

**RAPPORT FINAL
DE LA SUBVENTION 2010-2011
Octobre 2011**

ANNEXE

ACTUALISATION DU SDER

Rapport scientifique

Thématiques sectorielles

**Thématique « Production, stockage et transports de
l'énergie »**



Coordination

M.-F. Godart, L. Bellefontaine et V. Cawoy (ULB-IGEAT)

Rédaction

F. Girolimetto, V. Vanderheyden et C. Van Der Kaa
sous la direction scientifique de J.-L. Lilien (ULg-Lepur)

TABLE DES MATIERES

1.	Définition du champ de la thématique « Production, stockage et transports de l'énergie »	1
2.	La thématique « Production, stockage et transports de l'énergie » dans le SDER 99	3
3.	La thématique « Production, stockage et transports de l'énergie » actuellement	4
3.1	La production d'énergie	4
3.2	Le stockage de l'énergie	9
3.3	Les transports de l'énergie	9
4.	La thématique « Production, stockage et transports de l'énergie » face aux défis et aux autres thématiques	11
4.1	Liens entre la thématique « Production, stockage et transports de l'énergie » et les 6 défis	11
4.1.1	Défi climatique	11
4.1.2	Défi énergétique	11
4.1.3	Défi de la compétitivité	11
4.1.4	Défi de la cohésion sociale	11
4.1.5	Défi de la mobilité	12
4.1.6	Défi de la démographie	12
4.2	Liens entre la thématique « Production, stockage et transports de l'énergie » et les autres thématiques sectorielles	12
5.	Développement d'indicateurs	13
5.1	Introduction	13
5.2	Indicateur 1 : « Evolution des énergies renouvelables en Wallonie »	13
5.2.1	Description	13
5.2.2	Disponibilité et validité des données	13
5.2.3	Observations et caractérisation de l'évolution passée	14
5.2.4	Hypothèses d'évolution aux horizons 2020 et 2040	15
5.3	Indicateur 2 : « Intensité énergétique (IE) »	16
5.3.1	Description	16
5.3.2	Disponibilité et validité des données	16
5.3.3	Observations et caractérisation de l'évolution passée	16
5.3.4	Hypothèses d'évolution aux horizons 2020 et 2040	17
6.	Principales tendances d'évolution, besoins sectoriels et enjeux territoriaux	18
7.	Analyse AFOM de la thématique « Production, stockage et transports de l'énergie »	21
8.	Bibliographie	22

9.	Annexes.....	24
9.1	Annexe 1 : Flux énergétiques en Wallonie en 2008.....	24
9.2	Annexe 2 : Localisation des centrales électriques en Wallonie (hors sources d'énergie renouvelables)	25
9.3	Annexe 3 : Localisation des centrales électriques alimentées en sources d'énergie renouvelables.....	25
9.4	Annexe 4 : Localisation du réseau de gazoducs à l'échelle nationale	26
9.5	Annexe 5 : Le réseau électrique à haute tension à l'échelle suprarégionale	27
9.6	Annexe 6 : Réseaux électriques à haute tension (de 70 kV à 380 kV) à l'échelle nationale.....	28

THEMATIQUE « PRODUCTION, STOCKAGE ET TRANSPORTS DE L'ÉNERGIE »

1. DEFINITION DU CHAMP DE LA THEMATIQUE « PRODUCTION, STOCKAGE ET TRANSPORTS DE L'ÉNERGIE »

L'énergie est nécessaire au fonctionnement de la société pour répondre à ses divers besoins. Pour disposer de cette énergie sous forme utilisable, notamment d'électricité ou de chaleur, il est nécessaire de capter l'énergie primaire disponible dans l'environnement sous diverses formes (pétrole, gaz, charbon, combustible nucléaire, biomasse, vent, eau, soleil...), de la transformer (production d'énergie secondaire), d'en assurer un certain stockage et le transport puis la distribution vers les lieux de consommation finale.

La meilleure énergie restant celle qui ne doit pas être produite ou importée, l'Utilisation Rationnelle de l'Energie (URE) est une préoccupation forte déjà préconisée en 1999 et qui se développe notamment au travers des accords de branche avec l'industrie ou l'amélioration de la performance énergétique des bâtiments.

La production énergétique sur base des combustibles fossiles pose la question de la dépendance de la Wallonie aux approvisionnements extérieurs. Elle est aussi fortement émettrice de gaz à effet de serre. Les énergies renouvelables (ER) sont plus avantageuses à cet égard, mais elles présentent néanmoins leurs propres inconvénients. Ainsi par exemple, la production éolienne dépend des conditions de vent ; elle est intermittente. De même, la productivité des centrales hydroélectriques est liée au débit des cours d'eau et donc au volume des précipitations. Il est dès lors impossible, à moins de solutionner le stockage, d'assurer par ce type de sources la coïncidence entre l'offre en électricité et la demande. Autres exemples : l'exploitation de l'énergie solaire demande de grandes surfaces de captage ; sa technologie est chère et a un rendement de conversion peu élevé (de l'ordre de 10 à 20% actuellement pour le solaire photovoltaïque) ; les cultures énergétiques sont en compétition avec les productions alimentaires pour la valorisation des terres agricoles...

L'électricité est le vecteur énergétique le plus utilisé grâce à sa grande « polyvalence ». Cependant, l'électricité ne se stocke pas ; il faut en permanence faire coïncider la production et la demande électrique et donc disposer des infrastructures adéquates en termes de production de base mais aussi de pic de demande et, inversement, être capable de stocker les surplus de production aux heures creuses de consommation. L'interconnexion des réseaux électriques à l'échelle internationale permet une certaine mutualisation des ressources et une atténuation des conséquences de la perte d'une unité de production sur le territoire national. La production électrique s'accompagne, au niveau des centrales thermiques classiques, de pertes d'énergie très importantes sous forme de chaleur résiduelle¹. Pour l'essentiel, ces pertes sont à l'heure actuelle irrécupérables à un coût économique viable. La cogénération centralisée, couplée à un réseau de chaleur, est parfois possible.

Un stockage d'énergie peut être organisé de diverses manières : réserve de combustible, stockage d'énergie secondaire sous forme d'énergie potentielle (de chute), chimique

¹ En Wallonie : 70TWh liés au nucléaire et à tous les autres processus thermiques (centrales à gaz...).

(batteries, hydrogène), etc. Le stockage permet notamment de pallier à d'éventuelles difficultés (technique, financière...) ou interruptions provisoires d'approvisionnement.

Le transport et la distribution de l'énergie sont assurés via divers réseaux : gazoducs, oléoducs, réseaux électriques aux diverses tensions, ainsi que par voies fluviale, ferroviaire et routière. Autant que les unités de production, ces réseaux et leurs infrastructures associées telles que les postes de transformation électrique sont vitaux pour la vie sociale et économique.

Longtemps, les conséquences stratégiques et écologiques des modes de production et de consommation de l'énergie ont été tenues pour négligeables. Il est maintenant clair, comme le montre l'analyse du défi de l'Énergie, que les tendances actuelles dans ce domaine ne sont pas durables. Au cours des prochaines décennies, la croissance attendue des services énergétiques sera influencée simultanément à la hausse par la croissance démographique qui s'annonce et à la baisse par la désindustrialisation et les nécessaires économies d'énergie, tandis que la part de l'électricité devrait grandir notamment dans le transport (véhicules électriques et hybrides) et le chauffage (pompe à chaleur).

2. LA THEMATIQUE « PRODUCTION, STOCKAGE ET TRANSPORTS DE L'ÉNERGIE » DANS LE SDER 99

Dans sa version de 1999, le SDER aborde la thématique de manière succincte et peu spatialisée. Le chapitre 3.2. (Équipements et réseaux techniques, pp. 82 à 84) fait la synthèse de l'approvisionnement énergétique de la Wallonie, des tendances d'évolution (libéralisation, évolution de la consommation, développement des énergies renouvelables). Concernant l'énergie primaire, le SDER constate la forte dépendance extérieure de la Wallonie (97 %) tandis que les énergies renouvelables ne représentent en 1996 que 1,8 % de la consommation intérieure brute.

Pour la production d'électricité, l'accent est mis sur l'importance quantitative de l'énergie nucléaire (76 % de la production d'électricité wallonne provient des centrales de Tihange en 1994). Les autres productions sont aussi citées (thermique, hydraulique, TGV). L'inégalité spatiale entre production et consommation est soulignée. La production est concentrée en province de Liège (centrale nucléaire de Tihange, centrale par pompage-turbinage de Coos², centrale TGV à Seraing).

Au niveau du transport de l'électricité, le SDER constate que la consommation se répartit sur l'ensemble du territoire avec une forte concentration autour des deux pôles citadins de Liège et Charleroi. La centralisation de la production implique la présence d'un réseau de transport à haute et très haute tension (jusqu'à 380 kV) interconnecté aux réseaux des pays voisins et d'un réseau basse tension pour la distribution locale.

Pour le gaz, le SDER met en évidence son importation des Pays-Bas, d'Algérie et de Norvège. D'un point de vue spatial, la consommation de gaz se fait dans les zones les plus densément peuplées, où l'installation de conduites est rentable. L'évolution de la consommation montre une augmentation des livraisons aux industries lourdes et une relative stagnation au niveau des particuliers.

Le SDER aborde ensuite les tendances d'évolution où sont mises en évidence la libération du marché européen (dont l'impact sur le transport local reste difficile à prévoir), l'évolution de la consommation (avec une croissance globale relativement stable). La cogénération est ensuite abordée car elle offre un rendement supérieur aux centrales thermiques et nucléaires et la libéralisation du marché de l'énergie devrait faciliter son développement.

Les énergies renouvelables sont peu abordées dans le SDER99 : allusion à de petites unités de production au fil de l'eau, à l'exploitation de la biomasse et de l'utilisation « expérimentale » de l'éolien.

Trois enjeux sont répertoriés : (1) la possible dispersion de la production d'énergie (cogénération chez les gros consommateurs de chaleur, petites unités de production, exploitation de la biomasse), (2) la libéralisation du marché de l'énergie et la prolifération des lignes de distribution à haute tension et (3) la promotion de l'économie d'énergie dans l'habitat.

Les questions énergétiques sont aussi abordées dans les chapitres consacrés au paysage, aux enjeux de mobilité et d'accessibilité du territoire wallon, d'économie d'énergie dans les bâtiments.

Dans la troisième partie du document (Mise en œuvre du projet), l'attention est portée sur l'intégration des réseaux de transport d'énergie dans leur environnement ainsi que sur la protection et la gestion des ressources, notamment énergétiques (promotion de l'URE et des ER).

² Dans le cas de Coos, il s'agit plus de stockage-déstockage d'énergie

3. LA THEMATIQUE « PRODUCTION, STOCKAGE ET TRANSPORTS DE L'ÉNERGIE » ACTUELLEMENT

L'état des lieux ci-après se focalise sur les modalités actuelles de la production, du stockage et du transport de l'énergie en Wallonie. Le contexte global dans lequel s'inscrit la thématique et les enjeux globaux que représente l'énergie sont détaillés dans la note relative au défi de l'énergie. En particulier, l'Utilisation Rationnelle de l'Energie (URE), déjà préconisée en 1999, reste une préoccupation forte. La structuration du territoire wallon a un impact lourd sur la consommation énergétique actuelle, mais offre un champ d'action assez vaste pour des améliorations à long terme, notamment en ce qui concerne les bâtiments et la mobilité (cf. Note de recherche *Actualisation du SDER Les nouveaux défis du développement territorial en Wallonie*, CPDT, octobre 2011, et les autres thématiques de ce rapport).

3.1 LA PRODUCTION D'ENERGIE

La production d'énergie comporte deux volets indissociables : l'approvisionnement énergétique et les infrastructures de production. Suivant la source d'énergie utilisée, la production d'électricité recourra ou non à des processus thermiques à flamme. Lorsque c'est le cas, une contrainte spatiale surgit au travers de la nécessité d'un approvisionnement fiable en eau de refroidissement. L'acheminement de combustibles s'opère également parfois par voie d'eau. Ainsi, le réseau hydrographique a été et reste un élément structurant dans le cadre de la production énergétique.

L'approvisionnement énergétique wallon se répartit inégalement entre des énergies importées et des énergies endogènes ou ressources propres : en 2008, la Wallonie a importé 96% de ses besoins énergétiques. La situation reste ainsi globalement identique à celle relevée dans le SDER 99 (97%)³. Les importations concernent l'uranium (32% de l'approvisionnement total), les produits pétroliers (30%), le gaz naturel (20%) et le charbon (11%)⁴. Les ressources propres consistent en hydroélectricité, biomasse, énergie éolienne et combustibles récupérés sur les terrils wallons. Concernant plus particulièrement les énergies primaires, la Wallonie reste importatrice de ses combustibles, majoritairement fossiles, hormis une petite production de biomasse. L'augmentation des importations est clairement perceptible pour le vecteur gaz naturel. Ce combustible est passé de 17% de la consommation intérieure brute (CIB) en 1984 à 20% en 2008. Par contre, les importations de charbon subissent une chute spectaculaire, passant de 36% à 8% de la CIB de 1984 à 2008. Le combustible nucléaire assure, grâce à la centrale de Tihange, 67% de la production nette d'électricité⁵ en 2008. La sortie du nucléaire a été votée en 1999, après l'adoption du SDER. Initialement prévue en 2015, la fermeture de Tihange 1 a été reportée à 2025 (sous réserve de validation par le prochain gouvernement). La sortie du nucléaire s'étalera sur plusieurs années et devra être coordonnée avec la mise en service de nouvelles unités de production, dont vraisemblablement plusieurs centrales TGV. A noter que les décisions de fermeture de centrales nucléaires en Allemagne impactent déjà la Belgique notamment parce que de nouveaux flux électriques transitent par notre pays. Des solutions relatives aux déchets radioactifs devront être choisies à l'échelon fédéral (le projet de réacteur nucléaire Myrrha à Mol étudie des solutions pour réduire ces déchets). Le nucléaire concerne uniquement la

• ³ Par comparaison, 50% des approvisionnements énergétiques de l'Europe s'appuient sur des ressources propres (l'énergie nucléaire étant comptabilisée comme une importation d'énergie).

• ⁴ CELLULE ETAT DE L'ENVIRONNEMENT WALLON (2010). *Tableau de bord de l'environnement wallon 2010*. SPW-DGARNE-DEMNA-DEE ; voir annexe 1.

• ⁵ ICEDD (2010). *Bilan énergétique de la Région wallonne. Bilan provisoire 2009*. DGO4, Département de l'Energie et du Bâtiment durable.

production électrique de base, en raison du fonctionnement régulier et continu imposé par la fission (le nucléaire de nouvelle génération permet cependant une meilleure régulation).

Le gaz, complété par le pompage-turbinage (voir 3.2), complète cette production de base et assure l'essentiel de la production de pointe. La part des centrales turbines gaz-vapeur (TGV) est en augmentation. Par exemple, une nouvelle unité TGV (turbine gaz-vapeur) à Roux (Amercoeur), le long du canal Charleroi-Bruxelles, remplace depuis 2010 l'ancienne production à base de charbon. Actuellement, la Wallonie compte trois centrales TGV d'une puissance supérieure à 350 MW : Seraing (SPE), Saint-Ghislain et Amercoeur (Electrabel). Certaines vieilles centrales thermiques (charbon, mazout) sont reconverties en centrales à la biomasse (ex. Awirs), souvent avec une puissance beaucoup plus faible.

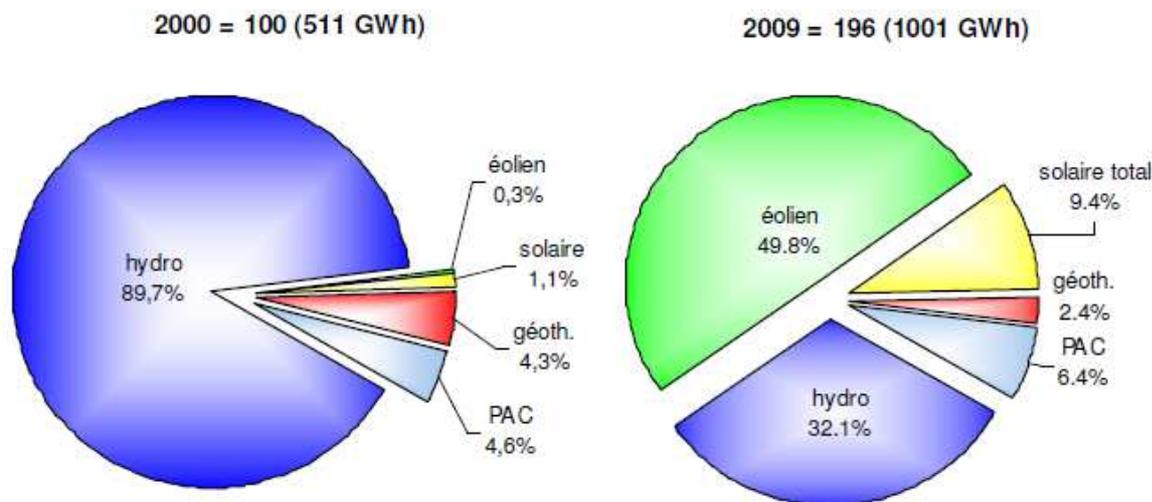
Depuis 1999, où elle était essentiellement limitée à l'hydroélectricité, la production d'électricité par les énergies renouvelables a connu un développement sans précédent, passant des simples dispositifs expérimentaux annoncés à des unités de production concrètes⁶. En 2008, l'énergie produite sur base de sources d'énergie renouvelables approche 7% du total de l'électricité produite en Wallonie. Ce score est atteint grâce à une hausse quasi continue de 10% par an depuis 1990⁷. Leur production a ainsi augmenté d'un facteur 4 entre 1990 et 2009 avec une accélération à partir de 2004 grâce à l'apport de la biomasse. Elles dépassent ainsi les objectifs indicatifs intermédiaires du Plan pour la Maîtrise Durable de l'Energie en Wallonie (PMDE) de 2003. Ce bon résultat a été permis par l'important travail législatif entrepris depuis 2000, dont le plus important est l'instauration des certificats verts. Rappelons que l'objectif posé par la Déclaration de Politique Régionale (DPR) du 16 juillet 2009 à l'horizon 2020 est de 20% de la consommation finale d'énergie par des sources renouvelables et que l'effort doit donc être poursuivi. La Région wallonne finance aussi des facilitateurs pour les différentes formes d'ER. Dans le SDER 1999, l'accent était mis sur les potentialités du territoire en hydroélectricité. Actuellement, c'est la valorisation des potentiels biomasse et éolien qui domine largement les autres modes de production d'électricité par les ER. Au niveau de la production domestique, le photovoltaïque connaît la plus grosse progression en raison d'avantages plus intéressants. La Figure 1 illustre le glissement rapide de la production renouvelable hors biomasse de la ressource hydraulique vers les ressources éoliennes et solaires. Notons qu'un potentiel géothermique existe en Wallonie ; il est déjà valorisé localement comme à Saint-Ghislain pour l'alimentation d'habitations et d'hôpitaux. Il demeure encore mal connu, bien que le bassin de la Haine semble intéressant en termes de potentiel géothermique de profondeur⁸. A Mons par exemple, l'intercommunale IDEA prévoit d'équiper une nouvelle zone d'activité économique d'une centrale de chauffe alimentée via la géothermie.

• ⁶ Le thème « Énergie et territoire » de la subvention CPDT 2008-2009 traite des potentialités de production du territoire wallon en ER (biomasse, éolien, géothermie et pompes à chaleur, hydraulique et solaire)

⁷ CELLULE ETAT DE L'ENVIRONNEMENT WALLON (2010). *Tableau de bord de l'environnement wallon 2010*. SPW-DGARNE-DEMNA-DEE.

• ⁸ Berckmans A. & Vandenberghe N., 2008

Figure 1 : Répartition par source renouvelable de l'énergie primaire hors biomasse en Wallonie en 2000 et 2009



Source : ICEDD (2011) PAC : pompes à chaleur.

En 2009, la biomasse représentait près de 62% des ER produites en Wallonie, mais en grande partie sur base de biomasse importée, notamment du bois importé du Canada à coût écologique relativement faible. Pour les grosses unités de production, une desserte efficace est nécessaire afin limiter les coûts et les impacts environnementaux du transport de la matière première, ce qui contraint les choix de localisation. La filière wallonne du bois-énergie est bien développée et s'appuie sur les sous-produits de la sylviculture ; les unités de production se localisent surtout en Ardenne. Les cultures énergétiques occupent environ 1% de la SAU⁹. La Wallonie s'est engagée dans la production de carburants alternatifs au pétrole : les biocarburants, principalement sous forme d'agro-diesel (colza) et d'agro-éthanol (céréales et betteraves), comme par exemple à Wanze. Les biogaz sont valorisés selon deux filières : l'une sur une échelle locale essentiellement à partir d'effluents d'élevage valorisés dans de petites installations de cogénération utilisées sur place, l'autre à plus grande ampleur, soit via l'injection du biogaz, après épuration, dans le réseau de gaz naturel, soit via son utilisation comme carburant. Pour les biodiesels, seulement 5% du colza utilisé est d'origine wallonne. La question de la concurrence avec les autres productions agricoles et du gain en termes de substitution de combustible sont abordées dans d'autres thématiques de ce rapport (cf. Thématiques Agriculture, Transports).

Depuis 2002, date à laquelle le Gouvernement wallon a établi un cadre de référence pour les implantations, le développement des éoliennes a été fulgurant. La première éolienne wallonne date de 1998 (Saint-Vith) et ne représentait que 500 kW de puissance nominale installée. Actuellement, plus de 220 éoliennes sont implantées sur plus de 30 sites (Carte 1). En 2009, près de 500 GWh de production éolienne ont été obtenus. Pour 2010, la production est évaluée à près de 900 GWh. Enfin, sur base de la capacité installée en juillet 2011 (490 MW), la production s'élève désormais à plus de 1000 GWh sur base annuelle¹⁰. En 2011, le Gouvernement wallon a, au travers du cadre de référence, fixé un objectif devant permettre d'atteindre une production de 4,5 TWh à l'horizon 2020, ce qui pourrait se traduire par l'installation chaque année d'environ 80 éoliennes de 2,1MW.

⁹ Estimation au prorata des données nationales, valeurs 2007

¹⁰ Sources : APERE et EDORA

Le solaire représente actuellement une production d'un cinquième de celle de l'éolien. Au niveau de la production domestique, depuis 2000 et parmi les différentes ER, il a connu la plus forte progression grâce à une politique de soutien intensive. Grâce au plan Solwatt¹¹, les puissances installées ont été multipliées par 6 entre 2008 et 2009. Malgré la suppression des primes régionales fin 2009, le marché a continué sa progression en 2010. L'APERe estime à 80 MWh la puissance installée fin 2010 en Wallonie. Les aides accordées à l'installation de panneaux solaires photovoltaïques, qui ont été très élevées pour lancer la dynamique, ont été récemment revues mais permettent encore un amortissement en 4 ans.

Enfin, début 2011, 85 centrales hydroélectriques étaient en fonctionnement en Wallonie, dont 56 de puissance supérieure à 10 kW. La puissance installée dépassait 110 MW¹².

La cogénération a été facilitée par la libéralisation du marché de l'électricité et est bien développée en Wallonie. Elle permet un accroissement du rendement global. Les cogénérations fossiles certifiées dont le taux d'économie de CO₂ est supérieur à 10%, suivant les règles de calcul définies et publiées annuellement par la CWaPE¹³, bénéficient des certificats verts ainsi que les cogénérations biomasse. L'installation d'une unité de cogénération concerne surtout le secteur industriel (valorisation de la chaleur industrielle). Un atlas de la cogénération est disponible en ligne¹⁴.

Sur le plan territorial, la production électrique wallonne reste historiquement marquée par une forte centralisation et une importante concentration en province de Liège grâce à la Meuse qui peut assurer un refroidissement adéquat des centrales thermiques (Carte 1). Le réseau hydrographique principal joue toujours un rôle structurant pour ce type de centrales. Pour la biomasse également, la localisation des installations de production le long d'un cours d'eau réduit considérablement les coûts et les impacts environnementaux du transport de la matière première (centrale des Awirs par exemple). Les productions éolienne et solaire se heurtent à des contraintes spatiales moindres. Les parcs éoliens, délivrant des productions importantes, sont contraints spatialement surtout par la proximité d'un point d'injection dans le réseau haute tension. La production solaire, essentiellement une petite production domestique, est disséminée dans les zones bâties et souvent consommées localement ; elle transite surtout par le réseau de distribution et impacte peu celui de transport.

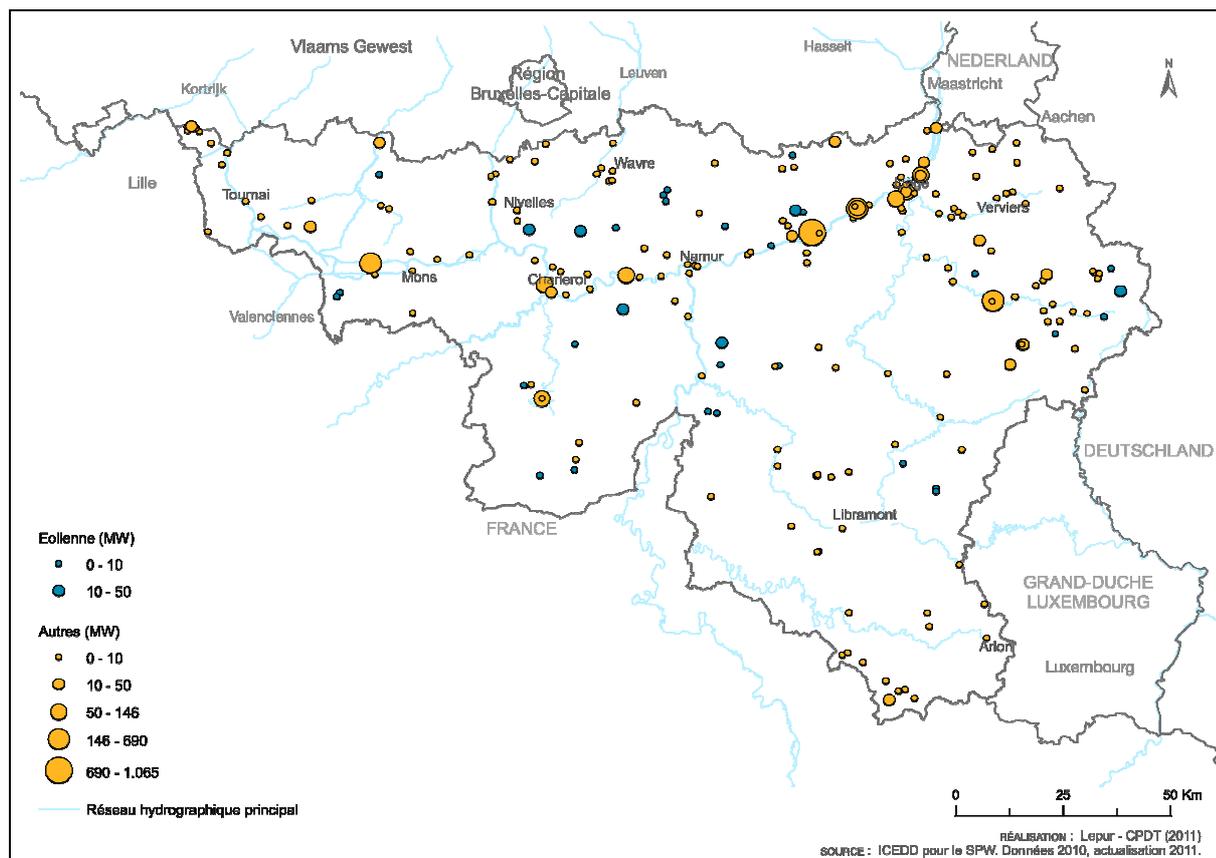
• ¹¹ Solwatt : programme de développement du solaire photovoltaïque en Wallonie à destination des particuliers et des PME, mis en place à partir de 2007.

• ¹² Source : Apere, Renouvelle n°33, avril 2011.

• ¹³ Commission Wallonne Pour l'Énergie: organisme officiel de la Région wallonne de régulation des marchés wallons de l'électricité et du gaz

• ¹⁴ <http://www.cogensud.be/cartes/map-cogentour.html>

Carte 1 : Production électrique en Wallonie



Source : ICEDD pour la DGO4. Données 2010, actualisation juillet 2011. Atlas en ligne <http://www.cogensud.be/cartes/map-cogentour.html>

En lien avec le développement de la cogénération, les réseaux de chaleur connaissent un regain d'intérêt, même s'ils restent encore peu développés en Wallonie. Ne pouvant s'étendre sur plus de 5 à 10 kilomètres, ces réseaux sont contraints par la nécessité d'une demande énergétique importante en chauffage et eau chaude sanitaire en toutes saisons. Ils ne peuvent donc s'implanter de manière rentable que dans des conditions strictes de densité de population, de besoins industriels (en zone d'activité économique par exemple) ou d'équipements collectifs énergivores (piscine...). Les campus de l'ULg et de l'UCL sont des exemples où les conditions requises sont rencontrées et des réseaux de chaleur y fonctionnent sur base d'une cogénération. La chaleur résiduelle rejetée par les grosses centrales (nucléaires et thermiques) est difficilement valorisable aux conditions technologiques et économiques actuelles, mais la géothermie est susceptible d'alimenter des réseaux de chaleur. Une expertise, menée par la CPDT en 2009-2010, a croisé les cartes de potentiel géothermique avec un inventaire des besoins tels que l'occupation du sol, la démographie, les types de bâti, les entreprises, les ressources énergétiques, le transport et la rénovation urbaine. S'en sont suivis une estimation des besoins en énergie, un dimensionnement des réseaux et une évaluation de leur faisabilité. Les résultats ont permis d'établir des croisements entre le potentiel en énergie et les besoins en chaleur des logements à l'échelle communale et de proposer des critères de localisation d'un réseau de chaleur.

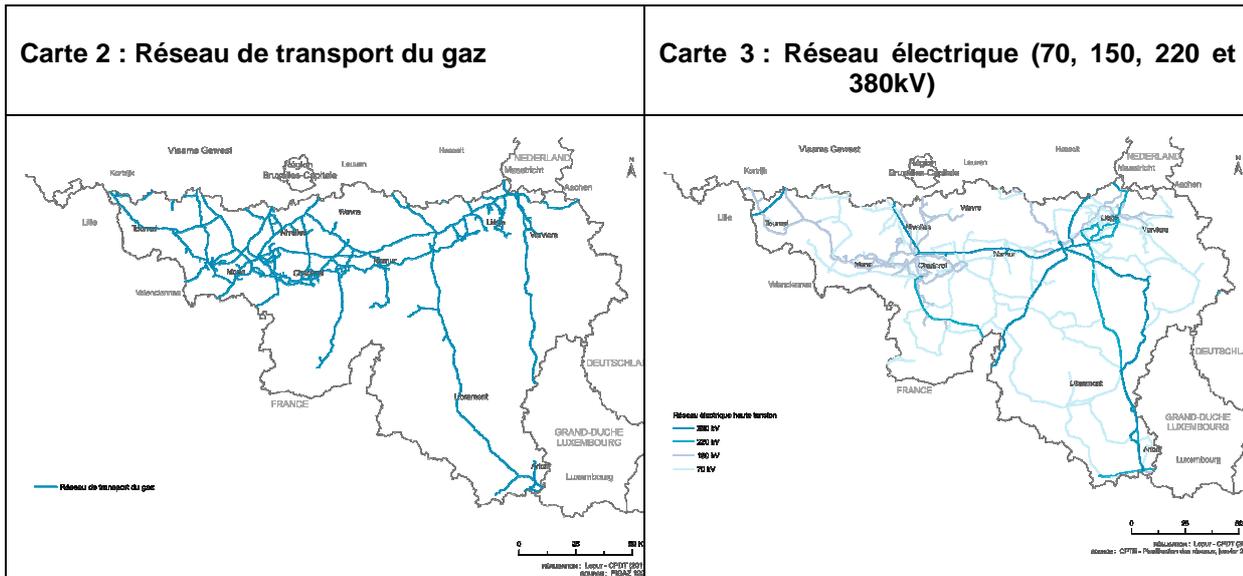
3.2 LE STOCKAGE DE L'ÉNERGIE

Le stockage stratégique de combustible relève d'une responsabilité fédérale¹⁵ selon les obligations européennes. Il concerne trois catégories de produits pétroliers (essence ; gasoil de chauffage, diesel, kérosène, pétrole lampant ; fuel lourd) pour chacune desquelles le volume stocké équivaut à 90 jours de mise à consommation. Actuellement, le combustible qui assure la plus grande part de la production électrique est l'uranium. Il serait physiquement possible de constituer des stocks pour plusieurs années de production. Vu les volumes, cela n'est par contre pas envisageable pour le second combustible en importance, le gaz naturel. Pour le stockage journalier des surplus de production électrique, les seules capacités actuelles en Wallonie sont la centrale de pompage-turbinage de Coö (5 000 MWh, soit une centrale nucléaire pendant 5h) ainsi que, dans une moindre mesure, celle de la Plate-Taille. Ce type de centrale constitue à l'heure actuelle la meilleure solution technologique pour le stockage de l'électricité.

3.3 LES TRANSPORTS DE L'ÉNERGIE

Le pétrole brut arrive à Anvers où se situent la plupart des raffineries belges. La distribution des produits raffinés se fait en Wallonie par transport fluvial, ferroviaire, routier et les pipelines (OTAN et privé). Le charbon, importé depuis la fermeture des mines, se transporte de la même manière (oléoducs exceptés). Son usage diminue en Europe (contrairement à la tendance mondiale), mais pourrait reprendre à plus long terme avec les techniques de liquéfaction du charbon (qui ne réduisent pas le problème de pollution). Aucun changement majeur n'est à signaler en termes de localisation depuis le SDER 1999. De même, la Wallonie importe son gaz naturel, qui arrive à la frontière belge par méthanier (Zeebrugge) ou par gazoduc (Pays-Bas, Russie, Norvège, Royaume-Uni). Le transport du gaz à l'intérieur du territoire wallon se fait uniquement par le réseau de conduites souterraines géré par Fluxys qui le redistribue aux centrales électriques, aux industries et aux gestionnaires des réseaux de distribution. Le réseau de gaz présente une densité faible et une coïncidence nette avec les régions peuplées. Pour des raisons de rentabilité d'installation du réseau, le gaz, contrairement à l'électricité, n'est délivré que dans les zones les plus densément peuplées (Carte 2). Le réseau gazier pose peu de problèmes d'intégration, car il est totalement enfoui. A noter que l'enfouissement génère un risque sécuritaire (fuite, explosion) en cas de travaux. Un des principaux problèmes signalés était l'absence d'un cadastre précis des conduites. Ce problème est limité par une signalétique en surface ainsi que par l'élaboration et l'actualisation continue d'un cadastre des impétrants et l'obligation de consultation de ce cadastre préalablement à toute intervention sous la surface du sol.

• ¹⁵ Ce stockage est pris en charge (constitution des stocks et gestion de ceux-ci) par APETRA, société anonyme de droit public à finalité sociale.



Le réseau électrique actuel se partage entre le réseau à haute et moyenne tension, géré par Elia, et le réseau basse tension, géré par les intercommunales de distribution. Le réseau a été conçu dans une optique de distribution (de la centrale au client) et pas de collecte des productions, rôle qu'il est amené à jouer avec les nouvelles productions décentralisées. Elia planifie l'adaptation de son réseau en fonction de cette évolution, mais aussi dans le respect de ses autres missions : la sécurité de l'approvisionnement, le bon fonctionnement du marché libéralisé et l'optimum économique¹⁶. Les Smart Grids (réseaux à capteurs « intelligents » permettant d'ajuster au mieux production et consommation en temps réel) joueront un rôle important dans ce domaine. Le réseau, maillé, est interconnecté avec les réseaux des Régions et Etats limitrophes. Il dessert l'ensemble du territoire régional. Les plus fortes densités s'observent au départ des concentrations d'unités de production, notamment dans les régions de Liège et de Charleroi. A l'échelle régionale, le réseau à haute tension est relativement stable et, malgré une faiblesse dans l'est du territoire, adapté à la structure de production et de consommation (Carte 3).

L'enfouissement est de plus en plus pratiqué pour les tensions les plus basses, le coût économique étant répercuté sur le consommateur. Si le réseau à basse tension est le plus concerné, pour les moyennes tensions, l'enfouissement est désormais privilégié par Elia, ce qui minimise l'impact visuel. La technique n'est cependant ni neutre visuellement (par la nécessité d'un couloir sans urbanisation ni végétation arbustive), ni environnementalement, par exemple en raison des champs électromagnétiques. Leur impact sur la santé est controversé dans la littérature¹⁷, mais le coût « social » demeure présent quel que soit la technique choisie (cf. la procédure administrative concernant la ligne Tihange-Avernas). Pour les plus hautes tensions (220 et 380 kV), même si l'enfouissement est techniquement possible, il est peu appliqué en raison de son coût élevé. Les contraintes au sol au-dessus du couloir de liaison sont, à un niveau de transit identique, plus importantes que pour le réseau aérien : la propriété publique du sol doit être acquise ; un couloir doit être maintenu sans urbanisation ni végétation arbustive... La problématique de l'intégration des réseaux relevée dans le SDER 99 est désormais supplantée par celle des parcs éoliens¹⁸.

¹⁶ Elia (2010)

¹⁷ <http://www.bbemg.ulg.ac.be>

¹⁸ Les problèmes d'impact visuel des productions éoliennes et solaires, sont abordés plus en détail dans la thématique paysage.

Les travaux liés à de nouvelles installations de transport et de distribution de l'électricité, même reconnus nécessaires, ne s'effectuent pas sans difficultés compte tenu de leurs impacts potentiels sur la sécurité des biens et des personnes, la santé (polémiques liées aux effets des champs électromagnétiques), le paysage, l'environnement... et un syndrome NIMBY est souvent présent.

4. LA THEMATIQUE « PRODUCTION, STOCKAGE ET TRANSPORTS DE L'ÉNERGIE » FACE AUX DEFIS ET AUX AUTRES THEMATIQUES

4.1 LIENS ENTRE LA THEMATIQUE « PRODUCTION, STOCKAGE ET TRANSPORTS DE L'ÉNERGIE » ET LES 6 DEFIS

4.1.1 Défi climatique

Le développement des énergies renouvelables est important pour le défi du climat car il permet la limitation des émissions de GES. Inversement, tant la production que le transport de l'électricité peuvent être impactés par le changement climatique : difficultés de refroidissement des centrales thermiques, dégâts aux infrastructures...

4.1.2 Défi énergétique

La thématique « production, stockage et transport d'énergie » est en lien direct et étroit avec le défi « Énergie » dont elle constitue en quelque sorte un prolongement opérationnel. L'enjeu identifié pour ce défi est d'accompagner le développement territorial de la Wallonie dans les mutations liées à la diminution progressive de la consommation en énergies fossiles ainsi qu'à en réduire les effets négatifs, et, en particulier, à assurer l'accès de la population à l'énergie en termes de prix, de disponibilité et de qualité. En termes de thématique, il s'agit essentiellement de veiller à assurer de bonnes conditions territoriales à la restructuration de la production et des réseaux.

4.1.3 Défi de la compétitivité

Du point de vue de la compétitivité économique, la diminution de la dépendance énergétique au travers entre autres du développement des énergies renouvelables est importante car elle accroît l'assurance de l'approvisionnement, renforce la maîtrise du coût de l'énergie et crée de l'emploi local. La thématique interfère encore avec le défi de la compétitivité au travers de l'évolution de la demande industrielle en énergie : accords de branche, URE, cogénérations, réseaux de chaleur... à laquelle le système énergétique devra être adapté. Dans le modèle économique actuel, l'énergie qui était autrefois le « muscle » de la société en est devenue le « système nerveux » et le bon fonctionnement de ce secteur est donc d'une grande importance pour la compétitivité.

4.1.4 Défi de la cohésion sociale

Le défi de la cohésion sociale touche au coût de l'énergie, fonction notamment des approvisionnements et de la structure de production, et introduit la question des infrastructures et de leurs impacts sur la population. Le réseau électrique aérien et notamment les lignes à très haute tension ainsi que les éoliennes ou les structures industrielles de production (nouvelles centrales) génèrent localement des risques et des nuisances de voisinage par rapport auxquels des mesures de prévention et de gestion sont menées.

4.1.5 Défi de la mobilité

Le défi de la mobilité interpelle la thématique par rapport au volume de la demande énergétique en transport (structuration du territoire) et au développement probable d'un parc automobile électrique, les batteries pouvant constituer une forme intéressante de stockage d'énergie¹⁹, ainsi qu'au renforcement du réseau ferré électrique.

4.1.6 Défi de la démographie

L'accroissement attendu de la population s'accompagnera sans doute, même si les consommations individuelles sont maîtrisées, d'une augmentation de la demande globale qu'il faudra pouvoir satisfaire.

4.2 LIENS ENTRE LA THEMATIQUE « PRODUCTION, STOCKAGE ET TRANSPORTS DE L'ÉNERGIE » ET LES AUTRES THEMATIQUES SECTORIELLES

Thématiques	Relations avec la thématique « Production, stockage et transports de l'énergie »
<i>Habitat et services</i>	Production photovoltaïque domestique, PEB, demande énergétique du secteur résidentiel
<i>Commerce</i>	Production photovoltaïque, PEB, demande énergétique
<i>Activités économiques et industrielles</i>	Sécurité d'approvisionnement, potentiel en cogénération, URE
<i>Tourisme</i>	
<i>Agriculture</i>	Cultures énergétiques, potentiel énergétique des effluents d'élevage, terrains agricoles pour l'implantation d'éoliennes
<i>Sylviculture</i>	Filière bois-énergie, production biomasse
<i>Exploitation du sous-sol</i>	Potentiel géothermique pour la production énergétique
<i>Transports des personnes et des marchandises</i>	Dépendance au pétrole, développement d'un parc électrique dont les batteries pourraient offrir une capacité de stockage de l'électricité
<i>Production, stockage et transports de l'énergie</i>	
<i>TIC</i>	Importance du développement des systèmes de Demand Side Management et des Smart Grids
<i>Déchets</i>	Valorisation énergétique des déchets agricoles, sylvicoles, ménagers ; déchets nucléaires ; rejets thermiques
<i>Eau</i>	Production hydroélectrique, centrales de pompage-turbinage, refroidissement des centrales thermiques
<i>Contraintes</i>	Dépendance des centrales thermiques au réseau hydrographique, contraintes

¹⁹ Mais se posent alors les questions de l'accroissement de la demande en énergie électrique et de l'aménagement d'un réseau adapté à cette demande et qui n'existe pas à l'heure actuelle

<i>physiques et risques</i>	techniques à l'enfouissement d'infrastructures de transport de l'énergie, risque de difficultés de refroidissement des centrales et de dégâts aux infrastructures aériennes suite au changement climatique, risque nucléaire
<i>Patrimoine bâti</i>	PEB
<i>Biodiversité</i>	Durabilité de la gestion de la production sur base de biomasse locale
<i>Paysage</i>	Intégration paysagère des nouvelles centrales et, surtout, des nouveaux parcs éoliens et nouvelles lignes électriques aériennes à haute tension

5. DEVELOPPEMENT D'INDICATEURS

5.1 INTRODUCTION

Tableau de synthèse des indicateurs :

	Titre	Phénomène mesuré
Indicateur 1	Evolution des énergies renouvelables en Wallonie	Evolution des diverses énergies renouvelables en Wallonie
Indicateur 2	Intensité énergétique (IE)	Intensité énergétique en Wallonie

A voir également : Part des cultures énergétiques dans la SAU communale (*cf.* Thématique Agriculture, indicateur 1 : Typologie des grands types de culture).

5.2 INDICATEUR 1 : « ÉVOLUTION DES ENERGIES RENOUVELABLES EN WALLONIE »

5.2.1 Description

Cet indicateur traite de l'évolution de la production des énergies renouvelables en distinguant la biomasse (largement prédominante) de la non biomasse. Le développement des énergies renouvelables est une des pistes du SDER 99 par rapport à la problématique de la gestion et de la protection des ressources énergétiques.

5.2.2 Disponibilité et validité des données

a) Données de base

Les données sont fournies par l'ICEDD.

b) Découpage spatial

Les données sont agrégées à l'échelle de la Région wallonne.

c) Couverture temporelle

Les données débutent en 1990 et sont disponibles annuellement jusqu'en 2009.

d) Limites

L'indicateur proposé n'est pas spatialisé.

La valeur agrégée absolue ne dit pas ce que les ER représentent par rapport à la production globale ni quelle est leur stabilité de production dans le temps. Si une grande partie de la

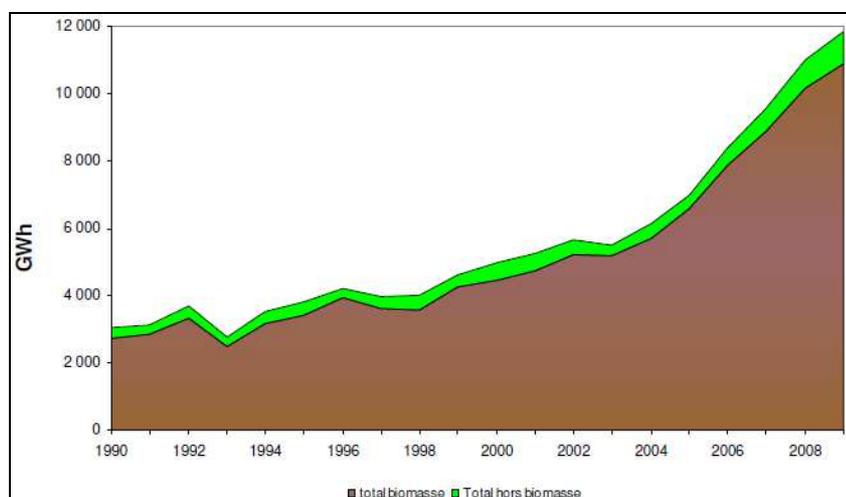
production est intermittente, il faut des moyens alternatifs pour assurer la fiabilité de l'approvisionnement en continu. Ce problème disparaîtra si (ou quand) le stockage est (sera) résolu. D'ici là, il peut être utile de distinguer les énergies intermittentes dans autres.

Une augmentation de la valeur de l'indicateur signifie une plus grande durabilité de la production énergétique, mais pas forcément une augmentation de l'autonomie énergétique wallonne, à moins que les ressources valorisées soient endogènes. Cet aspect concerne prioritairement la production énergétique sur base de biomasse.

5.2.3 Observations et caractérisation de l'évolution passée

La progression des énergies renouvelables en Wallonie a augmenté d'un facteur 4 entre 1990 et 2009 avec une accélération à partir de 2004 grâce à l'apport croissant de la biomasse (Figure 2).

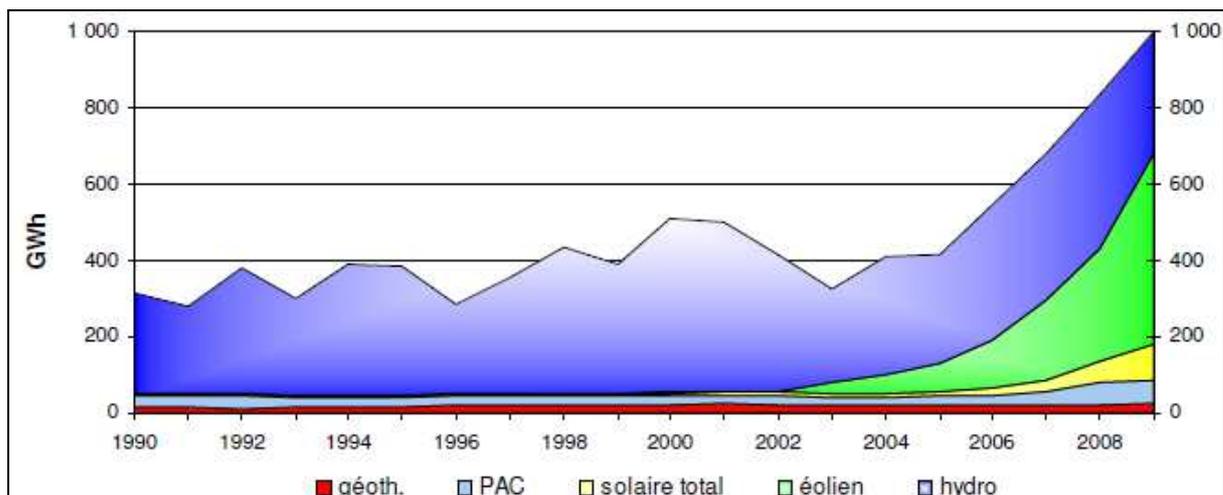
Figure 2 : Evolution de la contribution de la biomasse et du hors biomasse dans le total de consommation intérieure brute d'énergies renouvelables en Wallonie



Source : ICEDD (2011)

Hors biomasse, la répartition par source renouvelable de l'énergie primaire montre un glissement progressif de l'énergie hydraulique vers l'éolien et le solaire (cf. Figure 1).

L'évolution depuis 1990 (Figure 3) montre que l'essentiel de cette énergie primaire provenait de la seule hydroélectricité jusqu'en 2002 et que depuis, l'éolien et le solaire plus récemment font grimper la puissance produite par ces sources d'énergie renouvelable.

Figure 3 : Evolution par source renouvelable de l'énergie primaire hors biomasse en Wallonie

Source : ICEDD (2011)

5.2.4 Hypothèses d'évolution aux horizons 2020 et 2040

Comme déjà mentionné, la production des énergies renouvelables est en forte progression ces dernières années et cette progression devrait se poursuivre dans les décennies à venir par l'apport accru de la biomasse, de l'éolien et du solaire. Pour l'éolien, au rythme de développement recherché au travers des objectifs du cadre de référence, la multiplication par un facteur 5 des implantations actuelles à l'horizon 2020, il est délicat de prévoir la faisabilité et l'acceptabilité à plus long terme de cette tendance. Celle-ci finira d'ailleurs à se heurter aux limites spatiales du territoire régional car les parcs éoliens ne peuvent pas s'implanter partout. Par la suite, le renouvellement des installations les plus âgées s'accompagnera toutefois de leur renforcement en puissance.

Au niveau des impacts des différents défis, la **compétitivité** est directement influencée par le coût de l'énergie et la fiabilité de l'approvisionnement. Sur ce plan, les ER devraient connaître une baisse progressive de leur coût, d'un part relative car les combustibles fossiles, suite à leur épuisement progressif, deviendront plus chers, et absolue, car les progrès technologiques sont encore rapides dans ces secteurs innovants. L'encouragement des ER est donc souhaitable. Dans ce sens, l'explosion récente de l'énergie photovoltaïque a été grandement facilitée par la mise en place des certificats verts. Par contre, pour la fiabilité de l'approvisionnement et donc la sécurité industrielle, le caractère intermittent des énergies éoliennes et solaires est défavorable. Il faut néanmoins relativiser ce constat puisque les sources majeures de l'approvisionnement énergétique « classique » (comme également une grande partie de la biomasse utilisée en Wallonie) sont importées et donc soumises elles aussi à un certain aléa (économique ou autre). Enfin, la compétitivité s'appuie sur des compétences et la création d'emplois, ce que le développement des ER génère.

Le volume et la continuité de la production éolienne et solaire dépendent des conditions **climatiques** qui les rendent relativement instables (production intermittente). Les progrès techniques pourront dans une certaine mesure répondre à cette problématique (développement technologique de capteurs solaires efficaces par temps couvert, raccordements conditionnels...). Le défi climatique impose la réduction des émissions de gaz à effet de serre alors même que l'abandon du nucléaire (non émissif si on ne considère pas le processus d'obtention du combustible) conduira à la mise en service de nouvelles unités de production dont les émissions devront être maîtrisées. Le développement des ER s'inscrit dans cette stratégie.

Au niveau de la **mobilité**, à l'horizon 2020, 10% d'ER devraient entrer dans la consommation des transports routiers. Le développement des biocarburants reste cependant controversé. L'objectif visé pourrait être atteint en partie par la production électrique renouvelable en association avec le développement d'un parc automobile électrique.

La croissance **démographique** prévue dans les prochaines décennies ira de pair avec une augmentation de la consommation énergétique à laquelle il faudra répondre, notamment par les ER. De nouveaux tissus bâtis vont probablement être constitués ; ils constitueront une opportunité de production locale renouvelable.

Quant à la **cohésion sociale**, elle influence le développement d'unités de production d'ER par les nuisances et risques que l'implantation d'infrastructures pourra occasionner sur le bien-être des riverains (notamment pour les parcs éoliens). Elle se marque aussi, à l'inverse, au travers d'initiatives citoyennes ou communales qui organisent leur propre production. Le coût des ER pour les citoyens est *a priori* mieux maîtrisé que le prix des énergies d'origine fossile pour lesquelles des hausses importantes sont attendues.

5.3 INDICATEUR 2 : « INTENSITE ENERGETIQUE (IE) »

5.3.1 Description

Cet indicateur structurel mis en place par la Commission européenne évalue l'efficacité avec laquelle l'énergie est utilisée ; il est mesuré en comparant les besoins en énergie avec la création de richesse. L'intensité énergétique est disponible à l'échelle du territoire wallon de manière agrégée ou désagrégée par secteur d'activité.

5.3.2 Disponibilité et validité des données

a) Données de base

Institut des Comptes Nationaux – Comptes régionaux

b) Découpage spatial

Les données sont disponibles à l'échelle de la Région wallonne.

c) Couverture temporelle

Les données sont disponibles sur base annuelle. L'indicateur présenté par le SPW reprend les données depuis 1995, prise comme année de référence. La dernière année de disponibilité est 2007.

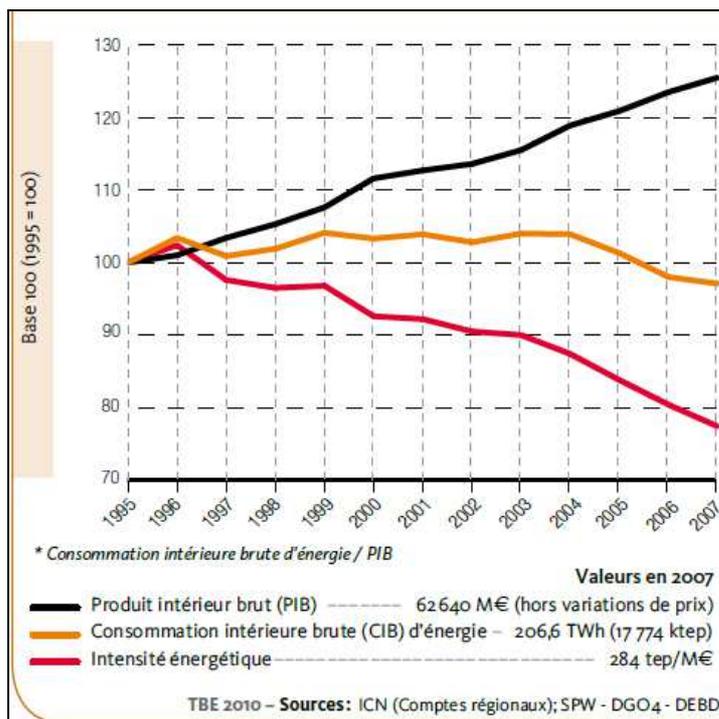
d) Limites

L'indicateur proposé n'est pas spatialisé.

Son interprétation reste délicate car il varie sous de multiples influences, dont la structure industrielle, le type de production de l'énergie... Des facteurs climatiques peuvent également influencer sur le score : hivers très rudes augmentant les besoins en chaleur ou étés très chauds avec recours accru à la climatisation.

5.3.3 Observations et caractérisation de l'évolution passée

Calculée par le SPW dans son tableau de bord depuis le milieu des années 90, l'intensité énergétique wallonne se caractérise par une valeur 30 % supérieure à la moyenne nationale. Cette situation s'explique par la structure industrielle de la Wallonie et notamment l'importance des branches d'activité comme la sidérurgie, la chimie et les minéraux non métalliques, le transport des personnes et de marchandises.

Figure 4 : Intensité énergétique de la Région wallonne

Source : SPW (2010)

L'IE wallonne est en baisse quasi continue depuis 1995. En 2007, elle était de 284 tep/M€²⁰ pour 202,5 tep/M€ pour l'UE. La diminution de ces dernières années peut s'expliquer par la croissance économique, la tertiarisation de l'économie et le ralentissement des besoins en énergie dans l'industrie.

5.3.4 Hypothèses d'évolution aux horizons 2020 et 2040

Une forte intensité énergétique correspond à des coûts élevés et donc à une compétitivité réduite. Sur le plan industriel, les efforts menés au travers des accords de branche, qui vont se poursuivre en incluant les entreprises moins énergivores que celles actuellement engagées dans la démarche, devront permettre une amélioration de la situation wallonne à cet égard. Le niveau d'activité du secteur sidérurgique, très énergivore, impacte sensiblement le score régional ; une décroissance pourrait se traduire positivement par une amélioration globale de l'intensité énergétique de l'économie régionale. Plus anecdotiquement, le climat et plus spécifiquement les températures saisonnières peuvent influencer l'indicateur. La hausse attendue des températures en hiver (baisse des consommations en chauffage) et en été (augmentation des besoins en climatisation) devraient avoir des conséquences antagonistes sur l'intensité énergétique.

En termes énergétiques, le dimensionnement de l'infrastructure de production à mettre en place est en rapport avec l'activité économique à alimenter et l'intensité énergétique avec laquelle elle s'exercera. Dans le cadre actuel d'une restructuration des infrastructures de production et de transport de l'électricité, il s'agit donc d'un facteur important.

²⁰ 1 tep = 11.628 kWh

6. PRINCIPALES TENDANCES D'ÉVOLUTION, BESOINS SECTORIELS ET ENJEUX TERRITORIAUX

La production

Un accroissement de la demande en énergie et notamment en électricité se profilant, la production va devoir suivre. Celle-ci se restructure mais s'appuie encore fondamentalement sur les combustibles fossiles et surtout fissiles. Bien que l'avenir en cette matière dépende d'une décision au niveau fédéral, la sortie du nucléaire semble désormais inéluctable²¹, bien que la date n'en soit pas définitivement arrêtée. En effet, le vieillissement des installations sera tel que prolonger leur fonctionnement deviendra déraisonnable (seulement 20 ans au maximum sont envisageables), et on peut penser que la construction de nouvelles unités se heurterait à des difficultés insurmontables : refus de la population, impossibilité de financement et d'assurance du risque... Enfin, à terme, la disponibilité de la ressource se posera comme pour le pétrole. L'arrêt de la première unité (962 MW) de Tihange prévue en 2025 (sous réserve de validation par le prochain gouvernement) placera la Wallonie dans une situation potentielle de déficit énergétique²², comme c'est déjà le cas pour la Belgique à l'heure actuelle. D'autres sources énergétiques devront alors prendre le relais pour remplacer la production majeure assurée par le nucléaire ; comme les ER ne semblent pas encore capable d'assumer avec fiabilité un tel volume de production, il s'agira probablement de centrales au gaz, qui devront toujours se localiser le long des cours d'eau suite à leur besoin en refroidissement. Trois centrales sont en projet : Marchienne (420 MW), Visé (900 MW) et Seneffe (450 MW). Le gaz connaîtra lui aussi un pic mondial de production, mais plus tardivement que le pétrole. Le charbon (voire les gaz de schistes), quoique en fort déclin ces dernières années, est une piste alternative à ne pas exclure ; il présente plusieurs avantages comme le fait d'être encore abondant, d'être bien réparti géostratégiquement et de pouvoir être stocké. Les engagements régionaux sur le plan des émissions de gaz à effet de serre freineraient cette option, à moins qu'une technologie efficace et économique soit développée. Les implications territoriales porteraient sur les infrastructures de transport (ports fluviaux, voies ferrées) et de production (accès à l'eau). Les centrales thermiques restant ainsi nécessaires, le potentiel de recyclage de sites existants bien raccordés ou de nouveaux sites devrait être identifié et préservé.

L'exploitation à grande échelle des ER devrait se poursuivre à un rythme soutenu, mais avec une population à la fois dense et dispersée, les contraintes spatiales pesant sur leur valorisation en Wallonie sont importantes. Il existe aussi des impacts environnementaux potentiels qui doivent être maîtrisés : perte de débit impactant la faune et la flore aquatique avec les barrages hydroélectriques, appauvrissement des écosystèmes forestiers avec la biomasse, pollution des sols agricoles par les cultures énergétiques cultivés avec intrants car les produits n'entrent pas dans la filière alimentaire... L'exploitation des ressources disponibles (la biomasse, le vent, le soleil et l'eau) dessinera une nouvelle géographie énergétique du territoire et impliquera une décentralisation de la production. Simultanément, le caractère intermittent de l'éolien et du solaire²³ impose d'organiser un « système de secours » avec des moyens de production alternatifs, du moins tant que le problème du stockage de l'électricité n'est pas résolu. En effet, en cas de long épisode sans production

²¹ Notons aussi que l'arrêt de centrales nucléaires à l'étranger peut impacter les flux électriques dans le réseau wallon.

²² D'ici là le développement de nouvelles installations projetées pourrait compenser en tout ou en partie ce déficit de production (nouvelles unités TGV, renouvelables), suivant quelles autres centrales arriveront également en fin de vie. Pour ce faire, les autorisations administratives concernant tant les sites des centrales que le renforcement du réseau devront être effectives en temps utile.

• ²³ La disponibilité du photovoltaïque reste faible en moyenne sur une année ; on estime en effet que 1m² de photovoltaïque produit annuellement environ 200 kWh seulement.

(scénario à ne pas exclure), les stocks ne permettraient d'assurer que quelques heures de relais (par exemple, avec l'éolien qui représente 2000MW, la centrale de Coo ne peut compenser l'absence de production que pour 2h30). Le risque est alors, si une infrastructure appropriée n'est pas mise en place, d'avoir recours à des installations prévues pour fonctionner seulement sur de brèves périodes, qui n'ont qu'un faible rendement mais un grand impact environnemental.

A l'horizon 2020, 10% d'ER devraient entrer dans la consommation des transports routiers. Pour atteindre cet objectif européen, réfléchi lorsque les jachères étaient étendues (ce qui n'est plus le cas), avec des biocarburants, il faudrait consacrer environ 42% des terres arables (Plan pour la Maîtrise Durable de l'Energie ou PMDE, 2009) à cette fin. Pour la Wallonie, le PMDE propose de limiter à 10% la part des terres cultivées pour les biocarburants, ce qui autorise une croissance importante de ce secteur. Dans le cadre d'une agriculture de marché, la rentabilité relative des différentes spéculations déterminera la concurrence entre celles-ci pour l'occupation des sols agricoles (cf. Thématique Agriculture). Les superficies dédiées au bétail et localisées dans les régions herbagères seraient sacrifiées en premier lieu²⁴. L'arrivée des biocarburants de 3^{ème} génération, basés sur des cultures d'algues, promet des perspectives plus intéressantes et moins consommatrices de terres arables. De nouvelles centrales à bois fonctionnant sur base de ressources importées seraient envisagées par Electrabel à court terme.

En ce qui concerne l'éolien, en 2011 le Gouvernement wallon a au travers du cadre de référence fixé un objectif devant permettre d'atteindre une production de 4,5 TWh à l'horizon 2020, ce qui pourrait se traduire par l'installation chaque année d'environ 80 éoliennes de 2,1MW. Un dispositif de déclaration d'utilité publique devrait faciliter la mise en œuvre des sites identifiés par le Gouvernement wallon. La concurrence entre sites et la non valorisation d'autres sites à bon potentiel pourront ainsi être évitées. L'actualisation proprement dite du cadre de référence devrait intervenir à l'automne 2011. Une cartographie déterminera les lots, c'est-à-dire les portions de territoire au sein desquelles des parcs éoliens sont susceptibles de mise en œuvre, pour lesquels seront définis des productibles minimaux. Cette carte est attendue pour l'hiver 2011-2012 et sera suivie d'un nouveau décret dans le courant de l'année.

La nécessité pour les parcs éoliens de pouvoir injecter l'énergie produite dans le réseau à haute tension à un coût raisonnable implique une certaine proximité avec les infrastructures existantes afin de limiter les frais de raccordement. Ceci est d'autant plus vrai que ces raccordements s'opèrent par lignes enfouies, plus coûteuses que les lignes aériennes. Le territoire n'a donc pas partout la même faculté d'accueil de nouvelles unités de production. Outre la localisation des infrastructures, il faut également tenir compte de leur capacité à prendre en charge un volume supplémentaire d'énergie afin de ne pas sursaturer localement le réseau. Il serait ainsi difficile, à l'heure actuelle, de valoriser le potentiel éolien du haut plateau ardennais dans l'est de la Wallonie, faute de capacité du réseau. Le développement des parcs doit donc être coordonné avec la restructuration de ce réseau.

Le développement de l'énergie solaire par l'activation des surfaces de toitures bien exposées représente un potentiel technique énorme en photovoltaïque. Il est estimé à environ 13,5 TWh/an, ce qui correspond à plus de la moitié de la consommation annuelle d'électricité en Wallonie²⁵. Les parcs ou fermes solaires ne semblent pas spécifiquement intéressants dans les conditions régionales d'ensoleillement, mais comme de nouvelles technologies produiront prochainement des capteurs plus adaptés (meilleur rendement par temps peu ensoleillé), l'émergence de ce type d'infrastructures n'est pas à exclure. Elles entreraient alors en concurrence avec d'autres occupations du sol. De nombreux pays européens réfléchissent à

²⁴ CREAT/LEPUR (2009). *Rapport final de la subvention 2008-2009, thème 2.2, Énergies renouvelables*, CPDT.

²⁵ Voir CREAT/LEPUR (2009). *Ibidem*

l'opportunité d'installations délocalisées dans le nord de l'Afrique (projet Désertec). Cette solution nécessiterait, outre les installations proprement dites, des liaisons en courant continu au travers de divers pays, dont l'accord devrait être obtenu.

La production hydroélectrique progressera de manière limitée. Les derniers développements vont concerner notamment la Sambre et la Haute Meuse avec des centrales dites « au fil de l'eau » (sans réservoir d'accumulation). La puissance exploitable dépendant à la fois du débit et de la hauteur de la chute d'eau, la production de ces nouvelles unités restera relativement peu significative au regard de celle déjà en cours. Un retard a été pris sur le calendrier suite au problème rencontré par la centrale de Hun sur la Haute Meuse.

La structuration du territoire pourrait, outre permettre des économies d'énergie, favoriser la cogénération et les réseaux de chaleur ainsi que la distribution du gaz de ville. Un important potentiel d'économies d'énergie peut encore être activé en valorisant les pertes de chaleur chez des producteurs de moindre envergure, car l'évolution technologique permet désormais d'opérer une cogénération même à l'échelle domestique (microcogénération). Après le secteur industriel déjà bien engagé, le secteur tertiaire sera logiquement le premier visé. Les opportunités de couplage de la cogénération avec un réseau de chaleur commencent à être explorées, comme lors de l'implantation de zones d'activité, pour autant qu'une proximité spatiale suffisante existe avec un tissu bâti mixte demandeur en chaleur²⁶. L'étude du potentiel géothermique permettra prochainement de préciser les localisations les plus aptes pour cette valorisation spécifique. Un « report modal » en faveur du gaz apparaît possible en développant le réseau de distribution dans certains sites existants ou à aménager (à identifier) qui présentent un potentiel suffisant de raccordements et qui sont proches des installations actuelles. Dans ce cas, comme dans le cadre de la valorisation du biogaz, il est intéressant d'étudier la faisabilité d'un réseau de chaleur. A noter que l'amélioration des performances énergétiques des bâtiments peut aller à l'encontre de la pertinence de l'installation de réseaux de chaleur, la demande devenant insuffisante.

Le stockage

Les capacités régionales de stockage pourraient s'accroître de manière limitée. Une nouvelle unité de pompage-turbinage est envisagée à Coo, via la mise en œuvre d'un troisième lac. Peu d'autres opportunités sont avérées en Wallonie. L'électricité se transportant bien, un stockage délocalisé est envisageable, par exemple dans des régions montagneuses qui disposent d'opportunités importantes²⁷, comme la Norvège et la Suisse (mais ces pays ne peuvent pas assurer le stockage pour tout le monde et la maîtrise nationale serait perdue). Une autre piste réside dans la gestion efficace du futur parc de véhicules électriques (par exemple laisser à disposition du gestionnaire du réseau la charge comprise entre 80% et 100% de la charge maximale des batteries des véhicules). Toutefois, la capacité resterait faible en regard de l'enjeu et le rendement du processus est mal connu.

Les transports

A court terme, le secteur énergétique adresse une demande urgente de nouvelles lignes électriques pour pouvoir assurer la fiabilité du réseau. Celui-ci fonctionne quasiment à sa capacité maximale dès aujourd'hui et pourrait rencontrer des difficultés suite à la croissance attendue de la consommation et à l'augmentation du trafic d'énergie « en transit » sur le réseau, qui réduit d'autant la capacité à destination régionale. Le réseau de transport et de distribution électrique existant, conçu dans une optique de distribution mais pas de collecte,

²⁶ Lepur (2010). « Eco-zonings » Rapport de recherche, octobre 2010, CPDT.

²⁷ Ainsi, l'Allemagne organise actuellement le stockage de surplus d'énergie éolienne dans les réservoirs hydrauliques norvégiens.

s'avère de moins en moins adapté suite à la décentralisation de la production²⁸. De nombreux développements techniques (dont l'avènement des « smart grids »²⁹) et des coopérations internationales seront nécessaires. Les liaisons à l'échelle internationale devront être renforcées afin d'assumer un écoulement des flux d'énergie correspondant mieux aux potentiels renouvelables des différents pays. L'augmentation de la petite production décentralisée, notamment solaire chez les particuliers, interpelle plutôt le réseau de distribution, car la consommation restera locale. Si la construction de nouvelles lignes électriques pose divers problèmes et peut parfois être bloquée par un seul propriétaire, la question de l'urbanisation à proximité ou en dessous des lignes existantes se pose également car de nombreux terrains urbanisables sont toujours disponibles sous des lignes 70kV et les demandes de bandes *non aedificandi* se heurtent au droit de la propriété privée. L'importance du cadastre des impétrants reste d'actualité.

Les adaptations des infrastructures constitueront un surcoût économique. Les investissements en réseaux d'énergie représentent des coûts importants qui doivent être optimisés car ils ne pourront être que progressivement inclus dans la facture des citoyens sous forme d'un coût « vérité » de l'énergie de demain. Les adaptations nécessaires variant d'un lieu à l'autre, les coûts n'auront pas une distribution spatiale homogène et pourraient se répercuter de manière différenciée dans la facture des citoyens. Toutefois, le développement rapide des réseaux intelligents (smart grids) permettra une optimisation des coûts d'adaptation. Des raccordements conditionnels seront proposés aux fournisseurs en fonction par exemple de la capacité instantanée d'injection sur le réseau³⁰. La production de certaines éoliennes ou parcs photovoltaïques pourrait ponctuellement entraîner des coûts négatifs pour l'exploitant si l'énergie devenait localement gênante (surcharge du réseau) ; il faudra bien admettre une période transitoire tant que les infrastructures ne pourront permettre les transits en toute circonstance. Enfin, des coûts de réparation accrus pourraient grever l'exploitation des lignes électriques aériennes suite aux aléas climatiques croissants.

Le développement des énergies renouvelables permettra la création de nouvelles filières d'emplois locaux. Il n'existe néanmoins à notre connaissance pas d'estimation globale récente du nombre d'emplois concernés. En 2009, ce sont 15000 nouveaux postes qui étaient évoqués à l'horizon 2020.

7. ANALYSE AFOM DE LA THEMATIQUE « PRODUCTION, STOCKAGE ET TRANSPORTS DE L'ÉNERGIE »

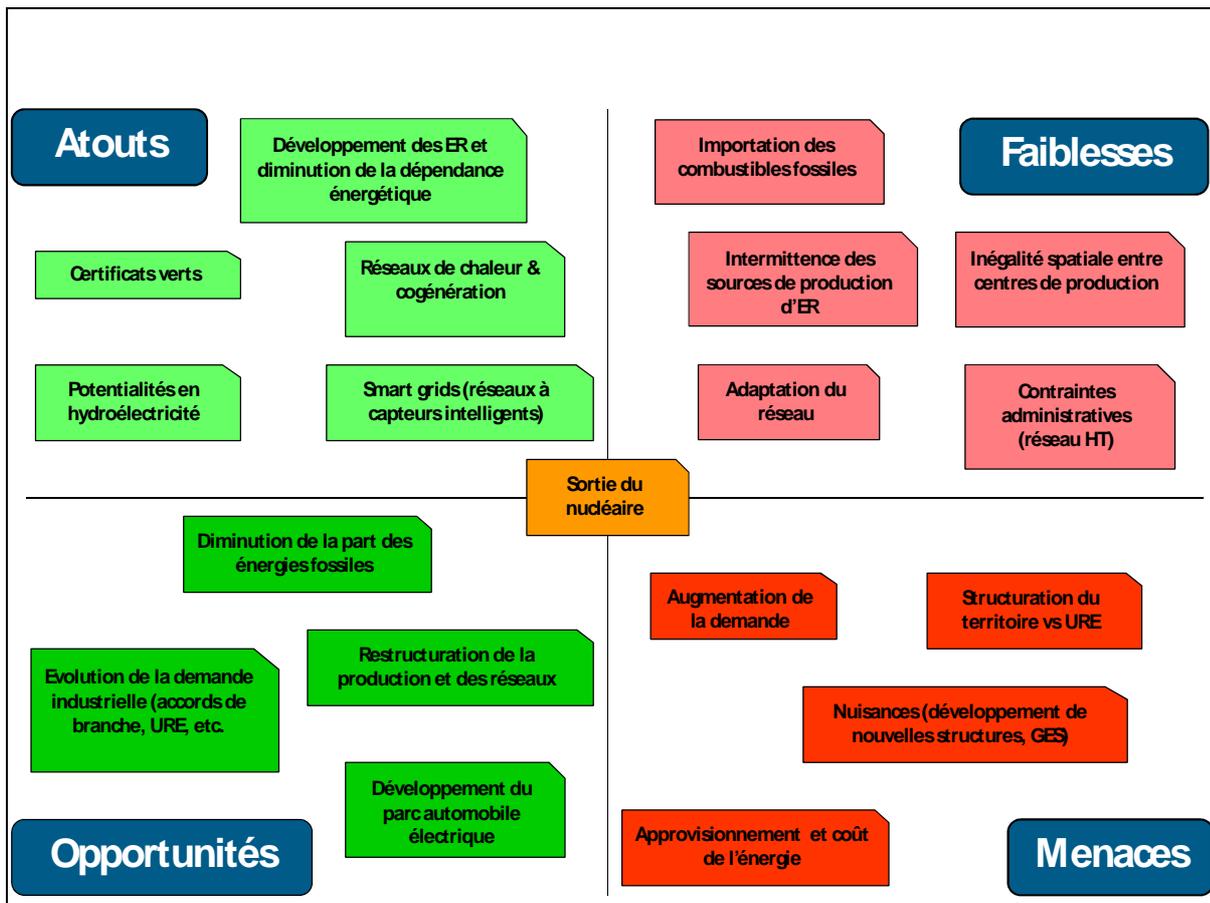
L'analyse AFOM illustrée ci-dessous reprend les atouts et faiblesses endogènes à la thématique tandis que les opportunités et les menaces sont plus liées aux défis (compétitivité, climat, énergie, mobilité, démographie et cohésion sociale).

²⁸ A noter que les adaptations à prévoir ne porteront pas uniquement sur le réseau (renforcement, protection, découplage des unités, maintien de la tension dans les gammes contractuelles, gestion des perturbations...) : elles porteront aussi sur les profils d'injection et de pompage sur celui-ci.

²⁹ Réseau de distribution d'électricité « intelligent » utilisant des technologies informatiques afin d'optimiser la production et la distribution, de mieux mettre en relation l'offre et la demande entre les producteurs et les consommateurs d'électricité et d'assurer la sécurité de fonctionnement du réseau en présence de production décentralisée intermittente et aléatoire.

³⁰ La capacité instantanée d'un réseau est souvent liée à sa limite thermique qui dépend des conditions météorologiques (« ampacité »).

Figure 4 : Analyse AFOM de la thématique « Production, stockage et transport d'énergie » en Wallonie



8. BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie CPDT

CREAT/LEPUR, Rapport final de la subvention 2008-2009, thème 2.2, Énergies renouvelables, CPDT, 2009.

CREAT/TERM, Expertises « spécifiques » - les réseaux de chaleur. Rapport final, subvention 2009-2010, CPDT, 2010.

Bréchet, T. [dir] et al., *Anticipation des effets du pic pétrolier sur le territoire wallon*, Notes de recherche CPDT 15, 2010.

De Keersmaecker, ML [coord.] et al., *Protocole de Kyoto: aménagement du territoire, mobilité et urbanisme*, CPDP, Collection Étude et documents, vol. 6, CPDT, 2005.

Servais, M. Modélisation de la consommation du chauffage résidentiel en Wallonie, Notes de recherche CPDT 11, 2010.

Bibliographie extérieure

Association pour la promotion des énergies renouvelables, *Situation de l'éolien en Région Wallonne*, Apere, Bruxelles, 2010.

Belgian BioElectroMagnetic Group, Effets des champs électriques et magnétiques 50 Hz sur la santé ?, document consulté en janvier 2011, disponible en ligne : <http://www.bbemg.ulg.ac.be/FR/3CEMSante/PDFsante.pdf>

Cellule État de l'environnement wallon, *Tableau de bord de l'environnement wallon*, SPW, Jambes, 2010.

Commission nationale du climat, Les émissions de gaz à effet de serre en Belgique 2007 - Tendances, projections, et progrès par rapport à l'objectif de Kyoto, SPF SPSCAE, Bruxelles, 2007.

ELIA, Plan d'adaptation Région Wallonne 2010-2017, inédit, Bruxelles, 2010.

ICEDD (2009a), *Atlas énergétique de Wallonie* (en ligne : <http://www.icedd.be/atlasenergie/>), Namur.

ICEDD (2009b), *Recueil des statistiques énergétiques de la Région wallonne 2000-2007*. SPW (DGO ATLPE), Jambes, 144 p.

ICEDD (2011), *Bilan énergétique de la Wallonie 2009*. SPW (DGO4), Jambes, 120 p.

Mérenne-Schoumaker, B., Géographie de l'énergie. Acteurs, lieux et enjeux, Belin Sup Géographie, Paris, 2007.

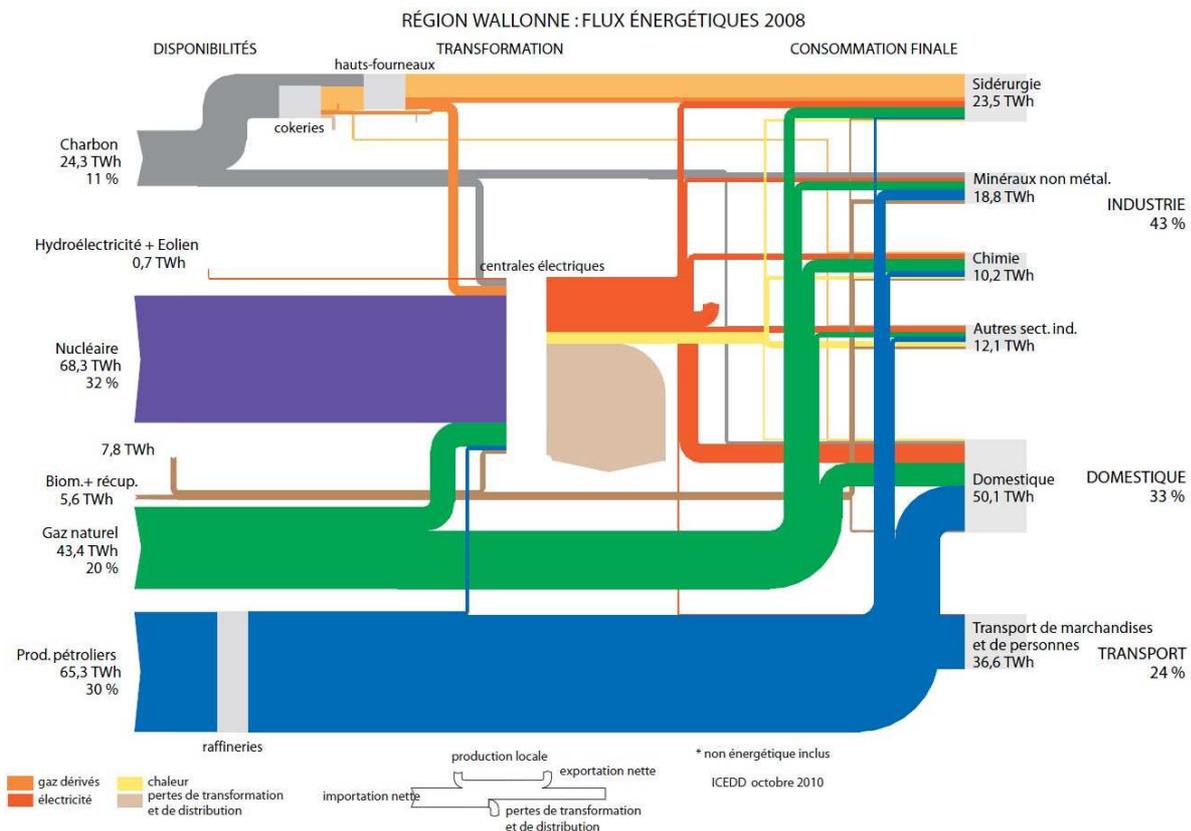
SPF Économie, P.M.E., Classes moyennes et Énergie, *Études sur les perspectives d'approvisionnement en électricité, 2008-2017*, Bruxelles, 2009.

SPW et ICEDD (2009), *Projet d'actualisation du Plan pour la Maîtrise Durable de l'Énergie (PMDE) en Wallonie à l'horizon 2020*, inédit, SPW, Jambes, 2009.

SPW (2010), *Tableau de bord de l'environnement wallon*, DGARNE, Jambes, 2010, 232 p.

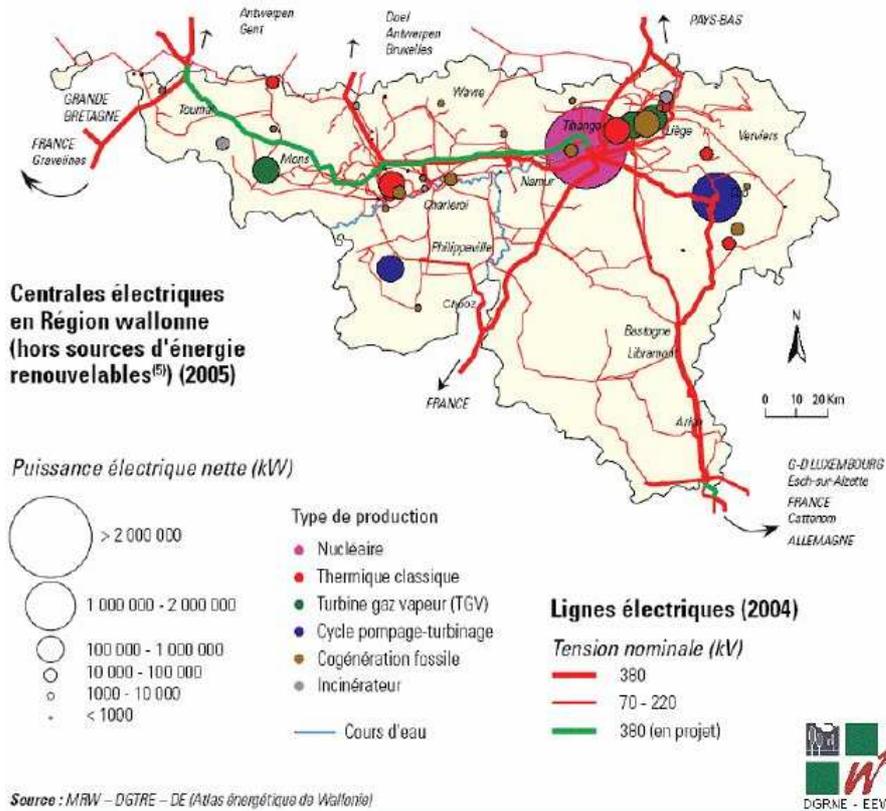
9. ANNEXES

9.1 ANNEXE 1 : FLUX ENERGETIQUES EN WALLONIE EN 2008

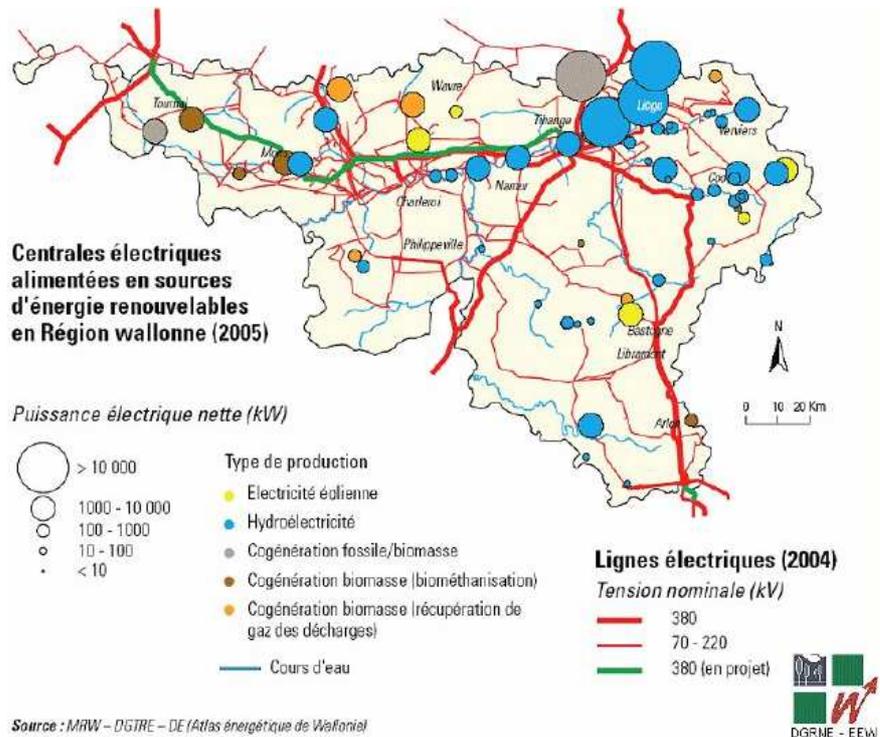


Le schéma des flux énergétiques donne l'image la plus expressive de la circulation de l'énergie dans une région en détaillant les principaux vecteurs énergétiques qui y sont utilisés. La taille relative des différents flux est représentée proportionnellement à leur poids en tep (tonne d'équivalent pétrole). La photographie de l'arbre des flux se décline en trois lectures correspondant à trois grandes parties : l'approvisionnement, la transformation et la consommation.

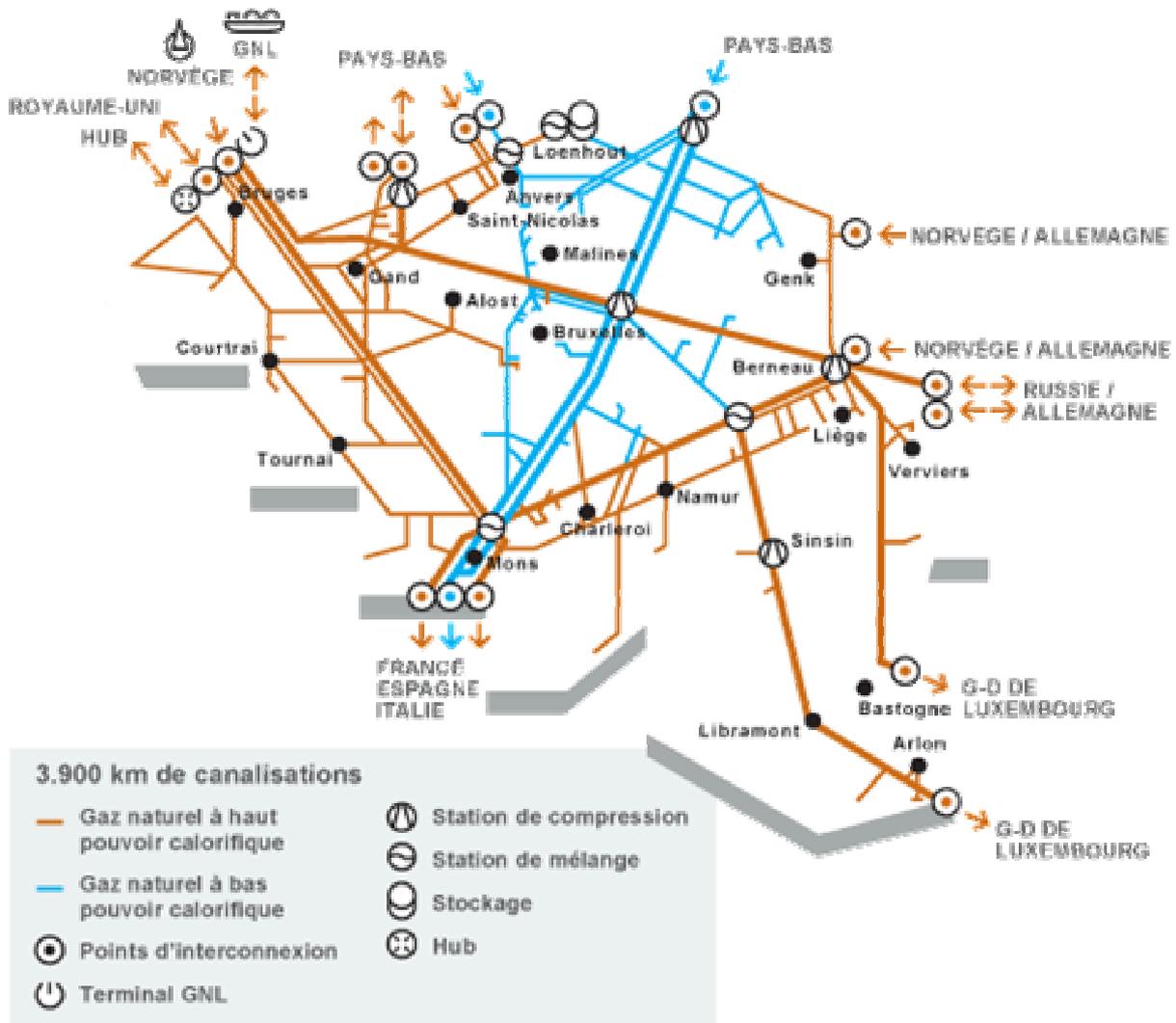
9.2 ANNEXE 2 : LOCALISATION DES CENTRALES ÉLECTRIQUES EN WALLONIE (HORS SOURCES D'ÉNERGIE RENOUVELABLES)



9.3 ANNEXE 3 : LOCALISATION DES CENTRALES ÉLECTRIQUES ALIMENTÉES EN SOURCES D'ÉNERGIE RENOUVELABLES

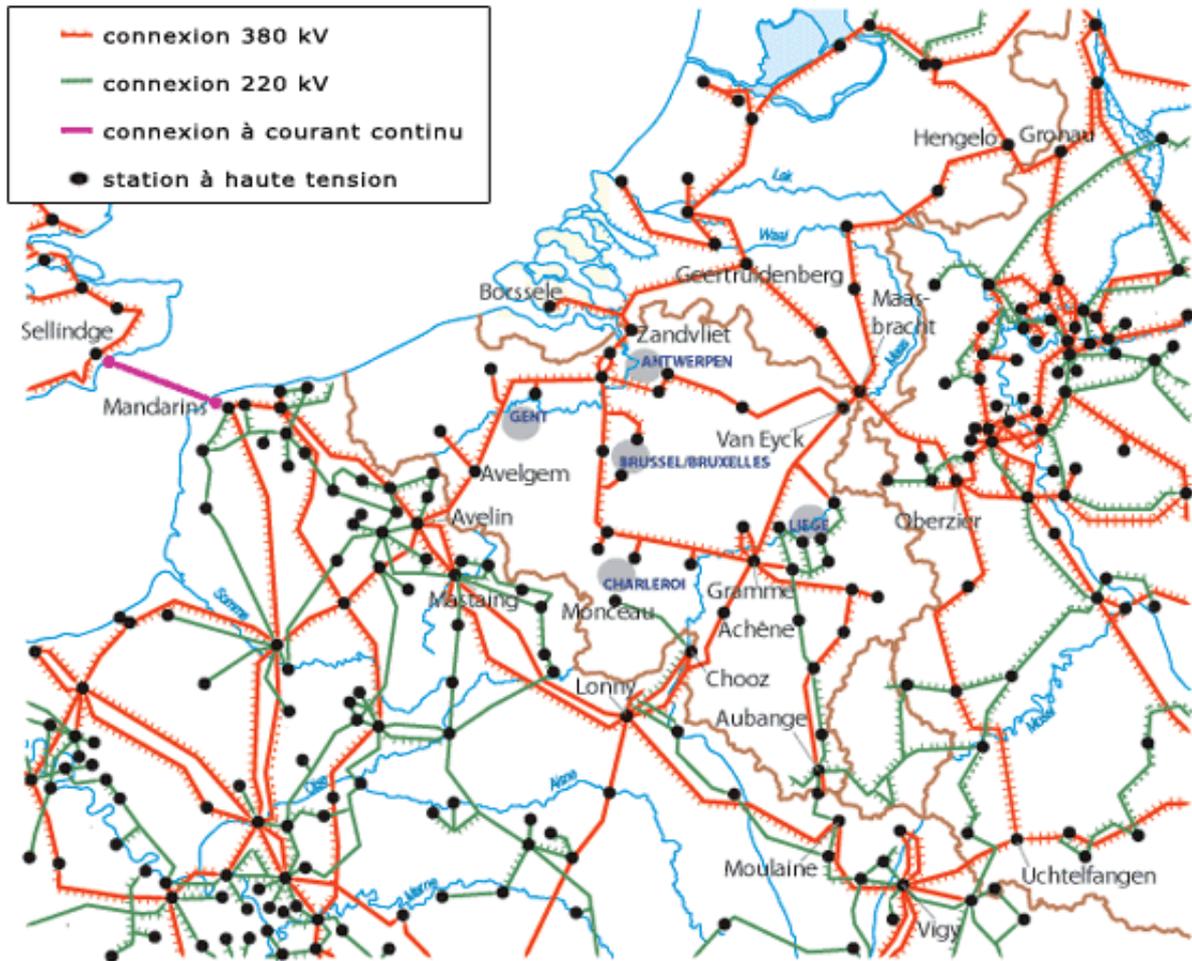


9.4 ANNEXE 4 : LOCALISATION DU RÉSEAU DE GAZODUCS À L'ÉCHELLE NATIONALE



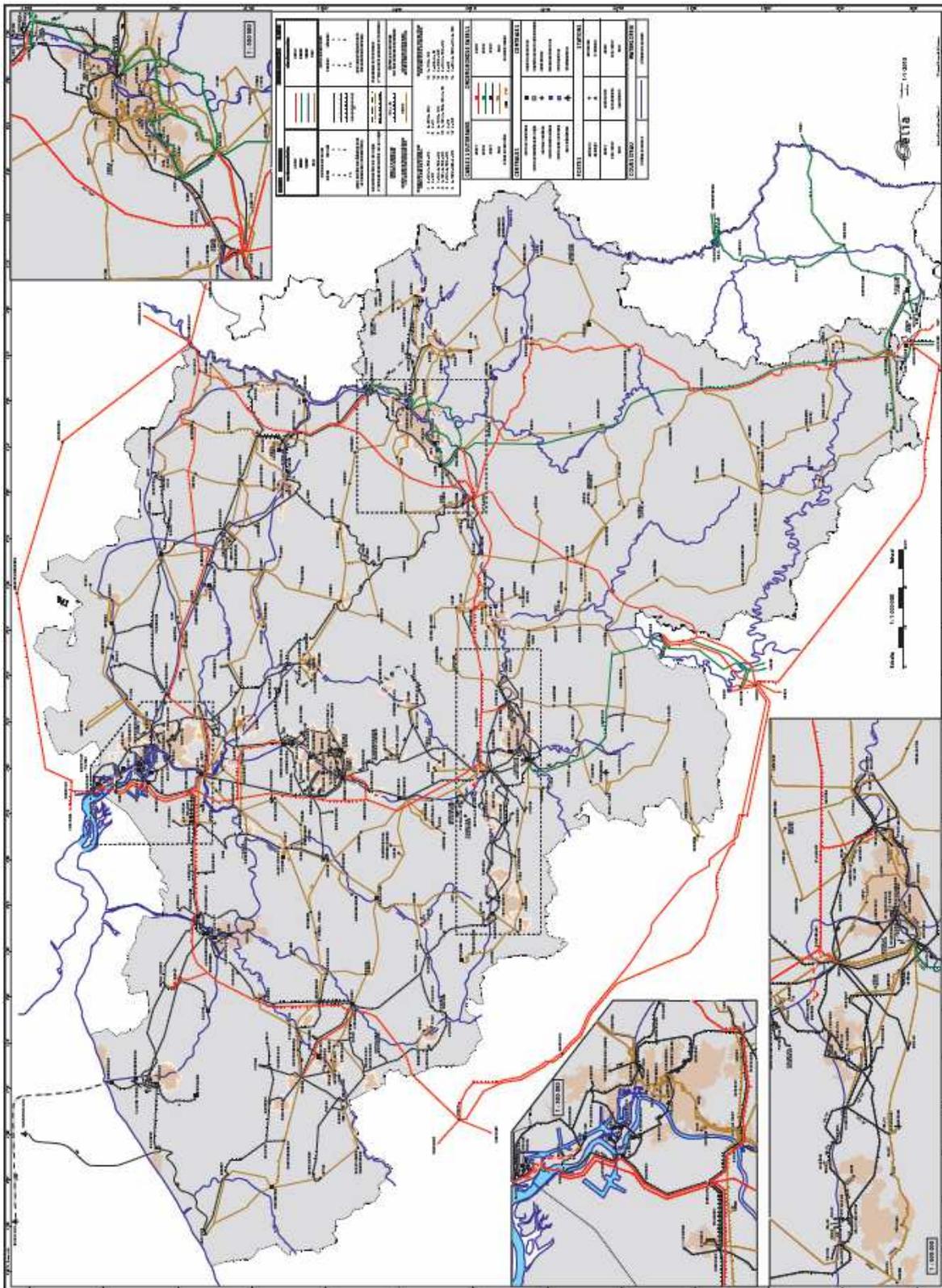
Source : <http://www.fluxys.com/fr-BE/Services/Services.aspx>

9.5 ANNEXE 5 : LE RÉSEAU ÉLECTRIQUE À HAUTE TENSION À L'ÉCHELLE SUPRARÉGIONALE



Source : <http://www.elia.be/repository/pages/a8647b8fabf84821ab39c16803125d3e.aspx>

9.6 ANNEXE 6 : RÉSEAUX ÉLECTRIQUES À HAUTE TENSION (DE 70 kV À 380 kV) À L'ÉCHELLE NATIONALE



Source : <http://www.elia.be/DocumentsByCategory.aspx?cat=Publications#>