



CENERGIE
DE INTEGRALE AANPAK VOOR ENERGIE

**Etude de faisabilité technique,
environnementale et économique**

E 05788 Elsene scholen 7 en 8

20.10.2016



DONNÉES DU PROJET

Objet	Client
Extension des écoles 7 et 8 à Ixelles	Commune d'Ixelles
Avenue du Bois de la Cambre 173-175 1050 Ixelles	Chaussée d'Ixelles 168 1050 Ixelles

DONNÉES DU DOCUMENT

Intitulé:	Etude de faisabilité technique, environnementale et économique	
Auteur:	Cyril Mortreu	cyril.mortreu@cenergie.be
Relecture :	Justine Dugnoille	Justine.dugnoille@cenergie.be
Code du projet :	E 05788	
Date:	20161020	
Nom du fichier:	E 05788_M02030_Etude de faisabilité _A_ 20161020	
Annexes :		
Historique des révisions:	A	20161020 Première version
	B	

DONNÉES DE CONTACT

Gitschotellei 138 2600 Berchem	t: + 32 3 271 19 39 f: + 32 3 271 03 59
-----------------------------------	--

© Cenergie 2014 – Les documents sont réalisés et mis à votre disposition par Cenergie. Les droits de propriété intellectuelle et les méthodes de travail proposées par Cenergie dans le cadre de cette mission restent la propriété de Cenergie. Les méthodes et documents ne peuvent en aucun cas être utilisés ou remis en contrepartie à des tiers, et ce y compris aux filiales, ou rendus accessibles, sans l'accord écrit préalable de Cenergie.

TABLE DES MATIERES

DONNÉES DU PROJET	2
DONNÉES DU DOCUMENT	2
DONNÉES DE CONTACT	2
TABLE DES MATIERES	3
INTRODUCTION.....	4
HYPOTHÈSES DE CALCUL	4
DONNEES	5
COGÉNÉRATION	6
SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE	7
ETUDE COMPARATIVE.....	9
ANNEXE.....	10

INTRODUCTION

L'étude de faisabilité a été réalisée pour le bâtiment dans son ensemble.

L'étude est réalisée sur base des consommations annuelles de chauffage et d'électricité estimées pour le bâtiment via un encodage dans le logiciel PEB pour le chauffage et sur base de valeurs issues de projets similaires pour l'électricité.

Les techniques envisagées dans cette étude sont les suivantes :

- Cogénération
- Panneaux solaires photovoltaïques

L'étude de faisabilité permet une prise de conscience des différentes possibilités de réduire sa consommation d'énergie primaire et de leur rentabilité économique et environnementale.

HYPOTHÈSES DE CALCUL

Les hypothèses climatiques et économiques à considérer pour l'étude de faisabilité sont reprises dans un arrêté ministériel d'exécution. Il s'agit de l'arrêté ministériel déterminant les hypothèses à prendre en considération lors des études de faisabilité technico-économique du 24 Juillet 2008.

Hypothèses de calcul		
<u>Environnement</u>	Coefficient d'émissions de CO ₂ par MWh élec produit, exprimé en kg d'équivalent de CO ₂ par MWh (sur PCI)	395 kg CO ₂ /MWh
	Coefficient d'émissions de CO ₂ par MWh de gaz exprimé en kg d'équivalent de CO ₂ par MWh (sur PCI)	217 kg CO ₂ /MWh
	Coefficient d'émissions de CO ₂ par MWh de mazout exprimé en kg d'équivalent de CO ₂ par MWh (sur PCI)	306 kg CO ₂ /MWh
<u>Energie</u>	Evolution annuelle du prix de l'électricité hors inflation	5,87 %/an
	Evolution annuelle du prix du gaz hors inflation	5,87 %/an
	Evolution annuelle du prix du mazout hors inflation	3,26 %/an
<u>Economie</u>	Intervalle possible du taux d'actualisation hors inflation	4,5-6,5 %/an
	Inflation	2,00 %/an
<u>Climatique</u>	Année climatique moyenne en degrés jours 15/15	1869,16 degrés-jours 15/15
	Irradiation globale moyenne annuelle sur surface horizontale	965,5 kWh/(m ² * an)

DONNEES

Les valeurs ci-dessous sont issues de l'encodage PEB (version 7.5.1 du logiciel PEB) au stade du dépôt du permis d'urbanisme :

- La valeur U moyenne de l'enveloppe s'élève à 0,23 W/m².K.
- Le débit de fuite à 50 Pa par unité de surface est de 0,6vol/h.
- Les besoins nets pour le chauffage s'élève à environ 15.000kWh¹ soit 20,2kWh/m².an.
- La consommation finale pour le chauffage s'élève à environ 17.000kWh soit 23,2kWh/m².an
- Les besoins en eau chaude sanitaire sont très limités et n'ont pas été considérés dans cette étude.
- Les besoins nets pour le refroidissement s'élève à environ 28.500kWh soit 38,5 kWh/m².an.

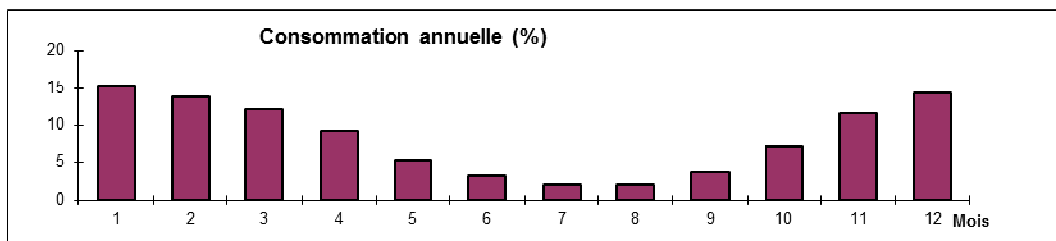
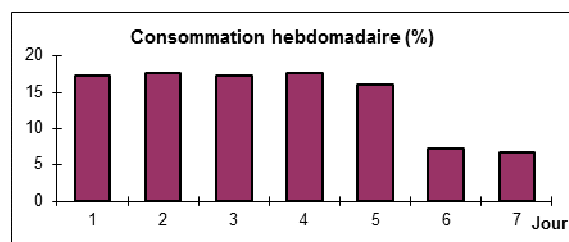
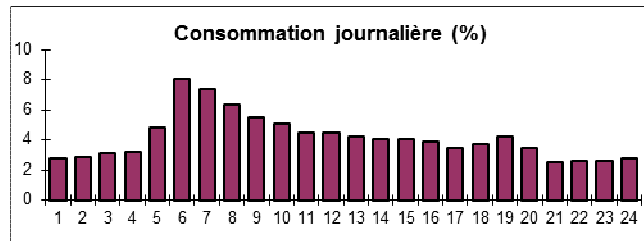
Les espaces sont ventilés via 2 groupes de ventilation double flux avec un échangeur de chaleur à roue.

La consommation d'électricité a été calculée sur base de valeurs issues de projets similaires (affectation, surfaces). Ainsi, la consommation en électricité s'élève à 36.000kWh soit 48,6 kWh/m².an.

¹ déterminés selon l'annexe IX ou X de l'arrêté du 21/02/2013 du gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale-PEB Passifs 2015

COGÉNÉRATION

L'outil utilisé pour réaliser une première estimation de la rentabilité de l'installation d'une cogénération est l'outil COGENCalc. Le profil de consommation sélectionné est le profil A (Diurne 5 jours sur 7 (bureaux, écoles, services aux personnes)). Ce profil est représenté ci-dessous :



La simulation réalisée dans le logiciel montre que les besoins de chaleur sont insuffisants pour envisager la mise en place d'une unité de cogénération.

Le fichier utilisé est disponible en annexe.

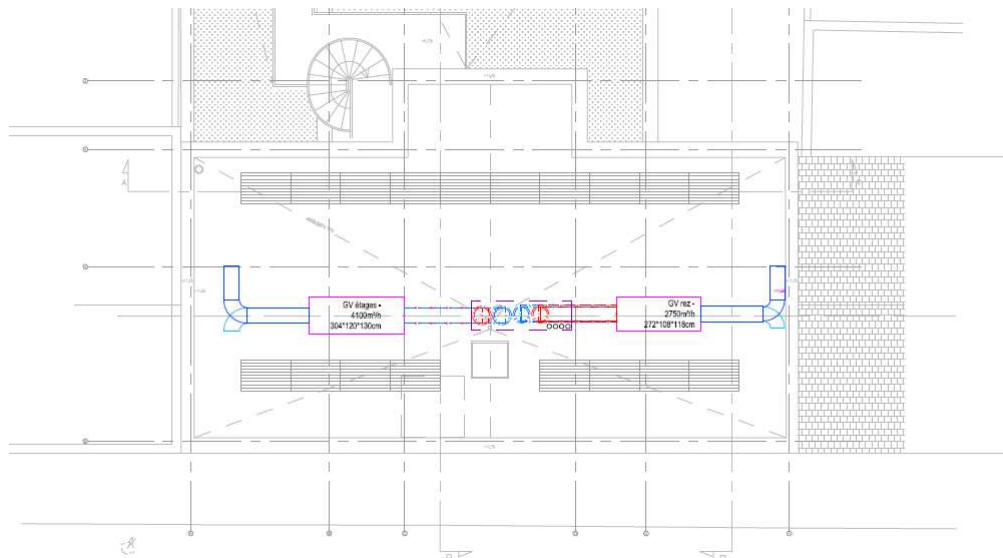
SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

Un certain nombre de technologies sont actuellement disponibles sur le marché des panneaux photovoltaïques : mono- ou poly- cristallins, amorphes et à « couches minces ».

Pour ce projet, les spécifications techniques suivantes ont été considérées :

Spécifications techniques		
Type de panneaux	Cristallins	-
Rendement des panneaux	15	%
Rendement du convertisseur	95	%
Pertes de rendement annuelles des panneaux	0,9	%/an
Coût d'investissement (HTVA)	6.325	€

Le plan d'implantation des panneaux est représenté sur la figure ci-dessous.



Nous proposons une installation composée de 18 panneaux de 160x100 cm située sur la toiture du R+2. La surface nette des panneaux est ainsi de 29m². Les panneaux sont inclinés de 15° et sont orientés sud-sud-est.

Bilan énergétique des installations photovoltaïques		
Pertes dues à l'orientation et à la pente	6,4	%
Pertes dues à l'ombrage (8 panneaux façade avant)	2	%

Pertes dues à l'ombrage (10 panneaux façade arrière)	20	%
Rendement spécifique (8 panneaux façade avant)	913	kWh/kWc
Rendement spécifique (10 panneaux façade arrière)	745	kWh/kWc
Puissance	4,1	kWc
Surface panneaux	29	m ²
Production annuelle	3.363	kWh

Le rendement spécifique des panneaux photovoltaïques situé en façade arrière est inférieure à celui des panneaux placés côté façade avant. En effet, un ombrage supplémentaire sur les panneaux situés côté façade arrière est considéré en raison de l'ombrage créé par la présence des groupes de ventilation.

Analyse de la rentabilité		
Coûts		
Prix unitaires (HTVA)	1.536	EUR/kWc
Investissement total (HTVA)	6.325	EUR
Coût entretien annuel	78	EUR
Bénéfices dus aux certificats verts	662	EUR/an
Vente de la surproduction	242	EUR/an
Autoconsommation	135	EUR/an
Revenus annuels totaux	1.038	EUR/an
Critères de rentabilité		
Temps de retour simple	9	Ans
Temps de retour avec augmentation du prix de l'énergie	8	Ans
Internal rate or return (20 ans)	9	%

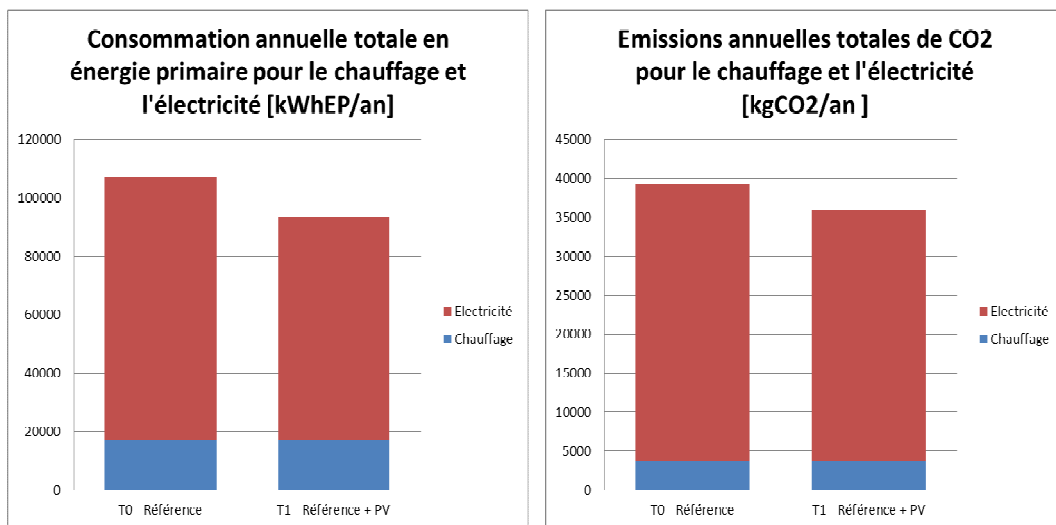
L'installation de panneaux solaires photovoltaïques est une solution intéressante et rentable.

ETUDE COMPARATIVE

Ce chapitre a pour objectif de comparer de manière succincte les différentes combinaisons proposées ci-dessous :

- **T0 – Technologie traditionnelle de base** : Chaudière gaz à condensation
- **T1 – Référence + PV** : Chaudière gaz à condensation et panneaux photovoltaïques

La comparaison est effectuée sur base non financière afin de chiffrer la « qualité » de la mesure. Pour chaque scénario étudié, les consommations en énergie primaire et émissions de CO₂ pour le chauffage et l'électricité (éclairage et auxiliaires pompes et ventilateurs) ont été comparées à celles de la technologie de référence.



Si l'on analyse uniquement le critère qualitatif des technologies étudiées, on constate que la technologie T1 permet non seulement une réduction de la consommation annuelle en énergie primaire mais réduit également assez nettement les émissions de dioxyde de carbone.

ANNEXE



COGENcalc.xls

Version: 30/03/2015

Calcul approximatif (+/- 30%) de la rentabilité d'une cogénération

Transcription informatique du guide de pertinence "Installer une cogénération dans votre établissement"

- encodez les données relatives à votre situation dans les cases bleues.
- Encodage des variantes au scénario d'évolution des prix, données facultatives
- les résultats sont repris dans les cases blanches; les formules qu'elles contiennent peuvent être modifiées.

Nom de l'établissement :

Dimensionnement de l'unité de cogénération

Étape 1 : Déterminer votre Besoin Net de Chaleur (BNeC)

Région où sera installée l'unité de cogénération : Région de Bruxelles-Capitale

Type d'établissement (affectations PEB) : Enseignement libre ou privé

Taille de l'établissement : 121,0 élèves

Consommation annuelle en combustible : Factures: 17,000 kWh PCI/an; Estimation: 215,700 kWh PCI/an

Part qui ne peut être assurée par la cogénération : Q_{non cogen} : 0 %

Réduction suite à des mesures d'Utilisation Rationnelle de l'Énergie : URE : 0 %

Augmentation/réduction probable de la consommation future : ΔQ : 0 %

Rendement thermique saisonnier de l'installation existante : η_{chaufferie} : 100 %

Besoin Net de Chaleur : BNeC = η_{chaufferie} × (Q - Q_{non cogen} - URE + ΔQ) : 17,000 kWh PCI/an

ATTENTION : L'estimation de la consommation correspond à une moyenne sur des bâtiments existants (anciens) et il est donc fortement conseillé d'introduire ses propres données dans la cellule bleue.

Nouvelle construction ou rénovation lourde : Introduisez vos besoins thermiques calculés en tenant compte d'un η_{chaufferie} de 100%

Étape 2 : Sélectionner un "profil type" de consommation de chaleur

Profil de consommation : A - Diurne, 5 j sur 7 (bureaux, écoles, services aux personnes)

Consommation journalière (%): [Bar chart showing daily consumption profile]

Consommation hebdomadaire (%): [Bar chart showing weekly consumption profile]

Consommation annuelle (%): [Bar chart showing monthly consumption profile]

Volume du ballon de stockage : Stockage de chaleur équivalent 1 heure : 0,0 m³

Nombre d'heure équivalent à la puissance thermique maximale : U_Q : 1,631 h/an

Nombre d'heure de fonctionnement à régime nominal de la cogénération : U_{cogen} : 4,560 h/an

Part de la puissance thermique maximale assurée par la cogénération : Part_{cogen} : 20,5 %

Étape 3 : Déterminer la puissance thermique de l'unité de cogénération

Puissance thermique de l'unité de cogénération : P_{Q cogen} = (BNeC × Part_{cogen}) / U_Q : 0,0 kW_t

Facteur de réduction de la puissance thermique de la cogénération : Réduction P_{Q cogen} : 0 %

Quantité de chaleur fournie par l'unité de cogénération : Q_{cogen} = P_{Q cogen} × U_{cogen} : 0 kWh_t/an

Résultats mensuels des besoins et des productions thermiques

Besoins de chaleur insuffisants

