



## **LES ENERGIES RENOUVELABLES (ER 02)**

Les sources d'énergies renouvelables (soleil, vent, courant d'eau, biomasse ou chaleur naturelle) permettent d'obtenir, après transformation, de l'énergie mécanique, de l'électricité, de la chaleur ou un combustible. Couplées à une utilisation rationnelle de l'énergie (URE), elles permettent de réduire la consommation de combustibles d'origine fossile ou fissile, et par conséquent de réduire les impacts environnemental et socio-économique de nos besoins en énergie.

Les énergies renouvelables regroupent un grand nombre de systèmes différents selon la ressource valorisée et la forme d'énergie obtenue. Ces dernières années, les évolutions observées concernent aussi bien l'amélioration des rendements de transformation et la diminution du prix de revient de l'énergie utile produite que la qualité du service énergétique et un confort accru à l'exploitation.

Du côté de la ressource, le potentiel des énergies renouvelables pourrait dépasser largement nos besoins, mais leur contribution dans le bilan énergétique dépend des surfaces mises à disposition, des investissements pour leur équipement et de la réduction de nos consommations. Le tableau sur les ressources énergétiques primaires et finales disponibles en Belgique présente des ordres de grandeurs par unité de surface. L'aménagement du territoire est un paramètre clé car il définit les limites de la ressource exploitable localement.

### **1. QUE SONT LES ENERGIES RENOUVELABLES ?**

#### **1.1 DE L'ENERGIE UTILE ISSUE DE RESSOURCES RENOUVELABLES**

Les systèmes transformant une source renouvelable en une forme utile (travail, électricité, chaleur, froid, combustible ou carburant) sont appelés «énergies renouvelables». La source est renouvelable pour autant que sa valorisation actuelle n'en limite pas la disponibilité future, ou en d'autres termes dont la capacité de renouvellement est supérieure à son niveau d'exploitation.

#### **1.2 UNE ENERGIE DE FLUX**

Par opposition aux énergies fossiles et fissiles qui sont des énergies de stock, les énergies renouvelables sont des énergies de flux : elles se régénèrent en permanence au rythme du soleil et de ses dérivés (le vent, les cours d'eau, les vagues, les courants marins, la chaleur naturelle et la croissance de la biomasse), ainsi que des marées et de la chaleur naturelle de la terre.

#### **1.3 UN GRAND NOMBRE DE SYSTEMES**

Les énergies renouvelables regroupent un grand nombre de systèmes différents, selon la source d'énergie valorisée et la forme d'énergie obtenue. Les principales filières d'énergies renouvelables présentes en Belgique sont reprises dans la liste ci-après.

Source d'énergie renouvelable	Energies renouvelables	Forme utile d'énergie
<b>Vent</b>	Eolienne sur terre et en mer Eolienne de pompage	<b>Electricité Travail</b>
<b>Cours d'eau Marée - Vague - Courant marin</b>	Centrale hydroélectrique, Centrale marémotrice, Centrale marine	<b>Electricité</b>
<b>Soleil</b>	Chauffe-eau solaire, (Séchoir et four solaire) Syst. photovoltaïque, Centrale thermodynamique Réfrigération solaire	<b>Chaleur Electricité Froid</b>
<b>Biomasse sèche Biomasse humide</b>	Préparation du combustible Equipement de combustion Unité de biométhanisation-combustion Equipement d'extraction -> Biocarburant	<b>Combustible Chaleur (- électricité) Chaleur (- électricité) Carburant</b>
<b>Chaleur « naturelle »</b> (géothermique, océanique ou solaire indirect)	Bat éner perf (Arch climatique) Pompe à chaleur Puits géothermique	<b>Réduction consom. Chaleur Chaleur (électricité)</b>

## Eolien

(Eoliennes sur terre et en mer)

Vent → Energie mécanique → Electricité

➔ [VOIR INFO FICHE SUR LES EOLIENNES](#)

## Hydroénergie

(Centrales hydroélectriques)

Cours d'eau ou courants marins ou vagues → Energie mécanique → Electricité

## Solaire photovoltaïque

(Systèmes solaires photovoltaïques)

Soleil → Electricité

➔ [VOIR INFO FICHE SUR LES SYSTEMES PHOTOVOLTAÏQUES](#)

## Solaire thermique

(Chauffe-eau solaires pour l'eau sanitaire et/ou le chauffage et/ou les piscines ; Réfrigération solaire ; Séchage solaire)

Soleil → Chaleur utile (ou froid)

➔ [VOIR INFO FICHE SUR LE CHAUFFE-EAU SOLAIRE](#)

## Biocarburants

(Cultures énergétiques, procédés d'extraction)

Biomasse → Carburant

➔ [VOIR INFO FICHE SUR LES BIOCARBURANTS](#)

## Biométhanisation

(Unités de biométhanisation, équipements de combustion ou de cogénération)

Biomasse humide → Biogaz → Chaleur utile et/ou électricité

➔ [VOIR INFO FICHE SUR LA BIOMASSE ET LA BIOENERGIE](#)

## Chauffage à la biomasse

(Equipements de combustion)

Biomasse → Combustible → Chaleur utile

➔ [VOIR INFO FICHE SUR LA BIOMASSE ET LA BIOENERGIE](#)

➔ [VOIR INFO FICHE SUR LE CHAUFFAGE AUX GRANULES DE BOIS](#)

➔ [VOIR INFO FICHE SUR LE CHAUFFAGE AU POELE DE MASSE](#)



## Electricité ou cogénération à partir de biomasse

(Equipements de cogénération)

Biomasse → Combustible → Electricité et si cogénération, chaleur utile

➔ VOIR INFO FICHE SUR LA BIOMASSE ET LA BIOENERGIE

## Géothermie et chaleur naturelle

(Puits géothermiques ou pompes à chaleur)

Chaleur naturelle + électricité → Chaleur utile

➔ VOIR INFO FICHE SUR LA POMPE A CHALEUR

## ER dans des bâtiments énergétiquement performants

Il s'agit d'optimiser le bâtiment pour limiter les pertes, privilégier les apports solaires passifs utiles et valoriser les sources renouvelables locales (soleil, chaleur naturelle et bois).

## 2 PAS D'ÉNERGIES RENOUVELABLES SANS UNE UTILISATION RATIONNELLE DE L'ÉNERGIE (URE)

L'utilisation rationnelle de l'énergie fait le choix des solutions qui s'accompagnent de la dépense énergétique la plus faible. Il s'agit de faire la chasse aux gaspillages, d'utiliser des équipements énergétiquement efficaces, de préférer les matériaux et services ayant un faible contenu énergétique, mais aussi d'analyser l'opportunité du service induisant la dépense énergétique et d'intégrer la sobriété énergétique.

La dépense énergétique comprend l'énergie consommée pour le service voulu (se chauffer, se déplacer, mener ses diverses activités), mais également celle contenue dans les objets, matériaux ou services utilisés (on parle d'énergie grise : l'énergie nécessaire à l'extraction des matières, à la production, la transformation, le transport,...), ainsi que les dépenses induites pour le futur.

➔ POUR TOUS LES GESTES URE, VOIR [WWW.DEFI-ENERGIE.BE](http://WWW.DEFI-ENERGIE.BE) OU [WWW.ABEA.BE](http://WWW.ABEA.BE)

## 3 LES ÉNERGIES RENOUVELABLES EN BELGIQUE

### 3.1 VENT

Le vent est l'expression du déplacement de masses d'air. L'énergie éolienne dépend surtout de la vitesse du vent et de la surface traversée par les pales, et donc de la taille de l'éolienne. Les éoliennes transforment l'énergie du flux d'air en une énergie mécanique de rotation. Celle-ci actionne l'axe d'une génératrice électrique et, comme c'est le cas avec la dynamo d'un vélo par exemple, le mouvement tournant du rotor crée un couple électromagnétique, qui produit de l'électricité. En fonction de la vitesse du vent, la puissance électrique effective développée par une éolienne est comprise entre zéro et sa puissance "nominale". On observe que le hég<sup>1</sup> annuel des parcs éoliens terrestres en Belgique se situe généralement entre 1.500 heures et 2.500 heures, et en mer entre 2.800 et 3.800 heures. Avec des éoliennes de 1 à 3 MW (Mégawatt) de puissance unitaire, la densité d'installation d'un parc éolien est de 6 à 10 MW/km<sup>2</sup>.



Moulin à vent de Woluwé-St-L.



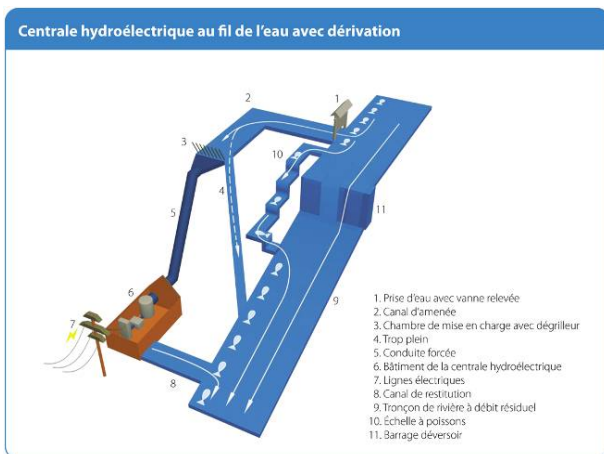
Parc éolien de Aix-la-Chapelle

<sup>1</sup> Le nombre d'heures équivalentes ( $h_{eq}$ ) est le nombre d'heures de fonctionnement de l'installation à sa puissance nominale qui produirait la même quantité d'énergie que celle qui est réellement produite. Dans le cas d'une installation dont le régime de travail est variable, la productivité annuelle est déterminée par l'indicateur  $h_{eq}$ , ce qui permet notamment de comparer différents systèmes entre eux. Il est compris entre 0 et 8.760 heures.

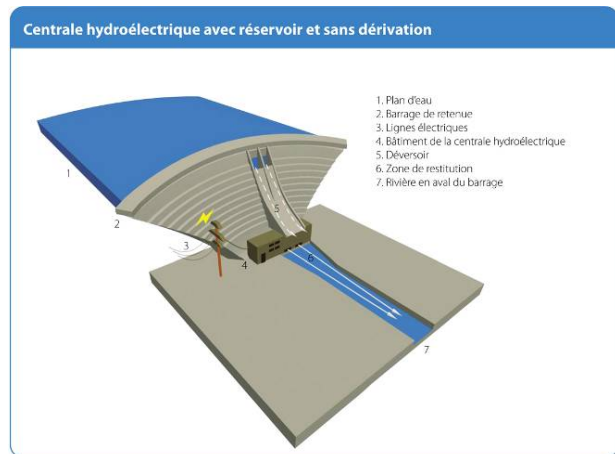


## 3.2 COURS D'EAU

L'énergie potentielle des cours d'eau est fonction du débit et de la différence de niveau entre l'amont et l'aval de la centrale (hauteur de chute). Cette forme d'énergie est globalement bien exploitée en Belgique. La Belgique est équipée d'un parc d'une cinquantaine de centrales hydroélectriques dont la puissance installée totale est d'environ 100 MW. La production électrique de cette filière dépend fortement du régime des précipitations. Sur la période 1997-2004, la production annuelle a été comprise entre 240 et 460 GWh. A moyen terme, le parc hydroélectrique belge pourrait atteindre une puissance installée de 150 MW par le biais de nouvelles centrales "au fil de l'eau", situées sur (1) des barrages et écluses des voies navigables non encore équipés de turbines et (2) des sites hydroénergétiques anciennement exploités. Le hég annuel des centrales hydroélectriques belges varie entre 4.000 et 7.000 heures.



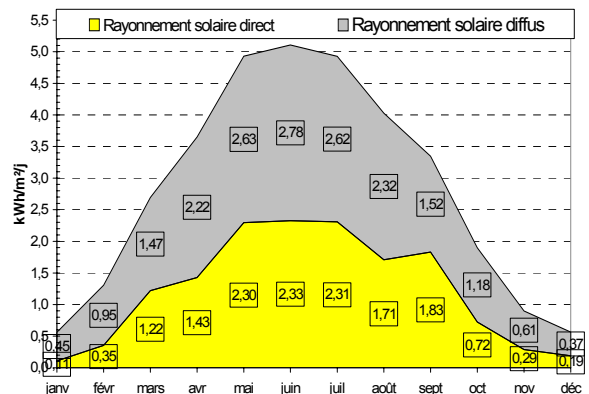
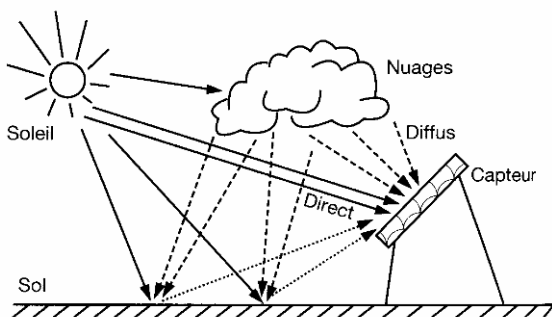
**Centrale hydroélectrique au fil de l'eau (Source RW DGRNE)**



**Centrale hydroélectrique avec réservoir d'accumulation (Source RW DGRNE)**

## 3.3 SOLEIL

Le soleil a une température périphérique de l'ordre de 6.000°C. Comme tout corps noir, il émet un rayonnement dans l'univers sous forme de lumière. Une partie atteint la terre après avoir parcouru une distance d'environ 150 millions de km avec une puissance de 1.360 W/m<sup>2</sup>. Celle-ci s'atténue en traversant l'atmosphère pour atteindre au sol une puissance comprise entre 0 et 1.000 W/m<sup>2</sup>. L'irradiation solaire moyenne annuelle sur une surface horizontale en Belgique est de l'ordre de 1.000 kWh/m<sup>2</sup>, ce qui équivaut à l'énergie libérée par la combustion de 100 litres de mazout. Sous nos latitudes, 50% de l'énergie solaire résulte de l'ensoleillement direct et 50% du diffus c'est-à-dire de la lumière retransmise par la couverture nuageuse. Par ailleurs, cette énergie solaire est inégalement répartie sur l'année.



**Rayonnement solaire sur une plaque horizontale (IRM - Uccle) ; Moyenne journalière par mois (2004) (source : APERE)**

La lumière peut être utilisée comme telle (éclairage naturel), convertie en chaleur par des capteurs solaires thermiques ou convertie en électricité par des modules photovoltaïques.





## 3.4 BIOMASSE

Bio = vivant, Masse = matière, la biomasse est de la matière issue du vivant. Elle est définie par l'Union européenne comme « la fraction biodégradable des produits, déchets et résidus provenant de l'agriculture (comprenant les substances végétales et animales), de la sylviculture et des industries connexes, ainsi que la fraction biodégradable des déchets industriels et municipaux ».

La biomasse est le produit de la photosynthèse des végétaux. Cette réaction photochimique transforme et stocke l'énergie solaire sous forme d'énergie chimique. Cette transformation peut atteindre une efficacité maximum de 5%, mais dans les conditions typiques de nos régions, la limite se situe plutôt aux alentours de 0,6%. Il faut cependant garder à l'esprit que, outre les filières alimentaires, la valorisation sous forme d'énergie n'est pas la seule utilisation possible de la biomasse.

Pour des applications énergétiques, la biomasse est transformée en un combustible ou un carburant.



**Champ de tournesol**



**Granulés de bois**

## 3.5 CHALEUR NATURELLE

La chaleur naturelle présente à la surface de la terre provient principalement du soleil. Cependant, la terre renferme également des gisements de chaleur, dits géothermiques, sous l'écorce terrestre.

Les pompes à chaleur utilisent la chaleur naturelle. Elles y prélèvent les calories pour les transférer à l'intérieur des bâtiments. Par ailleurs, il est possible d'exploiter la chaleur géothermique profonde avec des puits géothermiques. Ceux-ci vont puiser les calories dans l'écorce terrestre là où des mouvements convectifs permettent le renouvellement du réservoir de chaleur. Le potentiel d'un gisement géothermique est donc fonction de sa température et de sa capacité de renouvellement thermique.

## 3.6 RESSOURCES EN BELGIQUE ET EN RÉGION BRUXELLOISE

Le tableau ci-après permet de calculer les ressources énergétiques primaires brutes disponibles à l'échelle locale en Belgique, ainsi que les quantités d'énergie finale (formes utiles) potentiellement disponibles, sur base des technologies actuelles. La mise en œuvre pratique des potentiels renouvelables est principalement fonction de la superficie qui y est consacrée, et donc des choix en termes d'aménagement du territoire.

Source d'énergie	Ressource énergétique annuelle primaire brute	Ressource énergétique annuelle sous forme utile sur base des technologies actuelles
Soleil	<b>1.000 GWh/km<sup>2</sup></b>	<b>Chaleur : 390 GWh<sub>th</sub>/km<sup>2</sup></b> (rendement de conversion moyen annuel de 39% pour les applications thermiques)  <b>Electricité : 100 GWh<sub>e</sub>/km<sup>2</sup></b> (rendement de conversion moyen annuel de 10% par des systèmes photovoltaïques)
Vent (terre)	Non déterminé	<b>Electricité : 9 à 25 GWh<sub>e</sub>/km<sup>2</sup></b>
Vent (mer)	Non déterminé	<b>Electricité : 17 à 39 GWh<sub>e</sub>/km<sup>2</sup></b>
Cours d'eau	Non déterminé	<b>Electricité : 400 à 700 GWh<sub>e</sub></b> (parc de 110 à 150 MW)
Courants marins et vagues	Non déterminé	Dépend des surfaces exploitées, vitesses du flux et amplitudes des vagues
Biomasse	<b>6 GWh/km<sup>2</sup></b> (Energie chimique stockée par photosynthèse, pour conditions climatiques moyennes belges)	<b>Chaleur : 3 à 4,8 GWh<sub>th</sub>/km<sup>2</sup></b> (rendement de conversion en chaleur de 50 à 80%)  <b>Electricité : 0,6 à 1,8 GWh<sub>e</sub>/km<sup>2</sup></b> (rendement de conversion électrique de 10 à 30%)
Chaleur naturelle	Non déterminé	Dépend de la température et de la capacité de renouvellement de la source

**Tableau : Ressources énergétiques, primaires et finales, disponibles en Belgique – (Source APERE)**

La principale ressource bruxelloise est le soleil. La surface régionale reçoit annuellement 161 TWh (TerraWattHeure) d'énergie solaire, soit l'équivalent énergétique de 100 millions de barils de pétrole.

A noter par ailleurs que la quantité d'énergie renouvelable peut être augmentée par les importations. Seules les formes « carburants » (huiles végétales et dérivés, bioéthanol, biodiesel, biogaz), « combustibles » (bois sous la forme de bûches, granulés ou plaquettes) et l'électricité produite à partir de sources d'énergie renouvelables (E-SER) peuvent être importées. A l'avenir, la diminution de la disponibilité des énergies fossiles pourra être compensée par l'importation de ces ressources renouvelables.

## 4 PLUS D'INFOS

### 4.1 ACTEURS

**Bruxelles Environnement - IBGE**  
Service Info Environnement  
[www.bruxellesenvironnement.be](http://www.bruxellesenvironnement.be)  
Tél. : 02/ 775 75 75

**L'ABEA, l'Agence bruxelloise de l'énergie**  
[www.curbain.be](http://www.curbain.be)  
Tél. : 02/ 512 86 19

**APERe Asbl**  
Point information « Energie Renouvelable »  
[www.bruxelles-renouvelable.be](http://www.bruxelles-renouvelable.be)  
Tél. : 02/ 218 78 99  
[bruinfo@apere.org](mailto:bruinfo@apere.org)

**ValBiom Asbl**  
[www.valbiom.be](http://www.valbiom.be)  
Tél. : 081/ 62 71 42

