

# IMPACT MECANIQUE DES PRISES D'EAU ET TURBINES SUR LES POISSONS EN MEUSE LIEGEOISE

Jean Claude Philippart,  
Damien Sonny et Valérie Raemakers

Université de Liège, Faculté des Sciences,  
Laboratoire de Démographie des Poissons, Hydroécologie et Aquaculture (LDPHA)  
Institut Zoologique, 22 quai Van Beneden B-4020 Liège  
Station d'Aquaculture, 10 chemin de la Justice B-4500 Tihange  
Tél 085 27 41 55-57 - Fax 085 23 05 92  
courriel : jcphilippart@ulg.ac.be

## Résumé

Cet article présente les premiers résultats d'une étude de l'entraînement des poissons sur les prises d'eau de refroidissement de deux centrales électriques thermiques installées sur la Meuse liégeoise : la centrale nucléaire de Tihange (3 unités totalisant 2.937 MW) et la centrale TGV de Seraing (462 MW). L'étude a couvert la période octobre 2000/octobre 2001 à Tihange et la période avril 2001/avril 2002 à Seraing. Elle révèle la capture de 90.092 poissons appartenant à 38 espèces à Tihange et de 11.106 poissons appartenant à 25 espèces à Seraing. L'impact piscicole par 1000 m<sup>3</sup> d'eau pompée est estimé à 1,8 poissons Tihange et à 0,15 poisson à Seraing. Le degré de gravité de cet impact est examiné pour différentes catégories écologiques de poissons de la Meuse et spécialement pour les grands migrateurs comme les salmonidés et l'anguille. Pour ces espèces, des mesures de protection aux prises d'eau devraient être envisagées, mais en les situant dans le contexte général de la Meuse où de grands volumes d'eau sont aussi utilisés pour la production d'hydroélectricité.

## 1. INTRODUCTION

De nombreuses activités industrielles, agricoles et piscicoles (tableau 1) nécessitent l'utilisation d'eau prélevée dans les eaux de surface par dérivation ou pompage. Le secteur de la production d'électricité est particulièrement concerné par cet usage de l'eau, d'une part, sous la forme de prélèvement d'eau de refroidissement par les centrales thermiques classiques et nucléaires et, d'autre part, pour la génération directe d'énergie dans divers types de centrales hydroélectriques.

Le passage de l'eau dans le circuit de refroidissement des

centrales thermiques et dans les turbines des centrales hydroélectriques provoque, par simple effet mécanique, la blessure ou la mort des organismes vivants et notamment des poissons, à cause de deux phénomènes: en premier lieu, la rétention des organismes les plus grands sur les dispositifs de filtration de l'eau et leur élimination en même temps que les déchets, et, en second lieu, le passage forcé de certains organismes dans les pompes et canalisations des circuits de refroidissement et dans les turbines hydroélectriques.

De 2000 à ce jour, le LDPHA-ULg a mené à bien, dans le cadre d'une convention de recherche avec Laborelec, une étude visant à caractériser l'impact mécanique sur les

Types de prises d'eau ayant un impact direct sur la survie et l'état de santé des poissons

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 comme dans la Meuse).

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

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 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 d'eau de fleuve et de rivière vers un canal pour les besoins de la navigation (éclusage).

Tableau I.

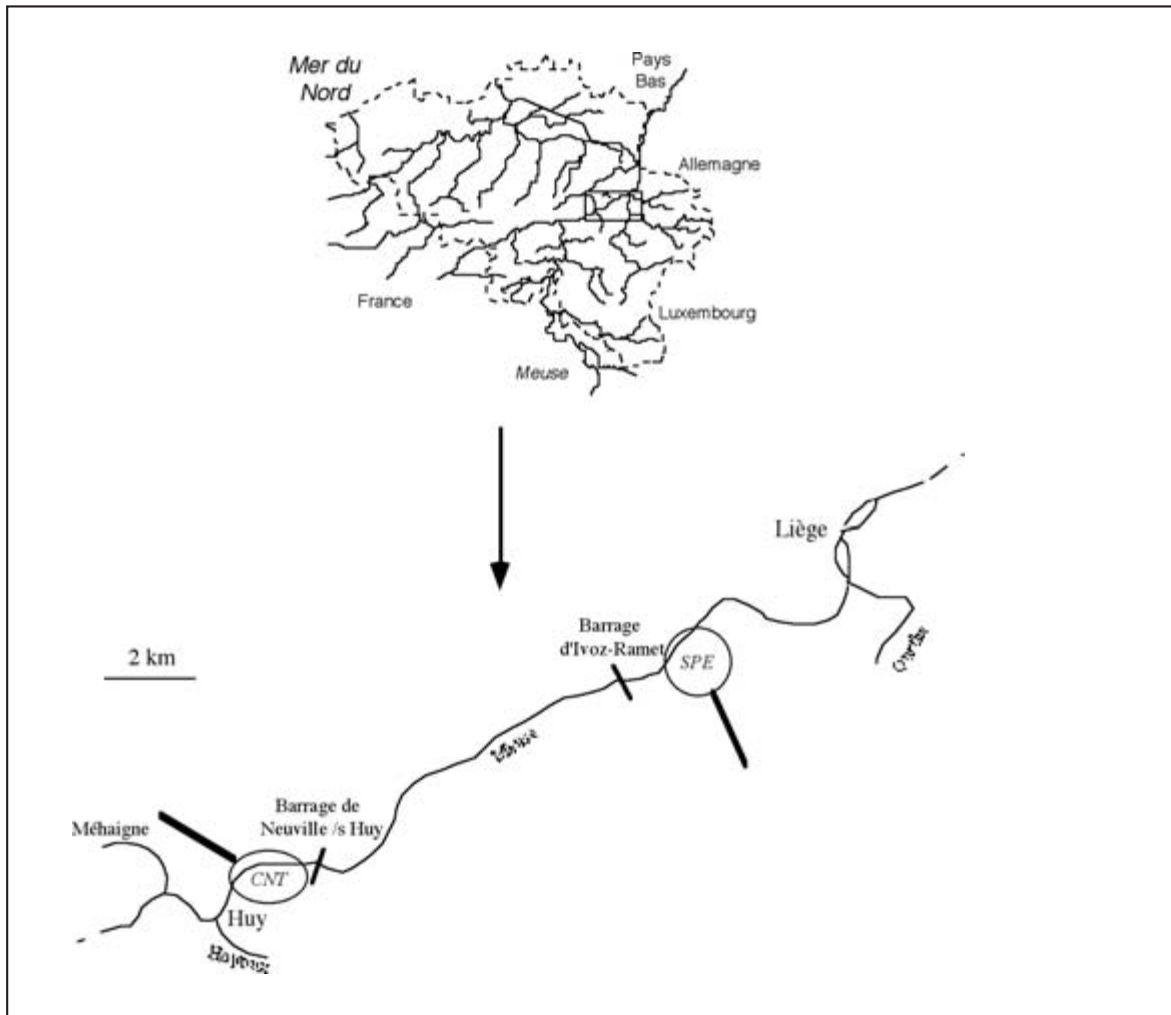


Figure 1 – Situation géographique des centrales nucléaires de Tihange (CNT) et de la centrale TGV de Seraing (SPE) le long de la Meuse en Belgique.

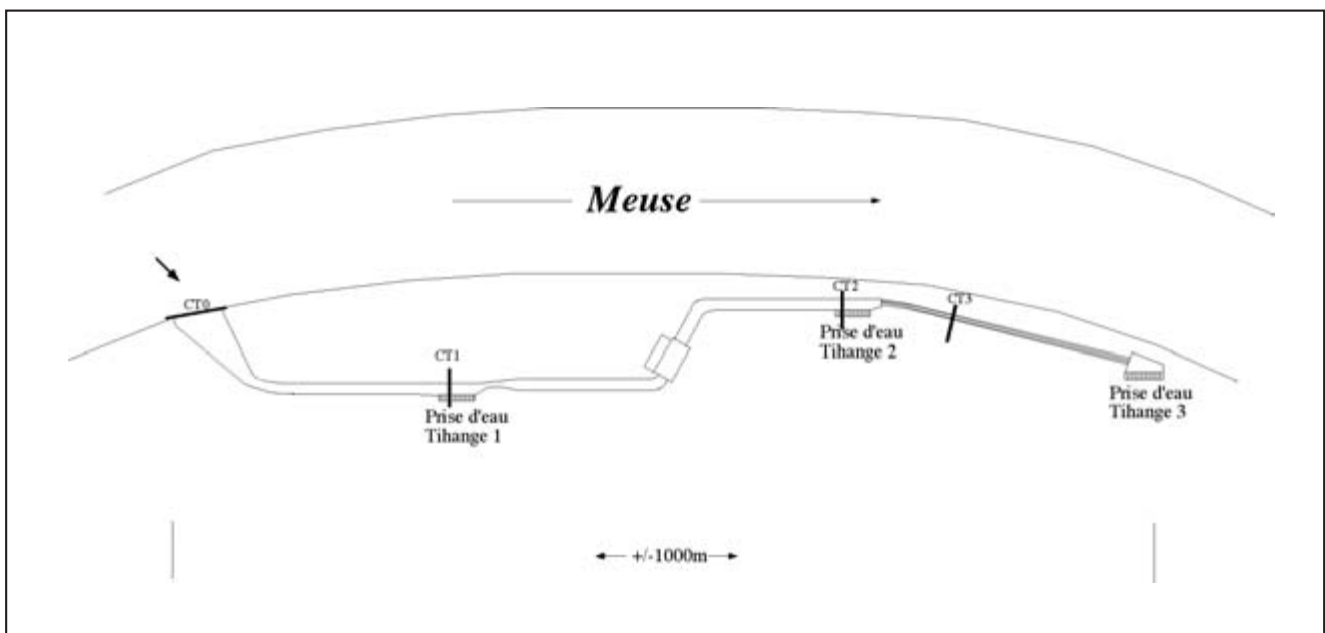


Figure 2 : Situation du canal d'amenée de la centrale nucléaire de Tihange par rapport à la rive droite de la Meuse. Les lignes transversales CT sont des transects utilisés pour calculer les vitesses de courant reprises à la figure 5.

poissons de la Meuse liégeoise des prises d'eau des centrales de Tihange (3 unités nucléaires totalisant 2.937 MW) et de Seraing (centrale TGV de 462 MW) et à identifier les moyens les plus adéquats de limitation de ces impacts (SONNY *et al.*, 2001). Complémentairement à cette recherche, a été entreprise en 2002 une analyse bibliographique approfondie de l'impact des prises d'eau des centrales hydro-électriques sur les poissons de cours d'eau comme la Meuse et de ses affluents mais cet aspect de la question sera surtout évoqué ailleurs (PHILIPPART ET SONNY, 2002).

Cette communication présente succinctement les résultats et conclusions des observations effectuées pendant une année entière aux centrales de Tihange (octobre 2000- octobre 2001) et de Seraing (avril 2001- avril 2002) (figure 1) qui utilisent toutes deux la Meuse comme source d'eau froide pour leur refroidissement. En cela, c'est-à-dire la prise d'eau en direct dans un fleuve dont le débit peut dépasser 1500 m<sup>3</sup>/s, ces deux centrales belges se distinguent d'autres centrales thermiques proches déjà étudiées quant à leur impact sur les poissons : centrales de Doel (nucléaire), Kallo et Schelle sur l'estuaire de l'Escaut (MAES *et al.*, 1998), centrale de Langerloo sur une dérivation en cul-de-sac du canal Albert (VERREYCKEN *et al.*, 1990) et plusieurs centrales en bordure de la Meuse aux Pays-Bas (HADDERINGH *et al.*, 1983).

## 2. CARACTÉRISTIQUES DES PRISES D'EAU DES CENTRALES ÉLECTRIQUES ÉTUDIÉES

### 2.1. CENTRALE NUCLÉAIRE DE TIHANGE

Situé en rive droite de la Meuse dans le bief Andenne-Ampsin/Neuville (cote 69,15), le complexe électronucléaire de Tihange comprend trois unités d'une puissance totale de 2.937 MW. L'eau de refroidissement est dérivée à partir de la Meuse grâce à un canal d'amenée long d'environ 1 km qui alimente successivement les unités T1, T2 et T3 (figure 2). Les prises d'eau T1 et T2 occupent une position latérale sur la rive droite du canal d'amenée tandis que la prise d'eau T3 se situe à l'extrémité en cul-de-sac du canal. Chaque prise d'eau comprend deux systèmes successifs de filtration (figure 3). Le premier système comprend un ensemble de six grilles verticales constituées de barreaux métalliques espacés de 40 mm et disposés sur toute la hauteur de la prise d'eau (3,5m). Les déchets et les poissons qui s'accumulent sur ces grilles sont prélevés automatiquement à l'aide d'un dégrilleur équipé d'un baquet-réservoir d'eau puis sont déversés dans un caniveau aboutissant à un bac de stockage (percé de trous latéralement pour l'évacuation de l'eau) qui est vidé régulièrement dans un conteneur en vue d'une mise en décharge. Derrière les grilles verticales se trouvent deux tambours filtrants horizontaux semi-immérgés constitués d'un treillis métallique à mailles de 2 mm. Lorsque les déchets et les poissons collés sur la

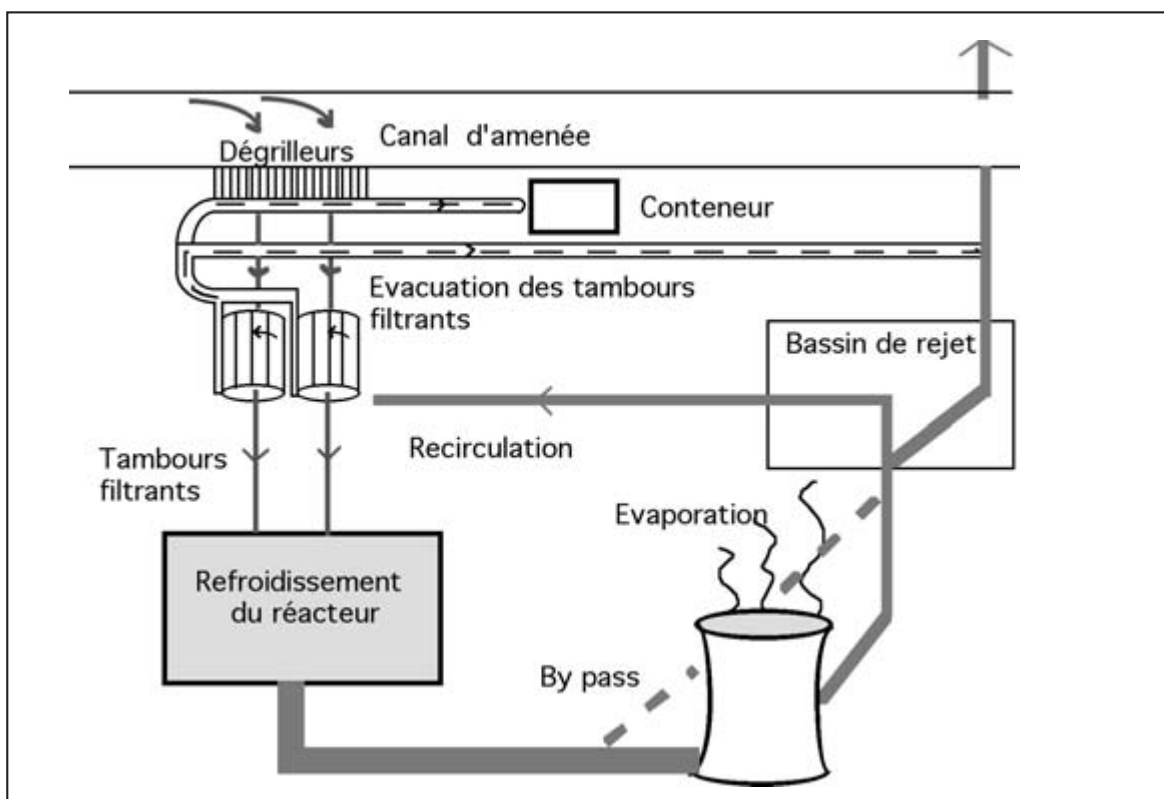


Figure 3 : Vue générale du fonctionnement d'une unité de production nucléaire de Tihange. Les grilles de filtration de l'eau de refroidissement se trouvent sur la rive droite du canal d'amenée, et sont suivies par deux tambours filtrants semi-immérgés.

partie immergée du tambour provoquent un certain niveau de colmatage et de perte de charge, s'enclenche automatiquement un processus de nettoyage du filtre : le tambour effectue des rotations exposant la partie colmatée à des jets d'eau d'une pression de 4 bars qui éjectent les déchets et les poissons vers un caniveau d'évacuation débouchant dans le rejet thermique en Meuse. Pendant la période d'octobre à avril, les tambours filtrants fonctionnent pratiquement en continu à cause de l'accumulation des déchets pendant les fortes eaux et lors de la chute automnale des feuilles mortes.

Le débit d'eau de refroidissement pompé en Meuse varie au cours des saisons selon le nombre d'unités nucléaires en fonctionnement (arrêt programmé de chaque unité tous les 18 mois) et du degré d'utilisation du système de refroidissement en circuit fermé par tour atmosphérique qui est dicté par le respect des contraintes environnementales concernant le rejet des effluents thermiques pour l'ensemble du site (tolérance d'un réchauffement maximum du fleuve de 3°C). Pendant la période d'étude (figure 4), le pompage d'eau a varié entre un minimum d'environ 25 m<sup>3</sup>/s en début septembre 2001 (soit 45% du débit Meuse de 56 m<sup>3</sup>/s) et un maximum d'environ 80 m<sup>3</sup>/s en début mai 2001 (soit 18 % du débit Meuse de 453 m<sup>3</sup>/s) et a représenté en moyenne 16 % du débit de la Meuse. A tous les moments de l'année, le pompage d'eau est plus important à l'unité T1 (moyenne 27,9 m<sup>3</sup>/s) qu'aux unités T2 (19,8 m<sup>3</sup>/s) et T3 (13,1 m<sup>3</sup>/s).

L'importance du débit pompé détermine directement la vitesse du courant dans le canal d'amenée. A l'entrée de ce canal, large de 67 m et profond de 3,05 m (section de 205 m<sup>2</sup>), la vitesse moyenne du courant atteint une valeur assez faible de 0,26 m/s puis elle s'accélère quand la section du canal se rétrécit pour atteindre un maximum de 1,1 m/s en amont de la prise d'eau de T1. Suite à la réduction du débit par le pompage à T1, la vitesse du courant retombe à 0,7-0,8 m/s dans le reste du canal d'amenée vers les prises d'eau T2 et T3 (Figure 5).

2.2. CENTRALE TGV DE SERAING.

Située en rive droite de la Meuse dans le bief Ivoz-Ramet/Monsin (cote 64,5 m), la centrale TGV de Seraing développe une puissance totale de 462 MW. L'eau de refroidissement est dérivée à partir de la Meuse grâce à un canal d'amenée très court dont l'entrée, large de 17 m et profonde de 3,5 m (section de 60 m<sup>2</sup>), est munie d'un voile en béton partiellement immergé destiné à limiter la pénétration des corps flottants (Figure 6a). A l'extrémité aval du canal d'amenée, se trouvent deux prises d'eau parallèles, chacune équipée d'un système de dégrillage (comprenant une grille à barreaux verticaux espacés de 40 mm et un dégrilleur à baquet-réservoir d'eau) et d'un tambour filtrant horizontal à mailles de 3mm, pourvu, comme à Tihange d'un système de nettoyage par jets d'eau sous pression. De plus, un tambour

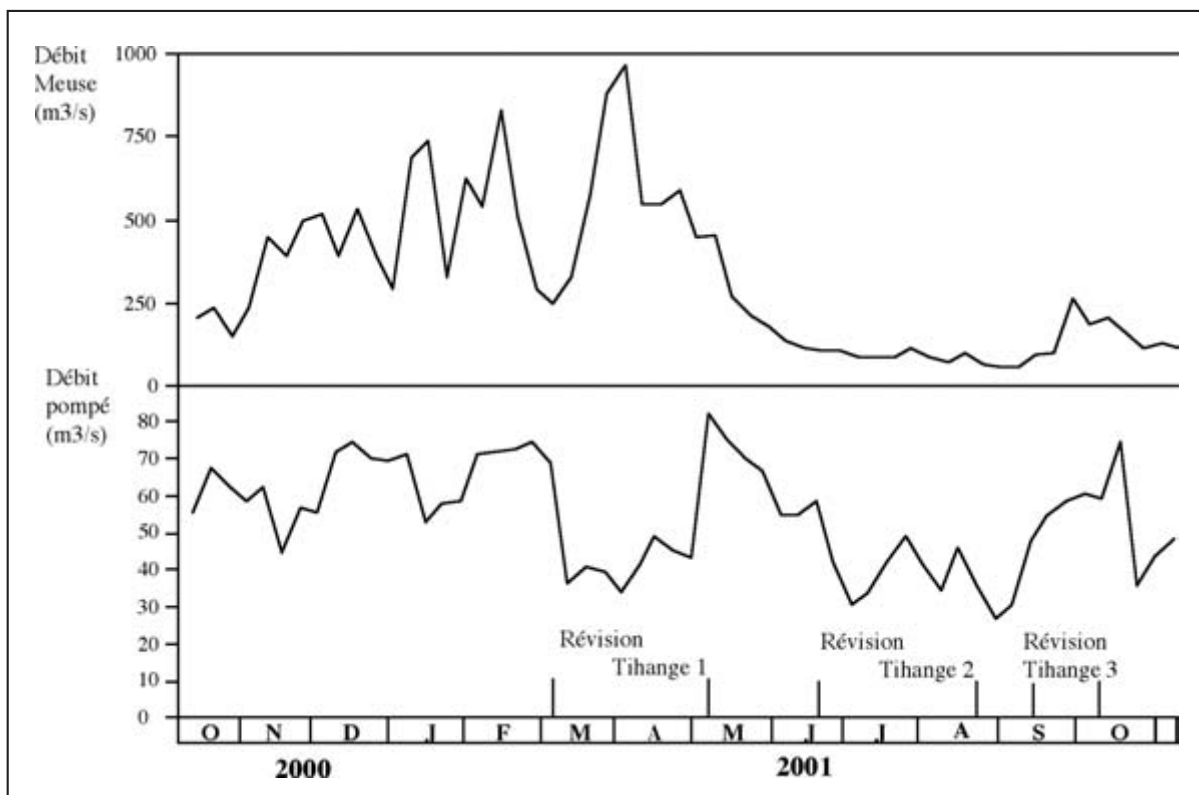


Figure 4 : Débit moyen de la Meuse et débit moyen pompé par les 3 unités de la centrale nucléaire de Tihange. Les valeurs sont calculées sur la base d'enregistrements en continu toutes les 3 heures.

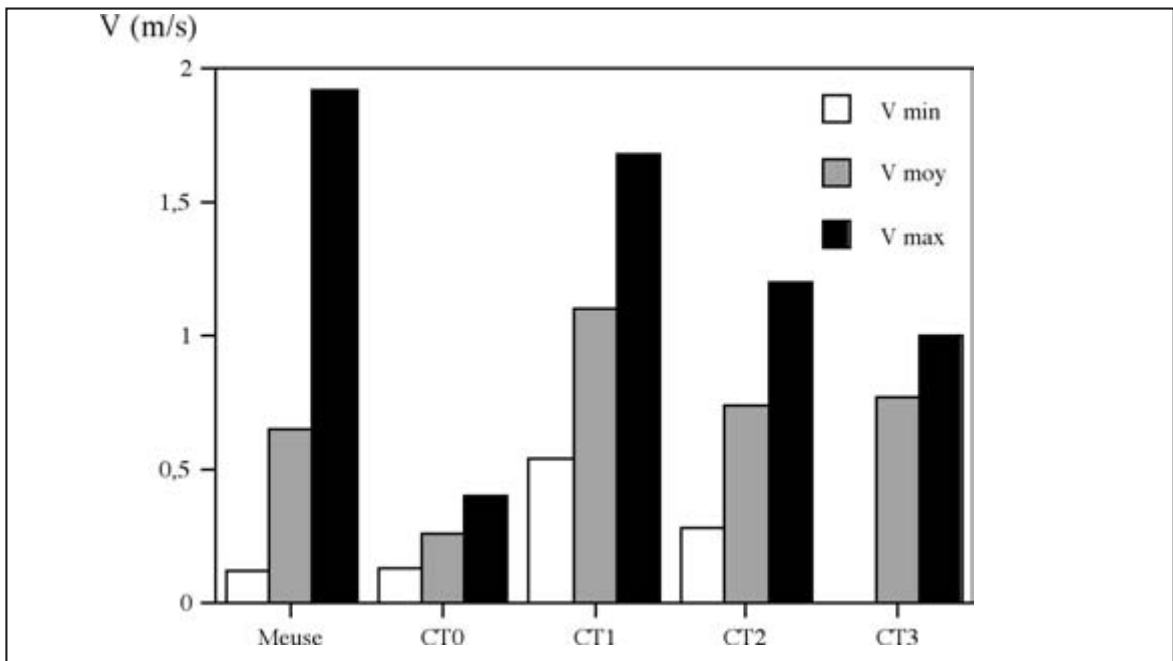


Figure 5 : Histogramme représentant les vitesses de courant minimum, moyenne et maximum dans les 4 transects du canal d'amenée présentés à la figure 2 (CT0-3) et en Meuse.

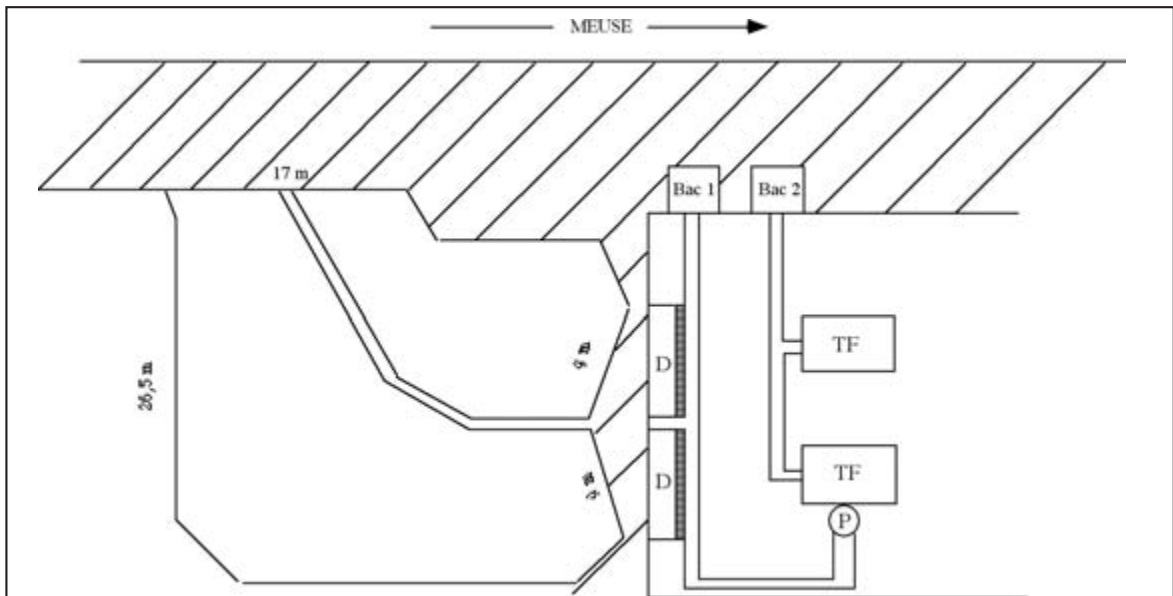


Figure 6 : a) Vue aérienne du canal d'amenée de la centrale TGV de Seraing.  
TF = Tambours filtrants ; P = Pompe à poissons ; D = dégrilleurs.

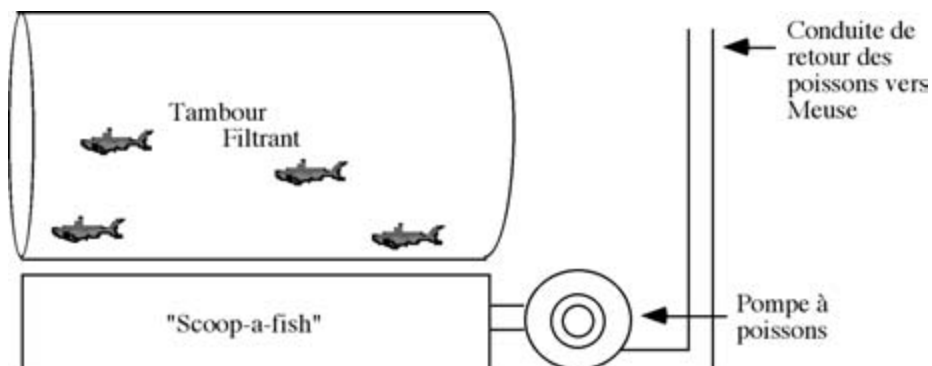


Figure 6b – b) Principe de fonctionnement de la pompe à poissons couplée à un tambour filtrant.



filtrant est équipé d'un dispositif appelé 'pompe à poissons' (figure 6b) destiné à récupérer les poissons vivants collés sur le tambour dans sa partie immergée mais l'utilisation de cet outil s'est avérée non optimale (fonctionnement de la pompe couplé avec celui des dégrilleurs et non avec celui des tambours). Les déchets issus du dégrillage ainsi que les poissons récupérés par la pompe à poissons sont évacués dans un bac de récolte suspendu dans une fosse remplie d'eau et dont une des parois est munie d'une grille destinée à permettre aux poissons encore vivants de retourner à la Meuse par un caniveau spécialement aménagé. Les déchets et les poissons issus du nettoyage des tambours filtrants par les jets d'eau sous pression sont évacués dans un deuxième bac de récolte identique au premier.

Le pompage d'eau de Meuse par la centrale TGV de Seraing atteint un maximum 6,1 m<sup>3</sup>/s et est souvent nul quand fonctionne le système de refroidissement en circuit fermé par tour atmosphérique. Au cours d'une année, la prise d'eau est en moyenne de 2,3 m<sup>3</sup>/s, ce qui représente un volume prélevé -filtré de 73.10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>. Dans ces conditions, la vitesse du courant au début du canal d'amenée est toujours très faible (maximum de 0,1-0,2 m/s).

### 3. MÉTHODES DE RÉCOLTE DES POISSONS SUR LES PRISES D'EAU

#### 3.1. CENTRALE DE TIHANGE

L'étude a été réalisée pendant une période de 54 semaines allant de début octobre 2000 (semaine 42) à début novembre 2001 (semaine 44) et a consisté à récolter les poissons sur les grilles et les tambours filtrants des trois unités. Les déchets et poissons issus des grilles sont systématiquement stockés dans des bacs dont certains contiennent de l'eau et permettent une survie à court terme des poissons vivants. Avec la collaboration du personnel de la centrale, ces bacs sont vidés et fouillés trois fois par semaine (lundi, mercredi, vendredi) pour extraire les poissons, ce qui fournit des données de récolte en continu, sauf lorsque les bacs doivent être vidés très fréquemment en période d'apport abondant de déchets (crues, feuilles mortes en automne). Au moment du contrôle tri-hebdomadaire des bacs de dégrillage, on procède aussi à un échantillonnage des poissons collectés sur les tambours filtrants pendant une période de 20 minutes de fonctionnement automatique ou déclenché. A Tihange 1, les poissons sont récoltés à l'aide d'une épuisette (mailles de 10 mm) disposée dans le caniveau d'évacuation des produits éjectées des tambours.

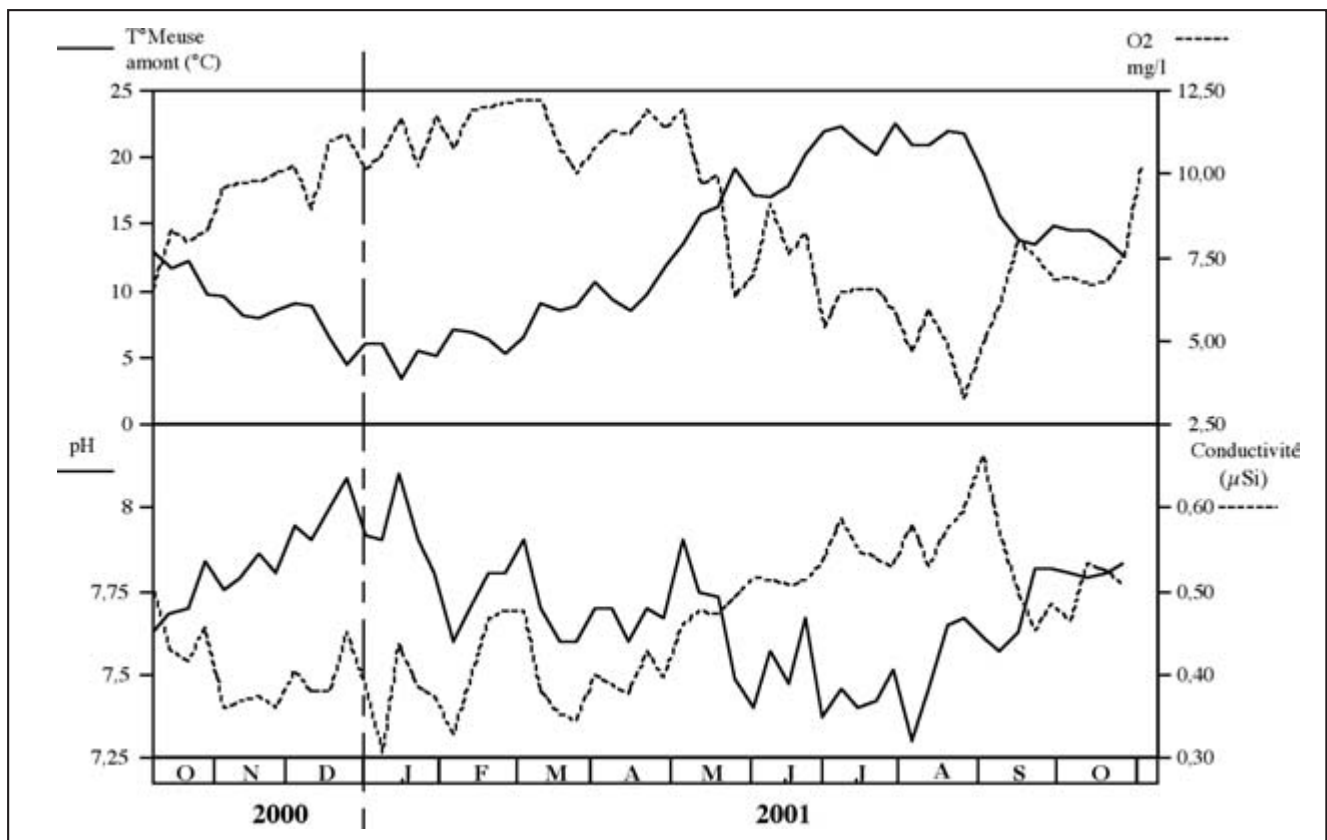


Figure 7 – Température (°C), concentration en oxygène dissous (O2, mg/l), pH et conductivité (µSi) de la prise d'eau des centrales de Tihange au cours de la première année d'étude. Ces mesures ont été effectuées quotidiennement au niveau de la prise d'eau de Tihange 1.

Le contenu de l'épuisette est ensuite fouillé pour extraire les poissons. A Tihange 2 et 3, les déchets provenant des tambours filtrants sont momentanément envoyés vers le bac de stockage des produits de dégrillage après contrôle préalable de ces derniers pour éviter de mélanger des poissons provenant des deux types de filtres. Cette méthode ne couvre qu'une très faible durée du fonctionnement journalier des tambours filtrants et, dans ces conditions, ne fournit que des informations qualitatives et semi-quantitatives. Mais c'est la seule méthode applicable en pratique sur le site en situation de fonctionnement normal des centrales avec un débit pompé rarement inférieur à 30 m<sup>3</sup>/s. Les informations ponctuelles de ce type ont été complétées par celles obtenues au cours de plusieurs cycles de 24 h de récolte des poissons sur les tambours filtrants.

Les poissons récoltés sont identifiés à l'espèce, mesurés (longueur au creux de la nageoire caudale, mm) et pesés individuellement ou par groupe (en cas de nombreux individus de la même espèce). Les lésions engendrées par le passage des poissons sur les grilles et les filtres sont appréciées en utilisant un code standardisé. Les poissons récupérés vivants sont soit relâchés, après contrôle, dans la Meuse, soit transférés en bassins à la Station d'Aquaculture en vue d'observations sur leur survie à court, moyen et long terme et pour constituer des stocks de poissons utilisés lors d'expériences de marquage et notamment de radio-marquage.

Toutes les données sur les captures en nombre et en biomasse sur les grilles et les tambours des trois unités sont regroupées par périodes d'une semaine. Pour ces mêmes semaines, on dispose des données environnementales de base comme les diverses variables hydrologiques et hydrauliques (débit de la Meuse, débit pompé à chaque unité et pour l'ensemble des trois unités; figure 4) ainsi que la température et l'oxygène dissous (figure 7).

### 3.2. CENTRALE DE SERAING

A Seraing, les poissons issus des grilles et des tambours filtrants sont collectés dans deux bacs à déchets en tôle perforée préalablement recouverts d'un treillis en plastique pour éviter la fuite des poissons et leur retour dans la Meuse. Ces bacs sont vidés deux fois par semaine (mardi et jeudi) et les poissons sont traités comme à Tihange. Sur ce site, l'étude a porté sur la période de fin avril 2001 (semaine 17) à fin avril 2002 (semaine 17).

## 4. BILAN DES ETUDES A TIHANGE

### 4.1. INVENTAIRE ET ABONDANCE DES ESPECES DE POISSONS CAPTURÉES

Au cours des 54 semaines de récolte et d'échantillonnage des poissons sur les prises d'eau de Tihange, furent capturés 90.192 poissons formant une biomasse de 2,515 kg (tableau 2) et appartenant à 38 espèces dont 32 espèces autochtones ou assimilées, soit 70% des espèces de l'ensemble du bassin

de la Meuse. Parmi ces 38 espèces piégées sur les filtres des prises d'eau, on a trouvé 5 espèces (chabot, lamproie de Planer, lamproie fluviatile, saumon atlantique et bouvière) à statut d'espèces menacées reprises sur la liste des espèces de poissons dont l'habitat doit être protégé dans la Communauté européenne (Directive Habitat) et 5 espèces (ablette spirulin, hotu, able de Heckel, vandoise et silure) inscrites à l'annexe III de la Convention de Berne (espèces qui méritent une certaine protection en Europe) (voir PHILIPPART, 2000). On notera spécialement la capture de plusieurs spécimens dévalants d'espèces amphibiotiques (réalisant leur cycle vital en mer et en eau douce) rares à migration anadrome : la lamproie fluviatile en cours de restauration naturelle dans la Meuse néerlandaise et dans le bas Escaut et le saumon atlantique en cours de réintroduction dans le bassin mosan à la faveur du Programme 'Meuse Saumon 2000' initié en Région wallonne en 1987 (PHILIPPART et GILLET, 1990; PHILIPPART *et al.*, 1994, PRIGNON *et al.*, 2000) et inscrit depuis 1999 dans le Plan d'action Meuse de la CIPM (Commission Internationale pour la Protection de la Meuse).

Les filtres des prises d'eau de Tihange retiennent des poissons de tailles comprises entre un minimum de 2-3 centimètres et un maximum de 1,30 m (chez l'anguille) et de poids compris entre quelques dixièmes de grammes et jusqu'à 8-10 kg (carpe, brochet). Les captures en nombre sont très largement dominées par deux espèces, le gardon et l'ablette commune, qui sont naturellement les poissons les plus abondants dans la Meuse. Viennent ensuite la brème commune, surtout sous la forme de sujets de grande taille, puis le chevaine et le hotu, surtout sous la forme de jeunes de l'année. En biomasse, on observe une très nette dominance de la brème commune (43 %), suivie de l'anguille (10,2 %) sous la forme de grands poissons (poids moyen : 1,194 kg), du gardon (8,5%), de la carpe commune (5,4 %), du barbeau fluviatile (5,3%), du chevaine (4,8 %), du hotu (3,7%), du sandre (3,7%), de la truite commune (3,3%) et de l'ablette commune (2,0%). On constate une assez forte contribution en biomasse de plusieurs espèces (anguille, carpe commune, barbeau fluviatile, sandre, truite commune) représentées par un nombre relativement faible d'individus mais qui sont en moyenne de grande taille. Par exemple, l'anguille contribue à 10,2 % de la biomasse avec seulement 0,2% des effectifs.

### 4.2. VARIABILITÉ SAISONNIERE DES CAPTURES ET ORIGINE DES POISSONS

Les captures sur les prises d'eau présentent une très forte variabilité mensuelle et saisonnière en nombre et en biomasse (figure 8) qui reflète essentiellement les cycles annuels de mobilité des poissons qui les amènent à pénétrer passivement ou activement dans le canal d'amenée fonctionnant comme un bras de dérivation de la Meuse. En début d'année, cette mobilité est en relation avec la reproduction des poissons adultes qui, pour la plupart des espèces de la Meuse, a lieu en mars-juin et donne lieu à des mouvements

FAMILLES-Espèces			Tihange	Seraing
<b>PETROMIZONIDAE</b>				
Lamproie de Planer	<i>Lampetra planeri</i>	Brook lamprey	26	-
Lamproie fluviatile	<i>Lampetra fluviatilis</i>	River lamprey	(2?)	-
<b>SALMONIDAE</b>				
Saumon atlantique	<i>Salmo salar</i>	Atlantic salmon	5*	-
Truite commune	<i>Salmo trutta</i>	Brown + Sea trout	420	-
Truite arc-en-ciel	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Rainbow trout	73	-
Saumon de fontaine	<i>Salvelinus fontinalis</i>	Brook trout	1	-
<b>CYPRINIDAE</b>				
Barbeau	<i>Barbus barbus</i>	Barbel	136	4
Chevaine	<i>Leuciscus cephalus</i>	Chub	5.581	65
Hotu	<i>Chondrostoma nasus</i>	Nase	3.794	150
Vandoise	<i>Leuciscus leuciscus</i>	Dace	8	3
Ablette spirilin	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	Stream bleak (spirilin)	1	-
Ide mélanote	<i>Leuciscus idus</i>	Ide	29	1
Goujon	<i>Gobio gobio</i>	Gudgeon	270	14
Vairon	<i>Phoxinus phoxinus</i>	Minnow	14	-
Ablette commune	<i>Alburnus alburnus</i>	Bleak	28.553	123
Brème commune	<i>Abramis brama</i>	Common bream	6.523	344
Brème bordelière	<i>Blicca bjoerkna</i>	White bream	111	5
Gardon	<i>Rutilus rutilus</i>	Roach	41.085	7220
Rotengle	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Rudd	40	-
Tanche	<i>Tinca tinca</i>	Tench	17	3
Carassin	<i>Carassius carassius</i>	Crucian carp	41	1
Gibèle	<i>Carassius auratus gibelio</i>	Gibel	2	-
Carpe commune	<i>Cyprinus carpio</i>	Common carp	120	4
Aspe	<i>Aspius aspius</i>	Asp	3	-
Hybrides cyprinidés	<i>Cyprinidae hybrides</i>	hybrids	+	-
Able de Heckel	<i>Leucaspis delineatus</i>	White asp	1	-
Bouvière	<i>Rhodeus sericeus</i>	Bitterling	30	2
Vairon américain	<i>Pimephales promelas</i>	-	1	-
Pseudorasbora	<i>Pseudorasbora</i>	-	36	1
Indéterminé	<i>Cypinidae spp.</i>	-	-	2
<b>PERCIDAE</b>				
Perche fluviatile	<i>Perca fluviatilis</i>	Perch	242	688
Grémille	<i>Acerina cernua</i>	Rufe	1.125	2303
Sandre	<i>Lucioperca lucioperca</i>	Pikeperch	315	146
<b>ESOCIDAE</b>				
Brochet	<i>Esox lucius</i>	Pike	8	1
<b>SILURIDAE</b>				
Silure	<i>Silurus glanis</i>	Sheatfish	1	2
<b>GASTEROSTEIDAE</b>				
Epinoche	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Three-spined stickleback	32	4
Epinochette	<i>Pungitius pungitius</i>	Nine-spined stickleback	4	1
<b>BALITORIDAE</b>				
Loche franche	<i>Barbatula barbatula</i>	Stone loach	43	1
<b>COTTIDAE</b>				
Chabot	<i>Cottus gobio</i>	Bullhead	48	-
<b>ANGUILLIDAE</b>				
Anguille	<i>Anguilla anguilla</i>	European eel	223	10
<b>TOUTES ESPECES</b>			<b>90.192</b>	<b>11.106</b>

Tableau II – Répartition par familles du nombre de poissons de chaque espèce capturés sur les grilles des prises d'eau de refroidissement des centrales électriques électro-nucléaires de Tihange (fin octobre 2000 - début novembre 2001) et de la centrale thermique TGV de Seraing (fin avril 2001 - début mars 2002).



- adultes des espèces amphibiotiques à migration catadrome (anguille) en migration d'avalaison vers la mer où a lieu la reproduction;
- juvéniles des espèces amphibiotiques à migration anadrome (smolts de truite de mer et de saumon atlantique; jeunes lamproies fluviatiles ?) en migration d'avalaison vers la mer où se déroule la phase de croissance rapide;
- adultes des espèces amphibiotiques à migration anadrome (truite de mer, saumon atlantique) en migration de retour vers la mer après la reproduction en eau douce et juvéniles des espèces amphibiotiques à migration catadrome piégés lors de leur migration de remontée (anguille);
- adultes des espèces migratrices holobiotiques en migration de post-reproduction de retour vers les habitats de résidence dans la partie aval du cours d'eau (truite de rivière, barbeau, hotu, chevaine, brèmes, carpe);
- adultes des espèces d'eau lente, à faible capacité de nage, piégés dans une prise d'eau latérale explorée comme habitat potentiel de reproduction (brochet, perche, sandre, carpe ?) ou utilisée comme refuge hydraulique en période de crue;
- jeunes de l'année ou juvéniles en migration de dispersion passive (larves) ou active vers l'aval (gardon, hotu, chevaine), apparemment inscrite dans le cycle vital (indépendamment de conditions hydrauliques ou physico-chimiques perturbatrices);
- poissons piégés dans une prise d'eau au hasard de leur mobilité normale en dehors de toute activité migratoire ou reproductrice;
- poissons dévalant en réponse à une perturbation de la qualité de l'eau du fleuve, au point de vue de l'oxygène dissous ou de l'ammoniac et de toxiques chimiques (pollution de l'eau);
- poissons résidents dans un canal de prise d'eau et tués ou affaiblis par le rejet accidentel de produits de chloration en excès.
- poissons (truite, carpe, ide mélanote, gardon, brochet) dévalant après un déversement de sujets d'élevage dans le cours principal du fleuve et dans ses affluents.

*Tableau 3 – Typologie des poissons de la Meuse selon les raisons qui peuvent expliquer leur présence dans les prises d'eau des centrales électriques thermiques et leur entrainement sur les dégrilleurs et les filtres.*

vers l'amont suivis de mouvements vers l'aval touchant des poissons qui retournent à leur point de départ (comportement de homing post-reproducteur) ou se laissent dériver dans le courant parce qu'affaiblis ou moribonds. Ces mouvements de dévalaison post-reproduction expliquent le pic de biomasse en mai-juin. Plus tard dans l'année, en septembre-octobre, on enregistre la capture d'un grand nombre de petits et jeunes poissons de l'année qui effectuent une migration de dispersion vers l'aval, ce qui explique le pic des nombres. Par rapport à ces tendances dominantes, il faut signaler le cas particulier des espèces de poissons diadromes qui effectuent une migration obligatoire de l'eau douce vers la mer : sous la forme de grands adultes reproducteurs de 80-130 cm chez l'anguille en septembre-décembre pendant les fortes eaux et sous la forme de jeunes smolts de 10-20 cm chez la truite de mer et saumon atlantique en mars-mai. Chez quelques espèces, interviennent d'autres types de facteurs évoqués dans le tableau 3 qui présente une typologie des poissons de la Meuse à Tihange établie sur la base des différents facteurs qui peuvent expliquer leur présence dans la prise d'eau puis sur les filtres.

#### 4.3. ETAT SANITAIRE DES POISSONS PIÉGÉS SUR LES FILTRES

Sur la base des captures réalisées lors de cycles de 24 h en mars-mai 2001, 42-68 % (moyenne 55%) des poissons (spécialement des brèmes) sont récoltés sur les filtres moribonds ou morts, ce qui laisse supposer qu'il s'agit de sujets dévalants après leur reproduction et fort affaiblis par celle-ci ou blessés par la passage dans une turbine hydro-électrique. Pour les poissons récoltés vivants sur les tambours filtrants à T1 et T2, la survie possible après retour en Meuse est estimée expérimentalement à 14%. Mais pour les poissons piégés sur tous les dégrilleurs et sur les tambours à T1, les possibilités de survie sont nulles car il n'y a pas de retour en Meuse (stockage dans un bac à déchets).

#### 4.4. EVALUATION DU DOMMAGE ÉCOLOGIQUE

Sur la base des résultats des récoltes et échantillonnages des poissons effectués en 2000-2001 sur une base hebdomadaire et au cours de cycles de 24 h sur les grilles et les tambours filtrants, nous estimons que le dommage piscicole

total, par rapport au débit d'eau pompé, est de l'ordre de 1,8 poissons et 15,4 g par 1000 m<sup>3</sup> d'eau utilisée.

Une telle mortalité des poissons présente une réelle gravité écologique et piscicole à l'échelle locale et du bassin hydro-

graphique pour les poissons grands migrateurs diadromes (mer-eau douce) comme l'anguille (mortalité de 400-500 sujets et 551 kg d'adultes reproducteurs dévalant vers la mer) et la truite de mer (juvéniles ou smolts mais aussi

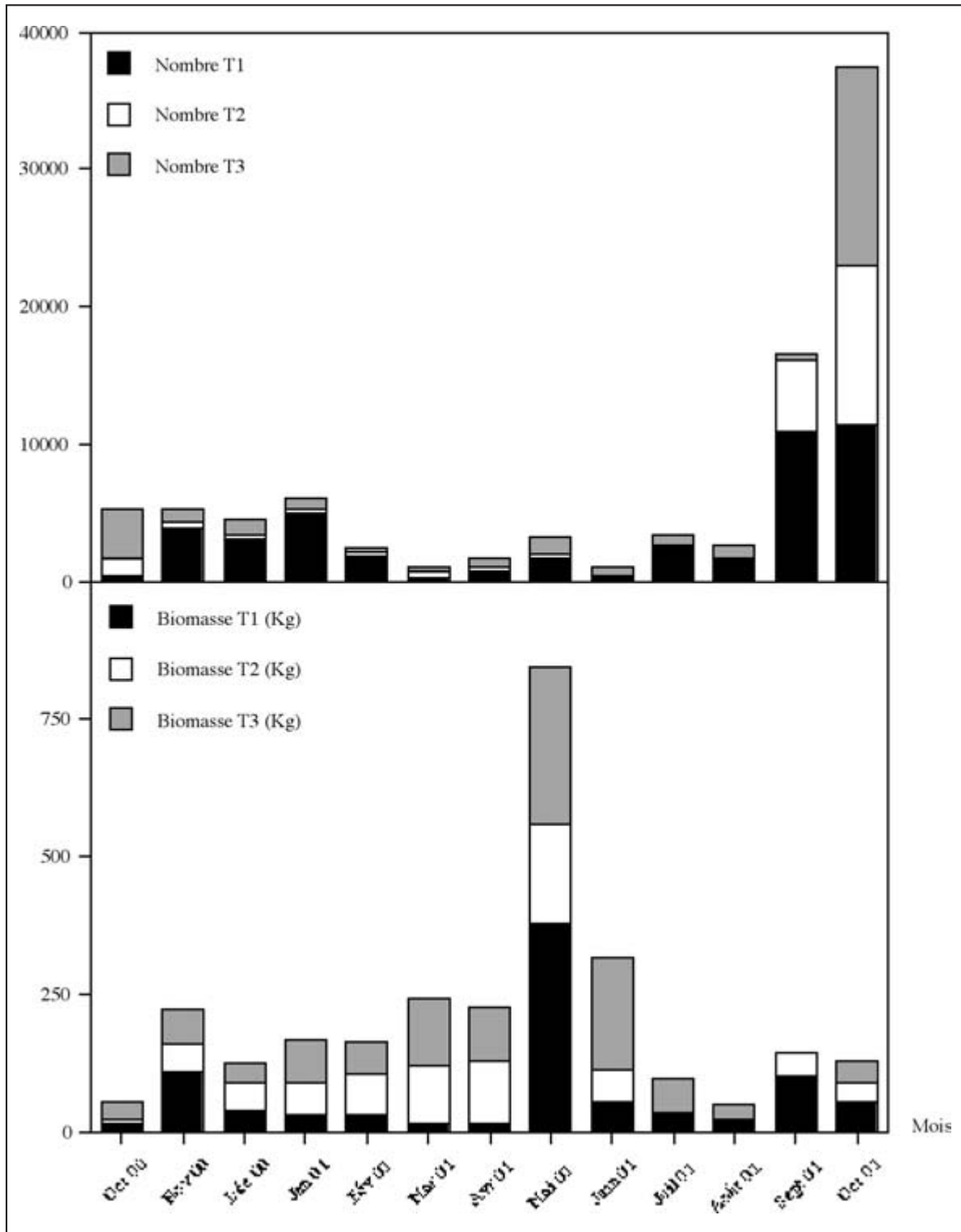


Figure 8 – Evolution hebdomadaire du nombre (en haut) et de la biomasse (en bas) de poissons capturés sur les filtres des prises d'eau des 3 unités de la centrale nucléaire de Tihange.

<b>GROUPE D'ESPECES</b>	<b>TIHANGE %</b>	<b>SERAING %</b>
Anguilles (1)	2,1	5,8
Salmonidés (2)	2,1	0,0
Cyprins d'eau rapide (3)	6,7	2,4
Carnassiers (4)	3,6	27,3
Cyprins d'eau lente (5)	82,4	45,6
Autres espèces	3,1	18,9
<b>Total</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

1 = anguille  
 2 = truite commune, truite arc-en-ciel  
 3 = barbeau, hotu, chevaine, vandoise  
 4 = sandre, brochet, perche, silure  
 5 = brèmes commune et bordelière, gardon, rotengle, ablette commune, goujon, carpe commune, tanche, carassin, gibèle, bouvière

Tableau IV – Répartition de la biomasse (%) des principaux groupes écologiques de poissons piégés annuellement sur les prises d'eau des centrales électriques de Tihange (fin octobre 2000 - début novembre 2001) et de Seraing (fin avril 20001-début mars 2002).

adultes dévalant après la reproduction qui a nécessité une migration vers l'amont) ainsi que le saumon atlantique en phase de restauration démographique dans le bassin mosan. L'impact est aussi significatif, mais moins grave, pour des espèces à grande valeur halieutique comme les carnassiers (truite commune, sandre, perche et brochet) et la carpe commune, et, dans une certaine mesure aussi, pour certaines espèces rares (petite lamproie, lamproie fluviatile, bouvière) ou en voie de reconstitution démographique (barbeau, hotu, ide). La forte mortalité touche toutefois principalement des espèces naturellement très abondantes dans la Meuse (gardon, ablette commune, brèmes commune et bordelière) et de relativement faible valeur halieutique et écologique et l'impact de cette mortalité semble actuellement le moins préoccupant pour l'équilibre écologique du fleuve.

## 5. BILAN DES ÉTUDES À LA CENTRALE TGV DE SERAING

Pour l'ensemble de la période d'étude du 09 avril 2001 au 03 mars 2002 (avec un arrêt pour révision du 01 au 14/10), on a récolté en continu un effectif de 11.106 poissons (biomasse de 92,4 kg) appartenant à 24 espèces (tableau II). Les prises sont très faibles en mai-juillet et sont les plus importantes en nombre et en biomasse entre septembre et février. Au plan de la composition spécifique des captures en biomasse (tableau 4), se marque une forte différence entre les sites de Seraing et de Tihange dans le sens où les espèces d'eau rapide (salmonidés + cyprinidés rhéophiles) sont nettement moins représentées à Seraing (2,4 %) qu'à Tihange (8,8%). Les cyprins d'eau lente sont dominants dans les deux sites mais les grands carnassiers sont proportionnellement plus abondants en biomasse à Seraing qu'à Tihange. Tous ces éléments tendent à indiquer que la prise d'eau de Seraing

constitue pour les poissons de la Meuse une sorte d'habitat refuge en eau beaucoup moins courante qu'à Tihange et qu'il est possible que beaucoup de poissons sont piégés sur les filtres à Seraing parce qu'ils vivent dans le canal d'amenée d'eau plutôt que du fait d'un véritable entraînement-dévalaison à partir de la Meuse comme à Tihange.

Sur le plan quantitatif, les récoltes de poissons sur la prise d'eau de la centrale TGV de Seraing sont de l'ordre de 0,15 poissons/1000m<sup>3</sup> contre 1,8 poissons/1000m<sup>3</sup> à Tihange.

Dans ses conditions actuelles de fonctionnement, la centrale TGV de Seraing a un impact piscicole insignifiant sur la Meuse.

## 6. CAS DES CENTRALES HYDRO-ÉLECTRIQUES MOSANES

Il n'existe actuellement aucune information sur l'impact écologique et piscicole des centrales hydro-électriques présentes sur le cours de la Meuse belge. Cet impact provient de la dérivation d'un très grand volume d'eau de fleuve qui est d'abord mécaniquement filtrée sur des grilles à barreaux verticaux avant de transiter à travers les turbines génératrices d'électricité.

La première phase du processus, la prise d'eau en rivière et la filtration mécanique grossière avec dégrillage des déchets, est fort comparable à ce qui se passe au niveau des grilles de prise d'eau de refroidissement de la centrale de Tihange. On va donc retrouver dans le canal de prise d'eau des centrales hydro-électriques les mêmes catégories de poissons que celles décrites dans le tableau 3. Les poissons au-dessus d'une certaine taille ne peuvent pas passer entre les barreaux de la grille et, s'ils ne parviennent pas à remonter le courant et à s'échapper de la prise d'eau, sont récoltés par le

dégrilleur puis déversés dans un caniveau et évacués directement dans la Meuse en aval ou dans une fosse à déchets offrant une faible possibilité d'échappement par un exutoire. A certaines périodes de l'année, on trouve fréquemment dans les bacs à déchets des centrales hydro-électriques mosanes de grands spécimens, parfois vivants mais généralement morts, d'espèces telles que truite, carpe, tanche, brochet et sandre mais les données quantitatives manquent.

La deuxième étape du processus, le transit dans les turbines hydroélectriques, concerne tous les poissons qui n'ont pas été retenus par les grilles. Lors de leur turbinage, les poissons subissent des dommages mécaniques divers dont la gravité varie extrêmement selon des facteurs tels que le type de turbine, la sensibilité intrinsèque des espèces liée, par exemple, à leur morphologie et la taille des poissons (HADDERINGH et BAKKER, 1998; LARINIER et TRAVADE, 1999; PRIGNON et MICHA, 1995; PRIGNON, 2000). Cet aspect du problème est évoqué dans d'autres communications.

Pour évaluer l'impact réel du fonctionnement d'une centrale hydroélectrique installée sur un cours d'eau, il faudrait connaître quelle est la proportion des poissons de ce milieu qui sont susceptibles d'être entraînés et affectés. A ce point de vue, l'étude réalisée à Tihange apporte une information majeure. La capture étant en moyenne égale à 1,8 poissons/1000m<sup>3</sup> sur ce site, il est probable que la même densité de poissons transite par les turbines hydroélectriques de la Meuse, ce qui ne signifie pas que cette densité de poissons soit tuée. Pour la majorité des individus, de petite taille, il semble que la mortalité soit faible, à l'inverse des poissons de grande taille, comme les anguilles argentées en dévalaison, pour lesquels le taux de mortalité est sans doute trop important (PHILIPPART & SONNY, 2002).

## 7. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Le canal d'amenée d'eau de refroidissement de la centrale nucléaire de Tihange se comporte hydrauliquement et écologiquement comme un bras de Meuse à courant rapide, très attractif pour certaines espèces de poissons rhéophiles (barbeau, chabot) qui tendent à s'y sédentariser et où s'engouffrent aussi une multitude de poissons en mouvement naturel de dévalaison. Le canal étant en cul-de-sac, ces poissons dévalants s'y accumulent et se font piéger sur les filtres (grilles et tambours filtrants) des prises d'eau par pompage. Vu la diversité des espèces capturées sur ces filtres et leur bonne représentativité par rapport à l'ichtyofaune mosane (PHILIPPART *et al.*, 1988), cette infrastructure pourrait être utilisée, de la même manière que certaines échelles à poissons (PHILIPPART *et al.*, 2002), comme un outil de surveillance continue (monitoring) de la qualité écologique de la Meuse.

Une analyse détaillée de la composition des captures des poissons à Tihange et de leur origine probable indique qu'une part importante des grands poissons (générateurs de haute biomasse) récoltés arrivent de l'amont morts ou

moribonds, suite à la reproduction ou au passage dans les turbines hydro-électriques. Des études complémentaires devraient permettre d'affiner les premières estimations et de mesurer la variabilité interannuelle du phénomène en rapport avec l'hydro-climatologie et les fluctuations naturelles de l'abondance des populations. Par ailleurs, le degré de gravité de la mortalité des poissons causée par les prises d'eau doit être déterminé par rapport à l'abondance absolue des populations spécifiques concernées, une information particulièrement difficile à obtenir dans un fleuve comme la Meuse.

Pour certaines espèces de poissons qui effectuent des migrations de descente obligatoires dans la Meuse (anguilles adultes à l'automne et jeunes saumons et truites de mer au printemps), le niveau de mortalité engendrée par le piégeage sur les prises d'eau de Tihange apparaît néanmoins comme significatif pour les populations du bassin mosan et justifie que soient prises des mesures de répulsion à l'entrée du canal de prise d'eau en utilisant des barrières comportementales acoustiques ou lumineuses ou une combinaison des deux (LARINIER et TRAVADE, 1999; MAES *et al.*, 2002; HADDERINGH et BRUIJS, 2002). En cette matière, des études complémentaires sont aussi nécessaires pour guider le choix des équipements les mieux adaptés aux espèces locales et aux conditions particulières du site de Tihange. A des aménagements de déflexion et de guidage des poissons à l'entrée de la prise d'eau en Meuse, il faudrait ajouter des mesures de meilleure protection au niveau des dispositifs de filtration (dégrilleurs et tambours) et de restitution des poissons à la Meuse, l'idéal étant (chose concevable à la conception d'une centrale) d'ouvrir le canal d'amenée vers l'aval afin de supprimer l'effet cul-de-sac et de laisser en permanence aux poissons dévalants une voie d'échappement.

Au niveau de la prise d'eau de la centrale TGV de Seraing, la mortalité des poissons s'élève annuellement à une centaine de kg de poissons, ce qui est tout à fait insignifiant pour l'écologie du fleuve. Plus préoccupant semble être l'impact sur les poissons du fleuve du transit de très grands volumes d'eau dans les turbines hydroélectriques qui équipent les barrages successifs de la Meuse. Le moment est aussi venu d'étudier attentivement ce problème et de mettre en œuvre les solutions appropriées.

## 8. REMERCIEMENTS

La recherche relatée dans cette communication a été promue et dirigée par J.C. Philippart, Chercheur au Fonds national de la Recherche scientifique (FNRS), dans le cadre d'un programme d'étude à long terme de la dynamique des populations de poissons dans le bassin de la Meuse. Elle a été réalisée sur le terrain dans le cadre d'un contrat d'étude avec Laborelec par une équipe de deux biologistes, D. Sonny et V. Raemaekers, qui ont bénéficié de l'entière collaboration du personnel des centrales de Tihange et de Seraing. Des appuis ponctuels à l'étude ont été apportés par plusieurs

chercheurs, techniciens et étudiants attachés au LDPHA, particulièrement M. Ovidio, G. Rimbaud, S. Brauner, A. Chocha et B. Nzau Matondo ainsi que par le personnel du CEFRA à la Station d'Aquaculture de Tihange.

## 9. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES CITÉES

- HADDERINGH, R.H., H.D. BAKKER, 1998. Fish mortality due to passage through hydroelectric power stations on the Meuse and Vecht rivers, pp. 315-328. In : Jungwirth, S. Schmutz & S. Weiss (Eds), *Fish migration and fish bypasses*. Fishing News Books, 438 pages.
- HADDERINGH, R.H., G.H.F.M. VAN AARSEN, L. GROENEVELD, H.A. JENNER, J.W. VAN DER STOEP, 1983. Fish impingement at power stations situated along the rivers Rhine and Meuse in the Netherlands. *Hydrobiol. Bull.*, **17** (2) : 129-141.
- HADDERINGH, R.H. et M.C.M. BRUIJS, 2002. Hydroelectric power stations and fish migration. *Tribune de l'Eau*, n°s 619-620-621, sept/oct-nov/déc 2002-janv/fév 2003.
- LARINIER, M., F. TRAVADE, 1999. La dévalaison des migrateurs : problèmes et dispositifs. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, **353/354**: 181-210.
- MAES, J., P.A. VAN DAMME, A. TAILLIEU, F. OLLEVIER, 1998. Fish communities along an oxygen-poor salinity gradient (Zeeschelde Estuary, Belgium). *J. F. Biol.*, **52** :534-546.
- MAES, J., A. TURNPENNY, D. LAMBERT, J. NEDWELL, A. PARMENTIER, F. OLLEVIER, 2002. The impact of cooling water abstraction on fish at the Electrabel power plant Doel (Belgium) after installation of a fish guidance sound system. *Tribune de l'Eau*, n°s 619-620-621, sept/oct-nov/déc 2002-janv/fév 2003.
- PHILIPPART, J.C., 2000. Les poissons de Wallonie et leurs habitats, pp. 19-62. In: Stein, J. (éd.), *Les zones humides de Wallonie. Travaux de la Conservation de la Nature*, n° 21, 518 pages.
- PHILIPPART, J.C. et D. SONNY, 2002. Vers une production d'hydro-électricité plus respectueuse du milieu aquatique et de sa faune. *Tribune de l'Eau*, n°s 619-620-621, sept/oct-nov/déc 2002-janv/fév 2003.
- PHILIPPART, J.C., A. GILLET, J.C. MICHA, 1988. Fish and their environment in large European river ecosystems. The River Meuse. *Sciences de l'Eau*, **7** (1): 115-154.
- PHILIPPART, J.C., G. RIMBAUD, M. OVIDIO, A. GILLET, 2002. *Biodiversity of fish in the Belgian Meuse river as revealed by the monitoring of fishpasses at the Visé-Lixhe dam*. Communication par poster au Workshop on Migration and free Circulation of Fish in Flanders, Brussels, 14 juin 2002.
- PHILIPPART, J.C., J.C. MICHA, E. BARAS, C. PRIGNON, A. GILLET, S. JOIRIS, 1994. The Belgian Project "Meuse Salmon 2000". First results, problems and future prospects. In: J. A. Van de Kraats (Ed.), *Rehabilitation of the River Rhine. Water Science and Technology*, **29** (3) : 315-317.
- Prignon, C., 2000. Impact des barrages et des centrales hydro-électriques sur l'écosystème Meuse, pp. 341-350. In: Stein, J. (éd.), *Les zones humides de Wallonie. Travaux de la Conservation de la Nature*, n° 21, 518 pages.
- PRIGNON, C., J.C. MICHA, 1995. *Etude de la dévalaison et des effets potentiels du turbinage des centrales hydro-électriques sur les saumonneaux*. Communication présentée à Journée d'information Internationale "Meuse Saumon 2000", Université de Liège, 13 septembre 1995, 4 pages.
- PRIGNON, C., J.C. MICHA, G. RIMBAUD, J.C. PHILIPPART, 1999. Rehabilitation efforts for Atlantic salmon in the Meuse basin area. : Synthesis 1983-1998, pp. 69-77. In : Garnier J. & J. M. Manchel (eds). *Man and River Systems. Hydrobiologia*, **410** : 69-77.
- SONNY, D. ; V. RAEMAKERS ; J.C. PHILIPPART, 2001. *Etude de l'incidence des prises d'eau des centrales électriques sur les poissons de la Meuse : Cas de la centrale nucléaire de Tihange et de la centrale TGV de Seraing*. Rapport d'études à Laborelec pour la période juin 2000- novembre 2001. A. Etudes sur le terrain. Décembre 2001, 207pp.
- VERREYCKEN, H., C. BELPAIRE, F. OLLEVIER, 1990. *Studie naar de impact van het inzuigen van koelwater door de Electrabel-centrale te Langerlo op de vispopulaties van het Albertkanaal en de Kolenhaven*. K.U.L., Studierapport i.o.v. Electrabel, 170 pages.