante *Retenue* correspond à la variante *V02*, avec en plus l'assainissement des éléments contre non chauffés, des contrecœurs et du radier de l'auditoire ;
- La variante *Retenue avec option vitrages* correspond à la variante *Retenue*, avec en plus le remplacement du reste des vitrages du bâtiment avec une valeur U_g optimisée de 0.60 W/m².K et une valeur de transmission solaire haute de 60% (les cadres actuels sont conservés).

Type d'élément	Valeur U actuelle [W/m ² .K]	Valeur U d'assainissement [W/m ² .K]	Surface [m ²]	Variantes					
				137KWh/m ² .an en utilisation standard (SRE 6045 m ²)	Actuel + base légal changement d'utilisation	Base + radiers touchés isolés thermiquement	Assainissement partiel optimisé	Variante retenue	Variante retenue + resto des vitrages
				CECB	Base	V01	V02	Retenue	Retenue avec option vitrages
Toiture à pan combles	2.00	0.15	444				x	x	x
Toiture à pan combles - changement d'affectation	2.00	0.25	179		x	x			
Toiture à pan combles - changement d'affectation optimisé	2.00	0.15	179				x	x	x
Toiture à pan 2e - changement d'affectation	4.00	0.25	284		x	x			
Toiture à pan 2e - changement d'affectation optimisé	4.00	0.15	284				x	x	x
Plafond combles c/ NC (dalle des surcombles)	0.90	0.20	326				x	x	x
Plafond combles c/ NC (dalle des surcombles) - ch. affectation	0.90	0.28	35		x	x			
Plafond combles c/ NC (dalle des surcombles) - ch. affectation optimisé	0.90	0.20	35				x	x	x
Façade combles et ailes 2eme - changement d'affectation	0.90	0.25	529		x	x	x	x	x
Contre cœur rez et étages derrière radiateur	0.90	0.25	147					x	x
Murs sous-sol c/ NC	0.90	0.20	322					x	x
Radier auditoire optimisé	3.00	0.15	167					x	x
Planchers rez c/ NC	1.60	0.20	316					x	x
Radier touchés isolés thermiquement	3.00	0.25	557			x			
Velux - changement d'affectation	3.00	1.30	76		x	x			
Velux - changement d'affectation optimisé	3.00	0.90	76				x	x	x
Fenêtre combles et ailes 2eme - changement d'affectation	1.80	1.30	30		x	x			
Fenêtre combles et ailes 2eme - changement d'affectation optimisé	1.80	0.90	30				x	x	x
Fenêtres existantes - remplacement vitrage $U_g = 0.60$ et $g = 0.60$	1.80	1.00	617						x
Classe enveloppe				G	F	E	E	D	D
Besoins utiles de chauffage en kWh				828 165	498 183	479 400	403 320	336 450	294 004
Economie en kWh				-	-	18 783	94 863	161 733	204 179
Pourcentage d'économie				-	-	4	19	32	41
Investissement par % d'économie				-	-	100 244	34 701	26 290	26 538

Figure 5 – Extrait partiel du tableau des variantes d'assainissement étudiées

La surface de référence énergétique (SRE) ainsi que tous les éléments pris en compte dans le bilan thermique ont été repérés sur plan et sont donnés en annexe 3. Le tableau ci-dessus est repris en annexe 4.

La variante d'assainissement retenue par le représentant du maître de l'ouvrage (variante retenue dans le tableau de la figure 5) prévoit l'assainissement des éléments d'enveloppe suivants :

- L'ensemble des éléments constructifs de l'étage des combles et des ailes du 2^{ème} étage :
 - toiture à pan pour atteindre une valeur U optimisée de 0.15 W/m².K,

- dalle des sur-combles pour atteindre une valeur U optimisée de 0.20 W/m².K,
- façades pour atteindre une valeur U standard transformation de 0.25 W/m².K,
- fenêtres/velux pour atteindre une valeur U optimisée de 0.90 W/m².K ;
- Tous les contrecœurs situés derrière un radiateur en-dessous de chaque fenêtre du rez-de-chaussée et des étages pour atteindre une valeur U standard transformation de 0.25 W/m².K ;
- Les murs du sous-sol donnant contre des locaux techniques et non chauffés pour atteindre une valeur U optimisée de 0.20 W/m².K ;
- Les planchers du rez-de-chaussée contre les locaux techniques et non chauffés du sous-sol pour atteindre une valeur U optimisée de 0.20 W/m².K ;
- Le plancher de l'auditoire du rez-de-chaussée pour atteindre une valeur U optimisée de 0.15 W/m².K.

La variante d'assainissement retenue permet d'atteindre la classe d'efficacité pour l'enveloppe de D (voir annexe 5), ce qui correspond à un gain de 3 classes par rapport à la situation actuelle.

L'option qui consiste à remplacer le reste des vitrages permet un pourcentage d'économie énergétique de 9% supplémentaire, ce qui est substantiel bien que cela ne permette pas de changer de classe (voir annexe 6).

Les revêtements de sol des locaux n°900, 910, 920, 954, 956, 957, 958, 967 seront remplacés. Selon la loi, un élément touché par un assainissement doit, de fait, respecter la valeur U ponctuelle de transformation. Cependant, le représentant du maître de l'ouvrage ne souhaite pas isoler les radiers.

En compensation, les valeurs U de la toiture, de la dalle des sur-combles, des fenêtres/velux, des murs du sous-sol et des planchers du rez-de-chaussée contre non chauffés et du plancher de l'auditoire ont été optimisées pour compenser le manque à gagner. Ceci correspond à la différence entre la variante V01 (4% d'économie) et la variante V02 (19% d'économie).

3.2 Chauffage

3.2.1 Production de chaleur

Le bâtiment est raccordé au chauffage à distance (CAD) de la ville, dont la production de chaleur est actuellement de 20% en énergie renouvelable.

Selon les informations reçues par le SENE, dans un futur proche, une optimisation de cette part d'énergie renouvelable est planifiée, ce qui rendra le chauffage à distance renouvelable à hauteur de 50-60%.

Les différents assainissements techniques pour le chauffage dans le bâtiment sont décrits ci-après.

3.2.2 Distribution de chaleur

De manière à moderniser les installations de chauffage, les collecteurs de distribution ainsi que les armatures (circulateurs, vannes à deux voies, vannes, sondes...) seront remplacés.

Chaque groupe de chauffage sera équilibré et régulé en fonction des besoins réels du bâtiment et des installations. La répartition de la puissance sur les différents groupes, se fera par des vannes de réglage installées directement en chaufferie.

B2979

L'échangeur du chauffage à distance sera également remplacé pour correspondre aux nouveaux besoins. La distribution de chaleur existante sera remplacée par des tuyauteries dimensionnées aux nouveaux besoins. La nouvelle tuyauterie sera isolée dans les circulations horizontales du sous-sol selon les prescriptions du MoPEC 2014.

3.2.3 Emission de chaleur

Les radiateurs en fonte existants seront remplacés par des radiateurs tubulaires en acier (températures de fonctionnement nominal départ à 50°C et retour à 40°C) dans l'ensemble du bâtiment. Chaque radiateur sera équipé d'une vanne thermostatique avec tête radio sans énergie auxiliaire (pas de câble ou pile), d'un té de réglage et d'un purgeur.

La communication radio des têtes thermostatiques permettra de piloter à distance les radiateurs, par un thermostat d'ambiance ainsi que par le système MCR du site.

3.2.4 Régulation / Automatisation des installations de chauffage

Un système MCR complet sera installé permettant de réguler les circuits hydrauliques. Le système permettra de fixer une courbe de chauffe individuelle pour chaque groupe en fonction de la température extérieure et des besoins du bâtiment (adaptation en fonction de l'orientation du bâtiment).

Aussi, une programmation horaire sera créée pour permettre de réduire la température du bâtiment durant les périodes d'inoccupation.

3.3 Production d'eau chaude sanitaire

Les différents assainissements techniques pour la production d'eau chaude sanitaire (ECS) sont décrits ci-après.

3.3.1 Assainissement des appareils et des tuyauteries

L'assainissement complet des blocs sanitaires ainsi que des appareils sanitaires dans les salles de classe est prévu.

La distribution en eau froide, en eau chaude et la circulation sanitaire sera remplacée par des tuyauteries dimensionnées aux nouveaux besoins. Les nouvelles tuyauteries seront isolées dans l'ensemble du bâtiment selon les prescriptions du MoPEC 2014.

3.3.2 Production ECS

L'alimentation en eau chaude de certains postes de puisage dans les étages -1 et 0 est ajoutée.

Une production d'eau chaude centralisée est prévue. Un chauffe-eau PAC (250 litres – 19kW) sera installé dans la chaufferie actuelle pour raccorder les divers postes d'eau des salles de classe spécifiques (laboratoires de science ; salles de chimie ; cafétéria ; salle des maîtres).

Les blocs sanitaires ne seront pas alimentés en eau chaude sanitaire.

La documentation technique donnant le COP du système de production d'ECS est donnée en annexe 7.

3.4 Ventilation et rafraîchissement

3.4.1 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 8 détaille tous les monoblocs sans prendre en compte le rafraîchissement. Ceci permet de déterminer le débit thermiquement actif pour les locaux ventilés mécaniquement qui est de 820 m³/h pour une surface de référence énergétique (SRE) de 1'365 m².

Pour le reste des locaux ventilés naturellement et correspondant au reste de la SRE soit 4'684 m², le débit thermiquement actif est pris selon la SIA 380/1 à 0.7 m³/h.m², soit 3'278.80 m³/h.

Le débit thermiquement actif pour l'ensemble du bâtiment est de 4'098.80 m³/h

L'annexe 9 détaille tous les monoblocs en prenant en compte le rafraîchissement. Ceci permet de déterminer les besoins en électricité pour la ventilation mécanique, rafraîchissement compris, qui correspondent à une énergie de 32'160 kWh/an.

Les différents assainissements techniques pour la ventilation mécanique et naturelle sont décrits ci-après.

3.4.2 Ventilation double flux avec rafraîchissement adiabatique

Cette ventilation mécanique permet le renouvellement de l'air (air hygiénique) et le rafraîchissement (en été) des salles suivantes :

- Arts visuels 1, 2 et 3 ;
- Musique ;
- Infographies 1 et 2 ;
- Salle de chimie 1 et 2 et local préparateur 1 et 2 ;
- Auditoire.

Les monoblocs seront équipés d'une récupération de chaleur hygrosopique (récupération de chaleur + humidité) pour le préchauffage/humidification de l'air, d'un dispositif de refroidissement adiabatique, d'une batterie de chaud pour le réchauffage et d'un humidificateur pour l'humidification de l'air en hiver.

Pour le monobloc Arts Visuels 1 / Musique, le monobloc sera équipé d'une pompe à chaleur à détente directe pour permettre la déshumidification de l'air (conditions intérieures spécifiques).

Les monoblocs seront équipés également d'un système de recirculation de l'air pour permettre de diminuer l'apport d'air neuf et donc de récupérer le maximum d'énergie sur l'air ambiant. L'apport d'air neuf a été dimensionné en fonction des besoins d'air hygiénique des salles selon SIA 2024. Cet apport sera également régulé en fonction du taux de CO₂ des salles. Les monoblocs seront régulés par l'armoire MCR des installations CVCS.

Durant la période hivernale, les débits d'air seront diminués pour répondre uniquement au besoin de renouvellement de l'air hygiénique.

Durant la période estivale, le débit d'air sera augmenté afin de rafraîchir, si nécessaire, les salles de classe. Le rafraîchissement de l'air se fera par pulvérisation de gouttelettes d'eau froide dans le flux d'air (rafraîchissement adiabatique). Ceci permettra d'améliorer les conditions intérieures des salles mais ne permettra pas de répondre aux exigences SIA 382/1 (température ambiante : 26,5°C < 100 h/an).

3.4.3 Ventilation naturelle des armoires de stockage – salles de chimie

Une installation indépendante (conduit + évent. avec tirage naturel en toiture) sera créée pour l'évacuation de l'air des armoires de stockage des salles de chimie.

3.4.4 Ventilation double-flux

Cette ventilation mécanique permet le renouvellement de l'air (air hygiénique) des blocs sanitaires.

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

3.4.5 Ventilation naturelle

Dans l'ensemble des autres locaux, une ventilation naturelle par ouverture manuelle des fenêtres est prévue.

Chaque salle sera équipée d'une sonde de CO₂ disposée au plafond, en liaison avec un "petit panel PC" faisant figurer 3 feux de signalisation, visibles du maître de la classe :

- Rouge : Taux CO₂ > 1'400 ppm → Ouverture manuelle des 2 fenêtres
- Orange : Taux CO₂ compris entre 1'400 et 1'000 ppm → Fermeture 1 fenêtre / Ouverture 1 fenêtre
- Vert : Taux CO₂ < 1'000 ppm → Fermeture manuelle des 2 fenêtres

Afin de réduire au maximum le gaspillage de chaleur, 2 contacts de fenêtre (pos. ouverte) auront pour fonction de fermer les vannes motorisées des radiateurs lorsque les fenêtres seront ouvertes. Chaque salle disposera également d'une sonde combinée température/humidité afin de limiter au maximum la baisse de température par $T_{\text{ext}} = -10^{\circ}\text{C}$.

3.5 Eclairage

L'assainissement des installations d'éclairage dans l'ensemble du bâtiment est prévu.

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 10.

3.6 Solaire photovoltaïque

L'installation de tuiles photovoltaïques, voir fiche technique en annexe 11, est prévue en toiture du bâtiment.

Afin de déterminer la surface des tuiles photovoltaïques optimale, un calcul PVSystem a été réalisé pour toutes les orientations par le bureau Tecnoservice, calculs disponibles en annexe 12.

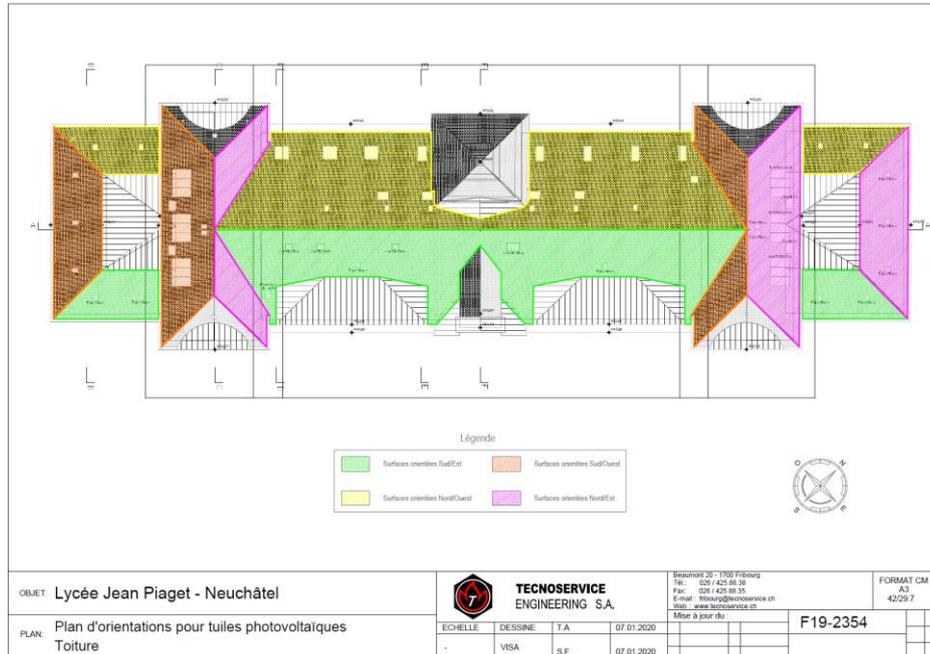


Figure 6 – Plan d'orientation pour les tuiles photovoltaïques en toiture, source Tecnoservice

A l'aide de l'outil Minergie® PVopti, la part d'autoconsommation a été calculée pour différentes combinaisons d'orientation

Ces calculs sont disponibles en annexe 13 et sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Photovoltaïque		Sud-Est	Sud-Est + Sud-Ouest	Sud-Est + Sud-Ouest + Nord-Est + Nord-Ouest
Surface	m ²	296	484	1'069
Puissance	kWc	38	62	137
Production annuelle	kWh/an	40'922	67'596	128'400
Apport annuel spécifique	kWh/kWc	1'083	1'092	937
Auto - consommation	%	77	60	38

Figure 7 – Tableau de synthèse des données photovoltaïque en fonction des orientations

La variante retenue pour l'assainissement est celle combinant les orientations Sud-Est et Sud-Ouest. Cette variante est celle présentant le meilleur apport annuel spécifique et une autoconsommation très intéressante de 60%.

4 EFFICACITÉ GLOBALE DE L'ASSAINISSEMENT

4.1 Tableaux de synthèse

Le tableau ci-dessous présente une évaluation du respect des exigences Minergie® du projet en fonction des différentes variantes. Les fichiers de calcul correspondant sont donnés en annexe 14.

Minergie®			Retenue	Retenue + Option vitrages	Retenue + Option vitrages + CAD 50%
Exigence principale	Indice Minergie® (kWh/m²)	Variante	89	82	61
		Exigence	88	88	88
Exigences de base	Energie finale sans PV (kWh/m²)	Variante	73	66	45
		Exigence	55	55	55
	Valeur limite pour l'éclairage (kWh/m²)	Variante	10	10	10
		Exigence	10	10	10
	Part d'énergies fossiles (%)	Variante	107	94	31
		Exigence	30	30	30

Figure 8 – Tableau de synthèse Minergie®

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 selon le CECB.

CECB		Actuel	Retenue	Retenu + Option vitrages	Retenu + Option vitrages + CAD 50%
Efficacité de l'enveloppe	kWh/m².an	137	61	54	54
	Classe	G	D	D	D
Efficacité énergétique globale	kWh/m².an	198	90	83	61
	Classe	E	C	C	B
Economie par rapport à l'actuel	kWh/m².an	-	108	115	137
	Gain de classe*	-	2	2	3

(*) Classe d'efficacité énergétique globale

Figure 9 – Tableau de synthèse des améliorations énergétiques attendues

Note : En raison des différences de calcul des arrondis entre Minergie et CECB, les valeurs d'enveloppe en kWh/m² diffèrent de 1 kWh/m².

4.2 Indice Minergie® et gain de classe CECB de l'assainissement retenu

Par rapport aux exigences Minergie®, cette variante ne permet tout juste pas de respecter l'exigence principale, ni l'énergie finale sans photovoltaïque, ni la part d'énergies fossiles.

L'ensemble des assainissements techniques décrits ci-dessus ainsi que l'assainissement de l'enveloppe selon la variante *Retenue* ont été intégré dans le calculateur CECB. Ces améliorations permettent au bâtiment d'atteindre une efficacité énergétique globale de C, voir annexe 5.

Par rapport au CECB de 2016 mis à jour selon la méthode de calcul actuelle (annexe 2), l'ensemble des assainissements permettent un gain de 2 classes.

4.3 Indice Minergie® et Gain de classe CECB de l'assainissement retenu avec option vitrages

Par rapport aux exigences Minergie®, cette variante permet de respecter l'exigence principale, mais ne permet pas de respecter l'énergie finale sans photovoltaïque, ni la part d'énergies fossiles.

En ajoutant à la variante d'assainissement de l'enveloppe retenue le remplacement du reste des vitrages du bâtiment, ainsi que tous les assainissements techniques dans le bâtiment prévus, le CECB annonce une efficacité énergétique globale de C, voir annexe 6.

Cette option vitrages ne permet de gagner une classe supplémentaire par rapport à la variante *Retenue* et permet un gain de 2 classes par rapport au CECB de 2016 mis à jour selon la méthode de calcul actuelle (annexe 2).

4.4 Indice Minergie® et Gain de classe CECB de l'assainissement retenu avec option vitrages et CAD 50%

Par rapport aux exigences Minergie®, cette variante permet de respecter l'exigence principale et l'énergie finale sans photovoltaïque, mais ne permet pas de respecter la part d'énergies fossiles.

Si tous les éléments des points précédents sont cumulés, la variante *Retenue* et le remplacement du reste des vitrages du bâtiment, tous les assainissements techniques dans le bâtiment prévus et le chauffage à distance avec une part de 50 à 60% d'énergie renouvelable, la classe d'efficacité énergétique globale passe de C à B : ce qui correspond à un gain de 3 classes énergétiques par rapport à l'état actuel, voir annexe 15.

En résumé, la démonstration est faite que le bâtiment permet de satisfaire le standard Minergie® (exigence principale) en appliquant l'assainissement retenu avec option vitrages. Dans un second temps, l'optimisation du CAD viendra renforcer l'efficacité énergétique du bâtiment et confirmer un bâtiment digne d'un standard Minergie®.

5 CONCLUSION

Le projet d'assainissement énergétique du bâtiment des Beaux-Arts 30 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 que l'assainissement retenu avec option vitrages permet de satisfaire le standard Minergie® (exigence principale). Dans un second temps, l'optimisation du CAD viendra renforcer l'efficacité énergétique du bâtiment et confirmer un bâtiment digne d'un standard Minergie®.

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

- Enveloppe :
 - la toiture, de la dalle des sur-combles, des fenêtres/velux des combles et ailes du 2ème étage, des murs du sous-sol et des planchers du rez-de-chaussée contre non chauffés et du plancher de l'auditoire sont isolés pour atteindre des valeurs U optimisées, plus strictes que les valeurs demandées par le modèle de rénovation Minergie®,
 - les façades des combles et ailes du 2ème étage et tous les contrecœurs sont isolés pour atteindre une valeur U standard transformation,
 - le remplacement de l'ensemble des vitrages,
- Installations techniques :
 - installation de chauffage entièrement rénovée avec la pose de matériel moderne et isolé avec des radiateurs basse température,
 - l'installation d'un chauffe-eau PAC pour la production d'eau chaude sanitaire centralisée,
 - l'installation ventilation entièrement rénovée avec récupération de chaleur performante,
 - l'assainissement complet de l'éclairage par des luminaires LED selon exigences Minergie®,
 - l'installation de solaire photovoltaïque sur la toiture Sud-Est et Sud-Ouest,
 - la mise en place d'un système de gestion centralisée des installations techniques.

Hector Mellet, ing. dipl. ENSIP

PPLUS Sàrl

Quiterie Barthou, ing. dipl. ENSTIM, physicienne SIA



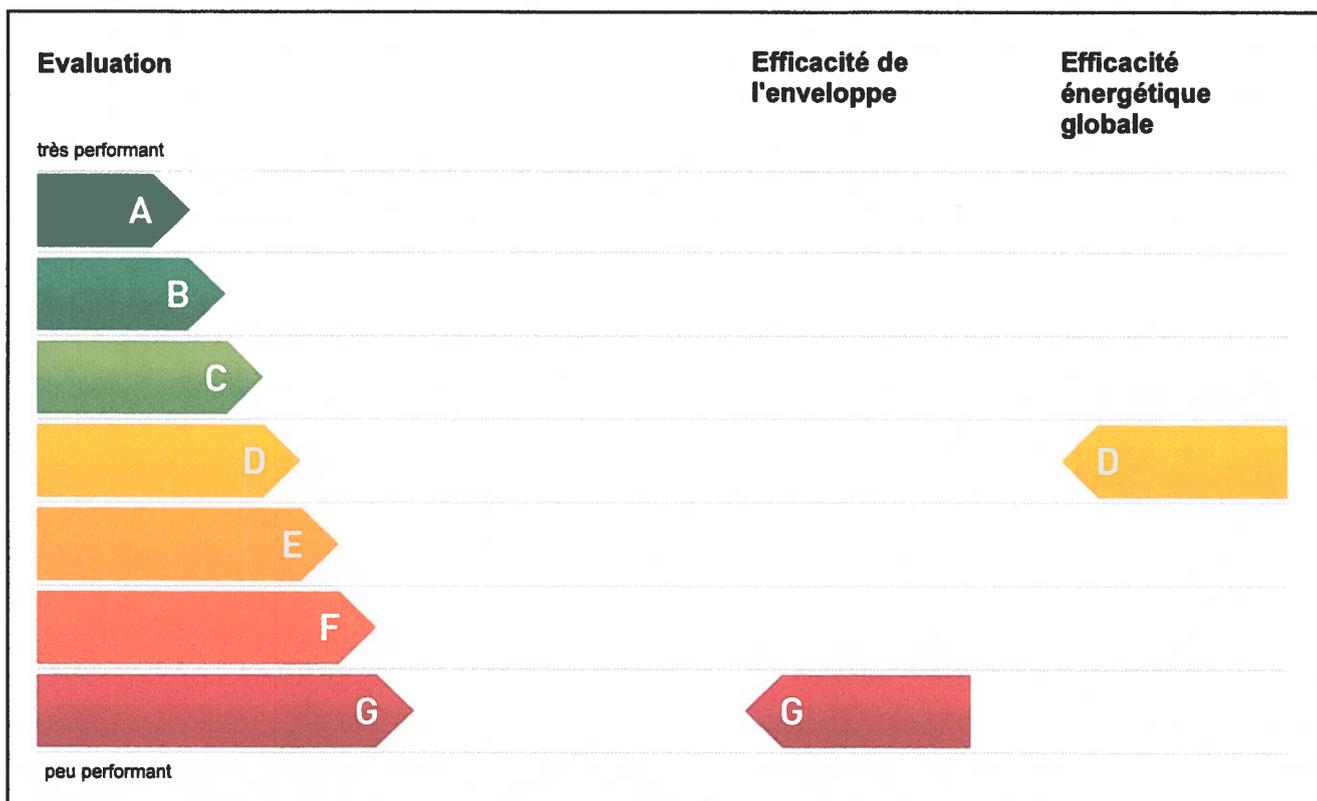
ANNEXES

Annexe 1 : CECB actuel 2016

CERTIFICAT ÉNERGÉTIQUE CANTONAL DES BÂTIMENTS – CECB®



Catégorie d'ouvrage:	école	 NE-00002685.01
Année de construction:	1902	
Adresse:	Rue des Beaux-Arts 30 2000 Neuchâtel	
EGID:	2248675	



Données chiffrées (valeurs calculées, $Q_{h,eff}$)		Certification	
Efficacité de l'enveloppe du bâtiment:	137 kWh/(m ² a)	Date d'émission:	25.07.2016
Efficacité énergétique globale:	133 kWh/(m ² a)	Emetteur (Expert): Thierry Pittet T. Pittet - techniques et ingénierie des bâtiments Pré Nimboz 7 2027 Fresens	
Equivalent-CO ₂ :	4 kg/(m ² a)		
Consommation énergétique annuelle (consommation moyenne mesurée)			
Electricité:	25'000 kWh/a	Timbre, signature: 	T. Pittet - techniques et ingénierie des bâtiments Pré Nimboz 7 CH-2027 Fresens 078 738 86 63
Chauffage:	320'873 kWh/a		
Eau chaude:	9'000 kWh/a		



Description du bâtiment

Informations générales		Enveloppe du bâtiment		Capteurs solaires	
SRE [m²]	6045	V/AE [m³/(h m²)]	0.70	-	
Nombre de salles de classe [-]	40	Type construction	massive	Chauffage	
Halles de gymnastique [-]	0	Plan de base	allongé	Système de chauffage	Chauffage à distance (...)
Nombre d'étages complets [-]	5	Sous-sol chauffé	entièrement	Année de construction	1984
Facteur d'enveloppe [-]	1.51	Toit	Incliné, chauffé partiel.	Utilisation (hiver/été)	0.94 / -
Valeur U [W/(m² K)]		Ventilation		Eau chaude	
Toit/plafond	2.0	-		Combinée au chauffage	-
Murs extérieurs	0.90	-		Taux d'utilisation ECS	-
Fenêtres	2.0	Station météo			-
Sol/Plafond du sous-sol	0.30	Neuchâtel			-

Evaluation

Efficacité de l'enveloppe du bâtiment

G

L'enveloppe du bâtiment présente une isolation thermique très mauvaise, voire médiocre. Elle dépasse les exigences actuelles pour les nouvelles constructions de plus de 3 fois.

Efficacité énergétique globale

D

L'efficacité énergétique globale n'est pas satisfaisante. Le besoin pondéré (chauffage, ECS, électricité) dépasse de 1.5 à 2 fois celui des nouvelles constructions.

Etat de l'enveloppe du bâtiment

	intact	légèrement usé	usé
très bien			
bien		PI	
moyen		Fe	
insuffisant		Mu, To	

Performance énergétique des installations

	Chauffage	Eau chaude	Electricité
très bien			
bien			
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, encore fonctionnel, à rénover) est important au moment de décider s'il vaut la peine de les améliorer et si ceci est possible. Légende: To = toiture, Mu = murs, Fe = fenêtre, PI = plancher

Renseignements généraux

Le Certificat énergétique cantonal des bâtiments (CECB®) permet de déterminer la qualité des immeubles d'habitation et des bâtiments administratifs ou scolaires peu complexes. 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.

Indications en vue d'une éventuelle rénovation

Enveloppe du bâtiment

- Murs extérieurs:** Des mesures au niveau de l'isolation ainsi que des travaux d'entretien sont nécessaires et peut-être rentables.
- Toiture:** Des mesures au niveau de l'isolation ainsi que des travaux d'entretien sont nécessaires et peut-être rentables.
- Plancher:** Des mesures au niveau de l'isolation en même temps que les travaux d'entretien qui s'annoncent sont à examiner.
- Fenêtres:** Le remplacement des fenêtre ou éven. des verres est recommandé et peut-être rentable. Veiller à une bonne isolation des embrasures des fenêtres.

Installations techniques

- Chauffage:** Le chauffage à distance correspond à l'état actuel de la technique avec une bonne efficacité énergétique.
- Eau chaude sanitai** 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. Une façade compacte ou ventilée par l'arrière y remédierait. Si, pour des raisons architecturales ou de protection des monuments, il est impossible de poser une isolation extérieure, on recommande de recourir à une isolation intérieure; mais cette solution présuppose des études de physique du bâtiment. Lors d'échange simultané et nécessaire des fenêtres, une bonne isolation des embrasures et des caissons de stores est à respecter. Dans tous les cas une isolation renforcée et de nouvelles fenêtres améliorent considérablement le confort. Lors d'une rénovation totale, l'installation d'une ventilation mécanique douce est à examiner. L'isolation thermique du toit est insuffisante. Les combles sont déjà partiellement chauffés, donc l'isolation des pans de toits ou murs des combles est recommandée (simultanément au plancher de ceux-ci). L'isolation d'une toiture et l'amélioration de l'étanchéité à l'air au-dessus d'un étage chauffé est important. L'isolation extérieure des parois et 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.
- Etanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment** L'enveloppe du bâtiment est partiellement 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. Il vaut la peine d'optimiser le confort et le maintien de la valeur à long terme. Il faut examiner l'opportunité d'une modernisation selon MINERGIE®.

LE CERTIFICAT ÉNERGÉTIQUE CANTONAL DES BÂTIMENTS (CECB®)

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. C'est un jugement porté sur la qualité énergétique. La transparence ainsi créée est un plus 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 possibles du bâtiment et de ses installations techniques.

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 la qualité énergétique des fenêtres et celle de l'isolation des murs, de la toiture et du plancher. L'efficacité de l'enveloppe est la grandeur déterminante en ce qui concerne le chauffage de l'immeuble.

- L'efficacité énergétique globale se rapporte au chauffage, à la préparation d'eau chaude et à la consommation d'électricité des appareils et des luminaires installés de manière fixe. Les agents énergétiques utilisés sont pondérés par des facteurs prédéterminés: 2 pour l'électricité, 1 pour le mazout, 0,7 pour le bois et 0 pour la chaleur solaire, qui ne compte donc pas dans le total.

MINERGIE®

Les standards que MINERGIE® a définis pour les bâtiments ne sont pas directement reconnaissables dans le certificat énergétique. MINERGIE® est défini sur une base différente et pose des exigences qui vont plus loin, en matière de confort et de rentabilité notamment. En outre, MINERGIE® prescrit une aération mécanique. En première approximation, on peut dire que les modernisations selon MINERGIE® correspondent aux classes A à C du CECB®. Les constructions MINERGIE® nouvelles se situent en classe B ou mieux, et celles selon MINERGIE®-P en classe A. Mais l'affirmation inverse est fautive: les bâtiments bien classés selon le CECB® n'ont pas forcément tous la qualité MINERGIE®.
www.minergie.ch

Principales caractéristiques des classes CECB®

Efficacité de l'enveloppe		Efficacité énergétique globale
A	Excellente isolation thermique, vitrages isolants triples.	Installations à la pointe de la technologie, d'efficacité élevée, pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire et l'éclairage; excellents appareils électriques; utilisation d'énergies renouvelables.
B	D'après la législation en vigueur, exigence minimum à satisfaire par les constructions nouvelles.	Le standard des constructions nouvelles en matière d'enveloppe et d'installations techniques; l'utilisation d'énergies renouvelables améliore encore l'efficacité.
C	Bâtiment dont l'enveloppe a subi une réhabilitation complète.	Bâtiment entièrement réhabilité (enveloppe et installations techniques), le plus souvent avec utilisation d'énergies renouvelables.
D	Bâtiment bien et complètement isolé après coup, avec toutefois des ponts thermiques qui subsistent.	Bâtiment réhabilité dans une large mesure, avec toutefois un certain nombre de lacunes manifestes ou sans utilisation d'énergies renouvelables.
E	Bâtiment dont l'isolation thermique a été améliorée considérablement, avec la pose de nouveaux vitrages isolants.	Bâtiment partiellement réhabilité, avec par exemple un nouveau générateur de chaleur et éventuellement de nouveaux appareils et un nouvel éclairage.
F	Bâtiment partiellement isolé thermiquement.	Bâtiment tout au plus réhabilité partiellement, avec remplacement de certains équipements ou l'utilisation d'énergies renouvelables.
G	Bâtiment non rénové, avec tout au plus une isolation incomplète ou défectueuse, posée après coup, et dont la réhabilitation apporterait un changement radical.	Bâtiment non rénové, sans utilisation d'énergies renouvelables, et dont la réhabilitation apporterait un changement radical.

Pour d'autres renseignements

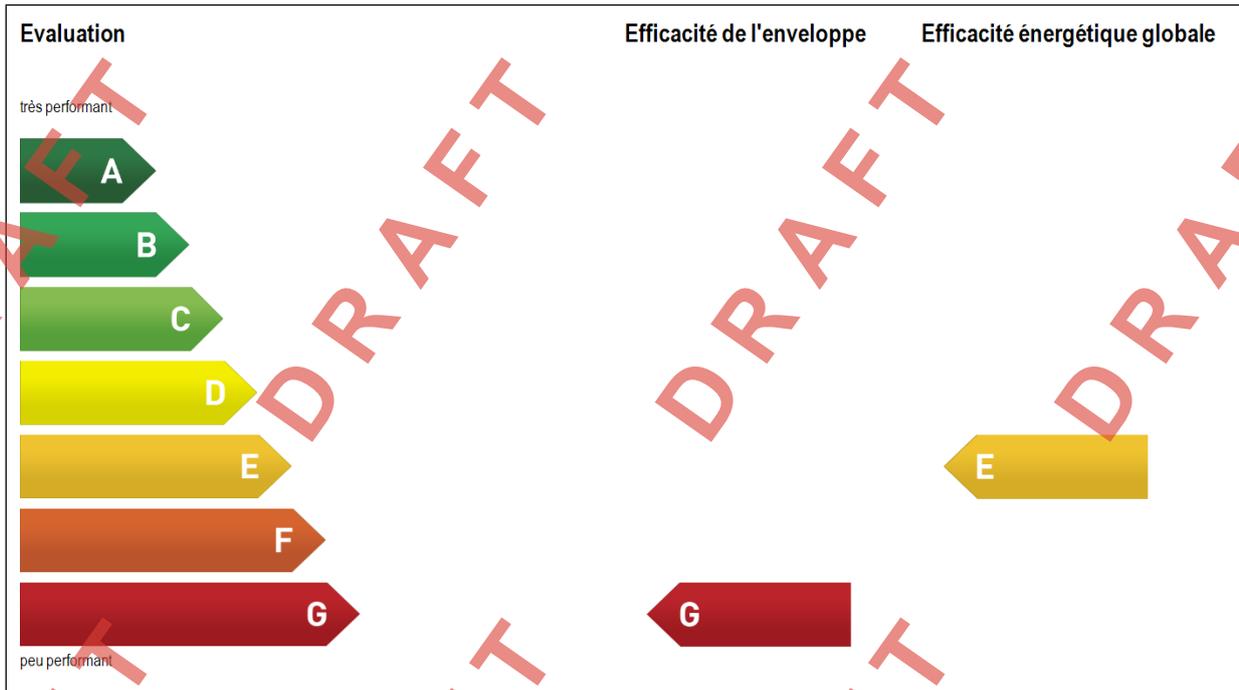
Consultez le site Internet de la Conférence des Directeurs cantonaux de l'énergie. Vous y trouverez des conseils, des brochures, les adresses des Services cantonaux de l'énergie et des Centres de conseils, les bases légales, les programmes d'encouragement, etc.
www.endk.ch

Annexe 2 : CECB actuel selon nouvelle méthode de calcul 2020

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



Catégorie de bâtiment:	École	
Année de construction:	1902	
Nom de projet/Adresse:	Rue des Beaux-Arts 30 2000 Neuchâtel	
N° EGID:	2248675_0	



Données (valeurs calculées, Qh,eff)		Authentification	
Efficacité de l'enveloppe:	137 kWh/(m²a)	Date d'établissement:	18.11.2020
Efficacité énergétique globale:	198 kWh/(m²a)	Émetteur (expert): Quiterie Barthou PPLUS Sàrl Av. du Premier-Mars 20 2001 Neuchâtel	
Equivalent-CO2:	57 kg/(m²a)		
Consommation mesurée (basée sur des valeurs moyennes)		Tampon, signature:	
Chauffage:	320'870 kWh/a		
Eau chaude:	4'500 kWh/a		
Énergie auxiliaire et ménagère:	25'000 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]	6'045	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	40				100 % / 0.94	- / -	1984		
Nombre moyen de pièces		Électro direct	- / -	100 % / 0.94	1984				
Étages entiers	5	Toit/plafond	1.9	2.1					
Facteur d'enveloppe	1.51	Mur	0.90						
Station météo		Sol	0.30	-					
Neuchâtel		Fenêtres et portes	2.0	-					
Affectation du bâtiment (Surface de référence énergétique [m²])				Puissance thermique spécifique [W/m²]					
École (6'045)				Puissance thermique spéc. *				48	
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 par fenêtres, enveloppe étanche		0.70	Inst. PV effect Inst. PV prise en c.	-	-	Efficacité de l'enveloppe du bâtiment (SIA 380/1:2009)		42	33
			Installation CCF			Efficacité énergétique globale (SIA CT 2031/CECB)		86	

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	G	L'enveloppe du bâtiment présente une isolation thermique très mauvaise, voire médiocre. Elle dépasse les exigences actuelles pour les nouvelles constructions de plus de 3 fois.
Efficacité énergétique globale	E	L'efficacité énergétique globale n'est pas satisfaisante. Le besoin pondéré (chauffage, ECS, électricité) dépasse de 1.5 à 2 fois celui des nouvelles constructions.

	Enveloppe du bâtiment			Technique du bâtiment		
	Intact	Légèrement usé	Usé	Chauffage	Eau chaude	Électricité
Très bon						
Bon		Sol				
Moyen		Fe				
Insuffisant		Mu, To, Pl 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., 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 ainsi que des travaux d'entretien sont nécessaires et peut-être rentables.
- Toiture: Des mesures au niveau de l'isolation ainsi que des travaux d'entretien sont nécessaires et peut-être rentables.
- Sol: Des mesures au niveau de l'isolation en même temps que les travaux d'entretien qui s'annoncent sont à examiner.
- Fenêtres: Le remplacement des fenêtre ou évent. des verres est recommandé et peut-être rentable. Veiller à une bonne isolation des embrasures des fenêtres.

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. Une façade compacte ou ventilée par l'arrière y remédierait. Si, pour des raisons architecturales ou de protection des monuments, il est impossible de poser une isolation extérieure, on recommande de recourir à une isolation intérieure; mais cette solution présuppose des études de physique du bâtiment. Lors d'échange simultané et nécessaire des fenêtres, une bonne isolation des embrasures et des caissons de stores est à respecter. Dans tous les cas une isolation renforcée et de nouvelles fenêtres améliorent considérablement le confort. Lors d'une rénovation totale, l'installation d'une ventilation mécanique douce est à examiner. L'isolation thermique du toit est insuffisante. Les combles sont déjà partiellement chauffés, donc l'isolation des pans de toits ou murs des combles est recommandée (simultanément au plancher de ceux-ci). L'isolation d'une toiture et l'amélioration de l'étanchéité à l'air au-dessus d'un étage chauffé est important. L'isolation extérieure des parois et 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 partiellement 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. Il vaut la peine d'optimiser le confort et le maintien de la valeur à long terme. Il faut 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

Principales caractéristiques des classes CECB®

Efficacité de l'enveloppe du bâtiment	Efficacité énergétique globale
A 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 Isolation thermique performante, correspondant aux exigences pour un bâtiment neuf.	Standard des nouvelles constructions en matière d'enveloppe et d'installations techniques.
C 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.
D 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.
E 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.
F 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.
G 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

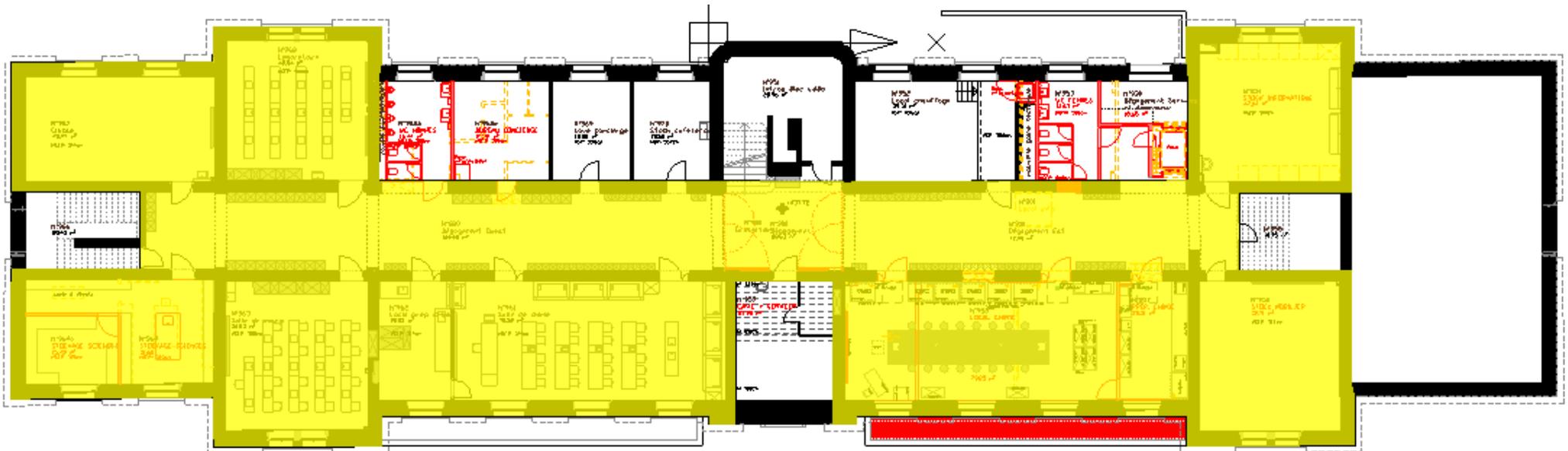
Annexe 3 : Repérage des éléments d'enveloppe

Plans de repérage : SRE

Couleur	Nom
	Surface de référence énergétique

Sous-sol	891.03 m ²
Rez-de-chaussée	1'374.58 m ²
Etage 1	1'374.58 m ²
Etage 2	1'374.58 m ²
Combles	1'031.42 m ²
Surcombles	2.45 m ²
Total	6'048.64 m²

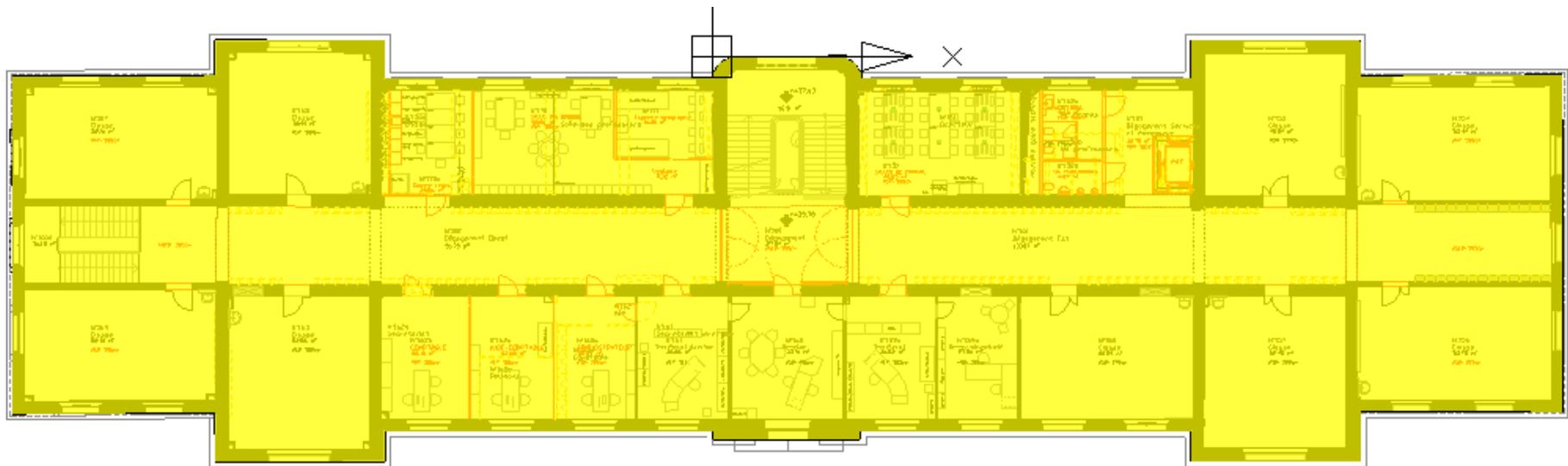
En vert : locaux avec changement d'affectation (passage de chauffé à non chauffé)



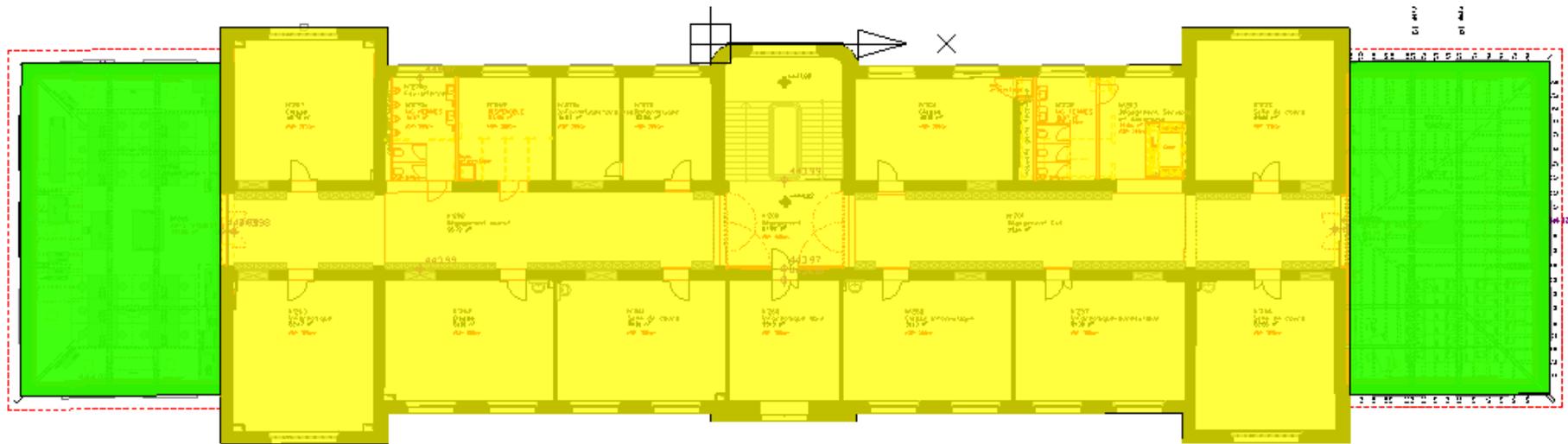
Sous-sol



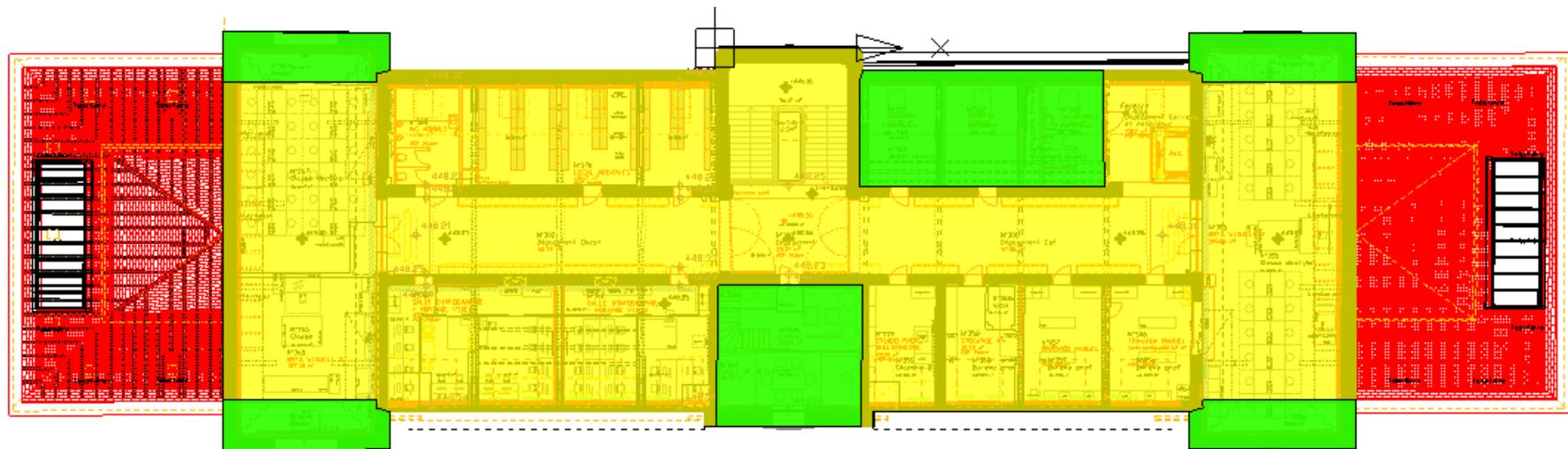
Rez-de-chaussée



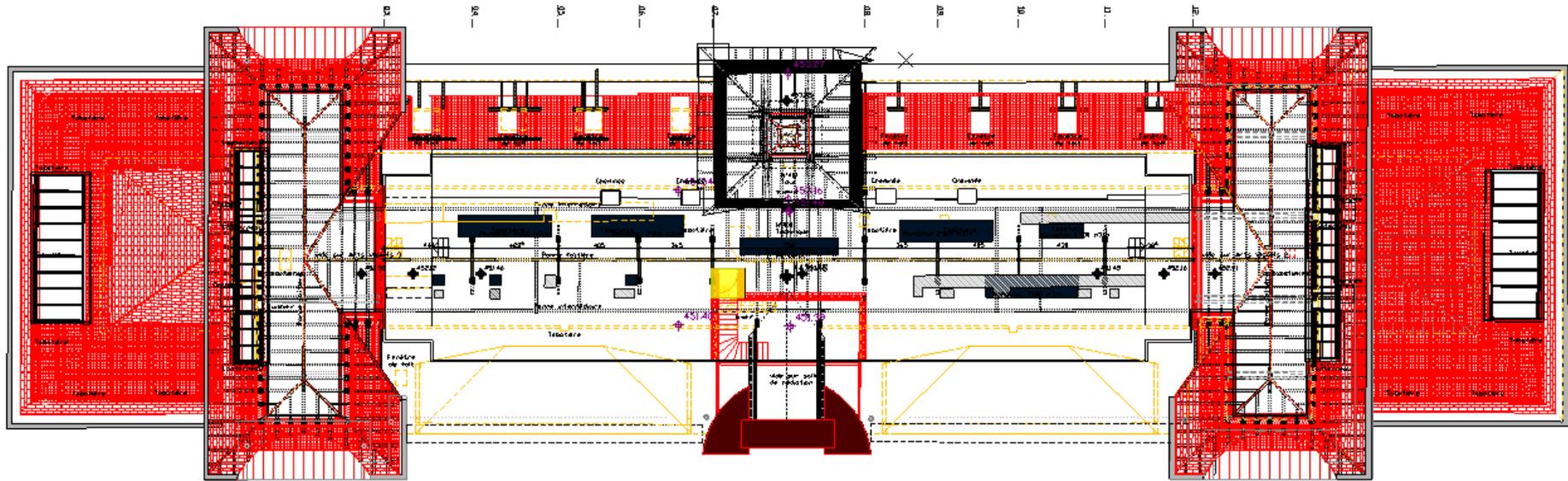
Etage 1



Etage 2



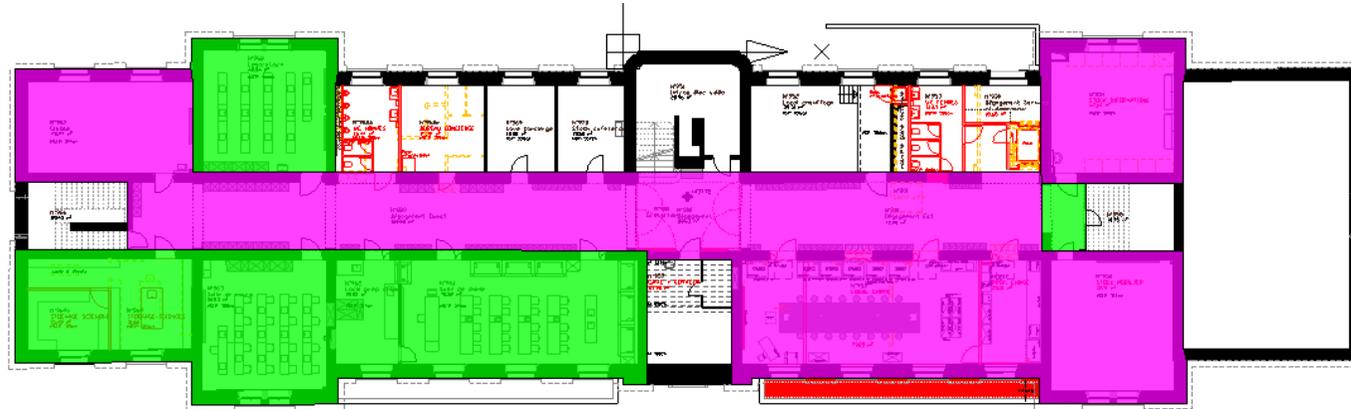
Combles



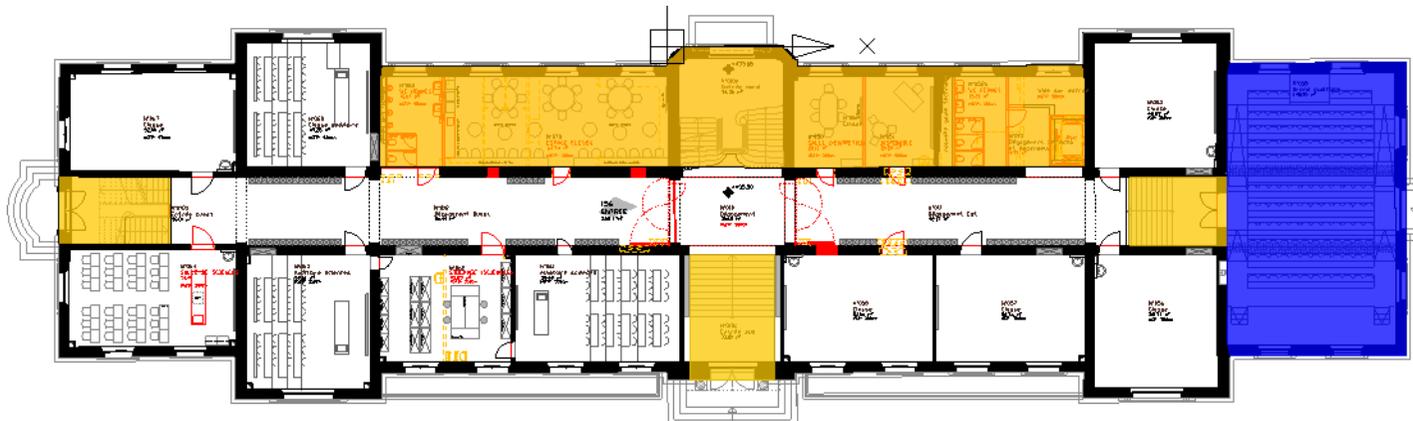
Surcombles

Plans de repérage : planchers

N° Élément	Couleurs	Noms
9	Blue	Radier auditoire
10	Orange	Planchers rez c/ NC
-	Green	Radiers non touchés
11	Purple	Radiers touchés



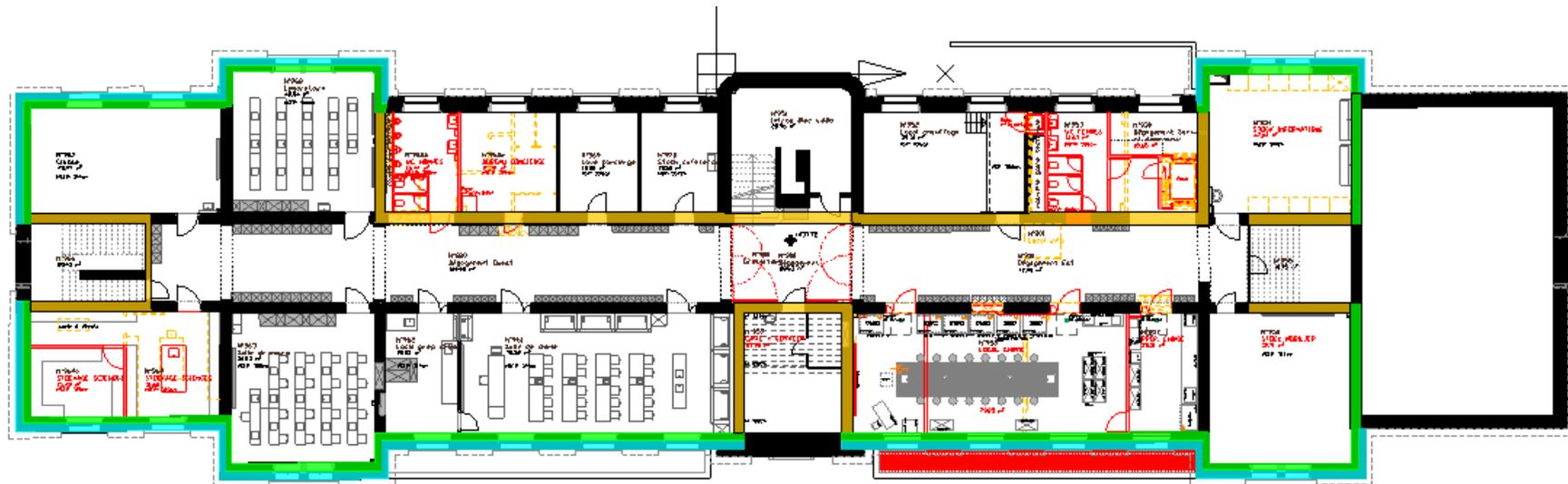
Sous-sol



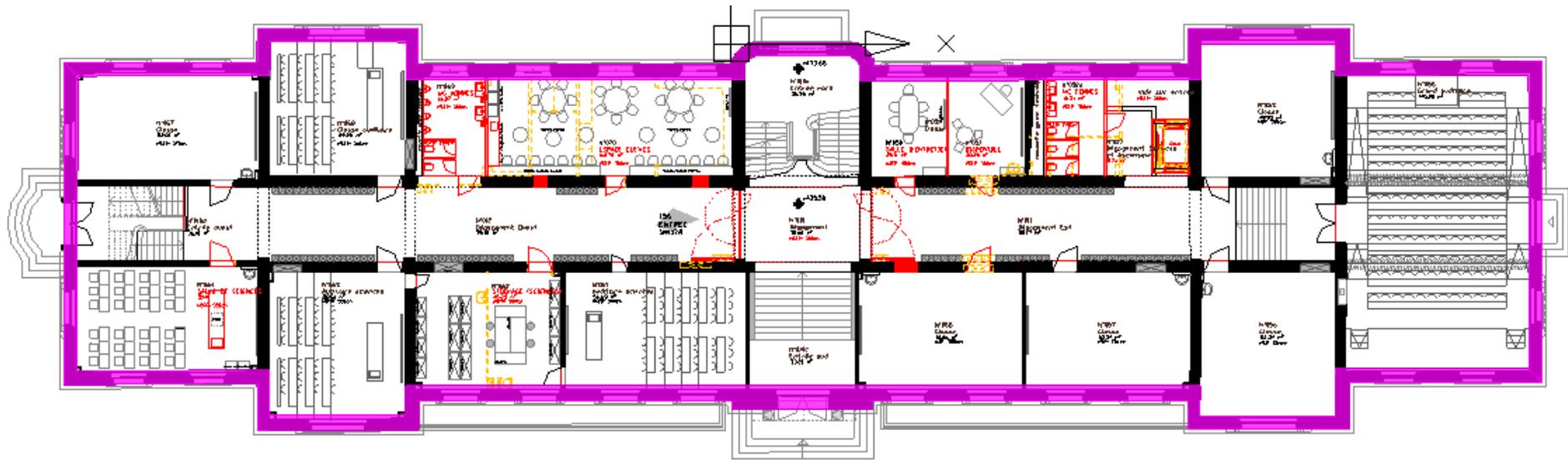
Rez-de-chaussée

Plans de repérage : murs et façades

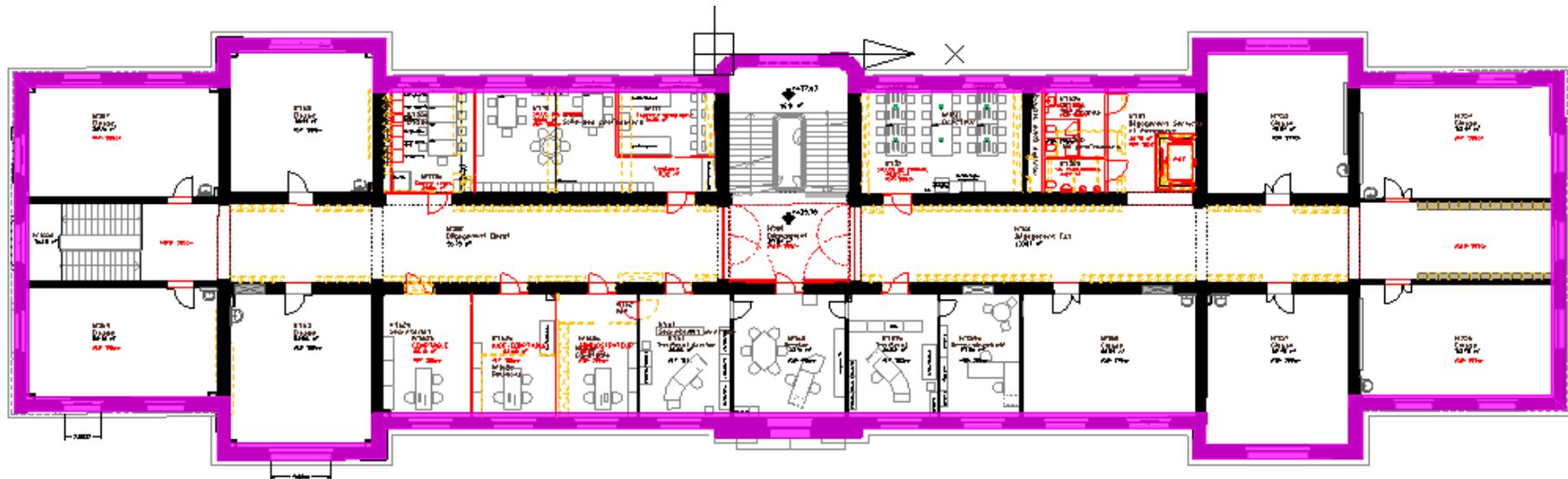
N° Élément	Couleurs	Noms
6		Façade combles et ailes 2e
-		Façade rez et étages
-		Façade sous-sol
-		Façade sous-sol c/ T
8		Mur sous-sol c/ NC



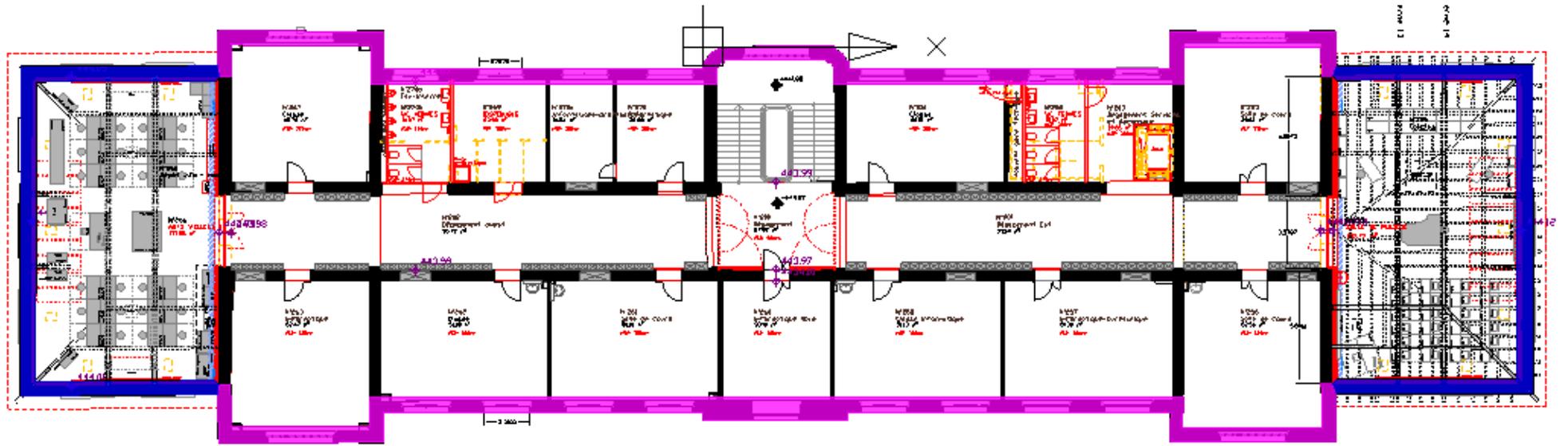
Sous-sol



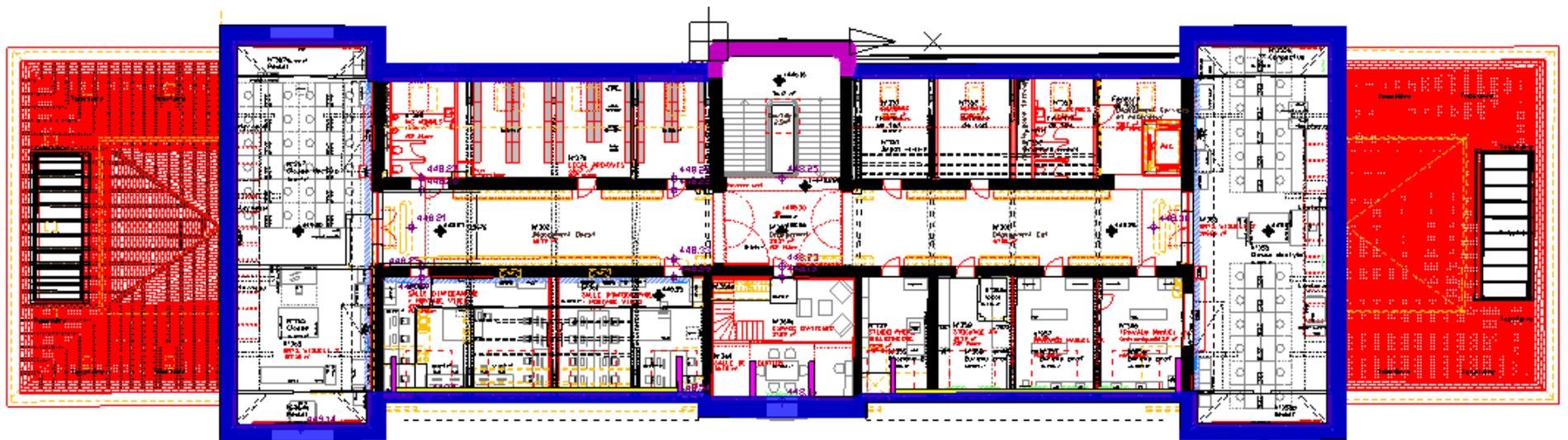
Rez-de-chaussée



Etage 1



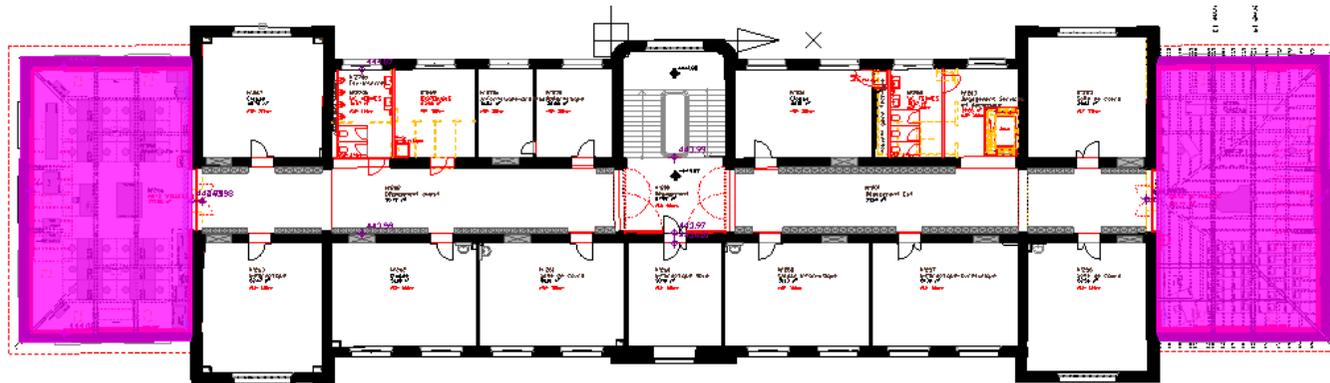
Etage 2



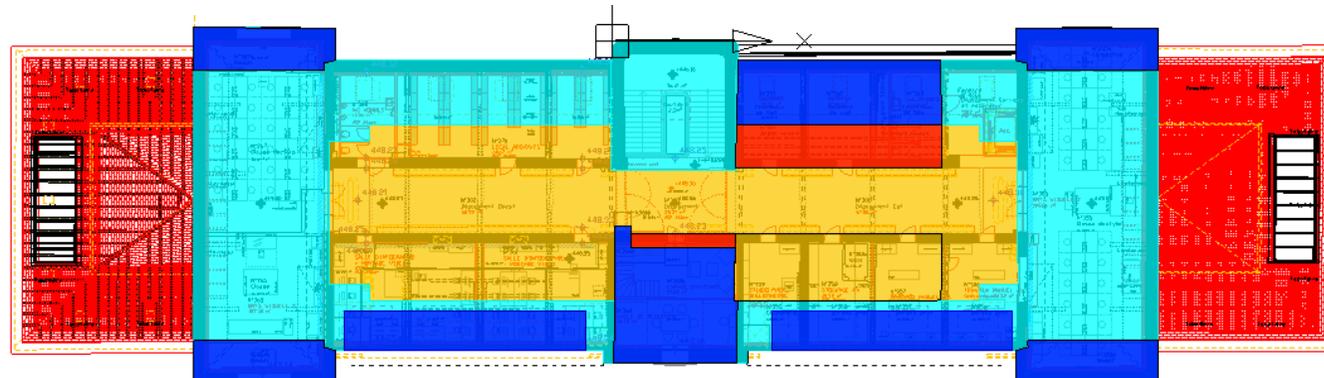
Combles

Plans de repérage : toitures et plafonds

N° Elément	Couleurs	Noms
1		Toiture à pan combles
2		Toiture à pan combles - changement d'affectation
3		Toiture à pan 2e - changement d'affectation
4		Plafond combles c/ NC (dalle des surcombles)
5		Plafond combles c/ NC (dalle des surcombles) - ch. affectation



Etage 2



Combles

Annexe 4 : Tableau des variantes d'assainissement de l'enveloppe

Annexe A4 - Tableau des variantes d'assainissement de l'enveloppe

 SRE (surface de référence énergétique) = 6'049 m²

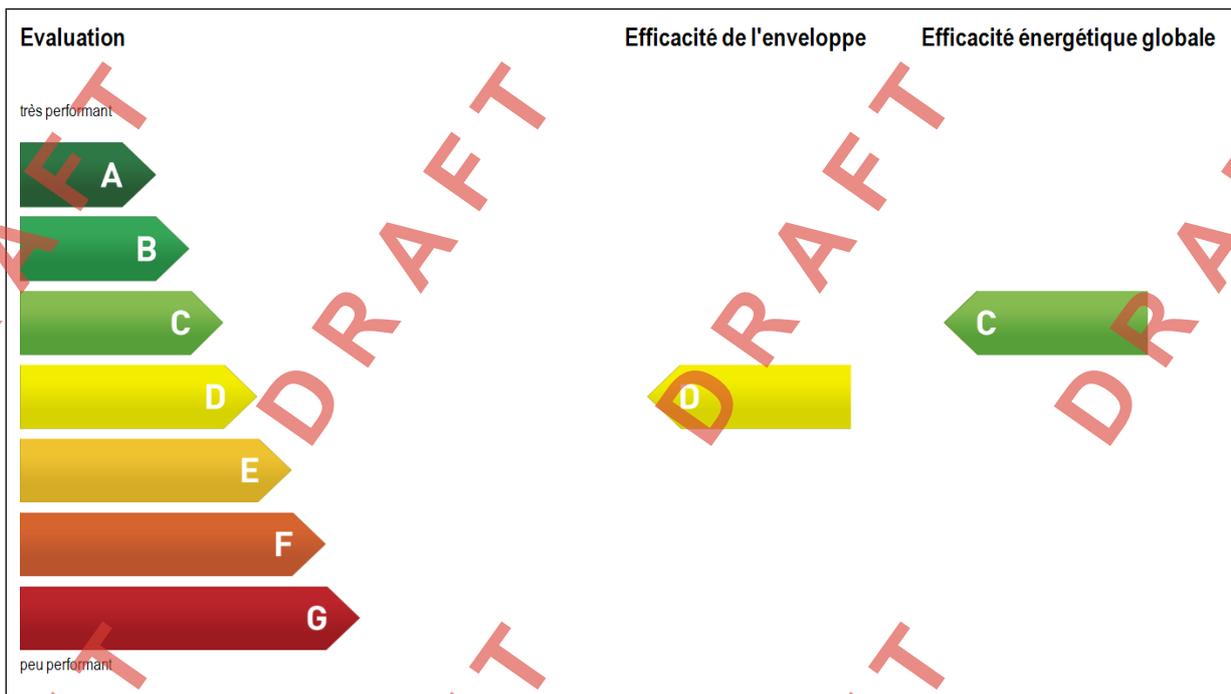
Type d'élément	Valeur U actuelle [W/m ² K]	Valeur U d'assainissement [W/m ² K]	Surface [m ²]	Variantes					
				137kWh/m ² .an en utilisation standard (SRE 6045 m ²)	Actuel + base légale changement d'utilisation	Base + radiers touchés isolés thermiquement	Assainissement partiel optimisé	Variante retenue	Variante retenue + reste des vitrages
				CECB	Base	V01	V02	Retenue	Retenue avec option vitrages
Toiture à pan combles	2.00	0.15	444				x	x	x
Toiture à pan combles - changement d'affectation	2.00	0.25	179		x	x			
Toiture à pan combles - changement d'affectation optimisé	2.00	0.15	179				x	x	x
Toiture à pan 2e - changement d'affectation	4.00	0.25	284		x	x			
Toiture à pan 2e - changement d'affectation optimisé	4.00	0.15	284				x	x	x
Plafond combles c/ NC (dalle des surcombles)	0.90	0.20	326				x	x	x
Plafond combles c/ NC (dalle des surcombles) - ch. affectation	0.90	0.28	35		x	x			
Plafond combles c/ NC (dalle des surcombles) - ch. affectation optimisé	0.90	0.20	35				x	x	x
Façade combles et ailes 2eme - changement d'affectation	0.90	0.25	529		x	x	x	x	x
Contre cœur rez et étages derrière radiateur	0.90	0.25	147					x	x
Murs sous-sol c/ NC	0.90	0.20	322					x	x
Radier auditoire optimisé	3.00	0.15	167					x	x
Planchers rez c/ NC	1.60	0.20	316					x	x
Radier touchés isolés thermiquement	3.00	0.25	557			x			
Velux - changement d'affectation	3.00	1.30	76		x	x			
Velux - changement d'affectation optimisé	3.00	0.90	76				x	x	x
Fenêtre combles et ailes 2eme - changement d'affectation	1.80	1.30	30		x	x			
Fenêtre combles et ailes 2eme - changement d'affectation optimisé	1.80	0.90	30				x	x	x
Fenêtres existantes - remplacement vitrage Ug = 0.60 et g = 0.60	1.80	1.00	617						x
Classe enveloppe				G	F	E	E	D	D
Besoins utiles de chauffage en kWh				828'165	498'183	479'400	403'320	336'450	294'004
Economie en kWh				-	-	18'783	94'863	161'733	204'179
Pourcentage d'économie				-	-	4	19	32	41
Investissement par % d'économie				-	-	100'244	34'701	26'290	26'538

Annexe 5 : CECB Variante retenue

CERTIFICAT ÉNERGÉTIQUE CANTONAL DES BÂTIMENTS - CECB®



Catégorie de bâtiment:	École	
Année de construction:	1902	
Nom de projet/Adresse:	Rue des Beaux-Arts 30 2000 Neuchâtel	
N° EGID:	2248675_0	



Données (valeurs calculées, Qh,eff)		Authentification	
Efficacité de l'enveloppe:	61 kWh/(m²a)	Date d'établissement:	27.11.2020
Efficacité énergétique globale:	90 kWh/(m²a)	Émetteur (expert): Quiterie Barthou PPLUS Sàrl Av. du Premier-Mars 20 2001 Neuchâtel	
Equivalent-CO2:	24 kg/(m²a)		
Consommation mesurée (basée sur des valeurs moyennes)		Tampon, signature:	
Chauffage:	320'870 kWh/a		
Eau chaude:	9'000 kWh/a		
Énergie auxiliaire et ménagère:	25'000 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]	6'049	Contre extérieur ou enterré ≤ 2 m	Contre espace non chauffé ou enterré > 2 m	Chauffage	Eau chaude sanitaire	Année de construction	
Nombre de salles de classe	20			Chauffage à distance	100 % / 1.0	- / -	2021
Nombre moyen de pièces				Boiler PAC eau potable	- / -	100 % / 3.8	2021
Étages entiers	6	Toit/plafond	0.15				
Facteur d'enveloppe	0.92	Mur	0.75				
Station météo		Sol	0.15				
Neuchâtel		Fenêtres et portes	1.9				
Affectation du bâtiment (Surface de référence énergétique [m²])				Puissance thermique spécifique [W/m²]			
École (6'049)				Puissance thermique spéc. *			
				23			
Installations de ventilation	V/AE [m³/(hm²)] Débit d'air neuf thermiquement actif	Production d'électricité	Puissance [kWc]	Gain [kWh/a]	Indicateurs énergétiques standard [kWh/(m²a)]	Valeur-limite	Valeur-cible
Toutes les monobloc (avec rafraîchissement adiabatique, voir détail calcul externe) + ventil. natur	0.83	Inst. PV effect Inst. PV prise en c.	-	67'596 51'373	Efficacité de l'enveloppe du bâtiment (SIA 380/1:2009)	32	26
		Installation CCF		-	Efficacité énergétique globale (SIA CT 2031/CECB)	77	

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_{th} représente une valeur d'optimisation uniquement, et ne sert pas au dimensionnement, même approximatif.

Évaluation

Efficacité de l'enveloppe du bâtiment

D

Excepté pour les combles et les ailes du 2eme isolés, l'enveloppe du bâtiment présente une isolation thermique très mauvaise.

Efficacité énergétique globale

C

Avec le chauffage à distance et le solaire photovoltaïque, l'efficacité énergétique globale est satisfaisante.

Enveloppe du bâtiment

	Intact	Légèrement usé	Usé
Très bon	To, Sol, Pl c. n-c.		
Bon	Mu c. n-c.		
Moyen	Fe		
Insuffisant	Mu, 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: Une intervention au niveau de l'isolation est nécessaire et peut-être rentable.
- Toiture: Des mesures au niveau de l'isolation ne sont pas requises.
- Sol: Des mesures au niveau de l'isolation ne sont pas requises.
- Fenêtres: Le remplacement des fenêtres est recommandé et peut-être rentable. Le cas échéant remplacer simultanément les caissons internes de stores. Veillez à une bonne isolation des embrasures des fenêtres.

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. Une façade compacte ou ventilée par l'arrière y remédierait. Si, pour des raisons architecturales ou de protection des monuments, il est impossible de poser une isolation extérieure, on recommande de recourir à une isolation intérieure; mais cette solution présuppose des études de physique du bâtiment. Lors d'échange simultané et nécessaire des fenêtres, une bonne isolation des embrasures et des caissons de stores est à respecter. Dans tous les cas une isolation renforcée et de nouvelles fenêtres améliorent considérablement le confort. Lors d'une rénovation totale, l'installation d'une ventilation mécanique douce est à examiner. L'isolation thermique du toit est insuffisante. Les combles sont déjà partiellement chauffés, donc l'isolation des pans de toits ou murs des combles est recommandée (simultanément au plancher de ceux-ci). L'isolation d'une toiture et l'amélioration de l'étanchéité à l'air au-dessus d'un étage chauffé est important. L'isolation extérieure des parois et 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 partiellement 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. Il vaut la peine d'optimiser le confort et le maintien de la valeur à long terme. Il faut 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

Principales caractéristiques des classes CECB®

Efficacité de l'enveloppe du bâtiment	Efficacité énergétique globale
A 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 Isolation thermique performante, correspondant aux exigences pour un bâtiment neuf.	Standard des nouvelles constructions en matière d'enveloppe et d'installations techniques.
C 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.
D 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.
E 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.
F 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.
G Bâtiment très peu isolé.	Bâtiment énergivore, avec très fort potentiel d'assainissement tant de l'enveloppe que des installations techniques.

Autres informations

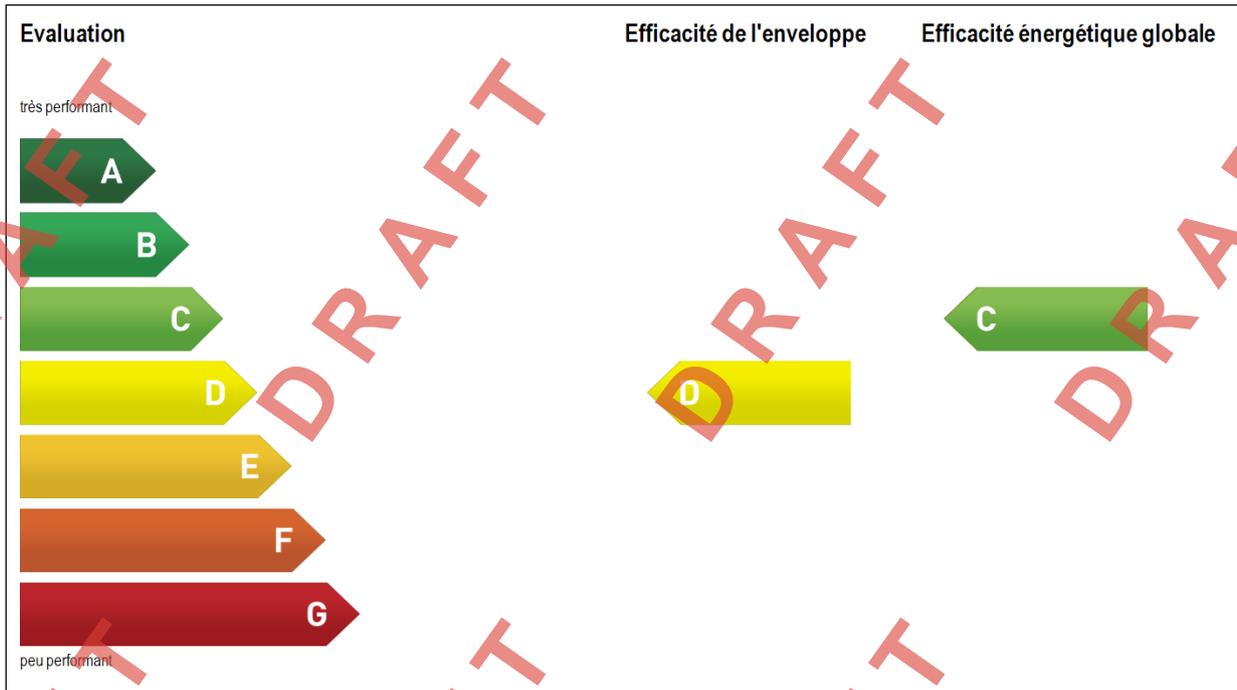
Certaines banques octroient des bonus (ex. taux hypothécaires préférentiels) aux nouvelles constructions certifiées CECB de classe A/A. Utilisez le site des Directeurs Cantonaux de l'Énergie. C'est la plate-forme pour des informations complètes: conseils, brochures, adresses des Services Cantonaux de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

Annexe 6 : CECB Variante retenue avec option vitrages

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



Catégorie de bâtiment:	École	
Année de construction:	1902	
Nom de projet/Adresse:	Rue des Beaux-Arts 30 2000 Neuchâtel	
N° EGID:	2248675_0	



Données (valeurs calculées, Qh,eff)		Authentification	
Efficacité de l'enveloppe:	54 kWh/(m²a)	Date d'établissement:	27.11.2020
Efficacité énergétique globale:	83 kWh/(m²a)	Émetteur (expert): Quiterie Barthou PPLUS Sàrl Av. du Premier-Mars 20 2001 Neuchâtel	
Equivalent-CO2:	22 kg/(m²a)		
Consommation mesurée (basée sur des valeurs moyennes)		Tampon, signature:	
Chauffage:	320'870 kWh/a		
Eau chaude:	9'000 kWh/a		
Énergie auxiliaire et ménagère:	25'000 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]	6'049	Contre extérieur ou enterré ≤ 2 m	Contre espace non chauffé ou enterré > 2 m	Chauffage	Eau chaude sanitaire	Année de construction	
Nombre de salles de classe	20			Chauffage à distance	100 % / 1.0	- / -	2021
Nombre moyen de pièces		Boiler PAC eau potable	- / -	100 % / 3.8	2021		
Étages entiers	6	Toit/plafond	0.15	0.20			
Facteur d'enveloppe	0.92	Mur	0.75	0.21			
Station météo		Sol	0.15	2.3			
Neuchâtel		Fenêtres et portes	1.3	-			
Affectation du bâtiment (Surface de référence énergétique [m²])				Puissance thermique spécifique [W/m²]			
École (6'049)				Puissance thermique spéc. *		21	
Installations de ventilation	V/AE [m³/(hm²)] Débit d'air neuf thermiquement actif	Production d'électricité	Puissance [kWc]	Gain [kWh/a]	Indicateurs énergétiques standard [kWh/(m²a)]	Valeur-limite	Valeur-cible
Toutes les monobloc (avec rafraîchissement adiabatique, voir détail calcul externe) + ventil. natur	0.83	Inst. PV effect Inst. PV prise en c.	-	67'596 51'373	Efficacité de l'enveloppe du bâtiment (SIA 380/1:2009)	32	26
		Installation CCF		-	Efficacité énergétique globale (SIA CT 2031/CECB)	77	

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_{th} représente une valeur d'optimisation uniquement, et ne sert pas au dimensionnement, même approximatif.

Évaluation

Efficacité de l'enveloppe du bâtiment

D

Excepté pour les combles et les ailes du 2eme isolés, l'enveloppe du bâtiment présente une isolation thermique très mauvaise.

Efficacité énergétique globale

C

Avec le chauffage à distance et le solaire photovoltaïque, l'efficacité énergétique globale est satisfaisante.

Enveloppe du bâtiment

	Intact	Légèrement usé	Usé
Très bon	To, Sol, Pl c. n-c.		
Bon	Fe, Mu c. n-c.		
Moyen			
Insuffisant	Mu, 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: Une intervention au niveau de l'isolation est nécessaire et peut-être rentable.
- Toiture: Des mesures au niveau de l'isolation ne sont pas requises.
- Sol: Des mesures au niveau de l'isolation ne sont pas requises.
- Fenêtres: Le remplacement des fenêtres en combinaison avec une isolation des façades est judicieux. Attention à l'isolation des embrasures des fenêtres et le cas échéant au remplacement des caissons internes de stores.

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. Une façade compacte ou ventilée par l'arrière y remédierait. Si, pour des raisons architecturales ou de protection des monuments, il est impossible de poser une isolation extérieure, on recommande de recourir à une isolation intérieure; mais cette solution présuppose des études de physique du bâtiment. Lors d'échange simultané et nécessaire des fenêtres, une bonne isolation des embrasures et des caissons de stores est à respecter. Dans tous les cas une isolation renforcée et de nouvelles fenêtres améliorent considérablement le confort. Lors d'une rénovation totale, l'installation d'une ventilation mécanique douce est à examiner. L'isolation thermique du toit est insuffisante. Les combles sont déjà partiellement chauffés, donc l'isolation des pans de toits ou murs des combles est recommandée (simultanément au plancher de ceux-ci). L'isolation d'une toiture et l'amélioration de l'étanchéité à l'air au-dessus d'un étage chauffé est important. L'isolation extérieure des parois et 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 partiellement 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. Il vaut la peine d'optimiser le confort et le maintien de la valeur à long terme. Il faut 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

Principales caractéristiques des classes CECB®

Efficacité de l'enveloppe du bâtiment	Efficacité énergétique globale
A 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 Isolation thermique performante, correspondant aux exigences pour un bâtiment neuf.	Standard des nouvelles constructions en matière d'enveloppe et d'installations techniques.
C 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.
D 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.
E 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.
F 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.
G 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

Annexe 7 : COP production d'ECS

NUOS II S – peut produire suffisamment d'eau chaude pour 6 personnes

Comparé à un chauffe-eau électrique, le système NUOS ne consomme qu'un quart en courant électrique pour produire la même quantité d'eau chaude. Certes, les frais d'investissement sont plus élevés, mais après seulement 5 ans de service, l'économie de courant commence à porter ses fruits. À l'échelle de la durée de vie totale du chauffe-eau pompe à chaleur, vous bénéficiez d'économies d'énergie tout à fait significatives.

Au niveau fédéral, cantonal et communal, il existe des programmes de soutien et d'encouragement qui subventionnent les mesures d'économies d'énergie. Informez-vous auprès des autorités compétentes.

Données de base Modèle au sol

Description	Unité de mesure	NUOS IIS S 200	NUOS II S 250	NUOS II S 250 W1/W2	NUOS II S 270 S
Volume nominal de stockage	l	200	250	250	270
Ø Conduites d'amenée / d'évacuation d'air	mm	90	95	115/130	-
Poids à vide	kg	90	95	115/130	76
Pompe à chaleur					
Puissance de chauffe avec un air à 20 °C	W	2775	2775	2775	-
Puissance de chauffe avec un air à 7 °C	W	-	-	-	3447
Consommation moyenne d'énergie	W	700	700	700	700
Consommation max. d'énergie	W	900	900	900	1100
Coefficient de performance L 20/W 10-55 selon EN 16147	COP	4,0	3,8	3,6	3,53
Temps de chauffe L 20/W 10-55	h:min	3:08	4:55	5:01	7:38
Quantité max. d'eau chaude à 40 °C					
temp. d'accumulation 55 °C	l	305	385	385	355
temp. d'accumulation 62 °C	l	361	455	455	468
Température max. de l'eau produite par la pompe à chaleur (réglage d'usine 55 °C)	°C	62	62	62	62
Chauffage d'appoint					
Consomm. d'énergie du chauffage d'appoint	W		1500/1000		
Température max. de l'eau produite par le chauffage d'appoint (réglage d'usine 65 °C)	°C	75	75	75	75
Alimentation électrique					
Tension / Consommation max.	V/W		230 monophasé / 2500		
Sécurité du fusible	A	13	13	13	13
Classe de protection		IPX4	IPX4	IPX4	IPX2
Air / aération					
Niveau de puissance acoustique	dB(A)	63***	63***	63***	56
Espace min. requis pour l'installation (*)	m³	25	25	25	-
Hauteur de plafond minimum pour l'install.	m	1,94	2,2	2,2	1,9
Temp. max. à l'emplacement de l'install.	°C		42 (unité extérieure)		
Temp. min. à l'emplacement de l'install.	°C		1 (unité intérieure)		
Temp. min. de l'air (à 90% d'humidité relative) (**)	°C	-7	-7	-7	-10
Temp. max. de l'air (à 90% d'humidité relative) (**)	°C	42	42	42	42

(*) En cas de raccordement sans conduites d'aération

(**) En cas d'utilisation se situant hors de la plage de fonctionnement de la pompe à chaleur, la production d'eau chaude est assurée par la cartouche chauffante.

(***) Silent Mode

Les valeurs moyennes ont été obtenues sur un échantillonnage important de produits.

Annexe 8 : Calcul des besoins en ventilation – sans rafraîchissement

Projet: **Lycée Jean-Piaget - Rue des Beaux-arts 30**

Reports sur le formulaire EN 101b ou sur le formulaire Minergie.		
Débit d'air neuf thermiquement actif	A reporter dans le formulaire justificatif Minergie, champ E40	820 m3/h (valeur moyenne annuelle, sans infiltration)
Besoins en électricité pour la ventilation	A reporter dans le formulaire justificatif Minergie, champ E41	14 429 kWh/a (Ventilateurs + pompes pour les systèmes reliés par circuit d'eau glycolée)

Désign. inst.	En SRE	Affectation	Surface	Type de ventilation	Quantité d'air (de dimensionnement)		Ventilateurs (+ pompes pour les systèmes reliés par circuit d'eau glycolée)			Régulation / Réglage	Heures de pleine charge Ventilation		Type de RC	RC éta		Débit d'air neuf thermiquement actif	Besoins en électricité pour la ventilation
					m3/h	m3/h	EC	kW	kW		h/a	h/a		-	-		
Total en SRE =			1 365		16 100	Valeur calculée		Saisie	Valeur calculée		Saisie	Valeur calculée		Saisie	Valeur calculée	820	14 429
Monobloc Arts visuels 2 et 3	Oui	Salle d'école	300	Air fourni et air repris, RC / batterie de c	2 200	2 200	X	1.50	1.50	Régulateur de zone VAV CO2 uniquement	1 326	1 326	Echangeur de chaleur à plaques de cou	0.75	0.75	111	1 989
Monobloc infographie	Oui	Salle de classe spéciale	180	Air fourni et air repris, RC / batterie de c	1 200	1 200	X	1.00	1.00	Régulateur de zone VAV CO2 uniquement	1 326	1 326	Echangeur de chaleur à plaques de cou	0.75	0.75	61	1 326
Monobloc Art visuel 1 et Musique	Oui	Salle d'école	300	Air fourni et air repris, RC / batterie de c	2 200	2 200	X	1.50	1.50	Régulateur de zone VAV CO2 uniquement	1 326	1 326	Echangeur de chaleur à plaques de cou	0.75	0.75	111	1 989
Monobloc Auditoire	Oui	Auditoire	175	Air fourni et air repris, RC / batterie de c	3 000	3 000	X	2.00	2.00	Régulateur individuel VAV CO2 uniquement	1 342	1 342	Echangeur de chaleur à plaques de cou	0.75	0.75	167	2 684
Monobloc Salles de chimie N°1 et N°2	Oui	Salle de classe spéciale	260	Air fourni et air repris, RC / batterie de c	6 000	6 000	X	4.00	4.00	En trois étapes, en fonction des besoins	500	1 238	Système relié par circuit d'eau glycolée	0.72	0.72	288	4 950
Monobloc des locaux sanitaires	Oui	WC	150	Air fourni et air repris, RC / batterie de c	1 500	1 500	X	1.00	1.00	En deux étapes, en fonction des besoins	1 491	1 491	Echangeur de chaleur à plaques de cou	0.75	0.75	82	1 491
					0				0.00						0.00		
					0				0.00						0.00		
					0				0.00						0.00		
					0				0.00						0.00		
					0				0.00						0.00		
					0				0.00						0.00		
					0				0.00						0.00		
					0				0.00						0.00		
					0				0.00						0.00		
					0				0.00						0.00		
					0				0.00						0.00		
					0				0.00						0.00		
					0				0.00						0.00		
					0				0.00						0.00		
					0				0.00						0.00		
					0				0.00						0.00		
					0				0.00						0.00		
					0				0.00						0.00		
					0				0.00						0.00		

Annexe 9 : Calcul des besoins en ventilation – avec rafraîchissement

Projet: **Lycée Jean-Piaget - Rue des Beaux-arts 30**

Reports sur le formulaire EN 101b ou sur le formulaire Minergie.			
Débit d'air neuf thermiquement actif	A reporter dans le formulaire justificatif Minergie, champ E40	1 165	m ³ /h (valeur moyenne annuelle, sans infiltration)
Besoins en électricité pour la ventilation	A reporter dans le formulaire justificatif Minergie, champ E41	32 160	kWh/a (Ventilateurs + pompes pour les systèmes reliés par circuit d'eau glycolée)

Désign. inst.	En SRE	Affectation	Surface	Type de ventilation	Quantité d'air (de dimensionnement)		Ventilateurs (+ pompes pour les systèmes reliés par circuit d'eau glycolée)			Régulation / Réglage	Heures de pleine charge Ventilation		Type de RC	RC éta		Débit d'air neuf thermiquement actif	Besoins en électricité pour la ventilation
					m ³ /h	m ³ /h	EC	kW	kW		h/a	h/a		-	-		
Total en SRE =			2 620		37 500	Valeur calculée		Saisie	Valeur calculée		Saisie	Valeur calculée		Saisie	Valeur calculée	1 165	32 160
Monobloc Arts visuels 2 et 3	Oui	Salle d'école	300	Air fourni et air repris, RC / batterie de c	2 200	2 200	X	2.00	2.00	Régulateur de zone VAV CO2 uniquement	1 326	1 326	Echangeur de chaleur à plaques de cou	0.75	0.75	111	2 652
Monobloc infographie	Oui	Salle de classe spéciale	180	Air fourni et air repris, RC / batterie de c	1 200	1 200	X	1.00	1.00	Régulateur de zone VAV CO2 uniquement	1 326	1 326	Echangeur de chaleur à plaques de cou	0.75	0.75	61	1 326
Monobloc Art visuel 1 et Musique	Oui	Salle d'école	300	Air fourni et air repris, RC / batterie de c	2 200	2 200	X	2.00	2.00	Régulateur de zone VAV CO2 uniquement	1 326	1 326	Echangeur de chaleur à plaques de cou	0.75	0.75	111	2 652
Monobloc Auditoire	Oui	Auditoire	175	Air fourni et air repris, RC / batterie de c	3 000	3 000	X	4.00	4.00	Régulateur individuel VAV CO2 uniquement	1 342	1 342	Echangeur de chaleur à plaques de cou	0.75	0.75	167	5 368
Monobloc Salles de chimie N°1 et N°2	Oui	Salle de classe spéciale	260	Air fourni et air repris, RC / batterie de c	6 000	6 000	X	6.00	6.00	En trois étapes, en fonction des besoins	500	1 238	Système relié par circuit d'eau glycolée	0.72	0.72	288	7 426
Monobloc des locaux sanitaires	Oui	WC	150	Air fourni et air repris, RC / batterie de c	1 500	1 500	X	1.50	1.50	En deux étapes, en fonction des besoins		1 491	Echangeur de chaleur à plaques de cou	0.75	0.75	82	2 237
						0			0.00						0.00		
Monobloc Arts visuels 2 et 3	Oui	Salle d'école	300	Air fourni et air repris, RC / batterie de c	5 000	5 000	X	5.00	5.00		400	400	Echangeur de chaleur à plaques de cou	0.75	0.75	57	2 000
Monobloc infographie	Oui	Salle de classe spéciale	180	Air fourni et air repris, RC / batterie de c	3 200	3 200	X	4.00	4.00		400	400	Echangeur de chaleur à plaques de cou	0.75	0.75	37	1 600
Monobloc Art visuel 1 et Musique	Oui	Salle d'école	300	Air fourni et air repris, RC / batterie de c	5 000	5 000	X	5.00	5.00		400	400	Echangeur de chaleur à plaques de cou	0.75	0.75	57	2 000
Monobloc Auditoire	Oui	Auditoire	175	Air fourni et air repris, RC / batterie de c	6 000	6 000	X	6.00	6.00		400	400	Echangeur de chaleur à plaques de cou	0.75	0.75	68	2 400
						0			0.00						0.00		
Monobloc Art visuel 1 et Musique		Salle d'école	300	Air fourni et air repris, RC / batterie de c	2 200	2 200	X	5.00	5.00		500	500		0.75	0.00	126	2 500
						0			0.00						0.00		
						0			0.00						0.00		
						0			0.00						0.00		
						0			0.00						0.00		
						0			0.00						0.00		
						0			0.00						0.00		
						0			0.00						0.00		
						0			0.00						0.00		
						0			0.00						0.00		
						0			0.00						0.00		
						0			0.00						0.00		

Annexe 10 : Evaluation de l'éclairage selon SIA 387/4 et Minergie®

Projet	Lycée Jean Piaget Sous-sol
Type de projet	Modification
État du projet	Projet
Maitre de l'ouvrage	SBAT
Architecte	
Planification de l'électricité	Tecnoservice SA
Planification de l'éclairage	

Surface éclairée	807.3 m ²
Energie nécessaire pour l'éclairage	9.0 MWh/a
Profil de l'exigence	Minergie
Exigence pour l'éclairage	16.9 kWh/m ²
Éclairage du projet	11.2 kWh/m ²
Exigence atteinte?	oui
Auteur du justificatif	Thierry Anstett
Date	09.04.2019
Signature	

Tableau 1: Pièces types

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
968 b - WC Hommes	WC	2.0	2.0	2.5	200	11 / -	261	0.80	2297	0.05	FS
968 c - Bureau Concierge	Bureau individuel ou groupé	4.7	4.9	2.8	500	11 / -	261	0.80	2297	0.75	FN
953 - WC Femmes	WC	2.9	4.9	2.8	200	11 / -	261	0.80	2297	0.05	FS
964 - Stockage Sciences	Entrepôt	9.3	5.2	2.8	300	11 / 13	261	0.80	5011	0.05	FN
957, 958 - Salle de chimie	Salle de classe	16.9	5.8	2.8	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
900 - Couloir	Couloir, zone de passage	53.2	3.8	2.8	100	11 / 2	365	0.80	3796	0.05	FS
991 - Salle de chimie	Salle de classe	11.8	5.5	3.1	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
962 - Préparation chimie	Entrepôt	3.6	5.8	3.1	300	11 / 13	261	0.80	5011	0.05	FN
963 - Salle de cours	Salle de classe	7.0	7.3	3.1	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
967 - Salle de cours	Salle de classe	9.3	5.0	3.1	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
968 - Laboratoire	Salle de classe	7.1	6.8	3.1	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
969 - Cave concierge	Entrepôt	3.9	4.9	3.5	300	11 / 13	261	0.80	5011	0.05	FN
970 - Stock cafétéria	Entrepôt	3.8	4.9	3.6	300	11 / 13	261	0.80	5011	0.05	FN
952 - Local chauffage	Entrepôt	7.9	4.9	3.5	300	11 / 13	261	0.80	5011	0.05	FN
954 - Stock informatique	Entrepôt	20.0	20.0	7.0	300	11 / 13	261	0.80	5011	0.05	FN
956 - Stock mobilier	Entrepôt	7.0	7.3	3.1	300	11 / 13	261	0.80	5011	0.05	FN

Tableau 2: Utilisation de la lumière naturelle et régulation de lumière
Lycée Jean Piaget

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...)
968 b - WC Hommes	2.4	0.0	60%	normal	80%	0.4	4	5		fort	rég. per...	a on/off	5
968 c - Bureau Concierge	2.3	0.0	10%	normal	80%	0.4	5	5		fort	manuelle	manuelle	
953 - WC Femmes	2.3	0.0	16%	normal	80%	0.4	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
964 - Stockage Sciences	4.7	0.0	10%	normal	80%	0.4	5	5		fort	manuelle	manuelle	
957, 958 - Salle de chimie	9.5	0.0	10%	normal	80%	0.4	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
900 - Couloir				normal							a on/off	a on/off	15
991 - Salle de chimie	5.5	0.0	9%	normal	80%	0.7	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
962 - Préparation chimie	1.8	0.0	9%	normal	80%	0.7	5	5		fort	manuelle	manuelle	
963 - Salle de cours	3.7	0.0	7%	normal	80%	0.7	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
967 - Salle de cours	3.7	0.0	8%	normal	80%	0.7	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
968 - Laboratoire	3.7	0.0	8%	normal	80%	0.7	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
969 - Cave concierge	1.8	0.0	10%	normal	80%	1.1	5	5		fort	manuelle	manuelle	
970 - Stock cafétéria	1.8	0.0	10%	normal	80%	1.1	5	5		fort	manuelle	manuelle	
952 - Local chauffage	3.7	0.0	10%	normal	80%	1.1	5	5		fort	manuelle	manuelle	
954 - Stock informatique	3.7	0.0	1%	normal	80%	0.6	5	5		fort	manuelle	manuelle	
956 - Stock mobilier	3.7	0.0	7%	normal	80%	0.7	5	5		fort	manuelle	manuelle	

Tableau 3: Luminaires

Luminaire	Numéro Minergie	DEL	Proportion de lumière directe	UGR longitudi. / transv.	Puissance du système	Puissance en veille W	Flux lumineux total	Éfficacité lumineuse lm/W	Nombre de luminaires
Regent, Lampadaire, LEVEL, 76W, 1/0		x	21%	<10/<10	76.0	0.5	10800	142	0
Regent, Plafonnier, MILANO, 23W, 1/0	-	x	80%	<19/<19	23.0		2650	115	4
Regent, Pendentif, LEVEL, 72W, 1/0	-	x	28%	<10/<10	72.0		8750	122	0
Regent, Plafonnier, BOARD, 31W, 1/0	-	x	84%	>25/<25	31.0		3600	116	0
Regent, Plafonnier, SLASH 2, 63W, 1/0	-	x	100%	<25/<25	63.0		5550	88	0
Regent, Plafonnier, SLASH 2, 21W, 1/0	-	x	100%	<25/<25	21.0		1850	88	0
Regent, Plafonnier, MILANO, 23W, 1/0	-	x	80%	<19/<19	23.0		2650	115	7
Regent, Pendentif, LEVEL, 72W, 1/0	-	x	28%	<10/<10	72.0		8750	122	30
Regent, Plafonnier, BOARD, 31W, 1/0	-	x	84%	>25/<25	31.0		3600	116	20
Regent, Plafonnier, SLASH 2, 63W, 1/0	-	x	100%	<25/<25	63.0		5550	88	14
Regent, Plafonnier, SLASH 2, 21W, 1/0	-	x	100%	<25/<25	21.0		1850	88	3

Tableau 4: Liste des pièces

N°	Pièce	Surface nette m ²	Étage	Numéro de pièce	Pièce type attribuée	Type de luminaire	Quantité	Puissance installée W	Puissance spécifique W/m ²
1	Pièce 15	15.3	-1	968b	968 b - WC Hommes	MILANO	4	92.0	6.0
2	Pièce 22	23.2	-1	968c	968 c - Bureau Concierge	LEVEL	2	144.0	6.2
3	Pièce 23	14.3	-1	953	953 - WC Femmes	MILANO	5	115.0	8.0
4	Pièce 24	48.0	-1	964	964 - Stockage Sciences	LEVEL	4	288.0	6.0
5	Pièce 25	98.1	-1	957-958	957, 958 - Salle de chimie	LEVEL	6	432.0	5.0
						BOARD	2	62.0	
6	Pièce 26	202.3	-1	900	900 - Couloir	SLASH 2	14	882.0	4.7
						SLASH 2	3	63.0	
7	Pièce 27	64.6	-1	991	991 - Salle de chimie	LEVEL	6	432.0	6.7
8	Pièce 28	20.8	-1	962	962 - Préparation chimie	MILANO	2	46.0	2.2
9	Pièce 29	50.9	-1	963	963 - Salle de cours	LEVEL	4	288.0	5.7
10	Pièce 30	47.0	-1	967	967 - Salle de cours	LEVEL	4	288.0	6.1
11	Pièce 31	48.3	-1	968	968 - Laboratoire	LEVEL	4	288.0	6.0
12	Pièce 32	18.9	-1	969	969 - Cave concierge	BOARD	2	62.0	3.3
13	Pièce 33	18.4	-1	970	970 - Stock cafétéria	BOARD	2	62.0	3.4
14	Pièce 34	38.8	-1	952	952 - Local chauffage	BOARD	6	186.0	4.8
15	Pièce 35	46.8	-1	954	954 - Stock informatique	BOARD	4	124.0	2.7
16	Pièce 36	51.6	-1	956	956 - Stock mobilier	BOARD	4	124.0	2.4

Tableau 5: Évaluation énergétique

Pièce type	Utilisation typique	Surface m ²	Valeur du projet kWh/m ²	Valeur limite	Valeur cible kWh/m ²	Valeur du projet W/m ²	Valeur limite	Valeur cible W/m ²	Valeur du projet MWh/a	Valeur limite	Valeur cible MWh/a
968 b - WC Hommes	WC	15.3	1.8	11.0	1.1	6.0	9.9	6.4	0.0	0.2	0.0
968 c - Bureau Concierge	Bureau individuel ou groupé	23.2	14.3	29.5	11.9	6.2	13.2	8.6	0.3	0.7	0.3
953 - WC Femmes	WC	14.3	3.9	7.2	1.0	8.0	7.1	4.6	0.1	0.1	0.0
964 - Stockage Sciences	Entrepôt	48.0	30.1	38.4	16.0	6.0	7.8	5.1	1.4	1.8	0.8
957, 958 - Salle de chimie	Salle de classe	98.1	8.5	20.6	8.4	5.0	10.5	6.8	0.8	2.0	0.8
900 - Couloir	Couloir, zone de passage	202.3	5.3	4.8	1.6	4.7	2.5	1.6	1.1	1.0	0.3
991 - Salle de chimie	Salle de classe	64.6	11.5	22.9	9.6	6.7	11.7	7.6	0.7	1.5	0.6
962 - Préparation chimie	Entrepôt	20.8	11.1	50.2	21.3	2.2	10.3	6.6	0.2	1.0	0.4
963 - Salle de cours	Salle de classe	50.9	9.9	23.5	10.0	5.7	11.9	7.7	0.5	1.2	0.5
967 - Salle de cours	Salle de classe	47.0	10.6	24.3	10.3	6.1	12.4	8.0	0.5	1.1	0.5
968 - Laboratoire	Salle de classe	48.3	10.3	23.7	10.1	6.0	12.1	7.8	0.5	1.1	0.5
969 - Cave concierge	Entrepôt	18.9	16.5	54.8	22.9	3.3	11.2	7.3	0.3	1.0	0.4
970 - Stock cafétéria	Entrepôt	18.4	16.9	55.4	23.0	3.4	11.4	7.4	0.3	1.0	0.4
952 - Local chauffage	Entrepôt	38.8	24.0	45.0	18.9	4.8	9.2	6.0	0.9	1.7	0.7
954 - Stock informatique	Entrepôt	46.8	13.3	36.4	16.5	2.7	7.3	4.7	0.6	1.7	0.8
956 - Stock mobilier	Entrepôt	51.6	12.0	39.3	17.1	2.4	8.0	5.2	0.6	2.0	0.9
Résultat total		807.3	11.2	23.9	9.9	4.9	8.4	5.4	9.0	19.3	8.0

Projet	Lycée Jean Piaget Rez-de-chaussée
Type de projet	Modification
État du projet	Projet
Maitre de l'ouvrage	SBAT
Architecte	
Planification de l'électricité	Tecnoservice SA
Planification de l'éclairage	

Surface éclairée	999.9 m ²
Energie nécessaire pour l'éclairage	9.8 MWh/a
Profil de l'exigence	Minergie
Exigence pour l'éclairage	13.6 kWh/m ²
Éclairage du projet	9.8 kWh/m ²
Exigence atteinte?	oui
Auteur du justificatif	S. Facciuto
Date	31.01.2020
Signature	

Valeur cible Minergie Valeur limite

1/2 1/2

Tableau 1: Pièces types

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
010 - Couloir	Couloir, zone de passage	58.5	3.8	2.8	100	11 / 2	365	0.80	3796	0.05	FS
010a Entrée nord	Couloir, zone de passage	5.8	6.7	3.8	100	11 / 2	365	0.80	3796	0.05	FS
013 dégagement	Couloir, zone de passage	2.3	3.9	3.5	100	11 / 2	365	0.80	3796	0.05	FS
050 Salle d'entretien	Entrepôt	3.8	5.3	3.5	300	11 / 13	261	0.80	5011	0.05	FN
051 Disponible	Entrepôt	3.9	5.2	3.5	300	11 / 13	261	0.80	5011	0.05	FN
052 a - WC Femmes	WC	2.9	5.1	2.8	200	11 / -	261	0.80	2297	0.05	FS
053 Classe	Salle de classe	6.8	7.1	3.6	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
056 Classe	Salle de classe	6.9	7.5	3.5	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
057 Classe	Salle de classe	8.3	6.1	3.5	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
058 Classe	Salle de classe	8.3	6.1	3.5	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
061 Auditoire sciences	Salle de classe	9.2	6.1	3.5	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
062 - Stockage sciences	Entrepôt	7.5	6.0	2.8	300	11 / 13	261	0.80	5011	0.05	FN
063 Auditoire sciences	Salle de classe	6.9	7.6	3.5	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
064 - Salle de sciences	Salle de classe	9.4	5.4	2.8	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
069 - WC Hommes	WC	3.2	5.0	2.8	200	11 / -	261	0.80	2297	0.05	FS
070 - Espace élèves	Salle polyvalente	12.7	5.0	2.8	300	11 / 5	313	0.80	4006	0.75	US
067 Classe	Salle de classe	9.4	5.5	3.7	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
068 Classe auditoire	Salle de classe	6.9	7.1	3.5	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
055 Grand auditoire	Amphitéâtre	9.5	15.3	5.2	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN

Tableau 2: Utilisation de la lumière naturelle et régulation de lumière
Lycée Jean Piaget

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...)
010 - Couloir				normal							a on/off	a on/off	15
010a Entrée nord				normal							a on/off	a on/off	15
013 dégagement				normal							a on/off	a on/off	15
050 Salle d'entretien	3.5	0.0	17%	normal	80%	0.1	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
051 Disponible	3.5	0.0	17%	normal	80%	0.1	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
052 a - WC Femmes	3.0	0.0	20%	normal	80%	0.1	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
053 Classe	3.3	0.0	7%	normal	80%	1.2	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
056 Classe	6.0	0.0	12%	normal	80%	0.1	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
057 Classe	7.7	0.0	15%	normal	80%	0.1	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
058 Classe	7.7	0.0	15%	normal	80%	0.1	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
061 Auditoire sciences	7.5	0.0	13%	normal	80%	0.1	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
062 - Stockage sciences	6.3	0.0	14%	normal	80%	0.1	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
063 Auditoire sciences	6.1	0.0	12%	normal	80%	0.1	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
064 - Salle de sciences	8.5	0.0	17%	normal	80%	0.1	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
069 - WC Hommes	2.7	0.0	17%	normal	80%	0.1	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
070 - Espace élèves	8.0	0.0	12%	normal	80%	0.1	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
067 Classe	10.5	0.0	20%	normal	80%	0.2	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
068 Classe auditoire	6.0	0.0	12%	normal	80%	0.1	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
055 Grand auditoire	26.4	0.0	18%	normal	80%	1.0	5	5		fort	manuelle	manuelle	

Tableau 3: Luminaires

Luminaire	Numéro Minergie	DEL	Proportion de lumière directe	UGR longitudi. / transv.	Puissance du système	Puissance en veille W	Flux lumineux total	Éfficacité lumineuse lm/W	Nombre de luminaires
Regent, Plafonnier, MILANO, 23W, 1/0	-	x	80%	<19/<19	23.0		2650	115	0
Regent, Pendentif, LEVEL, 72W, 1/0	-	x	28%	<10/<10	72.0		8750	122	0
Regent, Plafonnier, SLASH 2, 63W, 1/0	-	x	100%	<25/<25	63.0		5550	88	0
Regent, Plafonnier, SLASH 2, 21W, 1/0	-	x	100%	<25/<25	21.0		1850	88	0
Regent, Plafonnier, MILANO, 23W, 1/0	-	x	80%	<19/<19	23.0		2650	115	0
Regent, Pendentif, LEVEL, 72W, 1/0	-	x	28%	<10/<10	72.0		8750	122	0
Regent, Plafonnier, SLASH 2, 63W, 1/0	-	x	100%	<25/<25	63.0		5550	88	0
Regent, Plafonnier, SLASH 2, 21W, 1/0	-	x	100%	<25/<25	21.0		1850	88	0
Regent, Plafonnier, SLASH 2, 63W, 1/0	-	x	100%	<25/<25	63.0		5550	88	15
Regent, Plafonnier, SLASH 2, 21W, 1/0	-	x	100%	<25/<25	21.0		1850	88	6
Regent, Pendentif, LEVEL, 72W, 1/0	-	x	28%	<10/<10	72.0		8750	122	17
Regent, Pendentif, LEVEL, 72W, 1/0	-	x	28%	<10/<10	72.0		8750	122	0
Regent, Plafonnier, MILANO, 23W, 1/0	-	x	80%	<19/<19	23.0		2650	115	9
Regent, Pendentif, LEVEL, 72W, 1/0	-	x	28%	<10/<10	72.0		8750	122	6
Regent, Pendentif, LEVEL, 72W, 1/0	-	x	28%	<10/<10	72.0		8750	122	23
Regent, Pendentif, LEVEL, 72W, 1/0	-	x	28%	<10/<10	72.0		8750	122	4
Regent, Plafonnier, SLASH 2, 21W, 1/0	-	x	100%	<25/<25	21.0		1850	88	28

Tableau 4: Liste des pièces

N°	Pièce	Surface nette m ²	Étage	Numéro de pièce	Pièce type attribuée	Type de luminaire	Quantité	Puissance installée W	Puissance spécifique W/m ²
1	Pièce 7	222.0	0	010	010 - Couloir	SLASH 2	15	945.0	4.6
						SLASH 2	4	84.0	
2	Pièce 9	9.0	0	013	013 dégagement	SLASH 2	2	42.0	4.7
3	Pièce 10	20.2	0	050	050 Salle d'entretien	LEVEL	1	72.0	3.6
4	Pièce 12	14.9	0	052a	052 a - WC Femmes	MILANO	5	115.0	7.7
5	Pièce 13	48.6	0	053	053 Classe	LEVEL	2	144.0	8.9
						LEVEL	4	288.0	
6	Pièce 15	51.9	0	056	056 Classe	LEVEL	3	216.0	4.2
7	Pièce 16	51.1	0	057	057 Classe	LEVEL	4	288.0	5.6
8	Pièce 17	50.9	0	058	058 Classe	LEVEL	4	288.0	5.7
9	Pièce 18	56.3	0	061	061 Auditoire sciences	LEVEL	4	288.0	5.1
10	Pièce 19	44.8	0	062	062 - Stockage sciences	LEVEL	4	288.0	6.4
11	Pièce 20	52.1	0	063	063 Auditoire sciences	LEVEL	4	288.0	5.5
12	Pièce 21	51.1	0	064	064 - Salle de sciences	LEVEL	4	288.0	5.6
13	Pièce 22	16.2	0	069	069 - WC Hommes	MILANO	4	92.0	5.7
14	Pièce 23	64.2	0	070	070 - Espace élèves	LEVEL	6	432.0	6.7
15	Pièce 24	51.9	0	067	067 Classe	LEVEL	6	432.0	8.3
16	Pièce 25	48.8	0	068	068 Classe auditoire	LEVEL	4	288.0	5.9
17	Pièce 27	146.0		055	055 Grand auditoire	SLASH 2	28	588.0	4.0

Tableau 5: Évaluation énergétique

Pièce type	Utilisation typique	Surface m ²	Valeur du projet kWh/m ²	Valeur limite	Valeur cible kWh/m ²	Valeur du projet W/m ²	Valeur limite	Valeur cible W/m ²	Valeur du projet MWh/a	Valeur limite	Valeur cible MWh/a
010 - Couloir	Couloir, zone de passage	222.0	5.3	4.8	1.6	4.6	2.5	1.6	1.2	1.1	0.3
010a Entrée nord	Couloir, zone de passage	0.0	0.0	6.0	1.9	0.0	3.1	2.0	0.0	0.0	0.0
013 dégagement	Couloir, zone de passage	9.0	5.3	9.2	3.0	4.7	4.8	3.1	0.0	0.1	0.0
050 Salle d'entretien	Entrepôt	20.2	13.7	51.2	18.5	3.6	11.0	7.1	0.3	1.0	0.4
051 Disponible	Entrepôt	0.0	0.0	51.2	18.5	0.0	10.9	7.1	0.0	0.0	0.0
052 a - WC Femmes	WC	14.9	3.1	6.9	0.7	7.7	7.1	4.6	0.0	0.1	0.0
053 Classe	Salle de classe	48.6	15.6	25.7	11.1	8.9	13.0	8.4	0.8	1.2	0.5
056 Classe	Salle de classe	51.9	6.7	24.3	9.4	4.2	12.7	8.2	0.3	1.3	0.5
057 Classe	Salle de classe	51.1	8.5	23.7	8.2	5.6	12.8	8.3	0.4	1.2	0.4
058 Classe	Salle de classe	50.9	8.5	23.8	8.2	5.7	12.8	8.3	0.4	1.2	0.4
061 Auditoire sciences	Salle de classe	56.3	8.0	23.5	8.7	5.1	12.5	8.1	0.5	1.3	0.5
062 - Stockage sciences	Entrepôt	44.8	25.9	37.7	14.5	6.4	7.8	5.1	1.2	1.7	0.6
063 Auditoire sciences	Salle de classe	52.1	8.9	24.1	9.3	5.5	12.6	8.2	0.5	1.3	0.5
064 - Salle de sciences	Salle de classe	51.1	8.2	21.3	6.8	5.6	11.4	7.4	0.4	1.1	0.4
069 - WC Hommes	WC	16.2	2.5	6.8	0.9	5.7	6.9	4.5	0.0	0.1	0.0
070 - Espace élèves	Salle polyvalente	64.2	23.4	25.6	13.4	6.7	6.7	4.4	1.5	1.6	0.9
067 Classe	Salle de classe	51.9	11.1	23.3	6.5	8.3	13.2	8.6	0.6	1.2	0.3
068 Classe auditoire	Salle de classe	48.8	9.4	24.1	9.2	5.9	12.7	8.2	0.5	1.2	0.4
055 Grand auditoire	Amphitéâtre	146.0	7.9	22.7	7.0	4.0	12.6	8.1	1.2	3.3	1.0
Résultat total		999.9	9.8	20.0	7.3	5.5	9.5	6.2	9.8	20.0	7.3

Projet	Lycée Jean Piaget 1er étage
Type de projet	Modification
État du projet	Projet
Maitre de l'ouvrage	SBAT
Architecte	
Planification de l'électricité	
Planification de l'éclairage	

Surface éclairée	1077.9 m ²
Energie nécessaire pour l'éclairage	7.9 MWh/a
Profil de l'exigence	Minergie
Exigence pour l'éclairage	12.6 kWh/m ²
Éclairage du projet	7.3 kWh/m ²
Exigence atteinte?	oui
Auteur du justificatif	S. Facciuto
Date	31.01.2020
Signature	

Valeur cible Minergie Valeur limite

1/2 1/2

Tableau 1: Pièces types

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
100 - Couloir	Couloir, zone de passage	68.1	3.8	2.8	100	11 / 2	365	0.80	3796	0.05	FS
171 - Espace reprographie	Salle des profs	4.8	3.3	2.8	300	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
100 - Couloir	Couloir, zone de passage	68.1	3.8	2.8	100	11 / 2	365	0.80	3796	0.05	FS
103 Déga.+Asc.	Couloir, zone de passage	3.7	4.6	3.8	100	11 / 2	365	0.80	3796	0.05	FS
151 - Directeur	Bureau individuel ou groupé	8.0	5.2	2.8	500	11 / -	261	0.80	2297	0.75	FN
152 a - WC	WC	3.0	5.1	2.8	200	11 / -	261	0.80	2297	0.05	FS
153 Classe	Salle de classe	6.9	7.2	3.8	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
154 Classe	Salle de classe	9.6	5.7	3.9	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
156 Classe	Salle de classe	9.6	5.7	3.9	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
157 Classe	Salle de classe	7.0	7.6	3.8	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
158 Classe	Salle de classe	8.5	6.2	3.8	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
159 a - Bureau administratif	Bureau individuel ou groupé	4.0	6.0	2.8	500	11 / -	261	0.80	2297	0.75	FN
159 b - Secrétariat	Bureau individuel ou groupé	4.4	6.0	2.8	500	11 / -	261	0.80	2297	0.75	FN
160 - Direction	Bureau individuel ou groupé	5.5	6.0	2.8	500	11 / -	261	0.80	2297	0.75	FN
161 - Secrétariat direction	Bureau individuel ou groupé	4.5	6.0	2.8	500	11 / -	261	0.80	2297	0.75	FN
162 a - Administrateur	Bureau individuel ou groupé	4.0	6.0	2.8	500	11 / -	261	0.80	2297	0.75	FN
162 b - Comptable	Bureau individuel ou groupé	4.4	6.0	2.8	500	11 / -	261	0.80	2297	0.75	FN
162 c - Aide Comptable	Bureau individuel ou groupé	4.0	6.1	2.8	500	11 / -	261	0.80	2297	0.75	FN
163 Classe	Salle de classe	7.0	7.7	3.8	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
164 Classe	Salle de classe	9.5	5.6	3.8	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
167 Classe	Salle de classe	9.5	5.6	3.8	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
168 Classe	Salle de classe	7.0	7.1	3.8	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
170 - Salle des Maîtres	Salle des profs	10.1	4.4	2.8	300	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
170 a - Espace Repas	Restaurant self-service	4.1	5.1	2.8	200	7 / -	313	0.80	1753	0.75	FN
171 - Espace reprographie	Entrepôt	4.8	3.3	2.8	300	11 / 13	261	0.80	5011	0.05	FN

Tableau 2: Utilisation de la lumière naturelle et régulation de lumière
Lycée Jean Piaget

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...)
100 - Couloir				normal							rég. per...	a on/off	15
171 - Espace reprographie	3.3	0.0	21%	normal	80%	0.1	4	5		fort	rég. per...	a on/off	15
100 - Couloir	2.7	0.0	1%	normal	80%	0.1	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
103 Déga.+Asc.	4.7	0.0	28%	normal	80%	0.1	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
151 - Directeur	6.7	0.0	16%	normal	80%	0.1	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
152 a - WC	3.4	0.0	22%	normal	80%	0.1	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
153 Classe	7.6	0.0	15%	normal	80%	0.1	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
154 Classe	13.2	0.0	24%	normal	80%	0.1	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
156 Classe	13.2	0.0	24%	normal	80%	0.1	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
157 Classe	7.3	0.0	14%	normal	80%	0.1	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
158 Classe	9.6	0.0	18%	normal	80%	0.1	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
159 a - Bureau administratif	3.6	0.0	15%	normal	80%	0.1	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
159 b - Secrétariat	3.6	0.0	13%	normal	80%	0.1	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
160 - Direction	3.6	0.0	11%	normal	80%	0.1	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
161 - Secrétariat direction	3.5	0.0	13%	normal	80%	0.1	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
162 a - Administrateur	3.5	0.0	15%	normal	80%	0.1	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
162 b - Comptable	3.5	0.0	13%	normal	80%	0.1	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
162 c - Aide Comptable	3.6	0.0	15%	normal	80%	0.1	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
163 Classe	7.5	0.0	14%	normal	80%	0.1	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
164 Classe	13.1	0.0	25%	normal	80%	0.1	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
167 Classe	13.1	0.0	25%	normal	80%	0.1	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
168 Classe	7.1	0.0	14%	normal	80%	0.1	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
170 - Salle des Maîtres	6.6	0.0	15%	normal	80%	0.1	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
170 a - Espace Repas	2.7	0.0	13%	normal	80%	0.4	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
171 - Espace reprographie	3.3	0.0	21%	normal	80%	0.1	5	5		fort	a on/off	a on/off	15

Tableau 3: Luminaires

Luminaire	Numéro Minergie	DEL	Proportion de lumière directe	UGR longitudi. / transv.	Puissance du système	Puissance en veille W	Flux lumineux total	Éfficacité lumineuse lm/W	Nombre de luminaires
Regent, Pendentif, LEVEL, 72W, 1/0	-	x	28%	<10/<10	72.0		8750	122	0
Regent, Plafonnier, MILANO, 23W, 1/0	-	x	80%	<19/<19	23.0		2650	115	0
Regent, Plafonnier, SLASH 2, 63W, 1/0	-	x	100%	<25/<25	63.0		5550	88	0
Regent, Plafonnier, SLASH 2, 21W, 1/0	-	x	100%	<25/<25	21.0		1850	88	0
Regent, Pendentif, LEVEL, 72W, 1/0	-	x	28%	<10/<10	72.0		8750	122	1
Regent, Plafonnier, MILANO, 23W, 1/0	-	x	80%	<19/<19	23.0		2650	115	0
Regent, Plafonnier, SLASH 2, 63W, 1/0	-	x	100%	<25/<25	63.0		5550	88	0
Regent, Plafonnier, SLASH 2, 21W, 1/0	-	x	100%	<25/<25	21.0		1850	88	0
Regent, Plafonnier, SLASH 2, 63W, 1/0	-		100%	<25/<25	63.0		5550	88	18
Regent, Plafonnier, SLASH 2, 21W, 1/0	-		100%	<25/<25	21.0		1850	88	5
Regent, Plafonnier, SLASH 2, 63W, 1/0	-		100%	<25/<25	63.0		5550	88	1
Regent, Pendentif, LEVEL, 72W, 1/0	-		28%	<10/<10	72.0		8750	122	58
Regent, Plafonnier, MILANO, 23W, 1/0	-		80%	<19/<19	23.0		2650	115	0

Tableau 4: Liste des pièces

N°	Pièce	Surface nette m ²	Étage	Numéro de pièce	Pièce type attribuée	Type de luminaire	Quantité	Puissance installée W	Puissance spécifique W/m ²
1	Pièce 15	15.7	1	171	171 - Espace reprographie	LEVEL	1	72.0	4.6
2	Pièce 17	262.2	1	100	100 - Couloir	SLASH 2	18	1134.0	4.6
						SLASH 2	4	84.0	
3	Pièce 18	16.8	1	103	103 Déga.+Asc.	SLASH 2	1	63.0	5.0
						SLASH 2	1	21.0	
4	Pièce 19	41.2	1	151	151 - Directeur	LEVEL	4	288.0	7.0
5	Pièce 21	49.8	1	153	153 Classe	LEVEL	3	216.0	4.3
6	Pièce 22	54.7	1	154	154 Classe	LEVEL	4	288.0	5.3
7	Pièce 23	55.0	1	156	156 Classe	LEVEL	4	288.0	5.2
8	Pièce 24	53.2	1	157	157 Classe	LEVEL	3	216.0	4.1
9	Pièce 25	52.5	1	158	158 Classe	LEVEL	4	288.0	5.5
10	Pièce 26	24.1	1	159a	159 a - Bureau administratif	LEVEL	2	144.0	6.0
11	Pièce 27	26.6	1	159b	159 b - Secrétariat	LEVEL	2	144.0	5.4
12	Pièce 28	33.3	1	160	160 - Direction	LEVEL	2	144.0	4.3
13	Pièce 29	26.9	1	161	161 - Secrétariat direction	LEVEL	2	144.0	5.4
14	Pièce 30	24.0	1	162a	162 a - Administrateur	LEVEL	2	144.0	6.0
15	Pièce 31	26.6	1	162b	162 b - Comptable	LEVEL	2	144.0	5.4
16	Pièce 32	24.5	1	162c	162 c - Aide Comptable	LEVEL	2	144.0	5.9
17	Pièce 33	53.4	1	163	163 Classe	LEVEL	3	216.0	4.0
18	Pièce 34	53.4	1	164	164 Classe	LEVEL	4	288.0	5.4
19	Pièce 35	53.4	1	167	167 Classe	LEVEL	4	288.0	5.4
20	Pièce 36	49.7	1	168	168 Classe	LEVEL	3	216.0	4.3
21	Pièce 37	44.1	1	170	170 - Salle des Maîtres	LEVEL	5	360.0	8.2
22	Pièce 38	21.0	1	170a	170 a - Espace Repas	LEVEL	2	144.0	6.8
23	Pièce 39	15.7	1	171	171 - Espace reprographie	LEVEL	1	72.0	4.6

Tableau 5: Évaluation énergétique

Pièce type	Utilisation typique	Surface m ²	Valeur du projet kWh/m ²	Valeur limite	Valeur cible kWh/m ²	Valeur du projet W/m ²	Valeur limite	Valeur cible W/m ²	Valeur du projet MWh/a	Valeur limite	Valeur cible MWh/a
100 - Couloir	Couloir, zone de passage	0.0	0.0	4.8	1.5	0.0	2.5	1.6	0.0	0.0	0.0
171 - Espace reprographie	Salle des profs	15.7	4.2	15.2	2.7	4.6	8.8	5.7	0.1	0.2	0.0
100 - Couloir	Couloir, zone de passage	262.2	5.3	4.8	1.5	4.6	2.5	1.6	1.4	1.2	0.4
103 Déga.+Asc.	Couloir, zone de passage	16.8	3.7	6.4	0.9	5.0	4.1	2.6	0.1	0.1	0.0
151 - Directeur	Bureau individuel ou groupé	41.2	11.8	25.3	8.3	7.0	11.8	7.7	0.5	1.0	0.3
152 a - WC	WC	0.0	0.0	6.9	0.7	0.0	7.1	4.6	0.0	0.0	0.0
153 Classe	Salle de classe	49.8	6.5	24.7	8.5	4.3	13.3	8.6	0.3	1.2	0.4
154 Classe	Salle de classe	54.7	6.4	22.8	5.1	5.3	13.3	8.6	0.3	1.2	0.3
156 Classe	Salle de classe	55.0	6.3	22.7	5.1	5.2	13.3	8.6	0.3	1.3	0.3
157 Classe	Salle de classe	53.2	6.3	24.7	9.0	4.1	13.2	8.5	0.3	1.3	0.5
158 Classe	Salle de classe	52.5	7.7	23.7	7.2	5.5	13.2	8.5	0.4	1.2	0.4
159 a - Bureau administratif	Bureau individuel ou groupé	24.1	10.4	28.6	9.9	6.0	13.2	8.6	0.3	0.7	0.2
159 b - Secrétariat	Bureau individuel ou groupé	26.6	9.7	28.1	10.3	5.4	12.9	8.4	0.3	0.8	0.3
160 - Direction	Bureau individuel ou groupé	33.3	8.1	27.1	10.7	4.3	12.2	7.9	0.3	0.9	0.4
161 - Secrétariat direction	Bureau individuel ou groupé	26.9	9.7	28.2	10.4	5.4	12.9	8.3	0.3	0.8	0.3
162 a - Administrateur	Bureau individuel ou groupé	24.0	10.5	28.7	10.0	6.0	13.3	8.6	0.3	0.7	0.2
162 b - Comptable	Bureau individuel ou groupé	26.6	9.7	28.2	10.3	5.4	12.9	8.4	0.3	0.7	0.3
162 c - Aide Comptable	Bureau individuel ou groupé	24.5	10.3	28.6	10.0	5.9	13.2	8.5	0.3	0.7	0.2
163 Classe	Salle de classe	53.4	6.2	24.6	8.9	4.0	13.2	8.5	0.3	1.3	0.5
164 Classe	Salle de classe	53.4	6.5	22.6	4.9	5.4	13.3	8.6	0.3	1.2	0.3
167 Classe	Salle de classe	53.4	6.5	22.6	4.9	5.4	13.3	8.6	0.3	1.2	0.3
168 Classe	Salle de classe	49.7	6.7	24.9	8.9	4.3	13.3	8.6	0.3	1.2	0.4
170 - Salle des Maîtres	Salle des profs	44.1	11.1	13.1	3.6	8.2	7.2	4.6	0.5	0.6	0.2
170 a - Espace Repas	Restaurant self-service	21.0	8.9	13.2	4.1	6.8	8.1	5.3	0.2	0.3	0.1
171 - Espace reprographie	Entrepôt	15.7	17.1	48.6	16.3	4.6	10.3	6.7	0.3	0.8	0.3

Tableau 5: Évaluation énergétique (2)**Lycée Jean Piaget**

Pièce type	Utilisation typique	Surface m ²	Valeur du projet kWh/m ²	Valeur limite	Valeur cible kWh/m ²	Valeur du projet W/m ²	Valeur limite	Valeur cible W/m ²	Valeur du projet MWh/a	Valeur limite	Valeur cible MWh/a
Résultat total		1077.9	7.3	19.3	6.0	5.1	9.9	6.4	7.9	20.8	6.5

Projet	Lycée Jean Piaget 2ème étage
Type de projet	Nouvelle construction
État du projet	Projet
Maitre de l'ouvrage	SBAT
Architecte	
Planification de l'électricité	Tecnoservice SA
Planification de l'éclairage	

Surface éclairée	1076.2 m ²
Energie nécessaire pour l'éclairage	11.9 MWh/a
Profil de l'exigence	Minergie
Exigence pour l'éclairage	13.4 kWh/m ²
Éclairage du projet	11.1 kWh/m ²
Exigence atteinte?	oui
Auteur du justificatif	
Date	31.01.2020
Signature	

Valeur cible Minergie Valeur limite

1/2 1/2

Tableau 1: Pièces types

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
200 - Couloir	Couloir, zone de passage	55.2	3.8	2.8	100	11 / 2	365	0.80	3796	0.05	FS
203 Degagement + Asc.	Couloir, zone de passage	3.7	4.5	3.9	100	11 / 2	365	0.80	3796	0.05	FS
251 Classe	Salle de classe	7.9	5.3	3.7	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
252 - WC Femmes	WC	3.0	5.0	2.8	200	11 / -	261	0.80	2297	0.05	FS
253 Salles de cours	Salle de classe	6.9	7.2	3.3	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
255 - Salle de musique	Salle de classe	9.1	15.0	3.8	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
256 Salle de cours	Salle de classe	7.0	7.7	3.3	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
257 Informatique-bureauti...	Salle de classe	8.5	6.2	3.7	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
258 Classe Inf.	Salle de classe	8.4	6.2	3.7	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
260 Informatique libre	Bureau individuel ou groupé	5.4	6.5	3.7	500	11 / -	261	0.80	2297	0.75	FN
261 Salle de cours	Salle de classe	8.4	6.2	3.7	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
262 Classe	Salle de classe	8.5	6.2	3.7	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
263 Informatique	Salle de classe	7.0	7.7	3.3	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
266 - Arts Visuels 1	Salle de classe	9.1	15.1	3.8	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
267 Classe	Salle de classe	7.0	7.1	3.3	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
269 - Disponible	Entrepôt	4.8	5.1	3.8	300	11 / 13	261	0.80	5011	0.05	FN
270 Informatique	Salle de classe	4.5	5.3	3.9	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
270 b - WC Hommes	WC	3.2	5.1	3.9	200	11 / -	261	0.80	2297	0.05	FS
270a Inf.-Professeurs	Salle des profs	3.2	5.3	3.9	300	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN

Tableau 2: Utilisation de la lumière naturelle et régulation de lumière
Lycée Jean Piaget

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...)
200 - Couloir				normal							a on/off	a on/off	15
203 Degagement + Asc.	2.7	0.0	16%	normal	80%	1.4	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
251 Classe	9.9	0.0	23%	normal	80%	0.2	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
252 - WC Femmes	3.8	0.0	26%	normal	80%	0.1	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
253 Salles de cours	6.4	0.0	13%	normal	80%	0.1	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
255 - Salle de musique				normal							a on/off	a on/off	15
256 Salle de cours	6.4	0.0	12%	normal	80%	0.1	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
257 Informatique-bureauti...	10.5	0.0	20%	normal	80%	0.2	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
258 Classe Inf.	10.4	0.0	20%	normal	80%	0.2	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
260 Informatique libre	5.2	0.0	15%	normal	80%	0.2	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
261 Salle de cours	10.4	0.0	20%	normal	80%	0.2	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
262 Classe	10.4	0.0	20%	normal	80%	0.2	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
263 Informatique	6.5	0.0	12%	normal	80%	0.1	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
266 - Arts Visuels 1				normal							a on/off	a on/off	15
267 Classe	6.3	0.0	13%	normal	80%	0.1	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
269 - Disponible	3.1	0.0	13%	normal	80%	1.4	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
270 Informatique	4.9	0.0	21%	normal	80%	0.3	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
270 b - WC Hommes	5.7	0.0	35%	normal	80%	0.3	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
270a Inf.-Professeurs	4.9	0.0	29%	normal	80%	0.3	5	5		fort	a on/off	a on/off	15

Tableau 3: Luminaires**Lycée Jean Piaget**

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, MILANO, 23W, 1/0	-	x	80%	<19/<19	23.0		2650	115	0
Regent, Plafonnier, BOARD, 31W, 1/0	-	x	84%	>25/<25	31.0		3600	116	0
Regent, Plafonnier, SLASH 2, 63W, 1/0	-	x	100%	<25/<25	63.0		5550	88	0
Regent, Plafonnier, SLASH 2, 21W, 1/0	-	x	100%	<25/<25	21.0		1850	88	0
Regent, Plafonnier, SLASH 2, 63W, 1/0	-		100%	<25/<25	63.0		5550	88	13
Regent, Plafonnier, SLASH 2, 21W, 1/0	-		100%	<25/<25	21.0		1850	88	0
Regent, Pendentif, LEVEL, 72W, 1/0	-		28%	<10/<10	72.0		8750	122	44
Regent, Plafonnier, MILANO, 23W, 1/0	-		80%	<19/<19	23.0		2650	115	9
Regent, Pendentif, LEVEL, 72W, 1/0	-		28%	<10/<10	72.0		8750	122	23
Regent, Pendentif, LEVEL, 72W, 1/0	-		28%	<10/<10	72.0		8750	122	25
Regent, Plafonnier, BOARD, 31W, 1/0	-		84%	>25/<25	31.0		3600	116	2
Regent, Plafonnier, BOARD, 31W, 1/0	-		84%	>25/<25	31.0		3600	116	2

Tableau 4: Liste des pièces

N°	Pièce	Surface nette m ²	Étage	Numéro de pièce	Pièce type attribuée	Type de luminaire	Quantité	Puissance installée W	Puissance spécifique W/m ²
1	Pièce 5	212.2	2	200	200 - Couloir	SLASH 2	13	819.0	3.9
2	Pièce 7	42.2	2	251	251 Classe	LEVEL	4	288.0	6.8
3	Pièce 8	14.8	2	252	252 - WC Femmes	MILANO	5	115.0	7.8
4	Pièce 9	49.9	2	253	253 Salles de cours	LEVEL	6	432.0	8.7
5	Pièce 10	136.7	2	255	255 - Salle de musique	LEVEL	10	720.0	7.9
						LEVEL	5	360.0	
6	Pièce 11	53.7	2	256	256 Salle de cours	LEVEL	6	432.0	8.0
7	Pièce 12	52.8	2	257	257 Informatique-bureauti...	LEVEL	1	72.0	8.2
						LEVEL	5	360.0	
8	Pièce 13	52.5	2	258	258 Classe Inf.	LEVEL	6	432.0	8.2
9	Pièce 14	35.0	2	260	260 Informatique libre	LEVEL	4	288.0	8.2
10	Pièce 15	52.2	2	261	261 Salle de cours	LEVEL	8	576.0	11.0
11	Pièce 16	52.6	2	262	262 Classe	LEVEL	6	432.0	8.2
12	Pièce 17	53.6	2	263	263 Informatique	LEVEL	6	432.0	8.1
13	Pièce 18	137.2	2	266	266 - Arts Visuels 1	LEVEL	10	720.0	7.9
						LEVEL	5	360.0	
14	Pièce 19	49.6	2	267	267 Classe	LEVEL	6	432.0	8.7
15	Pièce 20	24.3	2	269	269 - Disponible	BOARD	2	62.0	5.1
						BOARD	2	62.0	
16	Pièce 21	23.5	2	270	270 Informatique	LEVEL	2	144.0	6.1
18	Pièce 23	17.2	2	270a	270a Inf.-Professeurs	LEVEL	2	144.0	8.4
17	Pièce 22	16.1	2	270b	270 b - WC Hommes	MILANO	4	92.0	5.7

Tableau 5: Évaluation énergétique

Lycée Jean Piaget

Pièce type	Utilisation typique	Surface m ²	Valeur du projet kWh/m ²	Valeur limite	Valeur cible kWh/m ²	Valeur du projet W/m ²	Valeur limite	Valeur cible W/m ²	Valeur du projet MWh/a	Valeur limite	Valeur cible MWh/a
200 - Couloir	Couloir, zone de passage	212.2	4.4	4.8	1.6	3.9	2.5	1.6	0.9	1.0	0.3
203 Degagement + Asc.	Couloir, zone de passage	0.0	0.0	6.5	0.9	0.0	4.1	2.7	0.0	0.0	0.0
251 Classe	Salle de classe	42.2	8.4	23.7	5.5	6.8	13.8	9.0	0.4	1.0	0.2
252 - WC Femmes	WC	14.8	3.1	6.9	0.7	7.8	7.1	4.6	0.0	0.1	0.0
253 Salles de cours	Salle de classe	49.9	13.7	23.3	8.7	8.7	12.3	8.0	0.7	1.2	0.4
255 - Salle de musique	Salle de classe	136.7	14.3	22.1	10.0	7.9	11.0	7.1	2.0	3.0	1.4
256 Salle de cours	Salle de classe	53.7	12.9	23.1	8.9	8.0	12.1	7.8	0.7	1.2	0.5
257 Informatique-bureauti...	Salle de classe	52.8	11.0	23.2	6.6	8.2	13.1	8.5	0.6	1.2	0.3
258 Classe Inf.	Salle de classe	52.5	11.1	23.1	6.5	8.2	13.0	8.5	0.6	1.2	0.3
260 Informatique libre	Bureau individuel ou groupé	35.0	14.3	30.5	10.7	8.2	14.3	9.3	0.5	1.1	0.4
261 Salle de cours	Salle de classe	52.2	14.8	23.2	6.5	11.0	13.1	8.5	0.8	1.2	0.3
262 Classe	Salle de classe	52.6	11.1	23.1	6.5	8.2	13.0	8.4	0.6	1.2	0.3
263 Informatique	Salle de classe	53.6	12.9	22.9	8.8	8.1	12.0	7.8	0.7	1.2	0.5
266 - Arts Visuels 1	Salle de classe	137.2	14.2	22.1	10.0	7.9	11.0	7.1	2.0	3.0	1.4
267 Classe	Salle de classe	49.6	13.8	23.2	8.7	8.7	12.2	7.9	0.7	1.1	0.4
269 - Disponible	Entrepôt	24.3	21.2	51.9	20.6	5.1	10.8	7.0	0.5	1.3	0.5
270 Informatique	Salle de classe	23.5	8.0	28.7	7.6	6.1	16.3	10.6	0.2	0.7	0.2
270 b - WC Hommes	WC	16.1	2.3	7.8	0.8	5.7	8.4	5.5	0.0	0.1	0.0
270a Inf.-Professeurs	Salle des profs	17.2	8.7	17.7	2.5	8.4	10.9	7.1	0.2	0.3	0.0
Résultat total		1076.2	11.1	19.7	7.1	7.2	10.2	6.6	11.9	21.2	7.6

Projet	Lycée Jean Piaget 3ème étage
Type de projet	Modification
État du projet	Projet
Maitre de l'ouvrage	SBAT
Architecte	
Planification de l'électricité	Tecnoservice SA
Planification de l'éclairage	

Surface éclairée	901.5 m ²
Energie nécessaire pour l'éclairage	10.6 MWh/a
Profil de l'exigence	Minergie
Exigence pour l'éclairage	15.3 kWh/m ²
Éclairage du projet	11.8 kWh/m ²
Exigence atteinte?	oui
Auteur du justificatif	Facciuto
Date	03.07.2020
Signature	

Valeur cible Minergie Valeur limite

Tableau 1: Pièces types

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
300 - Couloir	Couloir, zone de passage	10.0	2.0	2.5	100	11 / 2	365	0.80	3796	0.05	FS
351, 352 - Disponible	Entrepôt	7.8	5.2	2.8	300	11 / 13	261	0.80	5011	0.05	FN
353 - WC Femmes	WC	3.0	5.3	2.8	200	11 / -	261	0.80	2297	0.05	FS
355 - Arts Visuels 2	Salle de classe	7.1	19.3	2.8	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
356, 357, 358 - Atelier, St...	Entrepôt	12.2	6.0	2.8	300	11 / 13	261	0.80	5011	0.05	FN
359 - Disponible	Entrepôt	3.4	6.0	2.8	300	11 / 13	261	0.80	5011	0.05	FN
360 - Salle de médiation	Salle de réunion	7.2	6.2	2.8	500	6 / -	261	0.80	1253	0.75	FN
362 - Salle infographie	Salle de classe	15.9	6.0	2.8	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
366 - WC Homme	WC	3.2	5.0	2.8	200	11 / -	261	0.80	2297	0.05	FS
367 - Local Archives	Entrepôt	12.7	5.2	2.8	300	11 / 13	261	0.80	5011	0.05	FN
365 - Arts Visuels 3	Salle de classe	6.6	18.9	2.8	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
358 Atelier	Salle de classe	3.7	5.9	2.8	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
357 Atelier	Salle de classe	3.9	6.0	2.8	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
356 Atelier	Salle de classe	4.1	6.0	2.8	500	11 / -	261	0.70	2010	0.75	FN
360 médiation	Salle de réunion	7.2	6.1	2.8	500	6 / -	261	0.80	1253	0.75	FN

Tableau 2: Utilisation de la lumière naturelle et régulation de lumière

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...)
300 - Couloir				normal							a on/off	a on/off	15
351, 352 - Disponible				normal							a on/off	a on/off	15
353 - WC Femmes				normal							a on/off	a on/off	15
355 - Arts Visuels 2				normal							a on/off	a on/off	15
356, 357, 358 - Atelier, St...	8.8	0.0	12%	normal	80%	0.4	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
359 - Disponible	1.7	0.0	9%	normal	80%	0.4	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
360 - Salle de médiation	2.2	0.0	5%	normal	80%	0.4	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
362 - Salle infographie	12.6	0.0	13%	normal	80%	0.1	5	5		fort	a on/off	a on/off	15
366 - WC Homme				normal							a on/off	a on/off	15
367 - Local Archives				normal							a on/off	a on/off	15
365 - Arts Visuels 3				normal							a on/off	a on/off	15
358 Atelier				normal							a on/off	a on/off	15
357 Atelier				normal							a on/off	a on/off	15
356 Atelier				normal							a on/off	a on/off	15
360 mediation				normal							a on/off	a on/off	15

Tableau 3: Luminaires**Lycée Jean Piaget**

Luminaire	Numéro Minergie	DEL	Proportion de lumière directe	UGR longitudi. / transv.	Puissance du système	Puissance en veille W	Flux lumineux total	Éfficacité lumineuse lm/W	Nombre de luminaires
Regent, Pendentif, LEVEL, 72W, 1/0	-	x	28%	<10/<10	72.0		8750	122	0
Regent, Plafonnier, BOARD, 31W, 1/0	-	x	84%	>25/<25	31.0		3600	116	0
Regent, Plafonnier, MILANO, 23W, 1/0	-	x	80%	<19/<19	23.0		2650	115	0
Regent, Plafonnier, SLASH 2, 63W, 1/0	-	x	100%	<25/<25	63.0		5550	88	0
Regent, Plafonnier, SLASH 2, 21W, 1/0	-	x	100%	<25/<25	21.0		1850	88	0
Regent, Plafonnier, SLASH 2, 63W, 1/0	-		100%	<25/<25	63.0		5550	88	10
Regent, Plafonnier, SLASH 2, 21W, 1/0	-		100%	<25/<25	21.0		1850	88	7
Regent, Plafonnier, BOARD, 31W, 1/0	-		84%	>25/<25	31.0		3600	116	15
Regent, Plafonnier, MILANO, 23W, 1/0	-		80%	<19/<19	23.0		2650	115	9
Regent, Pendentif, LEVEL, 72W, 1/0	-		28%	<10/<10	72.0		8750	122	64

Tableau 4: Liste des pièces

N°	Pièce	Surface nette m ²	Étage	Numéro de pièce	Pièce type attribuée	Type de luminaire	Quantité	Puissance installée W	Puissance spécifique W/m ²
1	Pièce 12	155.5	3	300	300 - Couloir	SLASH 2	10	630.0	5.0
						SLASH 2	7	147.0	
2	Pièce 13	41.1	3	351-352	351, 352 - Disponible	BOARD	4	124.0	3.0
3	Pièce 14	15.5	3	353	353 - WC Femmes	MILANO	5	115.0	7.4
4	Pièce 15	136.1	3	355	355 - Arts Visuels 2	LEVEL	16	1152.0	8.5
5	Pièce 16	73.3	3	356-357-358	356, 357, 358 - Atelier, St...	BOARD	6	186.0	2.5
6	Pièce 17	20.1	3	359	359 - Disponible	BOARD	2	62.0	3.1
7	Pièce 18	44.6	3	360	360 - Salle de médiation	LEVEL	4	288.0	6.5
8	Pièce 19	95.7	3	362	362 - Salle infographie	LEVEL	16	1152.0	12.0
9	Pièce 20	15.9	3	366	366 - WC Homme	MILANO	4	92.0	5.8
10	Pièce 21	65.4	3	367	367 - Local Archives	BOARD	3	93.0	1.4
11	Pièce 22	124.1	3	365	365 - Arts Visuels 3	LEVEL	16	1152.0	9.3
12	Pièce 23	21.8	3	358	358 Atelier	LEVEL	2	144.0	6.6
13	Pièce 24	23.3	3	357	357 Atelier	LEVEL	2	144.0	6.2
14	Pièce 25	24.6	3	356	356 Atelier	LEVEL	2	144.0	5.8
15	Pièce 26	44.4	3	360	360 mediation	LEVEL	6	432.0	9.7

Tableau 5: Évaluation énergétique

Pièce type	Utilisation typique	Surface m ²	Valeur du projet kWh/m ²	Valeur limite	Valeur cible kWh/m ²	Valeur du projet W/m ²	Valeur limite	Valeur cible W/m ²	Valeur du projet MWh/a	Valeur limite	Valeur cible MWh/a
300 - Couloir	Couloir, zone de passage	155.5	5.7	6.7	2.2	5.0	3.5	2.3	0.9	1.0	0.3
351, 352 - Disponible	Entrepôt	41.1	13.6	40.3	18.3	3.0	8.0	5.2	0.6	1.7	0.8
353 - WC Femmes	WC	15.5	5.1	8.1	2.6	7.4	7.0	4.5	0.1	0.1	0.0
355 - Arts Visuels 2	Salle de classe	136.1	15.3	20.1	9.1	8.5	10.0	6.5	2.1	2.7	1.2
356, 357, 358 - Atelier, St...	Entrepôt	73.3	10.6	35.1	14.0	2.5	7.2	4.7	0.8	2.6	1.0
359 - Disponible	Entrepôt	20.1	13.4	48.1	20.4	3.1	9.8	6.3	0.3	1.0	0.4
360 - Salle de médiation	Salle de réunion	44.6	7.2	14.4	6.3	6.5	11.5	7.5	0.3	0.6	0.3
362 - Salle infographie	Salle de classe	95.7	19.0	20.1	7.4	12.0	10.5	6.8	1.8	1.9	0.7
366 - WC Homme	WC	15.9	4.0	7.9	2.6	5.8	6.9	4.5	0.1	0.1	0.0
367 - Local Archives	Entrepôt	65.4	6.4	37.6	17.1	1.4	7.5	4.9	0.4	2.5	1.1
365 - Arts Visuels 3	Salle de classe	124.1	16.8	20.4	9.3	9.3	10.1	6.6	2.1	2.5	1.1
358 Atelier	Salle de classe	21.8	11.9	27.3	12.4	6.6	13.6	8.8	0.3	0.6	0.3
357 Atelier	Salle de classe	23.3	11.2	26.8	12.2	6.2	13.3	8.7	0.3	0.6	0.3
356 Atelier	Salle de classe	24.6	10.6	26.4	12.0	5.8	13.2	8.5	0.3	0.7	0.3
360 médiation	Salle de réunion	44.4	11.0	14.5	6.6	9.7	11.6	7.5	0.5	0.6	0.3
Résultat total		901.5	11.8	21.4	9.1	6.7	8.8	5.7	10.6	19.3	8.2

Annexe 11 : Spécifications techniques des tuiles solaires

Specifications Techniques de la gamme de Tuiles Solaire



La gamme SOLARIS™ de la société FreeSuns rassemble un ensemble de tuiles solaires photovoltaïques (PV) monobloc entièrement intégrées qui s'installent sur n'importe quelle structure de bâtiment (toitures/couvertures et murs). L'énergie solaire est générée par les cellules solaires photovoltaïques de dernière génération intégrées dans la tuile solaire.

Les tuiles SOLARIS™ sont notamment dimensionnées pour être un remplacement direct pour les tuiles existantes en fibre de ciment Eternit sans avoir à changer le lattage de bois existants.

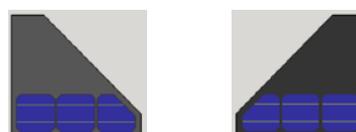
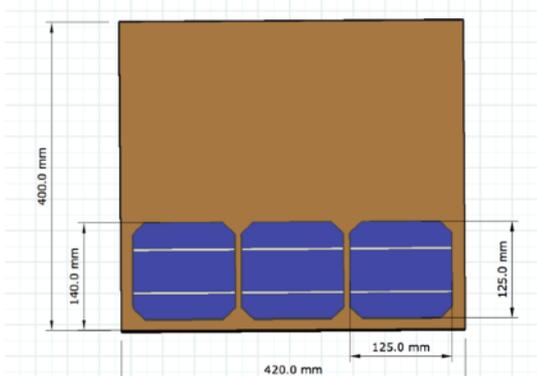


La conception brevetée de la tuile solaire SOLARIS™ est unique en ce qu'elle intègre un circuit de sécurité électrique pour chaque tuile individuelle, ce qui donne un niveau sans précédent de sécurité anti-feu pour les toits et les murs solaires. La tuile solaire SOLARIS est livrée avec toutes les boîtes de jonction étanches, câblage et connecteurs.

La conception des tuiles de la gamme SOLARIS™ de la société FreeSuns permet le pourcentage le plus élevé de couverture de cellules solaires sur tous les types de toit. Un autre aspect unique de la conception intégrée des tuiles solaires SOLARIS™ est la résistance du verre trempé double stratification résultant en une tuile ultra-résistante, procurant une durée de vie 3 à 4 fois plus importante que les tuiles traditionnelles.



La gamme complète des tuiles solaires SOLARIS™ permet de couvrir 100% de surface de toit, même en cas de toit à forme complexe.



Toitures Solaires

Spécifications Physiques

Largeur	420 mm
Hauteur	400 mm
Epaisseur	7 mm
Angle de pose minimum	10°
Angle de pose maximum	90 °
Nb Tuiles / m2	16
% Couverture de toit en PV	100%
Puissance (W) par m2	136 Watts
Poids à l'unité	2.95 kg
Poids au m2	47.25 kg/m2
Dimension Lattage	48mm x 24mm (standard)
Crochet de pose acier inox	3mmx130mm
Resistance au choc	Grêle - 25 mm at 52.5 m / s

Spécifications Electriques

Puissance (W) par Tuile	8.5+ Watts
Tolerance Puissance	+3%
Voltage à Pmax	1.55 V
Courant à Pmax	5.85 A
Voltage circuit ouvert	1.87V
Courant de court-circuit	5.80A
Technologies Cellule PV	Mono-Si
Rendement Cellule PV	>18%
Diode de sécurité par Tuile	12 A
Coefficient Temperature à Pmax	-0.37%/degré > 25°C +0.37%/degré < 25°C
Connecteurs	MC4 type IP65
Cables	300mm / 4mm2 double isolation Class 1 cable solaire -40°C to +85°C

Appearance

Colour Noir
Anti Reflection (AR) coating
Verre trempé

Installation Compatible avec

Eternit SwissPearl
Eternit Modern
Eternit Duo Modern
Ardoise standard

Certifications



- Qualified, IEC 61215
- Safety Tested, IEC 61730
- Periodic Inspection

Garantie

10 ans / tuile
Puissance garantie minimum
. 90% après 10 ans
. 80% après 20 ans

FreeSuns T/as 3Suns Sarl
Chemin De La Severire 6
1114 Colombier Vaud
Switzerland

www.freesuns.com

Contact : John Morello
john@freesuns.com
Sebastien Tornassat
sebastien@freesuns.com

Toitures Solaires

References

Colombier



Saint Leonard



Genolier



Neuchatel



Annexe 12 : Simulation photovoltaïque avec tuiles solaires

Système couplé au réseau: Paramètres de simulation

Projet : Lycée Jean Piaget

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
	Albédo	0.20		
Données météo:	Neuchatel	Meteonorm 7.1 (1991-2010) - Synthétique		

Variante de simulation : Nouvelle variante de simulation

Date de la simulation 07/01/20 à 16h26

Paramètres de simulation	Type de système	No 3D scene defined	
4 orientations	inclin./azimuths	30°/135°, 30°/45°, 30°/-45°, 30°/-135°	
Modèles utilisés	Transposition	Perez	Diffus Perez, Meteonorm
Horizon	Pas d'horizon		
Ombrages proches	Sans ombrages		

Caractéristiques des champs de capteurs (4 type de champs définis)

Module PV	Si-poly	Modèle	G 1255 S		
Original PVsyst database		Fabricant	Megasol		
Sous-champ "Nord Ouest"		Orientation	#1	Inclinaison/Azimet	30°/135°
Nombre de modules PV		En série	43 modules	En parallèle	21 chaînes
Nombre total de modules PV		Nbre modules	903	Puissance unitaire	56 Wc
Puissance globale du champ		Nominale (STC)	50.6 kWc	Aux cond. de fonct.	48.4 kWc (50°C)
Caractéristiques de fonct. du champ (50°C)		U mpp	641 V	I mpp	75 A
Sous-champ "Nord Est"		Orientation	#4	Inclinaison/Azimet	30°/-135°
Nombre de modules PV		En série	43 modules	En parallèle	10 chaînes
Nombre total de modules PV		Nbre modules	430	Puissance unitaire	56 Wc
Puissance globale du champ		Nominale (STC)	24.08 kWc	Aux cond. de fonct.	23.06 kWc (50°C)
Caractéristiques de fonct. du champ (50°C)		U mpp	641 V	I mpp	36 A
Sous-champ "Sud Est"		Orientation	#3	Inclinaison/Azimet	30°/-45°
Nombre de modules PV		En série	25 modules	En parallèle	27 chaînes
Nombre total de modules PV		Nbre modules	675	Puissance unitaire	56 Wc
Puissance globale du champ		Nominale (STC)	37.8 kWc	Aux cond. de fonct.	36.2 kWc (50°C)
Caractéristiques de fonct. du champ (50°C)		U mpp	373 V	I mpp	97 A
Sous-champ "Sud Ouest"		Orientation	#2	Inclinaison/Azimet	30°/45°
Nombre de modules PV		En série	43 modules	En parallèle	10 chaînes
Nombre total de modules PV		Nbre modules	430	Puissance unitaire	56 Wc
Puissance globale du champ		Nominale (STC)	24.08 kWc	Aux cond. de fonct.	23.06 kWc (50°C)
Caractéristiques de fonct. du champ (50°C)		U mpp	641 V	I mpp	36 A
Total	Puissance globale champs	Nominale (STC)	137 kWc	Total	2438 modules
		Surface modules	1069 m²		

Sous-champ "Nord Ouest" : Onduleur		Modèle	TRIO-50_0-TL-OUTD-400	
Original PVsyst database		Fabricant	ABB	
Caractéristiques	Tension de fonctionnement	300-950 V	Puissance unitaire	50.0 kWac
Batterie d'onduleurs	Nbre d'onduleurs	1 unités	Puissance totale	50 kWac
			Rapport Pnom	1.01

Sous-champ "Nord Est" : Onduleur		Modèle	TRIO-20_0-TL-OUTD-S1-US	
Original PVsyst database		Fabricant	ABB	
Caractéristiques	Tension de fonctionnement	200-950 V	Puissance unitaire	22.0 kWac
Batterie d'onduleurs	Nbre d'onduleurs	2 * MPPT 50 %	Puissance totale	22 kWac
			Rapport Pnom	1.09

Système couplé au réseau: Paramètres de simulation

Sous-champ "Sud Est" : Onduleur

Original PVsyst database	Modèle	CL 36.0		
	Fabricant	Fronius International		
Caractéristiques	Tension de fonctionnement	230-500 V	Puissance unitaire	36.0 kWac
Batterie d'onduleurs	Nbre d'onduleurs	1 unités	Puissance totale	36 kWac
			Rapport Pnom	1.05

Sous-champ "Sud Ouest" : Onduleur

Original PVsyst database	Modèle	TRIO-20_0-TL-OUTD-S1-US		
	Fabricant	ABB		
Caractéristiques	Tension de fonctionnement	200-950 V	Puissance unitaire	22.0 kWac
Batterie d'onduleurs	Nbre d'onduleurs	2 * MPPT 50 %	Puissance totale	22 kWac
			Rapport Pnom	1.09

Total	Nbre d'onduleurs	4	Puissance totale	130 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	144 mOhm	Frac. pertes	1.5 % aux STC
	Champ#2	303 mOhm	Frac. pertes	1.5 % aux STC
	Champ#3	65 mOhm	Frac. pertes	1.5 % aux STC
	Champ#4	303 mOhm	Frac. pertes	1.5 % aux STC
	Global		Frac. pertes	1.5 % aux STC
Perte de qualité module			Frac. pertes	3.0 %
Perte de "mismatch" modules			Frac. pertes	1.0 % au MPP
Perte de "mismatch" strings			Frac. pertes	0.10 %
Effet d'incidence, paramétrisation ASHRAE	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	Param. bo	0.05

Besoins de l'utilisateur : Charge illimitée (réseau)

Système couplé au réseau: Résultats principaux

Projet : Lycée Jean Piaget

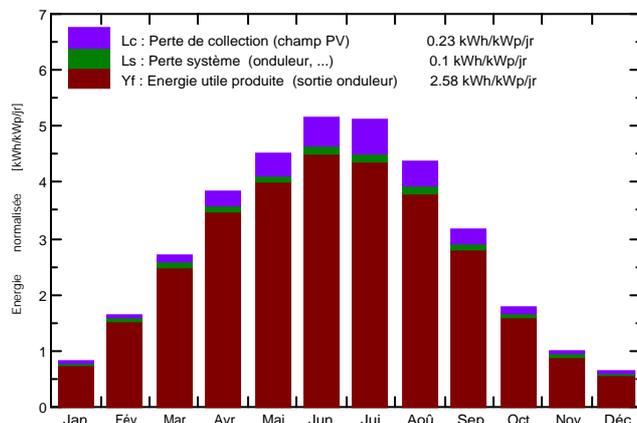
Variante de simulation : Nouvelle variante de simulation

Principaux paramètres système	Type de système	Couplé au réseau	
Orientation plan capteurs	4 orientations	Inclinaison/Azimut = 30°/135°, 30°/45°, 30°/-45°, 30°/-135°	
Modules PV	Modèle	G 1255 S	Pnom 56 Wc
Champ PV	Nombre de modules	2438	Pnom total 137 kWc
Onduleur	Modèle	TRIO-50_0-TL-OUTD-400	Pnom 50.0 kW ac
Onduleur	Modèle	TRIO-20_0-TL-OUTD-S1-US	Pnom 22.00 kW ac
Onduleur	Modèle	CL 36.0	Pnom 36.0 kW ac
Batterie d'onduleurs	Nombre d'unités	4.0	Pnom total 130 kW ac
Besoins de l'utilisateur	Charge illimitée (réseau)		

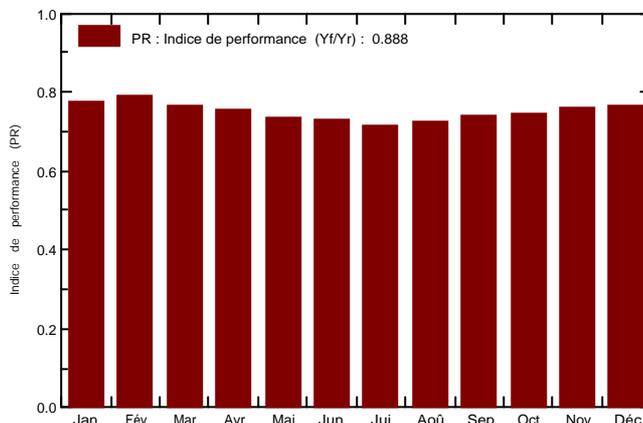
Principaux résultats de la simulation

Production du système	Energie produite	128.4 MWh/an	Productible	940 kWh/kWc/an
	Indice de performance (PR)	88.78 %		

Productions normalisées (par kWp installé): Puissance nominale 137 kWc



Indice de performance (PR)



Nouvelle variante de simulation Bilans et résultats principaux

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
Janvier	26.7	20.29	0.19	25.2	23.9	3.40	3.21	0.932
Février	48.8	33.03	1.99	45.7	43.4	6.17	5.92	0.949
Mars	92.0	46.53	6.25	84.3	80.4	10.99	10.59	0.920
Avril	125.8	59.29	10.67	115.5	110.9	14.74	14.24	0.903
Mai	153.7	82.20	15.44	140.3	135.0	17.51	16.93	0.884
Juin	167.3	85.01	19.12	154.5	148.8	19.01	18.41	0.873
Juillet	171.9	70.26	20.12	158.0	152.3	19.09	18.47	0.856
Août	147.2	73.33	19.31	135.2	130.0	16.61	16.07	0.871
Septembre	104.1	51.15	14.64	94.7	90.7	11.90	11.47	0.887
Octobre	60.2	33.26	10.64	55.7	52.9	7.11	6.81	0.896
Novembre	31.5	21.17	5.00	29.9	28.2	3.92	3.72	0.912
Décembre	21.0	15.76	1.44	20.1	19.0	2.68	2.52	0.917
Année	1150.0	591.28	10.45	1059.0	1015.5	133.13	128.37	0.888

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

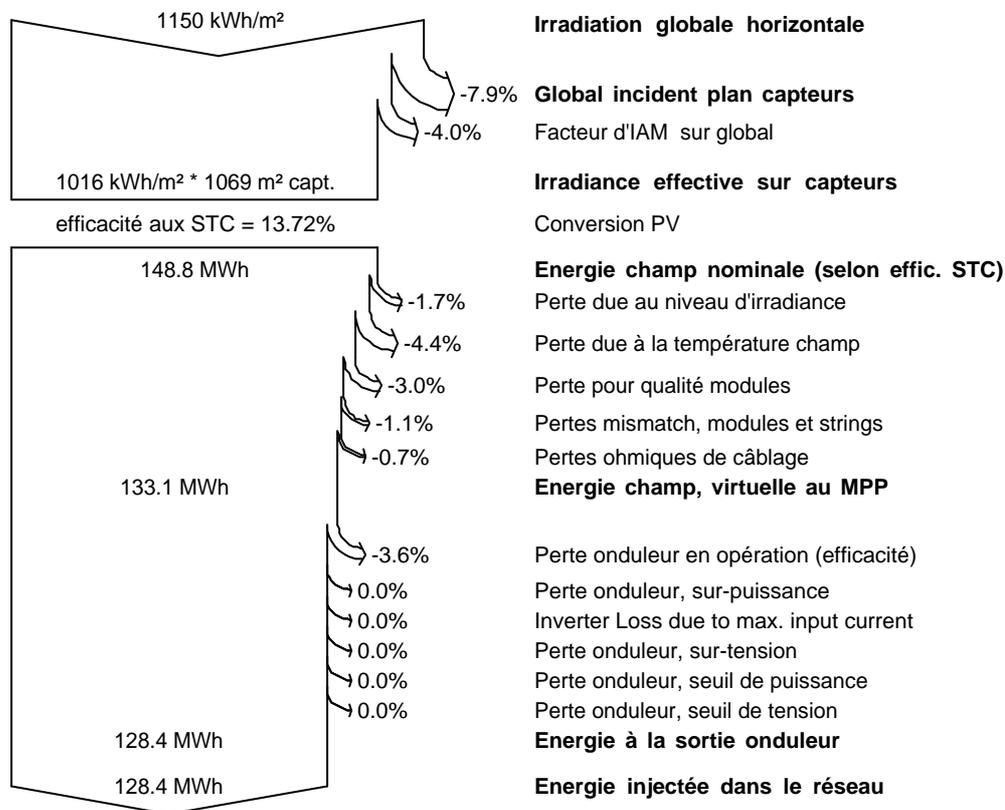
Système couplé au réseau: Diagramme des pertes

Projet : Lycée Jean Piaget

Variante de simulation : Nouvelle variante de simulation

Principaux paramètres système	Type de système	Couplé au réseau	
Orientation plan capteurs	4 orientations	Inclinaison/Azimut = 30°/135°, 30°/45°, 30°/-45°, 30°/-135°	
Modules PV	Modèle	G 1255 S	Pnom 56 Wc
Champ PV	Nombre de modules	2438	Pnom total 137 kWc
Onduleur	Modèle	TRIO-50_0-TL-OUTD-400	Pnom 50.0 kW ac
Onduleur	Modèle	TRIO-20_0-TL-OUTD-S1-US	Pnom 22.00 kW ac
Onduleur	Modèle	CL 36.0	Pnom 36.0 kW ac
Batterie d'onduleurs	Nombre d'unités	4.0	Pnom total 130 kW ac
Besoins de l'utilisateur	Charge illimitée (réseau)		

Diagramme des pertes sur l'année entière



Système couplé au réseau: Paramètres de simulation

Projet : Lycée Jean Piaget_Façade Nord Est

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
	Albédo	0.20		
Données météo:	Neuchatel	Meteonorm 7.1 (1991-2010) - Synthétique		

Variante de simulation : Nouvelle variante de simulation

Date de la simulation 24/11/20 à 09h55

Paramètres de simulation	Type de système	No 3D scene defined			
Orientation plan capteurs	Inclinaison	30°	Azimut	-135°	
Modèles utilisés	Transposition	Perez	Diffus	Perez, Meteonorm	
Horizon	Pas d'horizon				
Ombrages proches	Sans ombrages				
Caractéristiques du champ de capteurs					
Module PV	Si-poly	Modèle	G 1255 S		
Original PVsyst database		Fabricant	Megasol		
Nombre de modules PV		En série	43 modules	En parallèle	10 chaînes
Nombre total de modules PV		Nbre modules	430	Puissance unitaire	56 Wc
Puissance globale du champ		Nominale (STC)	24.08 kWc	Aux cond. de fonct.	23.06 kWc (50°C)
Caractéristiques de fonct. du champ (50°C)		U mpp	641 V	I mpp	36 A
Surface totale		Surface modules	188 m²		
Onduleur					
		Modèle	TRIO-20.0-TL-OUTD-400		
Original PVsyst database		Fabricant	ABB		
Caractéristiques	Tension de fonctionnement	200-950 V	Puissance unitaire	22.0 kWac	
Batterie d'onduleurs	Nbre d'onduleurs	3 * MPPT 50 %	Puissance totale	33 kWac	
			Rapport Pnom	0.73	
Facteurs de perte du champ PV					
Fact. de pertes thermiques	Uc (const)	20.0 W/m ² K	Uv (vent)	0.0 W/m ² K / m/s	
Perte ohmique de câblage	Rés. globale champ	303 mOhm	Frac. pertes	1.5 % aux STC	
Perte de qualité module			Frac. pertes	3.0 %	
Perte de "mismatch" modules			Frac. pertes	1.0 % au MPP	
Perte de "mismatch" strings			Frac. pertes	0.10 %	
Effet d'incidence, paramétrisation ASHRAE	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	Param. bo	0.05	
Besoins de l'utilisateur :	Charge illimitée (réseau)				

Système couplé au réseau: Résultats principaux

Projet : Lycée Jean Piaget_Façade Nord Est

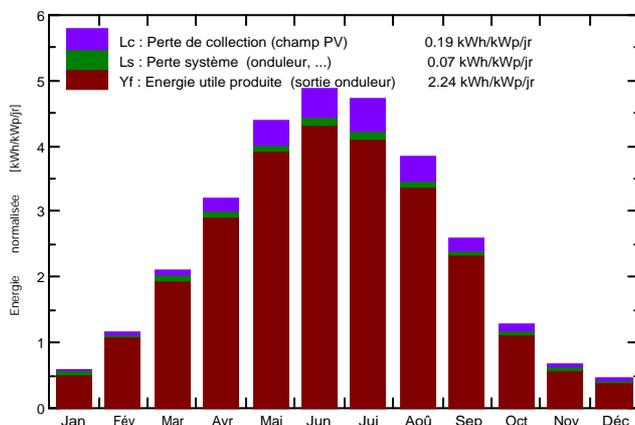
Variante de simulation : Nouvelle variante de simulation

Principaux paramètres système		Type de système	Couplé au réseau	
Orientation plan capteurs		inclinaison	30°	azimut -135°
Modules PV		Modèle	G 1255 S	Pnom 56 Wc
Champ PV		Nombre de modules	430	Pnom total 24.08 kWc
Onduleur		Modèle	TRIO-20.0-TL-OUTD-400	Pnom 22.00 kW ac
Batterie d'onduleurs		Nombre d'unités	1.5	Pnom total 33.0 kW ac
Besoins de l'utilisateur		Charge illimitée (réseau)		

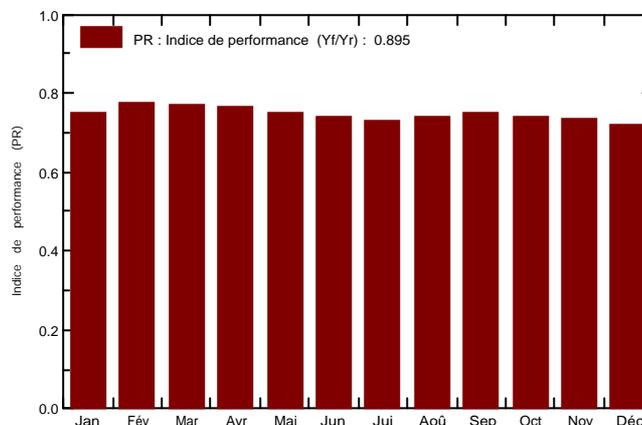
Principaux résultats de la simulation

Production du système	Energie produite	19.66 MWh/an	Productible	816 kWh/kWc/an
	Indice de performance (PR)	89.51 %		

Productions normalisées (par kWp installé): Puissance nominale 24.08 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 ²	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	MWh	MWh	
Janvier	26.7	20.29	0.19	18.6	17.5	0.437	0.404	0.900
Février	48.8	33.03	1.99	32.9	30.7	0.774	0.736	0.929
Mars	92.0	46.53	6.25	65.7	61.7	1.519	1.466	0.926
Avril	125.8	59.29	10.67	95.9	91.0	2.183	2.120	0.918
Mai	153.7	82.20	15.44	135.6	130.2	3.008	2.931	0.898
Juin	167.3	85.01	19.12	146.2	140.2	3.203	3.124	0.888
Juillet	171.9	70.26	20.12	146.1	140.0	3.152	3.073	0.873
Août	147.2	73.33	19.31	118.7	113.0	2.600	2.534	0.887
Septembre	104.1	51.15	14.64	78.0	73.5	1.743	1.690	0.900
Octobre	60.2	33.26	10.64	39.5	36.7	0.887	0.845	0.889
Novembre	31.5	21.17	5.00	20.4	19.0	0.466	0.432	0.882
Décembre	21.0	15.76	1.44	14.4	13.3	0.330	0.301	0.865
Année	1150.0	591.28	10.45	912.0	866.8	20.303	19.656	0.895

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

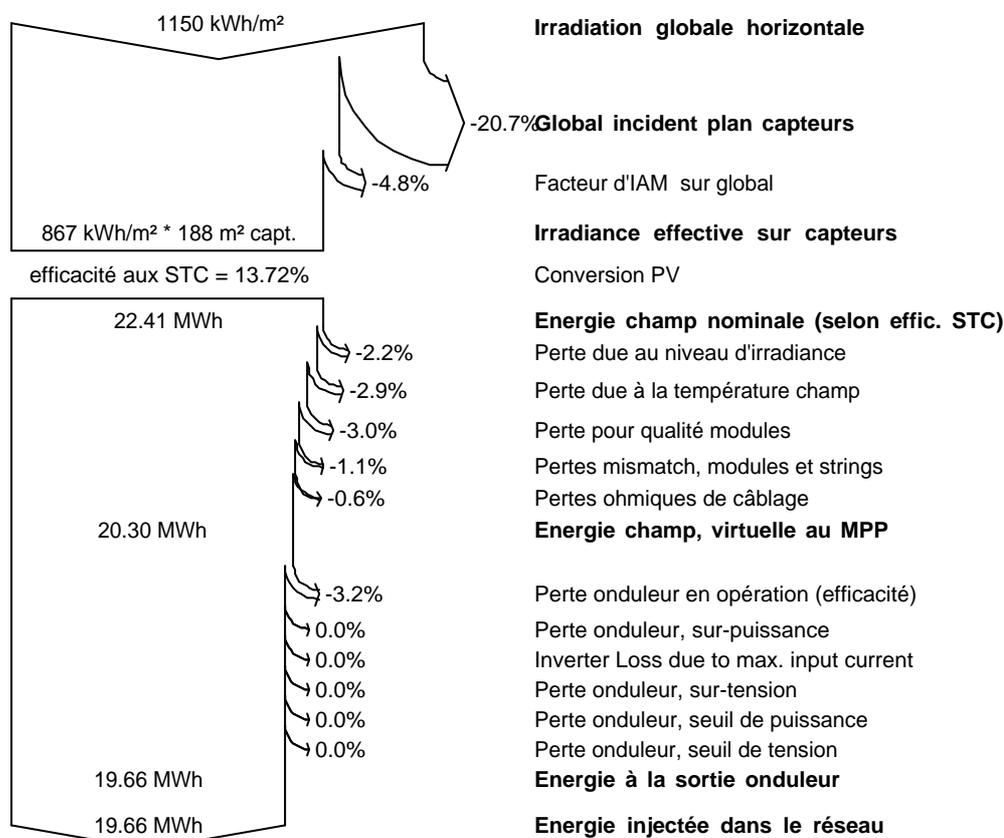
Système couplé au réseau: Diagramme des pertes

Projet : Lycée Jean Piaget_Façade Nord Est

Variante de simulation : Nouvelle variante de simulation

Principaux paramètres système	Type de système	Couplé au réseau	
Orientation plan capteurs	inclinaison	30°	azimut -135°
Modules PV	Modèle	G 1255 S	Pnom 56 Wc
Champ PV	Nombre de modules	430	Pnom total 24.08 kWc
Onduleur	Modèle	TRIO-20.0-TL-OUTD-400	Pnom 22.00 kW ac
Batterie d'onduleurs	Nombre d'unités	1.5	Pnom total 33.0 kW ac
Besoins de l'utilisateur	Charge illimitée (réseau)		

Diagramme des pertes sur l'année entière



Système couplé au réseau: Paramètres de simulation

Projet : Lycée Jean Piaget_Façade Nord Ouest

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
	Albédo	0.20		
Données météo:	Neuchatel	Meteonorm 7.1 (1991-2010) - Synthétique		

Variante de simulation : Nouvelle variante de simulation

Date de la simulation 24/11/20 à 09h16

Paramètres de simulation	Type de système	No 3D scene defined			
Orientation plan capteurs	Inclinaison	30°	Azimut	135°	
Modèles utilisés	Transposition	Perez	Diffus	Perez, Meteonorm	
Horizon	Pas d'horizon				
Ombrages proches	Sans ombrages				
Caractéristiques du champ de capteurs					
Module PV	Si-poly	Modèle	G 1255 S		
Original PVsyst database		Fabricant	Megasol		
Nombre de modules PV		En série	43 modules	En parallèle	21 chaînes
Nombre total de modules PV		Nbre modules	903	Puissance unitaire	56 Wc
Puissance globale du champ		Nominale (STC)	50.6 kWc	Aux cond. de fonct.	48.4 kWc (50°C)
Caractéristiques de fonct. du champ (50°C)		U mpp	641 V	I mpp	75 A
Surface totale		Surface modules	396 m²		
Onduleur					
		Modèle	TRIO-50_0-TL-OUTD-400		
Original PVsyst database		Fabricant	ABB		
Caractéristiques	Tension de fonctionnement	300-950 V	Puissance unitaire	50.0 kWac	
Batterie d'onduleurs	Nbre d'onduleurs	1 unités	Puissance totale	50 kWac	
			Rapport Pnom	1.01	
Facteurs de perte du champ PV					
Fact. de pertes thermiques	Uc (const)	20.0 W/m ² K	Uv (vent)	0.0 W/m ² K / m/s	
Perte ohmique de câblage	Rés. globale champ	144 mOhm	Frac. pertes	1.5 % aux STC	
Perte de qualité module			Frac. pertes	3.0 %	
Perte de "mismatch" modules			Frac. pertes	1.0 % au MPP	
Perte de "mismatch" strings			Frac. pertes	0.10 %	
Effet d'incidence, paramétrisation ASHRAE	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	Param. bo	0.05	
Besoins de l'utilisateur :	Charge illimitée (réseau)				

Système couplé au réseau: Résultats principaux

Projet : Lycée Jean Piaget_Façade Nord Ouest

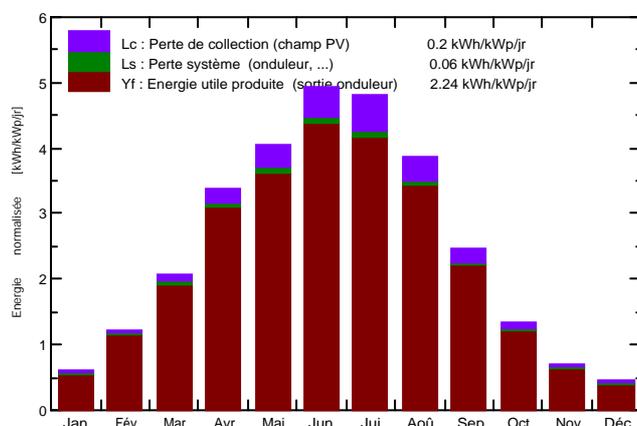
Variante de simulation : Nouvelle variante de simulation

Principaux paramètres système		Type de système	Couplé au réseau	
Orientation plan capteurs		inclinaison	30°	azimut 135°
Modules PV		Modèle	G 1255 S	Pnom 56 Wc
Champ PV		Nombre de modules	903	Pnom total 50.6 kWc
Onduleur		Modèle	TRIO-50_0-TL-OUTD-400	Pnom 50.0 kW ac
Besoins de l'utilisateur		Charge illimitée (réseau)		

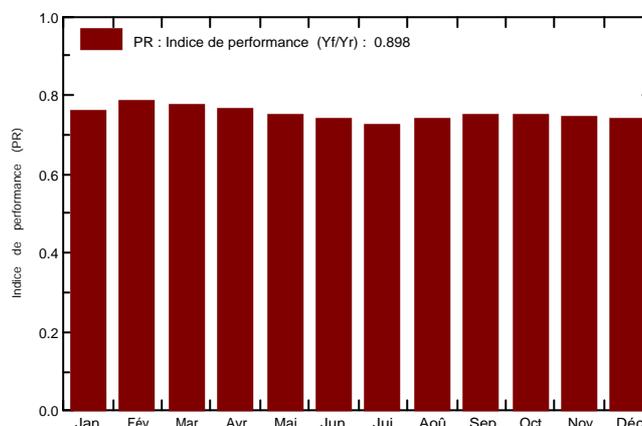
Principaux résultats de la simulation

Production du système	Energie produite	41.41 MWh/an	Productible	819 kWh/kWc/an
	Indice de performance (PR)	89.76 %		

Productions normalisées (par kWp installé): Puissance nominale 50.6 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 ²	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	MWh	MWh	
Janvier	26.7	20.29	0.19	19.4	18.0	0.949	0.896	0.911
Février	48.8	33.03	1.99	34.5	32.2	1.703	1.641	0.941
Mars	92.0	46.53	6.25	64.5	60.4	3.111	3.028	0.928
Avril	125.8	59.29	10.67	101.1	96.1	4.804	4.701	0.920
Mai	153.7	82.20	15.44	125.2	119.4	5.819	5.700	0.901
Juin	167.3	85.01	19.12	147.7	141.7	6.759	6.631	0.888
Juillet	171.9	70.26	20.12	148.5	142.3	6.684	6.553	0.872
Août	147.2	73.33	19.31	119.7	114.1	5.475	5.369	0.887
Septembre	104.1	51.15	14.64	73.9	69.5	3.443	3.363	0.900
Octobre	60.2	33.26	10.64	41.8	38.9	1.966	1.901	0.898
Novembre	31.5	21.17	5.00	21.7	20.0	1.030	0.977	0.892
Décembre	21.0	15.76	1.44	14.4	13.4	0.693	0.647	0.889
Année	1150.0	591.28	10.45	912.3	865.9	42.436	41.407	0.898

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

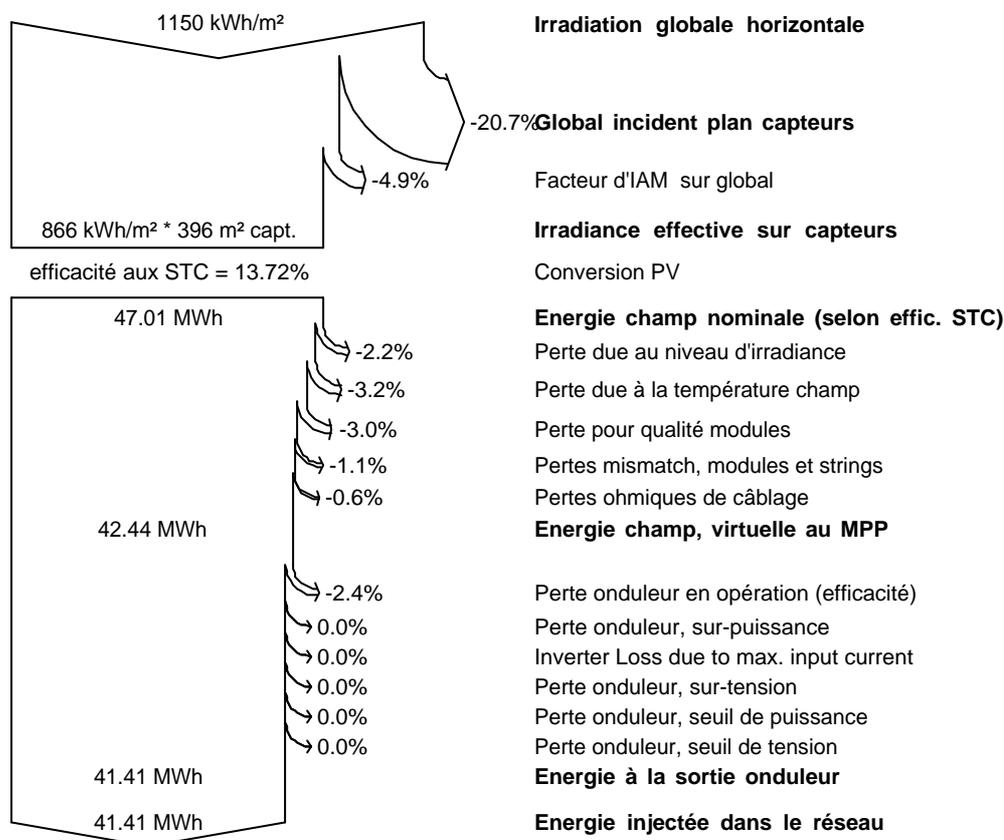
Système couplé au réseau: Diagramme des pertes

Projet : Lycée Jean Piaget_Façade Nord Ouest

Variante de simulation : Nouvelle variante de simulation

Principaux paramètres système	Type de système	Couplé au réseau	
Orientation plan capteurs	inclinaison	30°	azimut 135°
Modules PV	Modèle	G 1255 S	Pnom 56 Wc
Champ PV	Nombre de modules	903	Pnom total 50.6 kWc
Onduleur	Modèle	TRIO-50_0-TL-OUTD-400	Pnom 50.0 kW ac
Besoins de l'utilisateur	Charge illimitée (réseau)		

Diagramme des pertes sur l'année entière



Système couplé au réseau: Paramètres de simulation

Projet : Lycée Jean Piaget_Façade Sud Est

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
	Albédo	0.20		
Données météo:	Neuchatel	Meteonorm 7.1 (1991-2010) - Synthétique		

Variante de simulation : Nouvelle variante de simulation

Date de la simulation 24/11/20 à 09h33

Paramètres de simulation	Type de système	No 3D scene defined			
Orientation plan capteurs	Inclinaison	30°	Azimut	-45°	
Modèles utilisés	Transposition	Perez	Diffus	Perez, Meteonorm	
Horizon	Pas d'horizon				
Ombrages proches	Sans ombrages				
Caractéristiques du champ de capteurs					
Module PV	Si-poly	Modèle	G 1255 S		
Original PVsyst database		Fabricant	Megasol		
Nombre de modules PV		En série	25 modules	En parallèle	27 chaînes
Nombre total de modules PV		Nbre modules	675	Puissance unitaire	56 Wc
Puissance globale du champ		Nominale (STC)	37.8 kWc	Aux cond. de fonct.	36.2 kWc (50°C)
Caractéristiques de fonct. du champ (50°C)		U mpp	373 V	I mpp	97 A
Surface totale		Surface modules	296 m²		
Onduleur					
		Modèle	CL 36.0		
Original PVsyst database		Fabricant	Fronius International		
Caractéristiques	Tension de fonctionnement	230-500 V	Puissance unitaire	36.0 kWac	
Batterie d'onduleurs	Nbre d'onduleurs	1 unités	Puissance totale	36 kWac	
			Rapport Pnom	1.05	
Facteurs de perte du champ PV					
Fact. de pertes thermiques	Uc (const)	20.0 W/m ² K	Uv (vent)	0.0 W/m ² K / m/s	
Perte ohmique de câblage	Rés. globale champ	65 mOhm	Frac. pertes	1.5 % aux STC	
Perte de qualité module			Frac. pertes	3.0 %	
Perte de "mismatch" modules			Frac. pertes	1.0 % au MPP	
Perte de "mismatch" strings			Frac. pertes	0.10 %	
Effet d'incidence, paramétrisation ASHRAE	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	Param. bo	0.05	
Besoins de l'utilisateur :	Charge illimitée (réseau)				

Système couplé au réseau: Résultats principaux

Projet : Lycée Jean Piaget_Façade Sud Est

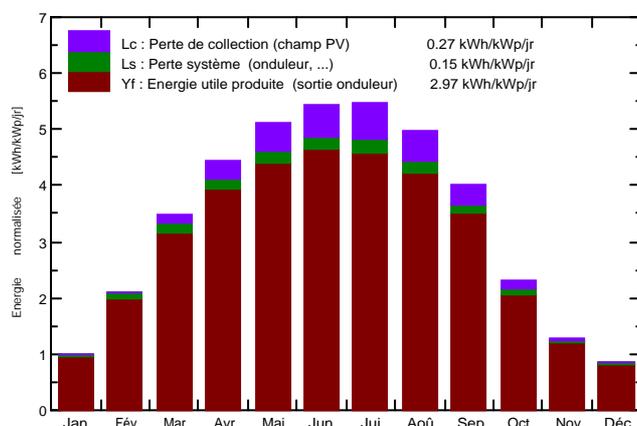
Variante de simulation : Nouvelle variante de simulation

Principaux paramètres système		Type de système	Couplé au réseau	
Orientation plan capteurs		inclinaison	30°	azimut -45°
Modules PV		Modèle	G 1255 S	Pnom 56 Wc
Champ PV		Nombre de modules	675	Pnom total 37.8 kWc
Onduleur		Modèle	CL 36.0	Pnom 36.0 kW ac
Besoins de l'utilisateur		Charge illimitée (réseau)		

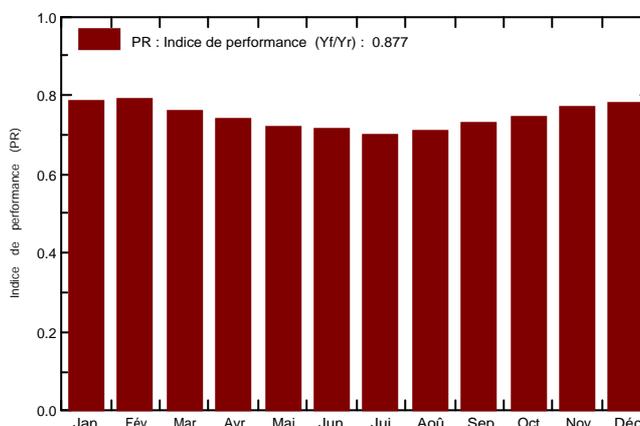
Principaux résultats de la simulation

Production du système	Energie produite	40.92 MWh/an	Productible	1083 kWh/kWc/an
	Indice de performance (PR)	87.69 %		

Productions normalisées (par kWp installé): Puissance nominale 37.8 kWc



Indice de performance (PR)



Nouvelle variante de simulation

Bilans et résultats principaux

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
Janvier	26.7	20.29	0.19	31.5	30.0	1.185	1.122	0.943
Février	48.8	33.03	1.99	59.2	56.8	2.233	2.127	0.951
Mars	92.0	46.53	6.25	108.0	104.6	3.903	3.720	0.911
Avril	125.8	59.29	10.67	132.9	128.9	4.676	4.456	0.887
Mai	153.7	82.20	15.44	158.3	153.5	5.426	5.170	0.864
Juin	167.3	85.01	19.12	162.9	157.5	5.523	5.266	0.855
Juillet	171.9	70.26	20.12	169.7	164.4	5.641	5.372	0.837
Août	147.2	73.33	19.31	153.8	149.1	5.207	4.966	0.854
Septembre	104.1	51.15	14.64	120.0	116.4	4.164	3.969	0.875
Octobre	60.2	33.26	10.64	72.0	69.3	2.555	2.430	0.893
Novembre	31.5	21.17	5.00	39.1	37.4	1.440	1.366	0.923
Décembre	21.0	15.76	1.44	27.0	25.8	1.015	0.959	0.938
Année	1150.0	591.28	10.45	1234.5	1193.9	42.968	40.922	0.877

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

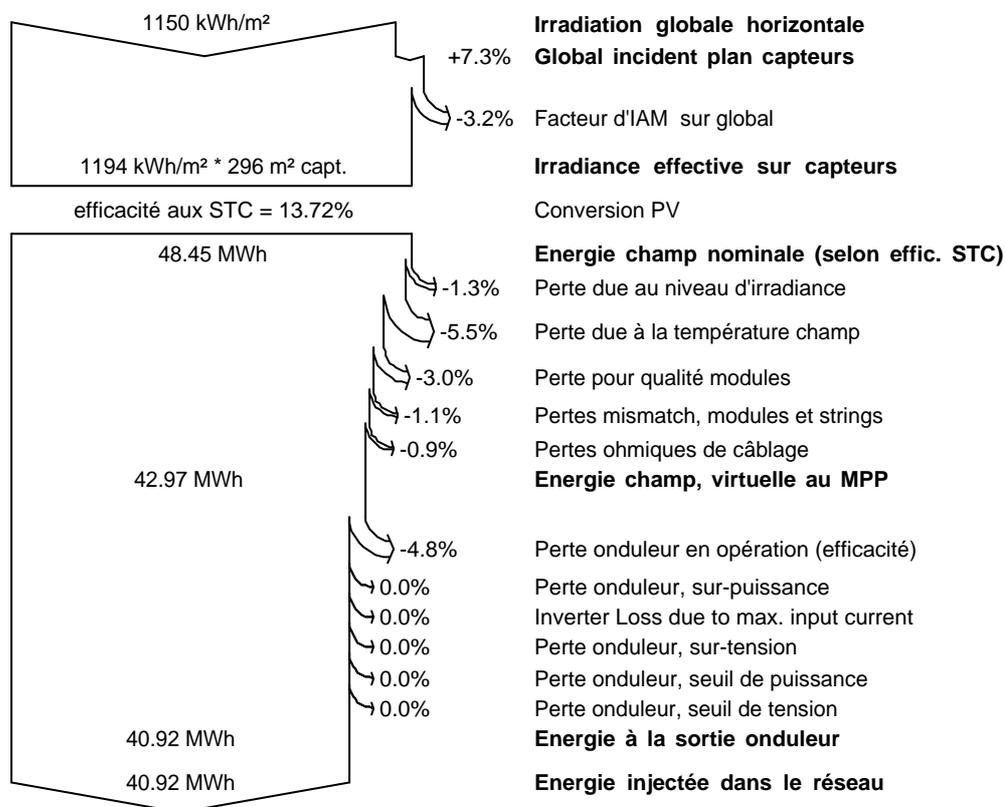
Système couplé au réseau: Diagramme des pertes

Projet : Lycée Jean Piaget_Façade Sud Est

Variante de simulation : Nouvelle variante de simulation

Principaux paramètres système	Type de système	Couplé au réseau	
Orientation plan capteurs	inclinaison	30°	azimut -45°
Modules PV	Modèle	G 1255 S	Pnom 56 Wc
Champ PV	Nombre de modules	675	Pnom total 37.8 kWc
Onduleur	Modèle	CL 36.0	Pnom 36.0 kW ac
Besoins de l'utilisateur	Charge illimitée (réseau)		

Diagramme des pertes sur l'année entière



Système couplé au réseau: Paramètres de simulation

Projet : Lycée Jean Piaget_Façade Sud Ouest

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
	Albédo	0.20		
Données météo:	Neuchatel	Meteonorm 7.1 (1991-2010) - Synthétique		

Variante de simulation : Nouvelle variante de simulation

Date de la simulation 24/11/20 à 09h26

Paramètres de simulation	Type de système	No 3D scene defined			
Orientation plan capteurs	Inclinaison	30°	Azimut	45°	
Modèles utilisés	Transposition	Perez	Diffus	Perez, Meteonorm	
Horizon	Pas d'horizon				
Ombrages proches	Sans ombrages				
Caractéristiques du champ de capteurs					
Module PV	Si-poly	Modèle	G 1255 S		
Original PVsyst database		Fabricant	Megasol		
Nombre de modules PV		En série	43 modules	En parallèle	10 chaînes
Nombre total de modules PV		Nbre modules	430	Puissance unitaire	56 Wc
Puissance globale du champ		Nominale (STC)	24.08 kWc	Aux cond. de fonct.	23.06 kWc (50°C)
Caractéristiques de fonct. du champ (50°C)		U mpp	641 V	I mpp	36 A
Surface totale		Surface modules	188 m²		
Onduleur					
		Modèle	TRIO-20.0-TL-OUTD-400		
Original PVsyst database		Fabricant	ABB		
Caractéristiques	Tension de fonctionnement	200-950 V	Puissance unitaire	22.0 kWac	
Batterie d'onduleurs	Nbre d'onduleurs	3 * MPPT 50 %	Puissance totale	33 kWac	
			Rapport Pnom	0.73	
Facteurs de perte du champ PV					
Fact. de pertes thermiques	Uc (const)	20.0 W/m ² K	Uv (vent)	0.0 W/m ² K / m/s	
Perte ohmique de câblage	Rés. globale champ	303 mOhm	Frac. pertes	1.5 % aux STC	
Perte de qualité module			Frac. pertes	3.0 %	
Perte de "mismatch" modules			Frac. pertes	1.0 % au MPP	
Perte de "mismatch" strings			Frac. pertes	0.10 %	
Effet d'incidence, paramétrisation ASHRAE	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	Param. bo	0.05	
Besoins de l'utilisateur :	Charge illimitée (réseau)				

Système couplé au réseau: Résultats principaux

Projet : Lycée Jean Piaget_Façade Sud Ouest

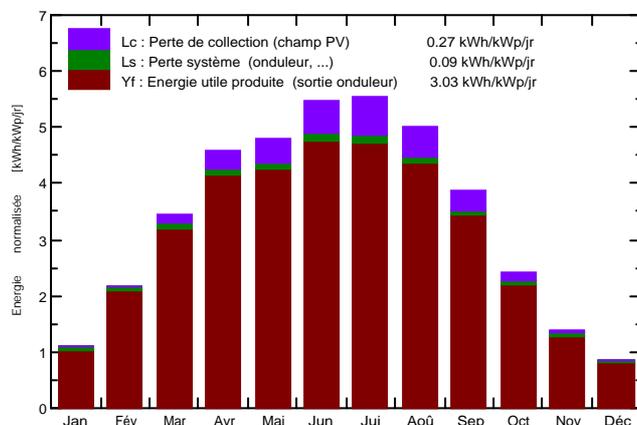
Variante de simulation : Nouvelle variante de simulation

Principaux paramètres système		Type de système	Couplé au réseau	
Orientation plan capteurs		inclinaison	30°	azimut 45°
Modules PV		Modèle	G 1255 S	Pnom 56 Wc
Champ PV		Nombre de modules	430	Pnom total 24.08 kWc
Onduleur		Modèle	TRIO-20.0-TL-OUTD-400	Pnom 22.00 kW ac
Batterie d'onduleurs		Nombre d'unités	1.5	Pnom total 33.0 kW ac
Besoins de l'utilisateur		Charge illimitée (réseau)		

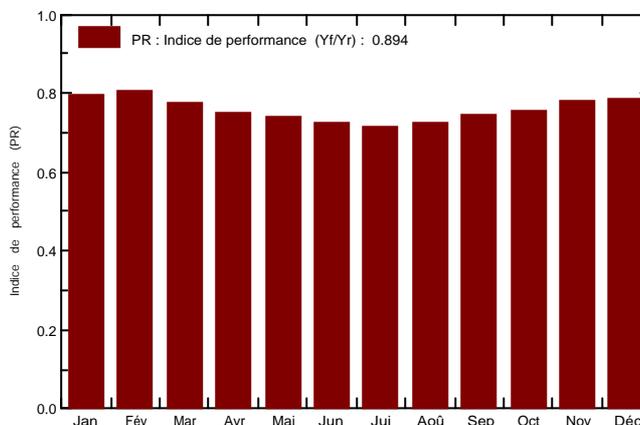
Principaux résultats de la simulation

Production du système	Energie produite	26.67 MWh/an	Productible	1108 kWh/kWc/an
	Indice de performance (PR)	89.41 %		

Productions normalisées (par kWp installé): Puissance nominale 24.08 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 ²	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	MWh	MWh	
Janvier	26.7	20.29	0.19	34.2	32.8	0.824	0.786	0.953
Février	48.8	33.03	1.99	60.9	58.7	1.463	1.416	0.965
Mars	92.0	46.53	6.25	107.0	103.5	2.458	2.393	0.928
Avril	125.8	59.29	10.67	137.9	133.8	3.074	2.998	0.903
Mai	153.7	82.20	15.44	148.5	143.5	3.254	3.172	0.887
Juin	167.3	85.01	19.12	164.0	158.6	3.530	3.446	0.873
Juillet	171.9	70.26	20.12	171.3	166.3	3.618	3.529	0.855
Août	147.2	73.33	19.31	155.1	150.4	3.330	3.251	0.870
Septembre	104.1	51.15	14.64	115.7	111.9	2.546	2.482	0.891
Octobre	60.2	33.26	10.64	75.4	72.9	1.702	1.650	0.908
Novembre	31.5	21.17	5.00	42.0	40.3	0.983	0.943	0.934
Décembre	21.0	15.76	1.44	26.8	25.6	0.640	0.607	0.940
Année	1150.0	591.28	10.45	1238.9	1198.3	27.422	26.674	0.894

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

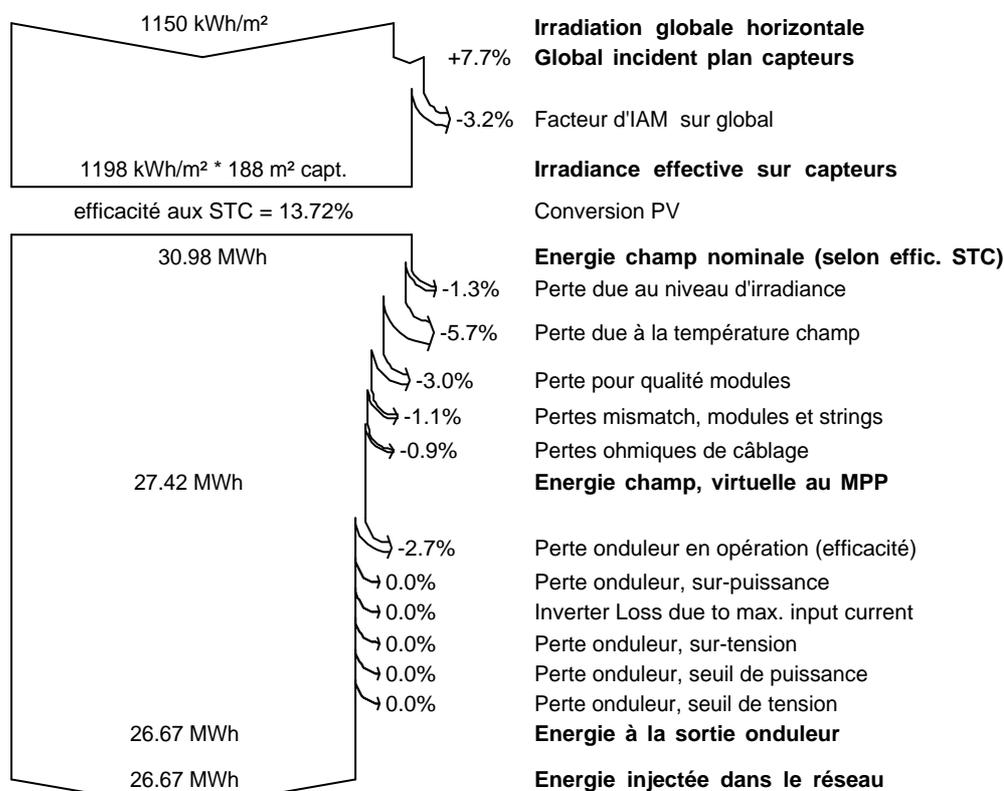
Système couplé au réseau: Diagramme des pertes

Projet : Lycée Jean Piaget_Façade Sud Ouest

Variante de simulation : Nouvelle variante de simulation

Principaux paramètres système	Type de système	Couplé au réseau	
Orientation plan capteurs	inclinaison	30°	azimut 45°
Modules PV	Modèle	G 1255 S	Pnom 56 Wc
Champ PV	Nombre de modules	430	Pnom total 24.08 kWc
Onduleur	Modèle	TRIO-20.0-TL-OUTD-400	Pnom 22.00 kW ac
Batterie d'onduleurs	Nombre d'unités	1.5	Pnom total 33.0 kW ac
Besoins de l'utilisateur	Charge illimitée (réseau)		

Diagramme des pertes sur l'année entière



Annexe 13 : 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 - Sud-Est	N° de parcelle:		N° MOP:	
Adresse du bâtiment:	Rue des Beaux-arts 30				

Station climat.	Neuchâtel	Altitude:	430	m
Zone	1	2	3	4
Catégorie d'ouvrage	Ecole			
Surface de référence énergétique SRE [m2]	6 049			

Besoins énergétiques [kWh/m2]	Saisie	Valeur calculée				
Eau chaude	0.628203009	0.6				
Refroidissement	2.931228302	2.9				
Ventilation	2.385352951	2.4				
Appareils		5.0				
Eclairage	8.133575798	8.1				
Installations techniques générales		3.0				

Production de chaleur	Chauffage		Eau chaude	
	Saisie	Valeur calculée	Saisie	Valeur calculée
Production de chaleur A				
Chaleur à distance (<=25% non-renouvelable)	Taux de couverture [%]	100	100	0
	Rendement / COPa	1	1	0
Production de chaleur B				
Pompes à chaleur, divers	Taux de couverture [%]	0	0	100
	Rendement / COPa	0	0	3.8
Saisir le contrôle-commande	Heures de fonctionnement			(pendant) la journée
Production de chaleur C				

Besoins pour chauffage Qh,eff						

Installation photovoltaïque N° 1												
Inclinaison (°, Hor=0°)					30	Apport mensuel [kWh/men]						
Orientation (°, S=0°, E=-90°)						Puissance installée [kWp]					37.8	
Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juill	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	
1122	2127	3720	4456	5170	5266	5372	4966	3969	2430	1366	959	

Installation photovoltaïque N° 2												

Installation photovoltaïque N° 3												

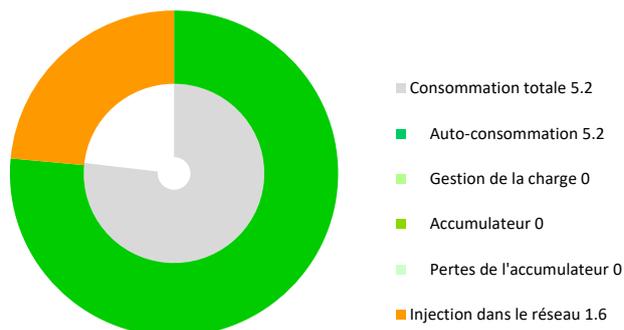
Accumulateur électrique												

Froid industriel												

Mobilité électrique												

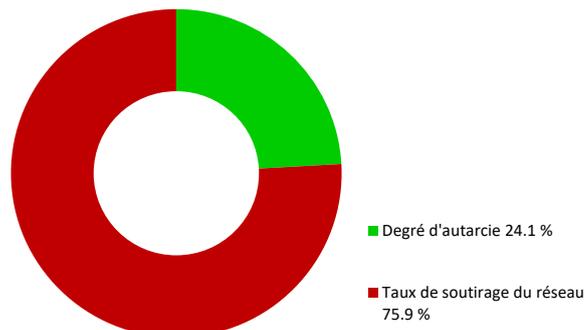
Consommation

(en kWh/m2, non pondéré)



Degré d'autarcie

(Electricité)

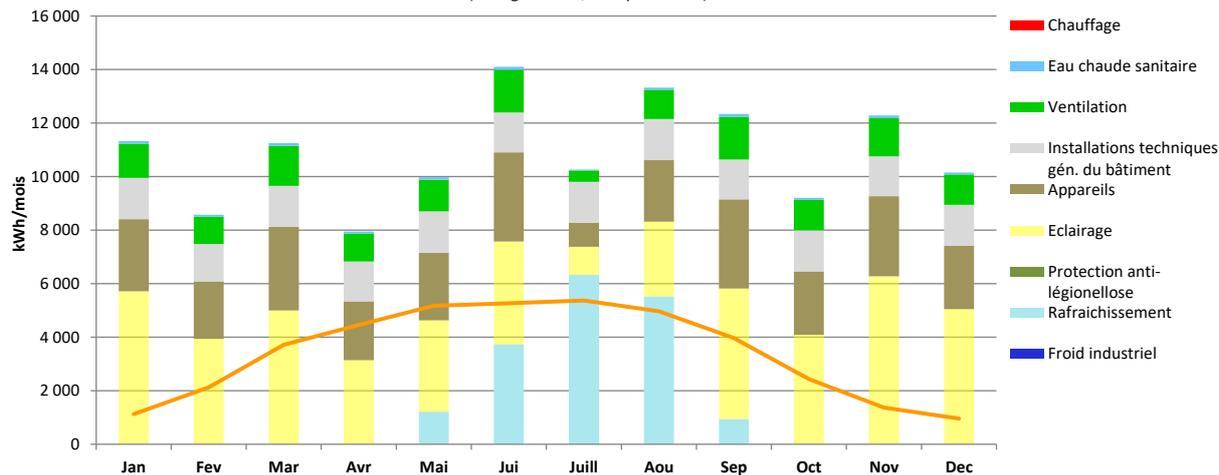


Bilan annuel	non pondéré			pondéré		
	kWh/m2	kWh	%	kWh/m2	kWh	%
Besoin total	21.6	130 752	100.0	43.2	261 504	100.0
Besoins d'électricité	21.6	130 752	100.0	43.2	261 504	100.0
Autres agents énergétiques	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0
Production totale	6.8	40 923				
Production électrique	6.8	40 923	100.0	-13.5	-81 846	100.0
Production solaire thermique						
Bilan global	-14.9	-89 829		29.7	179 658	
	Degré d'autarcie (énergie totale)		24.1			

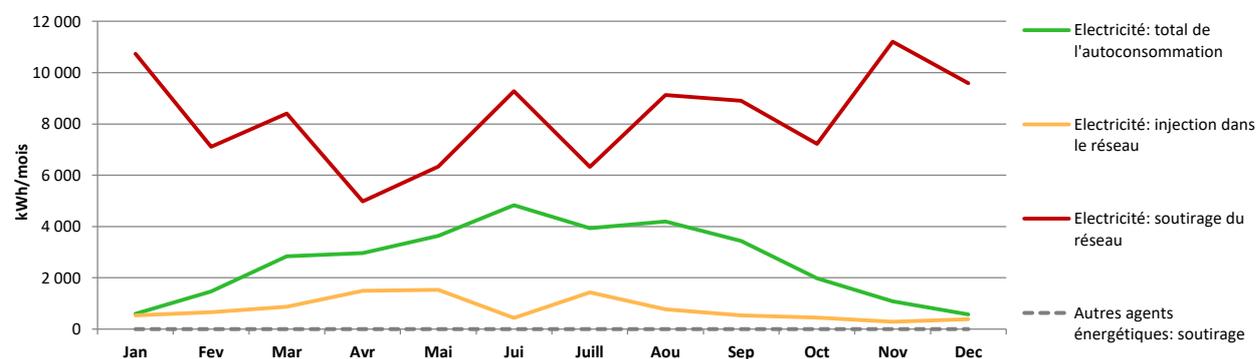
Auto-consommation de sa propre électricité				Report dans le justificatif Minergie		
Consommation totale	5.2	31 519	Part auto-consommée	77.0	Part électrique acceptée (s. pertes, %)	77
Injection dans le réseau	1.6	9 404	Part injectée dans le réseau	23.0	Pertes de la batterie (%)	0
Auto-couverture	5.2	31 519	Degré d'autarcie	24.1	Apport annuel spécifique [kWh/kWp]	1082.6
Soutirage du réseau	16.4	99 233	Part soutirée du réseau	75.9	Puissance installée [kWp]	37.8

Besoin / production électrique

(énergie finale, non pondérée)



Consommation propre, injection et soutirage de l'énergie



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 - Sud-Est + Sud-Ouest	N° de parcelle:		N° MOP:	
Adresse du bâtiment:	Rue des Beaux-arts 30				

Station climat.	Neuchâtel	Altitude:	430	m
Zone	1	2	3	4
Catégorie d'ouvrage	Ecole			
Surface de référence énergétique SRE [m2]	6 049			

Besoins énergétiques [kWh/m2]	Saisie	Valeur calculée				
Eau chaude	0.628203009	0.6				
Refroidissement	2.931228302	2.9				
Ventilation	2.385352951	2.4				
Appareils		5.0				
Eclairage	8.133575798	8.1				
Installations techniques générales		3.0				

Production de chaleur	Chauffage		Eau chaude	
	Saisie	Valeur calculée	Saisie	Valeur calculée
Production de chaleur A				
Chaleur à distance (<=25% non-renouvelable)	Taux de couverture [%]	100	100	0
	Rendement / COPa	1	1	0
Production de chaleur B				
Pompes à chaleur, divers	Taux de couverture [%]	0	0	100
	Rendement / COPa	0	0	3.8
Saisir le contrôle-commande	Heures de fonctionnement			(pendant) la journée
Production de chaleur C				

Besoins pour chauffage Qh,eff						

Installation photovoltaïque N° 1												
Inclinaison (°, Hor=0°)					30	Apport mensuel [kWh/men]						
Orientation (°, S=0°, E= -90°)						Puissance installée [kWp]					61.88	
Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juill	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	
1908	3543	6113	7454	8342	8712	8901	8217	6451	4080	2309	1566	

Installation photovoltaïque N° 2												

Installation photovoltaïque N° 3												

Accumulateur électrique												

Froid industriel												

Mobilité électrique												

Consommation

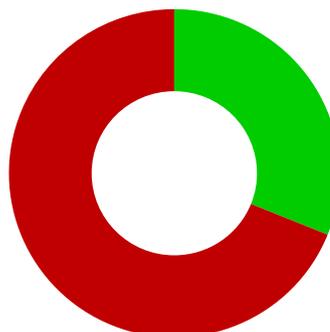
(en kWh/m2, non pondéré)



■ Consommation totale 6.7
■ Auto-consommation 6.7
■ Gestion de la charge 0
■ Accumulateur 0
■ Pertes de l'accumulateur 0
■ Injection dans le réseau 4.5

Degré d'autarcie

(Electricité)

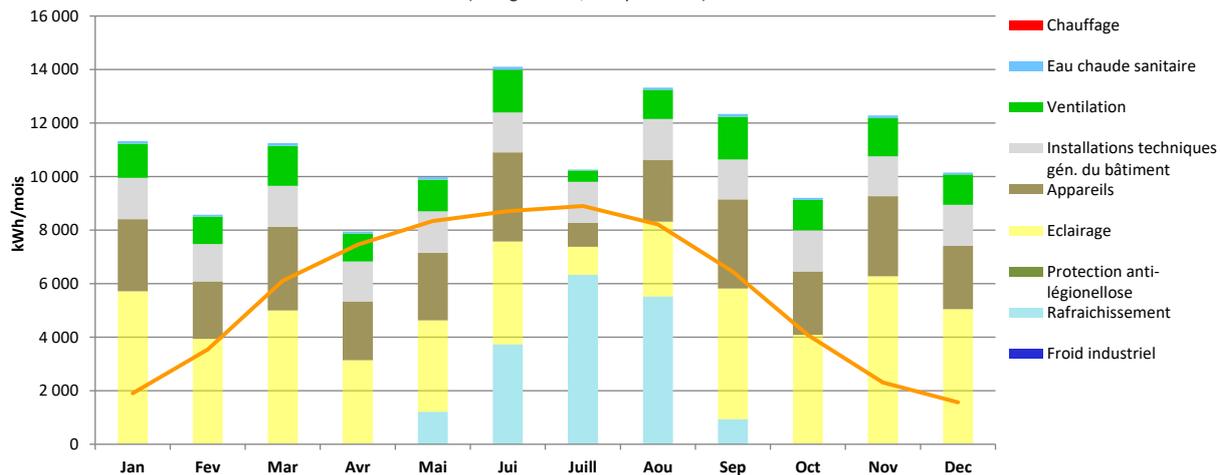


■ Degré d'autarcie 31.1 %
■ Taux de soutirage du réseau 68.9 %

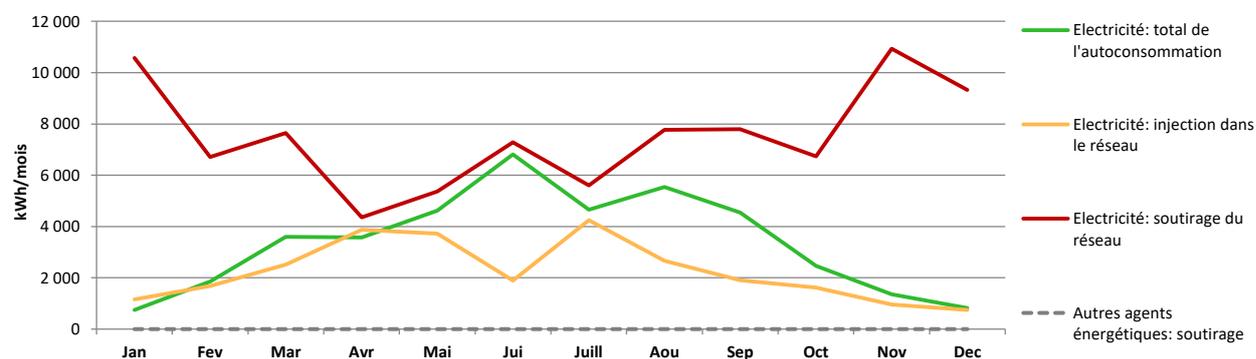
Bilan annuel	non pondéré			%	pondéré		
	kWh/m2	kWh			kWh/m2	kWh	%
Besoin total	21.6	130 752		100.0	43.2	261 504	100.0
Besoins d'électricité	21.6	130 752		100.0	43.2	261 504	100.0
Autres agents énergétiques	0.0	0		0.0	0.0	0	0.0
Production totale	11.2	67 596					
Production électrique	11.2	67 596		100.0	-22.3	-135 192	100.0
Production solaire thermique							
Bilan global	-10.4	-63 156			20.9	126 312	
	Degré d'autarcie (énergie totale)			31.1			
Auto-consommation de sa propre électricité				Report dans le justificatif Minergie			
Consommation totale	6.7	40 610	Part auto-consommée	60.1	Part électrique acceptée (s. pertes, %)		60.1
Injection dans le réseau	4.5	26 986	Part injectée dans le réseau	39.9	Pertes de la batterie (%)		0
Auto-couverture	6.7	40 610	Degré d'autarcie	31.1	Apport annuel spécifique [kWh/kWp]		1092.4
Soutirage du réseau	14.9	90 142	Part soutirée du réseau	68.9	Puissance installée [kWp]		61.88

Besoin / production électrique

(énergie finale, non pondérée)



Consommation propre, injection et soutirage de l'énergie



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 - Toutes orientations	N° de parcelle:		N° MOP:	
Adresse du bâtiment:	Rue des Beaux-arts 30				

Station climat.	Neuchâtel	Altitude:	430	m
Zone	1	2	3	4
Catégorie d'ouvrage	Ecole			
Surface de référence énergétique SRE [m2]	6 049			

Besoins énergétiques [kWh/m2]	Saisie	Valeur calculée				
Eau chaude	0.628203009	0.6				
Refroidissement	2.931228302	2.9				
Ventilation	2.385352951	2.4				
Appareils		5.0				
Eclairage	8.133575798	8.1				
Installations techniques générales		3.0				

Production de chaleur	Chauffage		Eau chaude	
	Saisie	Valeur calculée	Saisie	Valeur calculée
Production de chaleur A				
Chaleur à distance (<=25% non-renouvelable)	Taux de couverture [%]	100	100	0
	Rendement / COPa	1	1	0
Production de chaleur B				
Pompes à chaleur, divers	Taux de couverture [%]	0	0	100
	Rendement / COPa	0	0	3.8
Saisir le contrôle-commande	Heures de fonctionnement			(pendant) la journée
Production de chaleur C				

Besoins pour chauffage Qh,eff						

Installation photovoltaïque N° 1												
Inclinaison (°, Hor=0°)					30	Apport mensuel [kWh/men]						
Orientation (°, S=0°, E=-90°)						Puissance installée [kWp]					137	
Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juill	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	
3210	5920	10590	14240	16930	18410	18470	16070	11470	6810	3720	2520	

Installation photovoltaïque N° 2												

Installation photovoltaïque N° 3												

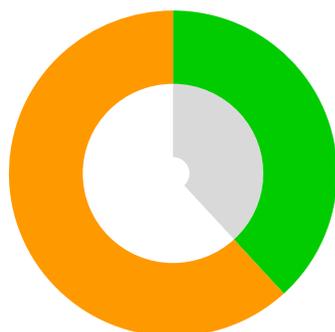
Accumulateur électrique												

Froid industriel												

Mobilité électrique												

Consommation

(en kWh/m2, non pondéré)



■ Consommation totale 8.1

■ Auto-consommation 8.1

■ Gestion de la charge 0

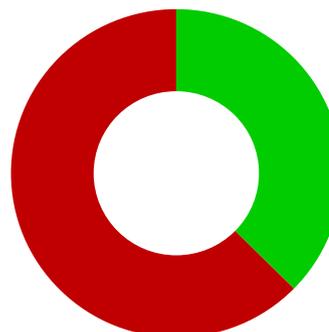
■ Accumulateur 0

■ Pertes de l'accumulateur 0

■ Injection dans le réseau 13.1

Degré d'autarcie

(Electricité)



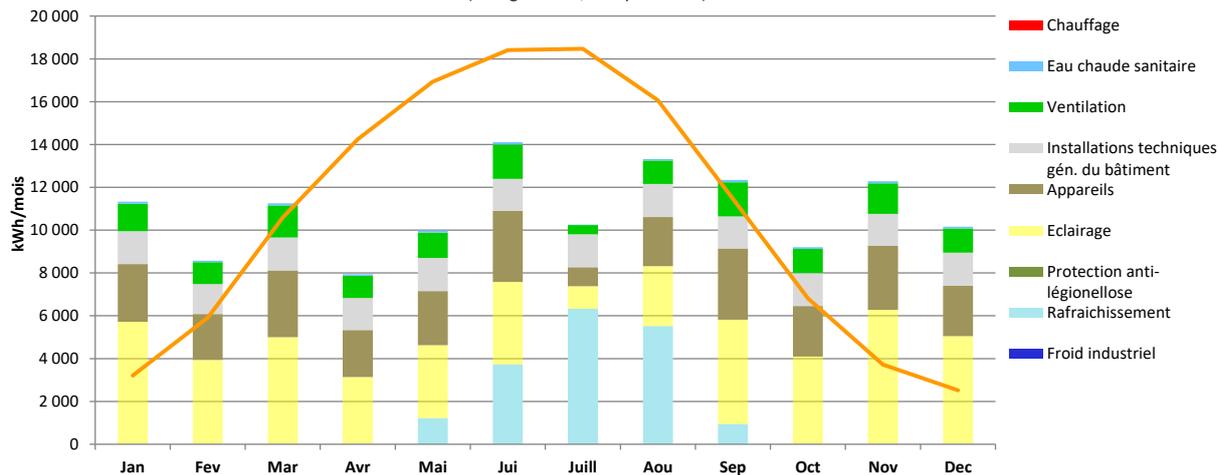
■ Degré d'autarcie 37.4 %

■ Taux de soutirage du réseau 62.6 %

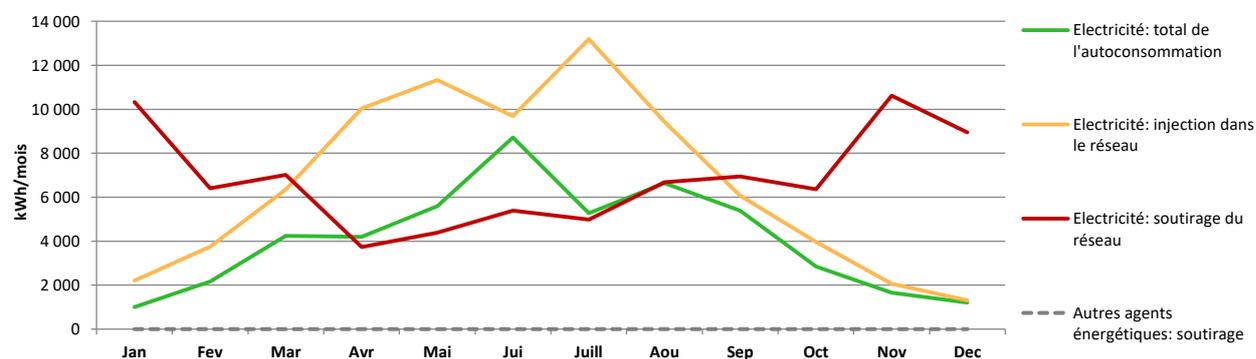
Bilan annuel	non pondéré			pondéré		
	kWh/m2	kWh	%	kWh/m2	kWh	%
Besoin total	21.6	130 752	100.0	43.2	261 504	100.0
Besoins d'électricité	21.6	130 752	100.0	43.2	261 504	100.0
Autres agents énergétiques	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0
Production totale	21.2	128 360				
Production électrique	21.2	128 360	100.0	-42.4	-256 720	100.0
Production solaire thermique						
Bilan global	-0.4	-2 392		0.8	4 784	
	Degré d'autarcie (énergie totale)		37.4			
Auto-consommation de sa propre électricité				Report dans le justificatif Minergie		
Consommation totale	8.1	48 924	Part auto-consommée 38.1	Part électrique acceptée (s. pertes, %)		38.1
Injection dans le réseau	13.1	79 436	Part injectée dans le réseau 61.9	Pertes de la batterie (%)		0
Auto-couverture	8.1	48 924	Degré d'autarcie 37.4	Apport annuel spécifique [kWh/kWp]		936.9
Soutirage du réseau	13.5	81 828	Part soutirée du réseau 62.6	Puissance installée [kWp]		137

Besoin / production électrique

(énergie finale, non pondérée)



Consommation propre, injection et soutirage de l'énergie



Annexe 14 : Fichiers de calcul Minergie®

MINERGIE®	EN-101b	Justificatif énergétique Besoin d'énergie
------------------	----------------	--

E7	Nom du projet:	Lycée Jean-Piaget - Variante retenue	N° cadastre:		N° MOP:	
E8	Adresse du bâtiment:	Rue des Beaux-Arts 30, Neuchâtel				

E13	Données sur le bâtiment		Altitude:	433	m	Canton:	Neuchâtel	
E14	(Selon la norme SIA 380/1)		Justificatif pour:	Minergie avec SIA 380/1:2016		Station climat.	Neuchâtel	
	Zone			1	2	3	4	Somme
E16	Catégorie d'ouvrage			Ecole				(moyenne)
E17	Avec eau chaude?			oui				
E19	Surface de référence énergétique SRE	A _E	m ²	6049				6 049
E21	Nouvelle construction			non				
E23	Facteur d'enveloppe	A _{th} /A _E		1.08				1.08
E24	Besoins pour chauffage avec renouvellement d'air normal	Q _h	kWh/m ²	55.6				55.6
E27	Installations de ventilation et de climatisation 1)							
	Le débit d'air neuf thermiquement actif calculé en F45-I45 est à introduire dans le calcul des besoins de chaleur pour le chauffage (SIA 380/1)							
	Données pour installation de ventilation standard		Zone	1	2	3	4	Somme
E30	Petite installation avec valeurs standard			non				
E31	Type d'installation de ventilation standard							
E32	Nombre de personnes							
E34	Récupération de chaleur-Echangeur de chaleur							
E35	Entrainement de ventilateur avec							
E37	Débit d'air nominal		m ³ /h					
E38	Calcul externe 1) Joindre un calcul externe et introduire les valeurs aux cellules F40 - I43							
E39	Rafrâchissement et/ou humidification ?			Refr. + humid.				
E40	Débit d'air neuf thermiquement actif	V'	m ³ /h	4 099				4 099
E41	Besoins d'électricité pour la ventilation et la protection antigél	Q _{e,L}	kWh	32 160				32 160
E42	Besoins d'électricité pour la climatisation et l'humidification	Q _{e,K}	kWh					
E43	Besoins d'électricité pour le transport du froid et pour les auxiliaires	Q _{e,B}	kWh					
E44	Q_h avec débit d'air thermiquement actif							
E45	Débit d'air neuf thermiquement actif	V'/A _E	m ³ /hm ²	0.83				0.83
E46	Besoins pour le chauffage effectif avec l'installation de ventilation	Q _{h,eff}	kWh/m ²	59.0				59.0

MINERGIE®	Données supplémentaires pour le justificatif Minergie
------------------	--

M12	Données sur le bâtiment		Altitude: 433 m	Canton: Neuchâtel			
M13	(Selon la norme SIA 380/1)		Justificatif pour: Minergie avec SIA 380/1:2C Station climat. Neuchâtel				
	Zone		1	2	3	4	Somme
M15	Catégorie d'ouvrage		Ecole				(moyenne)
M17	Eau chaude, valeur calculée	kWh/m2	0.60				
M18	Eau chaude, SIA 385	kWh/m2	0.60				
M19	- Réduction pour la robinetterie	f _A = 0.9	non				
M21	- Récupération de la chaleur des eaux usées en %						
M25	Nombre d'unités d'habitation						
M26	Hauteur du bâtiment	10.8 m	11				

Electricité

Données concernant l'utilisation du logement:		Zone	1	2	3	4	(moyenne)
M33	Ascenseur / élévateur disponible sur place?						
M34	Tous les lave-vaisselle sont de classe A+++						
M35	Tous les réfrigérateurs et congélateurs sont de classe A+++						
M36	Tous les lave-linge sont de classe A+++						
M37	Tous les sèche-linge sont de classe A+++						
M38	Toutes les cuisinières sont à induction						
M40	Eclairage LED A++ & régulation						
M41	Appareils efficaces Electricité générale						
M43	Autres utilisations: données concernant l'éclairage						
M44	Eclairage: rénovation complète?		oui				
M45	Justificatif des besoins pour l'éclairage est disponible		oui				
M46	Luminaires: module Minergie ou classe A+						
M47	Commande d'éclairage de classe A++						
M48	Eclairage: valeur moyenne SIA 387/4	E _{SIA387/4,la} kWh/m2	10.0				10.0
M49	Eclairage: valeur du projet SIA 387/4	E _{SIA387/4,Bel} kWh/m2	10.0				10.0
M50	Exigence éclairage respectée?	satisfait	10.0				Valeur calculée

Autoproduction d'électricité

			Apport annuel spécifique [kWh/kWp]		Besoins personnels [%]	
			calculée	Entrée	calculée	Entrée
M55	Puissance installée (sans CCF) [kWp]	61.9 kWp	1092.4	1092.4	60.1%	60.1%
M56	Puissance installée spécifique, par m2 SRE:	10.2 W/m2				
M57	Taille minimale de l'installation d'autoproduction d'électricité:	0 kWp	Exigence remplie?		oui	

Autres exigences

	Autodéclaration/attestation	Exigence remplie?		
M63	Etanchéité de la surface de l'enveloppe	Concept d'étanchéité annexé?	oui	satisfait
M65				
M67	Rejets thermiques	Production de rejets thermiques?	non	
M68				
M69				
M70	Concept de monitoring	Interventions importantes sur installations techniques?	oui	
M71	Concept de monitoring	Concept de monitoring annexé?	oui	satisfait
M72				

MINERGIE®	EN-101b	Justificatif énergétique Besoin d'énergie
------------------	----------------	--

Production de chaleur:		Rendement / COPa		Taux de couverture [%]	
		Entrée	Valeur calculée	Chauffage	Eau chaude
N7	Production de chaleur A				
N8	Chaleur à distance (max. 25% énergies ren., rejets, CCF)		1.00	100.0	
N9	L'électricité pour les PAC doit être pondérée double				
N10					
N11	Production de chaleur B				
N12	Pompe à chaleur air-eau, qu'eau chaude	3.80	3.80		100.0
N13					
N14					
N15	Production de chaleur C				
N16					
N17					
N18					
N19	Production de chaleur D				
N20					
N21					
N22					
N23	Report autres productions de chaleur				
N24					
N25	Electricité fournie (non pondérée) kWh				
N27	Energie fournie (sans électricité, pondérée) kWh			Taux de couverture total	100.0 100.0

Données du bâtiment, ventilation et valeur limite		1	2	3	4	Total / Moyenne
N34	Qh avec renouvellement d'air effectif kWh/m2	59.0				59.0
N35	Besoin pour eau chaude Qww SIA 380/1 kWh/m2	6.9				6.9
N39	Besoin en électricité pour la ventilation kWh/m2	5.3				5.3
N40	Besoin en électricité pour la climatisation + auxiliaires kWh/m2					
N43	Valeur limite pour les besoins en énergie finale sans photovolta kWh/m2	55.0				55.0
N44	Valeur limite pour l'indice Minergie MKZ kWh/m2	88.0				88.0

Production de chaleur: (chauffage et eau chaude)	η ou COPa	Pondération	Taux de couverture		Energie finale pondérée kWh/m2		Chaleur kWh/m ²
			Chauffage	Eau chaude	Courant	autre	
N47	Chaleur à distance (<=25% renouvelable)	1	100.0%			59.0	59.0
N48	Pompe à chaleur air-air, eau chaude	2		100.0%	3.7		6.9
N49							
N50							
N51							
N52	Besoin d'électricité ventilation	2			10.6		
N53	Electricité climatisation + auxiliaires						
N54	Total:		100%	100%	14.3	59.0	65.9

Respect des exigences:	Exigences	Valeur calculée	Respectée?
N58	Valeur limite pour les besoins en énergie finale sans pho	55.0 kWh/m2	73.3 kWh/m2 non
N59	Indice Minergie (MKZ)	88.0 kWh/m2	88.9 kWh/m2 non

MINERGIE®	Aperçu justificatif Minergie
------------------	---

U9 Instructions

Le présent formulaire sert à la justification des labels Minergie, Minergie-P et Minergie-A. Le label correspondant peut être sélectionné dans la feuille "Entrées". Une fois le justificatif rempli, il doit être téléchargé sur la plateforme Minergie online (MOP). Après transmission sur MOP, le formulaire de demande est généré automatiquement. La demande signée, le présent formulaire justificatif et tous les éventuels documents notifiés sur la demande doivent être envoyés au format papier à l'office de certification compétent. Observer le code couleur suivant pour remplir le formulaire justificatif:

Champ de saisie (obligatoire)

Champ de saisie (facultatif)

Liste déroulante (obligatoire)

U20	Projet	Justificatif pour:	Minergie avec SIA 380/1:2016
U21	Nom du projet:	Lycée Jean-Piaget - Variante retenue	N° cadastre: N° MOP:
U22	Adresse du bâtiment:	Rue des Beaux-Arts 30, Neuchâtel	

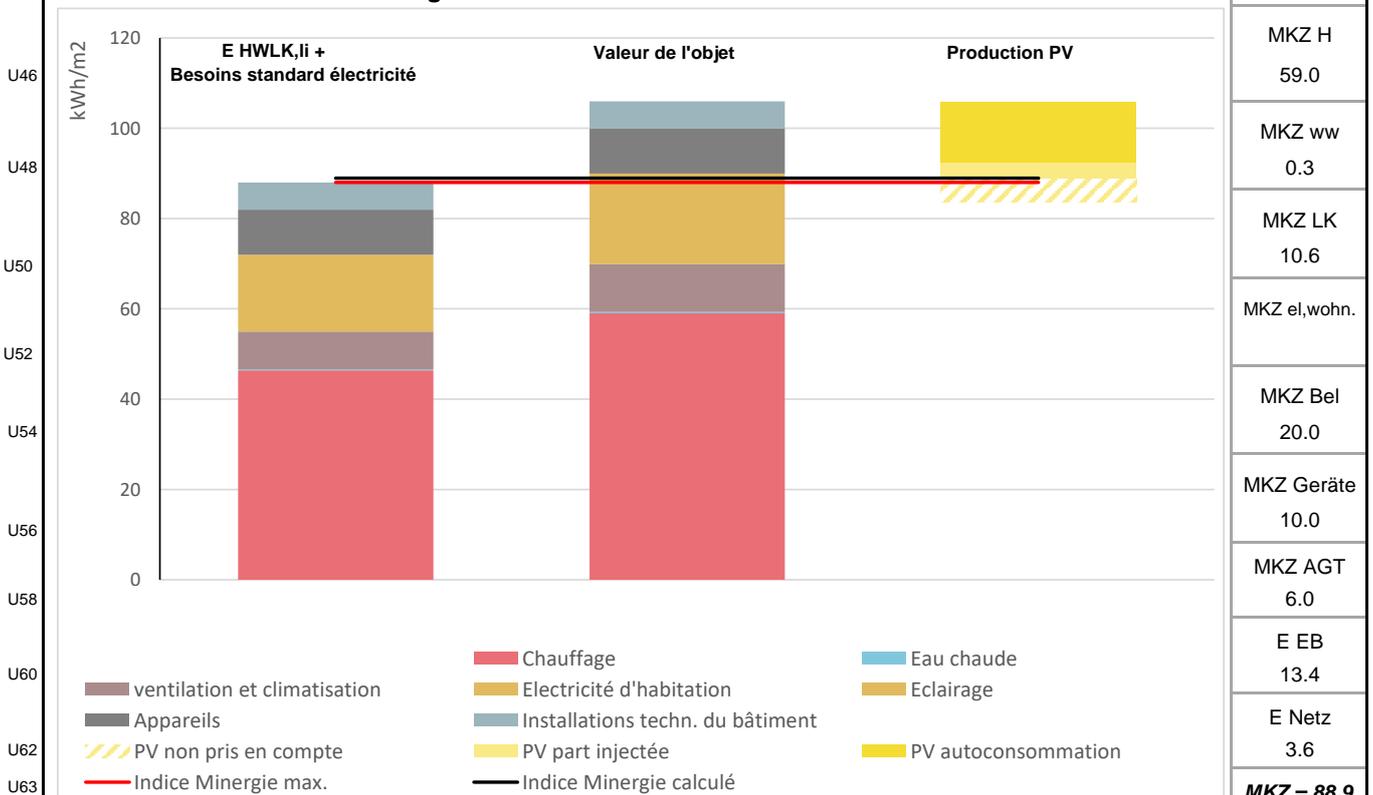
U28 Satisfaction de l'exigence principale

	Exigences	Valeur calculée	Respectée?	
U30	Indice Minergie en kWh/m ²	88.0	88.9	non
U31	Indice Minergie en CO ₂ /m ²	Pas d'exigence	23.2	

U35 Satisfaction des exigences de base

	Exigences	Valeur calculée	Respectée?	
U37	Besoins de chaleur en kWh/m ² Qh			
U38	Energie finale sans photovoltaïque en kWh/m ²	55.0	73.3	non
U39	Valeur limite Minergie pour l'éclairage en kWh/m ²	10.0	10.0	oui
U40	Taille minimale de l'installation d'autoproduction d'électricité: kWp	0	61.90	oui
U41	Protection thermique estivale dans le label Minergie			oui
U42	Part d'énergies fossiles %	30.0%	106.6%	non

U44 Visualisation de l'indice Minergie



MINERGIE®	EN-101b	Justificatif énergétique Besoin d'énergie
------------------	----------------	--

E7	Nom du projet:	Lycée Jean-Piaget - V retenue+option fenêtres	N° cadastre:		N° MOP:	
E8	Adresse du bâtiment:	Rue des Beaux-Arts 30, Neuchâtel				

E13	Données sur le bâtiment	Altitude:	433	m	Canton:	Neuchâtel	
E14	(Selon la norme SIA 380/1)	Justificatif pour:	Minergie avec SIA 380/1:2016		Station climat.	Neuchâtel	
	Zone		1	2	3	4	Somme
E16	Catégorie d'ouvrage		Ecole				(moyenne)
E17	Avec eau chaude?		oui				
E19	Surface de référence énergétique SRE	A _E	m ²	6049			6 049
E21	Nouvelle construction		non				
E23	Facteur d'enveloppe	A _{th} /A _E		1.08			1.08
E24	Besoins pour chauffage avec renouvellement d'air normal	Q _h	kWh/m ²	48.6			48.6
E27	Installations de ventilation et de climatisation 1)						
	Le débit d'air neuf thermiquement actif calculé en F45-I45 est à introduire dans le calcul des besoins de chaleur pour le chauffage (SIA 380/1)						
	Données pour installation de ventilation standard	Zone	1	2	3	4	Somme
E30	Petite installation avec valeurs standard		non				
E31	Type d'installation de ventilation standard						
E32	Nombre de personnes						
E34	Récupération de chaleur-Echangeur de chaleur						
E35	Entrainement de ventilateur avec						
E37	Débit d'air nominal		m ³ /h				
E38	Calcul externe	1) Joindre un calcul externe et introduire les valeurs aux cellules F40 - I43					
E39	Rafrâichissement et/ou humidification ?			Refr. + humid.			
E40	Débit d'air neuf thermiquement actif	V'	m ³ /h	4 099			4 099
E41	Besoins d'électricité pour la ventilation et la protection antigél	Q _{e,L}	kWh	32 160			32 160
E42	Besoins d'électricité pour la climatisation et l'humidification	Q _{e,K}	kWh				
E43	Besoins d'électricité pour le transport du froid et pour les auxiliaires	Q _{e,B}	kWh				
E44	Q_h avec débit d'air thermiquement actif						
E45	Débit d'air neuf thermiquement actif	V'/A _E	m ³ /hm ²	0.83			0.83
E46	Besoins pour le chauffage effectif avec l'installation de ventilation	Q _{h,eff}	kWh/m ²	51.9			51.9

MINERGIE®	Données supplémentaires pour le justificatif Minergie
------------------	--

M12	Données sur le bâtiment		Altitude: 433 m	Canton: Neuchâtel			
M13	(Selon la norme SIA 380/1)		Justificatif pour: Minergie avec SIA 380/1:2C Station climat. Neuchâtel				
	Zone		1	2	3	4	Somme
M15	Catégorie d'ouvrage		Ecole				(moyenne)
M17	Eau chaude, valeur calculée	kWh/m2	0.60				
M18	Eau chaude, SIA 385	kWh/m2	0.60				
M19	- Réduction pour la robinetterie	f _A = 0.9	non				
M21	- Récupération de la chaleur des eaux usées en %						
M25	Nombre d'unités d'habitation						
M26	Hauteur du bâtiment	10.8 m	11				

Electricité

Données concernant l'utilisation du logement:		Zone	1	2	3	4	(moyenne)
M33	Ascenseur / élévateur disponible sur place?						
M34	Tous les lave-vaisselle sont de classe A+++						
M35	Tous les réfrigérateurs et congélateurs sont de classe A+++						
M36	Tous les lave-linge sont de classe A+++						
M37	Tous les sèche-linge sont de classe A+++						
M38	Toutes les cuisinières sont à induction						
M40	Eclairage LED A++ & régulation						
M41	Appareils efficaces Electricité générale						
M43	Autres utilisations: données concernant l'éclairage						
M44	Eclairage: rénovation complète?		oui				
M45	Justificatif des besoins pour l'éclairage est disponible		oui				
M46	Luminaires: module Minergie ou classe A+						
M47	Commande d'éclairage de classe A++						
M48	Eclairage: valeur moyenne SIA 387/4	E _{SIA387/4,la} kWh/m2	10.0				10.0
M49	Eclairage: valeur du projet SIA 387/4	E _{SIA387/4,Bel} kWh/m2	10.0				10.0
M50	Exigence éclairage respectée?	satisfait	10.0				Valeur calculée

Autoproduction d'électricité

			Apport annuel spécifique [kWh/kWp]		Besoins personnels [%]	
			calculée	Entrée	calculée	Entrée
M55	Puissance installée (sans CCF) [kWp]	61.9 kWp	1092.4	1092.4	60.1%	60.1%
M56	Puissance installée spécifique, par m2 SRE:	10.2 W/m2				
M57	Taille minimale de l'installation d'autoproduction d'électricité:	0 kWp	Exigence remplie?		oui	

Autres exigences

	Autodéclaration/attestation	Exigence remplie?		
M63	Etanchéité de la surface de l'enveloppe	Concept d'étanchéité annexé?	oui	satisfait
M65				
M67	Rejets thermiques	Production de rejets thermiques?	non	
M68				
M69				
M70	Concept de monitoring	Interventions importantes sur installations techniques?	oui	
M71	Concept de monitoring	Concept de monitoring annexé?	oui	satisfait
M72				

MINERGIE®	EN-101b	Justificatif énergétique Besoin d'énergie
------------------	----------------	--

Production de chaleur:		Rendement / COPa		Taux de couverture [%]	
		Entrée	Valeur calculée	Chauffage	Eau chaude
N7	Production de chaleur A				
N8	Chaleur à distance (max. 25% énergies ren., rejets, CCF)		1.00	100.0	
N9	L'électricité pour les PAC doit être pondérée double				
N10					
N11	Production de chaleur B				
N12	Pompe à chaleur air-eau, qu'eau chaude	3.80	3.80		100.0
N13					
N14					
N15	Production de chaleur C				
N16					
N17					
N18					
N19	Production de chaleur D				
N20					
N21					
N22					
N23	Report autres productions de chaleur				
N24					
N25	Electricité fournie (non pondérée) kWh				
N27	Energie fournie (sans électricité, pondérée) kWh			Taux de couverture total	100.0 100.0

Données du bâtiment, ventilation et valeur limite		1	2	3	4	Total / Moyenne
N34	Qh avec renouvellement d'air effectif kWh/m2	51.9				51.9
N35	Besoin pour eau chaude Qww SIA 380/1 kWh/m2	6.9				6.9
N39	Besoin en électricité pour la ventilation kWh/m2	5.3				5.3
N40	Besoin en électricité pour la climatisation + auxiliaires kWh/m2					
N43	Valeur limite pour les besoins en énergie finale sans photovolta kWh/m2	55.0				55.0
N44	Valeur limite pour l'indice Minergie MKZ kWh/m2	88.0				88.0

Production de chaleur: (chauffage et eau chaude)	η ou COPa	Pondération	Taux de couverture		Energie finale pondérée kWh/m2		Chaleur kWh/m ²
			Chauffage	Eau chaude	Courant	autre	
N47	Chaleur à distance (<=25% renouvelable)	1	100.0%			51.9	51.9
N48	Pompe à chaleur air-air, eau chaude	2		100.0%	3.7		6.9
N49							
N50							
N51							
N52	Besoin d'électricité ventilation	2			10.6		
N53	Electricité climatisation + auxiliaires						
N54	Total:		100%	100%	14.3	51.9	58.8

Respect des exigences:	Exigences	Valeur calculée	Respectée?	
N58	Valeur limite pour les besoins en énergie finale sans pho	55.0 kWh/m2	66.2 kWh/m2	non
N59	Indice Minergie (MKZ)	88.0 kWh/m2	81.8 kWh/m2	oui

MINERGIE®	Aperçu justificatif Minergie
------------------	---

U9 Instructions

Le présent formulaire sert à la justification des labels Minergie, Minergie-P et Minergie-A. Le label correspondant peut être sélectionné dans la feuille "Entrées". Une fois le justificatif rempli, il doit être téléchargé sur la plateforme Minergie online (MOP). Après transmission sur MOP, le formulaire de demande est généré automatiquement. La demande signée, le présent formulaire justificatif et tous les éventuels documents notifiés sur la demande doivent être envoyés au format papier à l'office de certification compétent. Observer le code couleur suivant pour remplir le formulaire justificatif:

Champ de saisie (obligatoire)

Champ de saisie (facultatif)

Liste déroulante (obligatoire)

U20	Projet	Justificatif pour:	Minergie avec SIA 380/1:2016
U21	Nom du projet:	Lycée Jean-Piaget - V retenue+option fenêtres	N° cadastre: N° MOP:
U22	Adresse du bâtiment:	Rue des Beaux-Arts 30, Neuchâtel	

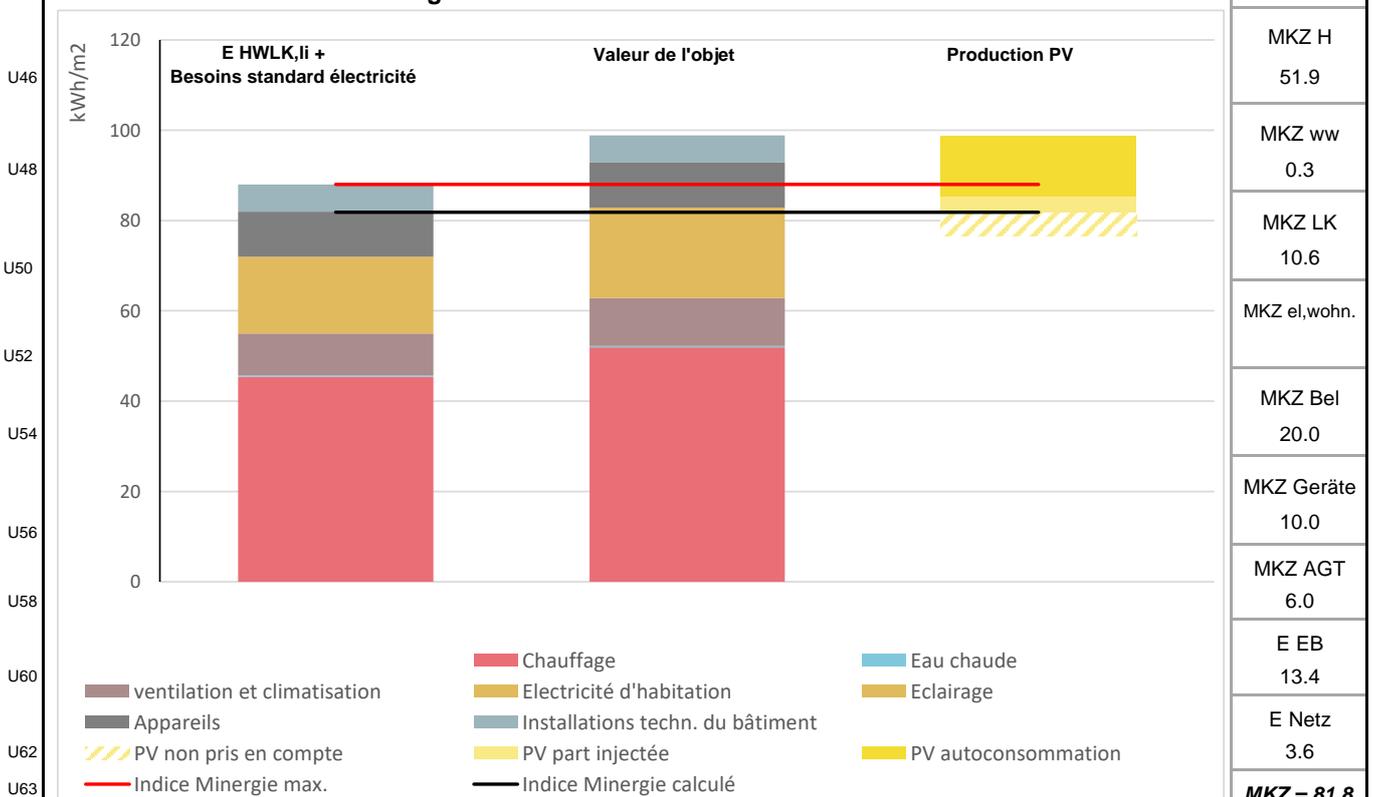
U28 Satisfaction de l'exigence principale

	Exigences	Valeur calculée	Respectée?	
U30	Indice Minergie en kWh/m ²	88.0	81.8	oui
U31	Indice Minergie en CO ₂ /m ²	Pas d'exigence	20.6	

U35 Satisfaction des exigences de base

	Exigences	Valeur calculée	Respectée?	
U37	Besoins de chaleur en kWh/m ² Qh			
U38	Energie finale sans photovoltaïque en kWh/m ²	55.0	66.2	non
U39	Valeur limite Minergie pour l'éclairage en kWh/m ²	10.0	10.0	oui
U40	Taille minimale de l'installation d'autoproduction d'électricité: kWp	0	61.90	oui
U41	Protection thermique estivale dans le label Minergie			oui
U42	Part d'énergies fossiles %	30.0%	93.8%	non

U44 Visualisation de l'indice Minergie



MINERGIE®	EN-101b	Justificatif énergétique Besoin d'énergie
------------------	----------------	--

E7	Nom du projet:	Lycée Jean-Piaget - Vretenue+fenêtres+CAD	N° cadastre:		N° MOP:	
E8	Adresse du bâtiment:	Rue des Beaux-Arts 30, Neuchâtel				

E13	Données sur le bâtiment	Altitude:	433	m	Canton:	Neuchâtel	
E14	(Selon la norme SIA 380/1)	Justificatif pour:	Minergie avec SIA 380/1:2016		Station climat.	Neuchâtel	
	Zone		1	2	3	4	Somme
E16	Catégorie d'ouvrage		Ecole				(moyenne)
E17	Avec eau chaude?		oui				
E19	Surface de référence énergétique SRE	A _E	m ²	6049			6 049
E21	Nouvelle construction		non				
E23	Facteur d'enveloppe	A _{th} /A _E		1.08			1.08
E24	Besoins pour chauffage avec renouvellement d'air normal	Q _h	kWh/m ²	48.6			48.6

E27	Installations de ventilation et de climatisation 1)						
	Le débit d'air neuf thermiquement actif calculé en F45-I45 est à introduire dans le calcul des besoins de chaleur pour le chauffage (SIA 380/1)						
	Données pour installation de ventilation standard	Zone	1	2	3	4	Somme
E30	Petite installation avec valeurs standard		non				
E31	Type d'installation de ventilation standard						
E32	Nombre de personnes						
E34	Récupération de chaleur-Echangeur de chaleur						
E35	Entrainement de ventilateur avec						
E37	Débit d'air nominal		m ³ /h				
E38	Calcul externe	1) Joindre un calcul externe et introduire les valeurs aux cellules F40 - I43					
E39	Rafrâichissement et/ou humidification ?			Refr. + humid.			
E40	Débit d'air neuf thermiquement actif	V'	m ³ /h	4 099			4 099
E41	Besoins d'électricité pour la ventilation et la protection antigél	Q _{e,L}	kWh	32 160			32 160
E42	Besoins d'électricité pour la climatisation et l'humidification	Q _{e,K}	kWh				
E43	Besoins d'électricité pour le transport du froid et pour les auxiliaires	Q _{e,B}	kWh				
E44	Q_h avec débit d'air thermiquement actif						
E45	Débit d'air neuf thermiquement actif	V'/A _E	m ³ /hm ²	0.83			0.83
E46	Besoins pour le chauffage effectif avec l'installation de ventilation	Q _{h,eff}	kWh/m ²	51.9			51.9

MINERGIE®	Données supplémentaires pour le justificatif Minergie
------------------	--

M12	Données sur le bâtiment		Altitude: 433 m	Canton: Neuchâtel			
M13	(Selon la norme SIA 380/1)		Justificatif pour: Minergie avec SIA 380/1:2C Station climat. Neuchâtel				
	Zone		1	2	3	4	Somme
M15	Catégorie d'ouvrage		Ecole				(moyenne)
M17	Eau chaude, valeur calculée	kWh/m2	0.60				
M18	Eau chaude, SIA 385	kWh/m2	0.60				
M19	- Réduction pour la robinetterie	f _A = 0.9	non				
M21	- Récupération de la chaleur des eaux usées en %						
M25	Nombre d'unités d'habitation						
M26	Hauteur du bâtiment	10.8 m	11				

Electricité

<i>Données concernant l'utilisation du logement:</i>		Zone	1	2	3	4	(moyenne)
M33	Ascenseur / élévateur disponible sur place?						
M34	Tous les lave-vaisselle sont de classe A+++						
M35	Tous les réfrigérateurs et congélateurs sont de classe A+++						
M36	Tous les lave-linge sont de classe A+++						
M37	Tous les sèche-linge sont de classe A+++						
M38	Toutes les cuisinières sont à induction						
M40	Eclairage LED A++ & régulation						
M41	Appareils efficaces Electricité générale						
M43	<i>Autres utilisations: données concernant l'éclairage</i>						
M44	Eclairage: rénovation complète?		oui				
M45	Justificatif des besoins pour l'éclairage est disponible		oui				
M46	Luminaires: module Minergie ou classe A+						
M47	Commande d'éclairage de classe A++						
M48	Eclairage: valeur moyenne SIA 387/4	E _{SIA387/4,la} kWh/m2	10.0				10.0
M49	Eclairage: valeur du projet SIA 387/4	E _{SIA387/4,Bel} kWh/m2	10.0				10.0
M50	Exigence éclairage respectée?	satisfait	10.0				Valeur calculée

Autoproduction d'électricité

			Apport annuel spécifique [kWh/kWp]		Besoins personnels [%]	
			calculée	Entrée	calculée	Entrée
M55	Puissance installée (sans CCF) [kWp]	61.9 kWp	1092.4	1092.4	60.1%	60.1%
M56	Puissance installée spécifique, par m2 SRE:	10.2 W/m2				
M57	Taille minimale de l'installation d'autoproduction d'électricité:	0 kWp	Exigence remplie?		oui	

Autres exigences

	Autodéclaration/attestation	Exigence remplie?		
M63	Etanchéité de la surface de l'enveloppe	Concept d'étanchéité annexé?	oui	satisfait
M65				
M67	Rejets thermiques	Production de rejets thermiques?	non	
M68				
M69				
M70	Concept de monitoring	Interventions importantes sur installations techniques?	oui	
M71	Concept de monitoring	Concept de monitoring annexé?	oui	satisfait
M72				

MINERGIE®	EN-101b	Justificatif énergétique Besoin d'énergie
------------------	----------------	--

Production de chaleur:		Rendement / COPa		Taux de couverture [%]	
		Entrée	Valeur calculée	Chauffage	Eau chaude
N7	Production de chaleur A				
N8	Chaleur à distance (min. 50% énergies ren., rejets, CCF)		1.00	100.0	
N9	L'électricité pour les PAC doit être pondérée double				
N10					
N11	Production de chaleur B				
N12	Pompe à chaleur air-eau, qu'eau chaude	3.80	3.80		100.0
N13					
N14					
N15	Production de chaleur C				
N16					
N17					
N18					
N19	Production de chaleur D				
N20					
N21					
N22					
N23	Report autres productions de chaleur				
N24					
N25	Electricité fournie (non pondérée) kWh				
N27	Energie fournie (sans électricité, pondérée) kWh			Taux de couverture total	100.0 100.0

Données du bâtiment, ventilation et valeur limite		1	2	3	4	Total / Moyenne
N34	Qh avec renouvellement d'air effectif kWh/m2	51.9				51.9
N35	Besoin pour eau chaude Qww SIA 380/1 kWh/m2	6.9				6.9
N39	Besoin en électricité pour la ventilation kWh/m2	5.3				5.3
N40	Besoin en électricité pour la climatisation + auxiliaires kWh/m2					
N43	Valeur limite pour les besoins en énergie finale sans photovolta kWh/m2	55.0				55.0
N44	Valeur limite pour l'indice Minergie MKZ kWh/m2	88.0				88.0

Production de chaleur: (chauffage et eau chaude)	η ou COPa	Pondération	Taux de couverture		Energie finale pondérée kWh/m2		Chaleur kWh/m ²	
			Chauffage	Eau chaude	Courant	autre		
N47	Chaleur à distance (min. 50% énergies ren.)	1.00	0.6	100.0%			31.1	51.9
N48	Pompe à chaleur air-air, eau chaude	3.80	2		100.0%	3.7		6.9
N49								
N50								
N51								
N52	Besoin d'électricité ventilation		2			10.6		
N53	Electricité climatisation + auxiliaires							
N54	Total:			100%	100%	14.3	31.1	58.8

Respect des exigences:	Exigences	Valeur calculée	Respectée?	
N58	Valeur limite pour les besoins en énergie finale sans pho	55.0 kWh/m2	45.4 kWh/m2	oui
N59	Indice Minergie (MKZ)	88.0 kWh/m2	61.1 kWh/m2	oui

MINERGIE®	Aperçu justificatif Minergie
------------------	---

U9 Instructions

Le présent formulaire sert à la justification des labels Minergie, Minergie-P et Minergie-A. Le label correspondant peut être sélectionné dans la feuille "Entrées". Une fois le justificatif rempli, il doit être téléchargé sur la plateforme Minergie online (MOP). Après transmission sur MOP, le formulaire de demande est généré automatiquement. La demande signée, le présent formulaire justificatif et tous les éventuels documents notifiés sur la demande doivent être envoyés au format papier à l'office de certification compétent. Observer le code couleur suivant pour remplir le formulaire justificatif:

Champ de saisie (obligatoire)

Champ de saisie (facultatif)

Liste déroulante (obligatoire)

U20 Projet	Justificatif pour:		Minergie avec SIA 380/1:2016
U21 Nom du projet:	Lycée Jean-Piaget - Vretenue+fenêtres+CAD	N° cadastre:	N° MOP:
U22 Adresse du bâtiment:	Rue des Beaux-Arts 30, Neuchâtel		

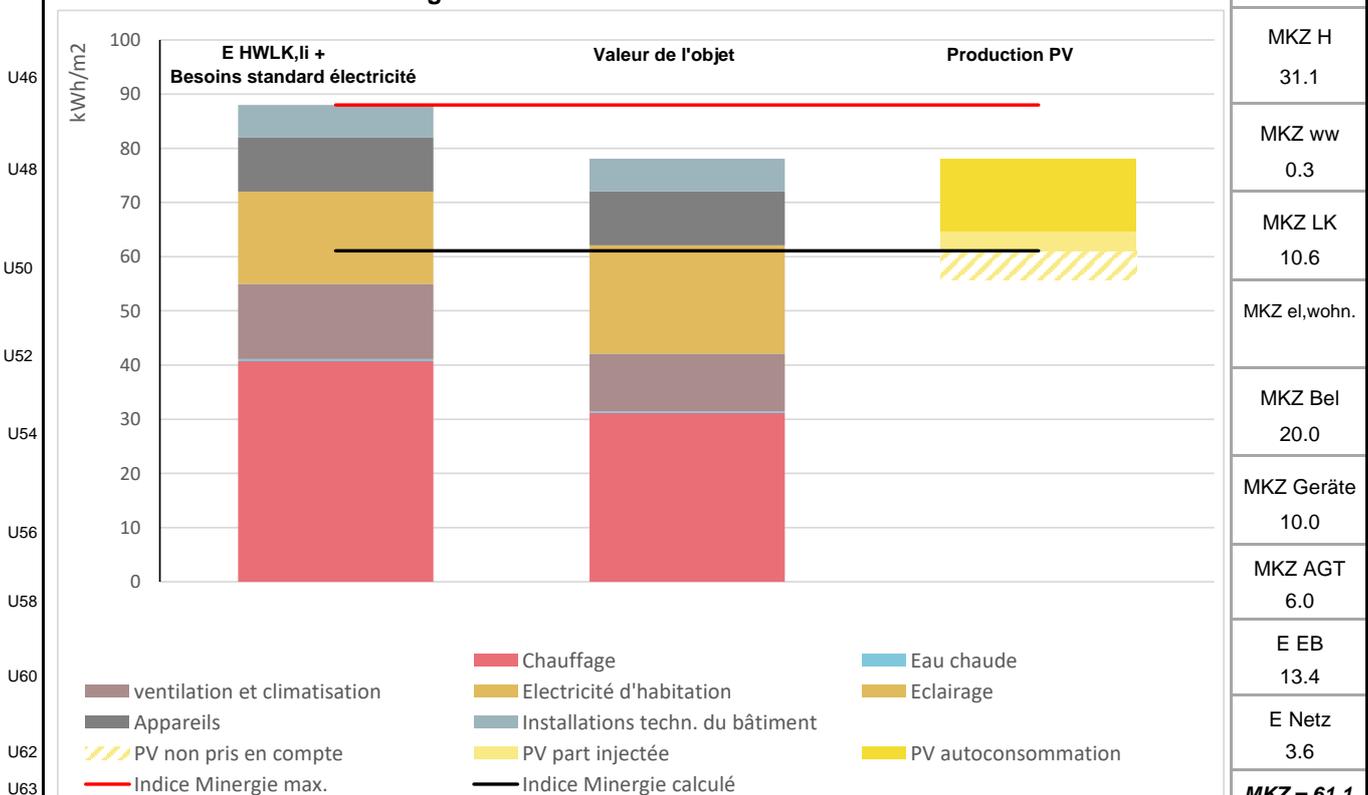
U28 Satisfaction de l'exigence principale

	Exigences	Valeur calculée	Respectée?
U30 Indice Minergie en kWh/m ²	88.0	61.1	oui
U31 Indice Minergie en CO ₂ /m ²	Pas d'exigence	6.6	

U35 Satisfaction des exigences de base

	Exigences	Valeur calculée	Respectée?
U37 Besoins de chaleur en kWh/m ²	Qh		
U38 Energie finale sans photovoltaïque en kWh/m ²	55.0	45.4	oui
U39 Valeur limite Minergie pour l'éclairage en kWh/m ²	10.0	10.0	oui
U40 Taille minimale de l'installation d'autoproduction d'électricité:	kWp: 0	61.90	oui
U41 Protection thermique estivale dans le label Minergie			oui
U42 Part d'énergies fossiles	% 30.0%	31.3%	non

U44 Visualisation de l'indice Minergie

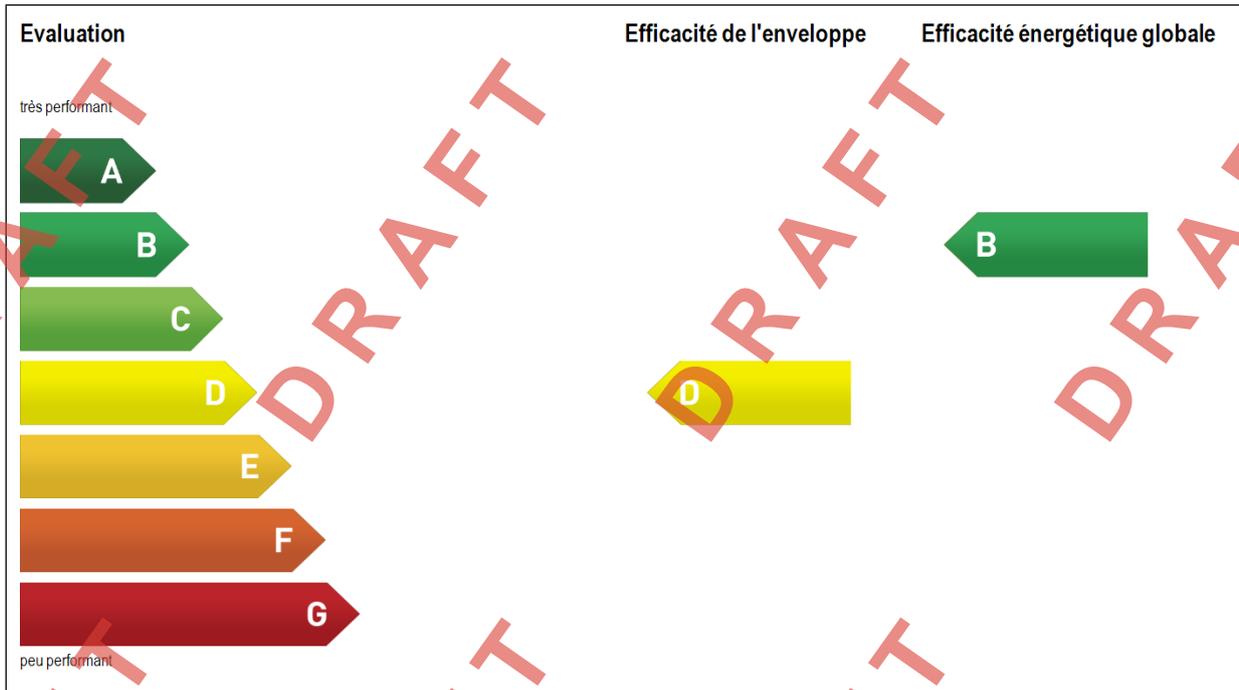


Annexe 15 : CECB Variante retenue avec option vitrages et CAD 50% renouvelable

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



Catégorie de bâtiment:	École	
Année de construction:	1902	
Nom de projet/Adresse:	Rue des Beaux-Arts 30 2000 Neuchâtel	
N° EGID:	2248675_0	



Données (valeurs calculées, Qh,eff)		Authentification	
Efficacité de l'enveloppe:	54 kWh/(m²a)	Date d'établissement:	27.11.2020
Efficacité énergétique globale:	61 kWh/(m²a)	Émetteur (expert): Quiterie Barthou PPLUS Sàrl Av. du Premier-Mars 20 2001 Neuchâtel	
Equivalent-CO2:	7 kg/(m²a)		
Consommation mesurée (basée sur des valeurs moyennes)		Tampon, signature:	
Chauffage:	320'870 kWh/a		
Eau chaude:	9'000 kWh/a		
Énergie auxiliaire et ménagère:	25'000 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]	6'049	Contre extérieur ou enterré ≤ 2 m	Contre espace non chauffé ou enterré > 2 m	Chauffage	Eau chaude sanitaire	Année de construction	
Nombre de salles de classe	20			Chauffage à distance	100 % / 1.0	- / -	2021
Nombre moyen de pièces		Boiler PAC eau potable	- / -	100 % / 3.8	2021		
Étages entiers	6	Toit/plafond	0.15	0.20			
Facteur d'enveloppe	0.92	Mur	0.75	0.21			
Station météo		Sol	0.15	2.3			
Neuchâtel		Fenêtres et portes	1.3	-			
Affectation du bâtiment (Surface de référence énergétique [m²])				Puissance thermique spécifique [W/m²]			
École (6'049)				Puissance thermique spéc. *		21	
Installations de ventilation	V/AE [m³/(hm²)] Débit d'air neuf thermiquement actif	Production d'électricité	Puissance [kWc]	Gain [kWh/a]	Indicateurs énergétiques standard [kWh/(m²a)]	Valeur-limite	Valeur-cible
Toutes les monobloc (avec rafraîchissement adiabatique, voir détail calcul externe) + ventil. natur	0.83	Inst. PV effect Inst. PV prise en c.	-	67'596 51'373	Efficacité de l'enveloppe du bâtiment (SIA 380/1:2009)	32	26
		Installation CCF		-	Efficacité énergétique globale (SIA CT 2031/CECB)	77	

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_{th} représente une valeur d'optimisation uniquement, et ne sert pas au dimensionnement, même approximatif.

Évaluation

Efficacité de l'enveloppe du bâtiment

D

Excepté pour les combles et les ailes du 2eme isolés, l'enveloppe du bâtiment présente une isolation thermique très mauvaise.

Efficacité énergétique globale

B

Avec le chauffage à distance et le solaire photovoltaïque, l'efficacité énergétique globale est satisfaisante.

Enveloppe du bâtiment

	Intact	Légèrement usé	Usé
Très bon	To, Sol, Pl c. n-c.		
Bon	Fe, Mu c. n-c.		
Moyen			
Insuffisant	Mu, 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: Une intervention au niveau de l'isolation est nécessaire et peut-être rentable.
- Toiture: Des mesures au niveau de l'isolation ne sont pas requises.
- Sol: Des mesures au niveau de l'isolation ne sont pas requises.
- Fenêtres: Le remplacement des fenêtres en combinaison avec une isolation des façades est judicieux. Attention à l'isolation des embrasures des fenêtres et le cas échéant au remplacement des caissons internes de stores.

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. Une façade compacte ou ventilée par l'arrière y remédierait. Si, pour des raisons architecturales ou de protection des monuments, il est impossible de poser une isolation extérieure, on recommande de recourir à une isolation intérieure; mais cette solution présuppose des études de physique du bâtiment. Lors d'échange simultané et nécessaire des fenêtres, une bonne isolation des embrasures et des caissons de stores est à respecter. Dans tous les cas une isolation renforcée et de nouvelles fenêtres améliorent considérablement le confort. Lors d'une rénovation totale, l'installation d'une ventilation mécanique douce est à examiner. L'isolation thermique du toit est insuffisante. Les combles sont déjà partiellement chauffés, donc l'isolation des pans de toits ou murs des combles est recommandée (simultanément au plancher de ceux-ci). L'isolation d'une toiture et l'amélioration de l'étanchéité à l'air au-dessus d'un étage chauffé est important. L'isolation extérieure des parois et 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 partiellement 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. Il vaut la peine d'optimiser le confort et le maintien de la valeur à long terme. Il faut 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

Principales caractéristiques des classes CECB®

Efficacité de l'enveloppe du bâtiment	Efficacité énergétique globale
A 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 Isolation thermique performante, correspondant aux exigences pour un bâtiment neuf.	Standard des nouvelles constructions en matière d'enveloppe et d'installations techniques.
C 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.
D 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.
E 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.
F 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.
G 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