



SOLutions for Low Energy Neighbourhoods



Chercheurs, grand public



Logement, quartier, énergies renouvelables, système



SOLEN.ER09

## La micro-cogénération

### Les points principaux

- La cogénération produit de manière simultanée de l'énergie électrique et de l'énergie thermique à partir d'une même source d'énergie primaire.
- Elle permet de réaliser de 15 à 20% d'économie d'énergie primaire et de réduire de la même manière les émissions de CO<sub>2</sub>.
- Différentes technologies de cogénération existent. À petites puissances, les moteurs à combustion externe sont les plus indiqués pour la micro-cogénération domestique.
- Le dimensionnement d'une unité de cogénération ne peut pas suivre des règles toutes prêtes mais se fait au cas par cas.
- La cogénération à la biomasse permet d'allier économie d'énergie et ressource énergétique renouvelable.

### Résumé

Cette fiche présente le principe de la cogénération dans sa généralité mais également de manière plus adaptée aux secteurs tertiaire et domestique, là où la micro-cogénération peut être employée. Elle établit les avantages et inconvénients d'un tel système, tant sur les points économique et écologique que technologique. Cette fiche aborde également les principales caractéristiques des différentes technologies de cogénération et des combustibles qui peuvent être utilisés. Elle explique la manière dont une unité de cogénération doit être étudiée et dimensionnée pour s'adapter au mieux aux besoins de chaleur et d'électricité de l'utilisateur.



© Photo : Cogengreen

SOLEN : SOLutions for Low Energy Neighbourhoods



Financé par la Wallonie, DGO4, programme mobilisateur erable

Janvier 2014



## Introduction : Qu'est-ce que la micro-cogénération

La cogénération est un processus technologique qui permet de fournir simultanément de l'énergie thermique et électrique depuis une seule source d'énergie primaire. Elle permet ainsi de réaliser des économies d'énergie, et donc de réduire les émissions de CO<sub>2</sub>, par rapport à une production séparée. Une unité de cogénération nécessite un investissement important mais son utilisation procure des avantages environnementaux et économiques non négligeables. Au niveau d'un logement, une unité de micro-cogénération ne viendra jamais remplacer une chaudière mais la complètera utilement. Le dimensionnement d'une unité de cogénération ne peut se faire suivant des règles préétablies mais doit rechercher tant un optimum économique qu'écologique. En alliant un système de cogénération et la biomasse comme ressource énergétique renouvelable, on assure à la fois des économies d'énergies et des émissions de CO<sub>2</sub> neutres, ce qui en fait un système très favorable au respect de l'environnement.

### La cogénération

La cogénération est une production combinée d'énergie électrique et thermique à partir d'une même source d'énergie primaire. Elle se réalise par récupération de la chaleur dégagée lors de la production d'électricité et permet ainsi une économie d'énergie primaire par rapport à une production découplée. Comme définit par l'Europe (DIRECTIVE 2004/8/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 11 février 2004), en Région Wallonne, le critère de qualité pour une cogénération est un minimum d'économie d'énergie de 10% par rapport à la production séparée. Ainsi, à partir d'une économie de 10%, on considère que l'électricité produite est de « l'électricité verte » et la cogénération est dite à « haut rendement ».

Une production combinée permet donc un meilleur rendement qu'une production séparée. Prenons un exemple pour étayer ce propos. Considérons une unité de cogénération comprenant un moteur à gaz et un alternateur avec du gaz naturel comme combustible. Estimons son rendement électrique à 35% et son rendement thermique combiné à 53%. C'est-à-dire qu'avec 1000 kWh d'énergie primaire (de gaz naturel) on produit 350 kWh électrique et simultanément 530 kWh de chaleur. On a donc 12% de perte d'énergie primaire. Si on considère maintenant une production séparée composée d'une centrale électrique avec un rendement de 55% et une chaudière avec un rendement de 90%, toutes deux au gaz naturel ; il faudra, pour produire les mêmes quantités d'énergie thermique et électrique, 636 kWh d'énergie primaire pour produire les 350 kWh électrique et 589 kWh pour les 530 kWh thermiques. Les pertes combinées s'élèvent alors à 345 kWh pour une consommation d'énergie primaire totale de 1225 kWh (comme illustré à la figure 1).



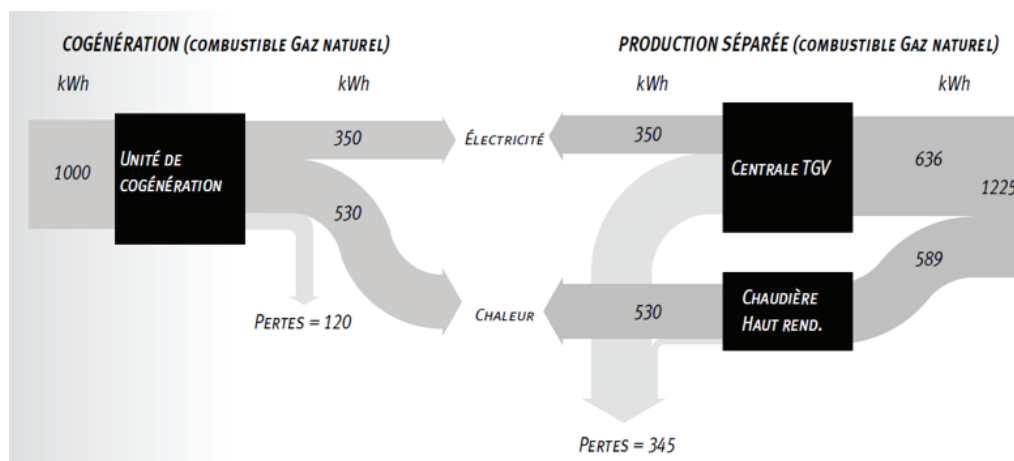


Figure 1 - Illustration du principe de cogénération (Source : ICEDD)

Ainsi pour produire les mêmes quantités d'énergie, la cogénération permet d'économiser 225 kWh d'énergie primaire ce qui représente une économie de 18%. Le même raisonnement peut être effectué avec les émissions en dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) qui contribue à l'effet de serre. Dans l'exemple, il y aurait donc 18% de CO<sub>2</sub> dégagés en moins dans l'atmosphère.

## La micro-cogénération et la cogénération domestique

Lorsque l'on parle de cogénération, on fait souvent référence à des puissances électriques supérieures à 1000 kWé. En deçà on parlera plutôt de mini-cogénération et, lorsque la puissance installée ne dépasse pas les 50 kWé, de micro-cogénération (DIRECTIVE 2004/8/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 11 février 2004). Les unités de cogénération de grande puissance sont installées dans les centrales ou les industries alors que la micro-cogénération est dédiée aux plus petits consommateurs comme les écoles, les maisons de repos, les immeubles à appartement ou encore les collectivités.

En Wallonie on parle de micro-cogénération à partir de quand la puissance électrique installée est inférieure à 10 kWé.

Actuellement, les puissances de cogénération installées varient entre 5 et 1000 kW électrique et entre 10 et 1000 kW thermique suivant l'ampleur du projet. La cogénération est largement valorisée dans le secteur industriel mais elle l'est également de plus en plus dans le secteur tertiaire, comme dans les entreprises, hôpitaux, bâtiments administratifs, piscines, hôtels, maisons de repos etc. qui sont des grands consommateurs d'énergie.

La cogénération peut aussi être mise en œuvre dans l'habitat individuel. On parle alors de micro-cogénération domestique. Une unité domestique présente, dans la plupart des cas, une puissance électrique de 1kWé avec une puissance thermique variant en fonction du besoin de chauffe du logement.



## Caractéristiques techniques d'une micro-cogénération

Généralement, on définit une unité de cogénération suivant les puissances électrique ( $P_e$ ) et thermique ( $P_{th}$ ) installées ainsi que suivant le rendement électrique ( $\eta_e$ ), le rendement thermique ( $\eta_{th}$ ) et/ou le rendement globale ( $\eta_{CHP} = \eta_e + \eta_{th}$ ). Une unité de cogénération peut également être caractérisée par son PES (Primary Energy Saving) qui exprime les économies d'énergie primaire réalisées par rapport à un système classique de production hors site de l'électricité. Techniquement, la source de combustible employée, le type de moteur, le générateur, la dimension de l'unité ou encore le bruit sont des caractéristiques qui sont couramment renseignées par les différents fabricants.

Le rendement global d'une unité de cogénération dépasse souvent les 85%. L'efficacité, et donc les gains d'énergie, varie surtout suivant la technologie employée, le combustible utilisé et les systèmes de production de chaleur et d'électricité initialement utilisés.

## Les technologies de la cogénération

Une unité de cogénération est composée d'un moteur ou d'une turbine thermique et d'un alternateur ou d'un générateur qui transformera l'énergie mécanique en électricité. La chaleur, qui permet de produire de l'eau chaude sanitaire ou toute forme de chauffage, est principalement récupérée dans les gaz d'échappement, dans l'eau de refroidissement et dans l'huile de lubrification. Les unités possédant un moteur ou une turbine sont les plus classiques et les plus répandues mais d'autres systèmes existent comme les piles à combustibles, les générateurs thermo-photovoltaïques ainsi que des unités de micro-cogénération basées sur les cycles de Rankine. Le système complet (comme illustrés sur la figure 2) comprend également le raccord au réseau électrique, la chaudière auxiliaire et un éventuel système de stockage thermique.

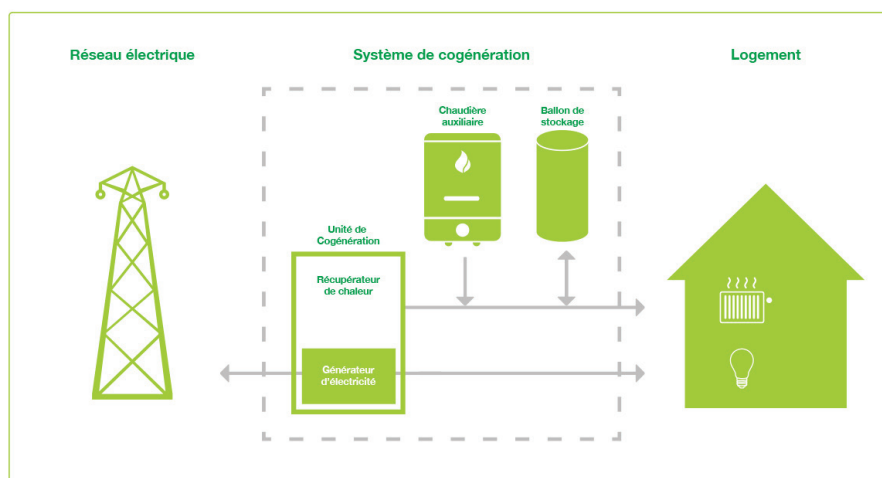


Figure 2 : Schéma des différentes technologies du système de cogénération



## Les turbines

Les turbines, qu'elles soient au gaz ou à la vapeur ne sont pas disponibles dans de petites puissances. Pour obtenir les meilleurs rendements, leur puissance électrique doit être supérieure ou égale à 30 kWé. Elles sont donc inadéquates pour la micro-cogénération et sont réservées aux productions de plus grande ampleur du secteur industriel. Elles sont en outre moins adaptées à une demande variable et ont un rendement électrique inférieur à celui des moteurs.

Toutefois les turbines sont avantageuses pour les grosses puissances avec la nécessité de production de vapeur. Elles demandent également moins d'entretien que les moteurs et tous les types de combustibles sont permis.

## Les moteurs

On distingue les moteurs à combustion interne de ceux à combustion externe. Ce sont ces derniers qui sont les plus proposés par les fabricants comme unité de cogénération domestique. Différents combustibles peuvent convenir mais on rencontre principalement des moteurs au gaz ou au fioul.

- **Les moteurs à combustion interne** ont un rendement électrique global assez bon (variant entre 20 et 26%) et sont disponibles dans des faibles puissances (pour la mini-cogénération : environ 3 à 8 kWé). Ils s'adaptent en outre très bien à une demande variable et à la production d'eau chaude. Néanmoins, ils possèdent une durée de vie limitée, généralement comprise entre 50 000 et 60 000 heures, et nécessitent des entretiens réguliers, ce qui augmente leur coût de maintenance. Ils sont peu propices à la production de vapeur mais leur rendement électrique favorable leur permet d'atteindre un assez bon rendement global de plus ou moins 90%.

- **Les moteurs à combustion externe** sont tout particulièrement propices à la micro-cogénération. Leurs puissances électriques sont généralement équivalentes à 1 kWé dans les cas domestiques et ne dépassent pas les 10 kWé dans tous les cas. Leurs puissances thermiques disponibles restent inférieures à 50 kWth et, pour une unité de micro-cogénération domestique, la puissance thermique installée sera toujours fonction des besoins de l'utilisateur et variera entre 5 et 25 kWth dans la plupart des cas. Aussi, des unités de cogénération avec moteur Stirling présentent des rendements globaux élevés qui peuvent dépasser les 95%.

Un moteur à combustion externe permet une flexibilité de fuel aussi bien en combustible fossile qu'en énergie renouvelable. Il possède une bonne performance à charge partielle, entraîne une pollution moindre qu'avec un moteur à explosion et, dû à l'absence de gaz et d'explosion, génère un bruit et des vibrations fortement réduits. En outre, le moteur à combustion externe se détériore moins rapidement qu'un moteur à combustion interne. Même si son premier inconvénient est de représenter un coût d'investissement plus élevé que dans le cas d'un moteur à combustion interne, tous ces avantages en font quand même une technologie de cogénération particulièrement adaptée pour une utilisation domestique en combinaison avec la chaudière familiale (Maghanki et al, 2013).



## Les chaudières électrogènes : la cogénération pour les habitations unifamiliales

Une chaudière électrogène est une chaudière couplée à un moteur de cogénération au sein même du système. Il s'agit donc d'une chaudière qui produit de l'électricité. Elle offre un rendement de 85 à 105% et convient aussi bien aux nouvelles constructions qu'aux rénovations.

### Autres technologies de cogénération

À côté des systèmes traditionnels de cogénération, on retrouve d'autres technologies moins courantes ou à l'état de prototype. On distingue les piles à combustibles, comme par exemple les piles à hydrogène, qui font intervenir une combustion électrochimique pour la production d'électricité et de chaleur. Les générateurs thermo-photovoltaïques sont une autre technologie de cogénération qui associe une chaudière aux panneaux photovoltaïques afin de récupérer la chaleur non transformée en électricité. Finalement, les unités de cogénération basées sur les cycles de Rankine font intervenir l'eau ou tout autre fluide organique comme fluide de travail pour générer de la vapeur en plus de l'électricité. Ces dernières peuvent représenter une bonne alternative à la chaudière domestique (Maghanki et al, 2013).

### Le stockage de chaleur

Normalement, lorsque la demande de chaud est inférieure à la puissance thermique de l'unité de cogénération, celle-ci est à l'arrêt et c'est la chaudière qui fournit la chaleur. Toutefois, on peut stocker une partie de la chaleur surproduite dans un ballon tampon pour l'utiliser plus tard, lorsque la demande est importante. Cela permet, en outre, de produire de l'électricité même quand les besoins de chaleur sont faibles et de diminuer les cycles de marches et d'arrêts et donc les phases de démarrages dont l'accumulation réduit la durée de vie du système. Néanmoins, le stockage ne se fait pas sans pertes et il faudra veiller, lors du dimensionnement, à garder un rendement global optimal du système.

### Le combustible

En général, les moteurs sont alimentés au fioul comme pour une automobile ou, plus couramment, au gaz. Toutefois certains fabricants commencent aujourd'hui à proposer des unités de cogénération fonctionnant à la biomasse. Ainsi, en additionnant les avantages de la biomasse à ceux de la cogénération, une unité de cogénération fonctionnant à la biomasse a le potentiel de résoudre le trilemme énergétique : sécuriser l'approvisionnement, rendre l'énergie abordable économiquement et protéger l'environnement (Maghanki et al, 2013). Le biogaz capté dans une décharge peut ainsi être brûlé par combustion dans une



unité de cogénération qui revendra l'électricité produite au réseau et enverra la chaleur récupérée aux bâtiments du site ou aux immeubles voisins. De même les déchets à base de bois peuvent alimenter un système de cogénération par combustion ou gazéification. La cogénération à la biomasse permet donc de coupler des économies d'énergie primaire et des émissions de carbone neutres, ce qui en fait un système très respectueux de l'environnement.

## Avantages et Inconvénients

### Le coût

Une unité de cogénération représente un coût à l'investissement plus élevé que dans le cas d'une chaudière classique. On estime généralement un coût de 3000€ par kWé installé (Maghanki et al, 2013). Toutefois la facture d'électricité est réduite suite à la production sur site, la quantité d'électricité achetée est moindre, et le surplus est en outre revendu au réseau. Il y a en plus la possibilité de bénéficier de primes et certificats verts auprès de la Région. Finalement il est à mettre en évidence qu'il revient moins cher de produire de l'électricité à partir de gaz naturel qui alimente le système de cogénération que de l'acheter. En effet le prix du gaz est inférieur à celui de l'électricité.

Il est important de dire que la production d'électricité doit être valorisée au maximum sur site. La rentabilité du projet sera d'autant meilleure que l'autoconsommation sera importante. En effet l'électricité directement consommée sur le site est valorisée au prix d'achat chez le fournisseur tandis que l'électricité en surplus sera réinjectée dans le réseau de distribution valorisée au prix de vente. Prix de vente qui est inférieur au prix d'achat.

### Les gains environnementaux

Consommer de l'énergie produite au moyen d'un système de cogénération permet de réduire sa consommation d'énergie primaire et donc de réduire ses émissions de CO<sub>2</sub>. On estime en effet les gains d'énergie liés à l'utilisation d'une cogénération variant entre 15 et 20% (Daoud et Lebbe, 2005). Cela permet finalement une gestion plus soutenable des ressources.

### La sécurité d'approvisionnement

Une unité de cogénération est particulièrement appropriée pour les services nécessitant un apport en électricité et chaleur important et constant et qui ne peuvent se permettre des perturbations et encore moins des coupures d'approvisionnement comme les hôpitaux, les instituts de recherche, les industries, etc. Elle permet en outre au réseau de mieux gérer les pics de demande en électricité. L'utilisation d'un système de cogénération permet donc d'augmenter la fiabilité d'approvisionnement en énergie, surtout électrique, pour le consommateur.



## Le besoin de garder un autre système en parallèle

La puissance thermique fournie est difficilement modulable sans perte de rendement. L'unité installée va fournir une quantité de chaleur constante et indépendante du besoin de chaleur. Lorsque le besoin est supérieur à la production, la chaleur supplémentaire nécessaire est produite par la chaudière auxiliaire tandis que lorsque le besoin est inférieur à la production de l'unité de cogénération, celle-ci s'arrête et la totalité de la chaleur est produite par la chaudière si aucune solution de stockage n'a été prévue. Ainsi une unité de cogénération ne remplacera jamais une chaudière mais viendra utilement la compléter.

La cogénération produit simultanément électricité et chaleur. Le meilleur rendement nécessite alors la simultanéité des besoins électriques et thermiques. Or, dans les secteurs tertiaires et domestiques, si certains besoins électriques sont constants, les besoins thermiques varient fortement d'une heure à l'autre durant la journée et, surtout, durant l'année. Si aucun stockage de chaleur n'est présent, l'unité de cogénération s'arrête lorsque la demande thermique n'est plus suffisante. Il est donc nécessaire de garder la connectivité au réseau électrique. Il agit en effet comme un stockage d'une capacité sans limite. Il permet de revendre l'électricité produite en surplus et, inversement, d'acheter le manque d'électricité lorsque l'unité est à l'arrêt.

## Le bruit

Finalement d'un point de vue acoustique, une unité de micro-cogénération est un moteur. Elle va donc générer un niveau sonore constant important qui varie suivant les marques et technologies utilisées entre 45 et 60 dB, soit environ le niveau sonore d'une machine à laver durant la phase de lavage.

## Principe de dimensionnement

Dimensionner une unité de cogénération c'est déterminer les puissances thermique et électrique de l'unité ainsi que sa plage de fonctionnement sur l'année. Toutefois il n'y pas de règles de dimensionnement prédéfinies et donc une unité de cogénération est toujours dimensionnée au cas par cas suivant les besoins, thermiques ou électriques, du consommateur ainsi que suivant ses profils de consommation quotidien, hebdomadaire et annuel.

Deux contraintes majeures vont intervenir. D'une part, le système dimensionné doit fournir, en même temps, la meilleure rentabilité économique, les économies d'énergie primaire maximales et le meilleur rendement global. D'autre part, le dimensionnement doit trouver un équilibre entre approcher au plus près des besoins thermiques, pour minimiser les cycles de marche et d'arrêt qui diminuent le rendement et la durée de vie de l'unité, et minimiser le surplus de production d'électricité, pour valoriser au maximum l'autoconsommation et augmenter la rentabilité du projet (Lempereur, 2012).





Dés lors, un projet de cogénération industrielle ou tertiaire est généralement dimensionné sur base de la consommation électrique, la chaleur étant utilisée sur site ou revendue à un tiers aux alentours. Au contraire, un projet domestique, dimensionne l'unité de micro-cogénération en se basant sur les besoins thermiques, une unité de micro-cogénération n'a en effet de sens que si toute la chaleur produite est utilisée.

Ainsi, puisqu'un bâtiment n'est pas l'autre et puisque les comportements d'occupation diffèrent, il n'y a pas de règle commune pour le dimensionnement d'une unité de cogénération. Il est donc indispensable d'effectuer un pré-dimensionnement et une étude de faisabilité. Il faut rechercher un optimum de dimensionnement vis-à-vis des critères de consommations mais également des critères environnementaux et économiques. Cela passe par des simulations de dimensionnement et de fonctionnement ainsi que par des calculs de rentabilités. L'étude de faisabilité est généralement réalisée par un bureau d'étude ou un consultant mais l'investissement financier peut être important c'est pourquoi il est toujours très utiles de réaliser un pré-dimensionnement soi-même (<http://www.icedd.be/cogencdrom/>) pour estimer si une étude de faisabilité est pertinente (Daoud et Lebbe, 2005).

Pour conclure, on estime que les meilleurs rentabilités sont obtenues si l'unité de micro-cogénération domestique possède une puissance électrique au plus proche, par le dessus, de la demande électrique de pointe et si le rapport électrique à thermique de l'unité colle au plus près à celui des besoins du ménage (Maghanki et al, 2013).

## Individuel ou collectif ?

La cogénération est intéressante d'un point de vue d'économie d'énergie dans le fait qu'elle permet une réduction de combustible lors de la production combinée de chaleur et d'électricité. Les meilleurs rendements seront atteints lorsque l'unité installée pourra fonctionner à puissance nominale. Dés lors, il importe plus que la cogénération soit adaptée aux besoins de chaleur et d'électricité dans leur rapport qu'à la quantité souhaitée. En effet, aujourd'hui, de plus en plus de fabricants proposent des unités de micro-cogénération domestiques destinées aux ménages individuels. Et, si elle est correctement dimensionnée au regard des besoins du logement, cette technologie est autant adaptée à un petit consommateur qu'à un gros.

Toutefois, il est évident que d'un point de vue financier et technique, l'utilisation de la cogénération à un niveau collectif a plus d'avantages qu'une utilisation domestique. Premièrement, la mutualisation du système de chauffe permet de centraliser les techniques et ainsi de faciliter leurs suivis et entretiens, et de réduire la place des installations nécessaires au sein des ménages. Elle permet, en outre, d'acheter le combustible en gros et donc d'obtenir des prix plus compétitifs auprès des fournisseurs. Ensuite les systèmes proposés par les fabricants offrent de meilleurs rendements électriques dans le cas d'unités plus grosses. La production d'électricité est alors importante et les gains énergétiques et économiques le sont aussi. Finalement, la production de chaleur sera plus facilement homogénéisée au court du temps et l'unité pourra réduire le nombre de marche/arrêt durant l'année.



## Exemples, bonnes pratiques

### La cogénération dans un immeuble à appartements : Les Floralties B

Les Floralties B est un immeuble à appartements de 13 étages construit en 1975 dans la commune de Woluwe-Saint-Lambert, en Région de Bruxelles-Capitale. Cette copropriété comprend 190 appartements et près de 500 habitants. En septembre 2008, l'Assemblée Générale des copropriétaires des Floralties B a décidé d'investir dans les énergies renouvelables et, à ce titre, la cogénération a été inaugurée un et demi plus tard.

De manière à assurer un dimensionnement optimal de l'installation, les consommations de chaleur et d'électricité ont été observées en détails. De même, pour s'assurer que la cogénération soit de qualité, le dimensionnement s'est basé sur l'entièreté du besoin de chaleur de l'immeuble, soit pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire. Du côté de l'électricité, seul les consommations des communs ont été comptabilisées de manière à auto-consommer le maximum d'électricité produite et d'éviter de devoir revendre au réseau de l'électricité produite en surplus à un prix inférieur au prix d'achat. Ainsi, l'unité de cogénération est sous-dimensionnée afin de rechercher la meilleure rentabilité.

Tableau 1 : Fiche technique du projet de cogénération de Floralties B

Fiche technique du projet	
<b>Technologies installées</b>	
Technologie de cogénération	Moteur au gaz naturel
Puissance et rendement électrique	70 kW <sub>é</sub> et 34,5%
Puissance et rendement thermique	114 kW <sub>th</sub> et 56,5%
Durée de fonctionnement	6380 heures/an
<b>Données économiques</b>	
Investissement brut	161 000 €
Réduction sur la facture énergétique	12%
Temps de retour sur investissement	4,4 ans
Nombre de Certificats Verts	326 CV/an
<b>Gains environnementaux</b>	
Estimation de la production d'électricité	446 600 kWh <sub>é</sub> /an
Estimation de la production de chaleur	727 320 kWh <sub>th</sub> /an
Economie en énergie primaire	325 650 kWh/an
Economie d'émissions de CO <sub>2</sub>	72 tonnes/an
Taux d'économie de CO <sub>2</sub>	20%

La phase d'étude et de dimensionnement a abouti à l'installation d'une cogénération possédant un moteur au gaz naturel de la marque COGENGREEN d'une puissance électrique de 70 kW<sub>é</sub> pour une puissance thermique de 114 kW<sub>th</sub>.





Ce choix fait par la copropriété des Floralias B lui a permis, après un an d'observation, de produire 446 600 kWh d'électricité. Les économies s'élèvent à 325 650 kWh d'énergie primaire par an ou encore à une réduction de 20% des émissions de CO<sub>2</sub>.

Ces informations proviennent de l'Infos Fiches – Energie : « Cogénération dans un immeuble à appartements : les Floralias B » réalisée par l'IBGE (février 2010) qui est disponible sur le site de Bruxelles Environnement dans la section documentation.

## La cogénération connectée à un réseau urbain : L'UCL à Louvain-la-Neuve

La ville universitaire de Louvain-la-Neuve située dans le Brabant wallon s'est dotée d'un réseau de chaleur urbain dès le début de sa construction. Bien après ses premiers temps, l'UCL a décidé de mettre en œuvre toutes une série de mesures d'Utilisation Rationnelle de l'Energie dans ses bâtiments. Un point d'orgue a été la mise en marche de trois unités de cogénération à la fin de l'année 1999.

L'UCL a alors monté un partenariat avec deux entreprises pour le financement de l'installation. La première entreprise, propriétaire, a financé la majeure partie des travaux tandis que la deuxième assure le suivi technique quotidien. Finalement, Electrabel assure le suivi d'exploitation. Ainsi, en ne fournissant que la place nécessaire dans les locaux de la chaufferie du réseau de chaleur urbain, l'UCL a pu bénéficier des économies engendrées par la cogénération sans devoir investir de l'argent. La chaleur produite est toujours valorisée via le réseau de chaleur et par contre l'électricité est entièrement reversée sur le réseau électrique. Fin 2010, le contrat est arrivé à terme et l'UCL a remplacé ses trois moteurs par 2 moteurs moins puissants et bénéficie depuis, pour son réseau interne, de l'électricité produite.

Tableau 2 : Fiche technique du projet de cogénération de l'UCL

Fiche technique du projet	
<b>Technologies installées</b>	
Technologie de cogénération	Moteurs au gaz naturel
Puissance et rendement électrique	3 x 3 140 kW <sub>e</sub> et 41,2%
Puissance et rendement thermique	3 x 3 300 kW <sub>th</sub> et 43,2%
Durée de fonctionnement	3 560 heures/an
<b>Données économiques</b>	
Investissement brut	Pas d'investissement de la part de l'UCL
Réduction sur la facture énergétique	10%
Durée de contrat	10 ans
Nombre de Certificats Verts	4 500 CV/an
<b>Gains environnementaux</b>	
Estimation de la production d'électricité	33 200 000 kWh <sub>e</sub> /an
Estimation de la production de chaleur	33 900 000 kWh <sub>th</sub> /an
Economie en énergie primaire	8 301 000 kWh/an
Economie d'émissions de CO <sub>2</sub>	2 100 tonnes/an
Taux d'économie de CO <sub>2</sub>	14%





Le choix d'installer 3 moteurs distincts au lieu d'un plus puissant s'explique par plusieurs raisons liées au fonctionnement et à la rentabilité de la cogénération sur le site universitaire. Tout d'abord, cela permet de s'ajuster au mieux à la demande de chaleur, surtout en entre saison, en n'allumant que une voire deux unités sur les trois. Ainsi, on peut augmenter la durée des périodes de marche et d'arrêt et maximiser le rendement électrique en faisant tourner l'unité à sa puissance nominale. Ensuite, le fractionnement permet d'augmenter la fiabilité de l'ensemble et de réduire les pointes électriques quart-horaire. Finalement, il est plus facile de négocier un prix sur trois unités identiques auprès du fabricant.

Malgré le fait que l'énergie produite par cogénération n'appartient pas directement à l'UCL, l'unité a au cours de ces 10 années de contrat fait économiser 83 010 000 kWh d'énergie primaire et 21 000 tonnes de CO<sub>2</sub> à l'université. Ainsi, l'économie de CO<sub>2</sub> s'élevait à 14% par an.

Ces informations proviennent de la Success Story n°4 de « la cogénération à l'épreuve des faits » réalisée par l'ICEDD (septembre 2004) qui est disponible sur le Portail de l'énergie en Wallonie.

## Conclusion

La cogénération, et plus particulièrement la micro-cogénération, permet de fournir à la fois de la chaleur et de l'électricité pour rencontrer les besoins en chauffage, en eau chaude sanitaire et en électricité d'un ou plusieurs logements. Grâce à cette production combinée, du combustible sera économisé, les émissions de CO<sub>2</sub> seront réduites et les coûts liés aux dépenses énergétiques du ménage pourront être diminués. Toutefois, à l'échelle domestique, la technologie de cogénération nécessite de garder un réseau parallèle. Il faudra donc 1/conservé une chaudière pour couvrir, en addition à la cogénération, les pics de chaleurs ou pour rencontrer les faibles demandes, par exemple à l'entre saison et 2/garder une connexion au réseau électrique pour revendre l'électricité produite en surplus ou combler les besoins électriques lorsque l'unité de micro-cogénération est à l'arrêt. Actuellement, les modèles d'unité de micro-cogénération domestique proposés par les fabricants emploient principalement des moteurs Stirling, soit des moteurs à combustion externe. Ceux-ci sont généralement alimentés au fioul ou au gaz mais l'utilisation conjointe de la cogénération et de la biomasse permettrait d'allier haut rendement de production et énergie renouvelable, c'est-à-dire de réduire drastiquement l'utilisation de combustible fossile et les émissions de CO<sub>2</sub>.



## Références

- Daoud I. et Lebbe Y. [2005]. Guide de Pertinence pour les acteurs du Secteur tertiaire, PME, Logement en Région de Bruxelles-Capitale, guide réalisé pour le compte de l'Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement (IBGE), juillet 2005.
- Daoud I. et Lebbe Y. [2006]. La cogénération, Guide pour les petites et moyennes installations, guide en ligne (<http://www.icedd.be/cogencdrom/>), juillet 2006.
- Docq R. [2013]. Cogénération à l'UCL LLN, Présentation aux étudiants de l'EPL, mai 2013.
- IBGE [2010]. Cogénération dans un immeuble à appartements : les Floralties B, Infos Fiches – Energie disponible sur le site de Bruxelles Environnement, février 2010.
- ICEDD [2004]. L'UCL a opté pour une technologie d'avenir, Cogénération – moteur au gaz naturel, Success Story n°4 disponible sur le Portail de l'énergie en Wallonie, septembre 2004.
- Lempereur A. [2012]. La cogénération, Exposé réalisé à la Formation Responsable Energie de la Région Wallonne le 16 novembre 2012.
- Maghanki M. et al [2013]. Micro combined heat and power (MCHP) technologies and applications, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 28, December 2013, Pages 510-524.

## Pour aller plus loin

### Autres fiches

Découvrez nos autres fiches pratiques sur [www.solen-energie.be/](http://www.solen-energie.be/), en particulier celles sur les énergies renouvelables :

- SOLEN.ER02 : Les panneaux solaires photovoltaïques
- SOLEN.ER03 : Les panneaux solaires thermiques
- SOLEN.ER04 : Les éoliennes
- SOLEN.ER05 : La biomasse
- SOLEN.ER06 : Le bois-énergie
- SOLEN.ER07 : Le biogaz
- SOLEN.ER08 : Les biocarburants
- SOLEN.ER10 : La pompe à chaleur et la géothermie





## Liens utiles

- Notre site : [www.solen-energie.be](http://www.solen-energie.be)
- Le guide en ligne de l'ICEDD : <http://www.icedd.be/cogencdrom/>
- Portail de l'énergie en Wallonie : <http://energie.wallonie.be/>
- LEMA : [www.lema.ulg.ac.be](http://www.lema.ulg.ac.be)
- Architecture et Climat : [www-climat.arch.ucl.ac.be](http://www-climat.arch.ucl.ac.be)

## Auteurs de la fiche

### Architecture et Climat

Université catholique de Louvain

S. Cuvellier et Prof. A. De Herde

Place du Levant, 1

1348 Louvain-La-Neuve

[simon.cuvellier@uclouvain.be](mailto:simon.cuvellier@uclouvain.be)

+32 10 47 23 34