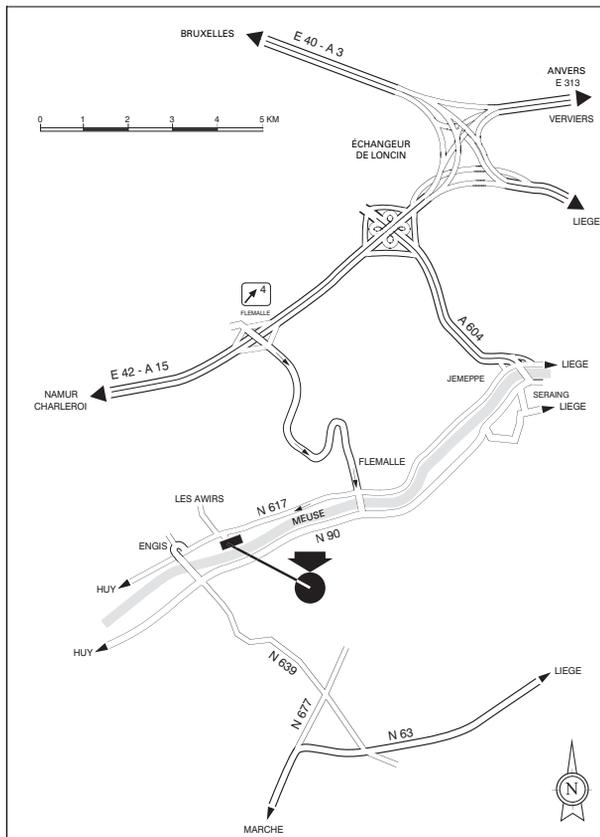
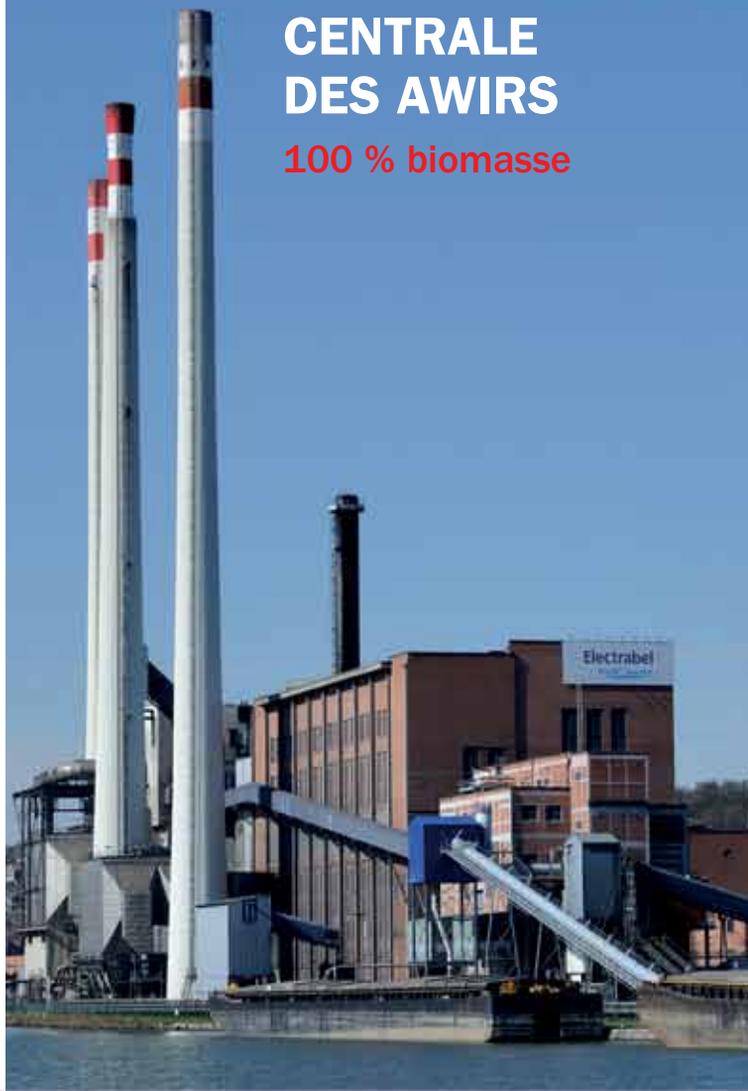


## BIENVENUE



Centrale des Awirs  
Quai du Halage 49, 4400 Flémalle

Editeur responsable : Electrabel sa, Jean-Pierre Crevecoeur, Boulevard Simon Bolivar 34, 1000 Bruxelles, Belgique - juillet 2012



# CENTRALE DES AWIRS

100 % biomasse

**Electrabel**  
GDF SUEZ

**Electrabel**  
GDF SUEZ

## UN PEU D'HISTOIRE

La centrale des Awirs est située sur la rive gauche de la Meuse, en amont de la zone industrielle liégeoise, entre Huy et Seraing. Elle a été édiflée progressivement peu après la seconde guerre mondiale afin de garantir aux industriels voisins une alimentation sûre en électricité et un débouché pour les résidus combustibles des charbonnages de la région.

Les premiers travaux remontent à 1949 et dès 1951 les unités 1 et 2 totalisant chacune 55 MW sont mises en service. En 1963 et en 1967, les unités 3 et 4, chacune d'une capacité de 130 MW, sont démarrées. L'unité 5 de presque 300 MW est mise en service en 1973.

La centrale des Awirs devient au fil des ans la plus grande centrale thermique classique de Wallonie. Dès 1973 elle développe une puissance de 670 MW répartie entre cinq groupes de production ; les combustibles principaux sont le charbon (groupes 3 et 4) et le gaz naturel (groupes 1, 2 et 5).

Après plus de 50 ans de service, les unités 1, 2 et 3 sont définitivement mises à l'arrêt en 1998.

Tandis que l'unité 5 fonctionnant au gaz naturel est maintenue comme unité de réserve, l'unité 4 connaît en 2005 une conversion inédite : le charbon est complètement remplacé par des résidus de bois comme combustible.

L'unité 4 fonctionne dorénavant 100 % à la biomasse.

L'unité 5 sera quant à elle mise à l'arrêt en septembre 2013.

### Chiffres-clés de l'unité 4 de la centrale des Awirs (100% biomasse)

**Puissance:** 80 MW

**Rendement:** 35 %

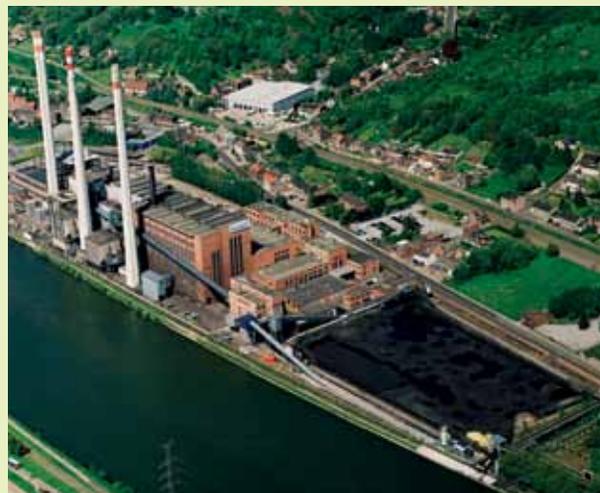
**Production:** 600 GWh/an

= consommation de 175 000 ménages

## DURABILITÉ, RESPECT DE L'ENVIRONNEMENT ET TECHNOLOGIE DE POINTE

La conversion d'une centrale au charbon en une centrale fonctionnant exclusivement à la biomasse constitue en 2005 une première mondiale. Le projet mené dans la centrale des Awirs peut être considéré comme un prototype.

*Centrale avant 2005, avec parc à charbon*



L'unité 4 s'intègre parfaitement dans l'engagement pris par Electrabel à travers son plan « Ensemble pour moins de CO<sub>2</sub> » qui consiste, entre autres, à être en mesure de produire suffisamment d'électricité verte permettant de couvrir la consommation d'un million de foyers à l'horizon 2015. Elle constitue en outre une contribution substantielle au respect de l'engagement pris par la Belgique, dans le cadre du plan 20-20-20 sur l'énergie et le climat de la Commission européenne, de porter la part des sources d'énergie renouvelable à 13 % de la consommation énergétique totale.

La nouvelle unité fonctionnant 100 % à la biomasse est plus respectueuse de l'environnement qui l'accueille puisqu'elle :

- contribue à la maîtrise des émissions de CO<sub>2</sub> : la combustion de biomasse est neutre sur le plan du CO<sub>2</sub> ; elle ne libère que le CO<sub>2</sub> fixé durant la formation et la croissance de la biomasse et représente une économie d'au



Centrale après 2005, 100 % biomasse

moins 500 000 tonnes de CO<sub>2</sub> par an par rapport à la combustion au charbon ;

- contribue également au recul des émissions des dioxydes de soufre (SO<sub>2</sub>, -90 %) et celles des oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>, -80 %) ;
- accroît la production d'électricité verte : l'unité 4 produit annuellement environ 600 000 MWh d'électricité verte, ce qui correspond à la consommation d'électricité de 175 000 foyers ;
- valorise un produit résiduel de la sylviculture : la combustion des résidus de bois fournis par l'industrie concernée permet de récupérer l'énergie contenue dans cette biomasse ;
- n'a pas nécessité de nouveaux terrains ;
- la quantité de déchets à évacuer est sensiblement moindre par rapport à la combustion de charbon : alors que le charbon a une teneur en cendres de l'ordre de 5 à 15 %, les granulés de bois contiennent moins de 1 % de cendres ;
- diminue le trafic de camions nécessaires pour assurer le transport des cendres jusqu'aux entreprises valorisant ce type de déchets ;
- contribue à l'économie des combustibles fossiles : dans le cas de la centrale des Awirs, la combustion de 400 000 tonnes de pellets de bois par an représente l'équivalent d'environ 280 000 tonnes de charbon.

## LA BIOMASSE EN TANT QUE COMBUSTIBLE

Le parc de production d'Electrabel se caractérise par la diversité à la fois sur le plan technologique et sur le plan des combustibles. Ce choix stratégique d'un mix énergétique lui permet de garantir l'approvisionnement de ses clients à des conditions concurrentielles et dans le respect de l'environnement. La proportion des sources d'énergie renouvelable – éolienne, hydraulique, solaire, biomasse – dans ce mix énergétique ne cesse de croître. Étant donné que les caractéristiques géographiques, climatologiques et urbanistiques de notre pays limitent le développement des énergies hydraulique, éolienne et solaire, c'est la biomasse qui joue un rôle prépondérant à cet égard.

La production d'électricité dans les centrales à la biomasse présente un profil stable assorti d'une grande prédictibilité – ce qui n'est pas le cas pour l'énergie éolienne et solaire –, de sorte que ces centrales peuvent servir d'unités de charge de base, évitant ainsi des investissements supplémentaires en capacité de réserve.

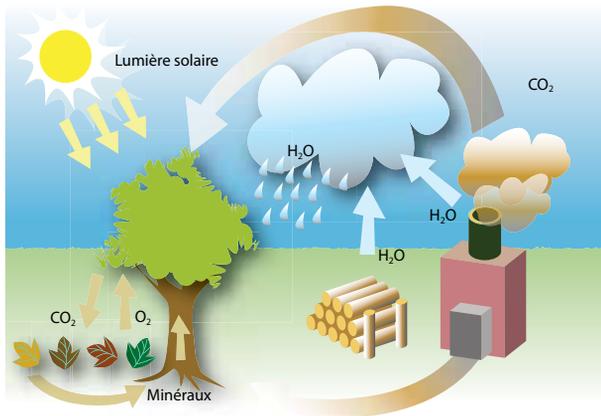
### La biomasse

La directive européenne 2009/28/CE relatives aux énergies renouvelables définit la biomasse comme suit : « *La fraction biodégradable des produits, déchets et résidus d'origine biologique provenant de l'agriculture (y compris les substances végétales et animales), de la sylviculture et des industries connexes, y compris la pêche et l'aquaculture, ainsi que la fraction biodégradable des déchets industriels et municipaux.* »

La biomasse utilisée se compose principalement de résidus organiques qui ne sont ni recyclables ni réutilisables pour d'autres applications agro-industrielles ou agricoles.

Pellets (granulés de bois)





La combustion de biomasse est considérée comme neutre en  $\text{CO}_2$  et ne contribue par conséquent pas au réchauffement climatique. La quantité de  $\text{CO}_2$  qui est libérée dans l'atmosphère lors de la combustion est en effet égale au  $\text{CO}_2$  que la biomasse a tiré de l'air pour sa croissance.

### Durabilité

Une procédure de vérification a été élaborée en collaboration avec Laborelec, le centre d'expertise pour la recherche et le développement d'Electrabel, dans le but de garantir le caractère durable de la biomasse utilisée. Les différentes étapes de la chaîne d'approvisionnement de la biomasse sont, à cet effet, examinées en considérant des critères de durabilité : la gestion des forêts et le processus de production, le respect de la législation, la consommation énergétique et les émissions de  $\text{CO}_2$  lors de la fabrication et du transport des granulés de bois (pellets), la traçabilité depuis l'origine jusqu'à la livraison sur le site de la centrale...

La procédure a été agréée par les autorités flamande et wallonne et son exécution est assurée par un organisme de contrôle indépendant.

### Approvisionnement

65 % des pellets brûlés aux Awirs sont fabriqués en Belgique à partir de bois provenant de Belgique, France, Allemagne; le complément est importé de pays plus éloignés (pays baltes, Canada, USA, Russie...). 1 200 tonnes de pellets sont acheminées par jour par bateau sur la Meuse ou par camion. La centrale des Awirs dispose d'une zone de stockage pour

Déchargement des granulés de bois



les pellets livrés par camion (essentiellement de Belgique et d'Allemagne). Les livraisons par bateau quant à elles sont «à fil tendu» («just in time»).

Dans le cas de l'acheminement par bateaux, le déchargement du combustible se fait au moyen d'une grue munie d'un grappin; elle remplit la trémie de réception des granulés de bois. Celle-ci est équipée d'une grille à faible maillage afin d'éviter l'introduction de corps étrangers dans le reste du processus. Elle est également pourvue d'un dispositif de dépoussiérage limitant le rejet de poussières dans l'atmosphère.

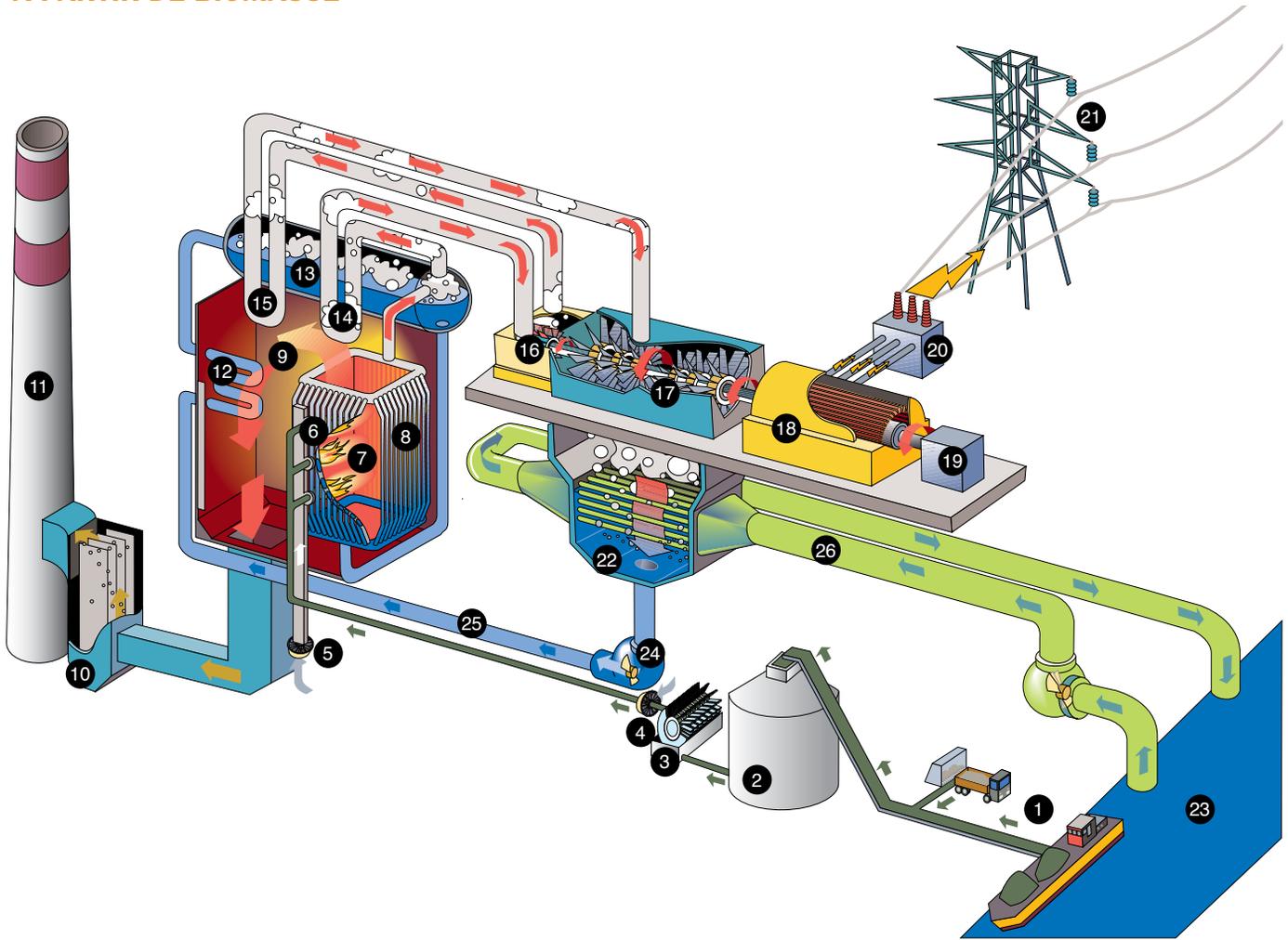
Les pellets sont ensuite acheminés des deux zones de déchargement (bateaux et camions) sur une bande transporteuse entièrement couverte; ils passent sous un aimant servant à retenir les corps métalliques nuisibles au reste de l'installation. Une bascule officielle sert à comptabiliser le combustible envoyé en direction de la centrale.

Trémie de réception des granulés de bois et bande transporteuse



# Centrale des Awirs

## PRODUIRE DE L'ÉLECTRICITÉ À PARTIR DE BIOMASSE



1 Acheminement de la biomasse (bateaux et camions)

4 Blower (souffleur)  
5 Amenée d'air  
6 Brûleur  
8 Évaporateur

9 Gaz de combustion  
10 Électrofiltre  
11 Cheminée  
12 Économiseur  
13 Ballon à vapeur

14 Surchauffeur  
15 Resurchauffeur  
16 Turbine haute pression  
17 Turbine basse pression  
18 Alternateur

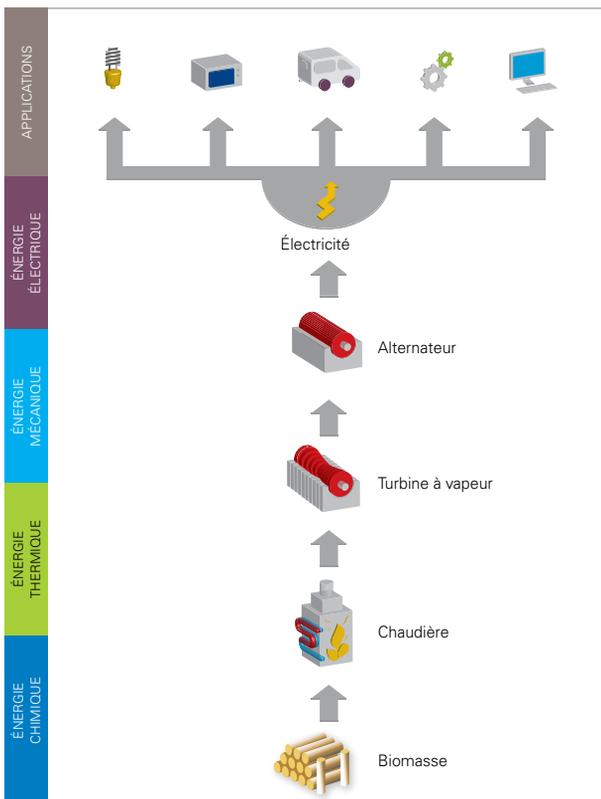
19 Excitatrice  
20 Transformateur

21 Réseau haute tension  
22 Condenseur  
23 Cours d'eau (la Meuse)  
24 Pompe d'alimentation  
25 Eau d'alimentation  
26 Eau de refroidissement

## FONCTIONNEMENT DE LA CENTRALE

### Principe général

Dans une centrale électrique classique, l'énergie électrique est produite par une série de transformations énergétiques. La combustion du combustible (**énergie chimique**) – il s'agit de biomasse pour l'unité 4 de la centrale des Awirs – dégage de la chaleur (**énergie thermique**) qui transforme l'eau en vapeur. Cette vapeur entraîne une turbine (**énergie mécanique**), laquelle fait tourner un alternateur. Celui-ci transforme l'énergie mécanique en **énergie électrique**.



### Chaudière

Le convoyeur à bande (ou bande transporteuse) transporte les pellets jusque dans des silos d'une capacité de 600 m<sup>3</sup>. Ils sont ensuite acheminés vers deux **broyeurs à marteaux** d'une capacité de 25 tonnes/h chacun qui



Tour de broyage : broyeur, trémie et pneumatiques (tuyaux jaunes)

réduisent les pellets en poussière de bois.

Celle-ci tombe dans deux trémies de 20 m<sup>3</sup> situées sous les broyeurs et est ensuite transportée par voie pneumatique vers les brûleurs dans le foyer de la **chaudière** (ou chaudière à vapeur).



Conduite (jaune) de bois pulvérisé et brûleur

Au total, la chaudière est équipée de 16 brûleurs sur 4 niveaux. Un ventilateur propulse à son tour dans la chaudière un haut débit d'air nécessaire à la combustion. Cet air est préalablement envoyé dans un échangeur de chaleur présent dans les conduits de fumées afin d'extraire autant de chaleur résiduelle que possible des gaz de combustion. La chaleur des flammes est cédée à un jeu de tubes longs de plusieurs kilomètres, à l'intérieur desquels circule de l'eau déminéralisée (**eau d'alimentation**), qui se transforme en vapeur. Pour accroître le rendement, un **économiseur** a préchauffé cette eau d'alimentation. Elle s'écoule via le **ballon à vapeur** vers l'**évaporateur** et se change alors en vapeur. Dans les conduits de fumée se trouvent également des tuyaux (**surchauffeurs, resurchauffeurs**) où la vapeur est réchauffée davantage par les gaz de combustion.



*Electrofiltre*

Avant de quitter la cheminée – à une température de 140 °C environ – les gaz de fumée traversent un **électrofiltre** qui sépare des fumées les fines particules de poussières pour les récupérer dans des trémies.

### Turbine à vapeur

La vapeur quitte la chaudière à vapeur et est dirigée sous très haute pression (100 bars) et à une température de 520 °C vers la **turbine à vapeur**. Cette turbine est constituée de plusieurs roues munies d'ailettes montées sur un axe (arbre de la turbine).

La vapeur exerce une pression sur les ailettes et provoque la rotation de la turbine. La vapeur arrive d'abord dans la **turbine haute pression**, où elle perd de la pression et de la température. Cette vapeur partiellement détendue gagne le **resurchauffeur** où, en absorbant de la chaleur des gaz de combustion, elle est à nouveau chauffée à 520 °C pour ensuite entraîner successivement la turbine moyenne pression et la **turbine basse pression**.

*Révision de la turbine à vapeur*



La vapeur quitte la turbine basse pression et arrive finalement dans le **condenseur**, un cylindre comportant des milliers de petits conduits dans lesquels circule de l'eau (de refroidissement) provenant de la Meuse. La vapeur passe le long de ces conduits, transmet sa chaleur à l'eau de refroidissement et se condense. Le condensat est repompé vers la chaudière à vapeur sous forme d'eau d'alimentation, ce qui boucle le circuit.

L'eau de refroidissement est en fine rejetée dans la Meuse, sa source froide d'origine.



*Salle des machines – Turbo-alternateurs*



*Rotor et stator d'un alternateur*

### Alternateur

L'arbre de turbine en rotation entraîne un **alternateur** qui génère finalement de l'électricité. Celui-ci se compose d'un rotor qui tourne à l'intérieur d'une partie fixe, le stator. Le rotor est un électro-aimant puissant qui est alimenté en courant continu par une machine séparée : l'**excitatrice**.

Le stator est constitué d'un cylindre fixe à bobinages en cuivre, dans lequel un courant alternatif triphasé est créé par le mouvement de rotation du rotor. La rotation du rotor produit dans les bobinages du stator une tension alternative de 15 kilovolts (kV). La fré-

quence est de 50 hertz : à cette fin, le rotor doit tourner à exactement 3 000 tours par minute.

L'électricité produite passe de l'alternateur au **transformateur**, lequel porte la tension à 150 kV. Ce niveau de tension est nécessaire pour transporter l'électricité sur de longues distances sans pertes excessives. Via un poste haute tension de 150 kV et le réseau haute tension, l'électricité est acheminée vers différents postes de transformation où la tension est à nouveau abaissée, jusqu'à ce que le courant aboutisse enfin chez le consommateur final.

### Salle de contrôle

Toute la centrale est pilotée par des opérateurs depuis la **salle de contrôle**. D'ici, non seulement les installations des Awirs sont régénérées mais également, à distance, les turbojets de Turon (Theux) et Cierreux (Vielsalm).

Le turbojet est un turboréacteur d'avion adapté à un fonctionnement stationnaire : les gaz d'échappement, qui résultent de la combustion de pétrole lampant, actionnent une turbine, couplée à un alternateur. Situés en des points névralgiques du réseau électrique, ces moyens de production, d'une puissance de 20 MW, servent de secours en cas de situation difficile du réseau. Ils présentent l'avantage d'un temps de démarrage très court.

Salle de contrôle



## ELECTRABEL, GROUPE GDF SUEZ

Electrabel fait partie de GDF SUEZ, un leader mondial de l'énergie et de l'environnement, qui inscrit la croissance responsable au cœur de ses métiers pour relever les grands enjeux énergétiques et environnementaux : répondre aux besoins en énergie, assurer la sécurité d'approvisionnement, lutter contre les changements climatiques et optimiser l'utilisation des ressources.

L'entreprise est le premier énergéticien en Belgique. Sur ce marché, elle est active dans les métiers de la production d'électricité, la vente d'électricité et de gaz naturel et des services à l'énergie. Electrabel offre à ses 3,3 millions de clients résidentiels, professionnels et industriels des solutions énergétiques à valeur ajoutée ainsi que des services sur mesure, en tirant parti des synergies entre l'électricité et le gaz naturel.

Electrabel dispose en Belgique d'un parc de production diversifié de 10 300 MW. Il est composé d'installations qui fonctionnent à base de sources renouvelables, de centrales à combustibles fossiles et de centrales nucléaires. Le taux d'émission de gaz à effet de serre de son parc de production est un des plus bas d'Europe. En Belgique, Electrabel est le plus important producteur et fournisseur d'énergie verte.

Electrabel sa  
Boulevard Simón Bolívar 34 - 1000 Bruxelles, Belgique  
Tél. + 32 2 510 72 22  
[www.electrabel.be](http://www.electrabel.be)

Coordination: Département Communication Electrabel  
Photos: Alain Pierot, Raf Beckers, Jacques Breuer  
Impression : Antilope Printing sa, Lier  
D/2012/7.208/5



Les presses à imprimer fonctionnent avec des encres végétales. Les déchets de papier, de carton ainsi que les plaques offset utilisées sont récupérés et recyclés.