

## L'électricité

> François GOOR  
avec la collaboration de Yves MARENNE

*En Région wallonne, comme dans les autres pays industrialisés, les usages de l'électricité sont aujourd'hui largement répandus (industrie, tertiaire, logement). Seuls les transports, encore majoritairement dépendants des produits pétroliers, n'y recourent pas massivement. Facile à transporter, l'électricité permet de répondre à des besoins de force motrice, de lumière, ou encore d'alimenter divers types d'appareils électroménagers. La hausse des consommations d'électricité soulève néanmoins la question des nuisances environnementales liées aux processus de production, ainsi que celle de la sécurité d'approvisionnement en continu d'une forme d'énergie difficile à stocker.*

### BILAN DE PRODUCTION ET DE CONSOMMATION D'ÉLECTRICITÉ

En Région wallonne, la consommation finale totale d'électricité (tous secteurs confondus) a augmenté de 34 % depuis 1990, pour atteindre 2,06 Mtep en 2004. Du fait de la puissance élevée de son parc électronucléaire, la Région wallonne produit plus d'électricité qu'elle n'en consomme. Le solde est exporté, principalement vers la Flandre. En hausse ces dernières années, la proportion des exportations nettes d'électricité tend plutôt à diminuer sur le moyen terme. Une part de l'électricité produite est aussi autoconsommée dans les centrales électriques, tandis que le transport sur le réseau de distribution est à l'origine de pertes sous forme de chaleur [↘ Fig ENER 3-1].

### EVOLUTION DES CONSOMMATIONS SECTORIELLES D'ÉLECTRICITÉ

Près de la moitié de l'électricité consommée en Région wallonne sert à alimenter l'industrie. Les autres gros consommateurs sont le secteur résidentiel (logement) et le tertiaire. Les transports par contre ne représentent que 3 % du total (réseau ferroviaire) [↘ Fig ENER 3-2].

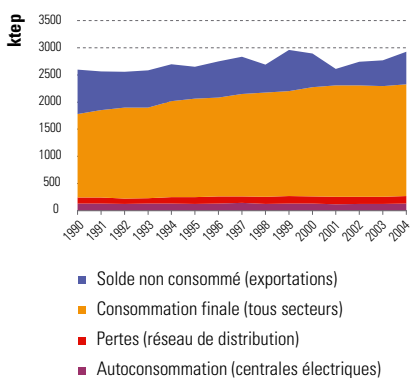
Depuis 1985, l'augmentation des consommations est continue dans les principaux secteurs d'activité, excepté à partir de 2000 dans l'industrie [↘ Fig ENER 3-3]. La hausse est la plus marquée dans le secteur du logement (ménages) et dans le tertiaire (bureaux, écoles, hôpitaux, commerces...). Depuis 1985, la demande d'électricité a ainsi progressé de près de 60 % dans le logement, et a été multipliée par 2 dans le tertiaire. La croissance relative est moins forte dans l'industrie (36 %).

L'augmentation de la consommation du secteur résidentiel s'explique en grande partie par une élévation du niveau de confort, qui se traduit par une multiplication et une utilisation de plus en plus intensive d'appareils ménagers nécessitant une alimentation électrique (ordinateur, télévision, électroménagers divers).

Dans le secteur tertiaire, la hausse des besoins reflète la croissance globale de l'activité tertiaire, mais aussi un niveau d'équipement élevé et un usage intensif de matériel bureautique (ordinateurs, imprimantes, scanners...), ainsi que la généralisation des climatisations destinées au personnel et au matériel informatique.

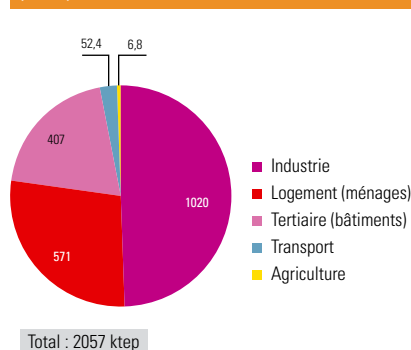
Dans l'industrie, la tendance à la hausse est ralentie par la fermeture et/ou la restructuration de certaines entreprises très énergivores, comme par exemple des diminutions de capacités de production dans le secteur de la sidérurgie.

**FIG ENER 3-1** Bilan de production et de consommation d'électricité en Région wallonne



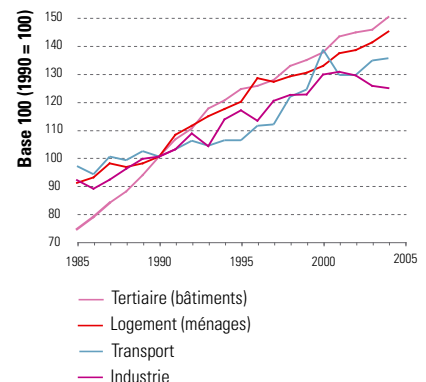
Sources : MRW – DGTR – DE (2005, 2006) (Calculs CEEW)

**FIG ENER 3-2** Consommation finale d'électricité, par secteur, en Région wallonne (2004)



Source : MRW – DGTR – DE (2006) (Calculs CEEW)

**FIG ENER 3-3** Indices de consommation sectorielle d'électricité, en Région wallonne



Source : dossier scientifique

## LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ

### Un secteur d'activité en pleine mutation

A l'origine, la production d'électricité en Belgique concernait principalement quelques grandes entreprises industrielles désireuses de s'assurer un approvisionnement électrique de qualité, sans que cela constitue leur activité principale. La généralisation de l'utilisation de l'électricité dans tous les secteurs d'activité et dans les logements a néanmoins rapidement conduit à la création d'entreprises spécialisées dans ce domaine. Dès les années '60, ces dernières couvraient l'essentiel des besoins en électricité. Plus récemment, le secteur n'a pas échappé aux grands mouvements de concentration de l'économie. Ainsi, dans les années '90, il ne restait plus en Belgique que deux producteurs principaux d'électricité : Electrabel, qui fournissait environ 90 % de la production totale, et la Société Publique d'Electricité (SPE). Suite à la libéralisation du marché de l'énergie<sup>(1)</sup>, de nouveaux opérateurs font progressivement leur apparition sur la scène belge. Electrabel est par ailleurs devenue filiale à près de 99 % du groupe Suez, tandis que Gaz de France et Centrica prenaient une participation de 51 % dans le capital de la SPE.

En Région wallonne, depuis le 1er juillet 2004, tous les clients électriques raccordés en haute tension (usages professionnels), ainsi que tous les consommateurs de plus de 0,12 GWh de gaz naturel par an, sont libres de choisir leur fournisseur. Depuis le 1er janvier 2007 c'est l'ensemble des clients, y compris les ménages, qui ont cette possibilité<sup>(2)</sup>.

### Production nette d'électricité et combustibles utilisés

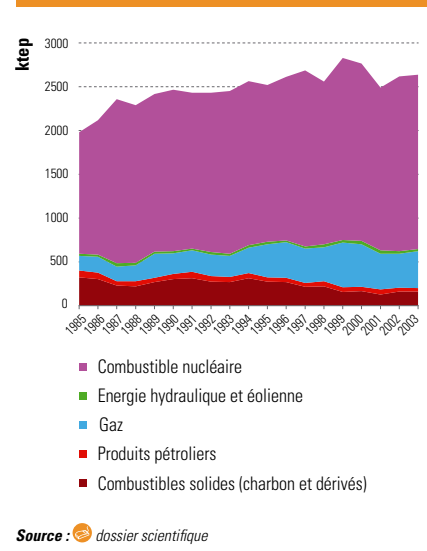
La production nette d'électricité<sup>(3)</sup> en Belgique ainsi que les combustibles utilisés ont fortement évolué depuis un demi-siècle [voir FIG ENER 3-4]. En 50 ans, la consommation totale d'électricité a été multipliée par 10. Après la dernière guerre et durant les années '50, l'essentiel de la production d'électricité a été assuré par des centrales thermiques classiques alimentées au charbon. La part du pétrole a fortement augmenté durant les années '60,

suivie par le gaz naturel, et ce jusqu'au premier choc pétrolier de 1973. C'est à cette époque que les projets d'électricité nucléaire se sont concrétisés, et se sont ensuite rapidement développés suite au second choc pétrolier (1979), le prix du pétrole étant devenu à ce moment-là trop élevé et trop volatil pour continuer à l'utiliser comme principale ressource pour la production d'électricité. La part relative du nucléaire dans la production d'électricité a progressivement augmenté, pour culminer au milieu des années '80. Après l'accident de Chernobyl (1986) et l'instauration en 1988 d'un moratoire sur la construction de nouveaux réacteurs, il n'y a plus eu de nouvelles capacités nucléaires mises en chantier en Belgique. Cette situation a été officialisée par la loi du 31 janvier 2003 relative à la sortie progressive du nucléaire pour la production civile d'électricité. Sauf cas de force majeure, lié à la sécurité d'approvisionnement en électricité, toutes les centrales nucléaires belges seront fermées à l'issue d'une période d'exploitation de 40 ans (soit entre 2015 et 2025), et aucun nouveau réacteur ne pourra être mis en service. Par conséquent, depuis le début des années '90, les augmentations de capacités de production d'électricité, nécessaires pour répondre à la croissance ininterrompue de la consommation, ont été basées essentiellement sur le gaz naturel (centrales TGV), aux dépens du charbon, le nucléaire restant relativement stable. Par ailleurs, même si elle reste faible, on constate une augmentation progressive de la part relative des

productions décentralisées (sources d'énergie renouvelables et cogénération), en lien avec les politiques de soutien mises en place [voir ENER 2 et 4].

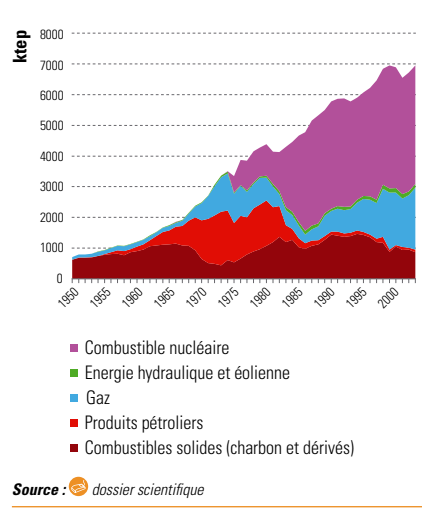
Des tendances similaires s'observent pour les années récentes<sup>(4)</sup> en Région wallonne [voir FIG ENER 3-5]. La contribution du combustible nucléaire (¾ de la production nette d'électricité en 2003) est relativement stable. La part du gaz naturel (16 % en 2003) est en croissance (elle a doublé par rapport à 1985), aux dépens des combustibles solides (charbon). La part des énergies renouvelables (hors biomasse) reste de son côté inférieure à 1 %.

**FIG ENER 3-5** Production nette d'électricité (hors autoconsommation), par type de combustible, en Région wallonne



Source : dossier scientifique

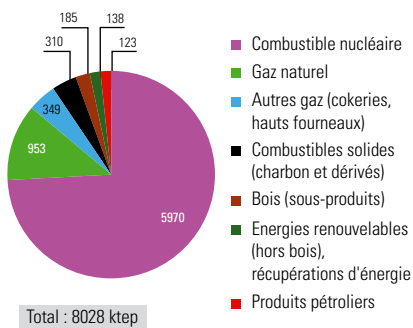
**FIG ENER 3-4** Production nette d'électricité (hors autoconsommation) par type de combustible, en Belgique



Source : dossier scientifique

A noter que la production d'électricité entraîne des pertes de transformation, principalement sous forme de chaleur, mais également lors de la distribution (transport) de l'électricité. Ainsi, la production de 2640 ktep d'électricité en 2003 a nécessité la consommation d'un peu plus de 8000 ktep de combustibles primaires [↘ Fig ENER 3-6], soit un rendement moyen de 33 % (les rendements de transformation dépendent des technologies spécifiques de production d'électricité).

**Fig ENER 3-6** Combustibles primaires utilisés pour la production d'électricité en Région wallonne (2003)



Source : MRW – DGTR – DE (2005)

## Centrales électriques et réseau de distribution

A l'heure actuelle, la production d'électricité en Région wallonne est relativement centralisée et surtout basée sur les combustibles fossiles et fissiles. Le parc de centrales est diversifié, avec une production de base assurée par les réacteurs nucléaires de Tihange et les centrales TGV, complétée par une série de sites de production variés tant en termes de procédés mis en œuvre que de combustibles utilisés [↘ CARTE ENER 3-1].

De leur côté, les différentes sources d'énergie renouvelables représentaient moins de 3 % de la production totale d'électricité en 2004. Le réseau de production électrique basé sur les sources d'énergie renouvelables [↘ Carte ENER 3-2] est réparti spatialement de façon plus homogène, et dominé par les centrales hydrauliques, même si les parcs éoliens se développent rapidement [voir ENER 2].

## Principales technologies industrielles mises en œuvre pour la production d'électricité en Région wallonne<sup>(6)</sup>

Si l'électricité est toujours issue de la transformation d'une forme primaire d'énergie, elle peut être produite par un ensemble varié de technologies. Certaines d'entre elles transforment un combustible primaire (charbon, gaz naturel, biogaz, combustible nucléaire...) en électricité par le biais d'un procédé thermique, alors que d'autres convertissent directement l'énergie cinétique d'une chute d'eau ou du vent en électricité (centrales hydroélectriques, éoliennes).

### Les centrales nucléaires

Dans une centrale nucléaire comme celle de Tihange (type PWR), la chaleur issue de la fission des atomes d'uranium (et éventuellement de plutonium, dans le cas de l'utilisation de MOx) dans le réacteur est utilisée pour chauffer un circuit primaire d'eau sous pression. Celle-ci transfère son énergie à un circuit secondaire d'eau, générant de la vapeur. La vapeur ainsi formée sert à faire tourner des turbines, qui entraînent dans leur rotation les alternateurs qui produisent l'électricité.

#### Schéma de fonctionnement d'une centrale nucléaire (type PWR)



Source : Electrabel

### Les centrales TGV (turbines gaz vapeur)

Dans une centrale TGV, du gaz naturel est brûlé dans une turbine à gaz semblable à un réacteur d'avion. Cette machine entraîne un alternateur, qui produit de l'électricité. Dans le même temps, les gaz chauds qui sortent de la turbine à gaz sont utilisés pour produire de la vapeur dans une chaudière, comme dans une centrale thermique classique. Cette chaudière peut par ailleurs également brûler d'autres combustibles en appoint, pour augmenter la puissance totale développée. La technologie TGV permet ainsi d'atteindre des rendements électriques très élevés.

#### Schéma de fonctionnement d'une centrale TGV



Source : Electrabel

### Les centrales thermiques «classiques»

Dans une centrale thermique classique, le combustible est brûlé dans une chaudière. La chaleur résultant de cette combustion est utilisée pour produire de la vapeur d'eau, qui fait tourner une turbine et un alternateur, qui produit à son tour de l'électricité. Un des grands avantages de ces centrales est la capacité des chaudières à brûler de nombreux types de combustibles (charbon, pétrole, gaz, bois), en ce compris les gaz secondaires issus de processus industriels (sidérurgie, chimie...). La centrale des Awirs, à proximité de Liège, qui utilisait du charbon a par exemple pu être reconvertie pour être alimentée en bois. Les incinérateurs valorisent également de façon similaire la chaleur générée par la combustion des ordures ménagères.

#### Schéma de fonctionnement d'une centrale thermique classique

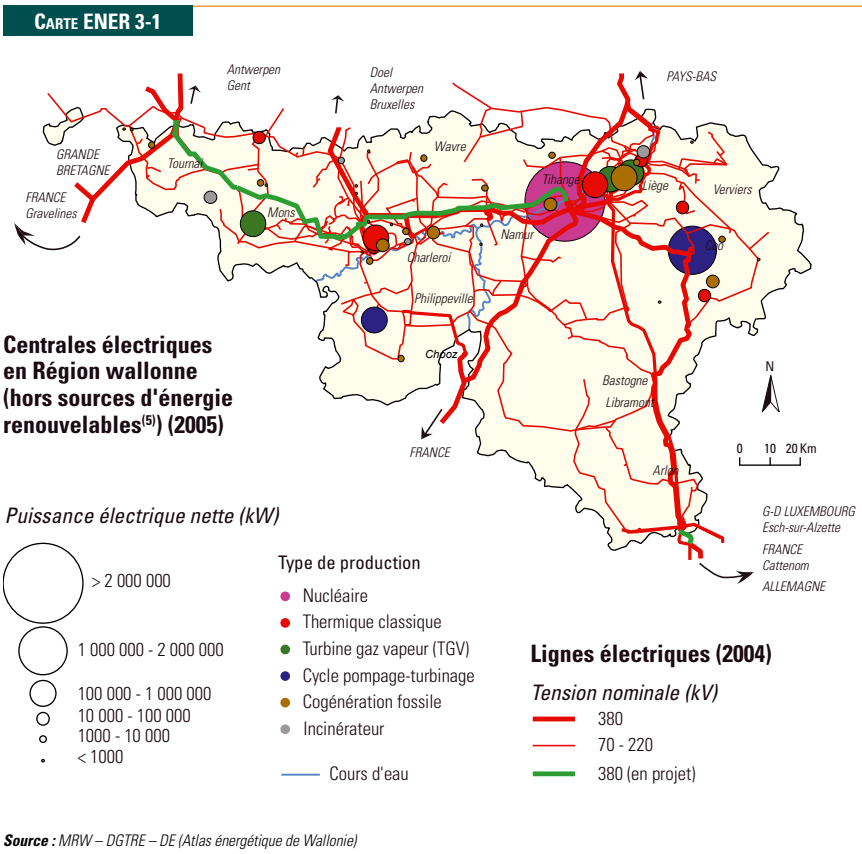


Source : Electrabel

### Les centrales hydrauliques de pompage-turbine

Les unités de pompage-turbine ne sont pas, à proprement parler, des centrales de production d'électricité. Il s'agit plutôt de systèmes de «stockage énergétique», qui agissent comme des amortisseurs (régulateurs) des fluctuations entre la production et la consommation d'électricité sur le réseau<sup>(7)</sup>.

Le principe est simple : il s'agit d'utiliser l'électricité excédentaire disponible à certaines périodes de la journée (par exemple la nuit) pour pomper de l'eau d'un bassin inférieur vers un bassin supérieur. Quand la demande d'électricité est forte, cette eau stockée en hauteur est renvoyée vers le bassin inférieur, en actionnant au passage des turbines hydrauliques, qui produisent de l'électricité. En 2003, les deux unités situées en Région wallonne (Coo et la Plate-Taille) ont ainsi produit 1 061 GWh, alors que le pompage de l'eau a nécessité dans le même temps 1 446 GWh [📄 dossier scientifique].



## ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX LIÉS À LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ

L'impact environnemental de l'électricité se situe principalement au niveau de la phase de production dans les centrales mais également en amont, tout au long des étapes antérieures de préparation des combustibles (extraction, transport, conditionnement, élimination des déchets). En d'autres termes, l'impact sur l'environnement n'est pas uniquement localisé à l'endroit où l'électricité est produite, mais s'étend aux sites d'extraction, de transport et de transformation des sources d'énergie primaire. Les impacts environnementaux varient par ailleurs en fonction de la technologie mise en œuvre.

### Les émissions atmosphériques

Les différents types de centrales thermiques (à l'exception des réacteurs nucléaires<sup>(8)</sup>) sont à l'origine d'émissions de polluants atmosphériques<sup>(9)</sup> (gaz à effet de serre (GES), polluants acidifiants, composés organiques volatils (COV), métaux lourds et particules), qui peuvent avoir des effets sur la santé humaine [voir SANTE] et l'équilibre des écosystèmes. Avec 8,4 % des émissions totales de GES en 2003, le secteur de la production d'électricité est un contributeur non négligeable en Région wallonne. Le bilan net des émissions est fonction des propriétés chimiques des combustibles, de leur origine (renouvelable ou non), ainsi que de l'efficacité des procédés.

En pratique, entre 1995 et 2000, on constate un découplage des émissions de GES et de COV par rapport à la production d'électricité (-25 % dans les deux cas). En ce qui concerne les substances acidifiantes, le découplage remonte à 1990, et est plus marqué (ce type d'émissions a été divisé par un facteur 2,5 entre 1990 et 2000). A partir de 2000, les différentes émissions évoluent de façon similaire à la production d'électricité [voir Fig ENER 3-7].

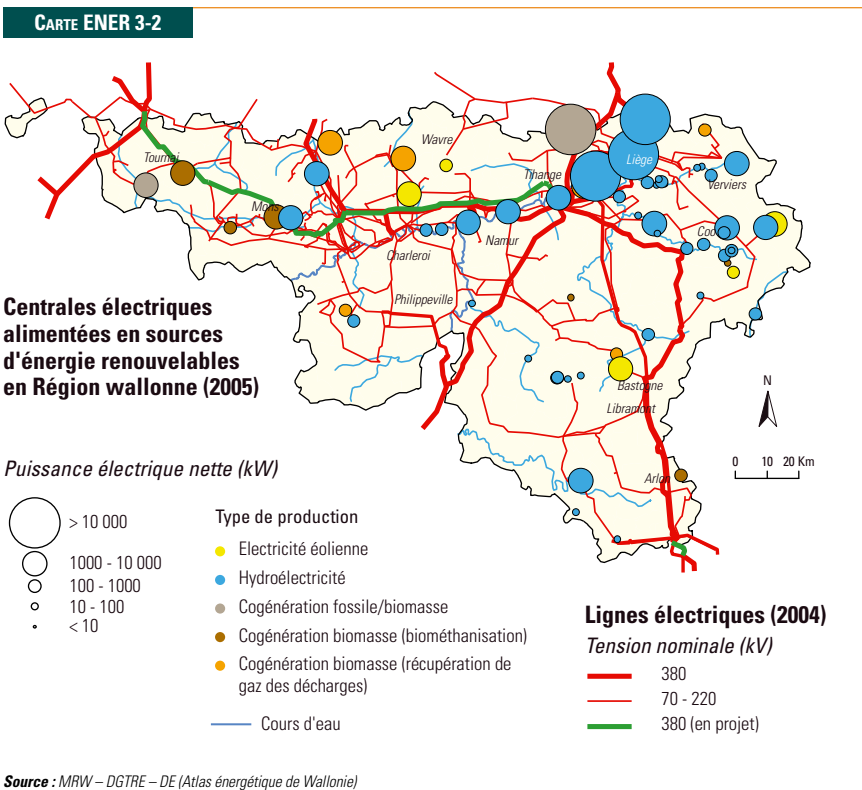
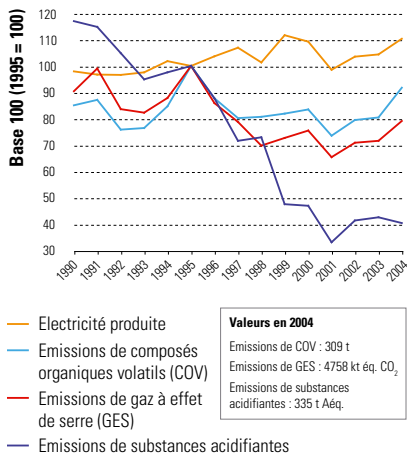


Fig ENER 3-7 Indices d'émissions

atmosphériques liées à la production d'électricité, en Région wallonne

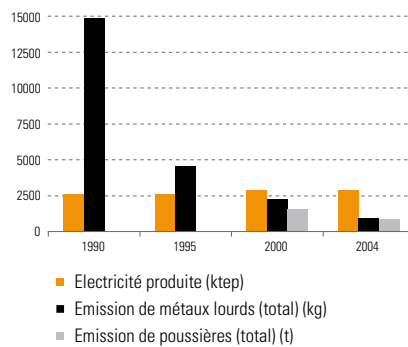


Sources : MRW – DGTRE – DE (2005, 2006) ; MRW – DGRNE – DPA (Cellule Air)

Plusieurs facteurs concourent à la diminution observée des émissions de polluants atmosphériques du secteur de la production d'électricité. Le remplacement progressif des anciennes centrales thermiques, alimentées au charbon, par des unités modernes au gaz naturel (TGV) a permis d'atteindre des rendements de conversion plus élevés (et donc de produire plus d'électricité par unité d'énergie primaire). Le combustible utilisé est aussi intrinsèquement moins polluant (pour une même quantité d'énergie primaire, le charbon émet deux fois plus de CO<sub>2</sub> que le gaz naturel, et est également plus riche en soufre). Le développement de la cogénération permet de rencontrer ce même objectif d'optimisation de la valorisation du contenu énergétique des sources primaires d'énergie. D'autre part, la contribution des sources d'énergie renouvelables, même si elle reste faible à l'heure actuelle, permet de réduire les émissions spécifiques de CO<sub>2</sub>, soit parce qu'il n'y a pas de combustion proprement dite (éolien, hydraulique...), soit parce que le CO<sub>2</sub> émis lors de la combustion a été fixé par la végétation au cours d'un passé récent (biomasse). A noter également la légère croissance de la part du nucléaire (+6 % en termes de contenu énergétique primaire, entre 1995 et 2000), cette technologie n'émettant pas de CO<sub>2</sub> au stade de la production d'électricité.

Par ailleurs, les émissions totales de métaux lourds liées à la production d'électricité ont fortement diminué depuis 1990 [↘ Fig ENER 3-8], même si les variations inter-annuelles sont marquées. Les émissions de poussières ont de leur côté été divisées par 2 entre 2000 et 2004. Cette évolution est attribuable à l'utilisation de combustibles plus propres (gaz naturel) ainsi qu'à la mise en place de systèmes de filtration efficaces des rejets.

Fig ENER 3-8 Emissions atmosphériques (métaux lourds, poussières) liées à la production d'électricité, en Région wallonne



Source : MRW – DGRNE – DPA (Cellule Air)

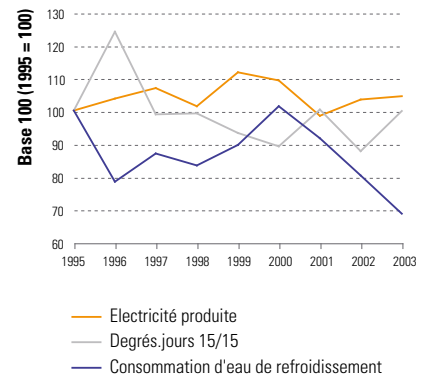
### Autres impacts environnementaux

Sans prétendre à l'exhaustivité<sup>(10)</sup>, on peut citer la consommation d'eau pour le refroidissement des centrales électriques, la question du risque nucléaire et de la gestion des déchets radioactifs, ainsi que le cycle de vie (transport, déchets) des combustibles utilisés pour la production d'électricité.

Le secteur de l'industrie en Région wallonne est le principal consommateur de ressources en eau de surface, les trois quarts du total étant consacrés au refroidissement des centrales électriques. Les volumes d'eau consommés dépendent de la quantité d'électricité produite, mais également des conditions climatiques, les besoins étant plus élevés durant les années chaudes [↘ Fig ENER 3-9]. Les rejets thermiques (eau chaude) dans les cours d'eau contribuent de façon significative à la charge polluante totale des rejets d'eaux usées<sup>(11)</sup>. A noter que dans certains cas, comme lors de l'épisode caniculaire de l'été 2003, les besoins en eau de refroidissement et la température des rejets

peuvent générer une pression plus élevée sur des paramètres environnementaux tels que le débit minimum d'étiage des cours d'eau ou la qualité du milieu pour la faune aquatique [voir RES EAU 2].

Fig ENER 3-9 Indice de consommation d'eau de surface pour le refroidissement des centrales électriques, en Région wallonne



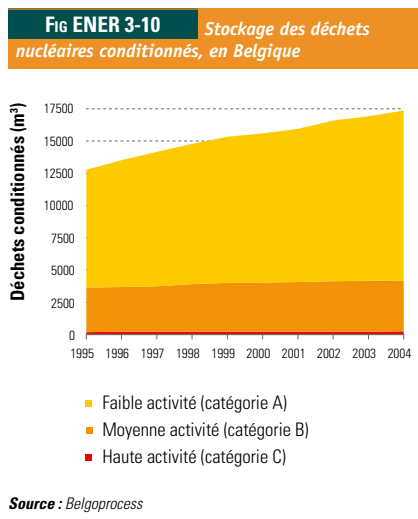
Sources : MRW – DGTRE – DE (2005) ; MRW – DGRNE – DE (Direction de la taxe et de la redevance)

La question du risque de contamination radioactive lié à l'utilisation du nucléaire pour la production d'électricité est complexe. La probabilité d'un accident grave dans une centrale en Région wallonne est très faible, notamment du fait des marges importantes de sécurité et des systèmes de surveillance mis en oeuvre, mais les conséquences pour l'environnement et la santé humaine<sup>(12)</sup> restent potentiellement dramatiques. Une série de mesures de prévention ont par conséquent été prises, incluant la mise au point d'un Plan d'urgence nucléaire [voir ENTR]. Des accords internationaux existent également dans ce domaine (avec la France notamment, concernant la centrale de Chooz). A noter qu'un certain nombre d'informations sur les conséquences à court et moyen terme d'un accident nucléaire ont été récoltées suite aux événements du passé (l'accident de Chernobyl en particulier).

Les centrales nucléaires génèrent par ailleurs des déchets radioactifs, dont la gestion à long terme soulève toujours un certain nombre de questions. En Belgique, 80 % des déchets radioactifs proviennent d'entreprises actives dans la production d'électricité, le reste étant surtout issu d'applications médicales<sup>(13)</sup>. Les

déchets radioactifs sont classés en 3 catégories, en fonction de l'intensité et de la durée du rayonnement émis (demi-vie<sup>(14)</sup>). A l'heure actuelle, les différents types de déchets radioactifs sont conditionnés et stockés en surface [↘ Fig ENER 3-10]. Différentes techniques d'enfouissement souterrain<sup>(15)</sup> sont également envisagées pour la gestion à long terme des déchets à haute activité et à longue demi-vie (plus de 30 ans).

Les impacts environnementaux du transport des combustibles fossiles ont été abordés par ailleurs [voir ENER 1]. Une proportion plus ou moins importante de ces combustibles est utilisée pour la production d'électricité en Région wallonne. L'utilisation de combustibles solides (charbon) dans les centrales génère également des déchets, sous forme de cendres de combustion. Ces dernières peuvent éventuellement être valorisées dans certains processus industriels, comme la fabrication de ciment [voir ENTR].



## Remerciements

Nous remercions pour leur collaboration et/ou relecture :

Catherine HALLET, Jean-Paul LEDANT, Hughes NOLLEVAUX, Charles PASSELECO, Olivia SCHOELING, Christian TRICOT et Didier VERHEVE

## Sources principales

MARENNE, Y., 2006., *La production d'électricité en Région wallonne*. Dossier scientifique réalisé dans le cadre du Rapport analytique 2006-2007 sur l'état de l'environnement wallon. ICEDD. Namur. 15 p.

MRW – DGTRE – DE, 2005. *Recueil de statistiques énergétiques de la Région wallonne (1990-2003)*. Réalisé par l'ICEDD pour le compte de la Région wallonne (MRW – DGTRE – DE). Namur. 197p.

MRW – DGTRE – DE, 2006. *Bilan énergétique de la Région wallonne (2004)*. Réalisé par l'ICEDD pour le compte de la Région wallonne (MRW – DGTRE – DE). Namur. 75p.

(1) Voir <http://energie.wallonie.be/xml/doc-IDC-3450-.html> ou <http://www.cwape.be> pour plus d'informations concernant le processus de libéralisation de l'énergie en Région wallonne.

(2) A noter aussi qu'en Région wallonne, il était déjà possible avant cette date, et pour tous les types de clients, d'acheter de l'électricité à un fournisseur d'électricité verte [voir ENER 2].

(3) Hors autoconsommation (centrales électriques et autres industries), mais pertes de distribution comprises. Il s'agit donc de la quantité nette d'électricité envoyée sur le réseau de distribution.

(4) Les données pour la Région wallonne ne sont disponibles que depuis 1985.

(5) A l'exception de la centrale thermique des Awirs, alimentée depuis 2005 en bois (importé).

(6) Le cas des sources d'énergie renouvelables est abordé par ailleurs [voir ENER 2], tout comme les spécificités de la cogénération [voir ENER 4].

(7) Les centrales nucléaires, qui produisent la majeure partie de l'électricité en Région wallonne, ont une forte inertie, ce qui fait qu'elles ne peuvent pas s'adapter aux variations journalières de la demande d'électricité.

(8) A noter que si la réaction de fission nucléaire en elle-même n'émet pas de polluants atmosphériques, ce n'est pas le cas du cycle de préparation du combustible, du traitement des déchets, de la construction des centrales...

(9) Les données d'émissions présentées dans cette section se rapportent au secteur de l'énergie, à savoir l'ensemble des centrales de production d'électricité (et éventuellement de chaleur en cas de cogénération), à l'exception des installations industrielles majoritairement destinées à l'autoconsommation.

(10) D'autres aspects comme l'impact paysager ou l'effet sur la santé des champs électromagnétiques ne sont par exemple pas abordés.

(11) Exprimée en unités de charge polluante (UCP) [voir ENTR].

(12) Les conséquences pour la santé de l'exposition aux rayonnements ionisants sont présentées par ailleurs [voir SANTE 6]. Les conséquences d'une prolifération nucléaire (et notamment de l'utilisation du plutonium à des fins non énergétiques) ne seront pas abordées ici.

(13) Des informations complémentaires relatives au traitement des déchets nucléaires sont disponibles sur [http://statbel.fgov.be/figures/d147\\_fr.asp](http://statbel.fgov.be/figures/d147_fr.asp)

(14) La demi-vie d'une source radioactive est le temps nécessaire pour que son activité diminue de moitié par rapport à sa valeur initiale.

(15) Comme le dépôt final en couches argileuses, envisagé par exemple dans le cadre du projet Euridice ([www.euridice.be](http://www.euridice.be)).