



## FOTOVOLTAÏSCHE SYSTEMEN (HE 05)

### 1 WAAROM DE FOTOVOLTAÏSCHE TECHNOLOGIE GEBRUIKEN?

**Licht** is met behulp van fotonvoltaïsche zonnecellen **om te zetten in elektriciteit**. Daarvoor maakt men gebruik van natuurkundige verschijnselen die al meer dan een eeuw gekend zijn maar pas vanaf de jaren 1940 gebruikt werden, meer bepaald in het ruimteonderzoek.

Fotonvoltaïsche systemen werden eerst ontwikkeld om elektriciteit te leveren aan afgelegen sites of plaatsen die niet op het elektriciteitsnet zijn aangesloten.

Vandaag worden die fotonvoltaïsche systemen steeds meer aangesloten op het elektriciteitsnet. Met zo'n systeem kan een huishouden zelf een deel van zijn elektriciteit op een milieuvriendelijke manier produceren en de overtollig geproduceerde elektriciteit op het elektriciteitsnet brengen.

De dakoppervlakken van de woningen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest vormen een enorm potentieel om fotonvoltaïsche systemen te gebruiken. De technologieën die daarbij gehanteerd worden, zijn doeltreffend, betrouwbaar en stil want ze bevatten geen enkel bewegend onderdeel.



### 2 WAT IS DE ENERGIEBRON?

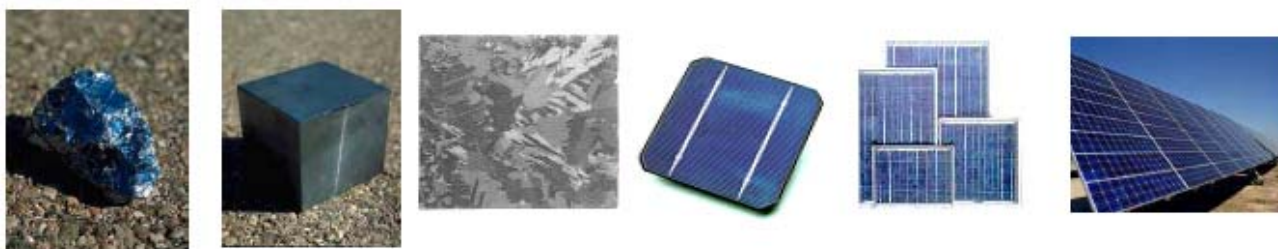
De energiebron van de fotonvoltaïsche modules is het **zonlicht** (en niet de warmte van de zon); dat is gratis en onuitputtelijke energie.

**In België** is het aantal zonne-uren voor een vierkante meter dak gelijk aan de energie die geproduceerd wordt door 100 liter stookolie of 100 m<sup>3</sup> aardgas, dat wil zeggen ongeveer 1.000 kWh/jaar! Het aantal zonne-uren verschilt naar gelang van de plaats, de weersomstandigheden, het seizoen, enz.

### 3 HOE WERKT EEN FOTOVOLTAÏSCH SYSTEEM?

#### 3.1 FOTOVOLTAÏSCHE CEL

De fotonvoltaïsche cel vormt het centrale onderdeel van een fotonvoltaïsche module. Het gaat om een oppervlak van een halfgeleidend materiaal, meestal silicium, dat het licht absorbeert en het omzet in elektriciteit. Dat noemt men het fotonvoltaïsch effect.



**Silicium purifié**   **Lingot**   **Wafer**   **Cellule**   **Module**   **Systèmes**

gezuiverd silicium – blok – wafer – cel – module – systemen

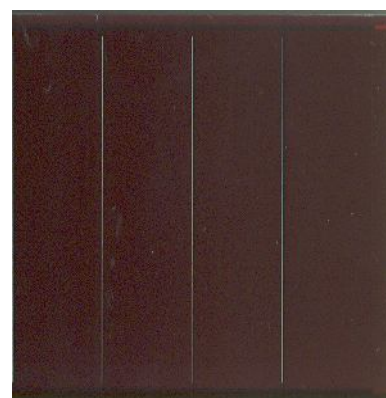
Silicium is de meest gebruikte halfgeleider vanwege zijn goede rendement. Er bestaan drie soorten siliciumcellen: **monokristallijn**, **polykristallijn** of **amorf silicium**. Hun rendement varieert van 12 tot 16 % voor monokristallijn en polykristallijn en bedraagt 7 % voor amorf silicium.



**monokristallijn silicium**



**polykristallijn silicium**



**amorf silicium**

Er zijn nieuwe technologieën die concurrentie beginnen te vormen voor silicium, meer bepaald dunnelaagmaterialen, zoals CIS-cellen, CIGS-cellen, HIT-cellen, enz.

### 3.2 FOTOVOLTAÏSCHE MODULE

Een fotovoltaïsche cel produceert een spanning van ten minste 1 Volt en een vermogen van 1 tot 3 Watt (afhankelijk van het gebruikte materiaal). Om een groter vermogen te verkrijgen, worden verscheidene cellen samengebracht. Die worden afgedicht ingekapseld in een kader dat ze beschermt tegen schokken en slijtage en vormen op die manier een **fotovoltaïsche module**. Door verscheidene modules te assembleren, verkrijgt men een groter vermogen en grotere stroomsterkte.

Er bestaan **modules met verschillende vermogens**. Hun rendement hangt af van de beschikbare hoeveelheid zonlicht, hun richting en hun hellingsgraad en van het materiaal waaruit ze vervaardigd zijn. Wanneer ze met elkaar verbonden zijn, vormen ze een **fotovoltaïsche generator**.

Die modules hebben een levensduur van meer dan 25 jaar.



### 3.3 PRODUCTIE VAN FOTOVOLTAÏSCHE MODULES

Het vermogen van een fotovoltaïsche generator wordt uitgedrukt in Watt-piek (Wp), of Watt-peak in het Engels (Wp). Die eenheid is het maximale elektrische vermogen dat een fotovoltaïsche cel in optimale omstandigheden kan leveren (zonnecel recht tegenover de zon aan een wolkeloze hemel).

**In België** produceert een systeem van 1kWp, gericht naar het zuiden met een helling van 35° en zonder schaduw, ongeveer 850 kWh/jaar. Naargelang de gebruikte technologie mag men ervan uitgaan dat men met een oppervlakte van 10 m<sup>2</sup> (1,25 kWp) ongeveer 1.000 kWh/jaar produceert.

Een alleenstaande Brusselaar verbruikt gemiddeld 2.100 kWh en een gemiddeld Brussels huishouden van twee of drie personen verbruikt tussen 3.000 en 3.500 kWh elektriciteit per jaar, eventuele elektrische verwarming niet meegerekend.

Om zijn gemiddelde jaarlijkse verbruik van 3.500 kWh te dekken, zou een huishouden van 2 à 3 personen een generator van 25 à 35 m<sup>2</sup> moeten plaatsen, en gelet op de oppervlakte van de stadsdaken is dat moeilijk haalbaar. Maar met enkele m<sup>2</sup> fotovoltaïsche modules is het mogelijk een deel van de vereiste elektriciteit te produceren. Een zuinig Brussels huishouden verbruikt ongeveer 2.000 kWh/jaar. In dat geval kunnen 10 m<sup>2</sup> modules de helft van de elektriciteit leveren die het huishouden nodig heeft.

### 3.4 OP HET ELEKTRICITEITSNET AANGESLOTEN INSTALLATIES

De fotovoltaïsche systemen die op het elektriciteitsnet worden aangesloten, zijn uitermate geschikt voor de stedelijke omgeving van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest dat een heel dicht elektriciteitsnet heeft. Door die systemen op het elektriciteitsnet hoeven er geen opslagkosten gemaakt te worden: die opslag gebeurt immers op het elektriciteitsnet zelf.

Als u elektriciteit produceert:

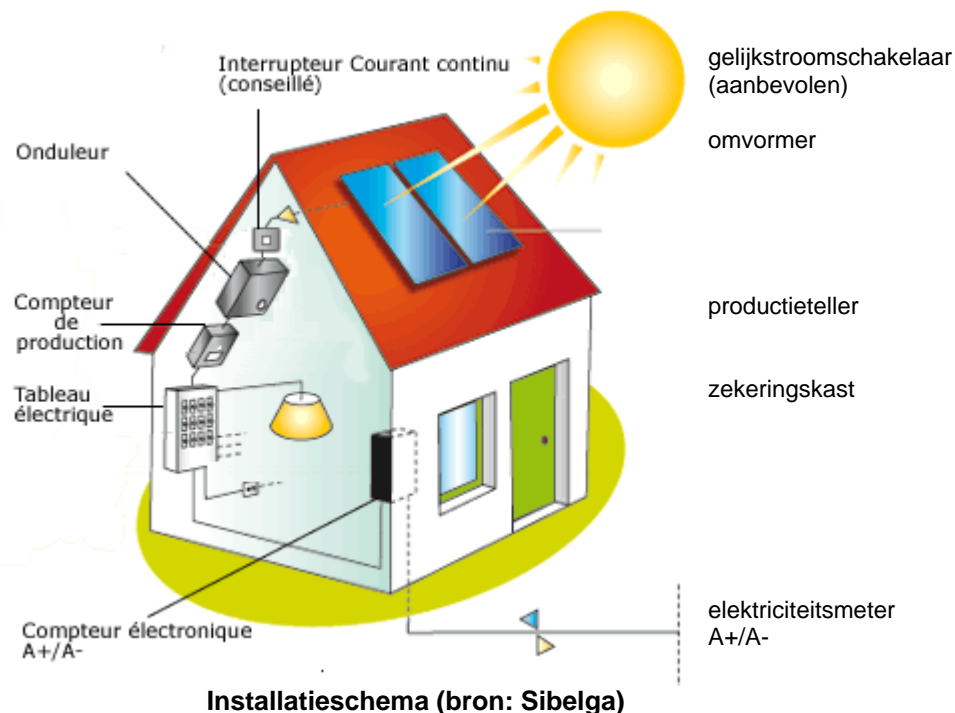
- kunt u die rechtstreeks voor uw eigen behoeften gebruiken en dus uw elektriciteitsrekening doen dalen;
- kunt u wanneer u op bepaalde ogenblikken méér produceert dan u verbruikt de overtollige elektriciteit op het net brengen; de waarde van die overtollige elektriciteit zal dan van uw elektriciteitsrekening worden afgetrokken;
- kunt u de elektriciteit die afkomstig is van het elektriciteitsnet gebruiken wanneer u meer elektriciteit nodig hebt dan u zelf produceert.

Er verandert niets aan de manier waarop u elektriciteit verbruikt, alleen de bedragen op uw elektriciteitsrekening veranderen!

In Brussel wordt huishoudens aangeraden niet méér zonnepanelen te installeren dan ze nodig hebben voor hun elektriciteitsbehoeften; dat is trouwens één van de voorwaarden om een premie te kunnen krijgen.

Om stroom te kunnen toevoeren naar het elektriciteitsnet moet de door de fotovoltaïsche modules geproduceerde gelijkstroom worden omgezet in wisselstroom die conform het elektriciteitsnet is. Daarvoor wordt **een omvormer** geïnstalleerd in het elektrisch circuit, vlak achter de fotovoltaïsche modules. De stroom kan dan op het elektriciteitsnet gebracht worden waar iemand anders die kan gebruiken.

Om een **fotovoltaïsche generator** op het elektriciteitsnet te kunnen installeren, moeten de technische voorschriften worden nageleefd die de beheerder van dat net oplegt.



### 3.5 INSTALLATIES OP AFGELEGEN PLAATSEN

Wanneer het onmogelijk is om zich op het elektriciteitsnet aan te sluiten, kan men de geproduceerde elektriciteit opslaan in accu's. Maar dat is een dure en milieuvriendelijke oplossing.

Autonome fotovoltaïsche installaties zijn dus aanbevolen wanneer het moeilijk of te duur is om zich op het elektriciteitsnet aan te sluiten – zoals voor bepaalde mobiele toestellen of ook voor parkeermeters of de elektronische affichage van de Brusselse bushaltes.

## 4 EN IN BRUSSEL?

### 4.1 INSTALLATIE VAN EEN FOTOVOLTAÏSCH SYSTEEM

#### Voor welk type woning?

De fotovoltaïsche technologie is uitermate geschikt voor de Brusselse woningen en kan dus voor meer dan alleen maar nieuwe woningen dienen. Het is inderdaad makkelijk om fotovoltaïsche modules op een bestaand dak te plaatsen. Ze zijn vrij eenvoudig te installeren en kunnen ook dienen voor appartementsgebouwen. Met een collectieve installatie kan men schaalvoordelen behalen en de elektriciteitsrekening van elk appartement doen dalen.

Alvorens in dit energieproductiesysteem te investeren, raden we u echter aan na te gaan of de energiebehoeften van uw woning tot een minimum beperkt zijn, zowel op het vlak van elektriciteit, met voorkeur voor goed presterende huishoudtoestellen en spaarlampen, als op het vlak van verwarming, door uw woning maximaal te isoleren en een krachtige verwarmingsketel te installeren.

## **Welke oppervlakte, welke richting en welke hellingsgraad?**

Fotovoltaïsche modules moeten tussen het oosten en het westen gericht zijn. Wanneer de modules volledig naar het zuiden gericht zijn, kunnen ze het maximum aan energie opvangen; wanneer ze naar het oosten of naar het westen gericht zijn, bedraagt de productiedaling 20 %. Als ze naar het zuidoosten of naar het zuidwesten gericht zijn, blijft die daling beperkt tot 5 %. De ideale hellingsgraad is 35°. Een hellingsgraad van 60° vergroot de aanvoer in de winter maar vermindert die wel in de zomer. In dat geval komt het erop aan de module naar het zuiden te richten.

## **Hebt u een stedenbouwkundige vergunning nodig?**

Een vergunning is niet meer nodig wanneer de thermische of fotovoltaïsche panelen niet zichtbaar zijn van op een publieke plaats of wanneer ze in het dak worden ingewerkt of parallel met het dak worden geplaatst, op maximum 30 cm ervan, zonder de dakgrenzen te overschrijden.

De stedenbouwkundige vergunning blijft nodig in de andere gevallen en/of als:

1. uw gebouw beschermd is of zich in een beschermingszone bevindt;
2. de werken tot een inbreuk op het bestemmingsplan, de stedenbouwkundige verordening of een verkavelingvergunning leiden.

## **4.2 INDICATIE VAN DE GEMIDDELDE PRIJZEN VOOR EEN OP HET ELEKTRICITEITSNET AANGESLOTEN INSTALLATIE**

**In België** variëren de gemiddelde prijzen tussen 5,5 en 8 € per Watt-piek (Wp) zonder btw (prijzen op 1 januari 2009).

Met een investering van 7.000 tot 10.000 € (plaatsing en btw inbegrepen, zonder financiële stimulansen) valt afhankelijk van het geval een derde tot de helft van de behoeften van een gemiddeld huishouden te dekken (7 à 10 m<sup>2</sup>). Die investering zal nog meer renderen naarmate de energieprijzen in de loop der jaren stijgt (zie fiche over de rendabiliteit van de energievormen).

## **4.3 FINANCIËLE STIMULANSEN**

Wie een fotovoltaïsch systeem installeert, heeft recht op een premie van het Gewest en ook op fiscale aftrek.

- Premie van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest: 3 €/Wp met een maximum van 50 % van de installatie per woning
- Fiscale aftrek van 40 % met een maximum van 3.600 € (meer informatie is te verkrijgen bij de FOD Economie en Energie)

Wie in Brussel een milieuvriendelijk elektriciteitsproductiesysteem installeert, heeft recht op groene certificaten.

- Voor elk geproduceerd MWh (= 1.000 kWh) zijn bij BRUGEL gedurende tien jaar een bepaald aantal groenestroomcertificaten (GC) te verkrijgen, afhankelijk van de geïnstalleerde oppervlakte.
  - 7,27 GC/MWh voor de eerste 20 m<sup>2</sup>
  - 5,45 GC/MWh voor de volgende 40 m<sup>2</sup>
  - 3,63 GC/MWh voor de rest van de m<sup>2</sup>
- Die groenestroomcertificaten zijn gedurende vijf jaar geldig.
- Momenteel is er geen gegarandeerde minimale afkoopprijs van die groenestroomcertificaten. Aan u om de elektriciteitsleverancier te vinden die u er het meeste voor biedt. Dat zou toch tussen 65 en 100 € moeten zijn (marktprijs 2009: 92€).

## 4.4 FINANCIËLE SIMULATIE

Kenmerken van de installatie	
Vermogen in kWp (10 m <sup>2</sup> )	1,25
Productie (kWh/jaar)	1.000
Investering	
Materiaal + installatie	8.500 €
Premie van het Gewest (3 €/Wp/woning max. 50 %)	-3.750 €
Fiscale aftrek (40 % max. 3.600 €/woning)	-3.400 €
<b>Totaal</b>	<b>1.350 €</b>
Jaarlijkse omzet	
Elektriciteitsproductie *	200 €
Groenestroomcertificaten (GC)* (7,27x 92 €)**	669 €
<b>Totaal</b>	<b>869 €</b>
<b>Terugverdientijd (in jaren)</b>	<b>1,55</b>
<b>Nettowinst na tien jaar</b>	<b>7.340 €</b>

\* Gemiddelde prijs van het dagtarief: 0,20 €/kWh (januari 2009)

\*\* De marktprijs (2009)

## 4.5 STAPPENPLAN VOOR EEN FOTOVOLTAÏSCHE INSTALLATIE

### KIJK UW ENERGIEVERBRUIK NA

Vooraleer aan hernieuwbare energie te denken, is het uiteraard belangrijk de elektriciteitsfactuur en de energieconsumptie onder de loep te nemen om mogelijke energiebesparingen uit te voeren. De grootste energieverspilling wordt veroorzaakt door een slechte isolatie van de woning, een slecht onderhouden verwarmingssysteem of slechte afstelling (regulatie), huishoudelijke apparaten met een slecht rendement (Energieklasse C, D en E), onaangepaste en energieverslindende verlichting (bv. halogeenlampen) en de waakstand van tal van apparaten zoals de tv, dvd-recorder en pc. De brochure van Leefmilieu Brussel: "100 tips om energie te besparen" helpt u al heel wat verder. U vindt ook heel wat tips op de website: [www.energie-uitdaging.be](http://www.energie-uitdaging.be), waar een calculator opstaat die zeer nuttig is om uw energieverbruik op te volgen.

Bekijk in eerste instantie dus of het dak geïsoleerd is en/of de verwarmingsketel niet aan vervanging toe is. Via een energie-audit kan u energieverslindende apparaten in uw huis opsporen en een gedetailleerd beeld krijgen van andere energiebesparende maatregelen op maat van uw huis.

Voor deze maatregelen geeft het Brussels Hoofdstedelijk Gewest premies, die te vinden zijn op de site van Leefmilieu Brussel.

### INSTALLATIE FOTOVOLTAÏSCHE ZONNEPANELEN

#### 1) Analyse van uw gebouw

Vooraleer te kiezen voor fotovoltaïsche zonnepanelen is het belangrijk vooraf enkele zaken na te gaan:

- Heeft mijn dak de juiste oriëntatie? De oriëntatie heeft een invloed op het rendement van de zonnepanelen. Een optimaal rendement haalt u tussen zuidoost en zuidwest; een andere dan deze oriëntatie is niet zinvol.
- Wat is de beschikbare oppervlakte? Standaardinstallaties voor een 'gemiddeld' gezin (2 volwassenen en 2 kinderen) hebben een grootte van 8 à 10 m<sup>2</sup>.
- Is uw dak aan vervanging toe? Het is spijtig te investeren in zonnepanelen als vijf jaar later uw dak volledig moet vervangen worden.
- Is er schaduw op mijn dak? Schaduw door bomen, lantaarnpalen, etc doen de optimale werking van de installatie sterk dalen.

- Wat is mijn elektriciteitsverbruik? Hoeveel m<sup>2</sup> panelen heb ik nodig om dit verbruik volledig te dekken en hoeveel m<sup>2</sup> kan ik installeren volgens mijn beschikbare budget?

## 2) Keuze installateur/fabrikant

Vraag offertes aan geregistreerde installateurs. De installateur zal u informeren over de beste keuze van systeem, dakoriëntatie, kostprijs, ... Een vergelijking van enkele offertes is essentieel om op uw maat de meest geschikte installatie op basis van prijs/kwaliteit te kiezen.

De installatie brengt verschillende administratieve stappen met zich mee (Sibelga, elektriciteitsleverancier, premies, ...). Sommige installateurs doen deze stappen voor u, andere niet. Stel hen op voorhand de vraag.

Om u te helpen kiezen, is er een **lijst van vakmensen in fotovoltaïsche energie** in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. In die lijst staan voor elke installateur de gegevens, het soort materiaal dat hij gebruikt en de diensten die hij aanbiedt.

Die lijst is te verkrijgen bij:

- Leefmilieu Brussel: [www.leefmilieubrussel.be](http://www.leefmilieubrussel.be) of 02 / 775.75.75;
- Infopunt Hernieuwbare Energie: [www.hernieuwbaar-brussel.be](http://www.hernieuwbaar-brussel.be) of 02 / 218.78.99.

## 3) Plaatsing van de zonnepanelen

Let vooraleer tot aankoop over te gaan op de technische voorwaarden die vereist zijn om te kunnen genieten van de federale en gewestelijke subsidies.

U vindt alle informatie op de website van Leefmilieu Brussel via de link "premies" en/of bij uw gemeente.

## 4) Aansluiting op het elektriciteitsnet

Elke installatie moet aan bepaalde technische aansluitings- en veiligheidsvoorwaarden voldoen. Uw installateur zal hiervoor contact opnemen met de distributienetbeheerder Sibelga en een erkend controle-orgaan aanspreken voor de keuring ervan.

## 5) Aanvraag van de premies

Het formulier voor de premie-aanvraag voor een fotovoltaïsche installatie van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest vindt u op volgende link: [WWW.LEEFMILIEUBRUSSEL.BE](http://WWW.LEEFMILIEUBRUSSEL.BE) > particulieren > Mijn premies voor het milieu > Energiepremies 2008.

Informeer u bij uw gemeente voor een eventuele bijkomende premie.

## 6) Aanvraag groenestroomcertificaten

U heeft recht op groenestroomcertificaten die u kan verkopen aan een energieleverancier van uw keuze. Daarvoor moet een vertegenwoordiger van Brugel eerst langskomen. Meer informatie op de website van Brugel.

Informeer u vooraf bij uw installateur of hij de aanvraag voor de premie en groenestroomcertificaten voor u regelt.

## 5 FOTOVOLTAÏSCHE SYSTEMEN IN EEN NOTEDOP

- ☺ Autonomie van de elektriciteitsproductie
  - ☺ Besparing van fossiele brandstoffen en dus vermindering van de uitstoot van broeikasgassen
  - ☺ Financiële hulp van openbare instanties
  - ☺ Besparing van geld en stabiliteit van de prijzen
  - ☺ Minder luchtvervuiling
  - ☺ De grijze energie van in het begin (de energie die nodig is om fotovoltaïsche systemen te vervaardigen) wordt snel gerecupereerd
  - ☺ Makkelijk te installeren en aan te passen systeem
  - ☺ Er worden plaatselijke jobs mee gecreëerd
- ⊗ Een grote investering in het begin maar een aanzienlijke terugbetaling dankzij financiële hulpmatregelen
- ⊗ De zonnepanelen moeten tussen het oosten en het westen gericht zijn en er moet rekening worden gehouden met schaduw op het dak

## 6 MEER INFO

### 6.1 FICHES

- **Fiche over de rendabiliteit van hernieuwbare energie (HE 03)**  
Aan de hand van die fiche kunt u schatten wat de terugverdientijd en de prijs van een zonne-kWh is.
- **Fiche Energiepremies (ALG 04)**  
In die fiche staan de beschikbare premies beschreven en vindt u het formulier om premies aan te vragen
- Vademecum: beknopte gids voor particulieren (binnenkort online op onze website)

### 6.2 ACTOREN

**Leefmilieu Brussel – BIM**  
dienst Info-Leefmilieu  
[www.leefmilieubrussel.be](http://www.leefmilieubrussel.be)  
Tel.: 02/ 775 75 75

**ABEA, Brussels Energie**  
Agentschap  
[www.curbain.be](http://www.curbain.be)  
Tel.: 02/ 512 86 19

**APERe vzw**  
Informatiepunt 'Hernieuwbare energie'  
[www.hernieuwbaar-brussel.be](http://www.hernieuwbaar-brussel.be)  
Tel.: 02/ 218 78 99  
[bruinfo@apere.org](mailto:bruinfo@apere.org)

**Federale Overheidsdienst Financiën**  
[www.energie.mineco.fgov.be](http://www.energie.mineco.fgov.be)  
Tel.: 02/ 201.26.64

**Brugel, Reguleringscommissie**  
voor energie in het Brussels  
Hoofdstedelijk Gewest  
[www.brugel.be](http://www.brugel.be)  
Tel.: 0800/ 97 198

