



## Etude de faisabilité : COGENERATION

Dans cette partie, nous analysons la pertinence d'une unité de cogénération en lieu et place de la solution actuellement prévue dans le projet, pour satisfaire les besoins en chauffage du bâtiment.

Rappelons d'emblée qu'une unité de cogénération est une installation produisant de la chaleur pour chauffer le bâtiment, mais produisant également de l'électricité, qui pourra être consommée sur place mais aussi revendue au gestionnaire de réseau, exactement comme dans le cas de panneaux solaires photovoltaïques. L'électricité produite par une unité de cogénération permet d'ailleurs d'éviter pas mal d'émission de CO<sub>2</sub>, elle donne d'ailleurs droit également à des certificats verts.

### 1) Dimensionnement de la COGENERATION

Pour vérifier si une installation de cogénération est intéressante dans le projet qui nous occupe, il est important de dimensionner cette installation du point de vue thermique, de manière à ensuite en estimer le coût.

Pour ce faire, nous partirons d'une consommation de combustible pour le chauffage qui aura été déterminée, dans le cas présent, sur base d'une estimation de ce besoin en fonction de la taille du bâtiment et de son affectation.

De plus, sur cette consommation calculée, nous appliquerons une première correction pour tenir compte de la partie qui, éventuellement ne pourra pas être assurée par la cogénération pour différentes raisons.

Ici nous considérerons un taux de **17%** qui correspond à la part "conciergerie" qui représente un profil de consommation totalement différent et qu'il faut éviter de lier à la cogénération.

Ensuite, nous considérerons également que, dans l'avenir, la sensibilisation et les comportements pourront encore réduire cette consommation, tout comme, des mesures URE pourront aussi se mettre en place

(Utilisation Rationnelle de l'Energie), pour de l'ordre de **0%**

Enfin, nous prendrons aussi en compte une possible hausse des consommations à l'avenir de **3%**

Il nous faut bien sûr aussi prendre en compte le rendement de l'installation de chauffage initialement prévue dans le projet. Lorsque la base de l'étude est le logiciel PEB, il est clair que le rendement que nous utilisons est celui calculé par le logiciel.

Dans le cas contraire, nous analysons l'installation pour en déterminer les 4 sous rendements qui conduiront alors au rendement final suivant :

	<b>69%</b>
Rendement de production	78%
Rendement d'émission	90%
Rendement de distribution	99%
Rendement de régulation	99%

Sur cette base, nous pouvons maintenant calculer le point de départ du dimensionnement de la cogénération, qui est le BNEC (Besoin Net en Energie de chauffage).

Ce BNEC, dans le projet qui nous occupe, atteint les **72 103** kWh PCI/an.

Ce qui correspond à une consommation prévue dans le projet, de quelques **121 856** kWh PCI/an.

## Etude de faisabilité : COGENERATION

### 2) Sélection d'un "profil type" de consommation de chaleur

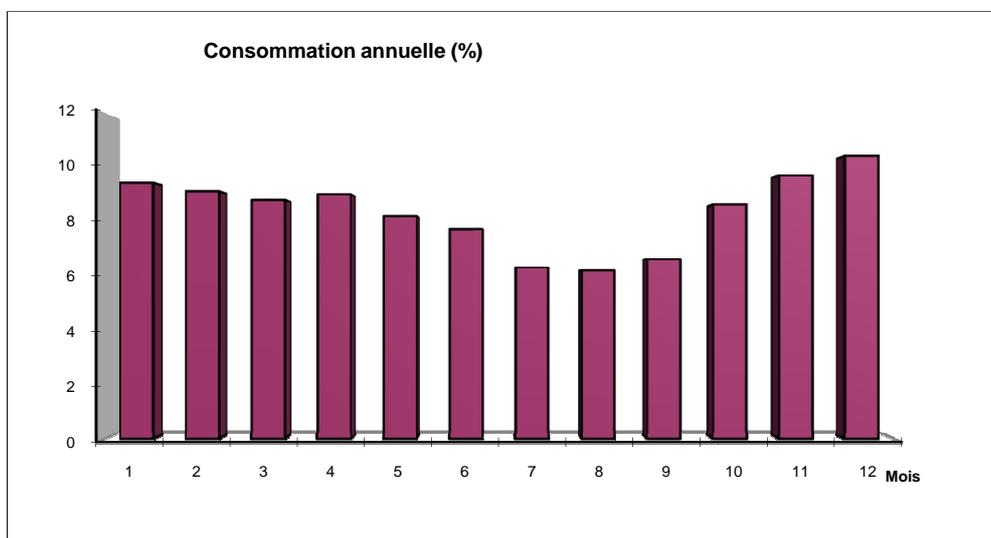
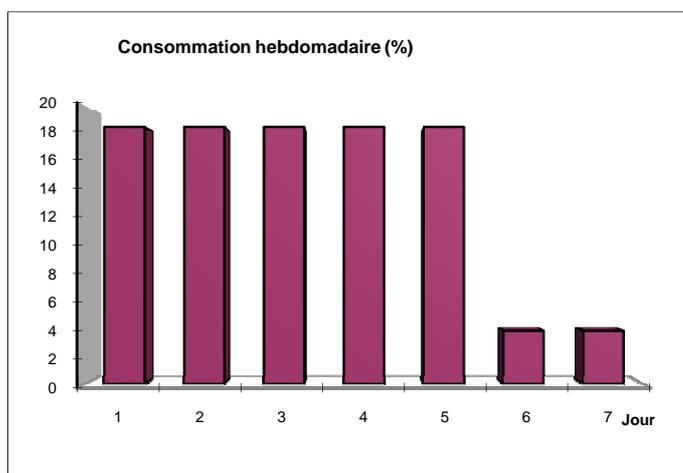
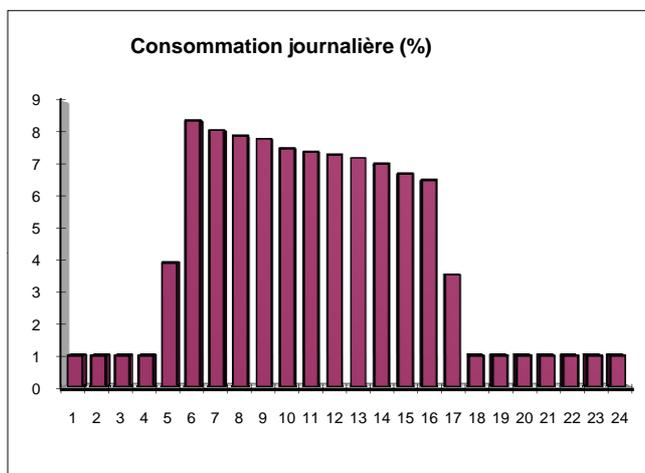
En fonction du type de bâtiment mais aussi en fonction des indications de l'architecte et du maître d'ouvrage, nous avons choisi le type de profil de consommation parmi différentes possibilités, représentatives de différents usages de la chaleur et de différents types de fonctionnement de l'installation de cogénération. Les types de profils possibles sont les suivants :

- A - Diurne, 5 j sur 7 (bureaux, écoles, services aux personnes)
- B - Diurne, 6 j sur 7 (commerces, culture)
- C - Diurne, 7 j sur 7 (centres sportifs)
- D - Continue, 7 j sur 7 (soins, horeca)
- E - Diurne, 5 j sur 7 (PME, blanchisserie, teinturerie, consommation très régulière)
- F - Diurne, 7 j sur 7 (logement collectif)

Dans notre cas, nous avons sélectionné le profil suivant :

**E - Diurne, 5 j sur 7 (PME, blanchisserie, teinturerie, c**

qui conduit aux différentes courbes ci-dessous en matière de profil de consommation journalière, hebdomadaire et annuelle.





## Etude de faisabilité : COGENERATION

Sur base de ce profil de consommation, nous pouvons maintenant déterminer le nombre d'heures que fonctionnera réellement la cogénération sur base annuelle.

En effet, il est important de comprendre que la cogénération n'est jamais installée toute seule, pour éviter de la surdimensionner inutilement. En effet, tout surdimensionnement de l'installation serait fort coûteux en termes d'investissement, mais conduirait à un nombre d'heures de fonctionnement augmenté de peu, rendant ainsi le temps de retour sur investissement de moins en moins intéressant.

Par conséquent, nous recommandons un dimensionnement assurant un nombre d'heures de fonctionnement le plus important possible de l'installation à pleine puissance. Tout en installant, en plus, dans la chaufferie du projet, un appoint traditionnel moins puissant qui ne fonctionnera donc finalement que durant les heures où la cogénération ne peut assurer seule la production de chaleur nécessaire.

De ce fait, la rentabilité se basera sur une machine qui fonctionnera **2 699** h/an, alors que l'installation tournera à régime nominal pendant **2 894** h/an.

Dans ces conditions, la puissance thermique maximale assurée par la cogénération atteindra **46%**

### 3) Détermination de la puissance thermique de l'unité de cogénération

Sur base des différentes considérations ci-dessus et en utilisant comme point de départ le BNEC, la part de la cogénération ainsi que la durée de fonctionnement de l'installation, nous pouvons déterminer la puissance de l'installation de cogénération.

Nous tiendrons également compte de l'éventuelle nécessité de réduire la puissance thermique, ce qui peut s'avérer nécessaire pour éviter de revendre trop d'électricité au réseau.

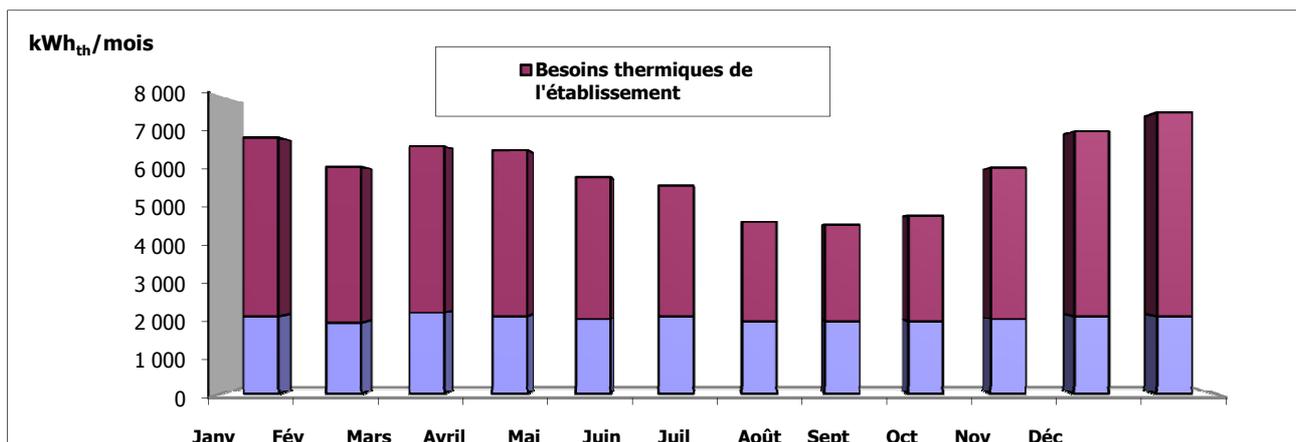
Dans le cas présent, cette précaution à toutefois été inutile.

La puissance thermique idéale à recommander pour le projet est donc de **12** kW<sub>q</sub>

Enfin, en multipliant la puissance de la cogénération par sa durée de fonctionnement, nous pouvons calculer que la quantité de chaleur qui sera fournie chaque année par l'installation de cogénération sera de :

**35 564** kWh<sub>q</sub>/an

Le graphique suivant donne, d'ailleurs, une vue synthétique de la contribution de la cogénération dans les besoins en chaleur du projet.





## Etude de faisabilité : COGENERATION

---



## Etude de faisabilité : COGENERATION

### 4) Choix d'une unité de cogénération

A ce stade, il convient maintenant de choisir une unité de cogénération, sans bien sûr en déterminer un modèle ou une marque, mais en essayant de poser un choix technologique idéal pour le projet qui conduira à une estimation du prix de l'installation.

Et le premier choix à poser, capital, est celui du vecteur énergétique. Bien sûr, ce choix sera conditionné, tout d'abord, par la disponibilité, sur les lieux du projet, de l'énergie choisie. Ainsi, inutile de choisir du gaz naturel pour un projet destiné à un site où ce combustible n'est pas disponible.

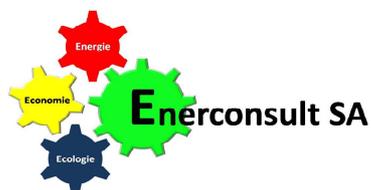
Mais, un autre critère de choix tiendra également compte de l'acheminement du combustible facilement et sans transport excessif. Le choix d'une installation à biomasse, par exemple, sera difficile à mettre en pratique en ville ou à grande distance des sources d'approvisionnement, alors qu'il pourrait être idéal en Ardennes ou pour une usine dont l'activité génère justement de la biomasse.

Enfin, pèsera également sur le choix le combustible qui génèrera le moins d'émission de CO<sub>2</sub> possible. En effet, même si des cogénérations au mazout existent, elles ne sont pas toujours intéressantes en matière de bilan CO<sub>2</sub>. Et si le choix se pose entre un biodiesel et du gaz naturel, le bilan carbone est bien sûr extrêmement en faveur du biodiesel.

Dans le cas présent, au vu des considérations ci-dessus, et sur base des contraintes locales et géographiques, le meilleur choix nous semble en l'occurrence de recourir à la technologie du :

#### **Moteurs au biogaz de bois (gazéification)**

Nous pouvons donc considérer une puissance électrique de cogénération de	<b>3.9</b>	<b>kW<sub>e</sub></b>
De plus, ce genre de technologie offre un rendement électrique d'environ	<b>18%</b>	
ainsi qu'un rendement thermique qui atteint la valeur de	<b>57%</b>	
On peut, sur cette base, calculer que l'installation fournira	<b>11 292</b>	<b>kWh<sub>e</sub> /an</b>



## Etude de faisabilité : COGENERATION

### 5) Calcul du gain sur la facture électrique

Dans un premier temps, nous avons estimé la consommation électrique du projet, en nous basant sur l'usage du bâtiment ainsi que sur sa dimension et son occupation. Il est, en effet, important de s'assurer qu'une installation de production d'électricité basée sur des technologies renouvelables ne produit pas plus d'électricité que la consommation locale. En effet, dans ce cas de figure, les kWh excédentaires seraient revendus au gestionnaire de réseau à un prix très faible, ce qui risquerait de mettre en péril la rentabilité réelle de l'opération. Cette vérification doit d'ailleurs également être réalisée dans le cas d'une installation photovoltaïque.

Dans le cas présent, la consommation électrique du projet est estimée à **30 000** kWh<sub>e</sub>/an soit un chiffre suffisamment inférieur à la production d'électricité prévue par l'installation de cogénération et calculée au point précédent.

Le calcul de la rentabilité de l'opération passe par une estimation de l'économie réalisée sur la facture d'électricité. Pour ce faire, nous devons donc faire un choix en matière de coût du kWh électrique. Or, considérant que, comme les autres vecteurs énergétiques, le coût du kWh n'est pas stable, et est certainement amené à s'accroître dans les années à venir, il nous semble plus juste de calculer cette facture électrique non pas à un coût du kWh actuel, mais bien à un coût du kWh projeté sur les 20 ans qui viennent, et d'en utiliser la valeur moyenne. Pour ce faire, nous considérerons donc les paramètres suivants :

Prix actuel du kWh (heures pleines)	0.1718 €	/kWh
Taux d'inflation annuel du kWh	3%	
Prix moyen sur les 20 prochaines années	0.2308 €	/kWh

Sur cette base de raisonnement, la facture annuelle totale en électricité, pour le projet tel qu'il est prévu, atteindrait donc le coût annuel moyen pendant les 20 prochaines années de **6 924** €/an

Or, comme nous l'avons vu plus haut, la production d'électricité par la cogénération rapportera sur la facture d'électricité, toujours en prix moyen sur les 20 prochaines années, quelques **2 606** €/an

En d'autres termes, l'installation de cogénération couvrira **37.6%** des besoins en électricité du projet.



## Etude de faisabilité : COGENERATION

### 6) Calcul du gain sur la chaleur

Du point de vue "chaleur", nous allons commencer par calculer la consommation évitée au niveau de la chaufferie qui est prévue dans le projet. Pour ce faire, nous devons à nouveau choisir un prix pour le combustible, mais cette fois celui prévu dans le projet. Nous procéderons de même plus loin pour le combustible qui servira à la cogénération, et qui pourrait être différent de celui prévu dans le projet. En pratique, nous avons, pour le combustible chauffage du projet, considéré les paramètres suivants :

Bois	0.046 €	/kWh
Taux d'inflation annuel de ce combustible	3%	
Prix moyen sur les 20 prochaines années	0.061 €	/kWh

Avec une consommation annuelle calculée à un niveau de **121 856** kWh<sub>prim</sub> PCI/an, le projet tel qu'il est prévu coûterait en combustible, sur base des prix ci-dessus **7 482** euros par an, en moyenne sur les 20 prochaines années.

Par contre, recourir la cogénération décrites ci-dessus éviterait de consommer **51 689** kWh<sub>prim</sub> PCI/an, ce qui conduirait à un gain sur la facture de chaleur, en moyenne sur les 20 prochaines années, de l'ordre de **3 174** €/an.

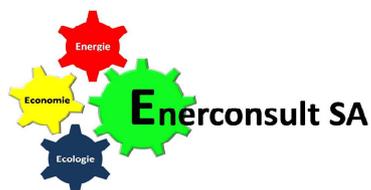
### 7) Calcul du gain sur les certificats verts (CV)

Le premier aspect à prendre en compte est que le projet est implanté en **Région Wallonne** et que le gaz naturel n'est pas disponible à l'endroit de l'implantation choisie.

De plus, le combustible choisi a un taux d'émission de **23** kg CO<sub>2</sub>/MWh<sub>prim</sub> PCI, ce qui permet, sur base de l'économie de combustible calculée plus haut, d'éviter d'émettre **15 817** kg de CO<sub>2</sub>/an par rapport à une solution mazout !

Outre le fait que cette opération permet de réduire de **200.0%** les émissions de CO<sub>2</sub>, il est à noter qu'elle dépasse le seuil de 10% nécessaire pour l'obtention de primes de la Région.

Enfin, ce niveau de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> donne droit à **23** certificats verts qui pourront être cédés auprès des autorités de régulation du marché pour un prix unitaire estimé **92** €/CV. Ce qui correspond à une rentrée financière de **2 078** €/an



## Etude de faisabilité : COGENERATION

### 8) Calcul de la dépense en combustible

Bien entendu, il faudra du combustible pour faire fonctionner cette installation de cogénération. C'est la quantité de ce combustible et surtout son coût que nous allons calculer ici. Mais nous devons, tout d'abord, à nouveau, définir le coût de ce combustible comme ci-dessus sur les 20 prochaines années.

Bois	0.046 €	/kWh
Taux d'inflation annuel de ce combustible	3%	
Prix moyen sur les 20 prochaines années	0.061 €	/kWh

Sur base des informations ci-dessus la consommation de ce combustible sera de l'ordre de **61 898** kWhprim PCI /an ce qui conduira à une dépense annuelle supplémentaire qui atteindra par an les **-3 800 €**

### 9) Calcul de la dépense en entretien

De plus, une installation de cogénération étant une installation plus complexe qu'une simple chaudière, il convient de prendre en compte d'emblée, dans les calculs de rentabilité, également le coût des dépenses d'entretien complémentaires qui seront générées pour une telle installation.

Dans le cas présent, nous pouvons estimer ces coûts à **0.061** €/kWh<sub>e</sub> ou, en heures de fonctionnement, à un coût horaire de **0.24** €/h.  
En d'autres termes, la dépense d'entretien complémentaire sera environ de **-688** €/an

--



## Etude de faisabilité : COGENERATION

### 10) Estimation du montant d'investissement

Il nous appartient maintenant d'estimer le montant de l'investissement que représenterait une telle installation de cogénération. Cette estimation sera bien sûr faite sur base de la puissance à installer mais aussi en tenant compte de la technologie qui devrait être idéalement mise en oeuvre. Il s'agit bien sûr d'une estimation prudente, mais seulement d'une estimation, sans réalisation d'un appel d'offre, et ce montant devra donc être confirmé sur base d'une étude de mise en oeuvre détaillée et d'un appel d'offre en bonne et due forme.

Nous pouvons toutefois estimer, en première approximation, un investissement de l'ordre de **29 932 €** pour une telle installation.

De plus, nous recommandons de prendre en compte, à l'heure où cette technologie en est encore à ses débuts, un montant de surinvestissements tenant compte des paramètres suivants :

Frais d'installation et de mise en place	<b>10%</b>
Frais d'étude approfondie de l'installation	<b>7%</b>
Eventuels travaux de génie civil à prévoir	<b>10%</b>
Coûts de connexion au réseau électrique	<b>5%</b>
Eventuels coûts imprévus	<b>8%</b>

Soit un total de surinvestissement à prévoir de l'ordre de **40%**

De ce fait, l'investissement brut de l'unité de cogénération "tout compris" devient **41 905 €**

Reste maintenant à corriger ce montant des aides financières éventuelles. En effet, l'installation d'une unité de cogénération peut, dans certains cas, faire l'objet d'aides importantes, dont les montants sont les suivants :

Montant des aides financières	<b>15%</b>	Plafonnée à 15.000 €, soit	<b>6 286 €</b>
Montant des aides financières	-	€	

L'investissement net pour cette unité de cogénération peut donc être estimé à **35 620 €**

## Etude de faisabilité : COGENERATION

### 11) Estimation de la rentabilité du projet

Le gain annuel net d'une éventuelle cogénération installée en lieu et place de la solution initialement prévue dans ce projet devient donc

$$\text{Gain annuel}_{\text{net}} = \text{Gain}_{\text{élec}} + \text{Gain}_{\text{chaleur}} + \text{Gain}_{\text{CV}} + \text{Gain}_{\text{supp}} - \text{Dépense}_{\text{comb}} - \text{Dépense}_{\text{entretien}} - \text{Dépense}_{\text{supp}} : \quad 3\,369 \quad \text{€/an}$$

Et de ce fait, le temps de surinvestissement l'alternative "cogénération" peut s'estimer à :

$$\text{Temps de retour}_{\text{simple}} = \text{Inv}_{\text{net cogen}} / \text{Gain annuel}_{\text{net}} : \quad 10.6 \quad \text{années}$$

### CONCLUSION

**La cogénération semble ne pas être une solution intéressante.**

**Il peut être utile de vérifier les paramètres voire de réduire sa taille ou sinon d'abandonner l'idée.**

