

UNIVERSITE DE LIEGE - FACULTE DES SCIENCES

**DEPARTEMENT DES SCIENCES ET GESTION DE
L'ENVIRONNEMENT**

UNITE DE BIOLOGIE DU COMPORTEMENT

**RAPPORT 2010 A LA COMMISSION PROVINCIALE DE
LIEGE DU FONDS PISCICOLE DE WALLONIE**

**ESSAI D'ESTIMATION DES DOMMAGES PISCICOLES ENGENDRES
PAR LES PRISES D'EAU INDUSTRIELLES ET LES TURBINES
HYDROELECTRIQUES DANS LES COURS D'EAU
DE LA PROVINCE DE LIEGE**

**PARTIE B. L'OURTHE LIEGEOISE ET L'AMBLEVE EN AVAL
DE LA LIENNE**

par

Jean Claude PHILIPPART, Biologiste

**avec la collaboration de l'équipe du LDPH/UBC/ULG :
M. OVIDIO, G. RIMBAUD, A. DIERCKX et P. PONCIN**

DECEMBRE 2010

TABLE DES MATIERES

PARTIE B

RESUME	2
RAPPEL. INTRODUCTION-INTERET ET JUSTIFICATION DE L'ETUDE	4
3. LES CENTRALES HYDRO-ELECTRIQUES SUR L'OURTHE LIEGEOISE	11
3.1. La CHE Mérytherm sur l'Ourthe à Méry-Tillf	12
3.2. La CHE OMEGA sur l'Ourthe à Angleur-Liège	34
4. LES CENTRALES HYDRO-ELECTRIQUES SUR L'AMBLEVE EN AVAL DE LA LIENNE	46
4.1. La CHE de Raborive sur l'Amblève en régime navigable	47
4.2. La CHE de Lorcé/ Heid de Goreux sur l'Amblève en régime non navigable	58
CONCLUSIONS GENERALES POUR LA PARTIE B	69
REMERCIEMENTS (PARTIE B)	72
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES (PARTIE B)	73
ANNEXES (PARTIE B)	78

Dossier de 78 pages

Citation recommandée du rapport :

Philippart, J.C., M. Ovidio, G. Rimbaud, A. Dierckx et P. Poncin, 2010. Essai d'estimation des dommages piscicoles engendrés par les prises d'eau industrielles et les turbines hydroélectriques dans les cours d'eau de la Province de Liège. Partie B. L'Ourthe liégeoise et l'Amblève en aval de la Lienne. Rapport pour l'année 2010 à la Commission provinciale de Liège du Fonds piscicole du Service Public de Wallonie, 78 pages (décembre 2010).

RESUME

Ce rapport à la Commission provinciale de Liège du Fonds piscicole de Wallonie est un dossier bibliographique qui analyse l'impact sur les populations de poissons migrateurs en dévalaison des centrales hydroélectriques installées sur l'Ourthe liégeoise (aval de Sy-Vieuxville) et sur l'Amblève en aval de la Lienne. Il s'agit de grands cours d'eau (module du débit : 57 m³/s dans l'Ourthe à Liège et 20 m³/s dans l'Amblève à Martinrive-Aywaille) appartenant à des zones à ombre et à barbeau et qui abritent une importante biodiversité piscicole dont notamment des poissons migrateurs amphihalins comme l'anguille européenne, la truite de mer et le saumon atlantique en cours de réintroduction en Wallonie.

Les quatre sites hydroélectriques décrits et analysés dans ce dossier présentent (voir tableau) des situations très différenciées au point de vue du type de centrale (sur dérivation ou conduite forcée) et de son importance (débit turbiné par rapport au débit de la rivière : de 20 à 159 %) ainsi que du degré de connaissance technique des installations (bon pour Mérytherm et Lorcé mais faible pour OMEGA et Raborive).

Rivière	Localisation	Type	Turbine	Débit max		Ouvrages de dévalaison
				m ³ /s	% Mod.	
Ourthe	Mérytherm Méry	dérivation sur petit barrage	Kaplan	10,0	22	exutoire dévalaison expérimental depuis 2007
Ourthe	OMEGA Angleur	turbine flottante + siphon	hélice	27,5	48	nouvelle technologie peu connue
Amblève	Lorcé/ Goreux *	conduite forcée sur petit barrage	Francis	29	159	exutoire à aménager
Amblève	Raborive	dérivation sur petit barrage	?	4,0	20	exutoire à aménager

*turbinage principal de 26 m³/s par la conduite forcée à Heid de Goreux + turbinaage du débit réservé de 3 m³/s au niveau du barrage de Lorcé

L'évaluation des impacts piscicoles des centrales se limite à une approche très préliminaire consistant à apprécier de manière théorique (par rapport à des modèles élaborés en France par Larinier et Dartiguelongue et Gomes et Larinier) les ordres de grandeur des pourcentages de mortalité des populations migratrices (surtout les anguilles argentées et les smolts de salmonidés) attendues sur les différents sites, compte tenu des caractéristiques connues des prises d'eau (grilles), des turbines (Kaplan ou Francis, grandeur des roues, vitesse de rotation, débit turbiné), de la taille des poissons et des possibilités de dévalaison par une voie autre (déversoir de barrage, exutoire de dévalaison) que le passage dans les turbines. Cette analyse théorique a été éclairée par quelques observations télémétriques du comportement de dévalaison de smolts de Salmonidés à Mérytherm, OMEGA Angleur et Lorcé et d'anguilles argentées à Mérytherm et OMEGA Angleur ainsi que par les résultats de 4 années de piégeage des poissons dans un petit exutoire de dévalaison à Mérytherm. Mais on n'a pas encore pu dénombrer les poissons transitant dans les turbines, ni les populations dévalantes totales concernées sur chaque site.

Dans ces conditions et malgré des informations parfois partielles disponibles, on a néanmoins pu caractériser les impacts potentiels des turbinages hydroélectriques sur les poissons migrateurs en dévalaison sur les quatre sites. Ces impacts apparaissent :

- majeurs à Lorcé en raison de la fraction importante du débit turbiné par rapport au débit de la rivière et de l'absence de tout exutoire de dévalaison ;
- importants pour les smolts de Salmonidés à Raborive lors de certaines années quand le débit est faible (< 8 m³/s) en avril-mai et compte tenu de l'absence d'un exutoire de dévalaison devant la grille de prise d'eau;
- apparemment peu importants à Mérytherm du fait de la faible proportion du débit de la rivière turbiné et grâce à la présence de 2007 à 2010 (en espérant son maintien au-delà de cette date) d'un petit exutoire de dévalaison à hauteur de la grille de prise d'eau ;
- faibles aussi à première vue à Angleur OMEGA en raison du caractère flottant de la turbine en siphon et du maintien de possibilités de dévalaison par le déversoir et les vannes levantes ouvertes.

Partant de ces premiers résultats, le rapport détaille les actions à entreprendre sur chaque site hydroélectrique pour le rendre moins pénalisant pour les poissons migrateurs en dévalaison. Il propose aussi quelques recommandations générales applicables à l'évaluation objective de l'impact piscicole de tout site hydroélectrique et à l'atténuation de cet impact.

Concernant les aspects techniques de la production d'hydroélectricité, il est essentiel de pouvoir disposer des informations techniques précises sur des paramètres structurels (type de roue, nombre de pales ou d'aubes, diamètre de la roue, distance inter pale, etc.) et fonctionnels (débit turbiné, vitesse de rotation, turbinage en continu ou en éclusées) des installations, afin de pouvoir appliquer les modèles de prévision des pertes de poissons lors de leur passage dans les turbines de type Kaplan (hélice) ou Francis. L'attribution du permis d'exploiter une nouvelle installation ou le renouvellement du permis d'une ancienne centrale rénovée ou non devrait être conditionnée à la production d'un tel dossier technique détaillé.

En matière biologique et piscicole, il devient absolument prioritaire de mettre en place des programmes d'études permettant de caractériser qualitativement (taille des poissons et périodicité des mouvements) et surtout quantitativement (effectifs numériques et biomasse) les migrations de dévalaison des principales espèces cibles dans les cours d'eau concernés.

Au plan de la gestion des peuplements et populations spécifiques de poissons, il est urgent d'obtenir des chiffres fiables sur les mortalités réelles des poissons des différentes espèces et tailles qui sont effectivement entraînés dans les turbines sur un site donné. Dans un premier temps, cela implique la réalisation d'études expérimentales basées sur l'utilisation des outils modernes appropriés. Une attention particulière doit aussi être accordée à la bonne exécution effective des études environnementales imposées par les Pouvoirs publics lors de l'attribution ou du renouvellement d'un permis d'exploiter une centrale hydroélectrique. Dans un second temps, il faut étudier et mettre en oeuvre les moyens d'atténuer ou de supprimer les mortalités jugées excessives par rapport à des normes à fixer par espèce et par rivière ou ensemble de rivières, en tenant compte de la mortalité cumulée dans les axes fluviaux. Pour des cours d'eau de l'importance de l'Ourthe liégeoise et de l'Amblève en aval de Coe (module du débit d'environ 20-50 m³/s), les pistes les plus intéressantes à explorer pour optimiser le succès de la dévalaison sont relatives aux techniques et procédés ichtyocompatibles suivants : i) le maintien d'un débit réservé maximum sur le déversoir de l'ouvrage de prise d'eau hydroélectrique, ii) l'installation d'une grille de prise d'eau à barreaux espacés de 1 à 3 cm, combinée à un ou plusieurs exutoires de dévalaison bien conçus et iii) l'utilisation d'une turbine 'fish-friendly-ichtyophile' scientifiquement validée.

Mots clés : Ourthe et Amblève, poissons migrateurs, comportement de dévalaison, hydroélectricité, mortalité dans les hydroturbines, anguille européenne, saumon atlantique

RAPPEL. INTRODUCTION - INTERET ET JUSTIFICATION DE L'ETUDE

Parmi les facteurs qui provoquent la mortalité des poissons en milieu naturel (pollutions, maladies, prédation, pêche), un cas particulier est celui des pertes causées par les prises d'eau industrielles pour les besoins : i) du refroidissement des installations de production d'électricité thermique classique ou nucléaire, ii) du turbinage pour la production d'hydroélectricité et iii) de diverses autres utilisations détaillées dans le tableau 1.

Tableau 1. Types de dérivations d'eau de surface ayant un impact direct sur la survie et l'état de santé des poissons (Philippart et al., 2003).

Prise d'eau pour le refroidissement des centrales électriques thermiques classiques et nucléaires et d'autres industries (sidérurgie, chimie, etc.)

Utilisation de l'eau pour la production d'hydroélectricité par turbines de haute chute (conduite forcée à partir d'un barrage) et de basse chute (microcentrale au fil de l'eau)

Prise d'eau pour des besoins industriels autres (lavage par ex.) que le refroidissement.

Captage d'eau en barrage ou en rivière pour la production d'eau potable.

Pompage d'eau pour l'irrigation de terres agricoles ou pour leur l'assèchement (cas des zones de polders)

Prise d'eau par dérivation ou pompage pour alimenter une pisciculture, un étang de pêche ou une autre infrastructure de loisir ou touristique.

Dérivation (et parfois pompage) de l'eau d'un fleuve ou d'une rivière vers un canal pour les besoins de la navigation (éclusage).

Ces mortalités, de type mécanique, sont fortement associées à la mobilité des poissons vers l'aval (comportement de dévalaison) qui se manifeste sous diverses formes chez les groupes d'espèces suivants (voir Philippart, 2005):

* Poissons migrateurs amphihalins (cycle vital en eau douce et en mer) qui naissent en eau douce et descendent obligatoirement vers la mer au printemps sous la forme de jeunes pour grandir et acquérir leur maturité sexuelle : cas des Salmonidés comme le saumon atlantique et la truite de mer (= forme migratrice de la truite commune) (fig. 1) et de la lamproie fluviatile.

* Poissons migrateurs amphihalins (cycle vital en eau douce et en mer) qui grandissent en eau douce et descendent obligatoirement vers la mer en automne-hiver sous la forme de pré-adultes pour se reproduire dans l'Océan: cas de l'anguille européenne du type 'anguille argentée (fig. 1) ;

* Adultes des espèces 100 % d'eau douce qui, après une migration de reproduction vers l'amont, exécutent une migration de descente pour regagner leurs habitats de résidence dans la partie aval du cours d'eau : cas d'espèces d'eau rapide (truite commune, hotu, chevaine, barbeau) et d'eau plus lente (brèmes commune et bordelière, gardon, carpe, perche, brochet,

sandre, etc.). A cette catégorie comportementale, il faut rattacher les salmonidés amphihalins adultes (potentiellement le saumon atlantique et surtout la truite de mer) qui cherchent à redescendre en mer après leur reproduction accomplie en eau douce au terme d'une migration de remontée depuis la mer. La dévalaison en post-reproduction de la plupart de ces espèces se déroule au printemps sauf chez les Salmonidés chez qui elle a lieu en fin d'automne-début d'hiver.

* Jeunes poissons de l'année (0+) ou dans leur deuxième année (1+), de petite taille (moins de 10-15 cm), qui dévalent massivement dans les cours d'eau et surtout dans les fleuves lors des coups d'eau et des crues survenant généralement entre septembre et février. Toutes les espèces sont concernées mais les principales sont le gardon, l'ablette commune, le hotu, le chevaine, la perche et la grémille.



Figure 1; Photos des espèces de poissons migrateurs amphihalins qui effectuent obligatoirement une migration de dévalaison dans les rivières de Wallonie (Philippart, 2005).

Les ouvrages de prise d'eau industrielle dans les eaux de surface ne constituent pas seulement une cause de mortalité des poissons et notamment d'espèces de grande valeur écologique et patrimoniale (biodiversité) et halieutique mais aussi des éléments majeurs de perturbation de la continuité écologique des cours d'eau à travers le blocage /freinage des migrations et mouvements vers l'aval. A ce titre, ils sont donc directement concernés par toutes les dispositions légales et réglementaires prises en faveur de la protection des poissons et spécialement de leur libre circulation :

* La Directive européenne Habitat Faune Flore 92/43CEE complétée par FFH 97/62/CE qui reconnaît comme étant d'intérêt communautaire les sept espèces de poissons migrateurs amphihalins qui appartiennent à l'ichtyofaune du bassin de la Meuse internationale ainsi que sept autres espèces qui passent toute leur vie en eau douce. Toutes ces espèces sont classées dans les listes des annexes II et/ou IV et V correspondant à différents niveaux de protection détaillés ci-dessous. La présence de certaines de ces espèces a justifié le classement de plusieurs tronçons de cours d'eau en zone Natura 2000.

Espèce		Annexes	Observations pour Région wallonne
<u>Espèces amphihalines</u>			
<i>Acipenser sturio</i>	esturgeon	II, IV	éteint, sans espoir de retour
<i>Alosa fallax</i>	alose feinte	II, V	éteint, faible espoir de retour
<i>Alosa alosa</i>	grande alose	II, V	éteint, faible espoir de retour
<i>Coregonus oxyrinchus</i>	corégone oxhyrinque	II, IV	éteint, faible espoir de retour
<i>Petromyzon marinus</i>	lamproie marine	II	retour naturel prochain
<i>Lampetra fluviatilis</i>	lamproie fluviatile	II, V	retour naturel prochain
<i>Salmo salar</i>	saumon atlantique	II, V	en cours de restauration
<u>Espèces d'eau douce</u>			
<i>Cottus gobio</i>	chabot	II	abondant
<i>Rhodeus sericeus</i>	bouvière	II	abondant localement
<i>Lampetra planeri</i>	petite lamproie	II	rare en Meuse
<i>Cobitis taenia</i>	loche de rivière	II	pas signalé en Meuse
<i>Misgurnus fossilis</i>	loche d'étang	II	rare dans Grensmaas
<i>Barbus barbus</i>	barbeau fluviatile	V	abondant
<i>Thymallus thymallus</i>	ombre commune	V	abondant

Annexe II: espèces dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation

Annexe IV: espèces dont la conservation nécessite une protection stricte (= protection intégrale)

Annexe V: espèces dont le prélèvement dans la nature et l'exploitation sont susceptibles de faire l'objet de mesures de gestion (= protection partielle)

* La Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE) qui vise l'atteinte d'un bon état ou potentiel écologique des eaux de surface auquel participe la faune des poissons et l'état de la qualité hydromorphologique des milieux, notamment au point de vue de la continuité et des possibilités de libre circulation de la faune. Les préoccupations pour la restauration de l'habitat des poissons migrateurs dans le District International de la Meuse (DHI) ont conduit à l'élaboration en 2010 d'un Master Plan Poissons Migrateurs pour la Meuse (voir Philippart et al., 2010 b)

* La Directive 2006/44 /CE relative à la qualité des eaux de surface aptes à la vie des poissons.

*La Décision Benelux M (96) 5 relative à la libre circulation des poissons dans les réseaux hydrographiques Benelux remplacée en juin 2009 par la décision M (2009) (Annexe I a,b)

* Le Règlement Anguille de l'Union européenne N° 1100/2007 du 18 septembre 2007 définissant des mesures pour reconstituer les stocks de l'Anguille européenne (Annexe 2) et son prolongement Le plan de Gestion Anguille pour la Belgique (Annexe 3).

La Province de Liège est particulièrement affectée par tous les problèmes piscicoles associés à la présence d'installations avec prises d'eau en raison de sa position en aval du bassin de la Meuse où doivent obligatoirement passer des poissons migrateurs dévalants vers la mer comme les anguilles argentées adultes et les juvéniles ou smolts de la forme de mer de la truite commune et le saumon atlantique en phase de réintroduction en Wallonie depuis les années 1980 (programme Meuse Saumon 2000 : Malbrouck et al., 2007).

Parmi les installations incriminées il faut citer : les centrales électronucléaires de Tihange et les centrales thermiques des Awirs et de Seraing TGV, les grandes centrales hydroélectriques au fil de l'eau sur la Meuse canalisée (Ampsins-Neuville, Yvoz-Ramet, Monsin et Lixhe), les nombreuses centrales hydroélectriques sur la partie navigable de l'Ourthe (Grosses Battes, Mérytherm) et de l'Amblève (Raborive,) ainsi que surtout sur les cours d'eau non navigables des sous-bassins de l'Amblève, de la Vesdre, de la Meuse aval (Méhaigne, Hoyoux, Berwinne) et du Rhin (Our) (tabl. 2 ; fig. 2)

Tableau 2. Dénomination, localisation géographique, puissance installée (débit maximum utilisé et hauteur de chute) et date de mise en service des centrales hydro-électriques sur les cours d'eau navigables et non navigables de Wallonie. Toutes les unités, sauf celles avec un astérisque, ont été certifiées 'vertes' par la Commission wallonne pour l'Energie-CWaPE (situation 2009).

Dénomination	Cours d'eau	Puissance MW	Débit m ³ /s	Hauteur chute m	Année (1)
SOUS-BASSIN MEUSE AVAL					
Lixhe	Meuse	23,0	340	8,2	1980
Monsin	Meuse	17,8	450	5,5	1954
Ampsins-Neuville, écluse	Meuse	9,9	270	4,6	1965
Yvoz-Ramet, écluse	Meuse	9,7	285	4,6	1954
Andenne, écluse	Meuse	8,9	210	5,4	1980
Moulin Schyns Moresnet	Geule	?	?	1,2	?
Moulin Hick Val-Dieu	Berwinne	0,018	0,4	7,2	2007
Moulin de Jehoulet (Willot) Moha	Méhaigne	0,022	?	3	2004
Hydro Neuville (Carmeuse) Moha	Méhaigne	0,090	?	-	?
Moulin Heine Fallais	Méhaigne	0,007	roue	1	?
Waldor (Devetter) Marchin	Hoyoux	0,075	2,0	4,5	2008
Hydrobarse (Ikonomakos) Marchin	Hoyoux	0,045	1,7	3,2	2008
SOUS-BASSIN OURTHE					
Mérytherm Méry	Ourthe	0,205	10	?	1988
OMEGA Grosses Battes Angleur	Ourthe	0,503	27,5	3,0	2005

Tableau 2 (suite)

SOUS-BASSIN AMBLEVE

Lac de Bütgenbach Electrabel	Warche	2,1	10,0	23	1933	-
Lac de Robertville/Bévercé	Warche	9,9	9,9	?	1930	
Moulin Meyeres Malmedy	Warche	0,119	4,0	3,6	1923	
Turbine Maraite Ligneuville	Amblève	0,217	4,0	7	1919	
Moulin Piront Ligneuville	Amblève	0,062	2,07	4,2	1971	
Bressaix Stavelot Electrabel	Amblève	0,106	6,0	2,4	1956	
Coo-Dérivation Electrabel	Amblève	0,385	7,0	7	1994	
Coo-Pompape*	Amblève	1 164,0	(483)	-	1969	
Barrage de Lorcé Electrabel	Amblève	0,080	3,0	3,5	1992	
Lorcé/Hé de Goreu	Amblève	7,344	27,0	39,4	1931	
Hydro Raborive Aywaille	Amblève	0,060	7,0	?	1984	
Hydro de Refat Bellevaux	R. de Recht	0,240	1,0	25	1981	
Hydro Muller Bellevaux *	Lamonrville	0,010	0,27	23,5	?	

SOUS-BASSIN VESDRE

Lac de la Vesdre Eupen	Vesdre	1,519	?	(66)	1952	
Lac de la Gileppe Jalhay *	Gileppe	0,95	1,8	42,9	?	
CHE de Bilstain (Denis)	Vesdre	0,140	3	5	1981	
Hydro Chapuis (Gamby) Bellevaux	Vesdre	0,10	5	4	1969	
Moulin Fisenne Goffontaine	Vesdre	0,095	5	?	1999	
CHE Gamby Olne	Vesdre	0,255	9	4	1999	
Moulin Pirard (Denis) Nessonvaux	Vesdre	0,049	3	4,5	2001	
CHE de Fraipont Fraipont	Vesdre	0,075	8	2,0	2001	
La Fenderie Trooz	Vesdre	0,276	5	2,8	2003	

SOUS-BASSIN MOSELLE

Moulin de Weweler	Our	0,169	4,04,5		2002	
-------------------	-----	-------	--------	--	------	--

(1) d'après la liste de la CWaPE (Commission Wallonne pour l'Energie) des installations bénéficiant d'un certificat vert . L'année d'entrée en fonction correspond parfois à la date de certification 'verte' par le CWaPE.

Dans le contexte du développement des énergies renouvelables pour lutter contre le réchauffement du climat, de nombreux projets de production d'hydroélectricité émergent un peu partout. Il est essentiel de s'assurer que ces projets n'entraînent pas une dégradation supplémentaire de la faune des poissons de nos cours d'eau au moment où ceux-ci commencent à bénéficier des efforts considérables d'épuration des eaux usées, des aménagements en faveur de la libre circulation des poissons en remontée (échelles à poissons) (Ovidio et al., 2008) et des nouvelles possibilités de repeuplement de reconstitution ou de soutien des populations en espèces non commerciales (truite commune de souches locales dont truite de mer, saumon, ombre commun, barbeau, chevaine, hotu, vandoise, etc.) ainsi que, sans doute prochainement, en jeunes anguilles sauvages (Plan de Gestion de l'Anguille pour la Belgique)

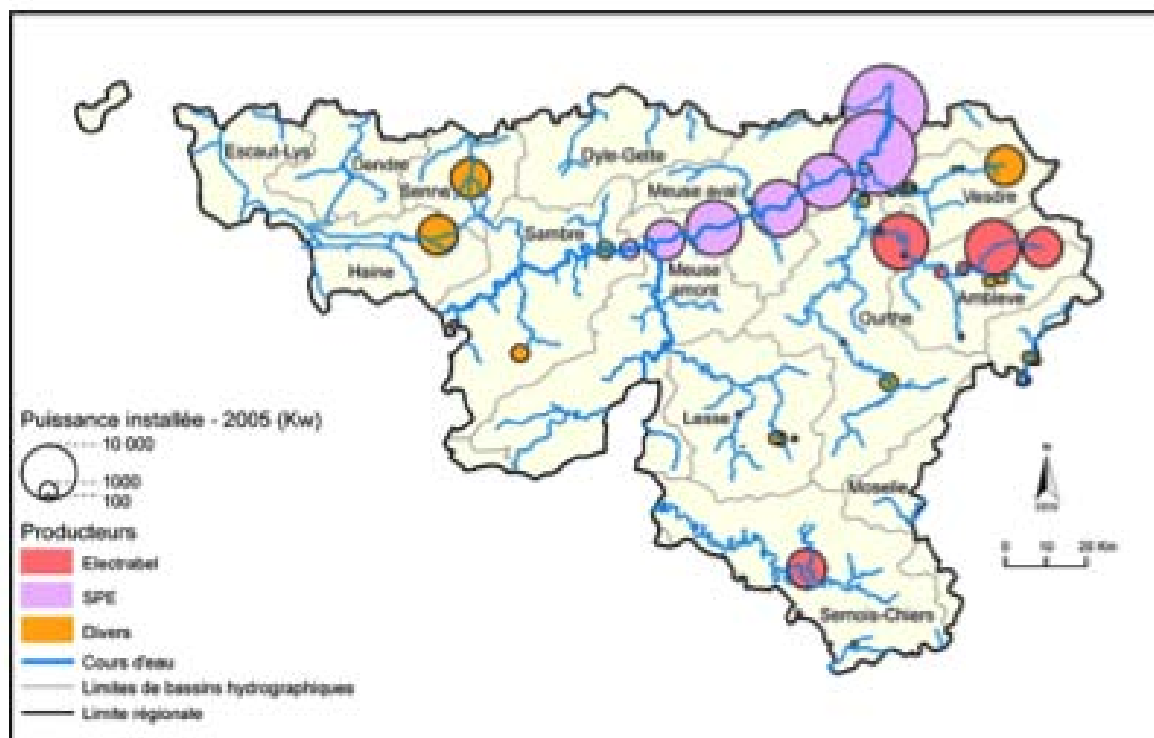


Figure 2. Carte des 48 centrales hydroélectriques (sauf centrales à accumulation par pompage) certifiées ‘vertes’ par le CWaPE (source : Etat de l’Environnement Wallon, Huart et t’Serstevens, 2006). On remarque la concentration des grandes unités sur la Meuse, l’Amblève et la Vesdre en Province de Liège.

Le programme d’études bibliographique exécuté en 2010 par l’ULg au bénéfice de la Commission de Liège du Fonds piscicole a pour objectif de faire le point sur les différents aspects du problème ‘Poissons, prises d’eau industrielles et hydro turbines’ qui viennent d’être évoqués et de dégager les principales pistes des actions à entreprendre dans le cadre des plans de gestion piscicole. Cette étude représente une compilation des nombreuses informations rassemblées par l’ULg depuis une trentaine d’années : recherches FNRS et expertise scientifique de J.C. Philippart sur la démographie, la biodiversité et la conservation des poissons de Wallonie (Philippart, 2008,2007,2002,1988 ; Philippart et Vranken, 1983 a,b), thèse de doctorat et recherches ultérieures de M. Ovidio (Ovidio et al., 2008, 2007), thèse de doctorat de D. Sonny (2006, 2009), mémoires de fin d’étude en biologie, études d’incidences sur l’environnement et expertises diverses et conventions d’études avec les Pouvoirs publics régionaux et des bureaux d’études privés dont principalement depuis 2000 :

Fin années 1980-2010. SPW-DGARNE. Direction de la Nature et des Forêts – Service de la Pêche. Conventions annuelles ‘ Suivi scientifique de la réhabilitation du saumon atlantique dans le bassin de la Meuse. Contribution spécifique de l’Université de Liège : Etude des comportements et voies de migration à la remontée et à la descente des salmonidés et des autres poissons migrateurs dans les axes Meuse-Ourthe-affluents.

Février 2000- février 2001. SPW. DGARNE. Direction des Cours d’Eau Non Navigable. Convention d’étude ‘ Définition de bases biologiques et éco-hydrauliques pour une gestion durable des migrations de reproduction et de dispersion des poissons dans les cours d’eau non navigables de Wallonie ‘.

Juin 2000- mai 2002. Laborelec S.A. Etude de l'incidence des prises d'eau des centrales électriques thermiques sur les poissons de la Meuse. Cas de la centrale nucléaire de Tihange et de la centrale TGV de Seraing.

Juillet -Décembre 2002. Laborelec S.A. Inventaire et caractérisation des techniques à mettre en oeuvre pour limiter l'impact environnemental et piscicole de la production d'hydroélectricité par micro-turbines.

Janvier 2003- mars 2004. Laborelec S.A. Etude de la répulsion des poissons de la Meuse au niveau de la prise d'eau du canal d'amenée de la Centrale nucléaire de Tihange. Testage d'un système par infrasons.

Mars 2003- février 2005. SPW. DGARNE. Direction des Cours d'Eau Non Navigables Convention d'étude 'Définition de bases biologiques et éco-hydrauliques pour la libre circulation des poissons dans les cours d'eau non navigables de Wallonie' (Partie 1).

Mai 2005- juillet 2007. SPW.DGARNE. Direction des Cours d'Eau Non Navigables Convention d'étude 'Définition de bases biologiques et éco-hydrauliques pour la libre circulation des poissons dans les cours d'eau non navigables de Wallonie' (Partie 2).

2005-2007. SPW.DGARNE. Chapitre 'L'érosion de la biodiversité : Les poissons' de l'Etat de l'Environnement Wallon 2006. Synthèse et Dossier scientifique.

Octobre 2007-Septembre 2009. SPW-DGARNE. Direction des Cours d' Eau Non Navigables Convention relative au 'Développement d'une méthodologie de fixation des conditions d'installation et d'exploitation des centrales hydro-électriques sur les cours d'eau non navigables de Wallonie afin de limiter leur impact sur la qualité écologique et les ressources piscicoles des milieux (approche DCE et plan PLUIES) '.

Octobre 2009-mars 2010. SPW-DGARNE. Direction des Cours d' Eau Non Navigables Convention relative à l'Appui scientifique à l'élaboration des cartes des axes prioritaires de migration en montaison et dévalaison des poissons (spécialement des salmonidés, des cyprinidés rhéophiles et de l'anguille européenne) dans les cours d'eau non navigables de Wallonie.

Une première partie (A) du dossier a fait l'objet d'un rapport séparé de 95 pages qui contient l'étude des installations situées sur la Meuse liégeoise canalisée navigable : les prises d'eau de refroidissement des centrales électriques thermiques de Tihange CN, Seraing TGV et Les Awirs et les quatre grandes centrales hydroélectriques au fil de l'eau de Ampsin-Neuville, Yvoz-Ramet, Monsin -Liège et Lixhe -Visé.

La présente deuxième partie (B) du dossier s'intéresse aux installations, exclusivement des centrales hydroélectriques, situées sur les grands cours d'eau affluents de la Meuse, comme l'Ourthe en régime dit navigable et l'Amblève dans sa partie dite navigable en aval du pont de Sougné-Remouchamps et dans sa partie non navigable en aval de la Lienne. Pour faciliter la lecture du Rapport B, nous avons répété dans celui-ci l'introduction générale du Rapport A et nous avons présenté les chapitres du Rapport B comme une suite de ceux du Rapport A dans la perspective du regroupement ultérieur des deux documents en un seul.

Un dernier rapport (2011) sera consacré à toutes les autres centrales hydroélectriques.

3. LES CENTRALES HYDROELECTRIQUES SUR L'OURTHE LIEGEOISE

3.1. La CHE Mérytherm sur l'Ourthe à Méry-Tilff

3.1.1. Caractéristiques du site et de la centrale

3.1.1.1. Le barrage de prise d'eau

La centrale hydroélectrique Mérytherm à Méry (CHE Méry) est située sur l'Ourthe à 13,520 Km de la Meuse (fig. 3), à un niveau de la rivière où le débit moyen interannuel (module) est de 45,6 m³/s pour la période 1987-2009.



Figure 3. Carte de situation de la centrale hydroélectrique Mérytherm sur la basse Ourthe à Méry-Tilff.

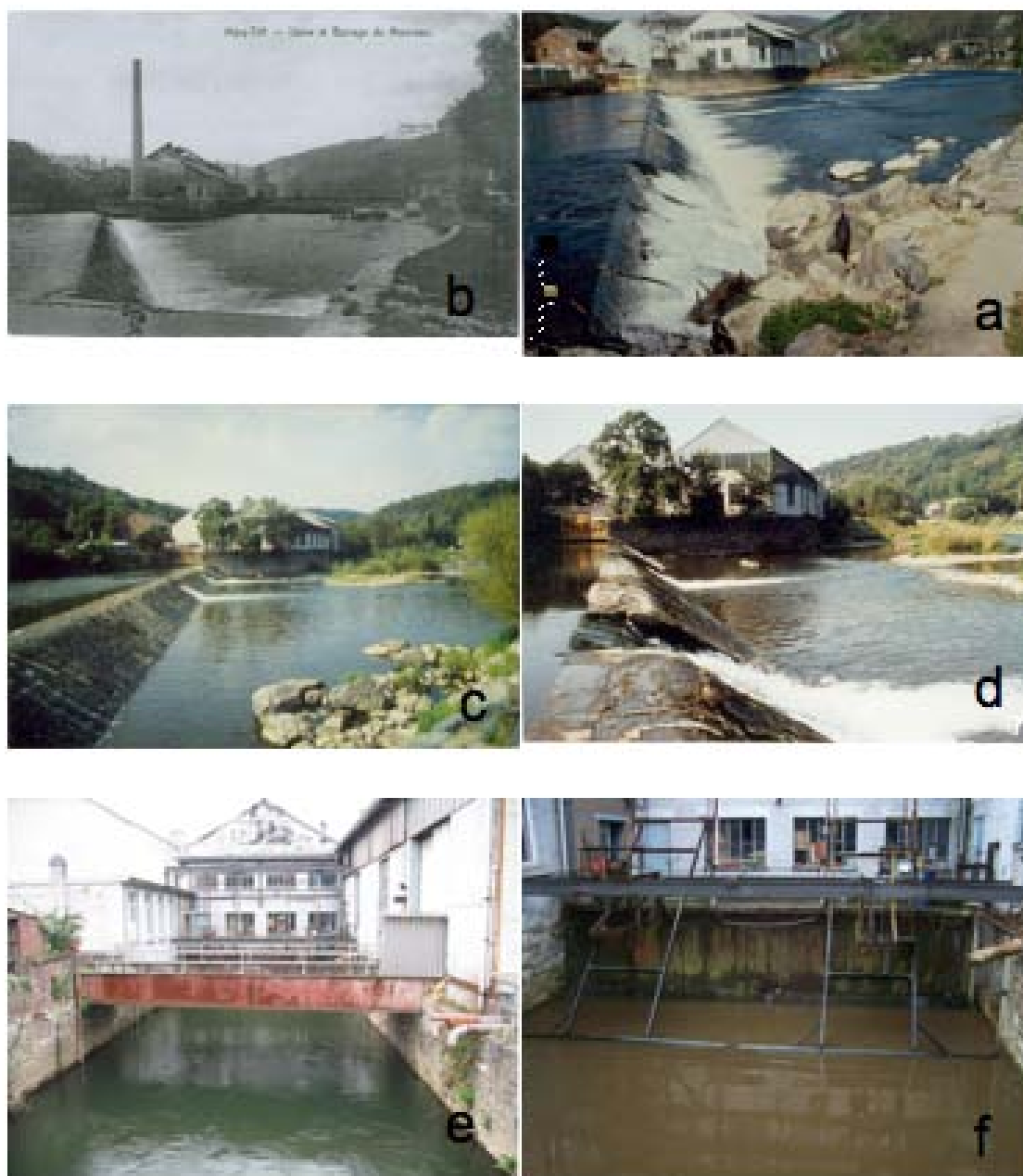


Figure 4. Quelques vues du barrage de Méry et de la prise d'eau de la centrale hydroélectrique Mérytherm. (a) le barrage fixe ; (b) vue ancienne montrant une configuration des lieux fort comparable à celle d'aujourd'hui ;(c) le barrage de Méry en période de très bas débit de l'Ourthe ;(d) écoulement du faible débit de l'Ourthe par les deux échancrures dans le barrage ; (e) le canal d'amenée ; (f) la fin du canal d'amenée avec la grille de protection des turbines.

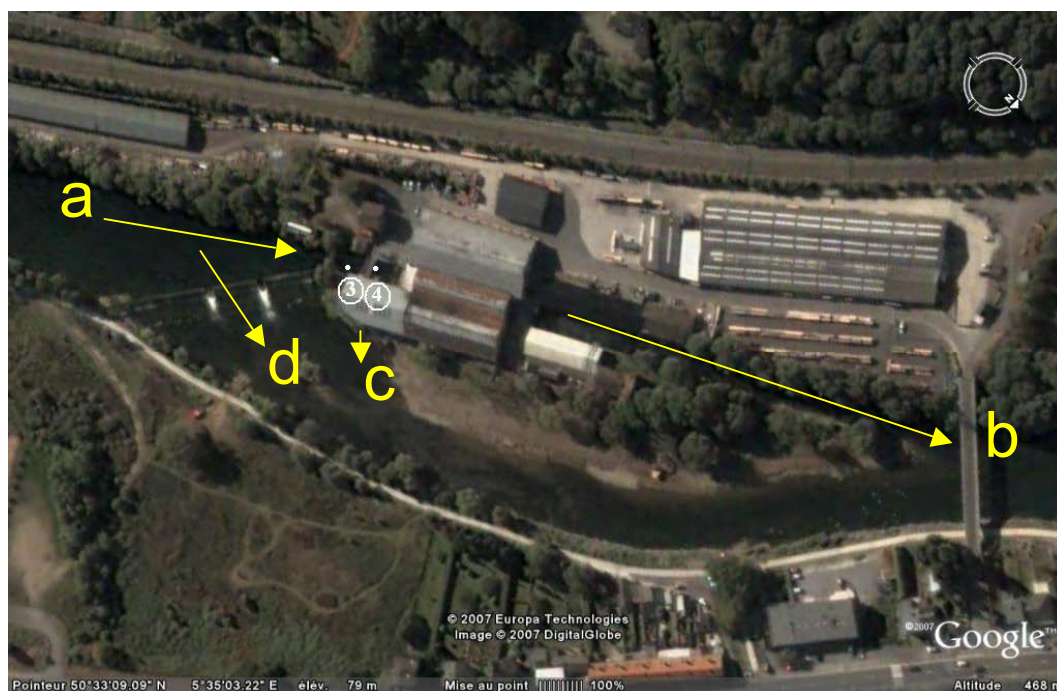
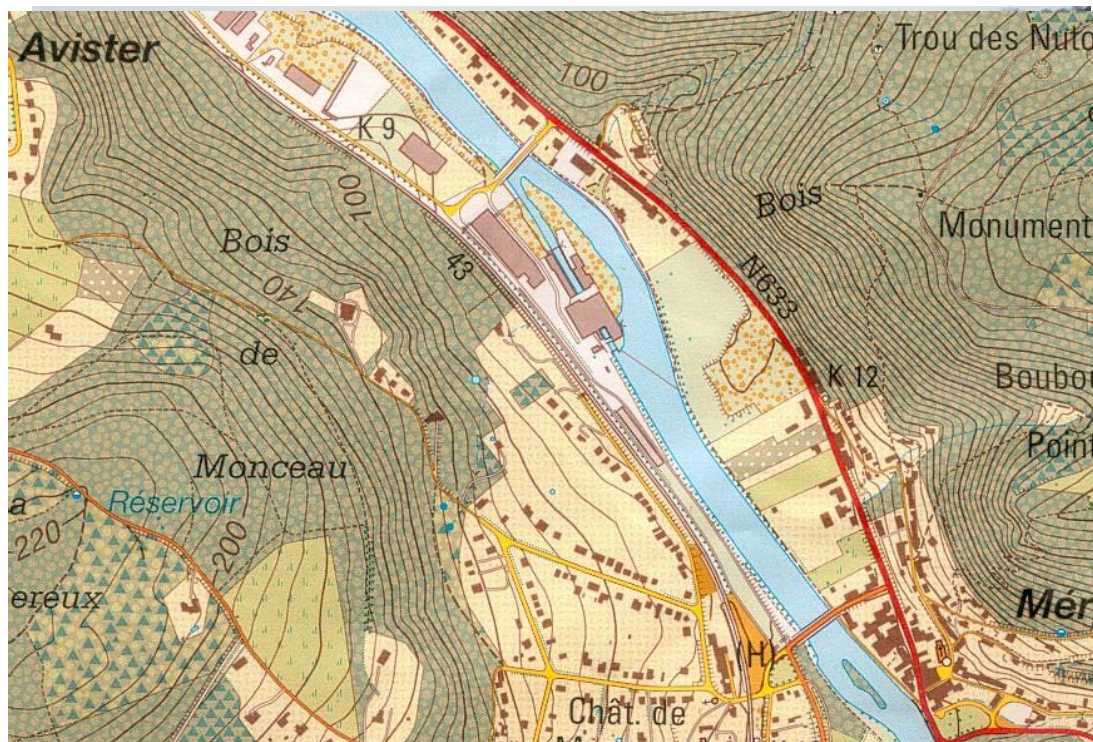


Figure 5. Carte (au-dessus) et vue aérienne (en-dessous) du site du barrage de Méry avec la centrale hydroélectrique Mérytherm. Les flèches indiquent les mouvements d'eau :

(a) : vers la prise d'eau et le court canal d'amenée ; (b) restitution à l'Ourthe de l'eau turbinée ; (c) sortie du tunnel d'évacuation des déchets dégrillés et des poissons transitant par l'exutoire de dévalaison construit en 2007 ; (d) écoulement sur le déversoir.



Figure 6. Au-dessus : turbine Francis de 45 Kw en fonction en double exemplaire jusqu'en 1985. Au milieu : turbine hélice (Kaplan) de 80 Kw installée en 1985 pour remplacer une première turbine Francis. En-dessous : turbine hélice (Kaplan) de 120 Kw installée en 2005 en remplacement de la deuxième turbine Francis (source : exposé N. Duchesne à l'Aquapôle ULg le 06/12/ 2007).

Le barrage qui alimente la prise d'eau vers les turbines est l'un des neuf anciens barrages de navigation qui existent encore sur la basse Ourthe en aval du confluent de l'Amblève. Il consiste en un seuil fixe oblique (fig. 4 a-d) avec une chute au déversoir de maximum environ 1,8 m. En période de basse eaux et de fort turbinage hydroélectrique, un écoulement résiduel se concentre dans deux échancrures utilisées comme passes à kayak. Il faut signaler qu'au milieu des années 1980, les échancrures furent partiellement obturées pour augmenter le volume d'eau turbinable.

L'eau de l'Ourthe est dirigée vers les turbines par un court canal d'amenée dont l'accès peut être fermé par des portes métalliques (fig. 4 e-f). Après passage dans les turbines hydroélectriques, l'eau est restituée par un canal de fuite qui rejoint le cours principal de l'Ourthe à environ 400 m en aval du barrage (fig. 5).

3.1.1.2. L'équipement de turbinage

L'entrée des turbines est protégée par une grille métallique large de 10 m et haute de 3 m (superficie filtrante de 30 m²) constituée de barreaux métalliques espacés de 5 cm (fig. 5 f). Sur cette grille se déplace un dégrilleur qui racle les débris et les évacue dans un tunnel latéral qui passe sous le bâtiment industriel et conduit dans l'Ourthe environ 30 m en aval du barrage.

Dans la situation actuelle la microcentrale Mérytherm comprend deux turbines Kaplan à axe vertical accolées, pourvue de 4 pales (fig. 6), d'un diamètre de 1,8 m et avec une vitesse de rotation de 250 trs /min. Les autres caractéristiques techniques sont : une hauteur de chute utile de 2.5 m, un débit maximum utilisé de 10 m³/s, une puissance installée totale de 120 kW et une production annuelle de 1.200.000 kWh (Duschesne, 2007). L'usine exploite le débit de l'Ourthe (jusqu'à un maximum de 10 m³/s) sur une moyenne de 8000 heures par an. Il faut tenir compte de la non-production pendant une semaine par an pour cause d'inondation et une autre semaine pour cause de sécheresse. On a accès à une régulation sur le débit.

A plein régime de turbinage, la vitesse de l'eau devant les grilles est de 0,8 m/s.

3.1.1.3. Les exutoires de dévalaison expérimentaux

Au début 2007, les sociétés Mérytherm et Profish Technology ont aménagé un exutoire de dévalaison des poissons latéralement par rapport au plan de la grille de prise d'eau vers les turbines. Du fait de sa géométrie, cette prise d'eau se prêtait bien à l'installation d'un tel exutoire de dévalaison. En effet, juste en amont des grilles et à hauteur du tunnel d'évacuation des déchets dégrillés se trouve une vanne métallique qui peut être ouverte pour évacuer les gros débris dans le tunnel avant leur filtration sur la grille (fig. 7).

C'est au niveau de cette vanne latérale qu'a été aménagé un double exutoire de dévalaison : un exutoire de surface installé en mars 2007 (fig. 7) et un exutoire fond aménagé en octobre 2007 (fig. 8). Ces deux ouvrages permettent à des poissons en migration de dévalaison d'éviter de passer par les turbines et d'y subir des mortalités et des blessures.

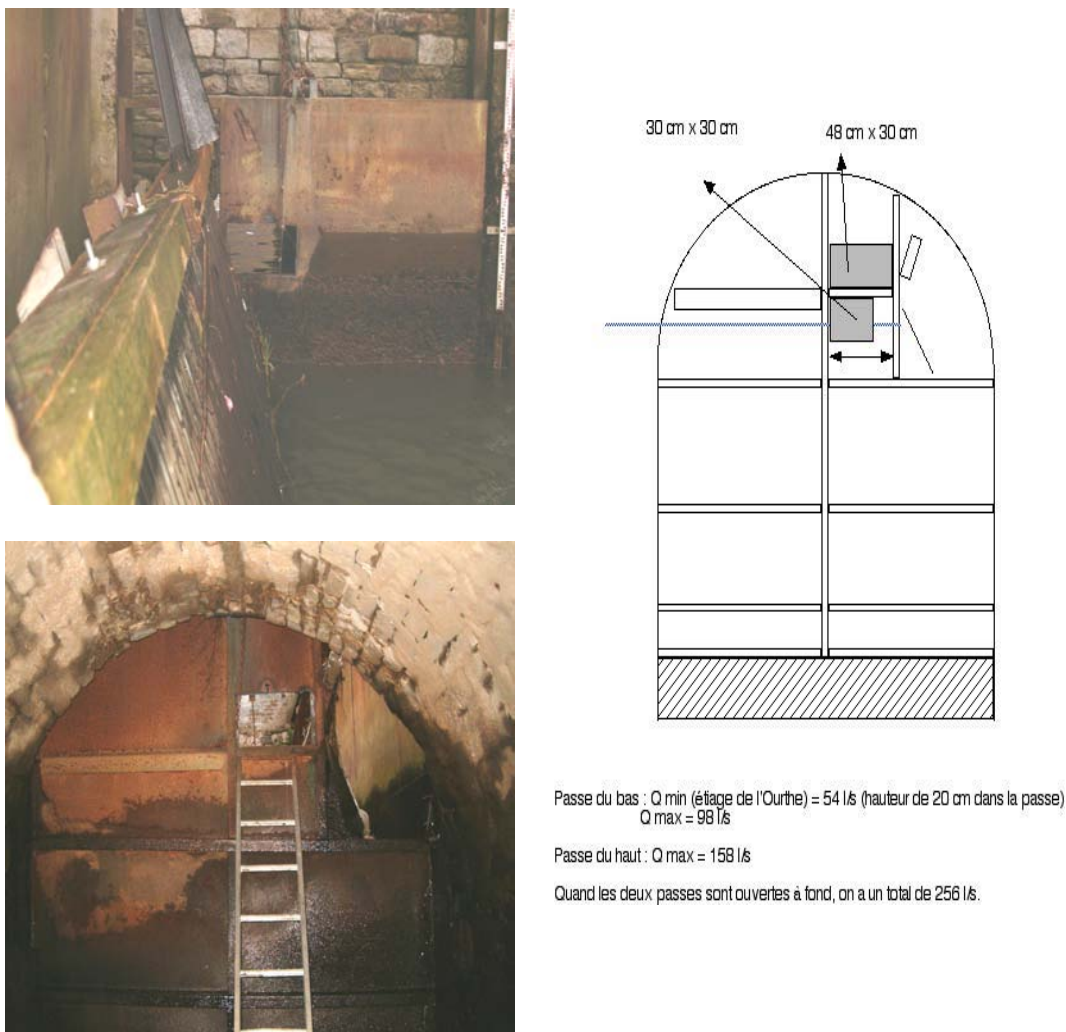


Figure 7. Description de la passe de dévalaison de la centrale hydro-électrique Mérytherm (documents Profish Technology). A droite : plan, vu de l'intérieur du tunnel, des deux ouvertures superposées percées dans la plaque métallique fermant l'accès au tunnel d'évacuation latéral. En-dessous à gauche : vue, à partir du tunnel, de la position de l'ouverture supérieure de 48 x 30 cm. En haut à gauche : vue, à partir du canal d'amenée, de la position de l'ouverture supérieure.

Les caractéristiques techniques de l'exutoire de dévalaison de surface et son mode de fonctionnement et de gestion sont illustrées par la figure 4. Les débits de transit sont 158 l/s dans l'ouverture du haut prévue pour la période de hautes eaux, 98 l/s au maximum (58 l/s pour une hauteur de 20 cm) dans l'ouverture inférieure prévue pour les débits d'étiage et 256 l/s pour l'ensemble des deux ouvertures. Au printemps 2008, l'attractivité de l'exutoire de surface a été améliorée par le placement d'une lampe à vapeur de mercure.

En fin 2007, l'exutoire de dévalaison de surface a été complété par un exutoire de dévalaison de fond destiné au passage des anguilles argentées. Cet exutoire consiste en un orifice d'une dizaine de cm de diamètre qui a été percé à la base de la vanne métallique qui contrôle l'écoulement de l'eau dans le tunnel latéral d'élimination des déchets de dégrillage.

Les poissons entrainés dans ces exutoires aboutissent dans le petit tunnel et retournent aisément à la rivière quelques dizaines de mètres en aval du barrage



Figure 8. Aménagement d'un exutoire de fond latéral en amont de la grille de protection de la prise d'eau de la centrale hydroélectrique de Méry sur l'Ourthe : (gauche haut) vanne latérale soulevée ; (gauche bas) orifice de dévalaison de fond percé dans la vanne latérale ; (droite) tuyau en siphon permettant la capture des poissons qui utilisent l'exutoire de fond (documents ProFish Technology).



Figure 9. Vues (à gauche) de l'exutoire de dévalaison latéral (débit : 0,1-0,2 m³/s ; vitesse : 1-1,2 m³/s) aménagé dans le prolongement latéral de la grille de la prise d'eau de la centrale hydroélectrique Mérytherm (10 m³/s maximum) sur l'Ourthe et (à droite) du système de récupération des poissons (extrait du film de présentation de ProFish Technology).

3.1.1.4. Le piégeage des poissons utilisant les exutoires de dévalaison

En collaboration avec les sociétés Mérytherm et Profish-Technology et avec un appui financier du Service Public de Wallonie DGARNE/DNF/SP (Programme Saumon) et de la Commission provinciale de Liège du Fonds piscicole, le LDPH-ULg a eu la possibilité d'installer en 2007 un piège de capture expérimental à la sortie de l'exutoire de dévalaison, spécialement dans le but d'intercepter des saumoneaux en migration de descente vers la Meuse et la mer. Le suivi de l'efficacité du dispositif a fait l'objet du mémoire de fin d'études ULg en Biologie animale par M. Mottet (2007).

Juste en-dessous de la chute d'eau par l'exutoire de dévalaison de surface a été aménagé un piège de capture temporaire (fig. 9) installé dans le tunnel d'environ 25m de long sur environ 5 m de large qui passe en-dessous du hangar de Mérytherm.

Le dispositif de piégeage à la sortie de l'exutoire de surface se compose d'une grille de filtration des poissons, d'une goulotte et d'un vivier de stockage (fig. 10). La grille de filtration a une longueur de 200 cm pour une largeur de 75 cm et est constituée de barreaux de 7,5 mm d'épaisseur espacés de 7.5 mm . Les dimensions du vivier placé à gauche de la grille sont de 100 cm de long sur 80 cm large et 80 cm de haut. La grille est inclinée de 15 % vers le bas pour permettre aux poissons de glisser jusqu'à la goulotte. Cette goulotte, légèrement inclinée vers la gauche, est alimentée par un courant d'eau en continu. Le poisson, une fois arrivé dans la goulotte, est emporté par le courant d'eau et tombe dans un vivier (1 m x 0,8 x 0,8 de hauteur) (fig. 9).

Le dispositif de piégeage à la sortie de l'exutoire de fond consiste simplement en un tuyau en PVC d'un diamètre d'une dizaine de cm de diamètre qui forme un siphon conduisant l'eau dans un deuxième vivier de stockage (fig. 10).



Figure 10. L'installation de récupération dans des viviers des poissons qui passent par l'exutoire de surface (grille à droite) et par l'exutoire de fond (siphon à gauche).

3.1.2. Caractérisation des poissons qui utilisent les exutoires de dévalaison de Méry

3.1.2.1. Méthodes d'étude

Le piège de dévalaison de Méry a fait l'objet de 5 sessions de contrôle : au printemps 2007 avec un exutoire de surface, en octobre-décembre 2007 avec un exutoire de surface et un exutoire de fond et au printemps 2008, 2009 et 2010 avec un exutoire de surface. En fin 2007, les contrôles des exutoires de dévalaison ont été complétés par la pose de deux filets verveux installés (filet 1 le 17/10/07 et filet 2 le 14/11/07) ouverture vers l'aval, dans le chenal de prise d'eau, juste en amont de la grille. Le suivi de ce dispositif en fin 2007 a fait l'objet du mémoire de fin d'études Ecole de La Reid par A. Dierckx (2008).

Sur le terrain, chaque poisson capturé est au préalable anesthésié dans une solution de 2-Phénoxy-éthanol (20-25ml/l). Les poissons sont ensuite identifiés, mesurés (longueur prise à la fourche de la nageoire caudale) et pesés (balance Kern précision 1g). Après ces contrôles, les poissons sont relâchés dans l'Ourthe en aval du barrage, à l'exception des lots de smolts de saumons et de truites qui sont utilisés pour d'autres opérations (expérience de marquage-recapture, radio-pistage).

3.1.2.2. Résultats des piégeages en dévalaison

Diversité des espèces et nombre de poissons capturés en 2007-2010

Le tableau 3 présente le bilan des captures totales au cours des quatre années 2007-2010 qui se montent à 3095 individus appartenant à 29 espèces, ce qui représente une haute biodiversité. Par rapport au peuplement connu dans cette partie de l'Ourthe, seules 3 espèces indigènes, la bouvière, l'épinoche et l'anguille n'ont pas été interceptées dans les pièges de dévalaison. Mais lors de l'étude automnale au moyen de nasses en 2007, on a inventorié n=2 anguilles et n=1 petite lamproie.

Au plan quantitatif, les captures des dévalants sont largement dominées par le saumon (44,6 %) et la truite commune (22,3 %) qui ensemble (n=2070) représentent 66,7 % des prises. Viennent ensuite le gardon (14,8 %) et le rotengle (7,1%) dont la forte contribution à l'automne 2007 et au printemps 2009 s'explique par des rempoissonnements en gardons (auxquels sont souvent associés des rotengles) dans le plan d'eau en amont du barrage de Méry (par ex 108 kg le 26 novembre 2007).

Cette étude démontre clairement qu'il existe dans la basse Ourthe, comme dans la Meuse à Tihange (voir Partie A du rapport Philippart et al., 2010 a et Sonny, 2009) d'importants mouvements de dévalaison de poissons de toutes espèces et toutes tailles et pour différentes raisons biologiques (dévalaison obligatoire chez les migrateurs amphihalins, dérive passive de juvéniles ou d'adultes vivants, moribonds ou morts après la reproduction). La piégeage des poissons dévalants par filtration sur une grille à barreaux espacés de 0,75 cm ne retient que les individus d'une certaine taille mais certainement pas les alevins et les juvéniles qui en revanche étaient aisément piégés sur les tambours filtrants à Tihange CN. La méthode de capture utilisée à Méry sous-estime donc considérablement l'importance de la dévalaison des très jeunes poissons (sujets 0+ de l'année et 1+ dans leur deuxième année).

Tableau 3. Nombre de poissons capturés dans les pièges de dévalaison de la centrale hydroélectrique Mérytherm sur l'Ourthe en 2007, 2008, 2009 et 2010 (source des données : Rapports 2007 à 2010 du Projet Saumon Meuse).

Espèce	Printemps	Automne	Printemps	Printemps	Printemps	Total
	2007	2007	2008	2009	2010	
	14/03-25/05 72 j	24/9-3/12 69 j	11/04-30/05 50 j	30/03-10/06 50 j	17/03-02/06 77 j	
Saumon	671	9	35	147	519	1381
Truite commune	230	4	164	155	136	689
Truite arc-en-ciel	-	-	13	38	9	60
Saumon de fontaine	-	-	-	2	-	2
Ombre	2	1	-	1	1	5
Barbeau	1	4	7	4	5	21
Hotu	1	12	6	7	7	33
Chevaine	13	-	17	1	2	33
Vandoise	3	4	3	3	-	13
Spirilin	-	4	-	1	1	6
Ide mélanote	-	-	-	-	2	2
Vairon	1	-	2	3	2	8
Goujon	1	4	-	-	-	5
Ablette commune	-	30	-	1	-	31
Gardon	10	125	23	219	81	458
Rotengle	-	100	-	116	3	219
Brème commune	1	3	-	5	-	9
Brème bordelière	-	1	-	5	-	6
Brème x gardon	1	-	-	-	-	1
Carassin	-	1	-	2	4	7
Gibèle	1	1	-	2	3	7
Carpe commune	3	-	3	1	2	9
Tanche	-	-	7	-	-	7
Perche fluviatile	2	4	6	36	1	49
Grémille	-	-	-	-	3	3
Sandre	-	1	-	-	-	1
Brochet	3	-	6	-	2	11
Loche franche	3	-	2	1	1	10
Chabot	4	1	-	2	1	8
Petite lamproie	-	-	-	-	1	1
Total N	951	313	295	754	786	3099

Aperçu des caractéristiques des populations dévalantes du saumon et de la truite commune

Les figures 11 et 12 illustrent pour le printemps 2007 les compositions par tailles des populations dévalantes des smolts du saumon réintroduit et de la truite commune (sauvage mais avec parfois un apport de poissons de repeuplement). La figure 13 décrit la périodicité des dévalaisons des deux espèces sur une base hebdomadaire tandis que la figure 14 montre

la relation entre le débit de l'Ourthe et le nombre de saumoneaux interceptés dans le piège de dévalaison.

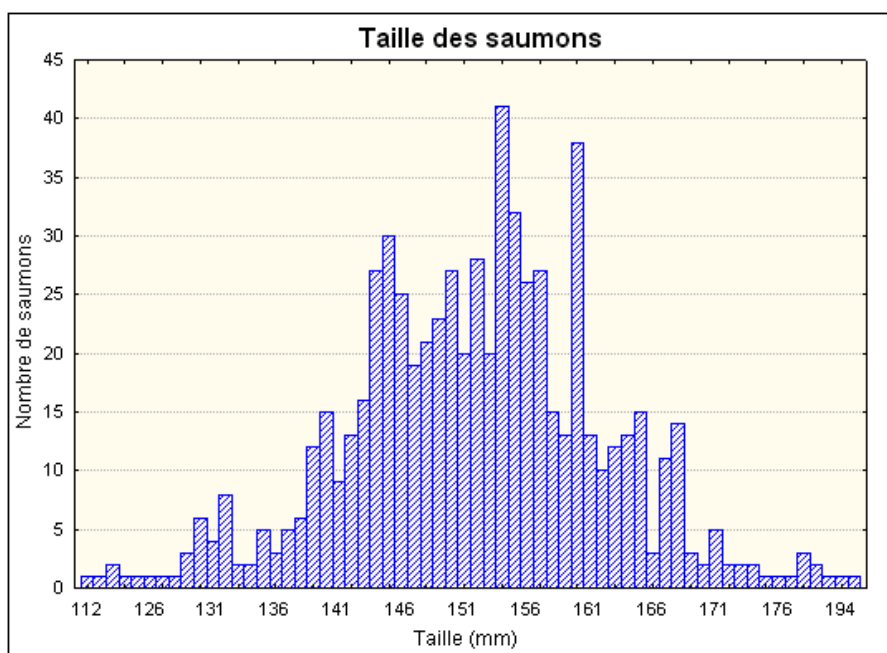


Figure 11. Fréquence des tailles des saumoneaux capturés dans le piège de dévalaison de de la centrale Mérytherm en mars-mai 2007 (n = 671) (Mottet, 2007).

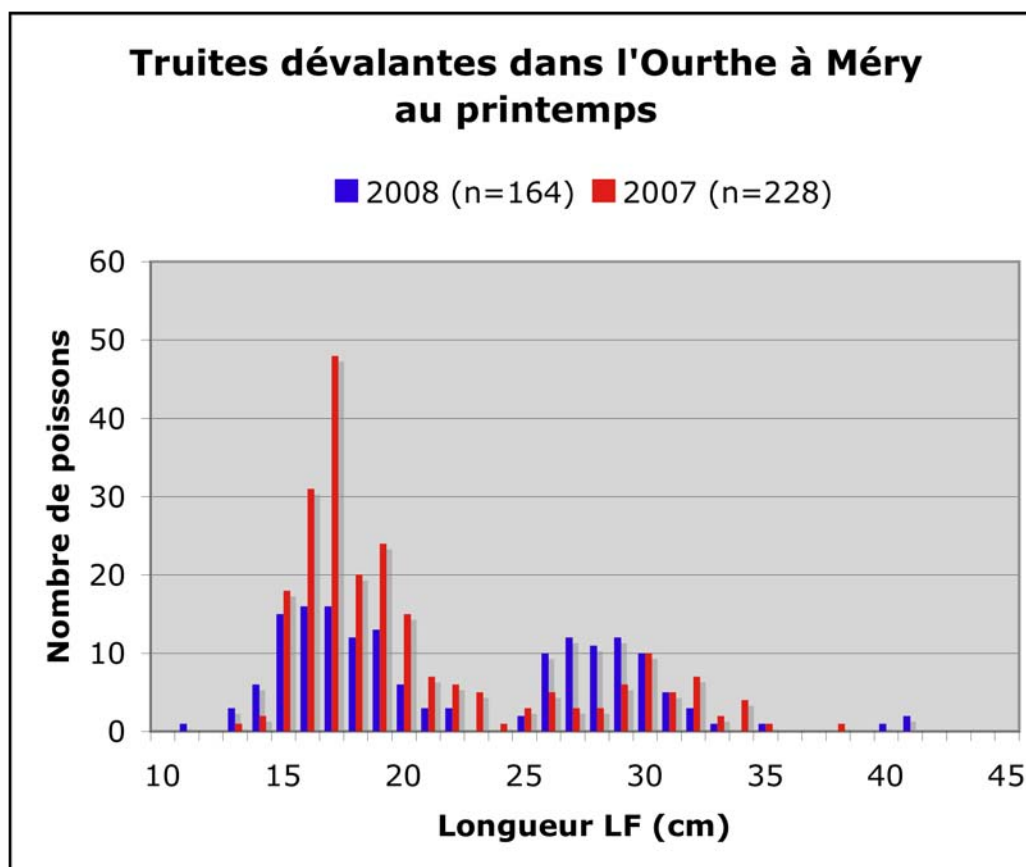


Figure 12. Fréquences des longueurs (Lf) des truites communes capturées dans le piège de l'exutoire de dévalaison de Méry en 2007 (mars-mai) et 2008 (avril-mai). On remarque la présence de deux importants groupes de tailles bien distincts : < 23 cm et 23-33 cm.

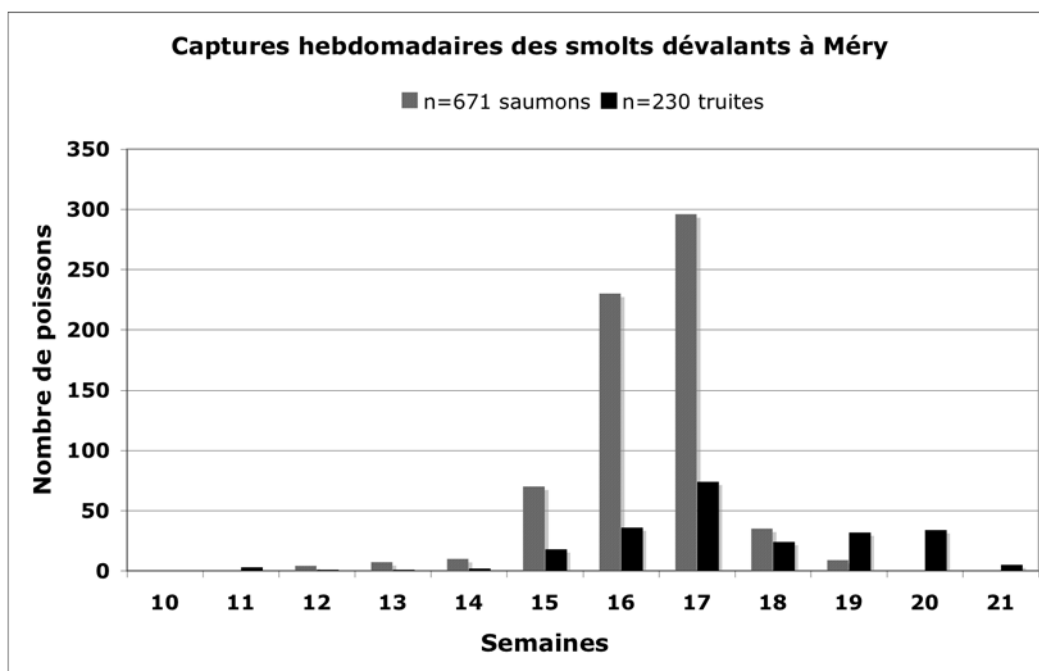


Figure 13. Comparaison des répartitions hebdomadaires des captures de saumoneaux et de smolts de truite commune dans le piège de l'exutoire de dévalaison de Méry en 2007 (source : Mottet, 2007). Semaine 16 = du 16 au 22 avril.

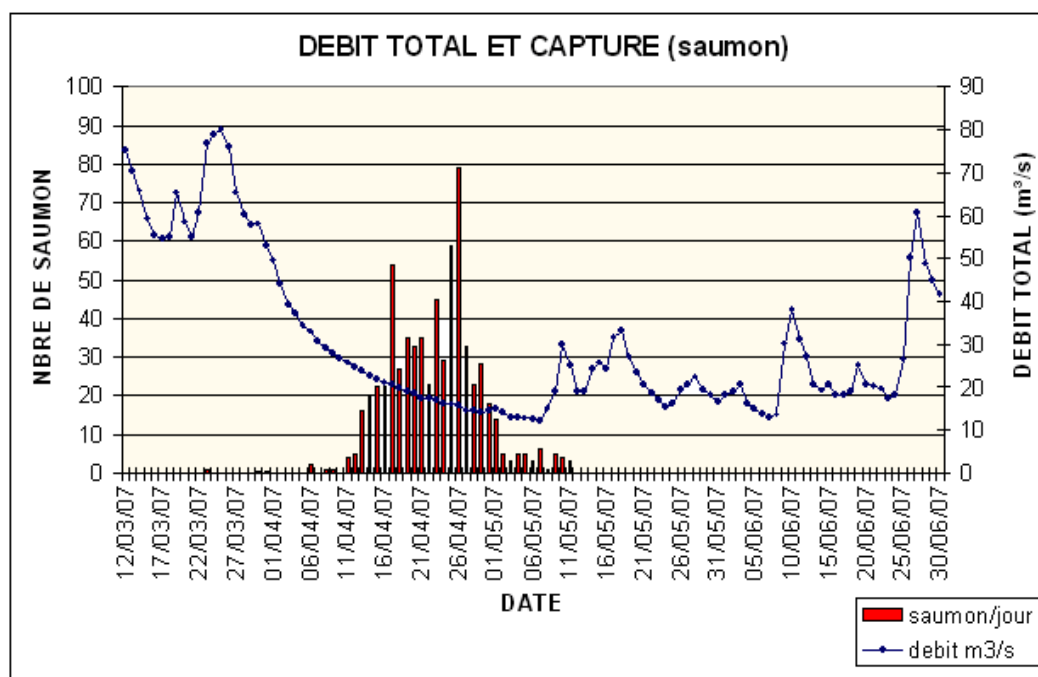


Figure 14. Répartition, selon les dates et le débit de l'Ourthe, du nombre de saumoneaux capturés dans le piège de dévalaison de l'usine hydroélectrique Mérytherm en 2007 (Mottet, 2007).

Dévalaison au printemps et en automne

Pour l'année 2007, étudiée de manière très complète et hydrologiquement fort favorable au printemps (fig. 15), les dévalaisons de printemps, surtout constituées de saumons et de truites communes sont nettement plus abondantes que celles d'automne dominées par des gardons et des rotengles très probablement issus d'un déversement de poissons d'élevage effectué en novembre.

Il est intéressant de noter la capture en automne de 9 jeunes saumons atlantiques dont 2 smolts de 147-171 mm et 7 tacons de 124 -168 mm presque tous mâles spermiantes. Compte tenu des conditions hydrologiques qui régnaient du 10 au 30 novembre (plus de 40 m³/s, soit un débit déversoir de 30 m³/s pour un débit de 10 m³/s dérivé vers les turbines), on peut supposer que beaucoup plus de saumons ont dévalé par le déversoir. Dans l'état actuel des connaissances, il est difficile de donner une signification biologique aux dévalaisons des saumoneaux en automne. Il peut s'agir d'un phénomène particulier de dévalaison automnale ou plus simplement d'une dévalaison printanière précoce.

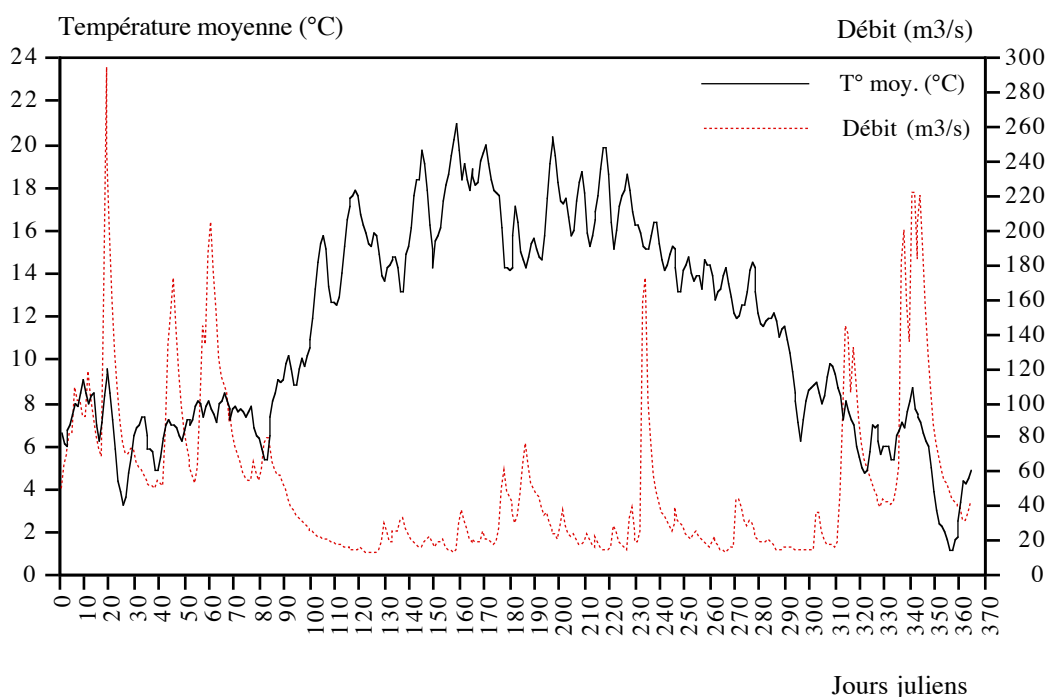


Figure 15. Valeurs moyennes journalières du débit de l'Ourthe à Sauheid et de la température de l'eau à Méry pendant l'année 2007. Début des contrôles d'automne le jour 267 (24/09/07)

Dévalaison par les exutoires de surface et de fond en automne 2007

Sur les n=313 poissons capturés dans les exutoires de dévalaison du 24 septembre au 3 décembre 2007 (69 jours continus de piégeage), la majorité (n=265 ou 84,5 %) ont utilisé l'exutoire de surface et seulement 15,5 % (n=48) ont utilisé l'exutoire de fond (tabl. 4). Mais ce résultat démontre qu'un petit aménagement de ce type (un simple orifice de 10 cm de diamètre à proximité du fond) est exploité par les poissons pour passer en aval d'un obstacle.

Tableau 4. Bilan des captures des poissons dans les pièges de dévalaison de la centrale hydroélectrique Mérytherm en fin septembre-début décembre 2007. Données collectées avec la collaboration d’A. Dierckx (étudiant La Reid) et de D. Sonny (Profish-Technology).

Espèce	Nombre dans exutoires			LF (mm)		Nombre dans 2 nasses
	Surface	Fond	Total	Min	Max	
Anguille	-	-	-	-	-	2
Saumon smolt	2	0	2	147	171	-
tacon	3	4	7	124	168	-
Truite commune	2	2	4	140	285	2
Petite lamproie	-	-	-	-	-	1
Ombre	1	0	1	165	-	0
Chabot	0	1	1	50	-	7
Barbeau	0	4	4	133	160	5
Hotu	7	5	12	42	460	81
Vandoise	3	1	4	50	85	20
Ablette spirilin	4	0	4	70	90	48
Vairon	-	-	-	-	-	8
Goujon	3	1	4	103	130	30
Gardon	104	21	125	65	220	275
Rotengle	99	1	100	91	192	4
Ablette commune	23	7	30	45	125	3
Brème commune	3	0	3	114	180	-
Brème bordelière	1	0	1	143	-	78
Carassin	1	0	1	180	-	0
Gibèle	1	0	1	260	-	0
Brochet	3	1	4	283	365	1
Perche	4	0	4	90	176	-
Sandre	1	0	1	205	-	-
Total	265	48	313			464

Il est intéressant de comparer les captures des poissons dans les exutoires de dévalaison et dans les nasses placées sur le fond du canal d’amenée en amont des grilles de protection des turbines et à proximité des exutoires de dévalaison. Ces nasses ont permis de capturer près de 494 poissons, surtout des gardons (n= 275) provenant aussi probablement du repeuplement du 24 novembre, des hotus (n=81), des ablettes spirilins (n=46) et des vandoises (n=20). Pour le groupe des salmonidés, on a capturé 2 truites de 19,3 et 20, 0 cm mais aucun saumon tandis que pour le groupe des migrateurs catadromes, on a intercepté 2 anguilles de 83,0 et 69,8 cm. L’anguille déjà évoquée, le vairon (n=8), la carpe commune (n = 1) et la petite lamproie (n=1) sont les espèces capturées dans les nasses mais pas dans les exutoires de dévalaison,

On peut considérer que les captures dans les nasses reflètent le peuplement des poissons qui sont entraînés vers les grilles des turbines. Le fait que les poissons ont été capturés dans des nasses à ouverture dirigée vers l’aval tend à indiquer qu’ils nageaient à contre courant comme pour échapper à l’entraînement forcé par un courant d’une vitesse de 0,8 m/s. Il est

impossible de dire si de tels mouvements de nage peuvent en pratique signifier un réel échappement à l'entraînement par repassage dans le cours principal de la rivière et éventuellement dévalaison par le déversoir. Des études complémentaires sont nécessaires pour clarifier cette situation particulièrement importante pour les anguilles argentées.

Variabilité interannuelle des dévalaisons printannières

Au cours des quatre années d'étude, les captures des poissons dans l'exutoire de dévalaison de Méry présentent une très grande variabilité (tabl. 5), plus importante par ailleurs chez le saumon que chez la truite commune.

Tableau 5. Bilan des captures des saumons, truites commune et de la totalité des poissons dans les pièges de dévalaison de la centrale hydroélectrique Mérytherm au printemps des années 2007, 2008 et 2009 et 2010 (source des données : Rapport Saumon 2010).

Espèce	Printemps	Printemps	Printemps	Printemps	N total
	2007	2008	2009	2010	
	14/03-25/05	11/04-30/05	30/03-10/06	17/03-02/06	
	72 j	50 j	50 j	77 j	
Saumon	671	35	147	519	1234
Truite commune	230	164	155	136	534
Autres espèces	50	96	452	131	1018
Total	951	295	754	786	2786
Débit moyen (m ³ /s) en avril-mai	22,2	55,3	46,6	29,9	

Comme l'effort de repeuplement en tacons dans l'Ourthe-Amblève en amont de Méry est fort comparable chaque année, on peut raisonnablement émettre l'hypothèse que la production potentielle de saumoneaux est aussi fort comparable. La variabilité interannuelle des captures dans le piège est nettement imputable au mode de fonctionnement du piège et à son efficacité très dépendante de l'hydrologie de la rivière. Quand le débit de l'Ourthe est élevé en avril-mai (par exemple en 2008), on peut supposer qu'une proportion importante de la population des dévalants passe par le déversoir et pas par la prise d'eau de 10 m³/s et finalement en partie dans l'exutoire. Au contraire, aux bas débits (<20 m³/s) comme en 2007, une plus grande fraction de la population dévalante passe dans la prise d'eau et finalement en partie dans l'exutoire. Ce constat met en évidence les limites de l'exutoire de dévalaison de Méry comme outil pour étudier de manière quantitative les poissons en dévalaison dans l'Ourthe.

3.1.3. Mortalité des poissons causée par la CHE de Méry

3.1.3.1. Effets du passage des poissons dans les turbines

D'après les résultats des captures dans l'exutoire de dévalaison, les salmonidés en dévalaison dans l'Ourthe à Méry mesurent en moyenne 15 cm chez le saumon et 23 cm chez la truite commune. En l'absence de données pour les anguilles argentées, nous considérerons une taille moyenne de 0,7 m.

Aux deux salmonidés, on peut appliquer la formule de Larinier et Dartiguelongue (1989) qui estime la mortalité M subie par les poissons dans une Kaplan en fonction de la longueur du corps (TL = taille du poisson en m) et de l'espacement entre les pales des hélices (esp = espacement à mi-pale en m) : $M = [\sin(13.4 + 42.8 (TL/esp))]^2$. Pour une turbine avec une roue d'un diamètre de 1,8 m, on peut considérer une distance interpale de 1 m. On calcule ainsi une mortalité théorique de 11 % chez les saumoneaux et de 16 % chez les truites communes.

Pour estimer le taux de mortalité des anguilles, nous appliquons une formule développée en France par Gomes et Larinier (2008) qui ont récemment exploité les données de terrain connues. Cette formule fournit le pourcentage de mortalité en fonction de trois variables : TL = la longueur moyenne des anguilles en m (0,7), Dr = le diamètre de la roue en m (1,8) et N = la vitesse de rotation de la roue en tours/minute (250) :

$$M (\%) = 4,67 TL^{1,53} Dr^{-0,48} N^{0,6}$$

On obtient un taux de mortalité de 56 % .

3.1.3.2. Fraction des populations dévalantes entrainées dans les turbines

La fraction des populations dévalantes de smolts de salmonidés ou d'anguilles argentées qui sont forcées à passer dans les turbines dépend du pourcentage du débit turbiné par rapport au débit total de la rivière au moment de la dévalaison. Ces chiffres n'étant actuellement pas connus pour la CHE de Méry, il faut exploiter les informations disponibles pour d'autres sites (fig. 16 et 17).

Anguille argentée

Pour l'anguille argentée, on dispose de résultats pour le Gave de Pau (module du débit = 77 m³/s) où le pourcentage des anguilles qui passent par le déversoir du barrage de prise d'eau (E = % d'échappement) est fonction du débit maximum turbiné (TU) exprimé en % du module du cours d'eau Q : $E = 111,141 - 0,735 TU$ (fig. 16). Dans le cas de l'Ourthe à Méry qui a un module de 45,6 m³/s et où le turbinage est au maximum de 10 m³/s, $TU = 21,9$ et $E = 95,0\%$.

Comme la dévalaison des anguilles a lieu en automne-hiver à un moment où les débits de l'Ourthe sont importants, les risques d'entraînement dans les turbines sont vraiment assez faibles en moyenne.

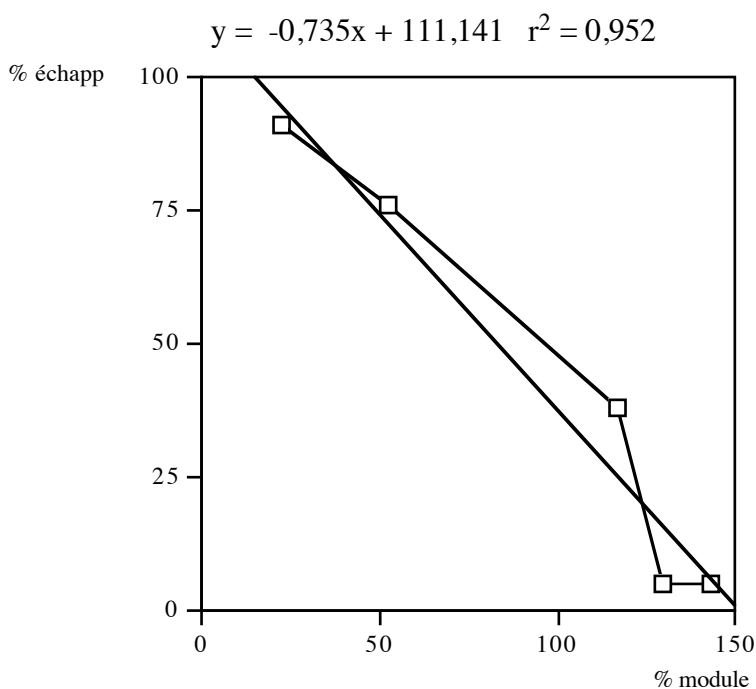


Figure 16. Relation entre le pourcentage d'anguilles qui passent naturellement par les déversoirs (% d'échappement) en fonction du débit turbiné exprimé en pourcentage du module sur 5 sites hydroélectriques du Gave de Pau (module = 77 m³/s) (source : M. Larinier ; Travade (2007)).

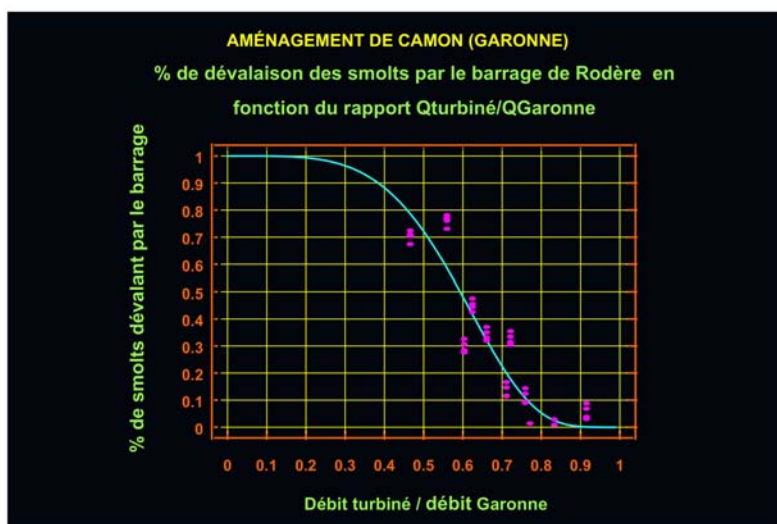


Figure 17. Pourcentage de smolts dévalants par le barrage de Rodère sur la Garonne en fonction du rapport débit turbiné/débit rivière (source : M. Larinier).

Smolts de saumon et truite commune

Pour les salmonidés, nous considérons les observations faites sur la Garonne à Camon où l'on dispose d'une courbe (fig. 17) indiquant le % de smolts dévalant par le barrage en fonction du rapport débit turbiné/débit rivière au moment de la dévalaison.

Pendant la dévalaison qui a lieu essentiellement en avril-mai dans l'Ourthe, le débit moyen interannuel (1987-2010) est de 38,8 m³/s et le rapport débit turbiné/débit rivière est de 0,26 arrondi à 0,3. Dans ces conditions, près de 95 % en moyenne des saumoneaux ne seraient pas entraînés dans les turbines et passeraient par le barrage. Mais la situation pourrait être très différente lors de certains printemps secs quand le débit moyen en avril-mai tombe à des valeurs inférieures à 25 m³/s telles que l'échappement tombe en-dessous de 80 %. Cela aurait pu être le cas par exemple au cours des années 2007 et 1991 (E=80%), 1996 (E=35 %) et 1993 (E=25%), en admettant que les autres conditions étaient égales notamment l'intensité du turbinage. Mais, en pratique, la baisse du débit de la rivière en-dessous d'environ 20 m³/s entraîne le ralentissement d'une des deux turbines puis son arrêt quand le débit tombe à moins de 15 m³/s. A ce moment, le turbinage maximum n'est plus que de 5-6 m³/s et le rapport turbinage/rievère est de 0,39-0,47 au lieu de 0,68-0,78 si le turbinage était maintenu à 10 m³/s ; les conditions du turbinage réduit aux bas débits en avril-mai favorisent donc un échappement plus élevé.

Pour l'année 2007 (échappement théorique moyen de 80% pour un turbinage maximum de 10 m³/s), on dispose de quelques résultats d'études par radiopistage du comportement de franchissement du site du barrage+CHE de Méry par des saumoneaux (fig. 18 et 19 ; tabl. 6).

Tableau 6. Observations sur les voies de passage utilisées par des smolts suivis par radiopistage dans l'Ourthe à Méry en mars-mai 2007 (source des données : Mottet, 2007).

Smolt N°	Voie de passage	Date	Débit (m ³ /s) Ourthe	Débit (m ³ /s) turbiné	Rapport turbiné/Ourthe
S2	déversoir	14/03/07	65,7	10,5	0,16
S8	piège exutoire	18/04/07	19,7	9,4	0,48
S4	déversoir	20/04/07	18,5	9,2	0,50
S6	piège exutoire	20/04/07	18,5	9,2	0,50
S5	déversoir	21.04/07	17,2	8,6	0,50
S3	piège exutoire	22/04/07	17,5	8,6	0,49
S11	déversoir	03/05/07	12,9	6,1	0,47
S9	déversoir	08/05/07	14,7	5,7	0,39
S10	déversoir	08/05/07	14,7	5,7	0,39

Sur 12 smolts radio-marqués, neuf ont effectivement dévalé : 3 en passant par l'exutoire de dévalaison et 6 en passant par le déversoir dont 1 quand le débit était élevé (65,7 m³/s). Curieusement, aucun ne semble être passé par les turbines auquel cas il aurait été enregistré par une station automatique installée dans le canal de fuite (sous réserve d'un effet du délai de scannage) . Tout porte à croire que l'entraînement vers la grille et les turbines en condition de bas débit dans l'Ourthe (< 20 m³/s) entre le 18 avril et le 8 mai a concerné les 3 smolts interceptés dans le piège et que le passage par le déversoir a concerné 5 poissons, ce qui donne un pourcentage d'échappement de 5/8 = 63 % et un pourcentage d'entraînement de 37 %. Avec un rapport débit turbiné/ débit rivière valant en moyenne environ 0,5 à ce moment, on aurait sur la courbe de la fig. 17 un pourcentage d'échappement d'environ 70 %. Les

deux chiffres d'échappement pour l'Ourthe à Méry, observé de 63 % et théorique de 70 % (modèle situation Garonne), sont du même ordre de grandeur.

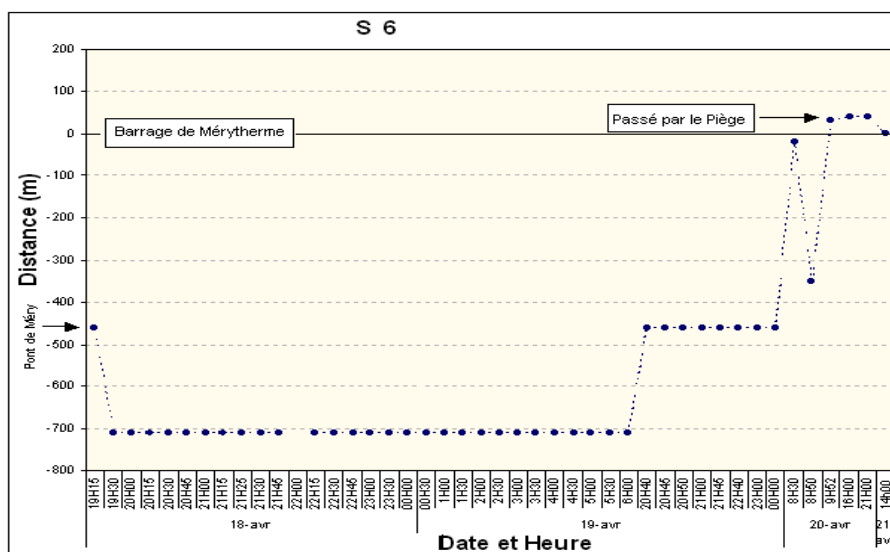


Figure 18: Radio-pistage du saumoneau S6 dans l'Ourthe à Méry du 18 au 22 avril 2007. Température moyenne : 12,8°C. Débit total moyen : 18,4 m³/s. Débit calculé sur le déversoir : 9,4 m³/s. Hauteur d'eau sur le déversoir : 0,8 cm (source : 2007 Mottet). Descente rapide jusqu'aux abords du barrage de la microcentrale, suivie par un mouvement de retour en arrière puis par une dévalaison finale par l'exutoire de dévalaison le 20 avril vers 21 h.

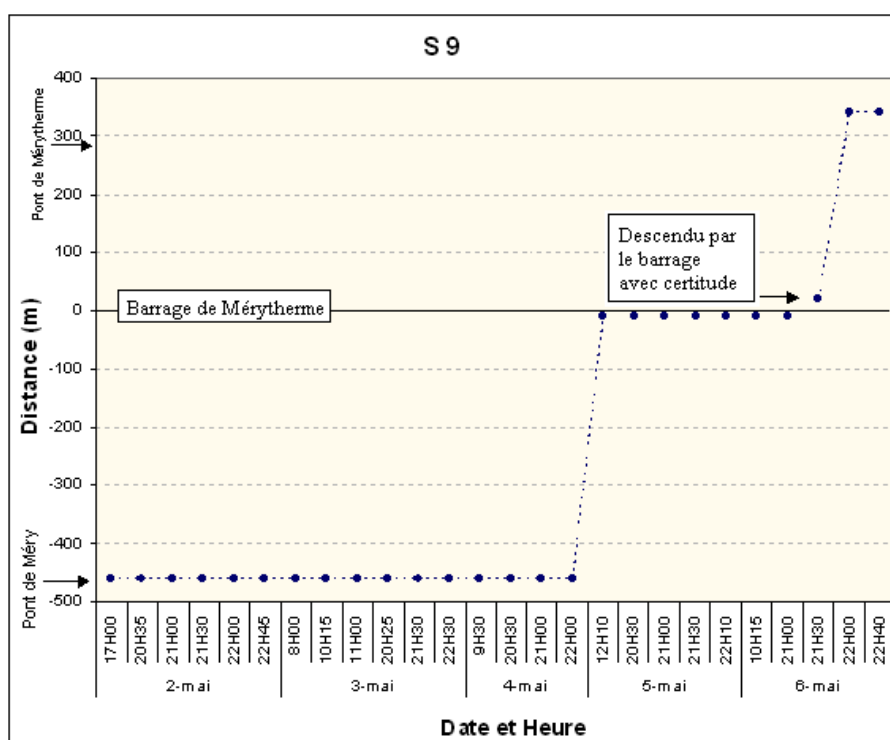


Figure 19: Radiopistage du saumoneau S9 dans l'Ourthe à Méry du 2 au 6 mai 2007. Température moyenne : 15,7°C. Débit total moyen : 13m³/s. Débit calculé sur le déversoir : 7 m³/s ; Hauteur d'eau sur le déversoir : 0 cm (source : Mottet, 2007). Reste aux alentours de son point de relâcher 460 m en amont de la microcentrale de Méry durant 3 jours avant de dévaler jusqu'au déversoir devant lequel il se maintient un peu plus d'un jour avant de le franchir avec certitude entre 21 et 22 h.

3.1.3.3. Hypothèses concernant la mortalité totale des populations dévalantes à Méry

Les 5% d'anguilles argentées de 70 cm entraînées en moyenne (période 1987-2010) dans les turbines subissent une mortalité de 56 %, ce qui correspond à la mortalité de 2,5 % de la population dévalante totale.

Les 5 % de saumoneaux de 15 cm entraînés en moyenne dans les turbines subissent une mortalité de 11 %, ce qui correspond à la mortalité de 0,6 % de la population dévalante totale.

En supposant aussi que 5 % des smolts de truite commune de 23 cm en moyenne sont entraînés dans les turbines où ils subissent une mortalité de 16%, on estime à environ 0,8 % la mortalité de la population dévalante totale.

Aux autres espèces de poissons, on peut, à titre d'hypothèse de travail, appliquer le même chiffre que pour le saumon c'est-à-dire une mortalité de 0,6 % de la populations dévalante.

Il faut rappeler que toutes ces estimations théoriques de mortalité se rapportent à une situation de fonctionnement de la CHE Méry sans dispositif de protection comme les exutoires de dévalaison aménagés en 2007.

Globalement, les mortalités des salmonidés générées par la CHE de Méry semblent en moyenne assez faibles (< 1 %) et écologiquement supportables. De toute manière, ces mortalités peuvent être sensiblement réduites, voire annulées, grâce à l'exutoire de dévalaison de surface installé en 2007, surtout important quand le débit est < 25 m³/s.

Chez l'anguille, une mortalité de 2,5 % est un peu supérieure à la valeur maximale de 2 % jugée acceptable dans le cadre du Projet de la SOFICO d'attribution de concessions de turbinage sur 8 barrages de l'Ourthe, dont 6 en Province de Liège (SOFICO, 2008). Cette mortalité pourrait aussi être réduite grâce aux exutoires de surface et de fond mis en place mais à ce jour aucune anguille dévalante n'a jamais été interceptée dans ces ouvrages.

3.1.3.4. Pertes absolues des poissons par passage dans la CHE de Méry

Pour évaluer les pertes absolues en poissons à Méry, il faudrait connaître le nombre absolu des poissons des différentes espèces qui dévalent au cours de l'année. Ni dans l'Ourthe, ni ailleurs, ces chiffres ne sont connus avec exactitude et l'on doit actuellement se contenter d'ordres de grandeur basés sur des estimations des peuplements présents dans le bassin de l'Ourthe à l'amont de Méry et susceptibles de produire des individus dévalants.

Anguille européenne

Dans l'état actuel des populations de l'anguille caractérisée depuis 10 ans par un très faible recrutement en jeunes remontant de la mer ainsi que par l'absence de repeuplements, le nombre possible de dévalants serait de quelques centaines d'individus par an. Les pertes annuelles à Méry seraient de 12-24 poissons pour un stock de 500 -1000 dévalants. Mais cette situation devrait se modifier à l'avenir grâce aux mesures de restauration, notamment par des repeuplements en civelles, des populations de l'anguille prévues en Wallonie dans le cadre de la mise en oeuvre du Plan de gestion de l'Anguille en Région wallonne de Belgique.

Saumon atlantique

Chez le saumon, le nombre potentiel de dévalants peut être estimés à partir du nombre de tacons remis en rivière dans le bassin Ourthe Amblève, en tablant sur une survie tacon-smolt de 7%. Un repeuplement de 225.000 tacons en 2009 aurait généré en début 2010 une dévalaison de 11 000 saumoneaux arrivant dans la Meuse. Toutefois, ces chiffres ne sont pas corroborés par les dénombrements effectués par d'autres méthodes, en l'occurrence les captures dans le piège de l'exutoire de dévalaison de Méry (environ 500 poissons) et des expériences de marquage-recapture (forte surestimation). La population des saumoneaux qui dévalent dans la Basse Ourthe serait actuellement de l'ordre de grandeur de 5000 individus et cette situation ne fera que s'améliorer à l'avenir avec la progression du programme Saumon Meuse basé sur la production de jeunes saumons par la pisciculture régionale d'Erezée.

Dans la situation d'aujourd'hui, environ 300 saumoneaux par an en moyenne pourraient être tués lors de leur passage forcé dans les turbines de Méry mais ce cas de figure n'a plus lieu d'être depuis la construction en 2007 d'un exutoire de dévalaison qui semble bien fonctionner, sous réserve de vérifications complémentaires à faire.

Truite commune de mer

Le nombre de truites communes (types de mer ou de fleuve) qui dévalent annuellement dans la basse Ourthe est aussi totalement inconnu mais pourrait être d'un ordre de grandeur deux fois moindre que celui des saumoneaux, entre 2000 et 3000 individus. La mortalité par passage dans les turbines de Méry devait concerner 0,8 % de la population dévalante ou environ 200 individus jusqu'au moment de la construction d'un exutoire de dévalaison en 2007. On peut supposer que la grande majorité des smolts de truite commune qui arrivent devant les grilles s'échappent par l'exutoire mais des vérifications s'imposent aussi comme pour le saumon.

Autres espèces

La majorité des dévalaisons des autres espèces concernent des juvéniles de cyprinidés de l'année qui ne sont pas dénombrés dans le piège de capture. Comme déjà signalé au sujet des centrales hydroélectriques sur la Meuse, le passage de ces très petits poissons dans les turbines ne devrait pas entraîner des mortalités importantes.

3.1.4. Conclusions et perspectives

Au vu de ce qui précède, l'impact écologique et piscicole de la CHE de Méry équipée d'un petit exutoire de surface présentant la configuration testée en 2007-2010 semble assez faible, mais pour en être tout à fait certain, il est indispensable d'améliorer les connaissances sur les points suivants :

* obtenir une estimation de l'abondance des populations dévalantes de l'anguille argentée et des smolts de la truite commune et du saumon atlantique. Cela implique la mise en oeuvre d'un effort important de travail sur le terrain : capture des poissons au moyen d'engins spéciaux capables de fonctionner sous différentes conditions de débit et réalisation d'expériences de marquage-recapture.

- déterminer quelles fractions des populations dévalantes passent dans les turbines et quels dommages ces poissons subissent effectivement. Une hypothèse de départ est que, dans la configuration du site de Méry avec une prise d'eau large de 10 m, l'exutoire de dévalaison est très efficace pour les Salmonidés qui l'utiliseraient pratiquement tous. De tels résultats peuvent être obtenus par le radio-pistage et par la récolte, au moyen d'un grand filet, des poissons qui passent dans les turbines.

Bien que difficiles à mettre en œuvre pratiquement sur un cours d'eau de l'importance de l'Ourthe, ces études doivent absolument être envisagées dans les prochains mois et années. En effet, les passages de smolts de saumon dans la basse Ourthe vont augmenter suite au développement de la production de sujets d'élevage (objectif: 25.000 saumoneaux à repeupler en début 2011) dans les installations de la nouvelle pisciculture de la Région wallonne à Erezée sur l'Aisne. Dans cette perspective d'intensification des études sur la dévalaison des jeunes saumons et des autres poissons sur le site de Mérytherm, il faut être attentif au fait que les installations de production d'hydroélectricité et leurs annexes relèvent d'une activité économique privée. Dans ces conditions, des accords de collaboration et de partenariat devront sans doute être envisagés entre l'hydroélectricien privé, les gestionnaires publics concernés (Voies hydrauliques, Eau, Nature) et l'Université.

3.2. La CHE OMEGA sur l'Ourthe à Angleur-Liège

3.2.1. Caractéristiques du site et de la centrale

Situé sur la Basse Ourthe à 2,278 km de confluence avec la Meuse à Liège (fg. 20), le barrage d'Angleur ou des Grosses Battes a été édifié en 1905 pour maintenir le niveau d'eau (cote 64,2) dans le canal du Luxembourg qui rejoint la Meuse en amont du pont de Fragnée.

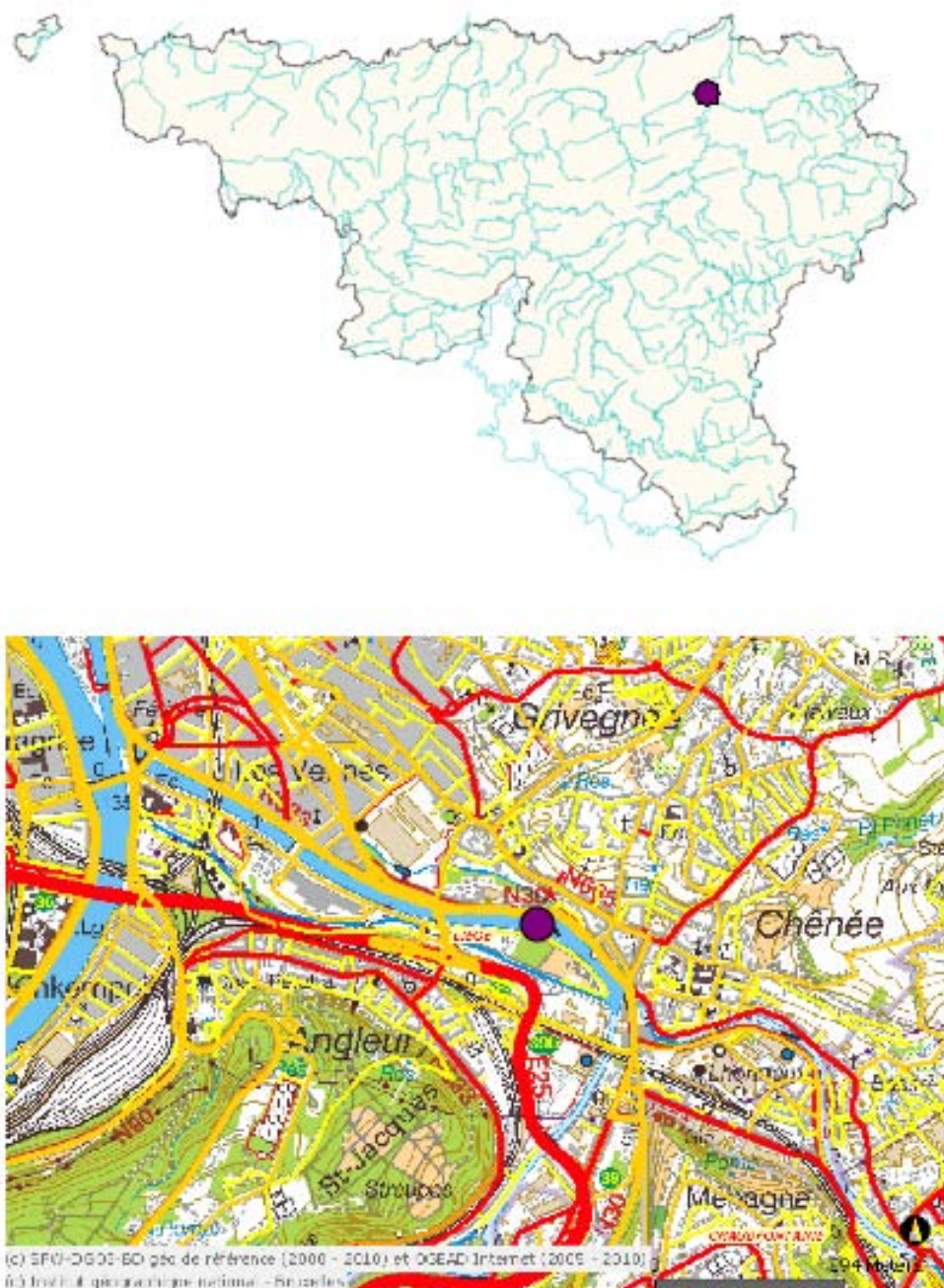


Figure 20. Carte de localisation du barrage + CHE des Grosses Battes sur l'Ourthe à Angleur-Liège.



Figure 21. Vues par l'aval du site du barrage des Grosses Battes sur l'Ourthe à Angleur montrant (au-dessus) l'ancienne centrale hydroélectrique fonctionnelle de 1985 à 1998 et (en-dessous) la nouvelle centrale flottante en siphon (OMEGA) entrée en service en 2005.

En 1985, le barrage fut équipé en rive droite (fig. 21) d'une microcentrale hydroélectrique d'une puissance de 487 kW qui cessa de fonctionner en 1998 sans qu'il y ait eu destruction de l'infrastructure de génie civil.

Une nouvelle centrale fut installée en début 2005 suite à un permis accordé en 2004 par la Province de Liège et à une autorisation pour une année donnée par le MET. Il s'agit d'un équipement d'un type nouveau - une centrale flottante en siphon nommée OMEGA (fig. 21, 22) d'une puissance nominale de 485 kW pour une capacité de turbinage maximum de 27,5 m³/s (48 % du module égal à 57 m³/s) avec 3 groupes de 9, 2 m³/s. Le débit turbiné est adaptable au débit de la rivière quand celui-ci devient trop bas.



Figure 22. Vues sous différents angles de la centrale hydroélectrique flottante OMEGA au barrage des Grosses Battes sur l'Ourthe à Angleur dans la situation de 2010 après la construction de la nouvelle échelle à poissons à bassins pour la remontée. (a) Vue vers la rive droite depuis l'échelle à poissons ; (b) Vue depuis la rive gauche montrant, à l'avant -plan, les vannes levantes de régulation du niveau d'eau, au milieu, l'échelle à poissons à bassins recouverte d'un caillebotis et, à l'arrière-plan, la centrale flottante OMEGA appuyée contre le barrage ; (c) Vue de la restitution de l'eau turbinée en aval du barrage et à proximité du courant d'eau de sortie de l'échelle à poissons ; (d) L'écoulement de l'eau sous les vannes levantes.

La machine se présente (fig. 23) comme un caisson flottant de 240 tonnes appuyé contre le barrage. L'eau est aspirée à l'amont du barrage une profondeur de 3 m et à 1 m du fond puis est rejetée en aval du seuil (cote 60,85 à l'étiage). La circulation de l'eau dans le siphon entraîne une roue horizontale de 3,25 m de diamètre qui tourne à une vitesse de 92 tours/min. La zone d'aspiration est protégée par une grille d'une superficie de 22 m² constituée de barreaux métalliques espacés de 9 cm. La vitesse de l'eau est de 1,3 m/s au niveau de la grille d'aspiration, de 3,7-3,5 m/s dans le corps principal du siphon et de 2 m/s au point de restitution en aval.

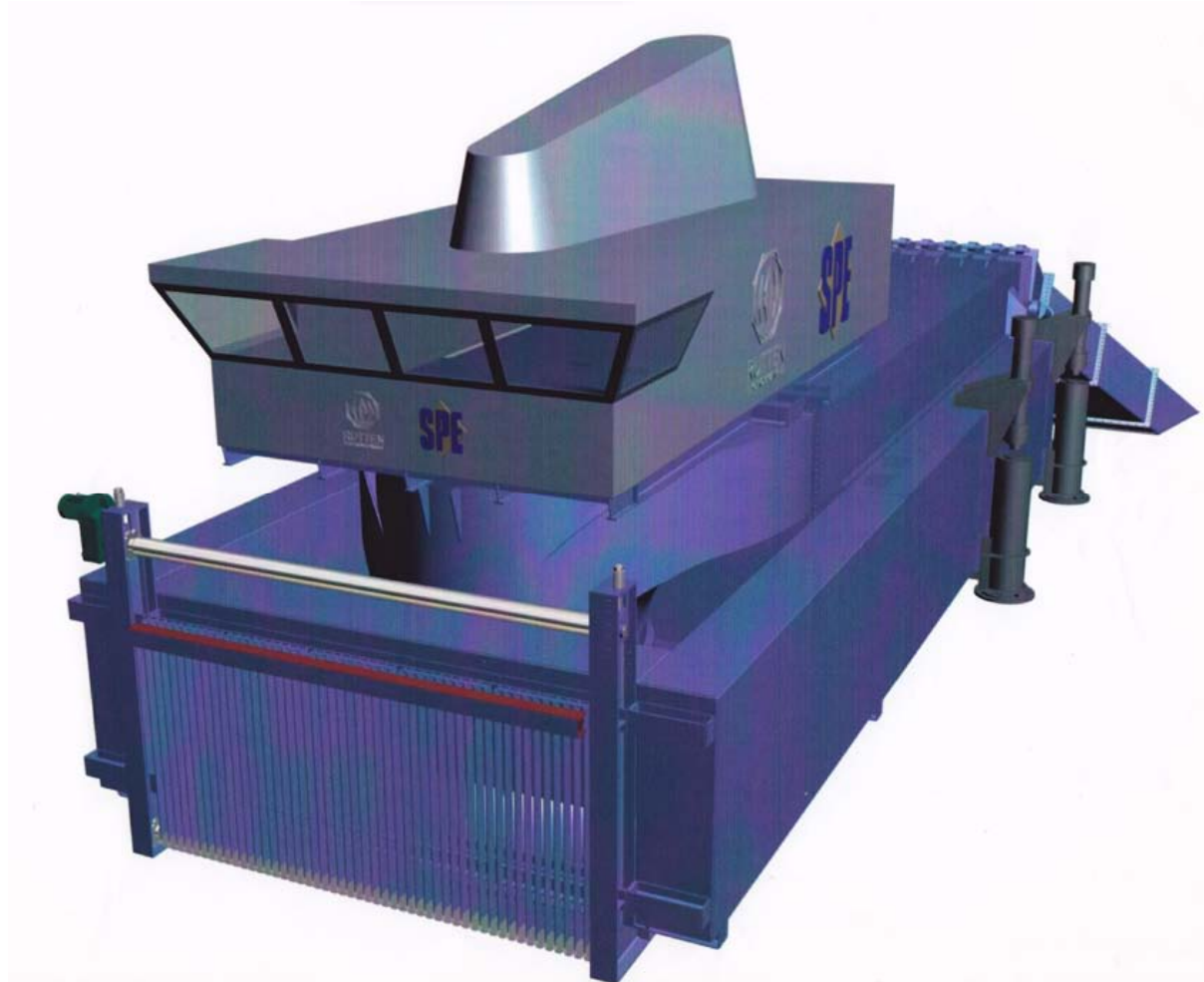


Figure 23. Schéma de la centrale hydroélectrique flottante OMEGA installée depuis 2005 au niveau du barrage des Grosses Battes sur l'Ourthe à Angleur (source : SPE).

3.2.2. Impacts de la centrale sur les poissons en dévalaison

3.2.2.1. Espèces et comportements de mobilité concernés

La CHE des Grosses Battes occupe une position stratégique sur la route de dévalaison des poissons migrateurs amphihalins (anguilles argentées adultes et smolts de truite de mer et de saumon atlantique) et de toutes les autres espèces 100 % d'eau douce qui effectuent des déplacements actifs ou passifs vers l'aval. Sur ce plan, les observations sur la dévalaison des poissons réalisées à la CHE de Méry s'appliquent tout-à-fait à la CHE d'Angleur, une dizaine de Km en aval.

Il faut toutefois ajouter que se déroulent au barrage d'Angleur des phénomènes de migration de dévalaison particulièrement importants liés au fait que de nombreux poissons (tab. 7) sont amenés, surtout depuis la construction d'une nouvelle échelle à bassins en 2009, à migrer vers l'amont au moment de la reproduction puis vers l'aval après celle-ci pour réintégrer leurs habitats de résidence. Ces dévalaisons en post-reproduction concernent essentiellement des poissons de grande taille, parfois en mauvaise condition sanitaire, comme cela a été dit au sujet de la prise d'eau de Tihange.

Tableau 7. Composition de la faune des poissons dans l'Ourthe dans la zone du barrage + CHE des Grosses Battes d'après les résultats d'une pêche à l'électricité intensive réalisée en 1994 en aval du barrage et ceux du contrôle des remontées des poissons dans la nouvelle échelle à bassins entrée en service en fin août 2009.

Espèces	Ourthe aval barrage 13/10/1994		Echelle 2009-2010	
	N	Long. LF mm Min - Max	N	Long. LF mm Min - Max
Saumon atlantique	-	-	1	74,1
Truite commune	8	172 - 715	15	88 - 640
Ombre commun	3	262 - 302	2	327 - 398
Barbeau	171	68 - 619	172	102 - 704
Hotu	313	240 - 472	140	135 - 495
Chevaine	61	82 - 516	43	315 - 525
Vandoise	4	112 - 213	-	-
Spirilin	-	-	13	70 - 79
Ide	-	-	1	295
Aspe	-	-	1	629
Goujon	190	52 - 180	1	121
Gardon	159	88 - 435	11	168 - 328
Rotengle	1	297	1	389
Brème commune	2	264 - 424	482	315 - 575
Brème bordelière	-	-	5	237 - 276
Carpe commune	-	-	8	340 - 723
Carpe koi	-	-	2	521 - 671
Tanche	4	236 - 265	3	432 - 575
Perche fluviatile	3	188 - 241	-	-
Brochet	1	700	5	590 - 761
Sandre	2	150	-	-
Silure glane	-	-	4	880 - 950
Anguille	36	104 - 737	-	-
Loche franche	1	-	-	-
Chabot	3	61 - 92	-	-
Truite aec	1	-	5	498 - 581
Total	963		915	-

* Pêche du 13/10/1994 (1 passage intensif de pêche à l'électricité dans un secteur de 150 x 65 m = 9750 m² ; pêche FUNDP Namur-ULG/MRW pour établissement d'un IBIP)

* Contrôle du piège-cage de la nouvelle échelle à poissons à bassins de ce barrage d'Angleur-Liège en 2009-2010 (source : ULg Rapport Saumon 2010).

3.2.2.2. Mesures de protection des poissons associées au permis d'exploiter

Considérée comme un prototype à caractère expérimental, la CHE flottante des Grosses Battes a été installée et mise en fonction dans des conditions fort particulières :

* Le gestionnaire des cours d'eau navigables (anciennement MET, aujourd'hui DG03) a donné son accord pour une installation provisoire.

* La Province de Liège a accordé en juin 2004 un permis d'exploitation pour 20 ans en conditionnant son attribution définitive à la prise de mesures de protection des poissons et de l'environnement aquatique en général se dégageant d'une étude scientifique à réaliser par un organisme indépendant pour le 31 mai 2006. Trois types d'impacts piscicoles importants devaient être considérés dans cette étude : i) la perturbation (blocage ou retardement) des migrations de dévalaison suite à la diminution de l'écoulement de l'eau sur le déversoir ; ii) les mortalités éventuellement engendrées par l'entraînement des poissons dans la turbine et iii) la perturbation possible du bon fonctionnement de la nouvelle échelle à poissons de remontée à construire 'incessamment' par le MET en remplacement de l'échelle à ralentisseurs (Denil) d'origine (datant de 1908). Vu la complexité de l'étude à réaliser sur le site, il est apparu logique de ne l'entreprendre qu'après l'aménagement de la nouvelle échelle à poissons de remontée qui a finalement vu le jour en 2008-2009 avec une entrée en service en août 2009.

* Entretemps, le Service Public de Wallonie a, via la SOFICO, lancé en 2008 un marché d'attribution de concessions d'exploitations hydroélectriques sur 8 barrages de l'Ourthe dont 6 en Province de Liège y compris celui d'Angleur Grosses Battes. En raison du grand intérêt écologique et ichtyologique de l'Ourthe (choisie en 1988 comme rivière pilote prioritaire pour la réintroduction du saumon atlantique + classement de plusieurs tronçons dans le réseau Natura 2000 du fait de la présence de l'habitat d'intérêt communautaire H3260 -Rivière à renoncule et d'espèces de poissons aussi d'intérêt communautaire comme le chabot et la bouvière + important habitat pour l'anguille à protéger), les contraintes à l'équipement des barrages avec des centrales hydroélectriques sont très fortes et variables selon les barrages concernés en fonction de la topographie générale des lieux et des usages. Le tableau 8 précise les contraintes fixées pour le site des Grosses Battes.

* Dans le contexte nouveau ainsi créé, l'actuel exploitant de la turbine flottante OMEGA ne devrait pouvoir poursuivre l'exploitation actuelle que s'il respecte les différentes conditions de protection environnementale fixées par la SOFICO pour le site de la concession Barrage des Grosses Battes.

Tableau 8. Conditions écologiques pour l'octroi des nouvelles concessions de production d'hydroélectricité sur l'Ourthe navigable, d'après le Cahier des charges de la SOFICO (2008).

Pour ce qui concerne les migrations de dévalaison, la règle générale est une limitation à maximum 2 % de la mortalité des poissons, toutes espèces confondues, qui sont entraînés dans la ou les turbines à chaque barrage.

Pour ce qui concerne les migrations de montaison, toute installation au barrage des Grosses Battes à Angleur est soumise à une interdiction de perturber le bon fonctionnement de la nouvelle échelle à poissons à bassins qui est entrée en service en début août 2009.

Pour ce qui concerne le débit réservé non turbinable, une valeur maximale de 15 m³/s a été fixée au barrage des Grosses Battes.

Pour ce qui concerne les conditions d'exploitation, le Cahier des charges prévoit les obligations suivantes :

** Le concessionnaire fera procéder à ses frais, par un organisme compétent et indépendant, aux études permettant de contrôler le respect des impositions du cahier des charges relatives à la protection des poissons. Ces études seront menées tant pour la montaison que pour la dévalaison pendant une période de trois ans.*

** A l'issue de chaque période annuelle, le concessionnaire remettra au concédant un rapport intermédiaire présentant les résultats des études. Si le concédant le juge nécessaire, il imposera des adaptations à la centrale sans que le concessionnaire puisse prétendre à indemnité.*

** A l'issue de la troisième année, sur la base du rapport final et pour autant que les objectifs de la protection des poissons ne soient pas atteints, le concessionnaire doit :*

- équiper sa centrale d'une grille en amont dont la distance entre barreaux ne pourra être supérieure à 1 cm et d'une passe à la dévalaison débutant en amont de la grille précitée ; et/ou

- prendre toutes les mesures (y compris la construction d'une passe) qui, de l'avis des services de la Région wallonne, permette d'atteindre les objectifs fixés en matière de montaison.

** Ces mesures oulet équipements seront réalisés à charge du concessionnaire sans que celui-ci puisse prétendre à indemnité suivant les directives données par les services de la Région wallonne.*

3.2.2.3. Dévalaison des poissons au barrage pendant les phases de turbinage

(a) Chez des smolts de salmonidés

Au printemps 2006, un échantillon de 13 smolts en migration de dévalaison ont été radio-pistés à hauteur du barrage des Grosses Battes déjà équipé de la centrale flottante OMEGA. Le suivi des poissons a été effectué dans le cadre du mémoire de fin d'études ULg en Biologie animale par M. Darimont (2006).

Les 12 premiers smolts radio-pistés n'ont montré (fig. 24) aucun signe de freinage ou de perturbation à l'approche du barrage et de la turbine quand les débits (moyennes journalières) étaient de 41,4 m³/s (24/04) à 34,8 m³/s (2/5), ce qui correspondait à des débits sur le déversoir de respectivement environ 15 et 8-9 m³/s. Le franchissement du barrage a lieu 5-10 minutes après la localisation du smolt juste à l'amont de l'obstacle.

C'est seulement lors du radio-pistage du 15/5-16/5 que des smolts sont restés bloqués en amont du barrage pendant plusieurs heures (fig. 24) durant lesquelles ils ont effectué des mouvements sur toute la largeur de la rivière. A ce moment, le débit total de l'Ourthe était de 27,8 m³/s le 15/05 et de 32,5 m³/s le 16/05, ce qui, compte tenu d'un turbinage maximal de 27,5 m³/s, laissait passer sur le déversoir un débit de 0 m³/s le 15/05 et de 5 m³/s le 16/05. La hauteur d'eau sur la crête du déversoir était à ce moment de 3 cm et moins (débit Ourthe < 33 m³/s). Les smolts ont finalement réussi à passer le barrage des Grosses Battes le 17 mai 2006 quand le débit total de l'Ourthe était remonté à 35,7 m³/s et le débit passant sur le déversoir était d'environ 10 m³/s.

Sur la base de ces observations préliminaires, nous considérons que le déroulement normal de la dévalaison des smolts au barrage des Grosses Battes nécessite un débit minimum réservé d'une dizaine de m³/s sur le déversoir, ce qui correspond, pour un turbinage de 25 m³/s, à un débit total Ourthe de 35 m³/s et à un rapport débit turbiné/débit rivière d'environ 0,7. Dans cette situation hydrologique à cette période de l'année, il est impératif que le débit en excès de ce qui est turbiné ne puisse pas s'écouler par les vannes levantes en rive gauche. Or, cela se passe parfois ce qui fausse l'évaluation du débit minimum requis sur le déversoir pour permettre une dévalaison aisée des smolts de salmonidés.

Au printemps 2007, des radio-pistages ont pu être réalisés sur 6 smolts arrivés en dévalaison en amont du barrage des Grosses Battes et dont 4 sont passés en aval. Ces mouvements se sont produits quand le débit de l'Ourthe était parfois très faible (< 25 m³/s) mais avec un turbinage inférieur (jusqu'à 26 % ou 7 m³/s le 7 mai) à la capacité maximale, ce qui maintenait un écoulement sur le déversoir apparemment suffisant pour permettre la dévalaison des smolts.

Au printemps 2005, les débits relevés pendant le radio-pistage de 16 smolts entre le 4 avril et le 4 mai étaient de > 35 m³/s et aucun problème de passage des Grosses Battes ne fut relevé dans une configuration avec présence de la turbine hydroélectrique flottante (Philippart *et al.* 2006) installée quelques semaines plus tôt.

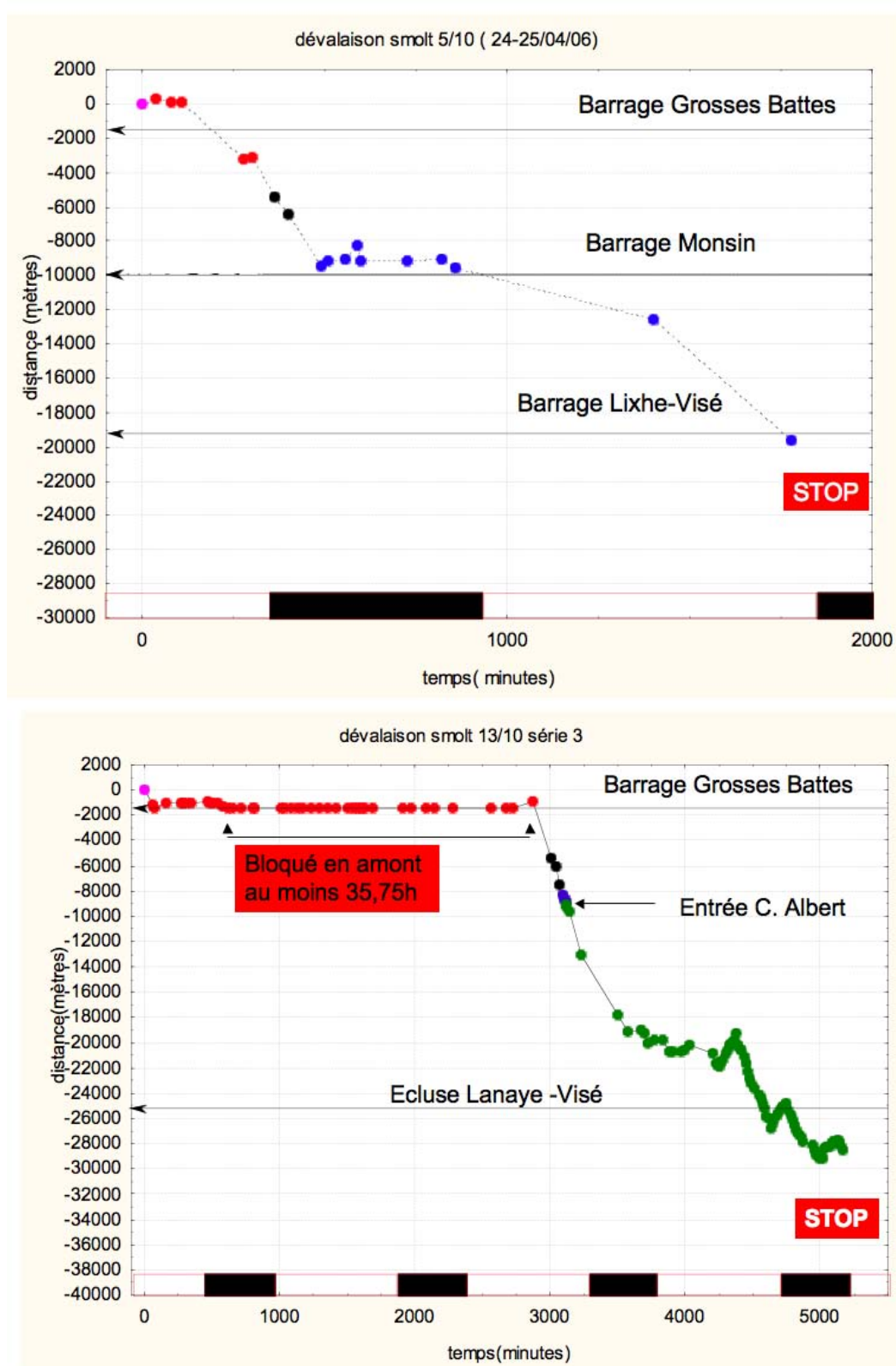
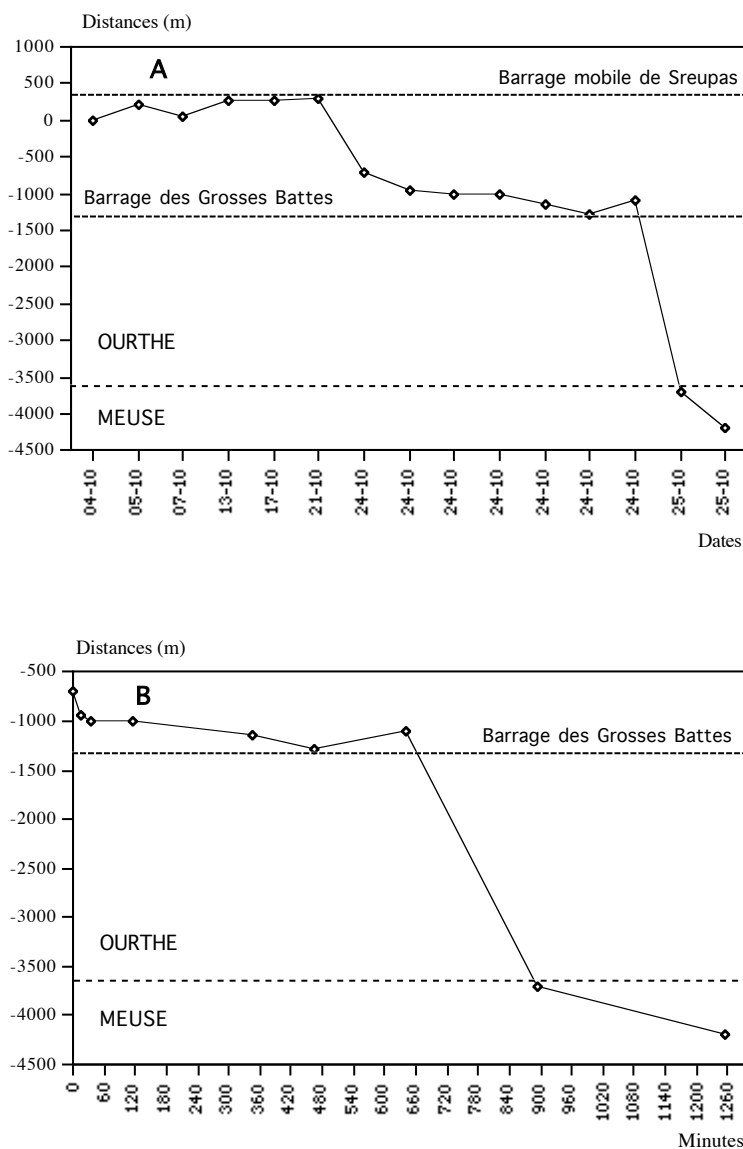


Figure 24. Parcours migratoire en dévalaison de deux saumoneaux radio-pistés à partir de l'Ourthe à Streupas et ayant franchi le barrage + CHE (27,5 m³/s maximum) des Grosses Battes aisément à un débit de 42 m³/s (au-dessus) et plus difficilement à un débit de 34 m³/s (en-dessous). Ourthe = points rouges ; Dérivation = points noirs ; Meuse = points bleus ; Canal Albert = points verts (source : Darimont, 2006).

(b) Chez des anguilles argentées

La seule information utile concerne une anguille marquée à Streupas le 4/10/05 et qui a commencé sa dévalaison le 24/10 à 11 h pour atteindre, au moment de sa dernière localisation le 25/10 à 8 h, un point extrême situé 4,2 km en aval dans la Dérivation au niveau du pont des Vennes (vitesse moyenne de 0,159 km /h avec des périodes d'arrêt et d'accélération). A hauteur du barrage des Grosses Battes, l'anguille semble marquer un temps d'arrêt (fig. 25) mais finit pas passer, apparemment en rive droite, peut-être au niveau de l'échancrure d'évacuation des déchets flottants de la microcentrale désaffectée.



Graphique A: Suivi par radiopistage d'une anguille dévalante (fréq. 2/10) du 4 au 25 octobre

Graphique B: Suivi par radiopistage de la même anguille dévalante du 24 /10 à 11h05 (Ourthe au pont de chemin de fer) au 25/10 à 8h00 (Meuse-dérivation, pont des Vennes)

Figure 25. Radio-pistage de la dévalaison d'une anguille argentée marquée à l'aval du barrage de Streupas le 4 octobre 2005 et ayant franchi le barrage des Grosses Battes (LDPH).

3.2.2.4. Entraînement des poissons à travers la grille dans la turbine

On ignore actuellement si des poissons sont entraînés dans la turbine OMEGA. Avec une grille à barreaux espacés de 9 cm, les smolts de salmonidés, les anguilles et la plupart des autres espèces (cyprinidés, percidés) de moyenne et petite taille sont susceptibles de traverser la grille, un mouvement favorisé par la vitesse de l'eau de 1,3 m/s au niveau de la partie horizontale de cette grille. Malgré cette forte aspiration verticale très localisée comparable à celle d'une pompe immergée géante, on peut penser que les poissons (surtout les espèces qui vivent en surface comme les smolts de salmonidés) sont capables d'échapper à cette attraction en fuyant latéralement. Les résultats des radio-pistages effectués en 2006 et relatés au point 3.2.2.3 indiquent que sur les 13 saumoneaux ayant franchi le barrage des Grosses Battes en dévalaison, la grande majorité (12 sur 13 ou 92 %) passent par le déversoir même quand les débits sont faibles ($< 30 \text{ m}^3/\text{s}$) et le rapport débit turbiné/débit rivière élevé. Un seul saumoneau, retrouvé mort au pied du barrage, aurait pu transiter par la turbine mais rien ne le prouve.

Le comportement des anguilles dans une telle situation n'est pas non plus connu. Sachant que le turbinage maximum de $27,5 \text{ m}^3/\text{s}$ représente 48 % du module de l'Ourthe à Angleur, l'application de la formule de la figure 16 conduirait à une valeur de 76 % pour le pourcentage d'échappement des anguilles argentées dévalantes. La réalité est toutefois probablement beaucoup plus favorable en raison des possibilités d'échappement plus importantes avec une turbine flottante en siphon qu'avec une turbine située dans l'axe d'écoulement du cours d'eau et de migration de dévalaison des anguilles. De plus, il faut tenir compte de l'ouverture hivernale fréquente des vannes levantes qui peut jouer le rôle d'une passe de fond pour la dévalaison.

Des recherches bibliographiques et des échanges d'informations avec d'autres personnes ayant étudié la question chez les salmonidés et l'anguille devraient apporter quelques éclaircissements. Mais c'est surtout des études spécifiques avec les moyens technologiques modernes qu'il faudrait entreprendre sur ce site vraiment stratégique pour les salmonidés et les anguilles de tout le grand bassin de l'Ourthe.

3.2.2.5. Effets du passage des poissons dans la turbine

On ignore aussi totalement ce qu'il advient des poissons qui traversent la turbine et transitent dans le siphon. Lors de l'expérience de radio-pistage de 2006 relatée aux points précédents, un saumoneau sur 13 a été retrouvé mort au pied du déversoir et l'on pourrait imputer cette mort au passage par la turbine mais rien ne le prouve.

Le producteur de la turbine OMEGA clame tout azimut que cette marchine est 'fish-friendly – amie des poissons ou ichtyophile' parce que la roue-hélice est de grand diamètre (3,25 m) et tourne lentement (92 trs/min). Ces deux caractéristiques techniques sont effectivement favorables à l'inocuité d'une turbine à l'égard des poissons (voir Gomes et Larinier, 2008). Si l'on applique à la turbine OMEGA les formules d'estimation de la mortalité des anguilles établies pour des turbines Kaplan, on obtient une valeur de $M=30 \%$ pour des anguilles de $TL=0,7 \text{ m}$ transitant dans une turbine d'un diamètre de $D_r=3,25 \text{ m}$ et tournant à une vitesse de $N=92 \text{ tours/min}$. C'est loin d'être ichtyophile mais on peut quand même supposer que le dessin de la roue est amélioré par rapport à une simple hélice Kaplan.

Le problème est, qu'à notre connaissance, aucune démonstration du caractère ichtyophile de la turbine OMEGA n'a été apportée grâce à des tests scientifiques réalisés avec des poissons de différentes espèces et tailles (spécialement des jeunes salmonidés de 10-30 cm et des anguilles argentées de 60-90 cm), dans une large gamme de débits turbinés et dans les conditions du terrain et de la vraie production. Or, de tels tests biologiques ont été réalisés pour valider le caractère 'ichtyophile' d'autres types de turbines d'une capacité maximale de 30 m³/s comme par exemple la VLH de la société MJ2 Technologies (Leclerc, 2009).

3.2.3. Conclusions et perspectives

Le site de la CHE du barrage des Grosses Battes sur l'Ourthe est écologiquement stratégique et l'on ne peut y tolérer qu'une très faible mortalité (< 2% toutes espèces confondues) des smolts de salmonidés et des anguilles argentées, dans le contexte actuel et dans celui du plan SOFICO d'équipement hydroélectrique de sept barrages sur l'Ourthe.

Il est donc urgent de caractériser de manière précise l'impact piscicole de la turbine OMEGA actuelle et de vérifier son caractère 'ichtyophile' clamé par son concepteur. Ce type d'investigation est d'autant plus important que l'on a affaire à une technologie nouvelle pour laquelle on ne dispose d'aucune donnée collectée sur un autre site. Ce caractère novateur de la technologie pourrait toutefois constituer un frein à l'accès à des données techniques concernant certaines pièces de la machine. Pourtant, le concepteur de cette dernière aurait tout intérêt commercial à voir démontrée la compatibilité piscicole de son produit.

Il est aussi indispensable de mieux identifier les différentes voies de passage des poissons au niveau du site en fonction du débit (déversoir, petit évacuateur des déchets en rive droite, échelles à poissons, vannes levantes et turbine de la CHE) et de proposer les optimisations possibles et requises.

L'aménagement de la dévalaison ne peut être dissocié de celui de la remontée car il y a une double interaction possible : d'une part, le turbinage pourrait perturber l'attraction des poissons à l'entrée de l'échelle au moment de la remontée et, d'autre part, les poissons qui sortent de l'échelle à l'amont pourraient être entraînés dans la zone d'aspiration de la turbine.

En pratique, toutes les investigations piscicoles possibles relatives à la CHE des Grosses Battes sont dépendantes des décisions inhérentes au projet de la SOFICO. Il s'agit de savoir si l'actuelle centrale OMEGA sera prolongée dans les conditions du permis accordé pour 20 ans en 2004 par la ville de Liège ou si une nouvelle centrale sera installée avec l'obligation de respecter les conditions prévues dans le Cahier des charges de la SOFICO (voir tabl. 8). Ce Cahier des charges prévoit notamment un débit réservé non turbinable de 15 m³/s au barrage, une contrainte environnementale qui n'est pas toujours respectée avec l'installation actuelle OMEGA. Par ailleurs, un tel débit ne serait utile pour la dévalaison des jeunes saumons que s'il passe sur le déversoir du barrage. Or, dans la configuration actuelle avec OMEGA il arrive qu'à certains moments au cours de la dévalaison des salmonidés en avril-mai, une part de ce débit soit écoulé par les vannes levantes manipulées par le gestionnaire du barrage (Voies hydrauliques). A l'avenir, une coordination des opérations devra absolument être assurée entre le gestionnaire du barrage et le producteur d'hydroélectricité.

4. LES CENTRALES HYDROELECTRIQUES SUR L'AMBLEVE EN AVAL DE LA LIENNE

4. 1. La CHE de Raborive sur l'Amblève en régime navigable

4.1.1. Caractéristiques du site et de la centrale

4.1.1.1. Le barrage de prise d'eau

La CHE de Raborive est associée au barrage du même nom situé (fig. 26, 27 et 28) sur la Basse Amblève navigable (administrativement) à 6,490 km de la confluence avec l'Ourthe. Ce barrage est le deuxième sur l'Amblève à partir de l'aval, après celui de Belle-Roche.



Figure 26. Carte de la localisation du barrage + CHE de Raborive sur l'Amblève à Aywaille.



Figure 27. Vue du barrage de Raborive sur l'Amblève. Au-dessus : déversoir en madriers à l'amont du seuil ; (b) partie principale de seuil fixe (le point vert indique que ce seuil a été franchi en remontée par un brochet le 27/02/03 à $71 \text{ m}^3/\text{s}$; (c) petite échelle à poissons à bassins construite à la fin des années 1970.



Figure 28. Vues de la prise d'eau de la centrale hydroélectrique de Raborive sur l'Amblève. Au-dessus : entrée du canal d'amenée équipée de vannes ; au milieu : grille de protection des turbines ; en-dessous : canal latéral avec vanne qui pourrait être aménagé en exutoire de dévalaison comme à Mérytherm. Source des photos : Contrat de Rivière Amblève.

La CHE se caractérise par une puissance installée de 60 à 100 kW selon les sources (production annuelle de 0,3 GWh) pour une capacité de turbinage maximale de 4 m³/s par rapport à un débit moyen interannuel (module) de 19,6 m³/s (période 1974-2008).

Le barrage de prise d'eau comprend les trois principaux éléments suivants (fig 27 et 28) :

- un seuil-déversoir oblique haut de 2,2 m dont la partie la plus en amont consiste en un ouvrage à lame déversante large d'une dizaine de mètres et constitué de madriers en bois superposés ;

- une échelle à poissons à bassins (construite dans les années 1970 à l'initiative de l'UPOA, avec l'appui de la Commission provinciale de Liège du Fonds piscicole) implantée en rive droite, avec une entrée située assez fort en aval du déversoir.

- un court (120 m) canal de prise d'eau situé en rive gauche pour alimenter la microcentrale dont le canal de fuite débouche dans l'Amblève environ 300 m en aval du barrage.

Il faut signaler l'existence d'un tronçon de rivière court-circuité de 300 m où l'écoulement de l'eau devient très faible à nul (fig. 29) quand le débit de l'Amblève est inférieur à la capacité maximale de turbinage, compte tenu du fait qu'il n'existe apparemment pas de débit réservé.



Figure 29. Illustration du court-circuitage de l'Amblève sur 0,3 km du au turbinage pendant les épisodes de bas débit, comme ici le 30 septembre 2009 (3,050 m³/s). Source des photos : Contrat de rivière de l'Amblève.

4.1.1.2. L'équipement de turbinage

Mis à part la puissance installée (entre 60 et 100 kW) et le débit maximum turbiné (4 m³/s), nous n'avons pas d'informations sur les caractéristiques des turbines.

La grille de prise d'eau est large de 8-10 m et est constituée de barreaux métalliques espacés d'environ 4-5 cm. C'est une installation qui ressemble fort à celle de Mérytherm sur l'Ourthe.

4.1.2. Impact de la centrale sur les poissons en dévalaison

4.1.2.1. Faune des poissons concernées

On dispose de nombreux résultats de pêches à l'électricité dans la partie de l'Amblève navigable entre le pont de Remouchamps et la confluence de l'Ourthe (tabl. 9). Cette partie de l'Amblève appartient à la zone à ombre inférieure et abrite un peuplement de poissons dominés par les Cyprinidés d'eau vive (barbeau, chevaine, hotu et vandoise) et les Salmonidés (truite commune et ombre commun). Elle comprend aussi des piscivores (brochet, anguille, perche) et des cyprins d'accompagnement (gardon, goujon, vairon).

Les principales dévalaisons de poissons au niveau du barrage de Raborive portent sur les espèces amphihalines : les anguilles argentées, la forme migratrice de la truite commune et, depuis les dernières années, les smolts de saumon atlantique issus des repeuplements en tacons d'élevage effectués dans toute l'Amblève même en aval de la cascade de Coo et dans ses deux principaux affluents, la Lienne et la Salm.

En l'absence d'un dispositif de piégage des poissons en dévalaison dans la basse Amblève, on ignore les caractéristiques et l'abondance de ces populations de dévalants.

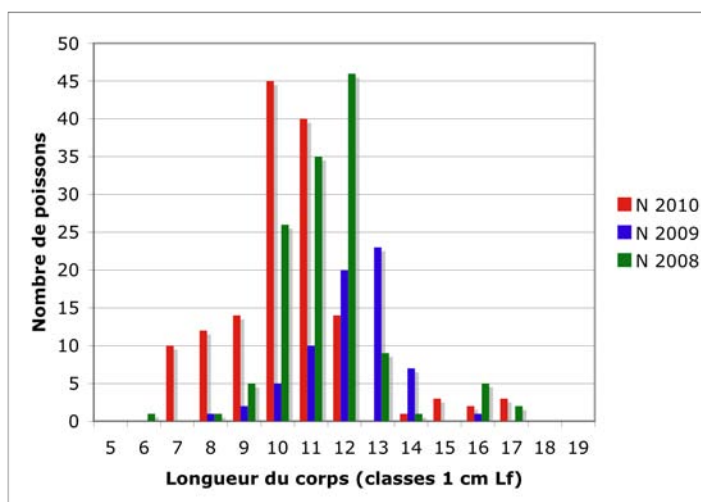


Figure 30. Composition par tailles de la population des jeunes saumons recensés dans l'Amblève à Remouchamps (Heid d'île) en fin octobre 2008, 2009 et 2010. Les saumons < 14,5 cm sont des sujets dans leur première année de vie issus des déversements de tacons d'élevage en juin.

Tableau 9. Composition de la faune des poissons dans la Basse Amblève d'après les résultats des pêches à l'électricité effectuées aux stations de Comblain-au-Pont (aval barrage de Belle Roche) le 12/10/2006 et de Remouchamps (réserve) le 31/08/2005.

Référence 1 = pêche ULG dans le rapport FP Amblève par Philippart (2006)

Référence 2 = pêche N° ULG-PE-06.018 du réseau de mesure DCE du DEMNA-SPW

Espèces	Comblain-au-Pont aval barrage 12/10/2006 2 passages S = 6229 m2 Référence 2		Remouchamps réserve ville 31/08/05 1 passage S = 6217 m2 Référence 1	
	N	Kg	N	Kg
Saumon atlantique	129	1,208	16	0,245
Truite commune	24	2,502	22	2,693
Ombre commun	6	0,289	41	2,709
<u>Salmonidés</u>	-	<u>3,999</u>	-	<u>5,647</u>
Barbeau	180	8,506	180	48,977
Hotu	286	10,713	1	0,002
Chevaine	918	19,375	40	3,334
Vandoise	150	0,616	12	0,581
<u>Cyprins d'eau vive</u>	-	<u>39,210</u>	-	<u>52,894</u>
Ablette spirilin	809	5,239	80	0,300
Vairon	6124	13,673	975	2,838
Goujon	538	5,354	130	2,718
Ablette commune	3	0,019	-	-
Gardon	3	0,017	-	-
Gibèle	13	0,965	-	-
<u>Cyprins d'accompagnement</u>	-	<u>25,267</u>	-	<u>5,386</u>
Brochet	2	0,289	-	-
Anguille	4	2,729	1	0,851
<u>Piscivores</u>	-	<u>3,018</u>	-	<u>0,851</u>
Chabot	1390	4,739	23	0,140
Loche franche	1347	4,163	26	0,100
Perche-soleil	1	0,023	-	-
Pseudorasbora	1	0,001	-	-
Total	11927	80,420	1547	65,488
Biomasse (kg/ha)		119,3		105,5

Chez le saumon atlantique, les tacons d'élevage d'environ 4 cm remis en rivière en mai-juin grandissent assez rapidement pour atteindre certaines années à la fin de l'automne une longueur de 10-14 cm (fig. 30) qui les amène à smoltifier à l'âge de 1 an en vue d'une dévalaison au printemps en avril-mai comme cela a été bien décrit dans l'Ourthe à Méry.

Chez la truite commune, il doit exister aussi, comme observé dans l'Ourthe à Méry, une population de smolts devalants majoritairement en avril-mai.

Chez l'anguille européenne, on connaît bien la répartition de l'espèce dans tout le cours de l'Amblève entre l'Ourthe et la cascade de Coo formant un obstacle infranchissable (Philippart et al, 2010 a). Lors des pêches à l'électricité effectuées en 1990-2007 dans cette partie de l'Amblève furent capturées 128 anguilles de 22-85 cm (fig. 31) dont certaines sont des adultes dévalants potentiels susceptibles de passer à Raborive.

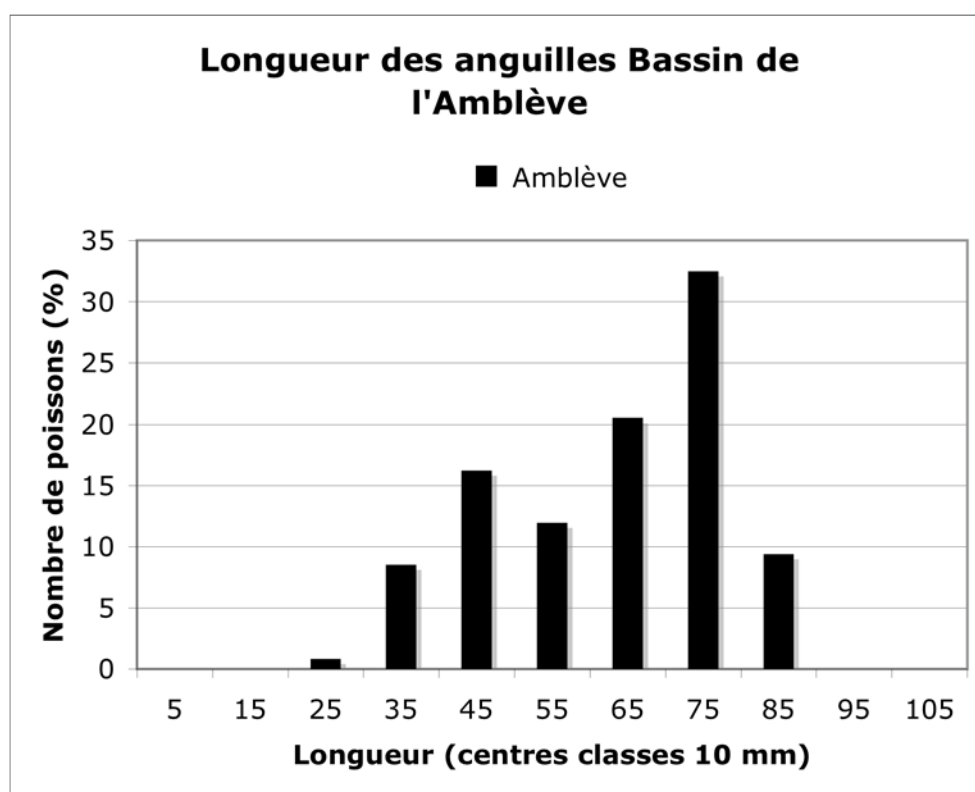


Figure 31. Fréquences des longueurs des anguilles capturées par pêche à l'électricité en 1990-2007 dans le cours principal de l'Amblève (n=117) où il n'y a pas eu de rempoissonnements directs en civelles ou anguillettes (Rapport FP, Philippart et al., 2010 a).

En pratique, nous considérerons que les dévalaisons dans l'Amblève à Raborive concernent, comme dans la basse Ourthe à Méry, des saumoneaux de 15 cm, des truites communes de 23 cm et des anguilles argentées de 70 cm.

4.1.2.2. Risque d'entraînement des poissons dans le canal d'amenée

Le facteur déterminant de l'attraction des poissons dans le canal d'amenée en direction de la grille et des turbines est la fraction du débit turbiné par rapport au débit total de la rivière pendant la période de dévalaison en avril-mai pour les smolts des salmonidés et en octobre-janvier pour les anguilles argentées.

Smolts des Salmonidés

Pour un débit maximum turbiné TU de 4 m³/s et un débit moyen interannuel en avril-mai de Q=21,1 m³/s, le rapport débit turbiné/débit rivière est en moyenne de 0,19. Si l'on se réfère à la figure 17, une telle dérivation d'eau ne devrait pas représenter **en moyenne** un problème majeur pour les smolts. Mais la situation pourrait être tout-à-fait différente lors d'années sèches comme 2007 (TU/Q = 0,48), 2003 (TU/Q = 0,38), 2000 (TU/Q=0,35), 1993 (TU/Q = 0,68), 1991 (TU/Q=0,46) et 1976 (TU/Q = 0,72). Dans de tels cas extrêmes et pour autant que l'intensité du turbinage ne soit pas réduite aux bas débits (à vérifier), on aurait des pourcentages moyens d'entraînement d'environ 5-10 % en 2003 et 2000, 25-30 % en 2007 et 1991 et près de 80 % en 1993 et 1976, ce qui serait excessivement pénalisant.

Si l'on considère les valeurs des débits sur une base décadaire ou journalière, des conditions critiques d'entraînement des smolts dans le canal d'amenée peuvent aussi se manifester pendant de plus courtes périodes correspondant au pic de dévalaison. Cela s'est produit par exemple en 2007 avec des débits moyens décadaires de 5,9-6,0 m³/ pendant la 3^{ème} décade d'avril et la 1^{ère} décade de mai. De tels bas débits ont pu provoquer pendant 20 jours des entraînements de 70 %, ce qui représente un impact écologiquement inacceptable.

Anguilles argentées

Le débit maximum turbiné (4 m³/s) ne représente que 20 % du module (19,6 m³/s). Dans ces conditions, le pourcentage d'échappement est probablement assez élevé : près de 96 % si l'on applique la relation illustrée par la figure 16.

4.1.2.3. Blocage des poissons devant les grilles et passage dans les turbines

En l'absence d'exutoire de dévalaison, les poissons dévalants obligatoires, smolts de salmonidés et anguilles argentées, risquent d'être bloqués devant la grille et, après un certain temps de blocage, d'être plaqués sur celle-ci ou de passer dans les turbines avec un sort actuellement non connu et encore moins quantifiable mais probablement peu enviable.

Un mouvement de retour en arrière est envisageable pour certains individus (surtout des anguilles argentées d'après les étude de Durif en France) mais la longueur du canal d'amenée rend probablement cette forme d'échappement assez difficile. En revanche, elle pourrait-être plus aisément mise en œuvre par les adultes au cours d'une migration de dévalaison après leur participation à la reproduction au terme d'une migration de remontée.

4.1.2.4. Mortalité des migrateurs dévalants

Il est actuellement impossible de quantifier la mortalité des poissons migrateurs dévalants au niveau de la CHE de Raborive car on ignore, d'une part, l'impact exact du passage des poissons dans les turbines et, d'autre part, l'abondance des populations dévalantes

concernées. L'impact du turbinage apparaît comme potentiellement important sur les smolts de Salmonidés lors des épisodes de faible débit de l'Amblève en avril-mai. Quant à l'abondance des populations dévalantes, elle ne fera que s'accroître à l'avenir avec l'augmentation des efforts de repeuplement en jeunes saumons (fig. 32) et le développement des actions (facilitation de la libre remontée des anguilles jaunes depuis la Meuse et la mer du Nord + repeuplements en civelles) en faveur de la restauration de l'anguille.

Dans cette perspective, il est urgent d'envisager l'aménagement d'un exutoire de dévalaison de surface au niveau de la grille de protection des turbines. La disposition des lieux (fig. 28) permet d'envisager un aménagement latéral simple comparable à celui mis en place, avec succès, à la CHE Mérytherm sur l'Ourthe. A Raborive, la difficulté sera d'assurer le retour des poissons dans la rivière via un chenal de liaison ou une goulotte à maintenir sous eau.

4.1.2. Conclusions et perspectives

Par sa situation en aval du bassin de l'Amblève, la CHE de Raborive constitue un lieu de passage obligé de nombreux poissons dévalants des espèces amphihalines et autres. C'est donc un site écologiquement stratégique où doivent être prises des mesures énergiques pour limiter la mortalité, probablement très importante chez les smolts des Salmonidés piégés dans le canal d'amenée lors des bas débits ($< 8 \text{ m}^3/\text{s}$) en avril-mai, qui affectent ces dévalants par placage sur la grille ou passage dans les turbines. Cette importance de la Basse Amblève comme lieu de passage des saumoneaux va augmenter à l'avenir dans la mesure où l'effort de repeuplement en tacons est en progression depuis le milieu des années 1990 (fig. 32) et que cette tendance va s'accroître vu l'existence de grandes superficies de bons habitats de production dans cette rivière de la zone à ombre où la qualité de l'eau s'est améliorée.

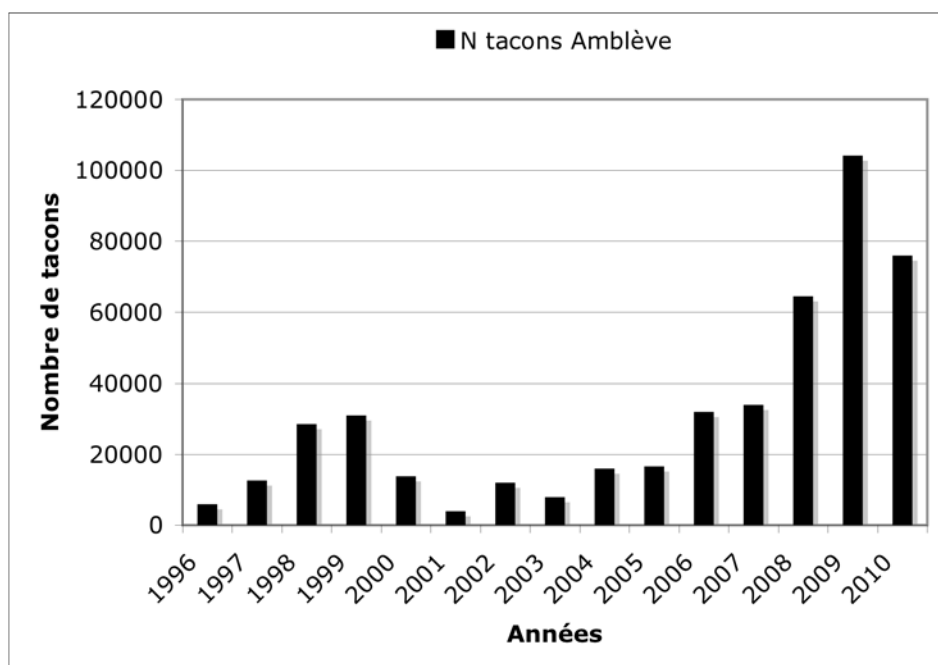


Figure 32. Progression du nombre de jeunes saumons d'élevage (tacons) déversés annuellement dans l'Amblève et ses affluents (Lienne et Salm) dans le cadre du programme de restauration du cycle vital de l'espèce (source des données : Rapports du Projet Saumon Meuse).

Dans une première étape, il est important d'obtenir des informations sur les caractéristiques techniques des turbines et de la zone de filtration de l'eau (vitesse d'approche de la grille par ex.) ainsi que sur les modalités de turbinage selon le débit (ralentissement ou arrêt lors de débits en dessous d'un certain seuil) et ensuite de préciser les évaluations des risques potentiels de mortalité lors du passage dans les turbines.

Dans une deuxième étape, il faut envisager la réalisation d'observations (par marquage et télémétrie) sur le comportement des poissons entraînés dans le canal d'amenée, bloqués devant la grille, faisant demi-tour ou passant dans les turbines.

Enfin, sur la base de ces connaissances, il faut envisager la réalisation d'un dispositif approprié pour permettre la dévalaison sans risque des poissons vers la rivière.

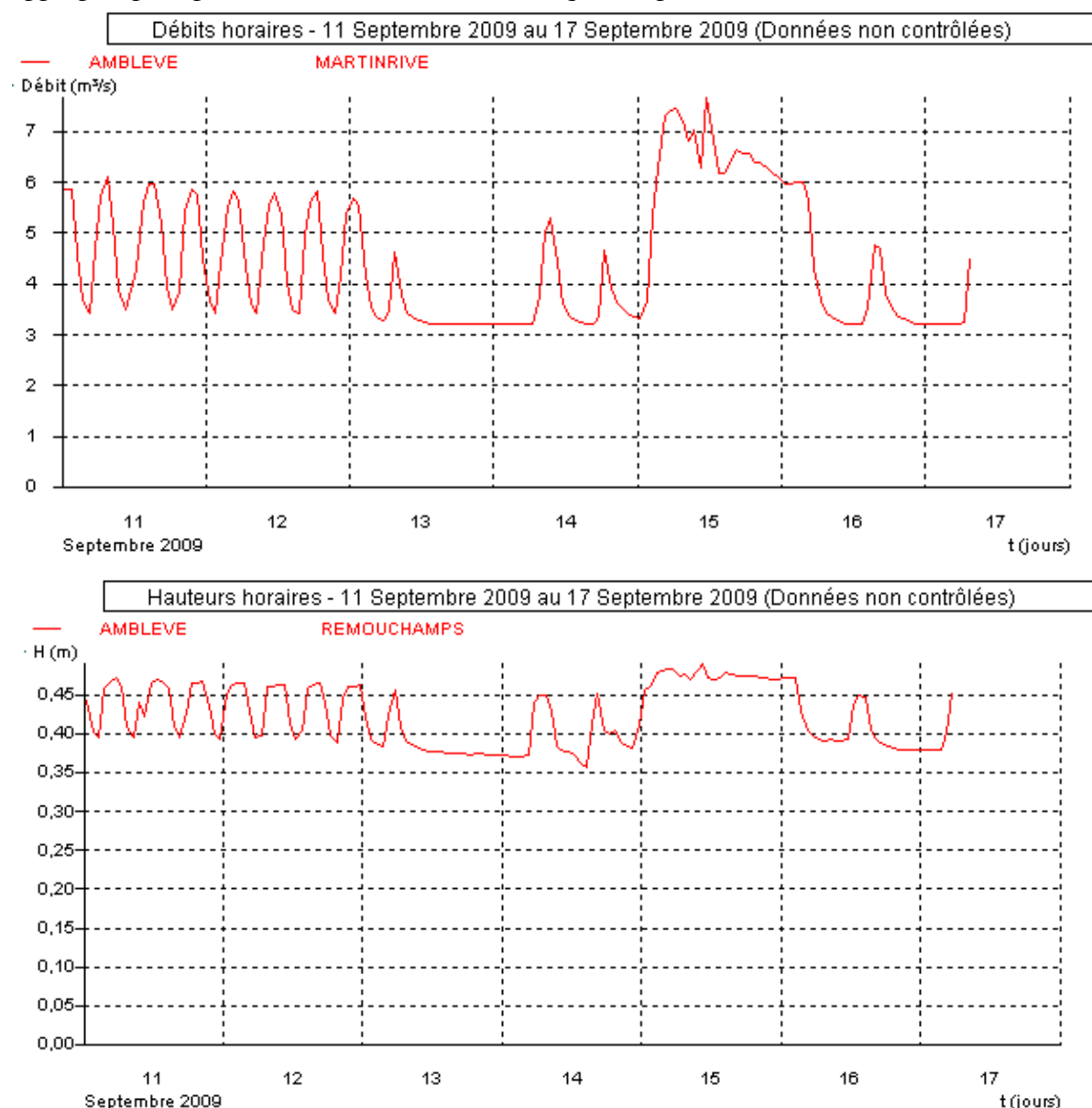


Figure 33. Régime des débits horaires de l'Amblève à la station de Martinrive et des hauteurs d'eau à la station de Remouchamps du 11 au 17 septembre 2009. Les fluctuations de débit d'environ $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ sont imputables au fonctionnement par éclusées de la CHE de Hé de Goreux/Lorcé qui génère des fluctuations correspondantes de la hauteur d'eau à Remouchamps, en amont de Raborive (source des données : Sethy-SPW).

Dans l'aménagement du site de la CHE de Raborive, il faut aussi être attentif au problème de la presque mise à sec à certaines périodes de l'année du tronçon de l'Amblève de 0,3 Km court-circuité par la prise d'eau vers la centrale hydroélectrique. Dans l'étude de ce problème, on tiendra compte du fait que cet effet est accentué par les fluctuations journalières du débit de l'Amblève (fig. 33) générées à l'amont de la prise d'eau de Raborive par le fonctionnement parfois intermittent, par éclusées, de la CHE de Hé de Goreux/Lorcé, environ 8 km en amont.

Parmi les outils de protection des poissons de l'Amblève, il faut citer l'inscription de plusieurs tronçons de la rivière en zone Natura 2000, notamment le site BE 33017 'Basse vallée de l'Amblève' (fig. 34) qui comprend notamment le lit mineur de la rivière entre Martinrive et le Pont de Scay, habitat du chabot et du saumon atlantique.



Cartographie de base - (c) Institut Géographique National - Bruxelles

Figure 34. Carte du site Natura 2000 BE 33017 'Basse vallée de l'Amblève' (source : DGRNA/SPW).

4.2. La CHE de Lorcé/ Heid de Goreux sur l'Amblève non navigable

4.2.1. Caractéristiques du site et de la centrale

4.2.1.1. Le barrage de prise d'eau

Située en rive gauche de l'Amblève à 14,9 km de l'Ourthe (fig. 35), la CHE de Heid de Goreux est alimentée par une conduite forcée qui prend naissance au niveau de la retenue (50 000 m³) du barrage mobile de Lorcé, situé à 22,9 km de l'embouchure dans l'Ourthe.

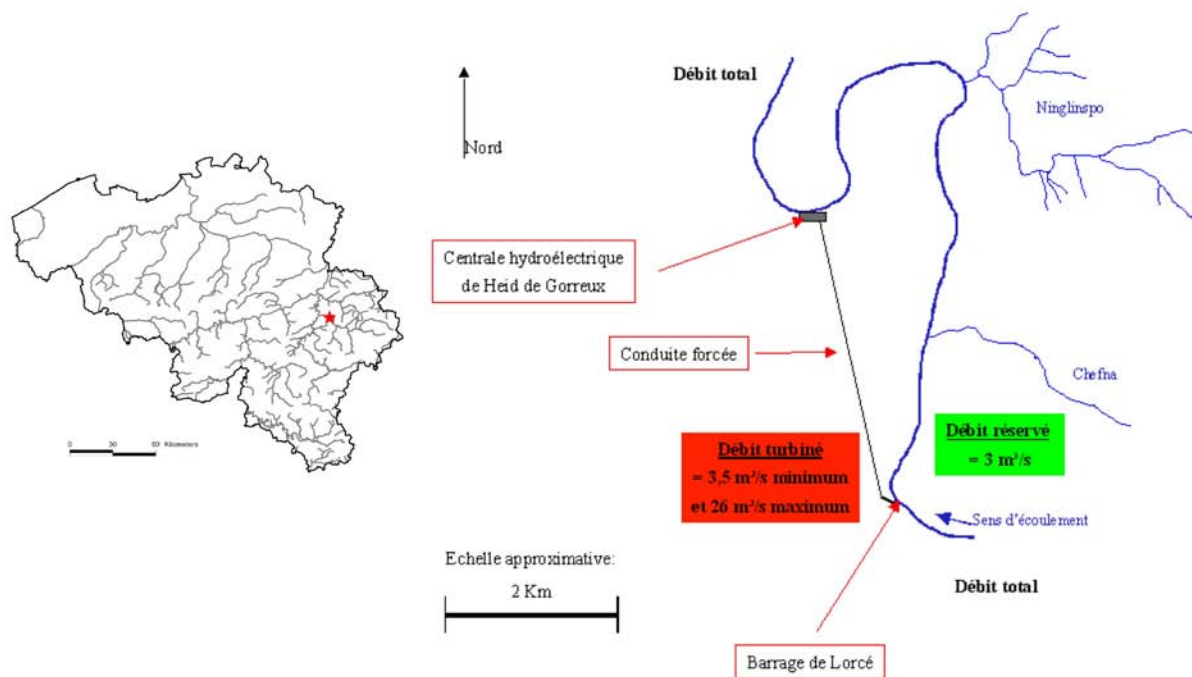


Figure 35. Cours de l'Amblève dans la zone d'influence du complexe hydro-électrique barrage retenue de Lorcé/ centrale de Heid de Goreux.

Le barrage de prise d'eau de Lorcé est un ouvrage constitué de deux vannes mobiles couvrant une largeur de 24 m et créant une chute de Dh 3,3 m (fig. 36). À côté des deux vannes de régulation se trouve une vanne de vidange qui sert à vider complètement la retenue, à accroître l'écoulement des débits de crue et, jusqu'en 1993, à laisser passer un débit réservé de 3 m³/s en surverse. Mais depuis 1993, ce débit réservé est turbiné. Le court-circuitage de l'Amblève par la conduite forcée entraîne sur un tronçon de rivière de 8 km une réduction du débit naturel jusqu'à un minimum de 3 m³/s correspondant au débit réservé légal.

Au moment du renouvellement du permis d'exploiter le complexe hydroélectrique, le Service Public de Wallonie a imposé à l'exploitant Electrabel la construction d'une échelle à poissons moderne en remplacement de l'échelle d'origine (1932) jugée inefficace (fig. 36). La nouvelle échelle de Lorcé fonctionne depuis octobre 2007 et son efficacité a fait l'objet d'une étude approfondie par la DCENN avec l'appui du LDPH-ULg (Ovidio et al., 2009).

Les résultats de cette étude ont en partie été relatés dans notre rapport 2008 à la Commission provinciale de Liège du Fonds piscicole.



Situation de 1932 à 2007 avec ancienne
échelle à poissons



Situation depuis 2007 avec nouvelle
échelle à poissons



De 1932 à 2007



Depuis octobre 2007

Figure 36. Au-dessus : vues du barrage de Lorcé avant et après sa rénovation récente et indication de l'entrée aval de l'ancienne échelle à poissons construite en 1932 et de la nouvelle échelle à poissons construite en 2007. En-dessous : vues vers l'aval de l'ancienne et de la nouvelle échelle à poissons. Le débit à l'intérieur de l'échelle actuelle est de 500l/s.

4.2.1.2. L'équipement de turbinage

La production d'électricité à Heid de Goreux est assurée par deux turbines Francis de 12 et 14 m³/s (fig. 37) soit une capacité maximale de turbinage de 26 m³/s (minimum 3,5 m³/s) sous une hauteur d'eau de 37 m et pour une puissance nominale totale de 3650 kW. La vitesse de rotation des roues est de 375 trs/min.

Au niveau du barrage de Lorcé avec une hauteur de chute de 3,5 m, le débit réservé est exploité au moyen d'une turbine Francis de 3 m³/s et 51 kW dont la vitesse de rotation est de 136 trs/min (fig. 37).

La prise d'eau latérale (rive gauche) dans la retenue de Lorcé, commune pour les deux installations de turbinage, est protégée par une grille métallique constituée de barreaux espacés de 4 cm (fig. 37). Cette grille est régulièrement nettoyée au moyen d'un dégrilleur automatique et les déchets récoltés sont restitués à la rivière en aval du barrage.



Figure 37. Les infrastructures de turbinage au complexe hydroélectrique de Lorcé/Heid de Goreux. Au-dessus à gauche : les turbines Francis de 12 et 14 m³/s. Au-dessus à droite : la turbine Francis de 3 m³/s alimentée par le débit réservé au barrage de Lorcé. En-dessous : la grille de protection de la prise d'eau latérale dans l'Amblève.

4.2.2. Impact de la centrale sur les poissons en dévalaison

4.2.2.1. Espèces de poissons et comportements de mobilité concernés

Les résultats des études sur l'efficacité de la nouvelle passe migratoire du barrage de Lorcé donnent (tabl. 10) une bonne indication sur la composition de l'ichtyofaune dans cette partie de l'Amblève. Ces observations sont utilement complétées par les résultats de pêches à l'électricité effectuées juste en aval du barrage de Lorcé et en amont. La communauté piscicole dans cette partie de l'Amblève comprend une vingtaine d'espèces avec une dominance, en nombre, du vairon, du chabot et de la loche franche et, en biomasse, de la truite commune, du barbeau, du chevaine et de l'ombre. On est dans une zone à ombre.

Tableau 10. Relevé des captures des poissons dans le piège de l'échelle de Lorcé entre novembre 2007 et novembre 2009. Tailles minimales et maximales des espèces capturées et comparaison aux résultats des recensements par pêche électrique en 2000-2003 dans deux stations de l'Amblève situées en aval du barrage dans le tronçon court-circuité par la prise d'eau hydroélectrique (source : Ovidio et al, 2009 ; Tome 3 Rapport à DCENN/SPW).

Espèce	Echelle de Lorcé (2007-2009)			Amblève
	Nombre	Biomasse kg	Longueur fourche (mm) min-max	Nombre (2000-2003)
Saumon atlantique	2	0,014	92-175	2
Truite commune	259	48,62	62-381	142
Truite arc-en-ciel	15	5,134	133-478	-
Ombre commun	39	8,36	113-438	64
Barbeau	68	107,3	131-595	270
Chevaine	33	18,29	106-510	212
Hotu	2	3,27	490-500	12
Vandoise	8	0,24	103-177	153
Ablette spirilin	79	0,799	74-100	57
Vairon	142	0,266	39-74	1142
Goujon	139	2,720	88-150	123
Gardon	1	0,019	110	4
Brème commune	1	1,53	456	-
Brème bordelière	1	0,052	144	-
Carpe commune	1	3,83	570	-
Loche franche	4	0,008	55-90	870
Chabot	4	0,022	62-85	689
Epinoche	2	0,003	50-52	3
Anguille	1	0,140	468	13
Petite Lamproie	-			1
Perche fluviatile	-			1
Brochet	-			4
Total	800	200,6		3762

Les poissons migrateurs amphihalins dévalants obligatoires dans l'Amblève à Lorcé sont, comme dans les autres grands cours d'eau, l'anguille argentée, les smolts de la truite commune (forme de mer) et les smolts du saumon atlantique en cours de restauration démographique dans l'Amblève même en amont de Lorcé et dans ses deux affluents de très bonne qualité, la Lienne et la Salm, sans exclure à terme la Warche en aval du barrage de Robertville. A cause de pollutions aiguës via la Warche (tannerie + papeterie de Malmédy) qui ont sévi jusqu'au milieu des années 1990 et de la fragmentation de l'habitat par le barrage

de Lorcé pratiquement infranchissable en remontée depuis sa construction en 1932, la moyenne Amblève entre Lorcé et la cascade de Coo n'abrite pas un peuplement de poissons aussi diversifié et abondant qu'il devrait être compte tenu des caractéristiques hydroécologiques du milieu. Maintenant qu'une meilleure qualité d'eau est rétablie, cette situation va progressivement se rétablir grâce aux capacités de recolonisation naturelle des espèces, aux actions en faveur de la libre circulation des poissons et à des repeuplements de réintroduction déjà en cours (saumon, truite de mer, barbeau) et à organiser dès que possible (hotu et jeunes anguilles).

Une autre catégorie de poissons dévalants à considérer avec attention sur le site du barrage de Lorcé est constituée par les individus adultes qui, après avoir effectué une migration de reproduction vers l'amont à la faveur de la nouvelle échelle, exécutent vers l'aval un mouvement de retour (dit homing post-reproduction) vers leurs habitats respectifs de résidence en aval du barrage (fig. 38).

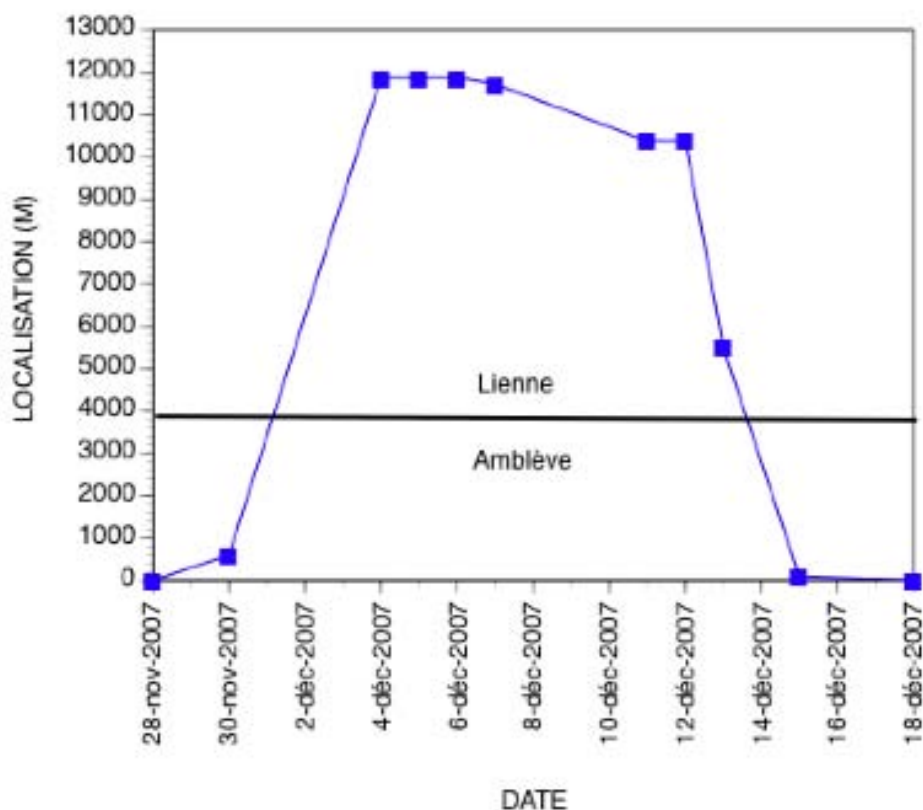


Figure 38. Exemple d'une migration de reproduction effectuée par une truite radio-marquée après sa capture dans l'échelle à poissons de Lorcé. Après une phase de remontée qui la conduit sur une zone de frayère dans la Lienne, la truite redescend dans l'Amblève et reste bloquée dans la retenue de Lorcé (source : Ovidio et al., 2009 Tome 3 Rapport à DCENN/SPW).

4.2.2.2. Entraînement des poissons dans la prise d'eau à travers la grille

Compte tenu du débit maximum de 29 m³/s turbiné sur le site (26 m³/s à Heid de Goreux + 3 m³/s à Lorcé), la prise d'eau représente 1,59 % du module de la rivière estimé à 18,2 m³/s (1999-2008 ; Amblève à Targnon + Lienne à Lorcé). Cela signifie que pendant la plus grande partie de l'année, tout le débit de l'Amblève est turbiné après filtration à travers la grille de prise d'eau.

(a) *Anguilles argentées*

Pour les anguilles argentées, l'application de la formule qui donne le pourcentage d'échappement en fonction du débit nominal turbiné en % du module conduit à une valeur négative de -5,7 % qui traduit bien un échappement moyen nul. En pratique, la situation est probablement moins critique que ne l'indique cette analyse car des épisodes de haut débit peuvent se manifester pendant la période de dévalaison des anguilles en fin d'automne et début d'hiver.

Il faut rappeler que ce sont de tels pics de débit qui déclenchent la migration d'avalaison. Mais il faudrait vérifier sur le site si le seuil de débit déclenchant est i) inférieur à environ 28-29 m³/s auquel cas le barrage ne déverse quand même pas ou ii) supérieur à cette valeur, auquel cas le barrage commence à déverser ce qui donne une chance aux anguilles de passer.

Le timing de la dévalaison des anguilles argentées est moins strict que celui des salmonidés et l'on peut imaginer qu'elles ont la possibilité de rester bloquées quelque temps dans la retenue en amont du barrage en attendant une montée des eaux. La configuration latérale de la prise d'eau de Lorcé est telle que des anguilles en arrêt migratoire en amont du barrage ne seraient pas soumises à une attraction continue par le courant de la prise d'eau comme cela doit se passer dans les prises d'eau vers des grilles et turbines orientées perpendiculairement au sens de l'écoulement principal. Tout cela est à vérifier par des études télémétriques.

(b) *Smolts des saumons et des truites de mer*

Pour les smolts de saumon, l'application de la relation qui donne le pourcentage d'échappement en fonction du rapport débit turbiné/débit de la rivière au moment de la dévalaison en avril-mai, soit $TU = 29 \text{ m}^3/\text{s} / Q = 12,1 \text{ m}^3/\text{s}$ (moyenne interannuelle 1999-2008) atteint toujours 1, ce qui correspond à un échappement nul. Cette situation critique se retrouve aussi toutes les années de la période 1999-2008 pour lesquelles on dispose de statistiques de débit. Sur la base des débits moyens mensuels, des possibilités de dévalaison n'ont pu exister qu'en avril 2001 (30,3 m³/s). La prise en considération des débits moyens journaliers fait apparaître davantage de fenêtres possibles de dévalaison des smolts, pour autant qu'il y ait concordance entre le timing de la dévalaison (contrôlé par la photopériode et la température) et l'apparition des épisodes de hauts débits.

Le rôle des hauts débits de l'Amblève dans la facilitation de la dévalaison des saumoneaux au barrage de Lorcé a pu être mis en évidence par des radio-pistages de smolts effectués au printemps 2009. Les suivis ont été réalisés au cours de deux sessions de pistage : une première session (3 smolts de 181-185 mm) commencée le 4 mai 2009 en condition de faible débit (9,1 m³/s à Martinrive) et une seconde session (4 smolts de 153-222 mm) commencée le 12 mai 2009 en condition de fort débit (34 m³/s à Martinrive (fig. 39).



Figure 39. Vues du barrage de Lorcé lors de la session de radio-pistage de smolts de salmonidés le 12 mai 2009. Débit de l'Amblève : 34 m³/s à Martinrive d'après SETHY. (source : Ovidio et al., 2009 Tome 3 Rapport à DCENN/SPW).

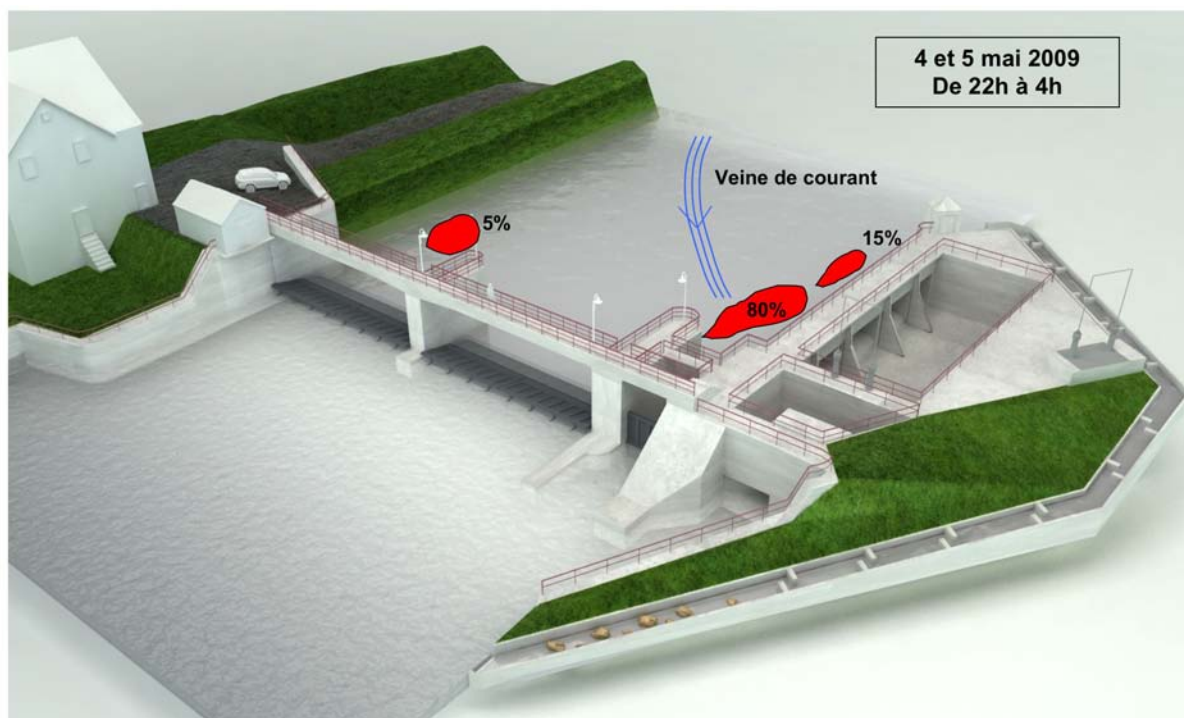


Figure 40: Aires de localisation du smolt de saumon atlantique (canal pistage 5/1) en recherche d'une voie de passage pour franchir le barrage de Lorcé dans le sens de la dévalaison les 4 et 5 mai 2009 entre 22h et 4h du matin. Les trois déversoirs sont relevés. (Source image : www.cloquette.be)(source : Ovidio et al, 2009 ; Tome 3 Rapport à DCENN/SPW).

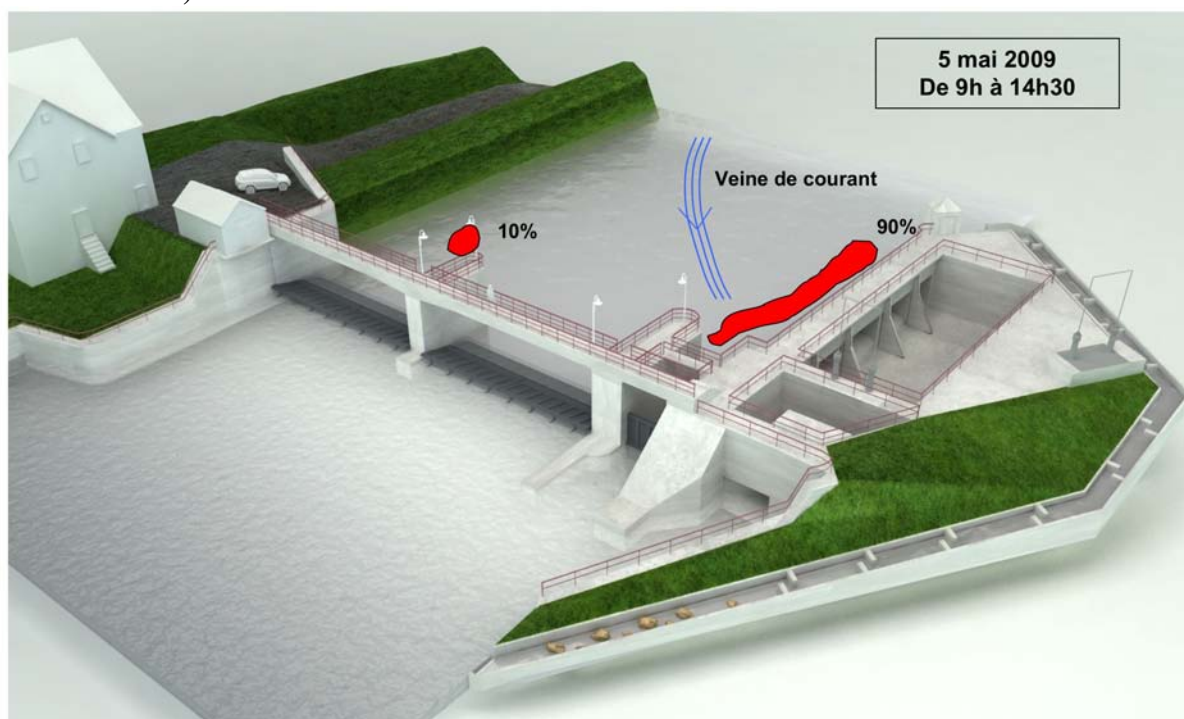


Figure 41: Aires de localisation du smolt de saumon atlantique (canal pistage 5/1) en recherche d'une voie de passage pour franchir le barrage de Lorcé dans le sens de la dévalaison le 5 mai 2009 entre 9h et 14h30. Les trois déversoirs sont relevés (Source image : www.cloquette.be) (source : Ovidio et al, 2009 ; Tome 3 Rapport à DCENN/SPW).

* Lors du radio-pistage en condition de bas débit le 4 mai 2009, les smolts relâchés 1,1 km en amont du barrage exécutent une dévalaison qui les amène dans la retenue à proximité des déversoirs et de la grille de prise d'eau où ils restent bloqués tout en exécutant des mouvements exploratoires (voir fig. 40).

* Lors du radio-pistage le 12 mai 2009 en condition de fort débit (34 m³/s à Martinrive) (fig. 39), le déversoir situé en rive droite ainsi que la vanne secteur sont complètement ouverts. Les quatre smolts relâchés à 16h30 à 1100 m en amont du barrage de Lorcé franchissent tous le barrage : un saumoneau et un smolt de truite de mer après 30 minutes, un saumoneau après 1 heure et un smolt de truite de mer après 5 heures 30. Les smolts poursuivent leur dévalaison dans l'Amblève à une vitesse moyenne variant de 2,1 km/h à 11,4 km/h et deux individus atteignent la Meuse à près de 55 km de Lorcé.

Ces conditions de haut débit > 30 m³/s qui se sont manifestées les 12 et 13 mai ont probablement permis la dévalaison des 3 smolts radio-marqués bloqués en amont du barrage depuis le 4 mai, ce qui représente toutefois un retard de migration de 8 jours.

(c) Adultes de diverses espèces en dévalaison de post-reproduction

Les études par radio-pistage montrent qu'après avoir effectué une migration de remontée au moment de la reproduction, des poissons adultes (truite, ombre, barbeau) redévalent la rivière en direction de leurs habitats d'origine en aval du barrage mais restent bloqués dans la retenue. Ce blocage en amont du barrage qui ne déverse pas ne semble pas trop préjudiciable pour les espèces concernées qui peuvent s'accommoder d'un stationnement d'une certaine durée avant de rejoindre leur gîte plus en aval lors d'un coup d'eau qui génère un passage d'eau au-dessus des déversoirs. Cette particularité tient au fait que la prise d'eau occupe une position latérale et parallèle au courant d'eau qui n'attire pas les poissons aussi dangereusement qu'une prise d'eau transversale perpendiculaire au courant comme dans la plupart des centrales hydroélectriques.

4.2.2.3. Effets du passage dans les turbines

En l'absence d'une étude spécifique sur le site où la prise d'eau est latérale, il est très difficile d'estimer combien de poissons sont effectivement entraînés dans la prise d'eau à travers les grilles alors que l'on sait qu'en moyenne la plupart des dévalants sont forcés de rester dans la retenue.

(a) Smolt des salmonidés

D'après les expériences relatées par Larinier et Dartiguelongue (1989), les turbines Francis causent aux jeunes poissons salmonidés des dommages plus importants que les turbines Kaplan : en moyenne une mortalité de 37 % pour les premières contre 9 % pour les secondes mais la variabilité est très importante selon les cas.

Les facteurs qui influencent la mortalité dans les Francis sont : la vitesse d'entrée de l'eau dans la roue qui dépend notamment de la hauteur de la chute, la vitesse de rotation de la roue et le rapport entre la longueur du poisson et la distance entre les aubes. Pour les jeunes salmonidés d'une taille TL exprimée en m, le taux moyen de mortalité est obtenu au moyen de la formule :

$$\text{Arc sin (\% mortalité)}^{0.5} = 6,54 + 0,218 \text{ HN} + 118 \text{ TL} - 3,88 \text{ Dm} + 0,078 \text{ N}$$

avec HN = hauteur nominale de chute en mètres, Dm = diamètre en entrée de la roue à mi-aube en mètres et N = vitesse de rotation en tours/minute.

En tablant sur un diamètre de roue de 1,25 m pour les turbines Francis de Heid de Goreux on a, pour des salmonidés de 15 cm : $\text{Arc sin } (\% \text{ mortalité})^{0.5} = 6,54 + 0,218 \times 40 + 118 \times 0,15 - 3,88 \times 1,5 + 0,0078 \times 375 = 31$. D'où l'on tire $M \% =$

Comme résultat d'observations directes sur un site hydroélectrique comparable à celui de Heid de Goreux, on dispose d'un chiffre de mortalité de l'ordre de grandeur de 42 % pour des jeunes salmonidés d'une quinzaine de cm injectés dans une turbine Francis du barrage de Poutes sur l'Allier. Cette turbine a les caractéristiques suivantes : alimentation par une conduite forcée de 9 km formant une chute de 61,5 m, débit nominal d'environ 14 m³/s et puissance nominale de 8,4 MW, roue de 1,15 m de diamètre en entrée et 1,45 m en sortie, roue constituée de 14 aubes tournant à une vitesse de 428 trs/min.

(b) Anguilles argentées

Pour les anguilles argentées, nous n'avons pas de données chiffrées sur la mortalité dans les turbines Francis de Heid de Goreux mais elles sont certainement très élevées.

4.2.3. Conclusions et perspectives

4.2.3.1. Importance majeure de l'impact actuel et futur

Il apparaît clairement que le complexe hydroélectrique de Lorcé /Heid de Goreux est un élément majeur de perturbation de la continuité écologique en moyenne Amblève dans le sens de la dévalaison de toutes les espèces de poissons mais particulièrement des dévalants obligatoires comme les anguilles argentées adultes et les smolts de salmonidés.

La dévalaison efficace de ces espèces ne peut pas être dépendante de montées des eaux aléatoires et requiert, conformément à l'imposition faite dans le nouveau permis accordé en 2000, la prise de mesures adéquates pour permettre l'accomplissement des migrations vers l'aval. En cette matière, la plus grande priorité concerne les smolts de salmonidés parce qu'ils dévalent en avril-mai quand les conditions hydrologiques sont déjà très pénalisantes : rarement des débits supérieurs aux 29 m³/s qui passent par les turbines.

Tableau 11. Statistiques des repeuplements de réintroduction en jeunes saumons dans le bassin de l'Amblève en 2006-2010 (source : Rapports Saumon).

Année	SMOLTS	TACONS			Total
	Amblève	Amblève	Lienne	Salm	
2010	1500	42 000	2 000	2 000	46 000
2009	-	82 287	10 000	8 845	104 132
2008	-	59 500	-	-	59 500
2007	-	33 987	-	-	33 987
2006	-	32 000	-	-	32 000

Par ailleurs, le bassin de l'Amblève en amont de Lorcé offre un potentiel considérable de production de smolts de saumons qui doit être davantage valorisé à l'avenir dans le cadre du Programme Saumon Meuse comme l'indique l'évolution récente de la situation dans le sens d'une intensification des repeuplements (fig. 32 ; tabl.11).

4.2.3.2. Améliorations à apporter

Le nouveau permis accordé par le Service Public de Wallonie à la CHE de Lorcé Heid de Goreux impose à la société exploitante d'apporter des solutions au problème de la dévalaison des poissons migrateurs. En cette matière, différentes options techniques se présentent.

(a) Rétablir en mars-avril un écoulement par surverse au niveau de la vanne à secteur

Pour permettre une dévalaison optimale des smolts de salmonidés au niveau du barrage de Lorcé, une option très simple et facile à mettre en œuvre techniquement, consiste à laisser couler en surverse aux déversoirs un débit suffisant qui pourrait être égal au débit réservé de 3 m³/s actuellement turbiné. Pour cela, il suffit de stopper ce mini-turbinage pendant les mois d'avril et mai, de manière continue ou intermittente en fonction des besoins précis de dévalaison (arrêt des turbinages pendant la nuit, pendant les pics de dévalaison, etc.), ce qui nécessite une très bonne connaissance de la dynamique de dévalaison en relation avec les conditions environnementales (photopériode, température, débit). En pratique, cette manœuvre devrait être aisée puisque, comme le souligne le Rapport final de l'EIE par Aries (1999), 'la commande de la vanne secteur est manuelle en local (mécanique et électrique) et automatique pour le maintien du débit réservé en cas d'arrêt de la microturbine'.

L'analyse qui précède confirme que le fait d'avoir autorisé le turbinage du débit réservé est une véritable aberration écologique en raison du caractère non ichthyophile de la turbine utilisée et de son alimentation par de l'eau aspirée à travers la grande grille de prise d'eau. Par définition un débit réservé ne doit pas être exploité à moins de le faire dans des conditions ne générant absolument aucun impact négatif sur la faune des poissons concernée, par exemple au moyen de turbines hautement ichthyophiles comme la version améliorée en Grande-Bretagne de la Vis d'Archimède inversée de la firme allemande ATRO.

(b) Aménagement d'un exutoire de dévalaison spécifique

Une deuxième option, plus technologique, pour permettre la dévalaison efficace des smolts au barrage de Lorcé est d'y construire une passe de dévalaison de surface selon les critères reconnus par les experts en la matière, en prévoyant notamment un débit d'alimentation suffisant (2-10 % du débit turbiné) et une conception hydraulique optimale de l'ouvrage (Larinier et al., 1994, Larinier et Travade, 2009, Travade, 2007). Sur le site du barrage de Lorcé, le meilleur endroit pour placer un tel exutoire se situe au niveau de la vanne à secteur, dans le prolongement de la grille qui devrait fonctionner comme un plan de guidage (fig.42).

Pour permettre la dévalaison des anguilles argentées, il faut idéalement prévoir une passe de dévalaison de fond sans exclure la possibilité d'une utilisation par ces anguilles de l'exutoire de dévalaison de surface destiné principalement aux smolts de salmonidés.



Figure 42. Exemple de bon positionnement d'un exutoire de dévalaison pour les smolts de salmonidés sur une CHE française (Larinier et Travade,, 2009).

CONCLUSIONS GENERALES POUR LA PARTIE B

L'Ourthe liégeoise et l'Amblève en aval de la Lienne (que l'on peut d'ailleurs étendre à l'aval de la cascade de Coo) sont des grands cours d'eau des zones à ombre et à barbeau qui abritent une biodiversité piscicole élevée dont notamment des poissons migrateurs amphihalins comme l'anguille européenne, le saumon atlantique et la truite de mer. Ces poissons ont d'importants besoins de migration vers l'amont et vers l'aval et sont particulièrement sensibles aux perturbations hydromorphologiques des eaux courantes associées à la présence de barrages avec centrales hydroélectriques. Ces perturbations sont d'autant plus pénalisantes que l'on se trouve dans les parties basses de l'Ourthe et de l'Amblève, rivières qui forment des bassins hydrographiques connectés à la Meuse relativement (pour la Wallonie) près de la mer du Nord et qui offrent les plus grandes et intéressantes potentialités d'accueil et de production de smolts de Salmonidés (priorité dans le programme Saumon Meuse) et d'anguilles argentées.

Tableau 12. Principales caractéristiques des quatre centrales hydroélectriques analysées.

Rivière	Localisation	Type	Turbine	Débit max m ³ /s % Mod.		Possibilité de dévalaison
Ourthe	Mérytherm Méry	dérivation sur petit barrage	Kaplan	10,0	22	exutoire dévalaison expérimental depuis 2007
Ourthe	OMEGA Angleur	turbine flottante avec siphon	hélice	27,5	48	nouvelle technologie peu connue
Amblève	Lorcé/ Goreux *	conduite forcée sur petit barrage	Francis	29	159	exutoire à aménager
Amblève	Raborive	dérivation sur petit barrage	?	4,0	20	exutoire à aménager

*turbinage principal de 26 m³/s par la conduite forcée à Heid de Goreux + turbinaage du débit réservé de 3 m³/s au niveau du barrage de Lorcé

Les quatre sites hydroélectriques analysés dans ce dossier présentent des situations très différenciées (tabl. 12) au point de vue : i) du type de centrale (sur dérivation ou conduite forcée) et de son importance (débit turbiné par rapport au débit de la rivière : de 20 à 159 %), ii) du degré de connaissance technique des installations (bon pour Mérytherm et Lorcé mais faible pour OMEGA et Raborive) et donc iii) des impacts potentiels sur les poissons migrateurs (majeurs à Lorcé, importants certaines années à Raborive, faibles à Mérytherm grâce à la présence d'un petit exutoire de dévalaison, à première vue faibles à Angleur OMEGA). La difficulté de l'analyse du problème vient en partie du fait que l'on manque de données sur certaines centrales (Raborive, OMEGA Angleur) pour pouvoir évaluer avec précision et rigueur leur impact sur les poissons migrateurs. C'est pour cette raison que le présent dossier doit être complété après collecte des informations manquantes selon les modalités définies dans les conclusions particulières pour chaque site.

Pour ce qui concerne l'évaluation des impacts piscicoles des centrales, notre analyse a dû se limiter à une approche très préliminaire consistant à apprécier de manière assez théorique les ordres de grandeur des pourcentages de mortalité des populations migratrices (surtout les anguilles argentées et les smolts de salmonidés) attendues sur les différents sites, compte tenu des caractéristiques connues des prises d'eau (grilles), des turbines et des possibilités de dévalaison par une voie autre que le passage dans les turbines. Mais aucune mesure n'a été effectuée et l'on n'a pas non plus quantifié les pertes potentielles des poissons en valeur absolue (nombre et kg de poissons) par manque de chiffres sur l'abondance absolue des populations concernées. Paradoxalement, ce type d'information quantitative existe pour la Meuse grâce aux études réalisées en 2000-2005 sur l'entraînement des poissons dans la prise d'eau de refroidissement de la centrale électronucléaire de Tihange (Philippart et al., 2003 ; Sonny, 2006, 2009) (voir Partie A du Rapport).

Dans l'état actuel des choses, trois types de recommandations majeures peuvent être formulées pour étoffer le dossier relatif à l'Ourthe liégeoise (= aval de la Lambrée à Sy-Vieuxville) et à l'Amblève en aval de la Lienne.

Concernant les techniques de production d'hydroélectricité

Il n'est pas toujours aisé d'obtenir des informations techniques précises sur certains paramètres structurels (type de roue, nombre de pales ou d'aubes, diamètre de la roue, distance inter pale, etc.) et fonctionnels (débit turbiné, vitesse de rotation, turbinage en continu ou en éclusées) des installations, soit parce qu'ils ne sont pas directement disponibles, soit parce que l'exploitant, en général privé, les ignore ou ne souhaite pas les divulguer.

La recherche des informations manquantes doit donc se poursuivre de manière informelle. Mais en cette matière, il devient indispensable de prévoir, de manière plus formelle, que l'attribution du permis d'exploiter une nouvelle installation ou le renouvellement du permis d'une ancienne centrale rénovée ou non soit conditionnée à la production d'un dossier technique détaillé. Un tel dossier devrait fournir toutes les informations nécessaires à une évaluation théorique des impacts piscicoles attendus en se basant sur les connaissances actuelles, spécialement les travaux de Larinier et Dartiguelongue (1989) et de Gomes et Larinier (2008) qui donnent des formules pour calculer les mortalités des saumoneaux et des anguilles passant dans des turbines Kaplan-hélices ou Français.

Concernant les aspects biologiques et piscicoles

Il devient vraiment prioritaire de mettre en place des programmes d'étude permettant de caractériser qualitativement (taille des poissons et périodicité des mouvements) et surtout quantitativement les migrations de dévalaison des principales espèces cibles dans les cours d'eau concernés. Le site du barrage + centrale hydroélectrique + exutoire de dévalaison sur l'Ourthe à Méry offre des potentialités intéressantes pour réaliser une telle étude approfondie mais il faut compléter l'installation existante au moyen de nouveaux dispositifs de capture et /ou de détection automatique des poissons dévalants.

Une fois connue l'abondance absolue (ou l'ordre de grandeur de l'abondance) des populations dévalantes, on pourra estimer les fractions de ces populations qui sont entraînées dans les turbines puis calculer le nombre absolu de poissons susceptibles d'être blessés ou tués.

Concernant la gestion des peuplements et populations spécifiques des poissons

Il est aussi très urgent d'obtenir des chiffres fiables sur les mortalités des poissons des différentes espèces et tailles qui sont effectivement entraînés dans les turbines sur un site donné. Dans un premier temps, cela implique la réalisation d'études expérimentales basées sur l'utilisation des outils modernes appropriés. Une attention particulière doit aussi être accordée à la bonne exécution effective des études environnementales imposées par les Pouvoirs publics lors de l'attribution ou du renouvellement d'un permis d'exploiter une centrale hydroélectrique.

Dans un second temps, il faut étudier et mettre en oeuvre les moyens d'atténuer ou de supprimer les mortalités jugées excessives par rapport à des normes à fixer par espèce et par rivière ou ensemble de rivières, en tenant compte de la mortalité cumulée dans les axes fluviaux. Pour des cours d'eau de l'importance de l'Ourthe liégeoise et de l'Amblève en aval de Coo (module de débit d'environ 20-57 m³/s), les pistes les plus intéressantes à explorer pour optimiser le succès de la dévalaison sont relatives aux techniques et procédés ichtyocompatibles suivants déjà évoqués dans la Partie A du rapport ainsi que dans le Rapport CPL 2009 Anguille en Province de Liège (Philippart et al., 2010 a) :

* le maintien d'un débit réservé maximum sur le déversoir de l'ouvrage de prise d'eau hydroélectrique ;

* l'installation d'une grille de prise d'eau à barreaux espacés de 1 à 3 cm, combinée à un ou plusieurs exutoires de dévalaison, le tout construit selon les recommandations détaillées dans l'ouvrage de Courret et Larinier (2008) ;

* l'utilisation d'une turbine 'fish-friendly- ichtyophile' comme la vis hydrodynamique ou vis d'Archimède inversée, la turbine de très basse chute (VLH) de la société MJ2 Technologies ou un autre type de machine.

En guise de conclusion finale, il faut rappeler que les quatre sites hydroélectriques sur l'Ourthe et l'Amblève traités dans ce dossier ne sont pas les seuls dans le grand bassin de l'Ourthe. Il en existe d'autres, en général de moindre importance éco-stratégique, sur l'Ourthe même en Province de Luxembourg à Nisramont et Bardonwez, sur l'Amblève et affluents en amont de la Lienne et sur la Vesdre et affluents. Les impacts écologiques et piscicoles de ces divers sites hydroélectriques seront analysés dans des dossiers en cours de réalisation.

REMERCIEMENTS

Ce dossier bibliographique a été réalisé dans le cadre de la collaboration entre l'Université de Liège et la Commission provinciale de Liège du Fonds piscicole que nous remercions vivement pour son appui financier à charge du budget 2010. Nous espérons que les éléments qu'il contient permettront de soutenir le lancement de différentes actions importantes.

Le rassemblement d'observations sur l'impact piscicole des centrales hydro-électriques et des prises d'eau industrielles dans les cours d'eau de la Province de Liège au cours de la dernière décennie n'a été possible qu'à la faveur de plusieurs programmes de recherches et d'études étalés sur cette période. Ces études ont bénéficié partiellement ou totalement de financements en provenance, non seulement de la Commission piscicole de Liège ou du Fonds piscicole mais aussi d'autres organismes tels que le FNRS (J.C. Philippart) et le FRIA (doctorats M. Ovidio et D. Sonny), le Service Public de Wallonie à travers, notamment, le Programme Meuse Saumon 2000 (DNF/Service de la Pêche) et les programmes menés pour le compte du Service des Cours d'eau Non Navigables sur la libre circulation des poissons et les impacts de la production d'hydroélectricité, de grandes sociétés privées (Laborelec, Electrabel, SPE) concernées par la production d'électricité et des organismes spécialisés dans les études d'incidences sur l'environnement (GIREA, AB Vinçotte, Centre Environnement ULg, CSD). Nous tenons à citer tout particulièrement D. Sonny pour le travail novateur accompli comme chercheur-doctorant en 2000-2006 au sein du LDPH-ULg et aussi pour sa collaboration ultérieure comme responsable de la société spin-off de l'ULg 'Profish Technology'

Les études évoquées dans ce dossier s'inscrivent toujours, de près ou de loin, dans le programme des recherches FNRS à long terme de J.C. Philippart sur la dynamique des populations et communautés de poissons en rivière ainsi que dans le programme de M. Ovidio sur l'écologie comportementale des poissons et les problèmes de mobilité et de migration en conditions naturelles ou perturbées par les activités humaines. En pratique et indépendamment de la question du financement, ces études (Partie B) ont bénéficié de la collaboration de diverses personnes, sociétés et organismes, spécialement :

- M. N. Duchesne, responsable de la centrale hydroélectrique Mérytherm sur l'Ourthe à Méry , qui a laissé l'équipe LDPH-ULg accéder au site pour réaliser le contrôle du piège de dévalaison aménagé en 2007 ;
- le gestionnaire de la centrale hydro-électrique OMEGA au barrage des Grosses Battes sur l'Ourthe à Angleur qui nous a communiqué des informations sur les turbines ;
- le gestionnaire (Electrabel) des centrales hydroélectriques du site de Lorcé/Heid de Goreux sur l'Amblève qui a laissé l'équipe LDPH-ULg accéder au site de Lorcé pour les études et a fourni des informations techniques ;
- l'équipe du Contrat de Rivière de l'Amblève qui nous a communiqué des informations photographiques sur le site du barrage+centrale hydroélectrique de Raborive.
- les étudiants qui ont réalisé un mémoire de fin d'études sur l'un ou l'autre des sites concernés : M. Mottet (en 2007) et M. Darimont (en 2006) à l'Université de Liège et A. Dierkx (en 2008) à la Haute Ecole de la Province de Liège à La Reid.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES – PARTIE B

ARIES, 1999. Etude d'incidences sur l'Environnement. Demande de renouvellement du permis d'exploiter la centrale hydroélectrique de Heid de Goreux. Rapport final : Cadre général et analyse environnementale. ARIES Engineering Environnement, 156 pages.

Benelux, 2009. Décision du Comité des Ministres de l'Union Economique Benelux abrogeant et remplaçant la Décision M(96) 5 du 26 avril 1996 relative à la libre circulation des poissons dans les réseaux hydrographiques du Benelux. M(2009)1, 2009, 6 pages

Benelux, 1996. Décision du Comité des Ministres de l'Union Economique Benelux relative à la libre circulation des poissons dans les réseaux hydrographiques du Benelux M(96)5, 1996, 2p.

Courret, D. et M. Larinier, 2008. Guide pour la conception de prises d'eau « ichtyocompatibles » pour les petites centrales hydroélectriques. Rapport GHAAPE RA.08.04. Novembre 2008.

Darimont, M., 2006. Etude biotéléométrique des comportements individuels de dévalaison de smolts de saumon atlantique (*Salmo salar*) dans l'axe Ourthe-Meuse. Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de licencié en sciences biologiques (option Zoologie), Université de Liège (LDPH), 48 pages (septembre 2006).

Dierckx, A. 2008. Mise au point de dispositifs technologiques en vue d'étudier les profils de mobilité vers l'aval des poissons en automne et les comportements de dévalaison de l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*) à l'approche d'une microcentrale hydroélectrique dans l'Ourthe. Mémoire de fin d'études à la Haute école de la Province de Liège (catégorie agronomique) à La Reid, Année 2007-2008, 72 pages.

Duchesne, N, 2007. Mérytherm S.A. Présentation Power Point aux Jeudi de l'Aquapôle, Université de Liège, le 6 décembre 2007.

http://www.aquapole.ulg.ac.be/upload/microcentrale_hydroelectrique_presentation.pdf

Gomes, P. et M. Larinier, 2008. Dommages subis par les anguilles lors de leur passage au travers des turbines Kaplan. Etablissement de formules prédictives. Rapport GHAAPE R08.05, 44 pages + annexes (décembre 2008).

Huart, M. et J.-J. t'Serstevan, 2006. L'exploitation des ressources en eaux de surface en Région wallonne pour des usages hydroélectriques. Dossier scientifique réalisé dans le cadre de l'élaboration du Rapport analytique 2006-2007 sur l'état de l'environnement wallon. Apere asbl, 17 pages (juillet 2006).

Larinier, M. et F. Travade, 2009. Restauration de l'habitat du saumon. Rétablissement de la libre circulation : techniques et limites. Communication à ' Saumon atlantique : pour une bonne gestion des habitats et des salmonicultures de repeuplement'. Pau, 21-22 octobre 2009.

Larinier, M. & Dartiguelongue, J. 1989. La circulation des poissons migrateurs : le transit à travers les turbines hydroélectriques. *Bulletin Français de Pêche et de Pisciculture* **312-313** : numéro spécial.

Larinier, M., J.-P. Porcher, F. Travade et C. Gosset, 1994. *Passes à Poissons. Expertise et conception des ouvrages de franchissement*. Conseil Supérieur de la Pêche, Paris, 336 pages.

Leclerc, M., 2009. The very low head turbine. How very low heads can be profitable and environmentally friendly. Communication de MJ2 Technologies à European Union Sustainable Energy Week, Bruxelles, 9-13 février 2009. Présentation Power Point 19 pages.

Malbrouck, C., J.C. Micha et J.C. Philippart, 2007. La réintroduction du saumon atlantique dans le bassin de la Meuse : synthèse et résultats. Ministère la Région wallonne, 25 pages (avril 2007).

<http://environnement.wallonie.be/publi/education/saumon2000.pdf>

Mottet, M., 2006. Etude du comportement de dévalaison des smolts du saumon atlantique (*Salmo salar*) et de la truite commune (*Salmo trutta*) dans l'Ourthe à hauteur d'une centrale hydro-électrique. Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de licenciée en sciences biologiques (option Zoologie), Université de Liège (LDPH), 53 pages + annexes (septembre 2007).

Ovidio, M. et J.C. Philippart, 2009. Développement d'une méthodologie de fixation des conditions d'exploitation des centrales hydro-électriques sur les cours d'eau non navigables de Wallonie afin de limiter leur impact sur la qualité écologique et les ressources piscicoles des milieux. Tome 3. Evaluation d'aménagements de protection environnementale en place ou sur le point d'être construits au niveau de sites hydroénergétiques. Rapport d'études (Convention octobre 2007-septembre 2009 Visa n° 07/13407) au SPW-DGARNE, Direction des Cours d'Eau Non Navigables, Université de Liège (UBC-LDPH), 75 pages (novembre 2009). Adresse de téléchargement sur le site ORBI de l'ULG : <http://hdl.handle.be/2268/10213>

Ovidio, M., J.-C. Philippart, P. Orban, Ph. Denoel, M. Gilliquet, F. Lambot, 2008. Bases biologiques et éco-hydrauliques pour la restauration de la continuité piscicole en rivière : premier bilan et perspectives, pp. 113-122. In : Lambot F. et collaborateurs, La gestion physique des cours d'eau : bilan d'une décennie d'ingénierie écologique. Actes du colloque de Namur, 10-12 octobre 2007. Direction des Cours d'Eau Non Navigables, DGRNE, Ministère de la Région wallonne, 250 pages. Adresse de téléchargement sur le site ORBI de l'ULG : <http://hdl.handle.be/2268/21418>

Ovidio, M., Neus, Y., Rimbaud, G., Otte, D., Dewespin, A., Courtois, J. & Philippart, J.C. 2007. Caractérisation des patrons de mobilité de salmonidés et de cyprins rhéophiles dans la zone d'influence de la centrale hydro-électrique de Heid de Goreux (Amblève). Implications pour la mise en place de la nouvelle échelle à poissons de Lorcé. Rapport final au Ministère de la Région Wallonne, DGRNE-Division de l'Eau, Direction des Cours d'eau non navigables. Université de Liège, Laboratoire de Démographie des Poissons et d'Hydroécologie, (avril 2007), 83 pages. Téléchargement à l'adresse : <http://environnement.wallonie.be/convent/de/ambleve.pdf>

Philippart, J.C., 2008. Biodiversité et caractéristiques physiques des cours d'eau, pp. 17-26. In : Lambot F. et collaborateurs, La gestion physique des cours d'eau : bilan d'une décennie d'ingénierie écologique. Actes du colloque de Namur, 10-12 octobre 2007. Direction des Cours d'Eau Non Navigables, DGRNE, Ministère de la Région wallonne, 250 pages.

Philippart, J.C., 2007. FFH 11. Les Poissons, pp. 588-589. In : Ch. 12. La faune, la flore et les habitats. Rapport analytique sur l'état de l'environnement wallon 2006-2007. Ministère de la Région wallonne. Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement Namur, 733 pages (coordination générale par C. Hallet).

<http://etat.environnement.wallonie.be/index.php?mact=rapportanalytique.mc7155.default.1&mc7155what=fiches&mc7155alias=Les-poissons&mc7155returnid=17&page=17>

Philippart, J.C. , 2007. L'érosion de la biodiversité : les poissons. Dossier scientifique réalisé dans le cadre de l'élaboration du Rapport analytique 2006-2007 sur l'Etat de l'Environnement wallon, Ministère de la Région wallonne. Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement Namur, 306 pages (août 2007)

<http://etat.environnement.wallonie.be/index.php?page=don4&myid=58&name=Les%20poissons%20&alias=Les-poissons>

Philippart, J.C. et coll. (M. Ovidio, Y. Neus, G. Rimbaud, R. Crahay), 2006. Eléments du suivi scientifique de la restauration écologique et piscicole de l'Amblève en 2004-2005. Rapport d'études à la Commission provinciale de Liège du Fonds piscicole du Ministère de la Région wallonne. Université de Liège, Laboratoire de Démographie des Poissons et d'Hydroécologie, 45 pages + annexes (janvier 2006).

Philippart J.-C. 2005. Le voyage périlleux des poissons grands migrateurs dans la Meuse. APAMLg asbl, Liège, 56 pp.

Philippart, J.C., 2002. Aperçu succinct des incidences du fonctionnement des microcentrales hydro-électriques sur les poissons, leur habitat et leurs ressources alimentaires. Rapport d'études du Laboratoire de Démographie des Poissons et d'Hydroécologie de l'Université de Liège, 8 pages (septembre 2002)

Philippart, J.C., 2000. Expérience pilote de translocation d'anguilles jaunes migrantes de la Meuse à Lixhe vers l'Amblève en amont de l'obstacle infranchissable de la cascade de Coö. Rapport d'études au Service de la Pêche et au Fonds piscicole du Ministère de la Région wallonne. Université de Liège, Laboratoire de Démographie des Poissons et d'Hydroécologie, 7 pages + annexes (décembre 2000).

Philippart, J.C., 1988. Des microcentrales pas au-dessus de tout soupçon. *Environnement*, 4/88 :17-18.

Philippart, J.C. et M. Ovidio, 2009. L'impact des prises d'eau industrielles et des turbinages hydroélectriques sur la dynamique des populations de poissons et la qualité de leur habitat dans les cours d'eau navigables. Le cas de la Meuse et de l'Ourthe en Wallonie. Communication à la Journée scientifique du GIPPA (Groupe d'Intérêt pour les Poissons, la Pêche et la Pisciculture), Gembloux le 6 mars 2009. Adresse de téléchargement sur le site ORBI de l'ULG : <http://hdl.handle.be/2268/84385>

Philippart, J.-C., Sonny, D., 2003. Vers une production d'hydroélectricité plus respectueuse du milieu aquatique et de sa faune. *Tribune de l'Eau*, N° 619-620/5-6 2002 & n° 621/1 2003: 165-175.

Philippart, J.C. et Vranken, 1983 a. Protégeons nos poissons. Collection 'Animaux menacés en Wallonie', Duculot, Paris- Gembloux-, 206 pages .

Philippart, J.C. et M. Vranken, 1983 b. Atlas des poissons de Wallonie . Distribution, écologie, éthologie, pêche, conservation. *Cahier d'Ethol. appliquée*, 3 (suppl.1-2): 395 pages

Philippart J.C., V. Raemakers, D. Sonny, 2003. Impact mécanique des prises d'eau et turbines sur les poissons en Meuse liégeoise. Comptes-rendus du colloque Hydroécologie, Liège octobre 2002, *Tribune de l'eau*, N° 5-6, Vol. 55 - N° 619-620 ; Vol. 56 - N° 621: 98-110.

Philippart, J.C., M. Ovidio, G. Rimbaud, A. Dierckx et P. Poncin, 2010 a. Bilan des observations sur les populations de l'anguille dans les sous-bassins hydrographiques Meuse aval, Ourthe, Amblève et Vesdre comme bases biologiques à la prise de mesures de gestion en rapport avec le Règlement Anguille 2007 de l'Union européenne. Rapport pour l'année 2009 à la Commission provinciale de Liège du Fonds piscicole du Service Public de Wallonie, 161 pages (mars 2010). Adresse de téléchargement sur le site ORBI de l'ULG : <http://hdl.handle.be/2268/67122>

Philippart, J.C., Cl. Belpaire, A. Breukelaar, S. Mougenez, P. Orban, K. Schindehuette, Kr. Van Looy & J.P. Wagner, 2010 b. The current status and future of migratory diadromous fish populations and their habitats in the Meuse River. Towards a master plan for migratory fishes in the international Meuse District. Communication au 3rd International Scientific Meuse Symposium, Liège 22-23 avril 2010, Abstracts Book p. 29.

Philippart, J.C., M. Ovidio, G. Rimbaud, A. Dierckx et P. Poncin, 2010 c. Essai d'estimation des dommages piscicoles engendrés par les prises d'eau industrielles et les turbines hydroélectriques dans les cours d'eau de la Province de Liège. Partie A. La Meuse canalisée. Rapport pour l'année 2010 à la Commission provinciale de Liège du Fonds piscicole du Service Public de Wallonie, 95 pages (décembre 2010).

SOFICO, 2008. Equipement hydroélectrique des barrages de l'Ourthe navigable. Cahier des Charges SOF-GEO, 32 pages

Sonny, D., 2009. La dévalaison des poissons dans la Meuse moyenne belge. *Cahiers d'Ethologie*, 22 (3-4), 267 pages.

Sonny, D. 2006. Etude des profils de dévalaison des poissons dans la Meuse moyenne belge. Thèse de doctorat, Université de Liège,

Travade, F. , 2007. Expériences françaises récentes en matière de dispositifs pour permettre la migration de montaison et de dévalaison de l'anguille au niveau des centrales hydroélectriques. Communication à la Journée d'information Anguille à l'Université de Liège, Château de Colonster, le 7 novembre 2007.

UE - Union européenne, 2007. Règlement (CE) N° 1100/2007 du Conseil du 18 septembre 2007 instituant des mesures de reconstitution du stock d'anguilles européennes. *Journal officiel de l'Union européenne du 22 septembre 2007*, L 248 : 17-23.

UE - Union européenne, 2000. Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil, du 23 octobre 2000, établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. *Journal officiel de l'Union européenne du 22 décembre 2000*, L 327, (<http://europa.eu.int/eur-lex/lex/fr/index.htm>).

Vlieting, K. (coordinateur), J.C. Philippart, S. Gomez da Silva et A. Thirion 2008. Council REGULATION (EC) N° 1100/2007 establishing measures for the recovery of the stock of European eel. Eel management plan for Belgium, 198 pages.

ANNEXES

Annexe 1 a,b . Decisions Benelux de 1996 et 2009

(site général: <http://www.benelux.be/fr/dos/dos19.asp>)

(a) Décision Benelux M (96) 5

Décision du Comité de Ministres de l'Union économique Benelux relative à la libre circulation des poissons dans les réseaux hydrographiques Benelux M (96) 5

Téléchargement à l'adresse :

http://www.benelux.be/pdf/pdf_fr/dos/09-D_NO-016-annexe1_FR.pdf

(b) Décision Benelux M (2009) 1

Décision du Comité de Ministres de l'Union économique Benelux abrogeant et remplaçant la Décision M (96) 5 du 26 avril 1996 relative à la libre circulation des poissons dans les réseaux hydrographiques Benelux M (2009) 1

Téléchargement à l'adresse :

http://www.benelux.be/pdf/pdf_fr/dos/09-D_NO-016-annexe6_FR.pdf

Annexe 2. Règlement Anguille de l'UE du 18 septembre 2007

RÈGLEMENT (CE) No 1100/2007 DU CONSEIL du 18 septembre 2007 instituant des mesures de reconstitution du stock d'anguilles européennes

Téléchargement à l'adresse :

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

Annexe 3 . Plan de Gestion de l'Anguille pour la Belgique de décembre 2008 (accepté par l'UE le 5 janvier 2010)

COUNCIL REGULATION (EC) No 1100/2007 of 18 September 2007 establishing measures for the recovery of the stock of European eel. Eel Management Plan for Belgium

Téléchargement à l'adresse :

http://publicaties.vlaanderen.be/docfolder/17863/Palingbeheerplan_Belgie_definitief_webversie.pdf