

Energies renouvelables

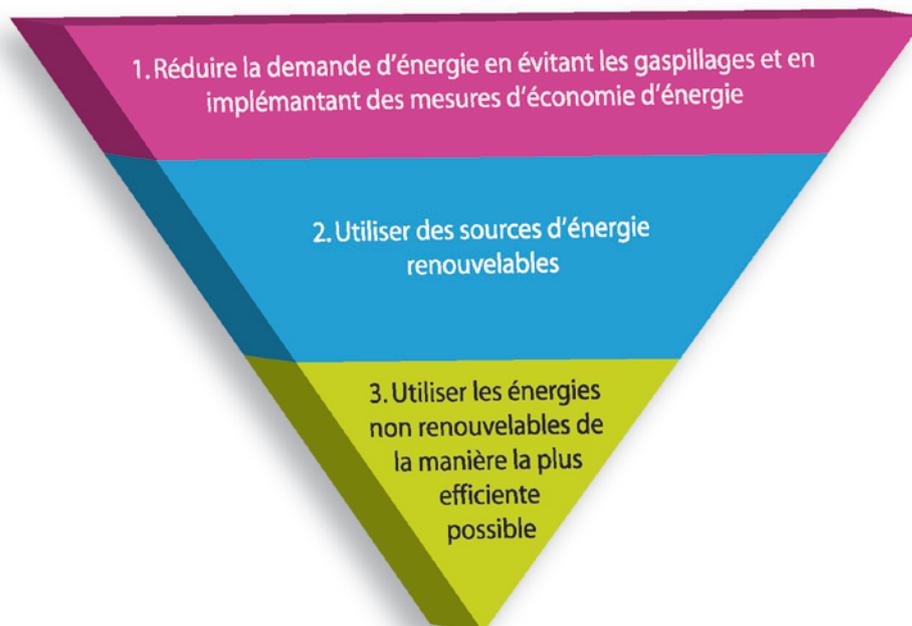


# LES ENERGIES RENOUVELABLES DANS L'INDUSTRIE : ENJEUX ET OPPORTUNITÉS



Wallonie





## Introduction

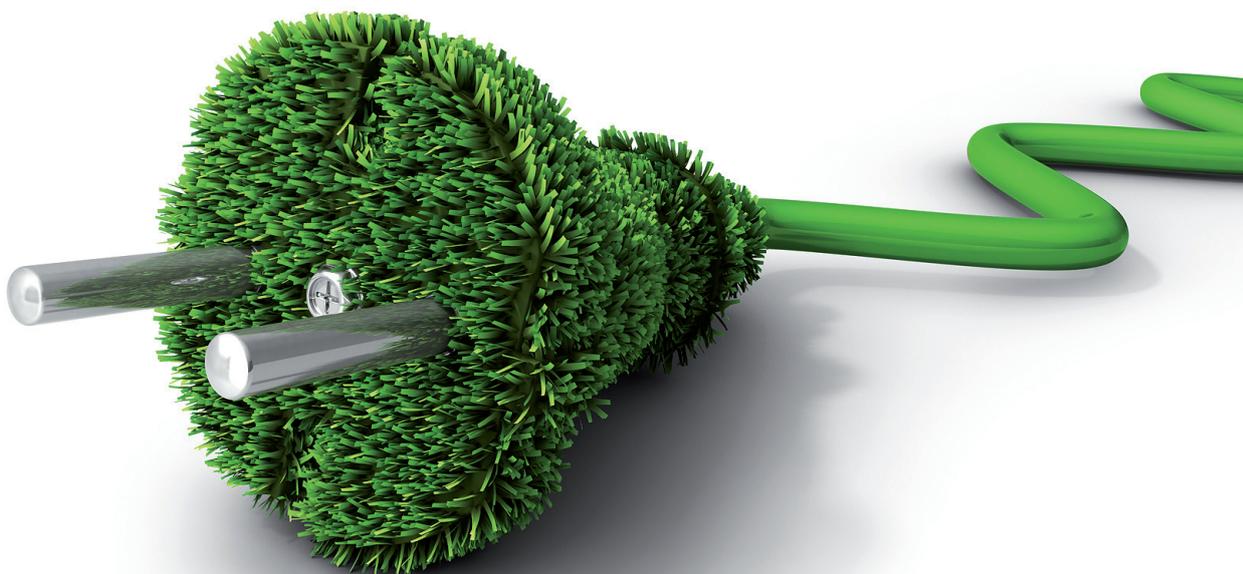
Les changements climatiques, la raréfaction progressive des énergies fossiles et fissiles et la hausse des prix continue du pétrole et du gaz ont conduit au profond intérêt actuel des pouvoirs publics, des entreprises et des particuliers envers les sources d'énergie renouvelables. Énergies hydraulique, marémotrice, éolienne, solaire, géothermique, aérothermique ou issues de la biomasse, des biocombustibles et du biogaz constituent aujourd'hui des solutions accessibles et même rentables pour une production de chaleur et d'électricité renouvelables réduisant les émissions de gaz à effet de serre. Il existe par ailleurs des technologies permettant de produire du froid à partir d'eau chaude et donc de produire du froid renouvelable.

Puisque l'énergie la plus verte et la moins chère est celle qu'on ne consomme pas, les énergies renouvelables n'ont un rôle crucial à jouer dans une démarche durable visant à préserver notre environnement et valoriser efficacement nos ressources qu'après la diminution maximale de nos besoins et de nos consommations d'énergie.

La Wallonie soutient les énergies renouvelables que ce soit par des mécanismes d'aide à l'investissement (primes) et d'aide à la production (Certificats Verts) ou la mise en place d'un réseau de Facilitateurs qui conseillent et aident gratuitement, à la demande, les porteurs de projet dans leurs démarches, sans se substituer au travail de bureau d'études.

Bien que la production d'énergie n'intègre pas le core-business de la majorité des industries wallonnes, nombreuses sont celles qui ont déjà investi dans les énergies renouvelables. Les intérêts pour l'industrie sont nombreux :

- Diminution de la dépendance de l'entreprise aux coûts du gaz, du mazout ou de l'électricité ;
- Investissements dans des projets rentables et à plus-value environnementale et sociale
- Amélioration de l'image de l'entreprise
- ...



Les énergies renouvelables en un clin d'œil :

Source	Technologie	Energie produite
Eau	Hydroélectricité	Electricité
Vent	Eolienne	Electricité
Soleil	Capteurs solaires photovoltaïques	Electricité
Soleil	Capteurs solaires thermiques	Chaleur
Biomasse sèche (1)	Chaudière (et turbine)	Chaleur (et Electricité)
	Gazéification et cogénération	Chaleur et Electricité
Biomasse humide (2)	Biométhanisation et cogénération	Chaleur et Electricité
Biocombustibles liquides	Cogénération	Chaleur et Electricité
Chaleur de la Terre	Géothermie à (très) basse énergie	Chaleur
	Géothermie à moyenne ou haute énergie	Chaleur et Electricité
Chaleur basse température de l'air, de l'eau ou du sol	Pompe à chaleur	Chaleur

(1) : Bois, paille, déchets ligneux, etc.  
 (2) : Boues d'épuration, effluents d'élevage, fraction organique des déchets ménagers, etc.

Ce cahier technique vous permettra de découvrir différents projets renouvelables mis en œuvre dans des entreprises wallonnes en vue de produire eux-mêmes et de façon rentable une part de leurs besoins d'électricité et de chaleur.



## L'ÉOLIEN DANS L'INDUSTRIE ET LE TERTIAIRE

Colruyt Group est une entreprise belge de grande distribution active en Belgique, en France et au Luxembourg. Afin de créer une plus-value durable dans différents domaines sociétaux, le groupe prend de nombreuses mesures afin de réduire à un minimum sa consommation énergétique et son empreinte écologique.

Pour agir vers une plus grande efficacité énergétique et environnementale, le groupe a suivi une démarche en 3 étapes :

- 1) Mesurer et calculer ses consommations grâce à un système performant de monitoring ECO2, comprenant la mise en place de milliers de compteurs sur les postes consommateurs et l'analyse des résultats (ces mesures ont permis de connaître les puissances de raccordement réellement nécessaires aux besoins des différents sites) ;
- 2) Diminuer ses consommations d'électricité, de chaleur et de froid au maximum ;
- 3) Produire soi-même de l'électricité d'origine renouvelable pour couvrir entièrement ses besoins réels.

C'est ainsi qu'en 2011, Colruyt Group a généré plus de courant à partir de sources d'énergie renouvelables qu'il n'en a consommé au total cette année-là et ce, grâce aux nombreux investissements réalisés dans le photovoltaïque, la biomasse et l'éolien. Le groupe dispose notamment de participations dans deux projets éoliens off-shore en Mer du Nord.

Le centre de distribution de Colruyt Group à Ghislenghien est l'un des 3 plus grands centres du groupe. Les besoins en électricité y sont importants tout au long de l'année et 24h/24, notamment pour l'alimentation des frigos. Cela explique pourquoi Colruyt Group a décidé en 2006 de doter ce site d'une éolienne de 2 MWé, après avoir fait de même sur son site de Hal.

L'éolienne fournit chaque année en moyenne une production proche de 4 000 MWh électriques. Environ 90 % de cette énergie peut directement être auto-consommée par le centre de distribution et ne doit donc pas être revendue sur le réseau électrique à un fournisseur. Grâce à l'auto-consommation de l'électricité produite ainsi qu'au revenu issu de la revente des Certificats Verts, la rentabilité est au rendez-vous.

Colruyt Group est globalement très satisfait de ce projet éolien qui lui permet de réduire son impact environnemental tout en réduisant sa facture d'énergie.

Quelques points d'attention sont toutefois à prendre en considération pour éviter les mauvaises surprises. On peut citer l'ombrage et le bruit éventuels qui pourraient gêner des habitations trop proches ainsi que le givre qui pourrait se former sur les pâles de l'éolienne. Enfin, il est recommandé de conclure un bon contrat d'entretien à suffisamment long terme (si possible 10 ou 15 ans voire 20 ans).

## CAS PRATIQUE : EOLIENNE AU CENTRE DE DISTRIBUTION DE COLRUYT GROUP À GHISLENGHIEN

### ***Vous avez dit auto- consommation ?***

*Dans tout projet renouvelable, la consommation des énergies produites pour couvrir ses propres besoins (auto-consommation) est un facteur favorable important à une meilleure rentabilité de l'investissement. L'énergie électrique qu'on auto-consomme, c'est en effet de l'électricité qu'on ne doit pas acheter à son fournisseur. Il faudra cependant veiller à respecter certaines conditions pour pouvoir être considéré comme auto-producteur (= autre terme pour désigner auto-consommateur).*



Eolienne à Ghislenghien.  
Source : Colruyt Group.



Source : windenergyplanning.

### **Financièrement... que peut représenter un projet éolien ?**

*Chaque cas est évidemment unique mais voici un exemple de ce que peut représenter un projet éolien en Région Wallonne.*

*En considérant un coût de l'ordre de 1 500 € du kW installé, un projet d'une éolienne de 2 MW représente environ 3 millions d'euros d'investissement.*

*Une éolienne de cette taille, installée dans une zone propice, tournera environ 2 200 heures à puissance nominale pour fournir 4 400 MWh d'électricité annuellement. Cette électricité sera idéalement auto-consommée ou, si ce n'est pas possible, revendue au réseau.*

*En considérant que la moitié de l'électricité pourra être auto-consommée, un coût de l'électricité achetée de 100 €/MWh et une revente sur le réseau à 40 €/MWh, on obtient un gain de 308 000 €/an (1). A cela viennent s'ajouter les 4 400 Certificats Verts qui seront octroyés (un CV reçu pour chaque MWh électrique produit dans le cas d'une éolienne) pour lesquels nous considérons un prix de vente égal à la garantie de rachat, soit 65 €/CV. Les CV représentent donc un gain complémentaire de 286 000 €/an (2).*

*En considérant des frais d'opération et de maintenance de 80 000 €/an (3), le gain annuel net s'élève à 514 000 € (1+2-3). Le temps de retour simple des 3 millions d'euros investi dans cet exemple est donc d'environ 6 ans.*

## LE PHOTOVOLTAÏQUE DANS L'INDUSTRIE

Iwan Simonis est une société belge mondialement connue pour la production de draps de billard. Soucieuse de développer son activité de manière durable, l'entreprise familiale a pris part aux accords de branche par le biais de Fedustria, la fédération belge de l'industrie textile, du bois et de l'ameublement. Elle s'est ainsi engagée fin 2007 à réduire ses émissions de gaz à effet de serre de 11,5% à l'horizon 2012 par rapport à sa situation en 2005.

Suite à un audit énergétique réalisé en 2007 par un bureau d'étude agréé AMURE et subventionné par la Région Wallonne, Iwan Simonis a pu dégager les pistes d'amélioration qui lui permettraient d'atteindre cet objectif. Après avoir optimisé sa production de vapeur pour le chauffage des locaux et le process et après avoir repensé son système d'éclairage, la société a entrepris fin 2009 d'intégrer des panneaux solaires photovoltaïques sur ses toitures pour couvrir une partie de ses besoins électriques.

Au total, ce sont plus de 500 panneaux répartis sur 860 m<sup>2</sup> qui délivrent une puissance totale de 116 kWc. En Belgique, l'indice de production annuelle d'une installation idéalement orientée est d'environ 850 kWh/kWc. Cela signifie que chaque kWc installé produira environ 850 kWh électriques annuellement.

## CAS PRATIQUE : INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE CHEZ IWAN SIMONIS



Source : wikimedia.

### Les accords de branche, qu'est-ce que c'est ?

Les accords de branche constituent de véritables engagements de partenariat « win-win » entre la Région wallonne et un secteur industriel, représenté par sa fédération. La Région obtient des industriels concernés un certain nombre d'engagements en matière de performance énergétique, d'émissions de CO<sub>2</sub>, ... tandis que le secteur envisagé bénéficie en contrepartie de différents avantages financiers et administratifs de la part de la Région wallonne.



Installation photovoltaïque à Verviers. Source : Iwan Simonis.



Monitoring énergie photovoltaïque.  
Source : edfenr.

## Un Wc, cela représente quoi ?

Le Watt-crête ou Wc est l'unité de puissance utilisée pour caractériser un panneau solaire ou une installation photovoltaïque. Il s'agit d'une unité de puissance standardisée. La puissance du panneau solaire photovoltaïque est en effet déterminée sous des conditions standardisées de fonctionnement et d'ensoleillement. Elle correspond à la puissance Courant\*Tension maximale obtenue pour une puissance de rayonnement totale reçue de 1000W/m<sup>2</sup> sous une certaine distribution du spectre électromagnétique et à une température de la jonction p-n de 25°C.

Une installation photovoltaïque de 10 kWc fournit 10 kW de puissance électrique sous les conditions standardisées de fonctionnement et d'ensoleillement.

En 2011, l'installation photovoltaïque d'Iwan Simonis a délivré une production de 120 000 kWh ou 120 MWh électriques, soit plus que prévu initialement. Les trois quarts de cette production ont été autoconsommés, c'est-à-dire utilisés directement pour couvrir environ 10% des besoins en électricité du site. Les 30 000 kWh restants ont été revendus sur le réseau à un fournisseur d'électricité. En récompense de cette production d'électricité renouvelable, la CWaPE octroie à l'entreprise environ 4 Certificats Verts pour chaque MWh produit. Pour de nouveaux projets, le taux d'octroi de Certificats Verts peut varier puisque celui-ci dépend de certains critères dont la taille de l'installation et étant donné qu'il est revu périodiquement.

L'investissement a été supporté sur fonds propres, ce qui permet à Iwan Simonis de profiter directement de l'ensemble des gains engendrés. Ceux-ci proviennent de la vente des Certificats Verts reçus pour la production d'électricité verte, de l'électricité autoconsommée qui ne doit plus être achetée à un fournisseur et, dans une moindre mesure, de la revente d'électricité qui n'a pas pu être consommée sur place. Avec un temps de retour d'environ 7 ans et une durée de vie estimée d'au moins 20 ans, Iwan Simonis est pleinement satisfait de son installation photovoltaïque qui lui a permis, combinée aux autres mesures d'efficacité énergétique, d'atteindre plus tôt que prévu les objectifs environnementaux que l'entreprise s'était fixée.

L'installation photovoltaïque en chiffres :

### Taux d'humidité à respecter

Puissance installée	116 kWc
Production électrique annuelle moyenne	± 100 000 kWh /an
Auto-consommation de l'électricité (1)	75 000 kWh (prix unitaire : ± 0,12 €/kWh), soit environ 9 000 €/an
Electricité revendue sur le réseau (2)	25 000 kWh (prix unitaire : ± 0,04 €/kWh), soit environ 1 000 €/an
Certificats Verts (CV) (3)	± 400 CV /an (prix unitaire : 65 €/CV), soit environ 26 000 €/an

### BILAN

Investissement	400 000 €
Aide régionale	150 000 €
Investissement net (0)	250 000 €
Frais annuels (assurance, entretien) (4)	± 2 000 €/an
Gain annuel net (1)+(2)+(3)- (4) = (5)	34 000 €/an
Temps de retour simple (0)/(5)	7,3 ans

## LA BIOMASSE DANS L'INDUSTRIE

La société EDEL, filiale du groupe allemand CAFEA, produit du café soluble é depuis plus de 30 ans. Ce café lyophilisé est obtenu à partir de café vert, acheminé par bateau jusque Anvers, où il est stocké, et amené en vrac par camion chez Edel. Ce café vert subit une série de processus de production très énergivores.

Après l'étape de torréfaction où le grain de café est « grillé » grâce à de l'air chauffé par un brûleur au gaz naturel, le café torréfié passe à la phase d'extraction (passage d'eau chaude sur le café) qui nécessite des températures et pressions élevées afin d'extraire un maximum de matière soluble dans le grain. On obtient de l'eau fortement concentrée en café. Ce liquide concentré est ensuite refroidi pour en faire un sorbet à +/- 5°, puis congelé à des températures inférieures à -40°C. Finalement, les plaques congelées de café, une fois concassées et moulues, passent dans des tunnels chauds sous vides qui permettent la sublimation de l'eau contenue dans les morceaux de café : le café est lyophilisé !

La production de 5 500 tonnes de café lyophilisé et de 1000 tonnes d'extrait de café (processus d'extraction uniquement) conduit à environ 18 000 tonnes de résidus sous forme de marc de café. Le marc de café est initialement un déchet du processus de production. Toutefois, consciente du pouvoir calorifique de ce « sous-produit », EDEL l'utilise depuis 30 ans déjà pour alimenter une chaudière vapeur. Cette chaudière arrive aujourd'hui en fin de vie et ne pouvait plus absorber la totalité du marc de café produit. EDEL a donc décidé début 2012 d'installer une nouvelle chaudière biomasse de 11,7 MW pour produire les 15 tonnes par heure de vapeur nécessaire sur le site. Cette chaudière vapeur pourra utiliser comme combustible aussi bien le marc de café, sous-produit de la production, que du bois déchiqueté acheté à l'extérieur.

Un tel investissement permettra à l'entreprise de valoriser la totalité du marc de café qui résulte de sa production, soit environ 18 000 tonnes. Le montant investi d'environ 7 millions d'euros sera récupéré en moins de 5 ans grâce à la prime régionale de 25 % accordée par la Wallonie et grâce aux nombreux avantages qu'offre une chaudière biomasse pour l'entreprise :

- Le marc de café est valorisé (combustible gratuit) et ne doit plus être évacué (frais évités pour envoi vers un centre de compostage ou de bio méthanisation)
- Possibilité de combler les besoins en combustibles pour la production de vapeur par du bois déchiqueté, combustible renouvelable, au lieu du gaz naturel utilisé jusqu'à aujourd'hui.
- L'entreprise étant soumise aux quotas CO<sub>2</sub>, la diminution de sa consommation en combustible fossile lui permettra dans tous les cas de ne pas avoir à acheter de quotas CO<sub>2</sub> en plus de ceux qui lui sont alloués voire peut-être de valoriser son surplus de quotas en les revendant sur le marché (prix actuel d'environ 16 € la tonne de CO<sub>2</sub>).



EDEL, siège de production à Grâce-Hollogne.  
Source : Google.

### CAS PRATIQUE : CHAUDIÈRE BIOMASSE CHEZ EDEL



Unité de lyophilisation. Source : e&e.

#### **Avez-vous pensé à utiliser les sous- produits ou déchets de votre production comme combustible ?**

*Le marc de café a un pouvoir calorifique d'environ 7200 kJ/kg, soit 2 kWh/kg, à 65% d'humidité, soit presque autant d'énergie par unité de masse que le bois à 45% d'humidité qui sera utilisé par EDEL et dont le pouvoir calorifique inférieur est d'environ 8500 kJ/kg.*



## CAS PRATIQUE : TRIGÉNÉRATION AUX ATELIERS DU SAUPONT



Source : lesateliersdusaupont

### LA BIOMASSE DANS L'INDUSTRIE

Les Ateliers du Saupont est une entreprise wallonne de travail adapté, spécialisée dans la fabrication de palettes, d'emballages industriels et de mobilier de jardin en bois ainsi que dans l'emballage et le conditionnement à façon (cosmétique, alimentaire,...). Ces nombreuses activités engendrent une consommation importante de chaleur, de froid et d'électricité tout au long de l'année.

Disposant d'une chaudière bois pour la production de chaleur sous forme de vapeur, l'entreprise a pris la décision audacieuse de produire une partie de ses besoins électriques et de froid à partir de la chaleur générée par la chaudière. Cela est possible grâce à la trigénération ou production simultanée d'électricité, de chaleur et de froid.

L'entreprise a investi dans une micro-turbine à vapeur pour produire de l'électricité. Celle-ci fournit une puissance d'environ 180 kW électriques grâce à la détente de la vapeur délivrée par la chaudière. L'énergie thermique récupérée permet bien entendu de fournir de la chaleur utile aux processus de production et au chauffage des bâtiments mais également de produire du froid grâce à l'utilisation d'un chiller à absorption.

L'intérêt d'une solution trigénération par rapport à des solutions classiques de production d'énergie mérite d'être étudié au cas par cas. Outre les bénéfices environnementaux d'une production simultanée, le surcoût d'investissement peut en effet être rapidement récupéré lors de la valorisation d'un combustible renouvelable.

Aux Ateliers du Saupont, des plaquettes et sciures de bois issues des sous-produits des processus de fabrication de l'entreprise alimentent la chaudière vapeur. L'utilisation de ce combustible renouvelable permet à l'entreprise de se voir octroyer un nombre important de Certificats Verts qui conduisent à un temps de retour de l'ordre de 6 ans.

Afin de limiter les risques technico-économiques pour son projet de trigénération, les Ateliers du Saupont a désiré s'entourer d'un partenaire leur proposant une solution intégrée de A à Z (étude, installation et maintenance). La société d'engineering Coretec qui se positionne comme intégrateur et regroupe les fonctions de bureau d'étude, d'entrepreneur et de service de maintenance a ainsi assuré la mise en œuvre de ce projet novateur.

L'installation de trigénération en chiffres :

#### PUISSANCES

Puissance électrique délivrée par la micro-turbine	182 kW électriques
Puissance thermique issue de la condensation de la vapeur basse pression résiduelle	1 517 kW thermiques
Puissance de climatisation disponible grâce au chiller à absorption alimenté par l'eau chaude du condenseur	220 kW froid

#### QUANTITE D'ENERGIES EN JEU (estimations)

Quantité de déchets de bois valorisés	7 000 tonnes
Energie fournie annuellement par le bois	23 100 MWh primaires
Electricité produite annuellement	1 250 MWh électriques
Chaleur produite annuellement	10 560 MWh thermiques
Froid produit annuellement	136 MWh frigorifiques

Liens utiles : [www.lesateliersdusaupont.com](http://www.lesateliersdusaupont.com), [www.coretec.be](http://www.coretec.be)

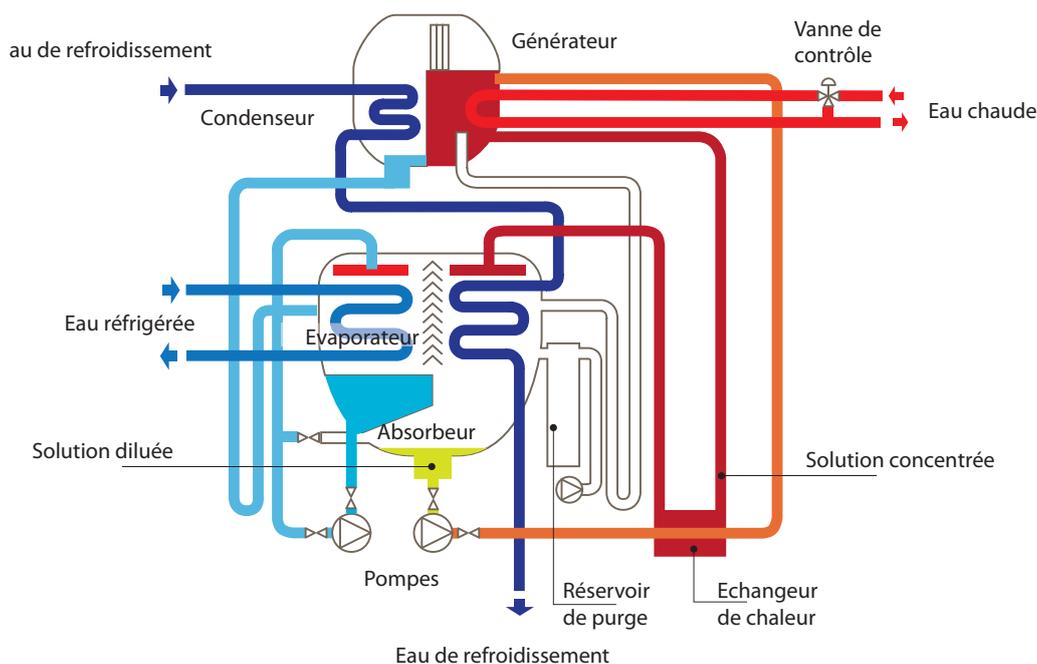


Source : CORETEC.be



Source : lesateliersdusaupont.be

## Principe de fonctionnement d'un chiller à absorption ou comment produire du froid avec de la chaleur ?



Chiller à absorption.  
Source : cesenergy.com

Une machine frigorifique à absorption repose sur le principe suivant :

De très fines gouttelettes d'eau à température ambiante sont pulvérisées dans une enveloppe sous vide. La très faible pression environnante conduit à une évaporation de l'eau en gouttelettes qui s'accompagne du captage d'une certaine quantité de chaleur au circuit d'eau réfrigérée : c'est la production de froid utile.

Un absorbant (ex : solution aqueuse de bromure de lithium) est utilisé pour capter la vapeur d'eau produite afin d'éviter que l'enveloppe sous vide ne soit saturée de vapeur et permettre au processus de continuer.

De la chaleur est nécessaire et utilisée pour chauffer l'absorbant afin d'extraire l'eau qu'il a pu capter dans l'enveloppe sous vide.

Enfin, l'eau extraite est refroidie par un circuit d'eau de refroidissement et peut alors à nouveau être pulvérisée en fines gouttelettes.

L'utilisation d'un chiller à absorption pour la production de froid est moins efficace en terme de rendement qu'un système classique mais est néanmoins très intéressante et bénéfique pour l'environnement lorsque la chaleur utilisée correspond à une valorisation de chaleur « perdue » ou produite à partir d'une source renouvelable.

## LA GÉOTHERMIE DANS L'INDUSTRIE

Dow Corning est une entreprise de l'industrie chimique active dans la fabrication de silicones et d'autres produits dérivés du silicium. Elle dispose d'un site de production dans le zoning de Seneffe.

Engagé dans une démarche « développement durable » depuis plusieurs années, Dow Corning a doté son site de Seneffe d'une multitude de solutions vertes dont les plus importantes en termes de production sont une éolienne de 2,3 MWé qui domine le site ainsi qu'une cogénération de qualité au gaz naturel d'1 MWé.

Dans le cadre du développement de sa branche photovoltaïque, le site de Seneffe accueille aujourd'hui un tout nouveau centre de recherche dans deux bâtiments neufs, construits en 2010, d'une superficie totale de 2000 m<sup>2</sup>. Ces bâtiments sont reliés entre eux par une passerelle couverte et se veulent être un modèle en termes de performance énergétique et de respect de l'environnement.

Grâce à l'utilisation pour les murs et la toiture d'un isolant sous vide permettant de réduire les déperditions de chaleur vers l'extérieur, le bâtiment présente un niveau d'isolation K20, soit une excellente isolation. Des pare-soleil réduisent le risque de surchauffe tout en produisant de l'électricité. En effet, des cellules photovoltaïques y sont intégrées et délivrent au total une puissance de 7 kWc entièrement auto-consommée.

Les deux bâtiments sont chauffés à partir d'une chaufferie centralisée qui dispose de deux installations distinctes : une pompe à chaleur (PAC) sol/eau qui assure le chauffage d'environ 750 m<sup>2</sup> de bureaux et deux chaudières gaz naturel pour le chauffage des laboratoires.

### CAS PRATIQUE : GÉOTHERMIE À TRÈS BASSE ÉNERGIE CHEZ DOW CORNING - SENEFFE



Source : DOW CORNING.

La pompe à chaleur sol/eau permet de récupérer de l'énergie thermique dans le sol pour la restituer à un circuit d'eau de chauffage. Il s'agit d'un système de géothermie à très basse énergie (très basse température). Cette technologie consiste à exploiter une ressource sous-sol ou aquifère qui présente une température inférieure à 30°C grâce à un captage horizontal à faible profondeur (de l'ordre du mètre) ou au moyen de forages de puits de plusieurs dizaines de mètres de profondeur (en général entre 50 et 200 m), qui permettent de réduire la surface au sol nécessaire. Les deux principaux avantages de ce type de réalisation sont :

- l'augmentation des performances de la PAC pour la production de chaleur grâce à l'exploitation d'une source froide « suffisamment chaude » tout au long de l'année ;
- la possibilité de refroidir « gratuitement » les locaux en été grâce à l'utilisation de cette même source froide (par un simple échangeur et sans avoir recours à la PAC).

En géothermie à très basse énergie, on cherche généralement à exploiter sous la terre une température positive et constante. Dans le cas de Dow Corning, 10 puits géothermiques descendent jusqu'à 120m de profondeur pour tirer profit d'une température constante d'environ 13°C tout au long de l'année. Un circuit d'eau glycolée permet de rapatrier, depuis le sous-sol, calories ou frigories, selon la saison.

En été, on comprend aisément l'intérêt de disposer d'une telle source froide pour un rafraîchissement des locaux qui ne nécessite pas d'autre dépense énergétique que celle des auxiliaires électriques du système : on parle de « free-cooling ». Un système classique de production de froid pourra éventuellement fournir l'appoint pour couvrir les besoins de froid des jours les plus chauds.

En hiver, le bénéfice de disposer d'une température constante de 13°C est moins évident. Pour le comprendre, il faut s'intéresser au principe de fonctionnement d'une pompe à chaleur.



## Principe de fonctionnement d'une pompe à chaleur

### Principe de fonctionnement d'une PAC

La pompe à chaleur fonctionne sur le même principe qu'un frigo. Un fluide caloporteur judicieusement choisi permet de récupérer de la chaleur à une source froide pour la restituer à une source chaude grâce au travail mécanique fourni à un compresseur. Une PAC permet donc de forcer le transfert de chaleur d'un corps froid à un corps chaud, contrairement à l'évolution naturelle des choses.

L'efficacité  $\varepsilon$  (ou coefficient de performance COP) d'une pompe à chaleur correspond au rapport entre le flux de chaleur utile qui est fourni au condenseur (local chauffé) et le travail fourni au compresseur. La loi de conservation des énergies et les lois de la thermodynamique permettent d'exprimer ce même coefficient théorique sous la forme :

$$\varepsilon = Q_2/W$$

$$Q_2 = W + Q_1 \leftrightarrow W = Q_2 - Q_1$$

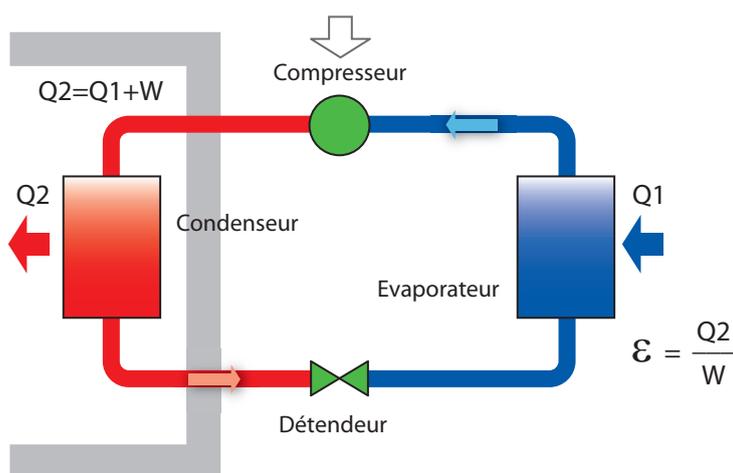
$$\rightarrow \varepsilon = Q_2 / (Q_2 - Q_1)$$

$$\leftrightarrow \varepsilon = T_2 / (T_2 - T_1)$$

où  $Q_2$  et  $T_2$  correspondent respectivement au flux de chaleur et à la température absolue au condenseur ;  $Q_1$  et  $T_1$  correspondent respectivement au flux de chaleur et à la température absolue à l'évaporateur et  $W$  correspond au travail mécanique fourni au compresseur.

Par conséquent, les conditions favorables pour maximiser le coefficient de performance d'une PAC sont :

- une température de la source froide (qui correspond à la source de chaleur) élevée ;
- une température du réseau de chauffage basse (faible écart de température entre  $T_2$  et  $T_1$ ).



Principe d'une pompe à chaleur. Source : ICEDD.

Le principe de fonctionnement d'une pompe à chaleur explique la raison pour laquelle il est intéressant pour Dow Corning de disposer d'une source froide « gratuite » à 13°C à tout moment en hiver. Parallèlement, on comprend aisément pourquoi Dow Corning valorise la chaleur délivrée par la PAC pour chauffer ses locaux via un système de chauffage à basse température (départ aux environs de 40°C). Le facteur de performance saisonnier de l'installation peut ainsi atteindre des valeurs comprises entre 3,5 et 4, soit une consommation saisonnière moyenne d'1 kWh électrique pour produire 3,5 à 4 kWh thermiques.

Au niveau financier, le surcoût d'un système géothermie/PAC/free-cooling par rapport à un chauffage mazout/gaz et une climatisation classique doit être estimé au cas par cas mais la rentabilité est souvent au rendez-vous grâce aux performances accrues de la PAC en hiver et surtout grâce au refroidissement « gratuit » des locaux en été.



## COLOPHON

Opérateurs désignés par la Région wallonne :



**Institut de Conseil et d'Études en Développement Durable (ICEDD) asbl**  
Boulevard Frère Orban 4, 5000 NAMUR  
Rédaction : Dimitri Eggermont, Responsable de Projets  
Contact : Stéphanie Marchandise, Responsable de Projets  
Tél. : 081 25 04 80 — Fax : 081 25 04 90  
Courriel : sm@icedd.be

Pour le compte de :



**Service public de Wallonie**  
**Direction générale opérationnelle Aménagement du territoire, Logement, Patrimoine et Energie**  
**Département de l'énergie et du Bâtiment durable**  
Chaussée de Liège 140-142, 5100 Jambes  
Tél : 081 48 63 56  
Courriel : Energie@spw.wallonie.be  
Site portail de l'énergie de la Région wallonne : <http://energie.wallonie.be>

Editeur responsable : Dominique SIMON, Directeur

Photo de couverture : géothermie profonde, site pilote de Soultz (Alsace).  
Source : [pole.energivie.eu](http://pole.energivie.eu)

1ère diffusion électronique, édition mai 2013