



# INSTALLER UNE COGÉNÉRATION DANS VOTRE ÉTABLISSEMENT



*ELECTRICITE*

PERTES

CHALEUR

**GUIDE DE PERTINENCE  
POUR LES ACTEURS DU SECTEUR  
TERTIAIRE, PME, PMI**

novembre 2007

## AVANT-PROPOS

Que ce soit pour des questions de lutte contre les changements climatiques, de dépendance énergétique ou d'impact des fluctuations du prix des énergies sur l'économie, il est important de consommer mieux et moins en Wallonie.

La cogénération est une filière de production énergétique à la frontière du mieux et du moins puisqu'elle vise, en valorisant la chaleur (consommer mieux), à réduire la consommation totale d'énergies fossiles (consommer moins). Dans le cas de cogénération biomasse, on couple les bienfaits de la cogénération à l'utilisation d'une énergie renouvelable. Il en résulte dans tous les cas une réduction des émissions de CO<sub>2</sub>.

Pour soutenir cette filière, la Région wallonne a mis en place divers dispositifs. Parmi ceux-ci, citons entre autres :

- un régime de **certificats verts** pour favoriser la rentabilité des projets;
- un accès prioritaire et non discriminatoire au réseau de distribution d'électricité;
- des outils d'aide à la décision ainsi que des séminaires de formation;
- un facilitateur en cogénération pour accompagner gratuitement les premiers pas des projets.

Ces mesures ont favorisé l'émergence de nombreux nouveaux projets. Afin de permettre à ceux-ci de bénéficier du soutien financier nécessaire à leur mise en œuvre, il était essentiel de fournir un volume de certificats verts susceptibles de permettre leur financement. Pour ce faire, le Gouvernement wallon a adopté un arrêté relatif à la promotion de l'électricité verte, dont une des implications est l'augmentation des quotas de certificats verts de 1 % par an. D'importantes quantités de certificats verts seront donc désormais disponibles pour de nouveaux projets de cogénération ou d'électricité renouvelable.

Cette brochure fait partie de la panoplie d'outils destinés à aider la filière. Il s'agit d'un guide qui a pour objectif d'**estimer la pertinence d'un projet de cogénération dans votre établissement**, en vous aidant à effectuer un premier dimensionnement d'une unité de cogénération et en vous fournissant une première estimation de la rentabilité financière probable du projet. Il s'adresse principalement aux maîtres d'ouvrages, aux directeurs et aux gestionnaires des établissements du secteur tertiaire, des PME et des PMI. Il s'agit donc d'un **document "exploratoire"** qui permettra d'apprécier l'opportunité d'entreprendre des démarches plus poussées visant à installer une unité de cogénération. En ce sens, ce guide constitue un outil adéquat pour vous inciter ou non à développer un tel projet, mais n'est en aucun cas suffisant pour finaliser la décision d'investissement. N'hésitez pas à faire les premiers calculs à l'aide de ce document : beaucoup d'entre vous découvriront certainement que la cogénération n'est plus une technologie réservée à des pionniers mais bien une filière intéressante dans de nombreux cas grâce au soutien financier mis en place par la Région.

Ministre du Logement, des Transports et du Développement territorial ayant en charge l'énergie.

## SOMMAIRE

P4	<b>Introduction</b>
P5	<b>Une économie d'énergie significative</b>
P7	<b>Une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> récompensée</b>
P8	<b>Les aides financières à la cogénération</b>
P10	<b>Les nombreux avantages de la cogénération</b>
P12	<b>Les technologies de cogénération</b>
P14	<b>La démarche à suivre pour un projet de cogénération</b>
P15	<b>1<sup>ère</sup> phase : l'étude de pertinence</b>
P16	<b>2<sup>ème</sup> phase : l'étude de faisabilité</b>
P17	<b>3<sup>ème</sup> phase : choisir son mode de financement et d'exploitation</b>
P20	<b>4<sup>ème</sup> phase : rédaction du cahier des charges final</b>
P21	<b>Le Facilitateur en Cogénération</b>
P22	<b>Conclusions</b>
P23	<b>Pour en savoir plus</b>
P24	<b>Annexes</b>
P24	<b>Annexe 1 : Calculer le nombre de Certificats Verts</b>
P27	<b>Annexe 2 : Dimensionner une unité de cogénération</b>
P34	<b>Annexe 3 : Calculer la rentabilité de votre projet de cogénération</b>
P39	<b>Annexe 4 : Fiche récapitulative</b>



## INTRODUCTION

### CE GUIDE S'ADRESSE...

*principalement aux gestionnaires d'établissements possédant une consommation de combustible d'au moins 50 000 litres de mazout ou 500 000 kWh PCI de gaz naturel. En dessous de cette limite, la méthodologie pour l'étude de pertinence de ce guide n'est pas adaptée. Cependant des projets de plus petite taille peuvent également être intéressants. Par ailleurs, ce guide ne tient pas compte de la situation particulière des grosses entreprises industrielles nécessitant une puissance électrique supérieure à 5 MW<sub>e</sub>*

### POURQUOI INSTALLER UNE COGÉNÉRATION CHEZ VOUS ?

*Il y a deux raisons principales :*

- Elle permet une économie d'énergie primaire d'une façon substantielle, et donc la réduction des émissions CO<sub>2</sub> (Kyoto).*
- Elle permet de réduire votre facture d'énergie, si l'installation est correctement dimensionnée et bien conçue.*



### Que vous soyez responsable d'un hôpital, d'une entreprise ou d'un hôtel, vous avez toujours besoin de chaleur et d'électricité.

La chaleur dont nous parlons ici, est celle qui sert à chauffer des bâtiments (eau chaude, air chaud, vapeur basse pression), à préparer l'eau chaude sanitaire ou à répondre aux besoins de certaines applications industrielles.

### Pour couvrir vos besoins de chaleur et d'électricité, vous utilisez généralement une chaudière à combustible fossile et vous achetez l'électricité au réseau.

Pourtant, il est possible, et souvent avantageux, de couvrir simultanément ses besoins de chaleur et d'électricité par une unité de cogénération. Il s'agit d'un moteur, d'une turbine à gaz ou d'une turbine à vapeur, qui génère simultanément de la chaleur et de l'électricité.

### Pour qu'une cogénération soit rentable et efficace, il faut qu'elle soit dimensionnée de façon optimale !

Ce dimensionnement est le résultat d'une étude de « faisabilité », réalisée dans les règles de l'art par un bureau d'études compétent. Cette étude est payante, mais subsidiée à 50 % voire 75 % par la Région wallonne.

Toutefois, il se pourrait que la conclusion de cette étude soit qu'une cogénération n'est pas adaptée pour votre établissement. Afin de vous épargner du temps et de l'argent, la Région wallonne vous offre donc cette brochure et l'outil de calcul appelé « COGENcalc.xls » disponible sur le site\*portail de l'énergie sous la rubrique « La cogénération ». Ces outils vous permettront de faire une pré-étude, appelée « étude de pertinence ». Si la conclusion de celle-ci est positive, vous allez pouvoir prendre la décision de commander l'étude de faisabilité.

Pour réaliser l'étude de pertinence par vous-même, la méthode est très simple :

- à partir de vos besoins de chaleur, vous pourrez rapidement déterminer la puissance optimale de l'unité de cogénération à installer dans votre établissement comme expliqué **en annexe 2, p. 27**;
- ensuite, à l'aide des formules reprises dans ce guide, vous pourrez calculer la rentabilité d'un tel projet. Il suffit de suivre les différentes étapes expliquées **en annexe 3, p. 38**.

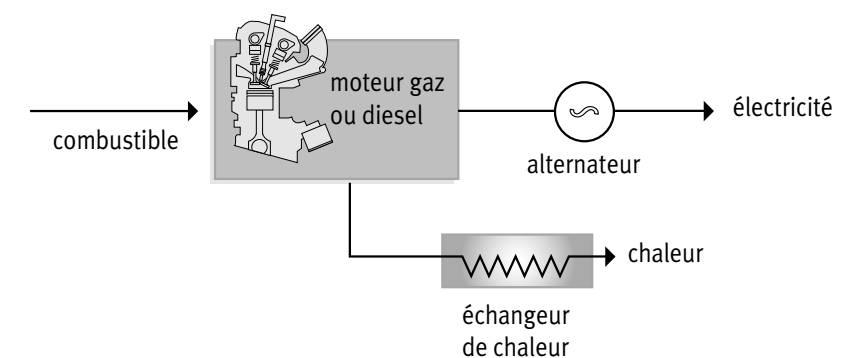
\* <http://energie.wallonie.be>

## UNE ÉCONOMIE D'ÉNERGIE SIGNIFICATIVE

### C'est quoi la cogénération ?

**La cogénération, ou production d'énergie combinée, est une technique de production simultanée d'énergie électrique et de chaleur.** Son intérêt réside dans les rendements énergétiques supérieurs obtenus par comparaison avec une production séparée équivalente d'électricité et de chaleur.

Dans les applications les plus courantes de la gamme de puissance étudiée ici, la cogénération est réalisée à partir d'un moteur à explosion. Il s'agit d'un moteur alimenté au diesel, ou mieux encore au gaz naturel voire aux huiles végétales. Celui-ci entraîne un alternateur qui transforme l'énergie mécanique en électricité. La chaleur contenue dans les gaz d'échappement, dans l'eau de refroidissement et dans l'huile de lubrification peut être récupérée pour produire de l'eau chaude, sanitaire ou de chauffage, voire de la vapeur d'eau.



**Autrement dit, il s'agit de récupérer la chaleur perdue des technologies existantes de production d'électricité (type groupe électrogène).** Grâce à cette récupération de chaleur, les pertes d'énergie se réduisent de manière significative. Ainsi, la cogénération permet d'économiser entre 15 et 20 % d'énergie primaire par rapport à la production séparée de ces mêmes quantités de chaleur et d'électricité. Démonstration par l'exemple à la page suivante.

**UNE UNITÉ DE COGÉNÉRATION NE REMPLACE JAMAIS TOTALEMENT UNE CHAUDIÈRE, ELLE LA COMPLÈTE UTILEMENT.**

*Tant que la demande en chaleur correspond à un fonctionnement normal de l'unité de cogénération, celle-ci assure la production de chaleur, seule ou associée à votre chaudière. Pendant les périodes de faible demande de chaleur, c'est votre chaudière qui assure seule la production de chaleur.*

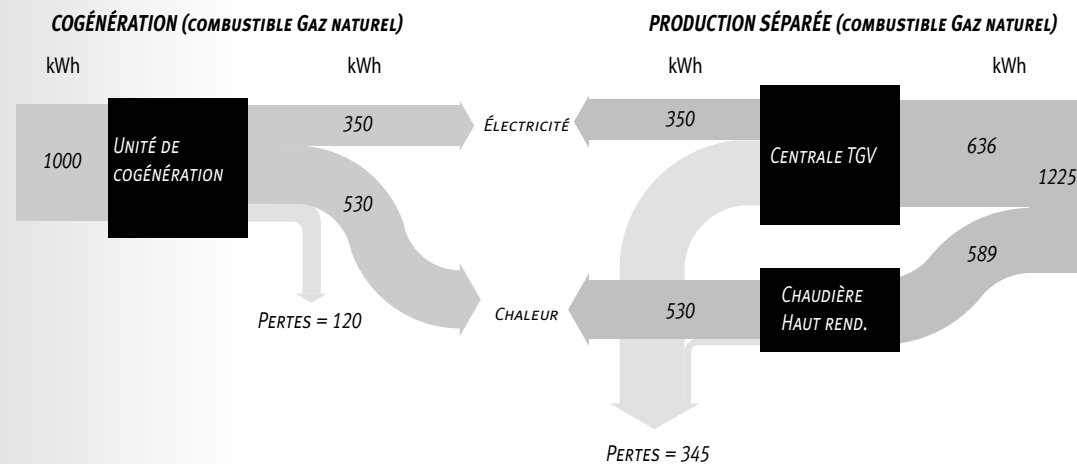


## UN EXEMPLE VAUT MIEUX QU'UN LONG DISCOURS

Comparons la cogénération avec la production séparée :

Pour produire 350 kWh<sub>e</sub> d'électricité et 530 kWh<sub>q</sub> de chaleur...

- une unité de cogénération au gaz, avec un rendement électrique de 35 % et un rendement thermique de 53 %, va consommer 1 000 kWh<sub>p</sub> d'énergie primaire;
- la meilleure centrale électrique (Turbine Gaz Vapeur), avec un rendement de 55 %, va consommer 636 kWh<sub>p</sub> d'énergie primaire. La meilleure chaudière, avec un rendement annuel de 90 %, va consommer 589 kWh<sub>p</sub> d'énergie primaire. Le total pour les filières séparées s'élève à 1 225 kWh<sub>p</sub> d'énergie primaire.



### UNE RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub>

Les émissions polluantes, dont le CO<sub>2</sub>, sont généralement directement proportionnelles à la consommation d'énergie. Qui dit économie d'énergie primaire pour assurer les mêmes besoins (électriques et thermiques), dit réduction des émissions en CO<sub>2</sub>. Il est admis que 1 MWh de gaz naturel émet 251 kg de CO<sub>2</sub>, non seulement lors de sa combustion, mais également pour sa préparation. De même, 1 MWh de mazout émet 306 kg de CO<sub>2</sub>.

#### UNITÉS

- 1 Mega = 1 000 kilo
- 1 MW = 1 000 kW
- 1 MWh = 1 000 kWh
- 1 MWh = 1 MW x 1 h

L'économie d'énergie primaire devient alors égale à :

$$1\,225 - 1\,000 = 225 \text{ kWh}_p$$

- exprimée par rapport à la consommation totale d'énergie primaire des filières séparées, la fraction économisée est de  $\frac{225}{1\,225} = 18\%$

Le gain en CO<sub>2</sub>, en tenant compte du coefficient d'émission en CO<sub>2</sub> du gaz naturel de 251 kg/MWh, devient alors égal à :

$$225 \times 0,251 = 56,5 \text{ kg de CO}_2 \text{ évité}$$

- exprimée par rapport à l'émission de CO<sub>2</sub> de la centrale électrique TGV, l'économie relative en CO<sub>2</sub> est de  $\frac{225 \times 0,251}{636 \times 0,251} = 35\%$

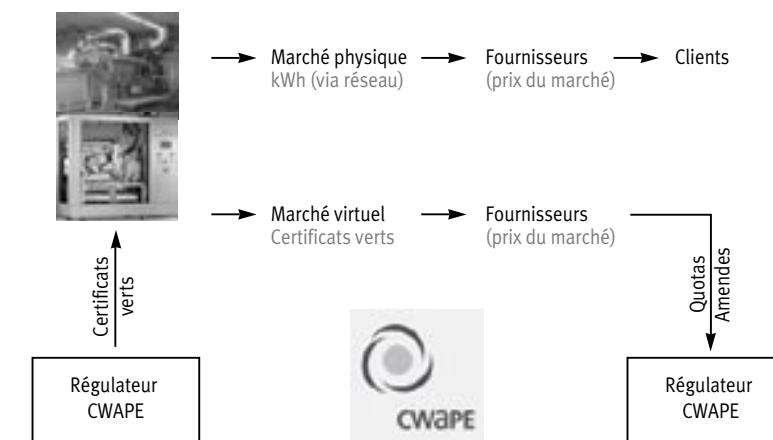


## UNE RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub> RÉCOMPENSÉE

Non seulement la technologie de la cogénération permet de réaliser des gains d'énergie primaire appréciables mais elle contribue également à réduire les émissions de CO<sub>2</sub> rejetées dans l'atmosphère.

C'est la raison pour laquelle la Région wallonne, pour rencontrer ses objectifs de réduction de gaz à effet de serre fixés par le Protocole de Kyoto, a décidé de promouvoir cette technologie.

Le décret du 12 avril 2001 relatif à l'organisation du marché régional de l'électricité a instauré un régime de certificats verts destiné à promouvoir l'électricité verte.



### LES PRINCIPES DU RÉGIME DES CERTIFICATS VERTS

Toute unité de cogénération de qualité qui produit de l'électricité verte recevra un nombre de certificats verts (C.V.) proportionnel à sa production d'électricité et au taux d'économie de CO<sub>2</sub> réalisée par rapport à une production d'électricité et de chaleur équivalente dans des installations modernes de référence.

Chaque trimestre, les certificats verts obtenus pourront se vendre au fournisseur d'électricité le plus offrant. Ce dernier a l'obligation de fournir à la CWAPE un nombre de certificats verts proportionnel à son propre volume de vente d'électricité. Ce quota a été initialement fixé à 3 % et augmentera progressivement, au 1<sup>er</sup> octobre, de 1 % par an pour atteindre 12% en 2012.

Si le quota imposé n'est pas atteint, le fournisseur devra payer une pénalité de 100€ par certificat vert manquant.

Le propriétaire d'une cogénération de qualité pourra ainsi, non seulement, soit consommer lui-même, soit vendre son électricité produite au prix du marché "physique", mais également vendre les certificats verts qu'il aura reçus au prix du marché "virtuel". Le prix du certificat vert tiendra compte de la valeur de la pénalité, ainsi que de l'aide à la production de minimum 65 euros.

Pour calculer le nombre de certificats verts pour votre cogénération, voir l'annexe 1, p. 24.

### L'ÉLECTRICITÉ VERTE

est l'électricité produite à partir de sources d'énergie renouvelable ou de cogénération de qualité dont la filière de production génère un taux minimum de 10 % d'économie de CO<sub>2</sub> par rapport aux émissions de CO<sub>2</sub> d'une production classique dans des installations modernes de référence. L'électricité produite à partir d'installations hydroélectriques ou de cogénération de qualité est limitée à une puissance inférieure à 20 MW<sub>e</sub> (D. Art. 2, 5°).

### UNE COGÉNÉRATION DE QUALITÉ

est une unité de production combinée de chaleur et d'électricité, conçue en fonction des besoins de chaleur du client, qui réalise une économie d'énergie par rapport à la production séparée des mêmes quantités de chaleur et d'électricité dans des installations modernes de référence dont les rendements annuels d'exploitation sont définis et publiés annuellement (D. Art. 2, 3°).

### LA CWAPE

ou Commission wallonne pour l'Energie a été créée par le Décret du 12 avril 2001. Elle a pour missions essentielles :

- le conseil auprès des autorités publiques en ce qui concerne l'organisation et le fonctionnement du marché régional de l'électricité ;
- la surveillance et le contrôle de l'application de la réglementation relative au marché régional de l'électricité, dont le régime des certificats verts.

<http://www.cwape.be>  
(pour plus d'informations)



### IMPULSION DE LA COMMISSION EUROPÉENNE

De son côté, et plus récemment, la Commission Européenne a défini la cogénération à haut rendement qui permet une économie en énergie primaire suffisante par rapport à des installations de référence. La notion wallonne étant plus stricte, toute cogénération de qualité sera considérée comme une cogénération à haut rendement. L'inverse ne sera pas toujours vrai.

Par ailleurs, sous l'impulsion de la Commission Européenne, la Région wallonne a mis en place un système de «labels de garantie d'origine». Attribués aux producteurs, ces labels permettent d'identifier la source de production de l'énergie. Les fournisseurs devront ensuite racheter ces labels pour prouver la part renouvelable et/ou de cogénération à haut rendement dans leur fuel mix.

## LES AIDES FINANCIÈRES À LA COGÉNÉRATION

### Aide financière aux secteurs publics et assimilés (UREBA)

#### Bénéficiaires :

Toute institution publique appartenant à une commune, un CPAS, une province ou un organisme non commercial situé sur le territoire de la Région wallonne, à l'exception des établissements de la Région wallonne elle-même et ceux de la Communauté française.

Par organismes non commerciaux, il faut entendre : écoles, hôpitaux, piscines et autres services à la collectivité, associations sans but lucratif et associations de fait poursuivant un but philanthropique, scientifique, technique ou pédagogique dans le domaine de l'énergie, de la protection de l'environnement ou de la lutte contre l'exclusion sociale.

#### Montant :

La subvention couvre 50 % des frais d'études de mesures, y compris le coût des comptages éventuels (TVAC).

La subvention peut couvrir 30% des coûts d'étude et d'investissement (TVAC).

### Aide financière aux entreprises (AMURE)

#### Bénéficiaires :

Toute personne morale qui exerce des activités agricoles, industrielles ou de service en Région wallonne.

#### Montant :

50% des frais d'études, y compris le coût des comptages d'énergie éventuels (HTVA). Le montant est de 75 % si l'entreprise est partie prenante dans un accord de branche énergie/CO<sub>2</sub>.



### Aide financière Fonds Energie 2005 - 2007

Soutien financier à l'investissement dans une cogénération de qualité.

#### Bénéficiaires :

Toute personne morale ayant un siège d'exploitation, siège social, principal établissement ou siège de direction ou d'administration en Wallonie ; les indépendants établis en Wallonie ; les syndic d'immeubles, pour tout immeuble situé en Wallonie, quelle que soit leur forme juridique.

#### Montant :

La prime s'élève à 20 % de la facture, avec un maximum de 15 000 € par installation. Pour les bénéficiaires assujettis à la TVA, les montants repris sur la facture s'entendent HTVA.

### Déduction fiscale pour investissement URE

#### Bénéficiaires :

Les bénéfices des entreprises industrielles, commerciales ou agricoles et les profits des titulaires de professions libérales, charges, offices ou autres occupations lucratives peuvent être exonérés.

Le secteur de la production, du transport et de la distribution de l'électricité est exclu du champ d'application de la présente procédure.

#### Montant :

Les investissements qui répondent aux conditions légales, effectués au cours de la période imposable qui se rattache à l'exercice d'imposition 2006, donnent droit à une déduction pour investissement de 13,5 % pour les investissements économiseurs d'énergie.

### Aide à l'investissement spécifique pour l'environnement et l'utilisation durable de l'énergie

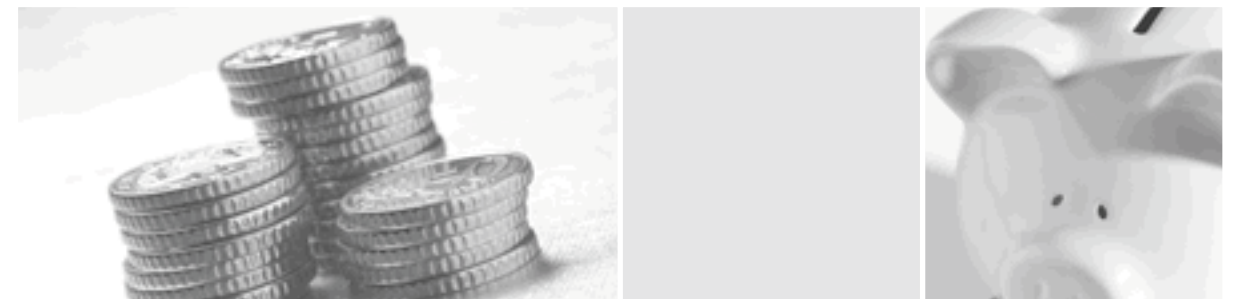
#### Bénéficiaires :

Toute entreprise industrielle ou commerciale située en Région wallonne, à l'exception de celles actives dans les domaines suivants :

- banques, institutions financières, assurances et immobilier;
- production et distribution d'énergie ou d'eau;
- enseignement, éducation et formation;
- santé et soins de santé;
- activités sportives, loisirs et distribution de produits culturels;
- grande distribution;
- professions libérales.

#### Montant :

Subvention de 20% (40% pour les PME) du surcoût que représente l'investissement par rapport à une solution conventionnelle de référence, dont on déduit les gains attendus durant les 5 premières années d'exploitation (économies d'énergie, acquisition de certificats verts, gains de productivité, productions additionnelles,...).



#### POUR EN SAVOIR PLUS :

<http://energie.wallonie.be> rubrique «Aides Financières»

Référentiel : « Connaître toutes les démarches administratives liées à la cogénération » à télécharger sur le site : <http://energie.wallonie.be> rubrique « La cogénération ».

Télécharger



## LES NOMBREUX AVANTAGES DE LA COGÉNÉRATION

### AVANTAGES ÉCONOMIQUES

#### - Une réduction significative de votre facture d'achat d'électricité

En tant que propriétaire d'une unité de cogénération, votre facture d'achat d'électricité diminuera de manière significative suite à :

- une baisse de la quantité d'électricité achetée au fournisseur et donc également des coûts de distribution et de transmission ;
- une diminution de la pointe quart-horaire ;
- des conditions parfois plus intéressantes en fonction de votre profil de consommation ;
- une diminution des redevances «cotisation fédérale», «surcharge clients protégés», etc.

#### - La revente des certificats verts, un sacré coup de pouce

Si votre cogénération est de qualité, vous obtiendrez des certificats verts que vous pourrez revendre à un fournisseur d'électricité au prix du marché «virtuel». Ce gain financier supplémentaire sera d'autant plus confortable que votre cogénération permet une réduction importante des émissions de CO<sub>2</sub>.

#### - Un pouvoir de négociation accru

Avoir la possibilité de revendre de l'électricité «verte» mais surtout les certificats verts reçus de le CWAPE sont deux atouts supplémentaires qui vous mettent dans une position de force lors des négociations.

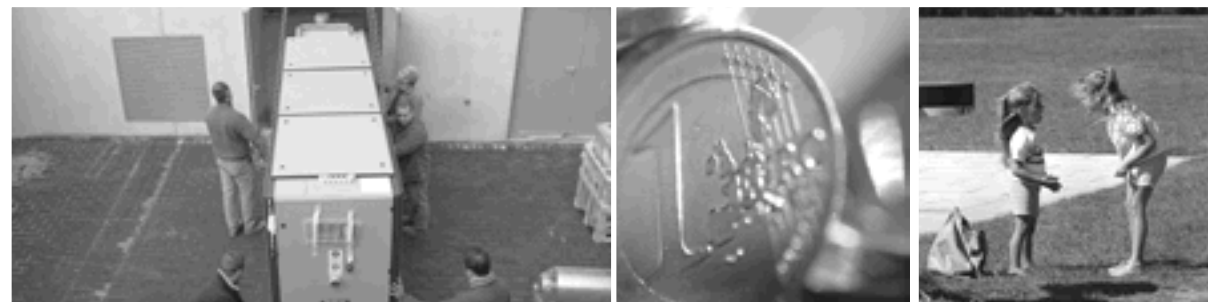
### AVANTAGES SOCIAUX

#### - Création de nouveaux emplois au niveau régional

Une cogénération ne remplace pas totalement une chaudière, mais elle la complète utilement. Cet investissement supplémentaire est donc synonyme de création de nouveaux emplois, tant pour l'étude technique détaillée, de préférence précédée d'une étude de faisabilité, que pour la fabrication, l'installation et l'entretien de cette cogénération dans votre établissement.

#### - Un savoir-faire à valoriser chez nos voisins

La cogénération étant une technologie de pointe, il est nécessaire qu'elle soit correctement dimensionnée et judicieusement intégrée dans l'installation existante. Par ailleurs, elle exige un suivi automatisé de haut niveau. Autant de compétences qui peuvent s'exporter à l'étranger.



### AVANTAGES ENVIRONNEMENTAUX

#### - Une participation active aux engagements de Kyoto

Les émissions de CO<sub>2</sub>, de par leur problématique mondiale, exercent un impact néfaste quant à l'équilibre climatique de la Belgique et du reste du monde. Connaissant les répercussions d'un tel bouleversement, telles que inondations, sécheresses, tornades, élévation du niveau de la mer, extension des maladies infectieuses, pollution des réserves d'eau potable, etc, il est primordial de tout mettre en œuvre pour réduire au plus vite les émissions de CO<sub>2</sub>.

En tant que détenteur d'une unité de cogénération de qualité, vous participez activement au respect des engagements de la Belgique au Protocole de Kyoto, dans la mesure où cette technologie permet une réduction substantielle des émissions de CO<sub>2</sub>.

#### - De l'énergie pour nos enfants

Contrairement à ce que pourrait laisser croire la mondialisation des échanges, l'abondance des ressources énergétiques n'est qu'apparente et l'approvisionnement n'est pas acquis. En effet, les ressources fossiles sont épuisables. Au rythme de consommation actuelle. A consommation constante, les réserves prouvées de gaz seront complètement épuisées d'ici environ 77 ans, celles de pétrole d'ici à peine 46 ans et celles d'uranium d'ici 57 ans (source : EIA, 2006).

En tant que détenteur d'une unité de cogénération, vous contribuez fortement à prolonger les dernières réserves d'énergie fossile, dans la mesure où cette technologie permet une économie d'énergie primaire significative voire d'utiliser un combustible renouvelable comme la biomasse.

### KYOTO EN CHIFFRES...

*Par l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre (principalement dioxyde de carbone, méthane et protoxyde d'azote), notamment dans les pays industrialisés, le climat de notre planète est en train de changer. Les prévisions des experts internationaux sont alarmantes. La température sur la Terre aura par exemple augmenté, d'ici la fin du siècle, de 1.4 à 5.8° en moyenne, ce qui aura des incidences importantes sur le niveau de la mer, les conditions météorologiques générales, les écosystèmes, l'agriculture et l'approvisionnement d'eau, la santé publique et l'économie.*

*Afin de remédier à ces problèmes, le Protocole de Kyoto a été adopté en 1997 et ratifié le 16 février 2005.*

*Les objectifs d'émissions du Protocole attribuent à chaque pays un quota, une quantité fixe de gaz à effet de serre qui peut être rejetée annuellement par le pays en question dans la période 2008-2012. Pour la Belgique, ces quotas impliquent que les émissions des gaz à effet de serre doivent diminuer de 7,5 % par rapport au niveau d'émissions de 1990.*

*Pour la Wallonie, qui a émis près de 46 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> en 1990, atteindre cet objectif signifie que chaque Wallon doit avoir réduit ses émissions de CO<sub>2</sub> de 737 kg en 2010, ce qui correspond à 5400 kilomètres effectués seul en voiture.*



*«Si nous ne faisons rien contre le réchauffement climatique, notre économie s'effondrera» - Sir Nicolas Stern, 30 octobre 2006*

## LES TECHNOLOGIES DE COGÉNÉRATION

### ■ LE MOTEUR À GAZ OU DIESEL (OU BIO COMBUSTIBLES)

Il s'agit d'un moteur à explosion couplé à un alternateur produisant l'électricité. La chaleur est quant à elle récupérée à plusieurs niveaux :

- la chaleur des gaz d'échappement à 500 °C peut être récupérée à plus de 70 % par refroidissement à 120 °C (moteur à gaz) ou 200 °C (moteur diesel) ;
- la chaleur de l'eau de refroidissement à environ 90 °C représente généralement la plus grande part ;
- la chaleur de l'huile du moteur à ± 90 °C peut également être entièrement récupérée ;
- la chaleur de refroidissement du turbo à 55 °C se récupère plus difficilement.

Ces moteurs conviennent bien pour des utilisations d'eau chaude à des températures inférieures à 100 °C, bien qu'une petite quantité de vapeur basse pression puisse néanmoins être générée grâce aux gaz d'échappement.

Ces moteurs sont le plus souvent utilisés pour des petites gammes de puissance, de 5 kW<sub>e</sub> jusqu'à jusqu'à 7 000 kW<sub>e</sub>.

### ■ LES TURBINES À GAZ

Il s'agit d'une technologie dérivée des réacteurs d'avion. Le combustible (généralement du gaz naturel) est brûlé dans une chambre de combustion alimentée en air sous pression en provenance d'un compresseur. Les gaz de combustion produits à environ 1500°C sont introduits dans une turbine où leur énergie est transformée en énergie mécanique pour l'entraînement du compresseur d'air et d'un générateur d'électricité.

L'énergie résiduelle, sous forme de gaz chauds (environ 500 °C), peut être utilisée pour rencontrer les besoins de chaleur (vapeur et/ou eau chaude). Une post-combustion éventuelle de ces gaz, fortement chargés en oxygène, permet d'obtenir plus de chaleur et d'augmenter le rendement global. Contrairement aux moteurs, la turbine à gaz se prête très bien à la production de vapeur et ce, si nécessaire, jusqu'à des conditions de vapeur vive telles que 110 bar / 525 °C par exemple.

Les turbines à gaz sont utilisées pour des gammes de puissance plus importantes, de 1 à 100 MW<sub>e</sub>, que nous ne développerons pas ici. Cependant, depuis peu, on peut trouver des micro-turbines d'une puissance comprise entre 30 kW<sub>e</sub> et 500 kW<sub>e</sub>.

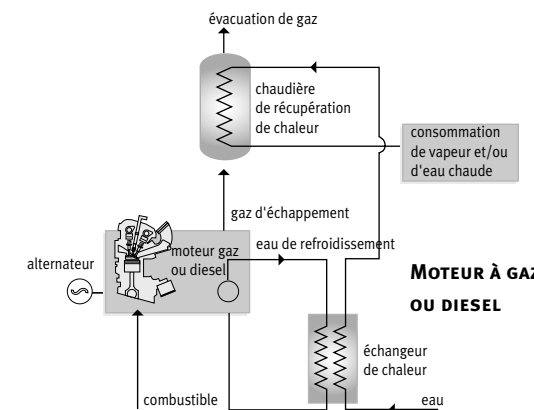
### ■ LES TURBINES À VAPEUR

Dans le cas des turbines à vapeur, l'énergie mécanique (puis électrique) est produite par la détente de vapeur haute pression générée dans une chaudière conventionnelle, utilisant n'importe quel combustible. La chaleur est quant à elle récupérée à la sortie de la turbine, soit sous forme d'eau chaude, soit sous forme vapeur.

Les turbines à vapeur, qui produisent beaucoup de chaleur et peu d'électricité, sont généralement réservées à des applications spécifiques permettant de valoriser des combustibles résiduels ou des applications industrielles d'une puissance suffisante qui nécessitent nettement plus de chaleur que d'électricité. Vu que les turbines à vapeur ne sont généralement intéressantes que pour de grosses puissances, nous ne les développerons pas ici.

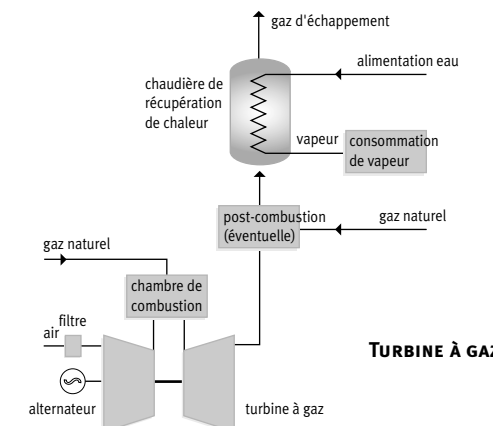
### AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DE CHAQUE TECHNOLOGIE DE COGÉNÉRATION

#### Caractéristiques d'un moteur à gaz ou diesel



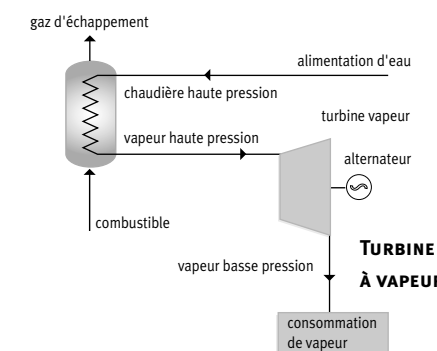
Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>• À partir de 5 kW<sub>e</sub></li> <li>• Bien adapté à la préparation d'eau chaude</li> <li>• Bien adapté pour des besoins électriques du même ordre de grandeur que les besoins de chaleur</li> <li>• Coût d'achat abordable</li> <li>• Bien adapté pour suivre une demande variable</li> <li>• Peut jouer le rôle de groupe de secours d'appoint en cas de panne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coût de maintenance assez élevé</li> <li>• Peu propice à la production de vapeur</li> <li>• Durée de vie limitée (10 à 20 ans)</li> <li>• Entretiens programmés indispensables en vue d'atteindre une durée de fonctionnement de 100 000 heures avant le remplacement complet du moteur</li> </ul>

#### Caractéristiques d'une turbine à gaz



Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>• À partir de 30 kW<sub>e</sub></li> <li>• Production aisée de vapeur</li> <li>• Bon rendement global</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faible rendement électrique pour les petites puissances</li> <li>• Nécessite en général du gaz naturel de préférence à haute pression</li> </ul>

#### Caractéristiques d'une turbine à vapeur



Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Convient à tous types de combustibles</li> <li>• Très bon rendement global</li> <li>• Coût d'entretien modique</li> <li>• Durée de vie élevée</li> <li>• Convient bien lorsque les besoins de vapeur sont nettement plus importants que les besoins électriques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peu intéressant pour les faibles besoins de chaleur</li> <li>• Investissement élevé</li> <li>• Fonctionnement quasi-continu</li> </ul>

## LA DÉMARCHE À SUIVRE POUR UN PROJET DE COGÉNÉRATION

Au stade initial d'un projet, les questions qui viennent généralement à l'esprit sont les suivantes :

- Est-il possible d'installer une unité de cogénération dans mon établissement ?
- Combien cela va-t-il coûter ? Est-ce rentable ?
- Quelle est la part de ma consommation de chaleur qui peut être produite par la cogénération ?
- Quelle puissance faut-il installer ?
- Quelle technologie choisir ?
- Dois-je consommer ou vendre l'électricité produite ?
- Quelle sera la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> ?
- Vais-je recevoir des certificats verts ? Combien ?

Les réponses à ces questions ne sont pas immédiates, car il n'existe pas de méthode de dimensionnement simple et automatique. Mais les réponses se fondent sur l'évaluation d'une série de critères techniques, économiques et environnementaux qui s'inscrivent dans une « **démarche projet** ».

C'est l'objet de l'étude de faisabilité d'une cogénération dans votre établissement, effectuée dans les règles de l'art par un bureau d'études compétent. Cependant, une telle étude n'est pas gratuite et nécessite beaucoup de temps, alors que la réponse finale peut, dans certains cas, être « non, ce n'est pas intéressant » ! C'est donc pour éviter ce genre de mauvaise surprise que nous vous conseillons **de commencer, avec ce guide, par l'étude de pertinence**.

### LES 4 PHASES DE LA DÉMARCHE PROJET DE COGÉNÉRATION

#### ■ PREMIÈRE PHASE : L'ÉTUDE DE PERTINENCE

Cette étude est simple et rapide. Elle peut être effectuée par vous-même sur base de la méthodologie présentée dans ce guide. En ce sens, elle n'exige pas le recours à un expert payant. Elle vous donnera des éléments de réponse, avec une fiabilité satisfaisante, vous permettant de commander ou non la réalisation d'une étude de faisabilité.

#### ■ TROISIÈME PHASE : LE CHOIX D'UN MODE DE FINANCEMENT DE VOTRE PROJET

Ce choix dépend des risques financiers que vous êtes prêt à prendre et aura une répercussion sur la manière d'exploiter la cogénération. Le risque minimal consiste à choisir un partenariat avec un distributeur d'électricité qui financera et gèrera la cogénération pour vous, tout en partageant les gains engendrés. L'étude de faisabilité constitue alors une bonne base pour les négociations.

#### ■ DEUXIÈME PHASE : L'ÉTUDE DE FAISABILITÉ D'UNE UNITÉ DE COGÉNÉRATION

L'étude de faisabilité vous répondra de manière plus précise, car elle se base sur les spécificités propres à votre établissement (consommation, intégration, type de financement,...). Cette étude doit être réalisée par un expert qui se déplace chez vous et qui installe généralement des compteurs d'énergie. Elle est parfois subsidiée par la Région wallonne. Le délai de réalisation est de l'ordre d'un à trois mois.

#### ■ QUATRIÈME ET DERNIÈRE PHASE : RÉDACTION DU CAHIER DES CHARGES FINAL

Si vous décidez d'investir sur fonds propres, pour avoir la totale maîtrise de l'unité de cogénération et bénéficier ainsi de gains plus importants, il vous faudra faire appel à un bureau d'études spécialisé. Armé d'une étude de faisabilité favorable à l'installation d'une unité de cogénération, vous serez donc plus apte à discuter avec votre bureau d'études des options à intégrer dans le cahier des charges final.

Nous allons à présent passer en revue les différentes phases, tout en mettant l'accent sur la première étape (voir annexes) afin de vous guider pour la réalisation d'une étude de pertinence.

## 1ÈRE PHASE : L'ÉTUDE DE PERTINENCE D'UNE COGÉNÉRATION

La cogénération assurera de préférence « la base » de vos besoins thermiques afin de fonctionner de la manière **la plus régulière possible**, bien souvent synonyme de rentabilité. Or, il n'existe pas de formule automatique pour estimer cette « base ». Plusieurs tailles de cogénération sont donc possibles pour un même bâtiment. Il existe cependant un optimum, dont la recherche constitue la valeur ajoutée du bureau d'études au travers d'une étude dite de faisabilité.

L'étape préliminaire et gratuite que constitue l'étude de pertinence considère que l'optimum est la taille de cogénération qui produit le maximum de chaleur et d'électricité. Une approche basée sur l'expérience acquise, qui devra néanmoins être confirmée par une étude de faisabilité spécifique à votre bâtiment.

**L'étude de pertinence vous donnera, par une méthode simplifiée, ainsi un ordre de grandeur :**

- de la taille de l'unité de cogénération à installer ;
- du montant estimé de l'investissement ;
- des économies en énergie primaire et en CO<sub>2</sub> ;
- des frais d'exploitation tels que la consommation en combustible et les frais d'entretien ;
- des gains sur la facture d'achat d'électricité, la chaleur et les certificats verts ;
- et en final une estimation de la rentabilité financière du projet.

**Le détail de la méthode de l'étude de pertinence reprend deux parties :**

- Dimensionnement de l'unité de cogénération (**annexe 2, p. 27**)
- Calculer la rentabilité de votre projet de cogénération (**annexe 3, p. 34**)

Pour vous faciliter la vie, vous pouvez utiliser l'outil de calcul « COGENcalc.xls », qui est en fait la transcription informatique de la méthode de dimensionnement et de calcul de rentabilité telle que présentée dans ce guide de pertinence. L'outil de calcul « COGENcalc.xls » peut-être téléchargé du site <http://energie.wallonie.be> sous la rubrique « La cogénération ».

Si la rentabilité financière est satisfaisante, vous aller pouvoir prendre la décision de commander l'étude de faisabilité.



Télécharger

Utiliser l'outil de calcul COGENcalc.xls, transcription informatique des annexes 2 et 3 de ce guide de pertinence.



## 2<sup>ÈME</sup> PHASE : ÉTUDE DE FAISABILITÉ D'UNE COGÉNÉRATION

Si l'étude de pertinence est concluante, alors vous pouvez commander une étude de faisabilité à un bureau d'études compétent qui va optimiser la taille de l'unité de cogénération.

L'étude de faisabilité se doit d'être plus précise que l'étude de pertinence, afin que le maître d'ouvrage puisse prendre une décision fondée sur des résultats fiables. Atteindre un tel degré de précision implique que le bureau d'études se base sur des données propres à votre établissement, en plaçant des compteurs d'énergie (chaleur et électricité), et sur des informations économiques récentes.

**L'étude de faisabilité a pour objectif d'évaluer l'intégration technique, la meilleure solution technologique et l'impact d'un tel projet.**

• **L'intégration technique** consiste à déterminer si, en fonction des caractéristiques de l'établissement étudié (type de demande en chaleur et en électricité, contraintes et opportunités techniques et/ou architecturale, compatibilité avec les autres équipements...), il est possible d'intégrer une unité de cogénération dans la chaufferie et l'installation électrique existante. Dans certains cas, il sera nécessaire de réaliser des aménagements supplémentaires, qui devront être pris en compte dans le poste investissement.

• **La meilleure solution technologique** consiste à trouver la taille et le type de technologie de cogénération et, le cas échéant, du stockage de chaleur, qui, en fonction de la demande en chaleur et en électricité de l'établissement étudié, maximisent la rentabilité financière d'un tel projet. Pour ce faire, il s'agira de simuler le fonctionnement de plusieurs tailles et types de cogénérateur et du stockage de chaleur pour finalement choisir la solution qui est la plus rentable. La cogénération dont il est question est bien sûr une cogénération de qualité, c'est-à-dire qui génère un taux d'économie en émissions de CO<sub>2</sub> supérieur ou égal à 10 %.

• **L'impact d'une cogénération** consiste à dresser le bilan d'un tel projet, tant du point de vue énergétique que du point de vue économique et environnemental. Cette étape donne au commanditaire des résultats chiffrés et fiables, basés sur des critères technico-économiques et environnementaux objectifs et adaptés, sur lesquels il pourra prendre une décision fondée et négocier en connaissance de cause l'acquisition de son unité de cogénération.

Il est conseillé au commanditaire de demander aux bureaux d'études de suivre les 3 étapes de cette méthodologie, afin d'obtenir une étude de faisabilité fiable et complète. Le bureau d'études veillera cependant à adapter cette méthodologie en fonction des spécificités propres à l'établissement étudié. Précisons également que d'autres méthodologies existent.

**Typiquement, le rapport de l'étude de faisabilité comprend les points suivants:**

- une description de la méthode suivie;
- le principe général d'une unité de cogénération et la description des technologies disponibles;
- une présentation générale de l'établissement;
- une description précise des besoins énergétiques (sur base d'une campagne de mesures sur site);
- un dimensionnement optimisé du point de vue économique;
- un bilan de l'opération (énergétique, économique, environnemental et autres impacts);
- l'intégration de l'unité de cogénération dans l'installation existante (contraintes et opportunités);
- une fiche récapitulative des hypothèses considérées et des résultats de l'étude.

Vous désirez plus d'informations sur ce sujet vous pouvez télécharger le document: « Réaliser une étude de faisabilité d'une cogénération dans les règles de l'art » sur le site <http://energie.wallonie.be> sous la rubrique « La cogénération ».

Télécharger

## 3<sup>ÈME</sup> PHASE : CHOISIR SON MODE DE FINANCEMENT ET D'EXPLOITATION

### OPTION N°1 : VOUS FINANCEZ VOUS-MÊME ET GARDEZ LA MAÎTRISE DE L'EXPLOITATION

Le financement étant acquis (sur fonds propres ou à crédit), il vous reste à choisir une formule d'exploitation.

Pour assurer la totalité des entretiens, il faut que votre personnel soit qualifié, tant du point de vue mécanique qu'électrique, pour effectuer des réparations et des mises en parallèle avec le réseau. Et que vous disposiez d'un stock de pièces de rechange pour intervenir sans délai en cas de panne.

Si ce n'est pas le cas, vous pouvez passer un contrat de maintenance et d'exploitation avec le fournisseur d'équipements. Ces contrats sont négociés en tenant compte du type d'interventions courantes que vous êtes disposé à effectuer par vous-même.

Il existe des formules « omnium », comprenant une assurance bris de machine et des formules à la carte où les petites interventions sont à votre charge et les entretiens à charge du service de maintenance extérieur. Une formation de votre personnel peut y être prévue.

Le service de maintenance intervient alors, par exemple, toutes les 1 500 heures de fonctionnement pour effectuer un entretien préventif (bougies, filtres, batterie,...) ou toutes les 15 000 h, pour réaliser un entretien majeur (culasses, turbos, bielles, pistons, segments,...). L'installation peut être suivie à distance par le service de maintenance extérieur (par modem et communication GSM), qui intervient dès qu'une alarme sérieuse est enregistrée.

Le volet exploitation du contrat comprend des garanties de performance portant sur les productions d'électricité et de chaleur, la consommation en combustible, la disponibilité de l'installation (en nombre d'heures par an) et sur le délai maximum d'intervention en cas de panne. Elles peuvent aller jusqu'à inclure des échantillonnages réguliers d'huile et de liquide de refroidissement, dont l'analyse permet de prévenir certaines pannes.

Des formules de leasing existent également.

En tant que propriétaire de votre unité de cogénération, vous aurez droit aux certificats verts générés par l'exploitation de votre cogénération de qualité.

### OPTION N°2 : VOUS PARTAGEZ LES RISQUES AVEC UN PRODUCTEUR/FOURNISSEUR

Ces formules de partenariat sont proposées par les entreprises productrices d'électricité et maintenant par certains fournisseurs d'électricité. Le partenaire installe une cogénération chez vous et en assure l'investissement, la conduite et la maintenance. Vous limitez ainsi les risques techniques et financiers.

Le partenaire prélève l'électricité produite pour son usage propre et vous vend la chaleur à un prix négocié, généralement inférieur de 10 à 15 % à celui que vous payez actuellement. Ces conditions vous sont garanties pendant toute la durée du contrat en échange d'un engagement de votre part à prélever une quantité de chaleur prédéfinie.



Quant à l'électricité, vous continuez à la prélever sur le réseau, au tarif actuellement en vigueur. Dans ce cas, vous pouvez également négocier votre contrat de fourniture d'électricité avec le fournisseur de votre choix.

Vous restez propriétaire et responsable de vos chaudières actuelles, qui seront utilisées en complément et en cas d'indisponibilité de la cogénération. Elles serviront de base de comparaison pour le calcul de la réduction sur le prix de la chaleur que le partenaire vous vend. Ce qui vous incitera à bien les entretenir... Dans cette option, vous ne bénéficierez bien entendu ni d'aides publiques à l'investissement ni de certificats verts, qui sont octroyés au seul propriétaire de la cogénération, en l'occurrence votre partenaire.

Toutefois, la formule peut être aménagée en calculant la ristourne accordée au client, sur base d'un partage des bénéfices réalisés entre les deux partenaires, intégrant ainsi l'avantage des certificats verts mais impliquant que le client prenne alors une part des risques financiers. Question de négociation une fois encore.

### OPTION N°3 : VOUS ACHETEZ LA CHALEUR ET L'ÉLECTRICITÉ À MOINDRE PRIX

Dans ce cas, vous accueillez sur votre site un fournisseur de chaleur et d'électricité qui assure la totalité des investissements, de l'exploitation et de la maintenance de l'unité de cogénération, et la pilote en fonction de vos besoins en chaleur. Comme dans la formule précédente, il reste propriétaire de l'installation.

Cependant, dans cette formule, l'électricité produite vous est livrée en priorité, le surplus étant injecté sur le réseau. En cas de défaut d'électricité, vous devrez vous alimenter sur le réseau. La convention peut également se porter sur l'ensemble des fournitures d'électricité, y compris les prélèvements sur le réseau. Dans ce cas, la société de service peut se réserver la possibilité de choisir elle-même votre fournisseur d'électricité.

Vous pouvez par exemple négocier :

- un prix de l'électricité de l'ordre de 10 à 15 % inférieur à celui que vous pourriez obtenir du réseau ;
- un prix de la chaleur correspondant au prix de revient de la production par vos propres chaudières, celles-ci étant régulièrement étalonnées pour alimenter la base de comparaison, ce qui vous incitera à bien entretenir vos propres installations.

Ces contrats sont parfois conclus sur des périodes relativement courtes, par exemple une première convention portant sur 5 ans, qui devient ensuite renouvelable annuellement. Votre fournisseur pourra exiger une garantie bancaire ou un paiement anticipatif de vos factures.

Si vous êtes éligible à des aides publiques, vous avez peut-être intérêt à négocier de tels contrats de manière à rester propriétaire de l'installation en réalisant vous-même l'investissement. Ce qui vous permettra de bénéficier de ces aides et des certificats verts. La société de service garantira alors l'exploitation et le résultat financier et vous accordera des remises plus importantes.



### OPTION N°4 : VOUS AVEZ RECOURS AU TIERS INVESTISSEUR

Pour cette option, la société à laquelle vous vous adressez effectue la totalité des investissements, prend en charge la maintenance et l'exploitation de l'installation. Elle se rémunère sur les gains réalisés lors de l'exploitation. Le partage des gains entre le tiers investisseur et vous est défini par les termes du contrat. En fin de contrat, il vous remet l'installation.

Le tiers investisseur est indépendant de tout fournisseur d'équipements. Il se réserve cependant le choix des sociétés avec lesquelles il désire travailler.

La convention entre les partenaires s'établit donc à long terme (le plus souvent une dizaine d'années). Elle prévoit un plan de paiement de votre part et un plan de remboursement pour le tiers investisseur. Si les conditions de marché permettent un remboursement plus rapide que prévu, il est mis fin à la convention dès que le tiers investisseur a récupéré sa mise. Si, par contre, le remboursement se révèle plus long que la période initialement prévue, il n'y a pas de prolongation et la convention se termine au terme prévu. Un avantage non négligeable pour vous.

Dans une telle formule, vous êtes propriétaire de l'installation dès sa construction et vous bénéficiez donc des aides publiques à l'investissement, si vous y avez accès. Vous obtenez également les certificats verts générés, mais ils entreront dans la prise en compte des remboursements au tiers investisseur.

### EN RÉSUMÉ

#### ■ OPTION 1 : FINANCEMENT PROPRE

**Le pour :** La possibilité de réaliser soi-même tout ou une partie de la maintenance - Utilisation « à sa guise » de la chaleur et de l'électricité produite par cogénération - Accès aux subsides et aux certificats verts.

**Le contre :** Investissement et frais de maintenance à votre charge - Un risque financier et technique plus important - Disposer de certaines compétences techniques.

#### ■ OPTION 3 : ACHAT DE LA CHALEUR ET DE L'ÉLECTRICITÉ

**Le pour :** Des risques financiers et techniques limités - Une réduction de 10 à 15 % sur la facture d'électricité.

**Le contre :** Pas d'accès aux subsides et aux certificats verts - Prix de la chaleur identique à la situation sans cogénération.

#### ■ OPTION 2 : PARTENARIAT AVEC UN PRODUCTEUR OU FOURNISSEUR D'ÉLECTRICITÉ

**Le pour :** Des risques financiers et techniques limités - Une réduction de 10 à 15 % sur la facture de chaleur.

**Le contre :** L'obligation de prélever une quantité de chaleur prédéfinie (10 ans) - Achat de l'électricité au réseau au tarif actuellement en vigueur - Pas d'accès aux subsides et aux certificats verts.

#### ■ OPTION 4 : TIERS INVESTISSEUR

**Le pour :** Des risques financiers et techniques limités - Accès aux subsides et aux certificats verts.

**Le contre :** Contrat à longue durée (typiquement 10 ans) - Partage des gains engendrés entre vous et le tiers investisseur.

Télécharger

Référentiel « Négocier au mieux le financement d'une unité de cogénération »



## 4ÈME PHASE: RÉDACTION DU CAHIER DES CHARGES FINAL

La 4<sup>ème</sup> phase d'une démarche projet comprend la rédaction du cahier des charges final ainsi que des plans d'implantation de l'unité de cogénération et éventuellement de l'appel d'offres. Elle est généralement effectuée par un bureau d'études spécialisé.

Si vous souhaitez devenir propriétaire d'une unité de cogénération, et ainsi profiter pleinement de tous ses avantages, il est indispensable de passer par cette étape avant de faire appel à un fournisseur d'équipement (1<sup>ère</sup> formule d'exploitation). Pour rappel, les certificats verts, qui apportent un revenu confortable, ainsi que les subsides, ne sont octroyés qu'au propriétaire.

Par contre, si vous ne désirez pas prendre de risques financiers ou que vous ne voulez pas vous occuper du suivi de votre unité de cogénération, vous pouvez opter pour l'une des 3 autres formules d'exploitation. Dans ce cas, il n'est pas nécessaire de faire appel à un bureau d'études pour élaborer le cahier des charges et les plans. L'étude de faisabilité est suffisante pour négocier vos tarifs avec les différents fournisseurs d'énergie et/ou tiers investisseurs ayant répondu à votre appel d'offres.

**Télécharger**

Référentiel « Négocier au mieux le financement d'une unité de cogénération »



## FACILITATEUR EN COGÉNÉRATION

**VOUS SOUHAITEZ AVANCER DE MANIÈRE SÛRE DANS VOTRE PROJET DE COGÉNÉRATION ?**

**VOUS NE SAVEZ PAS À QUI VOUS ADRESSER ?**

La Région wallonne a intensifié le service de conseil destiné aux gestionnaires souhaitant utiliser la cogénération pour réduire leur facture énergétique et participer activement au développement durable de leur activité.

Il s'agit du **Facilitateur en Cogénération**. Il est financé par la Région wallonne pour répondre à toutes vos préoccupations et pour vous faciliter la vie, à chaque étape de votre projet de cogénération. Les actions qu'il effectue pour vous sont donc gratuites.

Les étapes d'un projet	Les services du Facilitateur
1. Information - Premiers calculs - Etude de pertinence	Guidance stratégique - Réunion d'information - Réalisation d'une étude de pertinence
2. Etude de faisabilité dans les Règles de l'Art	Supervision de l'étude de faisabilité
3. Choix de la formule de financement	Guidance stratégique - Mise en contact
4. Rédaction cahier des charges, plans, appel d'offres,...	Relecture critique du projet final
5. Comparaison judicieuse des offres	Aide à la comparaison

Par ailleurs, le Facilitateur en Cogénération a pour missions:

- la rédaction du présent guide de pertinence.
- l'organisation de séminaires thématiques dans le domaine de la cogénération;
- la rédaction de documents de référence (cahier des charges type, contrat type, liste de recommandations,...)
- la mise à jour des informations technico-économiques cogénération du site portail de l'Energie en Région wallonne;
- la tenue à jour de la liste des acteurs de la cogénération;
- la tenue à jour de la liste des différents projets à l'étude ou en cours de réalisation;
- la conception d'outils d'aide à la décision.

Cependant, sa mission est limitée dans le temps. N'hésitez donc pas à le contacter:

Facilitateur en Cogénération de la Région wallonne

Ismaël Daoud ou Stéphanie Marchandise

Service rendu par l'ICEDD asbl au nom de COGENSUD asbl

Bd Frère Orban, 4

5000 Namur (Belgique)

Tél: 081 25 04 80

Fax: 081 25 04 90

E-mail: [facilitateur@cogensud.be](mailto:facilitateur@cogensud.be)

## CONCLUSIONS

### LA COGÉNÉRATION EST UNE TECHNOLOGIE D'AVENIR!

Elle s'intègre dans tout établissement possédant des besoins d'électricité et de chaleur suffisamment importants et constants. En outre, elle procure de nombreux avantages à son propriétaire, ainsi qu'à la collectivité, que ce soit en terme de réduction de la facture d'achat d'électricité ou de réduction des émissions de CO<sub>2</sub>. Tout investissement doit cependant pouvoir se justifier d'un point de vue économique. C'est l'objet de ce guide de pertinence : réaliser un premier dimensionnement de l'unité de cogénération pour ensuite estimer un temps de retour simple.

La méthodologie proposée est aisée sans pour autant être simpliste. Elle a été testée et adaptée en fonction des nouvelles opportunités. Elle vous donne une bonne première estimation de la rentabilité d'une unité de cogénération. Par facilité, vous pouvez utiliser COGEN calc.xls, qui est la transcription informatique de la méthode de dimensionnement et de calcul de rentabilité telle que présentée dans ce guide.

Cet outil de calcul est téléchargeable sur le site portail de l'énergie en Région wallonne: <http://energie.wallonie.be> sous la rubrique « La cogénération ».

À ce stade, vous pouvez décider si, oui ou non passer à la seconde étape est intéressant.

La deuxième étape, l'étude de faisabilité, a pour objectif de valider ces premiers résultats en fonction de la configuration propre de votre établissement. C'est uniquement sur base de cette validation, fiable et objective, que vous pourrez opter en connaissance de cause pour l'installation d'une cogénération.

Deux cas de figure s'offriront alors à vous :

- soit vous préférez bénéficier d'une réduction sur votre facture énergétique, sans vous soucier du fonctionnement de l'unité de cogénération ;
- soit vous souhaitez avoir la totale maîtrise de l'investissement pour bénéficier de gains plus importants.

De ce choix dépendra le mode de financement de votre projet.

### LA COGÉNÉRATION EST UNE TECHNOLOGIE À PROMOUVOIR!

D'un point de vue global, la cogénération de qualité contribue activement à une politique pour la maîtrise durable de l'énergie. Par son économie d'énergie primaire significative, elle permet de réduire la dépendance énergétique vis-à-vis des importations énergétiques. D'autre part, cette technologie permet de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> pour la production d'une même quantité de chaleur et d'électricité, et contribue ainsi à satisfaire les engagements de la Belgique pris à Kyoto.

C'est donc tout naturellement que la Région wallonne soutient les projets de cogénération. Outre la mise à disposition gratuite d'un Facilitateur en Cogénération, destiné à encadrer les étapes menant à la décision d'investir, la Région wallonne a mis sur pied le mécanisme de certificats verts, qui apportent un revenu supplémentaire au propriétaire d'une cogénération de qualité.

### LA COGÉNÉRATION EST UNE OPPORTUNITÉ À SAISIR!

Un dernier mot, lancez-vous!

## POUR EN SAVOIR PLUS

### DES DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE : CAHIER DES CHARGE TYPE, CONTRATS TYPE, LISTE DE RECOMMANDATIONS, ... SUR LE SITE PORTAIL DE L'ÉNERGIE



### "PLAN POUR LA MAÎTRISE DURABLE DE L'ÉNERGIE"

Région wallonne, 18 décembre 2003



### SITE PORTAIL DE L'ÉNERGIE EN RÉGION WALLONNE

<http://energie.wallonie.be>

### UN FACILITATEUR À VOTRE DISPOSITION

Ismaël Daoud ou Stéphanie Marchandise  
ICEDD sous le nom de COGENSUD  
Bd Frère Orban, 4 à 5000 Namur  
Tél : 081 25 04 80  
Fax : 081 25 04 90  
e-mail : [facilitateur@cogensud.be](mailto:facilitateur@cogensud.be)

### UNE BROCHURE D'INFORMATION SUR TOUS LES ASPECTS ÉNERGIE EN WALLONIE

le REactif, à commander gratuitement à partir du site portail Energie de la Région wallonne



### "LE RÉGIME DES CERTIFICATS VERTS DANS LE CADRE DE L'OUVERTURE DU MARCHÉ DE L'ÉLECTRICITÉ EN WALLONIE"

CwaPE, Avenue Gouverneur Bovesse 103-106, 5100 Jambes  
Tél. : 081 33 08 10  
Internet : [www.cwape.be](http://www.cwape.be)



## ANNEXE 1

## LE CALCUL DU NOMBRE DE CERTIFICATS VERTS

## LE CALCUL DU NOMBRE DE CERTIFICATS VERTS

Pour l'électricité verte produite à partir d'une unité de cogénération de qualité, le gain en CO<sub>2</sub> (G) est égal aux émissions d'une centrale électrique de référence (E<sub>ref</sub>) augmentées des émissions d'une chaudière de référence (Q) desquelles les émissions de l'unité de cogénération (F) sont soustraites :

$$G = E_{\text{ref}} + Q - F \quad [\text{kg CO}_2 / \text{MWh}_e]$$

Le taux d'économie de CO<sub>2</sub> (t) est obtenu en divisant le gain (G) en CO<sub>2</sub> de la cogénération par le CO<sub>2</sub> émis par la centrale électrique de référence (E<sub>ref</sub>).

$$t = \frac{G}{E_{\text{ref}}} \quad [\%]$$

Le taux est limité à 2. Pour les puissances supérieures à 5 MW<sub>e</sub>, le taux est limité à 1.

Le nombre de certificats verts obtenus se calcule en multipliant le nombre de MWh<sub>e</sub> produit par le taux d'économie de CO<sub>2</sub>. Ce qui signifie qu'une cogénération de qualité reçoit un certificat vert dès qu'elle a permis d'économiser une quantité de CO<sub>2</sub> équivalente à E<sub>ref</sub>, soit, dans les conditions actuelles, une quantité de 456 kg de CO<sub>2</sub>.

ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub> DES INSTALLATIONS MODERNES DE RÉFÉRENCE

Les installations de référence sont annuellement définies par la CWaPE, sur base des meilleurs rendements connus. Cependant, une fois qu'elles ont été fixées pour votre unité de cogénération, elles ne seront pas modifiées pendant une période de 10 ans.

Actuellement, les installations modernes de référence prises en considération par la CWaPE sont les suivantes :

## ■ Production d'électricité :

Une turbine gaz vapeur (TGV) fonctionnant au gaz naturel avec un rendement de production de 55 %

$$E_{\text{ref}} = \frac{251}{55\%} = 456 \quad [\text{kg CO}_2 / \text{MWh}_e]$$

## ■ Production de chaleur :

Si vous avez accès au réseau de gaz naturel, l'installation de référence est une chaudière gaz avec un rendement de 90 %

$$Q_{\text{ref}} = \frac{251}{90\%} = 279 \quad [\text{kg CO}_2 / \text{MWh}_q]$$

Si vous n'avez pas accès au réseau de gaz naturel, l'installation de référence est une chaudière au mazout avec un rendement de 90 %

$$Q_{\text{ref}} = \frac{306}{90\%} = 340 \quad [\text{kg CO}_2 / \text{MWh}_q]$$

Pour exprimer la quantité de CO<sub>2</sub> émise par une chaudière classique de référence par MWh<sub>e</sub> produit, par cogénération, il suffit d'utiliser la formule ci-dessous :

$$Q = Q_{\text{ref}} \frac{P_{Q \text{ cogen}}}{P_{E \text{ cogen}}} \quad [\text{kg CO}_2 / \text{MWh}_e]$$

où P<sub>Q cogen</sub> = puissance thermique de l'unité de cogénération

P<sub>E cogen</sub> = puissance électrique de l'unité de cogénération

■ Pour la cogénération : la quantité de CO<sub>2</sub> émise par l'unité de cogénération par MWh d'électricité produite par cogénération, du combustible économisé :

$$F = \frac{C_x}{\alpha_E} \quad [\text{kg CO}_2 / \text{MWh}_e]$$

Valeurs des coefficients d'émission de CO<sub>2</sub> des combustibles : (kg CO<sub>2</sub>/MWh)

Combustibles	C <sub>x</sub>
Gaz naturel	251
Mazout	306
Charbon	385
Bio diesel	80
Huile végétale	65
Bois cultivé	45
Déchets de bois	23
Matières organiques biodégradables	0

La CWaPE met à votre disposition un outil de calcul vous permettant de directement calculer le nombre de certificats verts qui seront octroyés à votre installation de cogénération. A télécharger sur : <http://www.cwape.be>



Télécharger





**EXEMPLE**

Soit une installation de cogénération de 1 MW électrique fonctionnant au gaz naturel. Le rendement électrique est de 35 % et le rendement thermique est de 53 %. La chaleur produite par cette cogénération est valorisée entièrement.

Lorsque cette installation produit 1 MWh d'électricité, elle consomme 2,86 MWh d'énergie primaire (1/35 %) et produit en même temps 1,5 MWh de chaleur (2.86 x 53 %).

L'émission en CO<sub>2</sub> de cette cogénération au gaz naturel est donc :

$$F = \frac{251 \text{ Kg CO}_2}{35\%} = 717 \text{ Kg de CO}_2$$

La centrale électrique de référence, une Turbine Gaz Vapeur, va émettre une certaine quantité de CO<sub>2</sub> pour produire la même quantité d'électricité, à savoir :

$$E \text{ réf} = 456 \text{ Kg CO}_2$$

La chaudière au gaz naturel de référence va émettre une certaine quantité de CO<sub>2</sub> pour produire la même quantité de chaleur, à savoir :

$$Q = 279 \times 1,5/1 = 422 \text{ Kg de CO}_2$$

Le gain est dès lors égal à :

$$G = E \text{ réf} + Q - F = 161 \text{ Kg de CO}_2$$

pour chaque MWh d'électricité produit par la cogénération au gaz naturel.

Ainsi, le taux d'économie en CO<sub>2</sub> est égal à :

$$t = \frac{161}{456} = 35\%$$

Le taux d'économie en CO<sub>2</sub> est supérieur à 10 %, il s'agit donc bien d'une cogénération de qualité.

**ANNEXE 2****DIMENSIONNEMENT  
DE L'UNITÉ DE COGÉNÉRATION**

Le pré-dimensionnement de l'unité de cogénération consiste à déterminer les puissances thermique et électrique, ainsi que ses heures de fonctionnement qui permettent de valoriser toute la chaleur et l'électricité produites.

La méthodologie proposée se base sur les besoins en chaleur de votre établissement et décrit pas à pas les 4 étapes à suivre :

- déterminer votre besoin net de chaleur ;
- sélectionner un « profil type » de consommation de chaleur ;
- déterminer la puissance thermique de l'unité de cogénération ;
- choisir une unité de cogénération.

**ETAPE 1 : DÉTERMINER VOTRE BESOIN NET DE CHALEUR (BNeC)**

Pour obtenir une cogénération dite de qualité, qui permet donc de rentabiliser au maximum l'énergie produite, on dimensionne généralement l'unité sur les besoins de chaleur. L'électricité produite pourra toujours être soit consommée en interne, soit revendue au réseau. Dans le cadre de l'étude de pertinence, on considère que toute l'électricité produite est entièrement consommée en interne.

Il faut d'abord déduire de votre consommation annuelle en combustible (Q) tout ce qui ne sert pas à produire de l'eau chaude ou de la vapeur, c'est-à-dire :

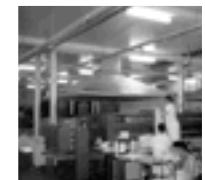
- l'énergie utilisée pour la cuisson et les autres applications spécifiques qui ne peuvent pas être rencontrées par la chaleur cogénérée (Q<sub>non cogen</sub>) ;
- les pertes au niveau de la chaufferie (pertes de combustion et pertes à l'arrêt). Généralement, pour une chaudière récente, le rendement saisonnier est de l'ordre de 90 %. Pour une chaudière au gaz à condensation, ce rendement peut atteindre 101 %. Par contre, pour une ancienne chaudière, ce rendement se situe entre 60 et 85 % (η<sub>chaufferie</sub>) ;
- les gaspillages facilement évitables par des mesures d'économie d'énergie (bonne isolation, meilleure régulation,...). Autant faire ces économies avant d'installer l'unité de cogénération afin d'éviter un surdimensionnement coûteux (URE).

Le résultat de cette soustraction aboutit au besoin net de chaleur (BNeC), à exprimer en kWh/an

$$BNeC = \eta_{chaufferie} * (Q - Q_{non cogen} - URE) \quad [kWh_q/an] \quad (\text{formule A})$$

**Pouvoir calorifique inférieur (PCI) de quelques combustibles fossiles généralement utilisés**

Mazout :	10,1	[kWh <sub>p</sub> /litre]
Gaz naturel :	10,5	[kWh <sub>p</sub> /Nm <sup>3</sup> ]
Anthracite :	8,7	[kWh <sub>p</sub> /kg]
Propane :	6,4	[kWh <sub>p</sub> /litre]
BIO diesel :	9,1	[kWh <sub>p</sub> /litre]
Huile de colza :	9,7	[kWh <sub>p</sub> /litre]

**PARTICULARITÉ DE LA FACTURE  
GAZ**

Les kWh mentionnés dans la facture de gaz naturel sont exprimés sur base du Pouvoir Calorifique Supérieur (PCS), il faut donc convertir ces kWh en fonction du Pouvoir Calorifique Inférieur (PCI). Pratiquement, il suffit de multiplier les kWh mentionnés sur la facture par 0.9.

## ETAPE 2 : SÉLECTIONNER UN «PROFIL TYPE» DE CONSOMMATION DE CHALEUR

L'évolution de la consommation de chaleur de votre établissement est importante pour le pré-dimensionnement d'une unité de cogénération. On peut considérer que votre consommation de chaleur suit un profil type caractéristique d'un rythme d'activité. Choisissez parmi les 6 profils type ci-dessous celui qui correspond le mieux à votre cas.

### LES 6 PROFILS TYPE DE CONSOMMATION DE CHALEUR

A : Activité (bâtiment) diurne 5 jours sur 7

B : Activité diurne 6 jours sur 7

C : Activité diurne 7 jours sur 7

D : Activité continue 7 jours sur 7

E : Activité (entreprise) diurne 5 jours sur 7

F : Activité (logement collectif) 7 jours sur 7

\* Consommation : consommation d'une heure dans un jour type (en %), consommation d'un jour dans une semaine type (en %), consommation d'un mois dans une année type (en %)

### PROFIL A

Activité diurne 5 jours sur 7

Exemples :  
immeubles de bureaux,  
écoles,  
services aux personnes,  
...

### PROFIL B

Activité diurne 6 jours sur 7

Exemples :  
commerces,  
culture,  
...

### PROFIL C

Activité diurne 7 jours sur 7

Exemples :  
centres sportifs,  
...

### PROFIL D

Activité continue 7 jours sur 7

Exemples :  
soins aux personnes,  
HORECA,  
...

### PROFIL E

Activité diurne 5 jours sur 7

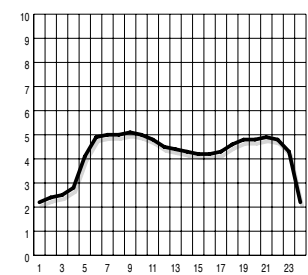
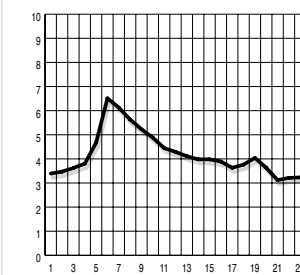
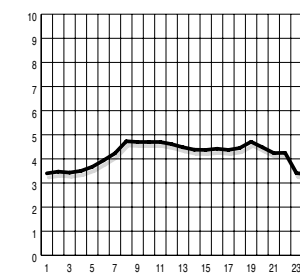
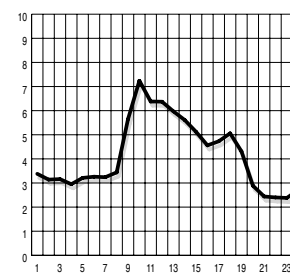
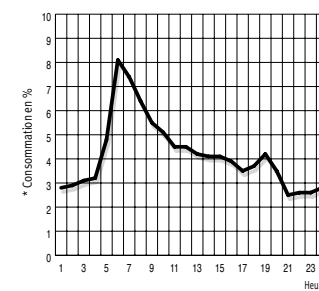
Exemples :  
PME à consommations  
très régulières,  
blanchisseries,  
teintureries,  
...

### PROFIL F

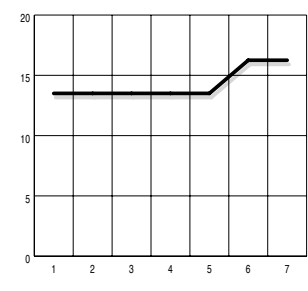
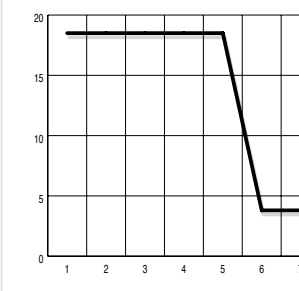
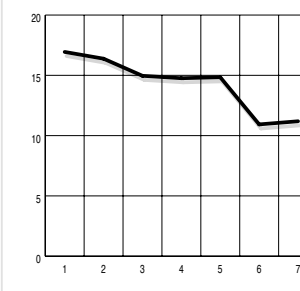
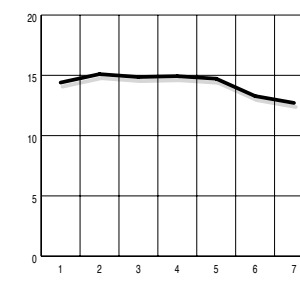
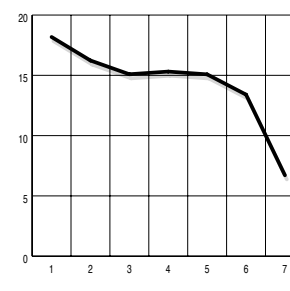
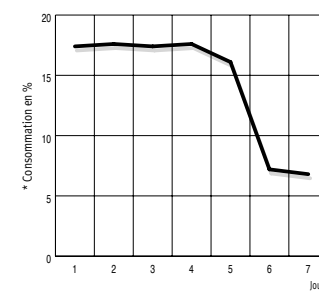
Activité diurne 7 jours sur 7

Exemples :  
logement collectif,  
...

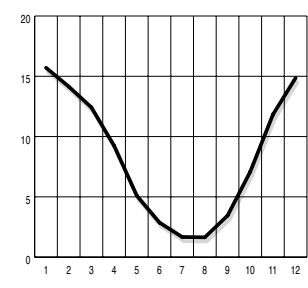
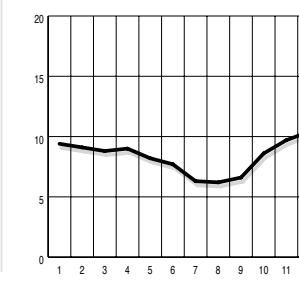
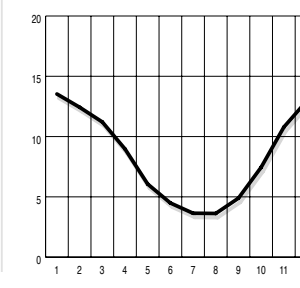
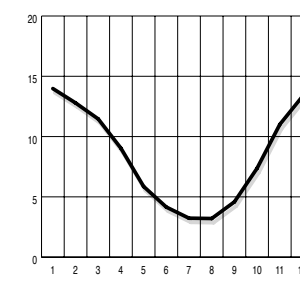
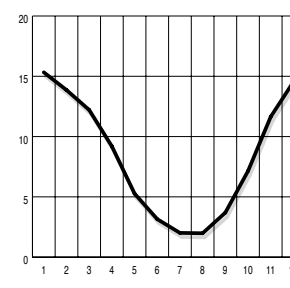
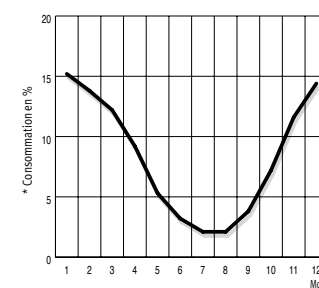
### BNEC D'UNE JOURNÉE TYPE (%) - PROFIL DE PRÉLÈVEMENT HORAIRE



### BNEC D'UNE SEMAINE TYPE (%) - PROFIL DE PRÉLÈVEMENT PAR JOUR



### BNEC D'UNE ANNÉE TYPE (%) - PROFIL DE PRÉLÈVEMENT PAR MOIS



CHOIX D'UN "PROFIL TYPE"

### ETAPE 3 : DÉTERMINER LA PUISSANCE THERMIQUE DE L'UNITÉ DE COGÉNÉRATION



L'objectif du pré-dimensionnement est d'installer la plus grosse unité de cogénération possible, tout en respectant la contrainte essentielle: valoriser **toute** la chaleur produite.

À chaque «profil type» de consommation de chaleur correspond une taille optimale permettant de respecter cette contrainte essentielle. Cette taille optimale s'exprime par le facteur **Part<sub>cogen</sub>** qui représente la part de la consommation maximale de chaleur qui pourra être assurée par l'unité de cogénération.

Ainsi, la puissance thermique de l'unité de cogénération est:

$$P_{Qcogen} = \frac{BNeC \times Part_{cogen}}{U_Q} \quad [kW_q] \quad \text{(formule B)}$$

où **U<sub>Q</sub>** = le nombre d'heures durant lesquelles une installation de chauffage classique bien dimensionnée devrait fonctionner à régime nominal pour produire les besoins nets de chaleur (**BNeC**).

Par ailleurs, la quantité de chaleur fournie par l'unité de cogénération est:

$$Q_{cogen} = P_{Qcogen} \times U_{cogen} \quad [kWh_q] \quad \text{(formule C)}$$

où **U<sub>cogen</sub>** = le nombre d'heures durant lesquelles l'unité de cogénération devrait fonctionner à régime nominal pour produire la chaleur cogénérée (surface en grisé).

Les valeurs de ces différents paramètres pour chaque «profil type» de consommation de chaleur sont reprises dans le tableau ci-dessous.

Tableau de pré-dimensionnement d'une cogénération:

Profil type	U <sub>Q</sub> (heure)	U <sub>cogen</sub> (heure)	Part <sub>cogen</sub> (%)
A	2005	3923	20%
B	2139	4213	21%
C	4339	4676	44%
D	2906	5414	24%
E	2699	2894	46%
F	3327	4779	30%

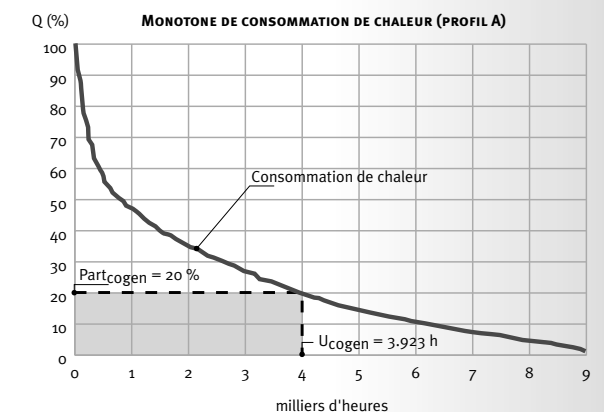
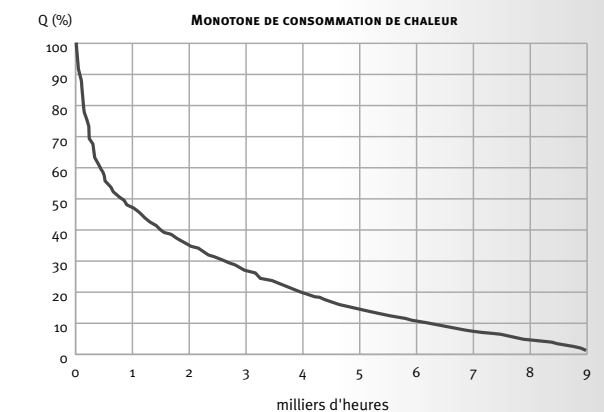
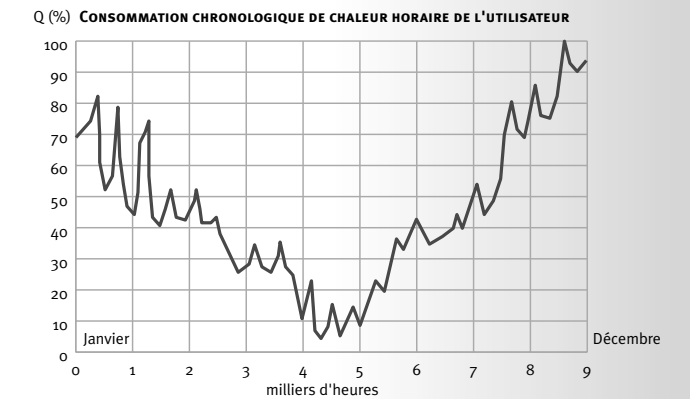
### POUR EN SAVOIR PLUS

Pour obtenir les valeurs des différents paramètres nécessaires pour le pré-dimensionnement de l'unité de cogénération, il nous faut établir la courbe monotone de consommation de chaleur. Cette courbe représente la consommation de chaleur horaire classée par ordre décroissant sur une année, exprimée en pourcents de la consommation maximale. Une courbe «monotone de chaleur» peut donc être déterminée pour chaque «profil type».

Etant donné qu'une unité de cogénération se rentabilise par la réduction de la facture d'achat d'électricité, il est préférable de la faire fonctionner durant les périodes où l'électricité est la plus chère, donc durant les heures pleines. Cependant, depuis la mise en place du mécanisme de certificats verts le 12 avril 2001 en Région wallonne, le petit coup de pouce financier associé justifie de faire fonctionner la cogénération durant les heures creuses. En effet, grâce aux certificats verts, l'électricité produite localement par la cogénération coûte moins cher que de l'acheter au réseau, même en heures creuses.

Le pré-dimensionnement se basera donc sur le principe de faire fonctionner l'unité de cogénération afin de produire le maximum de chaleur et d'électricité, et donc de certificats verts. Cela revient à choisir la puissance thermique de l'unité de cogénération telle que le rectangle puissance x heures (représentant l'énergie produite par la cogénération) inscrit sous la monotone de chaleur (c'est-à-dire valorisable par le site) possède la surface la plus grande.

Les deux paramètres du pré-dimensionnement, **U<sub>cogen</sub>** et **Part<sub>cogen</sub>**, sont ainsi connus. **U<sub>cogen</sub>**, la base du rectangle, représente la durée de fonctionnement de l'unité de cogénération à pleine puissance. Il s'agit d'une durée minimum, vu que la cogénération pourrait fonctionner plus longtemps mais à charge partielle (jusqu'à 80% par exemple). **Part<sub>cogen</sub>**, la hauteur du rectangle, représente donc le pourcentage de la puissance maximale thermique du site qui pourra être effectivement assuré par l'unité de cogénération. Les chaudières existantes assurent donc le complément, voire la totalité lorsque la cogénération est à l'arrêt pour entretien. La cogénération ne remplace donc jamais une chaufferie classique, mais la complète utilement.



**ÉTAPE 4 : CHOISIR UNE UNITÉ DE COGÉNÉRATION**

Maintenant que nous connaissons la puissance thermique de l'unité de cogénération à installer, il nous faut déterminer la puissance électrique correspondante, la quantité d'électricité produite, le montant de l'investissement, les frais d'exploitation,... pour estimer la rentabilité du projet.

Ces paramètres technico-économiques sont conditionnés par le choix de l'unité de cogénération. Ils sont repris dans les abaques qui suivent. Ces courbes représentent les valeurs moyennes des offres remises en 2007 par différents fournisseurs d'unités de cogénération.

**DÉFINITIONS :**

$P_{Q\ cogen} [kW_q]$ : la puissance thermique de cogénération

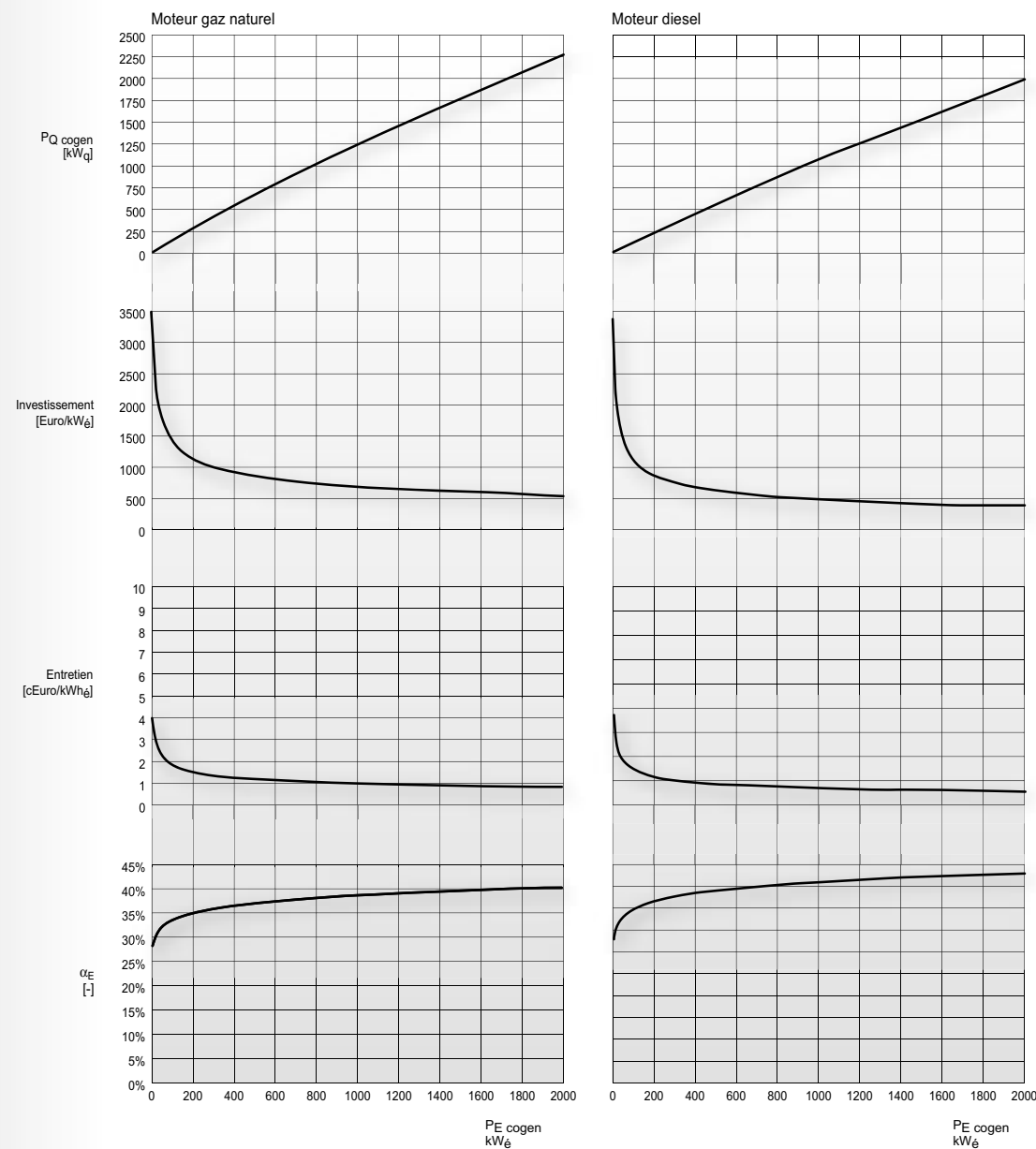
$P_{E\ cogen} [kW_e]$ : la puissance électrique de cogénération correspondant à  $P_{Q\ cogen}$

Investissement [€/kW<sub>e</sub>]: montant global d'une unité de cogénération comprenant:

1. le prix de base;
2. un supplément pour marche en parallèle avec le réseau électrique, y compris les protections nécessaires;
3. un conteneur avec capotage acoustique;
4. la récupération de chaleur sur cogénération;
5. les équipements électriques externes pour le raccordement des alternateurs à la sous-station de l'usine (câblages, disjoncteurs,...);
6. le génie civil.

Entretien-[c€/kW<sub>h</sub>]: coût de l'entretien par kW<sub>h</sub>, comprenant le contrat «tout compris» (huile, assurance «bris de machine» et dépannages). Ce coût n'intègre pas le suivi et l'intervention de premier niveau assurée par le personnel technique employé par votre établissement.

$\alpha_E [-]$ : part de l'énergie valorisée en électricité



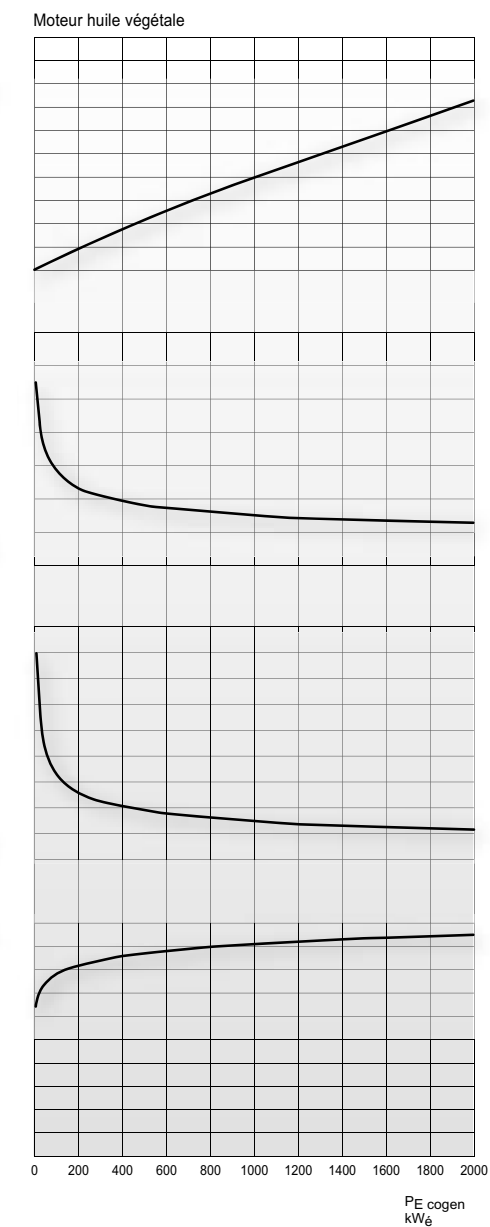
## CHOIX D'UNE UNITÉ DE COGÉNÉRATION

Chaque cas est cependant particulier et les valeurs à prendre en considération peuvent s'éloigner de manière significative des valeurs présentées ici. Seule une étude de faisabilité réalisée par un bureau d'études compétent pourra servir de base pour envisager un éventuel investissement. Cependant, dans le cadre de ce guide de pertinence, les chiffres présentés sont suffisamment précis.

En cas de doute dans le choix d'une technologie plutôt qu'une autre, plusieurs variantes peuvent être testées.

La quantité annuelle d'électricité cogénéritable correspond alors à :

$$E_{cogen} = P_{Ecogen} \times U_{cogen} [kWh_e] \quad (\text{formule D})$$





ANNEXE 3

CALCULER LA RENTABILITÉ DE VOTRE PROJET DE COGÉNÉRATION

La cogénération apporte de nombreux avantages à son propriétaire, tant du point de vue économique que du point de vue social et environnemental. Mais, in fine, c'est la rentabilité d'un tel projet de cogénération qui guidera souvent la décision.

Outre la satisfaction d'une partie de vos besoins de chaleur, une unité de cogénération permet de produire une partie de l'électricité nécessaire à votre établissement. Cette électricité ne devra donc plus être achetée à votre fournisseur. A cela, il faut ajouter le gain de la vente des certificats verts et déduire les frais d'entretien et la sur-consommation de combustible, la différence entre les gains et les dépenses annuels donnant le gain annuel net.

Nous allons à présent parcourir ensemble les 7 étapes du calcul de rentabilité d'un projet de cogénération.

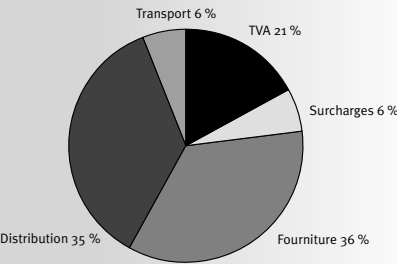
ETAPE 1 : CALCULER LE GAIN SUR LA FACTURE ÉLECTRIQUE

Le montant total de la facture comprend :

- le **prix** de la fourniture : c'est la seule variable qui différencie chaque fournisseur. Celui-ci fixe son prix en fonction de ses frais généraux, de sa politique commerciale et des formules de prix qu'il vous propose selon la quantité que vous consommez ou votre profil ;
- le **tarif de transport et de distribution** : une donnée non négociable puisqu'elle est fixée par le régulateur fédéral. Notez, cependant, qu'elle peut varier en fonction des coûts d'exploitation des réseaux de chaque gestionnaire. Vous pouvez consulter les tarifs pratiqués par ELIA et par votre gestionnaire du réseau de distribution sur leurs sites respectifs ;
- les **taxes et surcharges** : il s'agit des cotisations fédérales destinées à financer l'instance de régulation fédérale, la dénucléarisation des installations situées à Mol, les mesures sociales et la politique de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Au niveau régional, les surcharges incluent une redevance de voirie et un prélèvement pour le financement des services publics.

Pour vous aider à déterminer le prix moyen de votre électricité, nous vous proposons de réaliser un petit tableau qui reprend, pour chaque mois, votre consommation totale (kWh heures pleines + kWh heures creuses) et le total de la facture (hors TVA).

RÉPARTITION DE LA FACTURE ÉLECTRIQUE



Electricité	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	sept.	oct.	nov.	déc.	TOTAL année
KWh mois	175,00	172,00	171,00	160,00	176,00	185,00	181,00	186,00	168,00	158,00	178,00	175,00	2 085,00
kWh (heures pleines)	26 976,00	23 657,00	26 097,00	21 101,00	22 579,00	24 444,00	25 725,00	23 212,00	22 612,00	24 071,00	24 078,00	24 366,00	288 918,00
kWh (heures creuses)	14 954,00	13 002,00	12 963,00	14 991,00	13 971,00	14 503,00	19 641,00	13 286,00	13 853,00	13 833,00	14 137,00	17 059,00	176 193,00
Total kWh	41 930,00	36 659,00	39 060,00	36 092,00	36 550,00	38 947,00	45 366,00	36 498,00	36 465,00	37 904,00	38 215,00	41 425,00	465 111,00
Factures	3 864,16	3 562,66	3 699,20	3 374,97	3 679,33	3 871,55	4 099,25	3 622,41	3 532,84	3 618,16	3 814,02	3 919,41	44 657,96

Prix moyen :  $\frac{44\,657,96}{456\,111} = 0,096 \text{ EUR/kWh}$ .

Pour connaître le gain sur la facture électrique, il suffit, en première approximation, de multiplier ce prix moyen de l'électricité par la quantité d'électricité produite par l'unité de cogénération, quantité qui ne devra plus être achetée sur le réseau électrique.

**Gain<sub>élec</sub> = Prix<sub>moyen</sub> x E<sub>cogen</sub> [EUR/an]** (formule E)

ETAPE 2 : CALCULER LE GAIN SUR LA CHALEUR,

Classiquement, la chaleur est produite à partir de mazout ou de gaz naturel.

Tout comme pour la partie électrique, il suffit de faire un tableau qui reprend la consommation totale mois par mois en combustible destiné à la production de chaleur et les coûts associés, pour une année entière.

Par division, vous obtenez le prix moyen du combustible qui alimente actuellement votre chaufferie.

Gaz naturel	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	sept.	oct.	nov.	déc.	TOTAL année
PCS	309 625,00	343 707,00	294 171,00	205 881,00	122 734,00	151 640,00	34 531,00	76 041,00	81 030,00	130 763,00	218 327,00	315 995,00	2 284 445,00
PCI	278 663,00	309 336,00	264 754,00	185 293,00	110 461,00	136 476,00	31 078,00	68 437,00	72 927,00	117 687,00	196 494,00	284 395,00	2 056 000,00
Factures	9 553,15	10 582,15	9 108,12	6 474,95	3 872,40	4 953,22	1 148,44	2 480,86	2 638,03	4 329,81	7 284,16	10 480,71	72 906

Prix moyen :  $\frac{72\,906}{205\,600} = 0,03546 \text{ EUR/kWh PCI}$ .

La chaleur qui est produite par la cogénération ne devra plus être fournie par la chaufferie actuelle.

Il s'agit donc d'un gain sur la chaleur.

Pour connaître la quantité de combustible qui ne sera plus consommée par la chaufferie existante, il suffit de diviser la quantité de chaleur produite par le cogénérateur par le rendement de la chaufferie.

**Cons<sub>chaufferie</sub> =  $\frac{Q_{cogen}}{\eta_{chaufferie}}$  [kWh<sub>prim</sub>/an]** (formule F)

Le gain correspondant s'obtient par multiplication avec le prix moyen du combustible.

**Gain<sub>chaleur</sub> = Cons<sub>chaufferie</sub> x Prix<sub>moyen combustible</sub> [EUR/an]** (formule G)



**ETAPE 3 : CALCULER LE GAIN PAR LES CERTIFICATS VERTS**

La vente des certificats verts obtenus par le propriétaire d'une cogénération de "qualité" lui assure un revenu supplémentaire confortable. Cependant, le prix de vente d'un certificat vert est soumis au marché, selon la loi de l'offre et de la demande.

Le prix maximal tient compte de la valeur de la pénalité, fixée à 100 €.

Actuellement le prix moyen est de 90 €.

Le gain supplémentaire apporté par la vente des certificats verts est donné par la formule suivante :

$$\text{Gain}_{cv} = N \times \text{Prix}_{cv} \text{ [kWh}_{\text{prim}}/\text{an}] \quad (\text{formule H})$$

**ETAPE 4 : CALCULER LA DÉPENSE EN COMBUSTIBLE**

Il faudra bien entendu alimenter cette cogénération en combustible. Pour connaître la quantité de combustible nécessaire, il suffit de diviser la quantité d'électricité produite par le rendement électrique de l'unité de cogénération.

$$\text{Cons}_{\text{cogen}} = \frac{E_{\text{cogen}}}{\eta_{\text{cogen}}} \text{ [kWh}_{\text{prim}}/\text{an}] \quad (\text{formule I})$$

En multipliant cette consommation par le coût moyen du combustible nécessaire à la cogénération, on obtient la dépense en combustible.

$$\text{Dépense}_{\text{comb}} = \text{Cons}_{\text{cogen}} \times \text{Prix}_{\text{moyen combustible}} \text{ [EUR/an]} \quad (\text{formule J})$$

**ETAPE 5 : CALCULER LA DÉPENSE EN ENTRETIEN**

L'unité de cogénération nécessite d'être bien entretenue. Les coûts d'entretien sont donnés, selon la technologie choisie et la taille de l'unité, par les tableaux des pages 32 et 33.

En multipliant ce coût par la quantité d'électricité produite, on obtient la dépense annuelle en entretien.

$$\text{Dépense}_{\text{entretien}} = E_{\text{cogen}} \times \text{Coût}_{\text{entretien}} \text{ [EUR/an]} \quad (\text{formule K})$$

**ETAPE 6 : ESTIMER LE MONTANT D'INVESTISSEMENT**

Le montant d'investissement s'obtient en multipliant le coût par kWé installé des graphiques pages 32 et 33 par la puissance électrique de la cogénération, éventuels subsides déduits.

Afin d'intégrer les frais d'études (7%), le montage et l'installation (13%), ainsi que d'éventuels imprévus (10%), un facteur de surinvestissement de 30% est appliqué.

$$\text{Investissement}_{\text{net}} = (P_{\text{élec cogen}} \times \text{invest} \times 1.3) - \text{primes [EUR HTVA]} \quad (\text{formule L})$$

**ETAPE 7 : ESTIMER LA RENTABILITÉ DU PROJET**

Le premier critère de rentabilité est d'avoir un gain annuel net positif. Le gain annuel net est la différence entre la somme de tous les gains et la somme de toutes les dépenses.

$$\text{Gain}_{\text{annuel net}} = \text{Gain}_{\text{élec.}} + \text{Gain}_{\text{chaleur}} + \text{Gain}_{cv} - \text{Dépense}_{\text{comb}} - \text{Dépense}_{\text{entretien}} \text{ [EUR/an]} \quad (\text{formule M})$$

Un deuxième critère, qui a l'avantage de rapidement montrer l'intérêt financier d'un projet, est le temps de retour simple sur investissement. C'est la période, exprimée en années, au terme de laquelle tous les gains ont permis de rembourser l'investissement initial net.

Il suffit de diviser l'investissement net par le gain annuel net.

$$\text{Temps de retour simple} = \frac{\text{Investissement}_{\text{net}}}{\text{Gain}_{\text{annuel net}} \text{ [années]}} \quad (\text{formule N})$$





UN EXEMPLE ILLUSTRATIF : MAISON DE REPOS

UN PREMIER DIMENSIONNEMENT DE L'UNITÉ DE COGÉNÉRATION

- Etape 1:  $Q_{\text{PCI}} = 2\,056\,000 \text{ kWhp/an}$   
 $Q_{\text{non cogen}} = 0$   
 $URE = 205\,600 \text{ kWhp/an (10\%)}$   
 $\eta_e = 80\%$   
 $BNeC = 1\,480\,320 \text{ kWhq/an}$
- Etape 2: Sélectionner un «profil type» de consommation de chaleur  
Type = D (soins, horeca 7 js/7 js)
- Etape 3: Déterminer la puissance thermique de l'unité de cogénération  
 $PQ_{\text{cogen}} = 122 \text{ kWq}$   
 $Q_{\text{cogen}} = 661\,896 \text{ kWhq/an}$
- Etape 4: Choisir une unité de cogénération  
 $PE_{\text{cogen}} = 73 \text{ kWé}$   
Investissement = 1 350 €/kWé  
Entretien = 2 c €/kWhé  
 $\alpha E = 33\%$   
 $E_{\text{cogen}} = 395\,222 \text{ kWhé/an}$

CALCULER LA RENTABILITÉ DE VOTRE PROJET DE COGÉNÉRATION

- Etape 1: Gain sur la facture électrique  
Prix moyen : 0.096 €/kWhé  
Gain élec =  $0.096 \times 395\,222 = 37\,941 \text{ €/an}$
- Etape 2: Gain sur la chaleur  
Prix moyen combustible : 0.03546 €/kWhPCI  
Cons chauffeerie évitée =  $661\,896 / 0.8 = 827\,370 \text{ kWhp/an}$   
Gain chaleur =  $827\,370 \times 0.03546 = 29\,338 \text{ €/an}$
- Etape 3: Gain par les Certificats Verts  
Nombre de CV : 251 CV/an  
Prix CV : 90 €  
Gain CV =  $251 \times 90 \text{ €} = 22\,590 \text{ €/an}$
- Etape 4: Calcul de la dépense en combustible  
 $Cons_{\text{cogen}} = 395\,222 / 0.33 = 1\,197\,642 \text{ kWhp/an}$   
Dépense comb =  $1\,197\,642 \times 0.03546 = 42\,468 \text{ €/an}$
- Etape 5: Calcul de la dépense en entretien  
Dépense entretien =  $395\,222 \times 2 \text{ c €/kWhé} = 7\,904 \text{ €/an}$
- Etape 6: Estimer le montant de l'investissement  
Supposons un surinvestissement de 40 % et une prime de 20 %  
Investissement net =  $73 \times 1\,350 \times (1 + 40\%) \times (1 - 20\%) = 110\,376 \text{ €}$
- Etape 7: Estimer la rentabilité du projet  
 $37\,941 + 29\,338 + 22\,590 - 42\,468 - 7\,904 = 39\,497 \text{ €/an}$
- Temps de retour simple =  $\frac{110\,376}{39\,497} = 2.8 \text{ ans}$



ANNEXE 4  
FICHE RÉCAPITULATIVE (À PHOTOCOPIER)

UN PREMIER DIMENSIONNEMENT DE L'UNITÉ DE COGÉNÉRATION		
Étape 1 :	Déterminer votre besoin net de chaleur	
	$Q_{\text{PCI}} = \dots\dots\dots \text{ kWhp / an}$	(Page 27)
	$Q_{\text{non cogen}} = \dots\dots\dots \text{ kWhp / an}$	(Page 27)
	$URE = \dots\dots\dots \text{ kWhp / an}$	(Page 27)
	$\eta_{\text{chaufferie}} = \dots\dots\dots \%$	(Page 27)
	$BNeC = \dots\dots\dots \text{ kWhq / an}$	(formule A, page 27)
Étape 2 :	Sélectionner un "profil type" de consommation de chaleur	
	Type = $\dots\dots\dots$	(graphiques pages 28,29)
Étape 3 :	Déterminer la puissance thermique de l'unité de cogénération	
	$Part_{\text{cogen}} = \dots\dots\dots$	(tableau page 30)
	$UQ = \dots\dots\dots \text{ h}$	(tableau page 30)
	$PQ_{\text{cogen}} = \dots\dots\dots \text{ kWq}$	(formule B, page 30)
	$U_{\text{cogen}} = \dots\dots\dots \text{ h}$	(tableau page 30)
	$Q_{\text{cogen}} = \dots\dots\dots \text{ kWhq / an}$	(formule C, page 30)
Étape 4 :	Choisir une unité de cogénération	
	$PE_{\text{cogen}} = \dots\dots\dots \text{ kWé}$	(graphiques pages 32,33)
	Investissement = $\dots\dots\dots \text{ € / kWé}$	(graphiques pages 32,33)
	Entretien = $\dots\dots\dots \text{ c€ / kWhé}$	(graphiques pages 32,33)
	$\alpha E = \dots\dots\dots$	(graphiques pages 32,33)
	$E_{\text{cogen}} = \dots\dots\dots \text{ kWhé / an}$	(formule D, page 32,33)

CALCULER LA RENTABILITÉ DE VOTRE PROJET DE COGÉNÉRATION		
Etape 1 :	Gain sur la facture électrique	
	Prix moyen de l'électricité	
	$Gain_{\text{élec}} = \dots\dots\dots \text{ [EUR/an]}$	(formule E, page 35)
Étape 2 :	Gain sur la chaleur	
	Prix moyen du combustible	
	$Cons_{\text{chaufferie}} = \dots\dots\dots \text{ [kWh prim/an]}$	(formule F, page 35)
	$Gain_{\text{chaleur}} = \dots\dots\dots \text{ [EUR/an]}$	(formule G, page 35)
Étape 3 :	Gain par les Certificats Verts	
	$Gain_{\text{cv}} = \dots\dots\dots$	(formule H, page 36)
Étape 4 :	Calcul de la dépense en combustible	
	$Cons_{\text{cogen}} = \dots\dots\dots \text{ [kWh prim/an]}$	(formule I, page 36)
	$Dépense_{\text{comb}} = \dots\dots\dots \text{ [EUR/an]}$	(formule J, page 36)
Étape 5 :	Calcul de la dépense en entretien	
	$Dépense_{\text{entretien}} = \dots\dots\dots \text{ [EUR/an]}$	(formule K, page 36)
Étape 6 :	Estimer le montant d'investissement	
	$Investissement_{\text{net}} = \dots\dots\dots \text{ [EUR HTVA]}$	(formule L, page 37)
Étape 7 :	Estimer la rentabilité du projet	
	$Gain_{\text{annuel net}} = \dots\dots\dots \text{ [EUR/an]}$	(formule M, page 37)
	Temps de retour simple = $\dots\dots\dots \text{ [années]}$	(formule N, page 37)

**Réalisation :**

**Ismaël Daoud**

**ICEDD** asbl

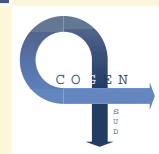
au nom de **COGENSUD** asbl

Boulevard Frère Orban, 4

5000 Namur

Tél: 081/250480

Courriel: [facilitateur@cogensud.be](mailto:facilitateur@cogensud.be)



**Pour le compte de :**

Ministère de la Région wallonne

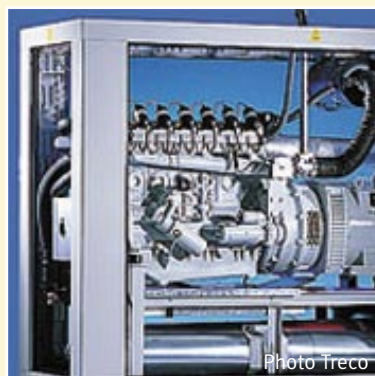
**Direction générale des Technologies, de la Recherche et de l'Energie** (DGTRE)

Avenue Prince de Liège, 15

5100 Jambes

**Diffusion :**

**DGTRE - Division de l'énergie**



novembre 2007