

**THEME 2.2**  
**Energies renouvelables**  
**Partie : hydraulique (hydroélectricité)**

**SUBVENTION 2008-2009**  
**Septembre 2009**

**RAPPORT FINAL – VERSION PROVISOIRE**



## TABLE DES MATIERES

<b>1. L'HYDRAULIQUE .....</b>	<b>2</b>
1.1 PROBLÉMATIQUE ET CONTEXTE.....	2
1.2 DISPONIBILITÉ DES RESSOURCES .....	2
1.3 AVANCÉES TECHNOLOGIQUES ET FAISABILITÉ .....	5
1.4 IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX.....	5
1.5 POTENTIALITÉS .....	6

# 1. L'HYDRAULIQUE

## 1.1 PROBLÉMATIQUE ET CONTEXTE

Historiquement, la force motrice de l'eau est une des premières énergies utilisées par l'homme. Les moulins à eau existaient avant l'ère chrétienne et ont constitué une source d'énergie mécanique sans réel équivalent avant l'avènement et surtout le développement industriel des machines à vapeur au XIXe siècle. Les moulins à eau furent utilisés pour moulinier les grains, actionner les forges, scier du bois, etc., et plus tard produire de l'électricité à l'aide d'un générateur (la dynamo fut inventée en 1869 par le belge Zénobe Gramme).

L'énergie hydraulique repose essentiellement sur la production d'hydroélectricité. L'utilisation de l'énergie mécanique directe, qui au-delà du moulin à grains est à la base de l'industrie métallurgique avant l'invention des machines à vapeur, est en effet révolue. C'est la centrale hydroélectrique qui convertit l'énergie fournie par une chute d'eau artificielle en énergie. L'énergie hydraulique dépend essentiellement de la pression de l'eau au pied de la chute. Ses composantes principales sont les vannes de contrôle qui gèrent la retenue d'eau, la conduite d'eau qui amène l'eau à la turbine couplée à l'alternateur générateur d'électricité.

L'hydroélectricité est une technologie ancienne éprouvée et parvenue à maturité. Si la production d'électricité à partir d'importants barrages est destinée à une alimentation générale en électricité, les microcentrales (<10 MW) sont idéales pour l'électrification de sites isolés. Elles peuvent aussi contribuer à un appoint de la production électrique en cas de forte consommation.

## 1.2 DISPONIBILITÉ DES RESSOURCES

On considère généralement que le quart de l'énergie solaire atteignant la terre est absorbée par le cycle de l'eau. Le potentiel théorique mondial de l'hydraulique a été estimé à 36000 TWh, dont seulement 40% seraient exploitables, alors que seulement 20% est actuellement utilisé<sup>1</sup>. C'est toutefois l'énergie renouvelable commerciale la plus utilisée. Elle fournit notamment environ 15% de l'électricité des pays de l'OCDE. Elle a été largement développée en Europe et son expansion y est aujourd'hui relativement limitée comparativement à d'autres régions du monde où des potentiels importants existent encore.

Les ressources de l'Union européenne sont toutefois encore importantes. Une étude récente menée par l'ESHA (European Small Hydraulic Association) estime le potentiel encore disponible des microcentrales hydrauliques (<10 MW de puissance unitaire) à 5939 MW (dont 1111 MW pourraient provenir d'une augmentation de capacité des centrales existantes et 4828 MW de nouvelles installations).

En Belgique, la capacité des microcentrales hydrauliques (<10 MW) était estimée à 95 MW en 2000, avec des possibilités de développement inférieures à 1% par année. Le potentiel encore disponible en Belgique est quant à lui estimé à 31 MW, dont 26 MW sur base de nouvelles installations et 5 MW sur base de réhabilitation d'anciennes centrales. Pour comparaison, la capacité du barrage de la Gileppe est de 633 MW.

---

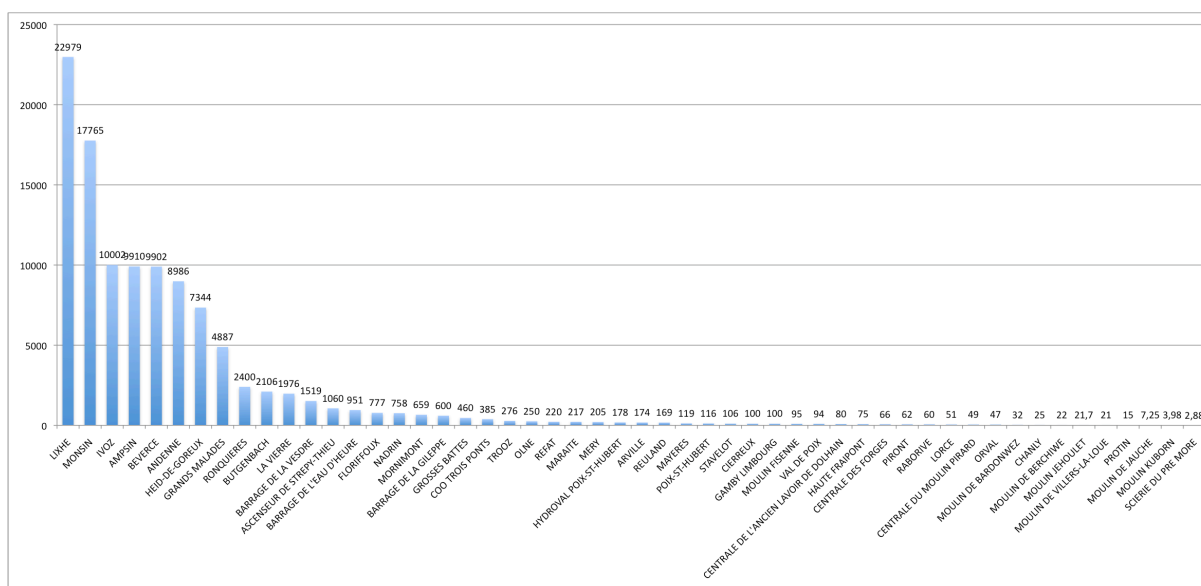
<sup>1</sup> Ngô, C. 2008. L'énergie : ressources, technologies et environnement. 3e éd. Dunod, Paris.

La Wallonie est actuellement équipée d'une cinquantaine de centrales hydroélectriques. La production hydroélectrique nette totale en Région wallonne varie habituellement entre 250 et 450 GWh par an, en fonction des conditions météorologiques (381 GWh en 2007). Les 52 centrales qui constituaient le parc en 2007 (3 se sont ajoutées au cours de l'année 2007) présentent des caractéristiques très hétérogènes. Alors que trois d'entre elles produisent près de la moitié du total, 34 centrales de petite taille fournissent environ 6% de la production hydroélectrique (situation 2007, source ICEDD).

1	E56	RONQUIERES	RONQUIERES	2400,00 kWe
2	E58	AMPSIN	AMPSIN-AMAY	9910,00 kWe
3	E59	ANDENNE	ANDENNE	8986,00 kWe
4	E60	GRANDS MALADES	JAMBES	4887,00 kWe
5	E61	FLORIFFOUX	FLOREFFE	777,00 kWe
6	E62	IVOZ	FLEMALLE	10002,00 kWe
7	E63	LIXHE	WISE	22979,00 kWe
8	E64	MONSIN	LIEGE	17765,00 kWe
9	E67	POIX-ST-HUBERT	POIX-SAINT-HUBERT	116,00 kWe
10	E68	CENTRALE DU MOULIN PIRARD	NESSONVAUX	49,00 kWe
11	E69	MAYERES	MALMEDY	119,00 kWe
12	E70	MARAITE	LIGNEUVILLE-MALMEDY	217,00 kWe
13	E71	ARVILLE	ARVILLE	174,00 kWe
14	E72	BEVERCE	BEVERCE	9902,00 kWe
15	E73	BUTGENBACH	BUTGENBACH	2106,00 kWe
16	E74	CIERREUX	CIERREUX	100,00 kWe
17	E75	BARRAGE DE LA VESDRE	EUPEN	1519,00 kWe
18	E76	CENTRALE DE L'ANCIEN LAVOIR DE DOLHAIN	LIMBOURG	80,00 kWe
19	E77	HEID-DE-GOREUX	HEID-DE-GOREUX	7344,00 kWe
20	E78	BARRAGE DE LA GILEPPE	JALHAY	600,00 kWe
21	E79	PIRONT	LIGNEUVILLE-MALMEDY	62,00 kWe
22	E80	REULAND	REULAND	169,00 kWe
23	E82	STAVELOT	STAVELOT	106,00 kWe
24	E83	REFAT	STAVELOT	220,00 kWe
25	E84	GAMBY LIMBOURG	LIMBOURG	100,00 kWe
26	E85	LA VIERRE	VIERRE	1976,00 kWe
27	E86	MERY	MERY-ESNEUX	205,00 kWe
28	E87	RABORIVE	AYWAILLE	60,00 kWe
29	E88	VAL DE POIX	POIX-SAINT-HUBERT	94,00 kWe
30	E89	BARRAGE DE L'EAU D'HEURE	SILENRIEUX	951,00 kWe
31	E90	TROOZ	TROOZ	276,00 kWe
32	E91	CHANLY	CHANLY-WELLIN	25,00 kWe
33	E92	CENTRALE DES FORGES	ANSEREMME	66,00 kWe
34	E93	MOULIN FISENNE	PEPINSTER	95,00 kWe
35	E94	OLNE	OLNE	250,00 kWe
36	E95	COO TROIS PONTS	TROIS-PONTS	385,00 kWe
37	E96	NADRIN	NADRIN	758,00 kWe
38	E97	LORCE	LORCE	51,00 kWe
39	E98	ORVAL	ORVAL	47,00 kWe
40	E99	MORNIMONT	MORNIMONT	659,00 kWe
41	E100	PROTIN	SAINT-HUBERT	15,00 kWe
42	E111	HYDROVAL POIX-ST-HUBERT	POIX-SAINT-HUBERT	178,00 kWe
43	E134	ASCENSEUR DE STREPY-THIEU	THIEU	1060,00 kWe

44	E139	MOULIN DE VILLERS-LA-LOUE	MEIX-DEVANT-VIRTON	21,00 kWe
45	E140	HAUTE FRAIPONT	FRAIPONT	75,00 kWe
46	E145	GROSSES BATTES	ANGLEUR	460,00 kWe
47	E167	MOULIN KUBORN	MARTELANGE	3,98 kWe
48	E168	MOULIN DE BARDONWEZ	RENDEUX	32,00 kWe
49	E169	MOULIN DE BERCHIWE	GEROUVILLE	22,00 kWe
50	E170	MOULIN DE JAUCHE	JAUCHE	7,25 kWe
51	E171	SCIERIE DU PRE MORE	REDU	2,88 kWe
52	E183	MOULIN JEHOULET	MOHA	21,70 kWe
			Total	108485,81 kWe

**Tableau 1. Liste des turbines hydroélectriques installées en Wallonie (source: ICEDD, 2007).**



**Figure 1. Liste des turbines hydroélectriques installées en Wallonie par ordre décroissant de puissance (source: ICEDD, 2007).**

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
<b>Puissance (kW)</b>	96 800	96 800	105 350	104 979	104 765	108 212	108 318	108 660	108 778
<b>Nombre turbines</b>	41	41	41	43	45	49	52	52	55
<b>Production nette (MWh)</b>	336 693	454 077	433 579	353 135	240 505	307 978	280 168	350 782	380 649
<b>CO2 évité (tonnes)</b>	153 532	207 059	197 712	161 030	109 670	140 438	127 756	159 957	173 576
<b>Electricité équivalent ménage</b>	70 883	95 595	91 280	74 344	50 633	64 837	58 983	73 849	80 137

**Tableau 2. Evolution de la puissance et de la production des turbines hydroélectriques (source: ICEDD, 2009).**

Synthèse des installations wallonnes par sous-bassin			
Sous-bassin	Nombre	Puissance installée (MW)	Puissance nette (MW)
Amblève	12	21 635	20 705
Dendre	0	0	0
Dyle-Jette	1	7	7
Escaut-Lys	0	0	0
Haine	0	0	0

Lesse	8	685	671
Meuse amont et Oise	2	100	100
Meuse aval	8	79 769	74 301
Moselle	2	173	173
Ourthe	4	1 774	1 508
Sambre	4	3 513	3 513
Semois-Chiers	4	2 084	2 060
Senne	1	2 690	2 690
Vesdre	9	4 036	3 050
<b>Total</b>	<b>55</b>	<b>116 466</b>	<b>108 778</b>

**Tableau 3. Répartition du nombre d'installations et de leurs puissances par sous-bassins (source: ICEDD, 2009).**

### 1.3 AVANCÉES TECHNOLOGIQUES ET FAISABILITÉ

D'une manière générale, l'énergie hydraulique demande un investissement coûteux, mais est relativement économique en fonctionnement. La grande hydraulique est particulièrement rentable (de l'ordre de 2 cents d'euro/kWh) et la petite hydraulique a un coût de revient de l'ordre de 4 cents d'euro/kWh).

Les avancées escomptées en termes de rendement des technologies de l'hydroélectricité sont faibles. L'optimisation des turbines ne devrait plus faire d'importants sauts technologiques.

En Région wallonne, si la faisabilité est bien évidemment liée au réseau hydrographique et aux sites disponibles (ressource et occupation), donc limitée sur le plan du développement territorial, les avancées estimables restent aussi assez limitées. Il y a toutefois encore la mise au point de matériels innovants, nécessitant peu d'investissements en génie civil, principalement pour les pays du Sud (turbines flottantes, hydrauliques, etc.), avec des applications possibles en Wallonie et en Europe (turbines pour basses chutes).

### 1.4 IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

Le développement de l'hydroélectricité nécessite une perturbation des écosystèmes aquatiques par atteintes physiques à la morphologie des cours d'eau ou plan d'eau (voire des vallées pour les barrages), mais aussi par la modification des flux hydrauliques (chutes, turbinage).

Dans le cadre de la poursuite du développement de la production de cette énergie renouvelable et face à ces atteintes environnementales, il convient actuellement de mieux prendre en compte les diverses précautions indispensables pour annuler ou réduire les impacts environnementaux des infrastructures hydroélectriques sur la qualité des eaux, les fonctionnements de l'écosystème du cours d'eau, en particulier la faune piscicole, et la qualité du paysage. Il est important d'éviter que l'aménagement ou la réhabilitation de nombreux sites de barrages ou de moulins en Région wallonne engendre de nouveaux impacts environnementaux difficilement réductibles, en particulier lorsqu'il s'agit de perturbations majeures sur les écosystèmes aquatiques. Ce serait d'autant plus regrettable puisque ce serait cautionné et favorisé par des aides économiques et environnementales notamment liées aux certificats verts. Les mini-turbines sur les petits cours d'eau peuvent en particulier entraîner des perturbations considérables. Il est donc essentiel que le développement, a priori non polluant et certainement souhaitable de cette forme d'énergie renouvelable, examine attentivement au préalable les différents moyens disponibles à mettre en œuvre pour réduire et supprimer les impacts environnementaux<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Philippart, J.C. et Sony, D. (2002), Vers une production d'hydroélectricité plus respectueuse du milieu aquatique et de sa faune, Tribune de l'eau, 619-620, 155-165.

Outre les effets négatifs du turbinage sur diverses espèces (blessures et mortalités), la multiplication des installations hydroélectriques, même équipées d'ouvrages de franchissement en remontée (échelles à poissons), agit de manière cumulative notamment en épuisant les poissons à chaque obstacle. Il existe toutefois diverses solutions pratiques et techniques permettant de réduire les incidences<sup>3</sup>.

Outre la mise en œuvre des échelles à poissons adaptées (suivant les dernières techniques éprouvées pour atteindre une réelle efficacité), on peut notamment limiter les impacts négatifs des prises d'eau et du turbinage en adoptant des dispositifs particuliers : prises d'eau comportant une grille fine avec barreaux espacés de 1-2 cm + exutoires de dévalaison de surface pour les salmonidés et de fond pour les anguilles argentées; installation de turbines 'amies des poissons' ou ichtyophile (turbine hélicoïdale Aleden, vis d'Archimède ATRO, VLH de MJ2, etc.)<sup>4</sup>. Dans certains cas, on peut aussi préconiser le ralentissement ou arrêt du turbinage au moment de la dévalaison des espèces à protéger (salmonidés jeunes au printemps et anguilles adultes en automne - début d'hiver). Les anguilles font par ailleurs l'objet d'un récent règlement européen portant sur les mesures de reconstitution du stock d'anguilles européennes (Règlement 1100/2007 du 18 septembre 2007<sup>5</sup>). Les états membres y sont notamment invités à élaborer des programmes de gestion adaptés aux réalités régionales et locales. Ceux-ci devaient être rentrés à la Commission pour fin 2008 et à notre connaissance la Belgique n'a pas encore proposé son plan.

## 1.5 POTENTIALITÉS

À l'échelle wallonne, la production hydroélectrique est actuellement la 2<sup>e</sup> source d'énergie renouvelable principale en termes de production d'électricité. En 2000, elle couvrait environ 1,6% de la consommation d'électricité en Région wallonne (environ 100 MW installés) et était incontestablement la première source d'énergie renouvelable (69% en 2000). Dès 2003, la biomasse devenait la première source de production avec 52% pour 43% à l'hydraulique. En 2007, la biomasse représente 63%, l'hydraulique 24% et l'éolien 13% (le solaire est à moins de 1%).

Le potentiel de développement de l'hydroélectricité est toutefois relativement faible comme le montre l'évolution des chiffres en Wallonie où la biomasse et l'éolien représentent de réelles potentialités de développement. Certains dès lors n'hésitent pas à parler de saturation pour l'hydroélectricité. La plupart des sites exploitables sont en effet déjà occupés. Ils sont essentiellement situés sur la Meuse et ses affluents (Ourthe, Amblève et Vesdre).

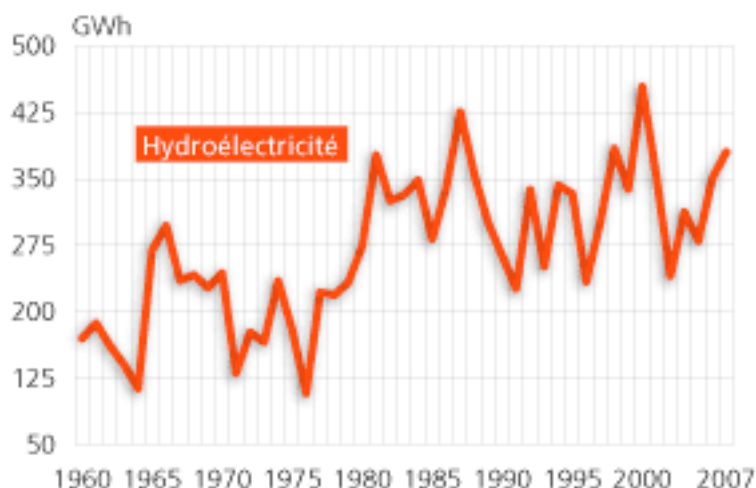
Le Plan wallon pour la Maîtrise Durable de l'Energie (2003) prévoyait bien l'amélioration des sites existants et l'équipement de certains barrages et écluses. Mais il signalait qu'il ne fallait pas s'attendre à de grandes évolutions hydroélectriques dans les années à venir. Il faut aussi signaler que les niveaux de production sont par ailleurs fortement liés au volume et à la régularité des précipitations annuelles.

---

<sup>3</sup> Philippart, J.C. (2009), Aperçu succinct des incidences du fonctionnement des centrales hydro-électriques sur les poissons, leur habitat et leurs ressources alimentaires. Note communiquée par l'auteur.

<sup>4</sup> Ovidio, M. et Philippart, J.C. (2009), L'impact des barrages et des turbinages hydroélectriques sur la dynamique des populations de poissons et la qualité de leurs habitats. Conférence aux Jéudis de l'Aquapôle, ULg.

<sup>5</sup> <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:248:0017:0023:FR:PDF>



**Figure 2. Figure : Évolution de la production nette d'hydroélectricité en Wallonie. Source : ICEDD, Fédération professionnelle des producteurs et distributeurs d'électricité FPE, 2007.**

Les perspectives de développement dégagées par le Plan wallon de 2003 résidaient essentiellement dans l'amélioration des sites existants et l'équipement des barrages et écluses, notamment sur la Haute-Meuse (Waulsort, Anseremme, Hastière, ...) et la Sambre. Le développement de la petite hydroélectricité sur les cours d'eau non navigables et la réhabilitation d'anciens sites (moulins) faisant partie du patrimoine constituent une part minoritaire du potentiel, mais représentent néanmoins quelques MW susceptibles d'être développés. La prévision 2010 de la production hydroélectrique du Plan wallon de 2003 faisait une estimation de légère progression représentant 1,8% de la consommation électrique wallonne (440 GWh).

Pour obtenir ce résultat, il y a essentiellement à vaincre une série d'obstacles administratifs et à réaliser un important travail de concertation, considérant le grand nombre d'usages, et par conséquent d'acteurs, que peuvent avoir les cours d'eau sur lesquels les centrales sont situées. La Région wallonne a ainsi édité un document de synthèse, le « Vade-mecum non technologique du candidat à la réhabilitation d'un site hydroénergétique », pour aider les candidats à la petite hydroélectricité, et ainsi mettre à disposition les informations relatives aux diverses autorisations et permis, à la connexion au réseau, au financement, ainsi qu'à la procédure à suivre. Un facilitateur a aussi été mis en place afin d'accompagner les porteurs de projet dans leurs démarches administratives, de leur fournir une analyse préliminaire (avis technique et économique sur l'opportunité de la réhabilitation).

Des appels à candidats sont aussi lancés pour réhabiliter et/ou équiper des sites appartenant au domaine public par le biais de concessions domaniales ou de baux emphytéotiques, en collaboration avec le Ministre de l'Équipement et des Travaux Publics pour les voies navigables et le Ministre de l'Agriculture et de la Ruralité pour les cours d'eau non navigables.

Par ailleurs, une PME de la région liégeoise met au point des matériels innovants, principalement pour les pays du Sud (turbines flottantes, hydrauliques, ...), avec des applications possibles en Wallonie et en Europe (turbines pour basses chutes). Un intérêt de ces équipements est qu'ils nécessitent peu d'investissements en génie civil.



Pour rappel, le Plan pour une maîtrise durable de l'énergie (2003) indiquait pour l'hydroélectricité un objectif de 440 GWh en 2010 (381 GWh en 2007), soit une légère hausse due à l'amélioration des sites existants et au développement d'unités de production de plus petites tailles. Les perspectives actuelles pour 2012 sont évaluées à 423 GWh. Il est donc vraisemblable que l'objectif de 440 GWh en 2010 ne sera pas atteint.

Le potentiel de développement reste donc limité et ne permet pas de penser à des développements plus conséquents.

Dans les objectifs du PMDE 2009 pour 2020, l'hydroélectricité devrait représenter une production de 440 GWh. Par rapport au scénario de référence où le total d'énergie consommée pour 2020 serait de 181,80 TWh, cette prévision représenterait donc 0,24 %. En terme de consommation électrique, cela représenterait grosso modo 1,75 % (pour une consommation globale annuelle de l'ordre de 25 TWh).

Avec des pourcentages inférieurs à 2 % pour l'apport d'électricité et vu que les capacités de production sont déjà bien exploitées, il apparaît nettement que l'hydroélectricité ne pourra pas jouer un rôle crucial dans le développement futur des énergies renouvelables en Région wallonne. L'acquis est toutefois déjà très favorable et certainement pas négligeable. Outre la compétitivité économique de l'hydroélectricité par rapport à d'autres énergies renouvelables, il s'agit aussi d'une production dans l'ensemble continue (qui fait défaut à d'autres sources d'énergie renouvelable comme l'éolien ou le solaire, en particulier photovoltaïque).

Notons ainsi que pour l'hydroélectricité, le projet de PMDE 2009 prévoit les mesures suivantes (actions 176 et 178) :

- évaluer et adapter éventuellement le système des certificats verts pour l'hydroélectricité ;
- actualiser l'évaluation du potentiel hydroélectrique résiduel ;
- recherche : évaluer le potentiel résiduel wallon, améliorer les équipements, renforcer l'effort de R&D sur les produits innovants destinés à l'exportation.