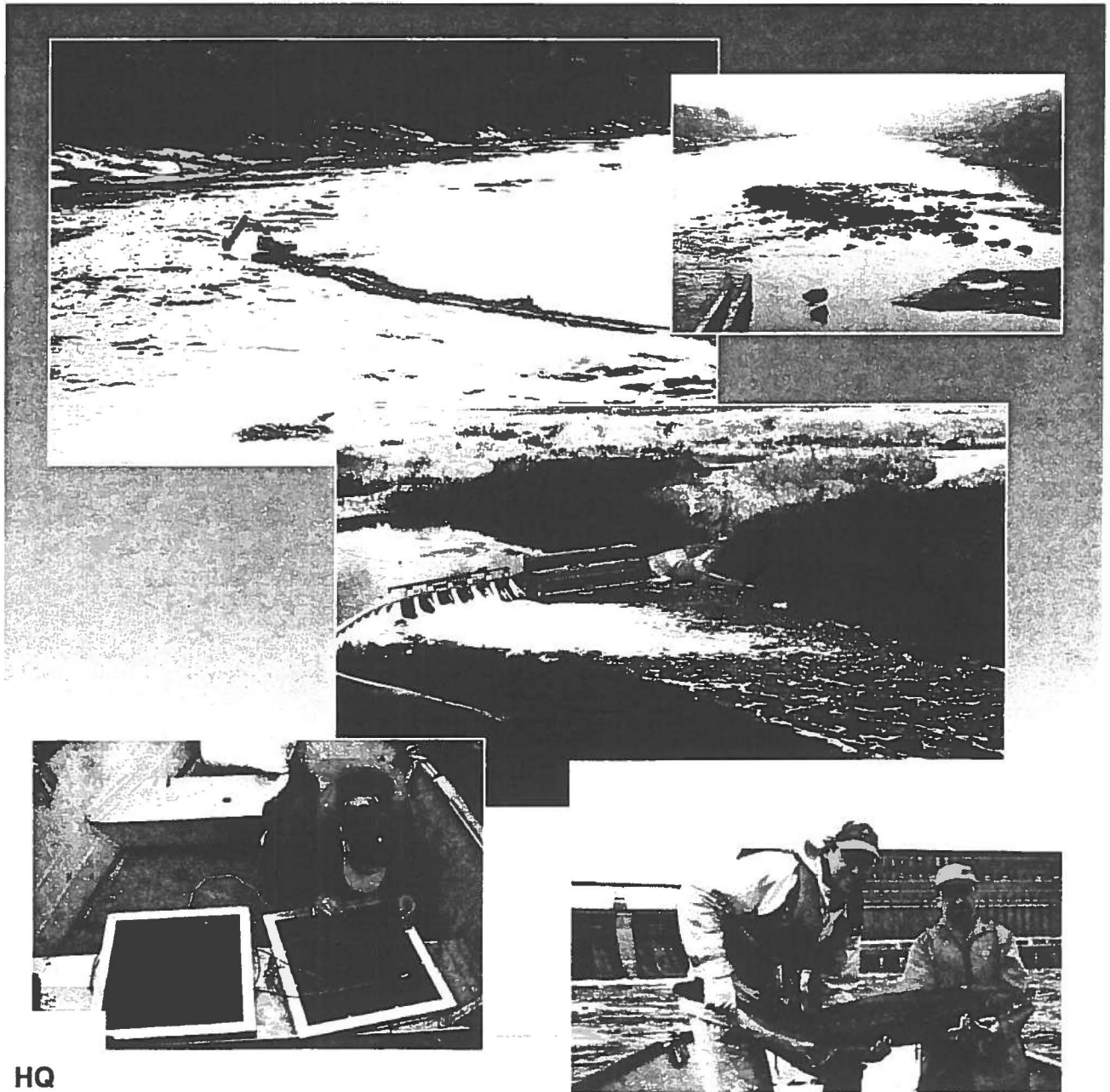


Réfection de la centrale de La Gabelle

PROGRAMME DE SURVEILLANCE ET DE SUIVI ENVIRONNEMENTAL

Utilisation par l'esturgeon jaune d'un nouveau secteur de fraie aménagé en aval de la centrale de La Gabelle - printemps 2000



HQ
2001
021

GDG
CONSULTING INC.

Mars 2001

#49564
sv.1

HQ
2001
021

Réfection de la centrale de La Gabelle

Programme de surveillance et de suivi environnemental

Utilisation par l'esturgeon jaune d'un nouveau secteur de fraie aménagé en aval de la centrale de La Gabelle – printemps 2000

Rapport final

N/Réf. : 675-00

présenté à

Hydro-Québec

**Vice-présidence Exploitation des équipements de production
Unité Hydraulique et Environnement**

par

GDG Conseil inc.



Raymond Faucher, chargé de projet



2200, rue Sidbec Sud, bureau 204
Trois-Rivières-Ouest (Québec) G8Z 4H1
Tél. : (819) 373-6820 / téléc. : 373-7573
Courrier électronique : gdgconseil@conseil.qc.ca

Mars 2001

SOMMAIRE

GDG Conseil inc. 2001. Réfection de la centrale de La Gabelle. Programme de surveillance et de suivi environnemental. Utilisation par l'esturgeon jaune d'un nouveau secteur de fraie aménagé en aval de la centrale de La Gabelle - printemps 2000. Rapport présenté à Hydro-Québec, vice-présidence Exploitation des équipements de production, unité Hydraulique et Environnement, Montréal. 33 pages et annexes.

À l'été 1999, Hydro-Québec a procédé à l'agrandissement d'un haut-fond utilisé comme frayère par l'esturgeon jaune (*Acipenser fulvescens*) dans le bief d'aval de la centrale de La Gabelle. L'aménagement est constitué d'un remblai de pierres d'une superficie d'environ 1 300 m² sur lequel sont installés des abris de courant (blocs de 1 à 3 m³ avec pierres de 30 à 400 mm de diamètre en aval). La présente étude visait principalement à quantifier l'utilisation de la frayère aménagée et du haut-fond existant par l'esturgeon jaune.

La campagne d'échantillonnage s'est déroulée entre le 17 et le 29 mai 2000. Les géniteurs ont été échantillonnés au moyen de filets maillants. Les œufs pondus sur la frayère ont été récoltés avec des substrats artificiels (plateaux à œufs de 46 X 46 cm). L'état de la frayère a été vérifié en plongée sous-marine, ainsi qu'avec une caméra vidéo submersible. Cette vérification a permis de constater que les abris de courant (microsites de fraie) construits lors de l'aménagement de la nouvelle frayère étaient intacts suite à la crue du printemps 2000.

Les premiers œufs d'esturgeon ont été récoltés le 19 mai, à une température moyenne de l'eau de 9,6 °C. Le pic de la fraie est survenu entre le 21 et le 25 mai, soit lorsque la température moyenne de l'eau a dépassé les 10 °C et que le débit total de la rivière Saint-Maurice a diminué sous 1 400 m³/s. Le rendement moyen de la récolte d'œufs, sur la frayère aménagée, fut de 43 œufs/nuit•plateau (rendement maximal à une station donnée : 325 œufs/nuit•plateau). Sur le haut-fond existant, les rendements quotidiens moyens sont toujours demeurés faibles, à moins de 2 œufs/nuit•plateau. Des densités d'œufs importantes (> 30 œufs/nuit•plateau) ont été obtenues en aval de l'aménagement à des profondeurs de 4 à 8 m. Les CPUE_p (nombre d'œufs/nuit•plateau) moyennes obtenues durant toute la période de fraie de l'esturgeon jaune (22,8 œufs/nuit•plateau) étaient plus élevées que les valeurs moyennes obtenues à la rivière des Prairies entre 1997 et 1999 (0,76 à 3,55 œufs/nuit•plateau). Les fortes densités d'œufs à certaines stations (jusqu'à 607 et même 3 072 œufs/m²) suggère que certains sites de ponte étaient saturés en œufs sur la frayère aménagée. L'ensemble des résultats d'échantillonnage des œufs indique que la frayère aménagée a été très utilisée au printemps 2000.

Les pêches ont permis de récolter 131 esturgeons jaunes, dont 129 ont été marqués avant d'être remis en liberté. Il n'a cependant pas été possible d'estimer l'abondance des géniteurs de façon fiable vu le faible nombre de recaptures (2). Les CPUE du printemps 2000 (1,27 esturgeon/heure•filet) étaient près de 5 fois plus élevées qu'au même endroit en 1990 (0,26 esturgeon/heure•filet). La principale différence entre ces deux périodes réside dans les débits plus forts au printemps 2000. L'arrêt des activités de flottage du bois est également survenu entre les deux périodes.

Le meunier rouge, la carpe, le doré jaune et le grand brochet ont été capturés en plus des esturgeons lors des pêches. L'achigan à petite bouche et le crapet de roche ont été observés en comportement de fraie sur la frayère lors d'observations subaquatiques. Des œufs de meunier et de doré entre autres ont été captés par les plateaux.

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Hydro-Québec

Conseillers scientifiques

M. Richard Verdon
M. Michel Bérubé

GDG Conseil inc.

2200, rue Sidbec Sud, bureau 204
Trois-Rivières-Ouest (Québec)
G8Z 4H1

Tél. : (819) 373-6820

Chargé de projet

M. Raymond Faucher, biol. sr

Rédaction

M. Patrice Hamel, biol., M. Sc. Env.
M. Raymond Faucher, biol. sr

Analyse des données

M. Patrice Hamel, biol., M. Sc. Env.

Technicien

M. François Turgeon, tech. protection env.

Cartographie et graphisme

M. André Jacob
M. François Morin

TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE	i
ÉQUIPE DE RÉALISATION	ii
1 INTRODUCTION.....	1
1.1 Mise en situation	1
1.2 Description de la frayère aménagée.....	1
1.3 Objectifs de l'étude	4
2 MATÉRIEL ET MÉTHODES	5
2.1 Travaux de terrain	5
2.1.1 Échantillonnage des œufs	5
2.1.2 Échantillonnage des poissons	7
2.1.3 Mesures des conditions environnementales.....	9
2.1.4 Vérification de l'état de la frayère aménagée.....	10
2.2 Travaux en laboratoire	10
2.2.1 Identification des stades de développement des œufs.....	10
2.2.2 Analyse des données relatives aux œufs d'esturgeon	10
3 RÉSULTATS ET DISCUSSION	12
3.1 Caractéristiques physiques de la frayère aménagée.....	12
3.2 Utilisation de la frayère aménagée par l'esturgeon jaune	15
3.2.1 Échantillonnage des œufs	15
3.2.1.1 Utilisation de la frayère aménagée et du haut-fond existant.....	15
3.2.1.2 Comparaison des CPUE _p : La Gabelle – rivière des Prairies	23
3.2.2 Échantillonnage des géniteurs d'esturgeon jaune	24
3.2.2.1 Comparaison des CPUE _f et des longueurs entre 1990 et 2000	26
3.2.2.2 Estimations de l'abondance des géniteurs par marquage - recapture ..	29
3.3 Utilisation de la frayère aménagée par les autres espèces	29
4 CONCLUSION.....	30
5 RÉFÉRENCES.....	32

LISTE DES ANNEXES

- Annexe 1 Illustration des principales étapes des travaux d'aménagement de la frayère en 1999
- Annexe 2 Photographies de la frayère de La Gabelle au printemps 2000 selon différents débits
- Annexe 3 Position géographique des stations d'échantillonnage des œufs
- Annexe 4 Engins de pêche, efforts et captures pour chaque station de pêche
- Annexe 5 Comparaison des températures enregistrées avec les deux thermographes
- Annexe 6 Résultats des mesures de la vitesse du courant
- Annexe 7 Régime thermique de la rivière Saint-Maurice et débits totaux à la centrale de La Gabelle entre 1983 et 1996
- Annexe 8 Résultats des mesures prises sur les poissons
- Annexe 9 Débit turbiné, débit évacué et niveau de l'eau en aval de la centrale de La Gabelle lors de la campagne d'échantillonnage 2000

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Localisation régionale de la zone d'étude	2
Figure 2	Caractéristiques de la frayère aménagée dans le bief d'aval de la centrale de La Gabelle.....	3
Figure 3	Température moyenne de l'eau (carrés rouges; \pm max. et min.) et débit total moyen (cercles jaunes) de la rivière Saint-Maurice au printemps 2000.....	6
Figure 4	Aperçu des substrats artificiels utilisés pour l'échantillonnage des œufs....	7
Figure 5	Localisation des stations de pêche au filet maillant.....	8
Figure 6	Bathymétrie du bief d'aval immédiat de la centrale de La Gabelle	13
Figure 7	Distribution des courants de surface sur le haut-fond existant et la frayère aménagée le 23 mai (a) et le 29 mai (b) 2000.....	14
Figure 8	Évolution de la température de l'eau (carrés rouges; \pm min. et max.), du débit total (cercles jaunes), des CPUE _f (nb d'esturgeons/h•filet) et des CPUE _p (nb d'œufs d'esturgeon/nuit•plateau) lors de la campagne d'échantillonnage. Le débit turbiné (triangles sur trait pointillé) et le débit déversé (losanges sur trait pointillé) à la centrale de La Gabelle sont aussi indiqués.....	18
Figure 9	Chronologie de la ponte de l'esturgeon jaune, en fonction de la température de l'eau (carrés rouges; \pm min. et max.) et du débit total (cercles jaunes). Le débit turbiné (triangles sur trait pointillé) et le débit déversé (losanges sur trait pointillé) à la centrale de La Gabelle sont aussi indiqués.....	19
Figure 10	Chronologie et densité des dépôts d'œufs d'esturgeon jaune en fonction des stations d'échantillonnage	20
Figure 11	Comparaison des CPUE _f (nombre d'esturgeons/heure•filet) entre 1990 (rouge) et 2000 (bleu) à la frayère de La Gabelle.	27

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Résultats détaillés des activités de capture des œufs d'esturgeon	16
Tableau 2	CPUE _p des œufs d'esturgeon, détaillés pour chaque date d'échantillonnage.....	17
Tableau 3	Capture des œufs d'esturgeon par secteur d'échantillonnage	21
Tableau 4	Comparaison des CPUE _p (nombre d'œufs d'esturgeon/nuit•plateau) maximales et moyennes entre les frayères de La Gabelle (2000) et de la rivière des Prairies (1997, 1998, 1999)	23
Tableau 5	Captures, effort de pêche et CPUE pour chaque type de filet maillant.....	24
Tableau 6	Effectif, longueur à la fourche et fréquence relative des stades de maturité pour chacun des sexes de l'esturgeon jaune	25
Tableau 7	Évolution temporelle du stade de maturité de l'esturgeon jaune	26

1 INTRODUCTION

1.1 Mise en situation

Entre 1992 et 1999, Hydro-Québec a procédé à des travaux de réfection majeurs à la centrale hydroélectrique de La Gabelle, située sur la rivière Saint-Maurice (figure 1). Ces travaux nécessitaient l'aménagement d'infrastructures temporaires et permanentes dans la rivière, dont un remblayage permanent de 3 600 m² dans l'habitat du poisson, en rive gauche en aval de la centrale. Parmi les conditions énoncées par le ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec (MEF) dans le document autorisant le projet, les travaux de réfection devaient entre autres comprendre l'aménagement d'un nouveau secteur de fraie pour l'esturgeon jaune (*Acipenser fulvescens*) afin de compenser l'empiètement dans l'habitat du poisson.

Une première étude sommaire découlant de cette condition a été effectuée à l'été 1996 (GDG Environnement, 1997). Cette étude a permis de compléter la caractérisation des sites de fraie de l'esturgeon jaune en aval du barrage de La Gabelle et d'élaborer un concept pour augmenter le potentiel de l'habitat de fraie de l'esturgeon jaune à cet endroit.

Une seconde étude, réalisée au printemps 1997, a permis d'obtenir une meilleure compréhension du déroulement de la fraie de l'esturgeon jaune et d'optimiser le concept d'aménagement proposé (GDG Conseil, 1997). Il a alors été démontré que l'esturgeon fraie sur le haut-fond existant, en sélectionnant les portions où la vitesse du courant se situe entre 0,9 et 1,4 m/s. On a aussi observé que l'esturgeon pouvait frayer dans d'autres secteurs du bief d'aval lorsque la vitesse du courant est trop forte sur le haut-fond existant.

Suite à ces études, le concept d'aménagement proposé a été optimisé et une nouvelle frayère a été aménagée en aval du haut-fond existant, en 1999. La présente étude visait principalement à vérifier l'utilisation de cette nouvelle frayère par l'esturgeon jaune.

1.2 Description de la frayère aménagée

L'aménagement de la nouvelle portion de frayère a été réalisé en août 1999, durant les travaux de réfection de la centrale, conformément aux conditions de l'autorisation émise par le MEF.

L'aménagement réalisé consiste en un enrochement de l'extrémité la plus en aval du haut-fond existant, sur une superficie d'environ 1 300 m² (figure 2). Cette superficie a d'abord été enrochée jusqu'à la cote d'élévation de 11 m par rapport au zéro des cartes topographiques. Par la suite, 30 « microsites » de fraie ont été constitués en plaçant de 2 à 4 blocs de 1 à 3 m³ disposés en « V », de manière à former un abri de courant de 1 m de hauteur par 3 m de largeur environ, derrière lequel on disposait des matériaux rocheux plus fins (30 à 400 mm de diamètre) (figure 2). Chaque microsité comportait donc un abri de courant et une surface de 6 à 10 m² de substrat aux dimensions hétérogènes en aval de l'abri.

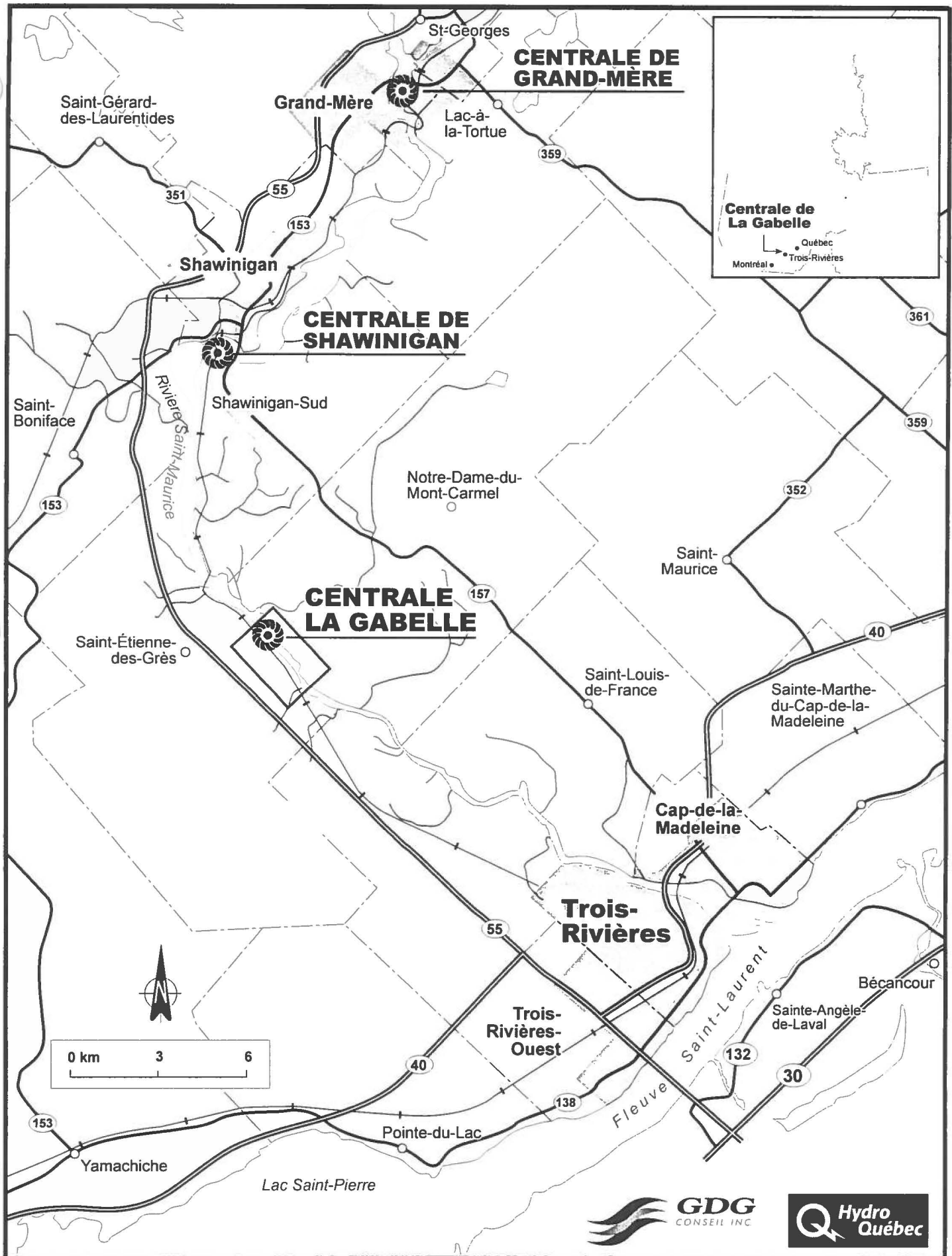
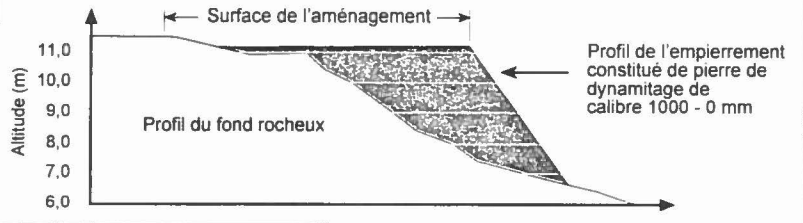


Figure 1 - Localisation régionale de la zone d'étude

Critères de base de l'aménagement

Altitude : 11,0 m
 Superficie : 1300 m²
 Volume de remblai : 795 m³

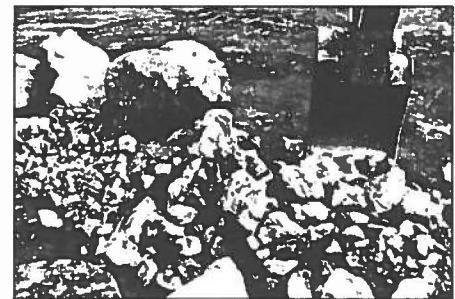
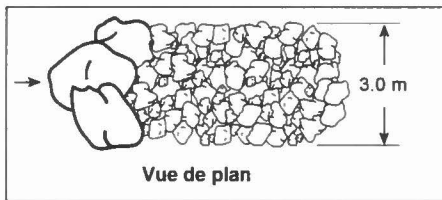
Vue en coupe de l'aménagement - Coupe AA (adapté du plan de 1999)



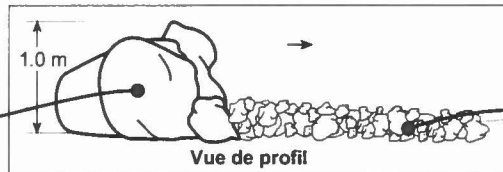
Aperçu d'un abri de courant



Microsite



Blocs utilisés pour l'aménagement des abris de courant



Matériaux hétérogènes déposés derrière les abris de courant

Figure 2 - Caractéristiques de la frayère aménagée dans le bief d'aval de la centrale de La Gabelle.

Un dossier photographique illustrant les principales étapes des travaux d'aménagement est présenté à l'annexe 1. Pour plus de détails quant aux travaux de chantier effectués et à l'aménagement final, le lecteur peut consulter le rapport du bilan de ces travaux (GDG Conseil, 1999).

1.3 Objectifs de l'étude

La présente étude s'inscrit dans le programme de surveillance et de suivi environnemental des travaux de réfection. Elle vise principalement à vérifier si la portion de frayère aménagée en 1999 est utilisée par l'esturgeon jaune. Plus spécifiquement, les objectifs de l'étude sont les suivants :

- déterminer si la nouvelle frayère est utilisée pour la fraie par l'esturgeon jaune, et quantifier cette utilisation relativement à celle du haut-fond existant ;
- identifier les conditions environnementales propices à la fraie de l'esturgeon jaune en aval de la centrale de La Gabelle (température de l'eau, débit de la rivière, vitesse du courant, profondeur de l'eau) ;
- vérifier l'utilisation de la frayère aménagée et du haut-fond existant par les espèces de poissons autres que l'esturgeon jaune ;
- documenter l'état physique de la frayère après la crue du printemps 2000.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 Travaux de terrain

2.1.1 Échantillonnage des œufs

L'approche méthodologique privilégiée pour répondre aux objectifs de l'étude consistait principalement à l'échantillonnage des œufs de poisson sur le haut-fond existant et sur la nouvelle zone de fraie. La présence d'œufs à un site donné constitue une indication de l'utilisation de ce site particulier pour la fraie. Cela se vérifie notamment chez l'esturgeon jaune, puisque les œufs de cette espèce sont très adhésifs et donc moins susceptibles de dériver sur de grandes distances.

L'échantillonnage des œufs a eu lieu entre le 17 et le 29 mai 2000. La date du début de l'échantillonnage a été déterminée par la température de l'eau de la rivière Saint-Maurice (température moyenne quotidienne d'au moins 8 °C, pour le doré jaune) et par le débit de la rivière. Le fort débit de la rivière au printemps 2000 (figure 3 et annexe 2) a forcé le report du début des travaux d'échantillonnage au 17 mai, puisqu'il était impossible d'accéder aux sites à échantillonner en raison du trop fort courant, et pour des raisons évidentes de sécurité. De plus, les courants étaient visiblement trop forts avant cette date pour que des espèces comme le doré jaune et les meuniers puissent frayer sur le haut-fond existant (voir annexe 2). Lors du début des travaux le 17 mai, le débit et les courants étaient d'ailleurs encore trop élevés pour permettre l'échantillonnage directement sur le haut-fond existant et la nouvelle frayère. Cependant, la température de l'eau relativement élevée (T° max. près de 10 °C, figure 3) et l'observation des premiers sauts d'esturgeons ont forcé le début de l'échantillonnage là où c'était possible, *i.e.* en aval de la nouvelle frayère.

Les œufs ont été échantillonnés au moyen de substrats artificiels, constitués d'un tapis de fourrure animale enduite de latex (46 X 46 cm), inséré dans un cadre de métal (figure 4). Ces substrats artificiels sont du même type que ceux utilisés pour l'échantillonnage des œufs d'esturgeon jaune à la rivière des Prairies (Dubuc *et al.*, 1997; Thibodeau *et al.*, 1998). Entre 4 et 10 stations de collecte des œufs ont été positionnées à tous les jours sur le haut-fond existant, sur la nouvelle frayère ou en aval de celle-ci durant la campagne d'échantillonnage.

Deux substrats artificiels (plateaux à œufs) reliés entre eux par un câble d'acier ont été installés à chaque station. Une ancre de type Danforth ainsi qu'une corde munie d'une bouée étaient fixées à l'avant du couple de plateaux. Les stations étaient visitées à des intervalles de un à trois jours et tous les œufs présents sur les substrats étaient prélevés et conservés dans des piluliers pour dénombrement et identification du stade de développement en laboratoire. La levée et la réinstallation des substrats étaient généralement effectuées durant la période comprise entre 11 h et 15 h.

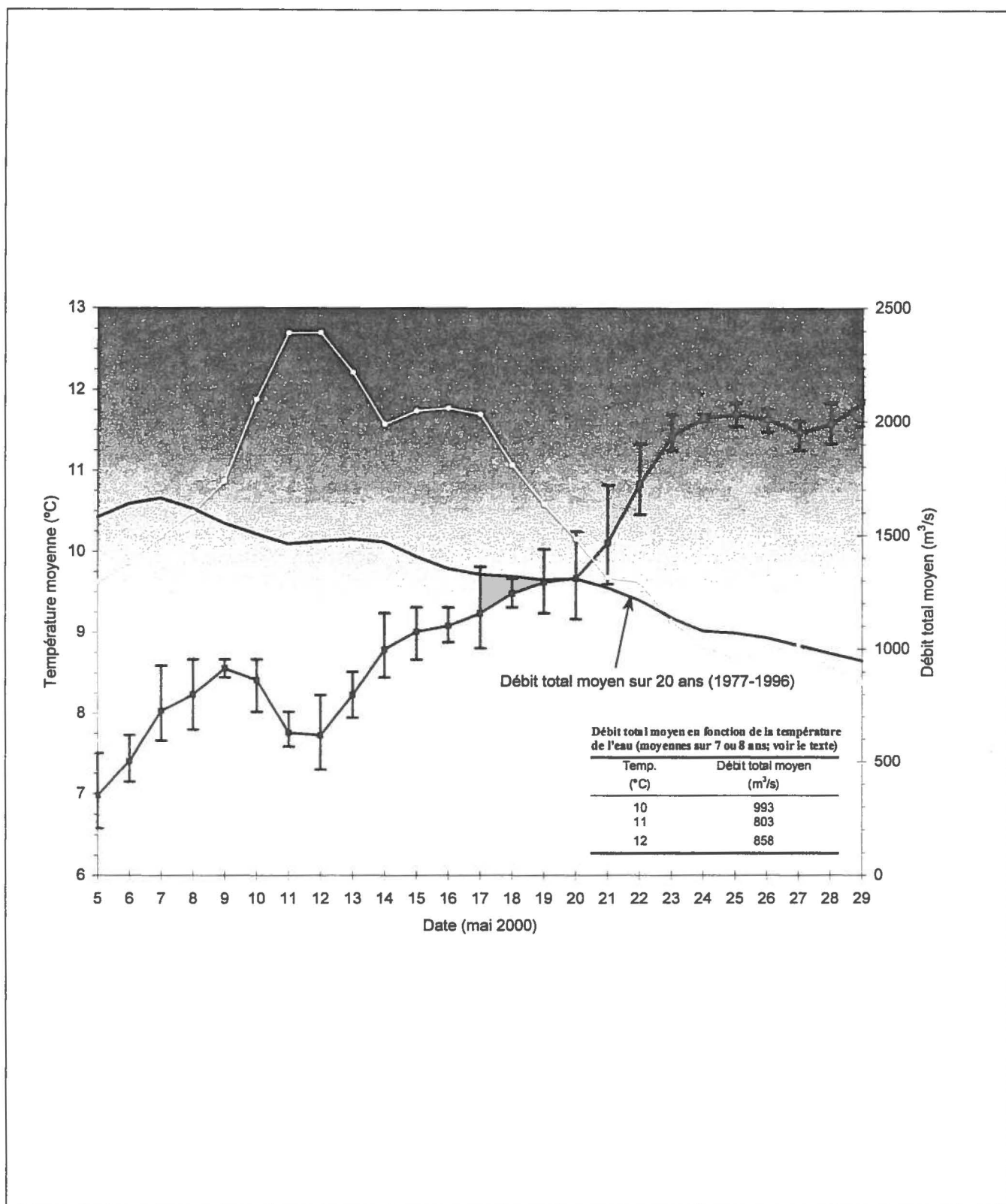


Figure 3 – Température moyenne de l'eau (carrés rouges; ± max. et min.) et débit total moyen (cercles jaunes) de la rivière Saint-Maurice au printemps 2000.

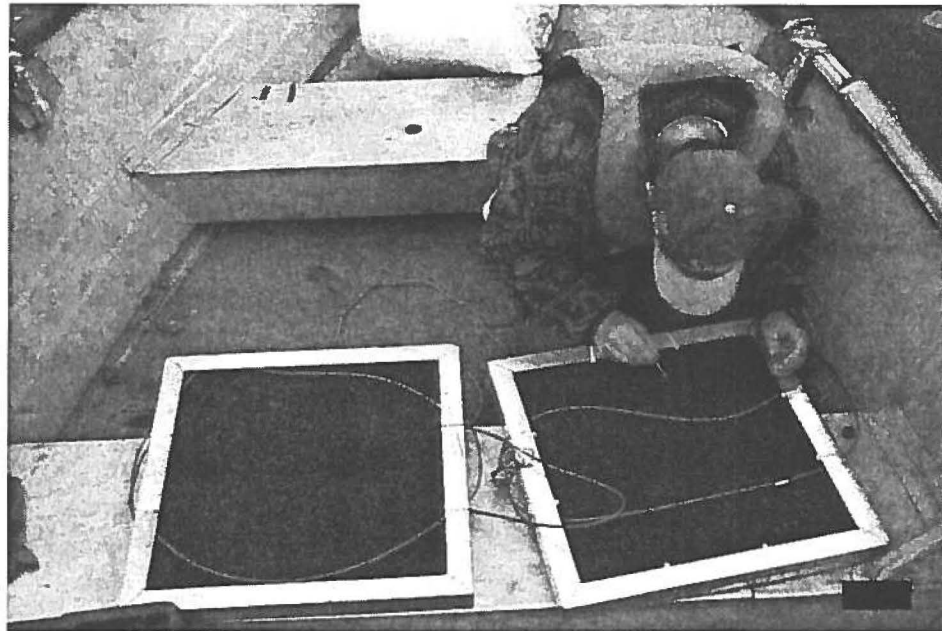


Figure 4 – Aperçu des substrats artificiels utilisés pour l'échantillonnage des œufs

La position de chaque station a été mesurée avec un appareil de positionnement global (GPS) de marque *Trimble GeoExplorer II*, offrant une précision d'environ ± 2 m (saisie d'un minimum de 150 points avec valeur moyenne à chaque station) (annexe 3). Il est à noter que le positionnement de toutes les stations d'échantillonnage (œufs, poissons, vitesses du courant) sur les figures a été géoréférencé à partir des positions enregistrées par l'appareil GPS et en utilisant le logiciel *MapInfo Professional 5.5*.

2.1.2 Échantillonnage des poissons

L'échantillonnage des poissons a eu lieu entre le 19 et le 29 mai 2000. L'esturgeon jaune a été échantillonné au moyen de filets maillants à mailles de 7, 9, 9,5 et 12" (17,8, 22,9, 24,1 et 30,5 cm). Les filets à mailles de 7, 9 et 9,5" mesuraient 45 m de longueur, tandis que les filets à mailles de 12" mesuraient 15 m de longueur. Pour l'échantillonnage, ces derniers filets étaient attachés au bout des filets à mailles de 9 ou 9,5".

Un échantillonnage des espèces de poissons autres que l'esturgeon jaune a été fait au moyen de filets à mailles de 3 et 4" (7,6 et 10,2 cm).

La pose des filets a été effectuée durant le jour (entre 10 h et 17 h) et la levée a toujours été faite à l'intérieur d'un délai n'excédant pas quatre heures après la pose, ceci afin de prévenir la blessure des poissons prisonniers dans les filets. Tous les filets ont été positionnés parallèlement au courant. Les spécifications détaillées des filets utilisés, ainsi que l'effort de pêche déployé à chaque station sont présentés à l'annexe 4. La position des stations de pêche au filet est présentée à la figure 5.

Réfection de la centrale La Gabelle
Suivi environnemental - printemps 2000



Figure 5

Localisation des stations de pêche au filet maillant

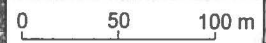


Haut-fond existant

Frayère aménagée

F5

Numéro de station



Tous les poissons capturés ont été identifiés à l'espèce, dénombrés, examinés (pour vérifier la présence d'anomalies externes) et mesurés. Le sexe et le stade de maturité sexuelle fut également déterminé pour tous les esturgeons. La longueur à la fourche a été mesurée au millimètre à l'aide d'une planche à mesurer ou d'un ruban à mesurer. Le sexe était déterminé par l'expression des produits sexuels. Lorsqu'il était impossible de faire s'écouler des produits sexuels, le sexe était considéré « indéterminé ». Le stade de maturité sexuelle a été déterminé d'après la classification de Kesteven (1960) :

- stade 4 : développement des gonades (aucune laitance ne s'écoule sous pression ; ventre ferme) ;
- stade 5 : maturation des gonades (quelques gouttes de laitance s'écoulent en appliquant une légère pression ; ventre ferme) ;
- stade 6 : état de fraye (laitance et œufs s'écoulent librement ou en appliquant une légère pression) ;
- stade 7 : fraye commencée (les gonades ne sont pas complètement vides, un peu de laitance s'écoule en appliquant une légère pression, ventre plutôt flasque) ;
- stade 8 : fraye terminée (les gonades sont vides, rien ne s'écoule sous pression ; ventre flasque).

Tous les esturgeons jaunes capturés ont été marqués, ceci afin d'estimer leur abondance par marquage-recapture. Le marquage consistait à graver un chiffre romain sur la première plaque dorsale gauche avec un fer à pyrogravure. Une même marque était gravée sur tous les esturgeons capturés la même journée. Le chiffre romain constituant la marque augmentait à chaque jour d'échantillonnage.

2.1.3 Mesures des conditions environnementales

La température de l'eau de la rivière ($\pm 0,01$ °C) a été mesurée en amont (approximativement au centre) et en aval (près de la rive gauche) du barrage de La Gabelle au moyen de deux thermographes enregistreurs disposés sur le fond. Les thermographes ont enregistré une mesure de température à toutes les heures entre le 4 mai et le 4 juin. Les températures mesurées par les deux thermographes étaient très similaires (annexe 5).

La vitesse du courant sur la frayère a été mesurée à deux reprises durant la campagne d'échantillonnage. Les données ont été saisies à environ un mètre sous la surface de l'eau. Une première série de 8 mesures de vitesses de courant a été effectuée le 23 mai à différents endroits sur la frayère, et 16 mesures supplémentaires ont été prises le 29 mai (annexe 6). L'appareil utilisé était un courantomètre de marque *Global Flow Probe*, modèle FP101, offrant une précision de $\pm 0,1$ pi/s (± 3 cm/s). La position de chaque point de mesure a été enregistrée avec l'appareil GPS et géoréférencée.

2.1.4 Vérification de l'état de la frayère aménagée

L'état de la frayère aménagée a été vérifié en plongée sous-marine ainsi qu'avec une caméra sous-marine. Les activités de plongée et de tournage ont eu lieu le 9 juin, et les 19 et 20 juillet 2000. La sortie du 9 juin visait également à vérifier la présence de poissons géniteurs d'autres espèces sur la frayère aménagée.

La bathymétrie du secteur à l'étude a été réalisée le 19 juillet 2000 avec un bathymètre *Furuno*. Pour ce faire, des relevés bathymétriques ont été faits le long de neuf transects perpendiculaires à la rivière, positionnés entre la passe à billes du barrage et l'île retrouvée à environ 400 m en aval du barrage le long de la rive droite de la rivière. Un dixième transect, recoupant les neuf premiers, a été suivi parallèlement à la rivière. Les positions de départ et d'arrivée de chaque transect ont été déterminées avec l'appareil GPS.

2.2 Travaux en laboratoire

2.2.1 Identification des stades de développement des œufs

Le stade de développement des œufs d'esturgeon jaune a été identifié suivant la clé d'identification de Dettlaff *et al.* (1993) pour l'esturgeon russe (*Acipenser gueldenstaedti colchicus*). Cette clé divise le développement embryonnaire en 45 stades, débutant au stade de l'œuf nouvellement fertilisé jusqu'au stade de « prélarve ». Les œufs éclatés ou trop abîmés pour l'identification ont été classés dans le stade « indéterminé ». Un seul œuf mort (blanc opaque) a été observé parmi les œufs identifiés.

En raison du nombre parfois très élevé d'œufs récoltés à certaines stations (jusqu'à 1 300), un sous-échantillon d'un minimum de 60 œufs était prélevé au hasard pour l'identification du stade de développement. Les œufs restants, pour lesquels le stade de développement n'était pas déterminé, se sont vus attribuer un stade de développement selon la proportion des différents stades identifiés à la station concernée.

2.2.2 Analyse des données relatives aux œufs d'esturgeon

Les nombres d'œufs d'esturgeon récoltés avec les plateaux ont été rapportés en termes de captures par unité d'effort (CPUE_p), l'unité d'effort étant la nuit•plateau. Des CPUE_p ont été calculées pour chaque station à chaque jour de levée des plateaux, en divisant le nombre total d'œufs présents sur la paire de plateaux par le nombre total de nuits•plateau écoulées depuis la dernière levée. Des CPUE_p quotidiennes moyennes ont également été calculées en divisant le nombre total d'œufs récoltés à toutes les stations lors d'une journée donnée par le nombre total de nuits•plateau écoulées depuis la dernière levée.

La date de ponte des œufs a été rétrocalculée à partir des stades de développement identifiés et de la température de l'eau de la rivière Saint-Maurice. Pour ce faire, nous avons utilisé la durée de chaque stade de développement embryonnaire à différentes températures, donnée par Dettlaff *et al.* (1983, 1993) pour l'esturgeon russe. La température moyenne de l'eau durant la période comprise entre chaque immersion et chaque levée des plateaux a été calculée, puis a été utilisée pour déterminer la valeur de t_0 (durée d'un cycle mitotique, en minutes) à appliquer pour les rétrocalculs, ceci à l'aide des graphiques présentés dans Dettlaff *et al.* (1993). Enfin, la date de ponte a été déterminée à partir des nombres de t_0 requis pour atteindre chaque stade de développement, tel que précisé par Dettlaff *et al.* (1983).

Puisque le nombre de plateaux immergés n'était pas toujours le même d'une nuit à l'autre, le nombre d'œufs pondus à chaque nuit, déterminé à partir des rétrocalculs, a été ajusté de manière à tenir compte de cette variation de l'effort d'échantillonnage. Ainsi, le nombre d'œufs pondus a été exprimé en termes de « nombre d'œufs/m² », en divisant le nombre brut d'œufs pondus lors d'une nuit donnée, par la superficie totale des plateaux immergés durant cette nuit (superficie d'un plateau : 0,2116 m²).

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1 Caractéristiques physiques de la frayère aménagée

L'apparence physique de la frayère aménagée a été vérifiée en plongée et à l'aide d'une caméra sous-marine.

Tel que prévu, la portion du chemin d'accès en eau qui était située près de la rive a été balayée par la crue (figure 6), car ce secteur reçoit la masse d'eau en provenance de la passe n° 1 de l'évacuateur. Seuls les matériaux très grossiers (blocs de 1 à 3 m³) ont subsisté à cet endroit sur une bande de 10 à 15 m de largeur à partir de la rive en étiage. Une partie des matériaux déplacés se sont relocalisés plus loin sur la nouvelle frayère sans en changer significativement la configuration. Les matériaux les plus fins se retrouvent près des berges en rive droite. Ailleurs, la frayère semble avoir conservé son aspect initial. Toutefois, il semble que la portion la plus en aval de la nouvelle frayère se soit un peu affaissée vers la fosse, car l'élévation de l'aménagement est inférieure à la cote 11,0 m à cet endroit (figure 6).

Les observations subaquatiques ont montré que la plupart des abris de courant (microsites de fraie) installés lors de l'aménagement de la nouvelle frayère, étaient présents et intacts. Ces observations ont également permis de constater que plusieurs plages de matériel de diamètre inférieur à 50 mm s'étaient maintenues derrière les abris de courant, dans les interstices du matériel plus grossier. En règle générale, les matériaux ont conservé l'hétérogénéité souhaitée derrière les abris de courant.

Les vitesses du courant mesurées sur le haut-fond existant, la frayère aménagée et en aval de celle-ci sont représentées à la figure 7. Les vitesses indiquées à la figure 7a ont été mesurées le 23 mai à un débit déversé de 294 m³/s et un débit turbiné de 832 m³/s à la centrale de La Gabelle. Les vitesses de 1,2 à 1,4 m mesurées à ce moment se situent à l'intérieur de la gamme de vitesses rapportée dans la littérature pour la fraie de l'esturgeon jaune au Québec, laquelle varie entre 0,25 et 1,72 m/s avec une classe modale de 0,81 à 1 m/s, et une moyenne de 0,98 m/s (Fortin *et al.*, 1992).

Le 29 mai (figure 7b) les vitesses ont été mesurées à débit déversé de 0 m³/s et un débit turbiné de 849 m³/s à la centrale de La Gabelle. Sous ces conditions de débit, les vitesses rencontrées sur le haut-fond existant et la frayère aménagée varient entre 0,8 et plus de 1,4 m/s (vitesse maximale enregistrée : 1,5 m/s ; annexe 6).

Ces deux séries de mesures montrent que le débit déversé à la centrale de La Gabelle influence la vitesse du courant sur la frayère, mais que même sous un débit déversé nul, les vitesses rencontrées sur la frayère de La Gabelle sont propices à la fraie de l'esturgeon jaune.

Réfection de la centrale La Gabelle
Suivi environnemental - printemps 2000

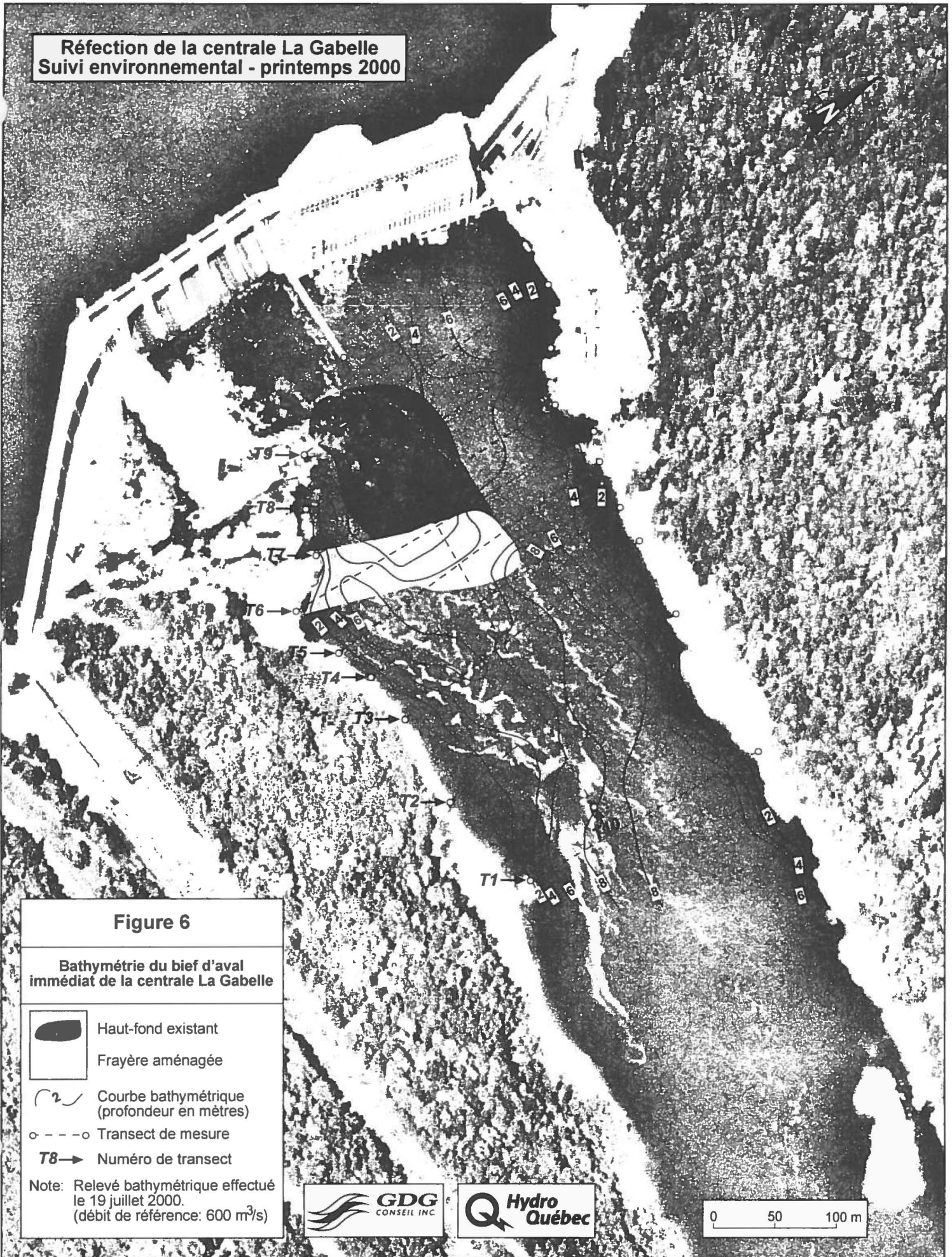






Figure 6

Bathymétrie du bief d'aval
immédiat de la centrale La Gabelle

-  Haut-fond existant
-  Frayère aménagée
-  Courbe bathymétrique (profondeur en mètres)
-  Transect de mesure
- T8** → Numéro de transect

Note: Relevé bathymétrique effectué le 19 juillet 2000.
(débit de référence: 600 m³/s)

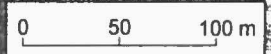




Figure 7

Distribution des courants de surface sur le haut-fond existant et la frayère aménagée le 23 mai (a) et le 29 mai (b)



Haut fond existant
Frayère aménagée

—1.2— Valeur des vitesses de courant (m/s)

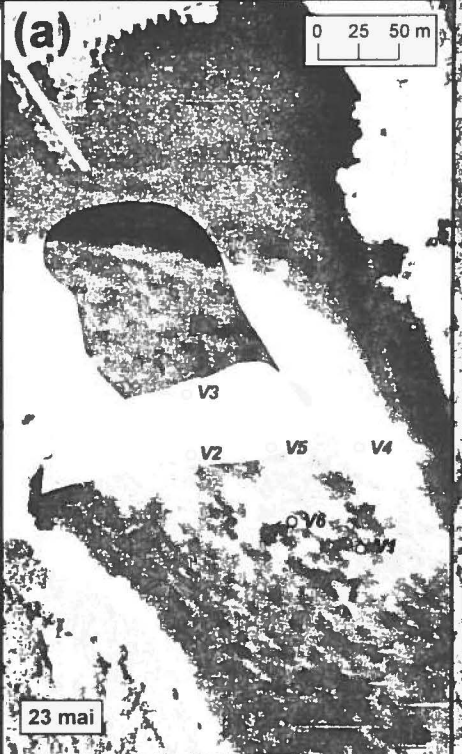
➔ Orientation des vitesses de courant

○ V4 Position des stations de mesure

Position des stations de mesure des vitesses de courant le 29 mai

(Débit turbiné: 849 m³/s - Débit déversé: 0 m³/s)

Station	Vitesse de courant (m/s)
V1	1,11
V2	1,36
V3	1,08
V4	1,13
V5	0,29
V6	0,65
V7	1,27
V8	1,50
V9	0,51
V10	0,37
V11	0,71
V12	0,68
V13	0,43
V14	1,11
V15	0,54
V16	0,43



Position des stations de mesure des vitesses de courant le 23 mai

(Débit turbiné: 832 m³/s - Débit déversé: 294 m³/s)

Station	Vitesse de courant (m/s)
V1	0,49
V2	1,33
V3	1,33
V4	1,36
V5	1,36
V6	1,19

3.2 Utilisation de la frayère aménagée par l'esturgeon jaune

3.2.1 Échantillonnage des œufs

Les œufs d'esturgeon jaune ont été récoltés entre le 18 et le 29 mai. Les dates et résultats détaillés des activités de capture sont décrits au tableau 1. L'abondance des œufs était nulle ou très faible les 18, 19, et 20 mai, de même que les 27, 28 et 29 mai (moins de 4 œufs/nuit·plateau) (tableau 2 et figure 8). Les œufs ont été récoltés majoritairement sur une période de 5 jours, soit du 21 au 25 mai. Le rétrocalcul des dates de ponte révèle d'ailleurs un pic de fraie entre le 21 et le 25 mai, soit à partir du moment où le débit total de la rivière Saint-Maurice a diminué sous les 1 400 m³/s et la température moyenne de l'eau est devenue supérieure à 10 °C (température maximale de 10,8 °C) (figure 9). À titre de comparaison, selon La Haye et Gendron (1994) les températures de fraie minimale et maximale rapportées pour l'espèce au Québec sont de 9 °C (rivière des Outaouais) et 21,5 °C (rivière l'Assomption). La gamme de températures la plus fréquemment mentionnée est de 11 à 15 °C. En ce qui concerne le pic de la fraie, à la frayère de la rivière des Prairies il est survenu à partir du 20 mai en 1996 à une température moyenne de l'eau de 13,3 °C, à partir du 25 mai en 1997 à une température de 12,2 °C (Dubuc *et al.*, 1997), et à partir du 4 mai en 1998 à une température de 12,8 °C (Thibodeau *et al.*, 1998). La température à laquelle est survenu le pic de fraie à La Gabelle en 2000 est donc de 2 à 3 °C plus froide que celle enregistrée à la rivière des Prairies.

Une faible proportion des œufs récoltés sur les plateaux sont des œufs qui ont dérivé de sites de ponte situés en amont des plateaux dans la rivière. Ainsi, à partir du 26 mai la date de ponte rétrocalculée de certains œufs était antérieure à l'opération de levée et de nettoyage des plateaux précédant celle de la date de récolte des œufs (ex. : des œufs récoltés le 26 mai auraient été pondus le 24 mai, malgré que les plateaux aient été entièrement nettoyés le 25 mai). C'était le cas pour un œuf récolté le 25 mai, 32 œufs récoltés le 26 mai, 12 œufs récoltés le 27 mai, 4 œufs récoltés le 28 mai et pour le seul œuf récolté le 29 mai.

3.2.1.1 Utilisation de la frayère aménagée et du haut-fond existant

En raison des débits élevés et des forts courants prévalant sur la nouvelle frayère au début de la campagne d'échantillonnage, les stations ont dû être positionnées en aval de celle-ci jusqu'au 22 mai. La figure 10 illustre la position des stations d'échantillonnage à chaque jour, les surfaces de fraie (nouvelle frayère et haut-fond existant) et les rendements en œufs (estimés par rétrocalcul des dates de ponte). Les positions des stations apparaissant à la figure 10 correspondent à la position approximative des plateaux sur le fond. Ces positions ont été estimées à partir des positions exactes des bouées à la surface (mesurées avec l'appareil GPS), auxquelles une distance de 14 m vers l'amont a été ajoutée pour compenser la longueur du câble reliant la bouée au substrat (environ 15 m).

Tableau 1 – Résultats détaillés des activités de capture des œufs d'esturgeon

Date de levée	Plateau levé (N° de plateau)	Provenance présumée des œufs ^a	Nuits d'échantillonnage	Nombre d'œufs d'esturgeon par paire de plateaux
19 mai	3	A	18 et 19 mai	0
	4	A	18 et 19 mai	0
	8	A	19 mai	1
	10	A	19 mai	0
20 mai	1	A	18, 19 et 20 mai	0
	2	A	18, 19 et 20 mai	2
	3	A	20 mai	2
	5	A	19 et 20 mai	0
	6	A	19 et 20 mai	2
	7	A	19 et 20 mai	7
	9	A	19 et 20 mai	7
22 mai	1	A	21 et 22 mai	47
	2	A	21 et 22 mai	68
	3	A	21 et 22 mai	126
	4	A	21, 22 et 23 mai	126
	5	A	21 et 22 mai	60
	6	A	21 et 22 mai	2
	7	A	21 et 22 mai	7
	9	A	21 et 22 mai	6
	23 mai	4	A	23 mai
24 mai	1	A	23 et 24 mai	96
	2	A	23 et 24 mai	127
	3	N	23 et 24 mai	257
	5	A	23 et 24 mai	7 ^b
	6	A	23 et 24 mai	110
	7	A	23 et 24 mai	82
	9	A	23 et 24 mai	146
25 mai	4	N	24 et 25 mai	1300
	11	HF	24 et 25 mai	3
26 mai	1	N	25 et 26 mai	39
	3	N	25 et 26 mai	48
	7	N	25 et 26 mai	25
	9	N	25 et 26 mai	39
27 mai	2	HF	25, 26 et 27 mai	4
	3	HF	27 mai	8
	11	HF	26 et 27 mai	3
28 mai	1	A	27 et 28 mai	3
	3	HF	28 mai	0
	7	A	27 et 28 mai	6
	9	N	27 et 28 mai	3
29 mai	1	N	29 mai	0
	3	N	29 mai	2
	7	N	29 mai	0
	9	N	29 mai	0
	11	N	28 et 29 mai	0

^a A = aval de la frayère aménagée ; N = frayère aménagée (nouvelle) ; HF = haut-fond existant.

^b Un seul plateau a pêché efficacement, l'autre était endommagé.

Tableau 2 – CPUE_p des œufs d'esturgeon, détaillés pour chaque date d'échantillonnage

Nuit d'échantillonnage	N° de plateau	Provenance présumée des œufs ^a	Nombre moyen d'œufs par paire de plateaux	CPUE _p ^c	CPUE _p quotidienne moyenne		
18 mai	1	A	0,0	0,0	0,0		
	2	A	0,0	0,0			
	3	A	0,0	0,0			
19 mai	4	A	0,0	0,0	0,5		
	1	A	0,0	0,0			
	2	A	1,0	0,5			
	3	A	0,0	0,0			
	4	A	0,0	0,0			
	5	A	0,0	0,0			
	6	A	1,0	0,5			
	7	A	3,5	1,8			
	8	A	1,0	0,5			
	9	A	3,5	1,8			
20 mai	10	A	0,0	0,0	3,3		
	1	A	0,0	0,0			
	2	A	1,0	0,5			
	3	A	2,0	1,0			
	4	A	42,0	21,0			
	5	A	0,0	0,0			
	6	A	1,0	0,5			
	7	A	3,5	1,8			
	9	A	3,5	1,8			
	21 mai	1	A	23,5		11,8	12,5
2		A	34,0	17,0			
3		A	63,0	31,5			
4		A	42,0	21,0			
5		A	30,0	15,0			
6		A	1,0	0,5			
7		A	3,5	1,8			
9		A	3,0	1,5			
22 mai		1	A	23,5	11,8	12,5	
		2	A	34,0	17,0		
	3	A	63,0	31,5			
	4	A	42,0	21,0			
	5	A	30,0	15,0			
	6	A	1,0	0,5			
	7	A	3,5	1,8			
	9	A	3,0	1,5			
	23 mai	1	A	48,0	24,0		36,1
		2	A	63,5	31,8		
3		N	128,5	64,3			
4		A	129,0	64,5			
5		A	3,5	3,5 ^b			
6		A	55,0	27,5			
7		A	41,0	20,5			
9		A	73,0	36,5			
24 mai		1	A	48,0	24,0	62,6	
		2	A	63,5	31,8		
	3	N	128,5	64,3			
	4	N	650,0	325,0			
	5	A	3,5	3,5 ^b			
	6	A	55,0	27,5			
	7	A	41,0	20,5			
	9	A	73,0	36,5			
	25 mai	11	HF	1,5	0,8		52,0
		1	N	19,5	9,8		
2		HF	1,3	0,7			
3		N	24,0	12,0			
4		N	650,0	325,0			
7		N	12,5	6,3			
9		N	19,5	9,8			
11		HF	1,5	0,8			
26 mai		1	N	19,5	9,8	6,5	
		2	HF	1,3	0,7		
	3	N	24,0	12,0			
	7	N	12,5	6,3			
	9	N	19,5	9,8			
	11	HF	1,5	0,8			
27 mai	1	A	1,5	0,8	1,4		
	2	HF	1,3	0,7			
	3	HF	8,0	4,0			
	7	A	3,0	1,5			
	9	N	1,5	0,8			
	11	HF	1,5	0,8			
28 mai	1	A	1,5	0,8	0,1		
	3	HF	0,0	0,0			
	7	A	3,0	1,5			
	9	N	1,5	0,8			
	11	N	0,0	0,0			
29 mai	1	N	0,0	0,0	0,2		
	3	N	2,0	1,0			
	7	N	0,0	0,0			
	9	N	0,0	0,0			
	11	N	0,0	0,0			

^a A = aval de la frayère aménagée; N = frayère aménagée (nouvelle); HF = haut-fond exstant.

^b Un seul plateau a pêché efficacement, l'autre était endommagé.

^c Captures par unité d'effort (nombre d'œufs d'esturgeon/nuit-plateau).

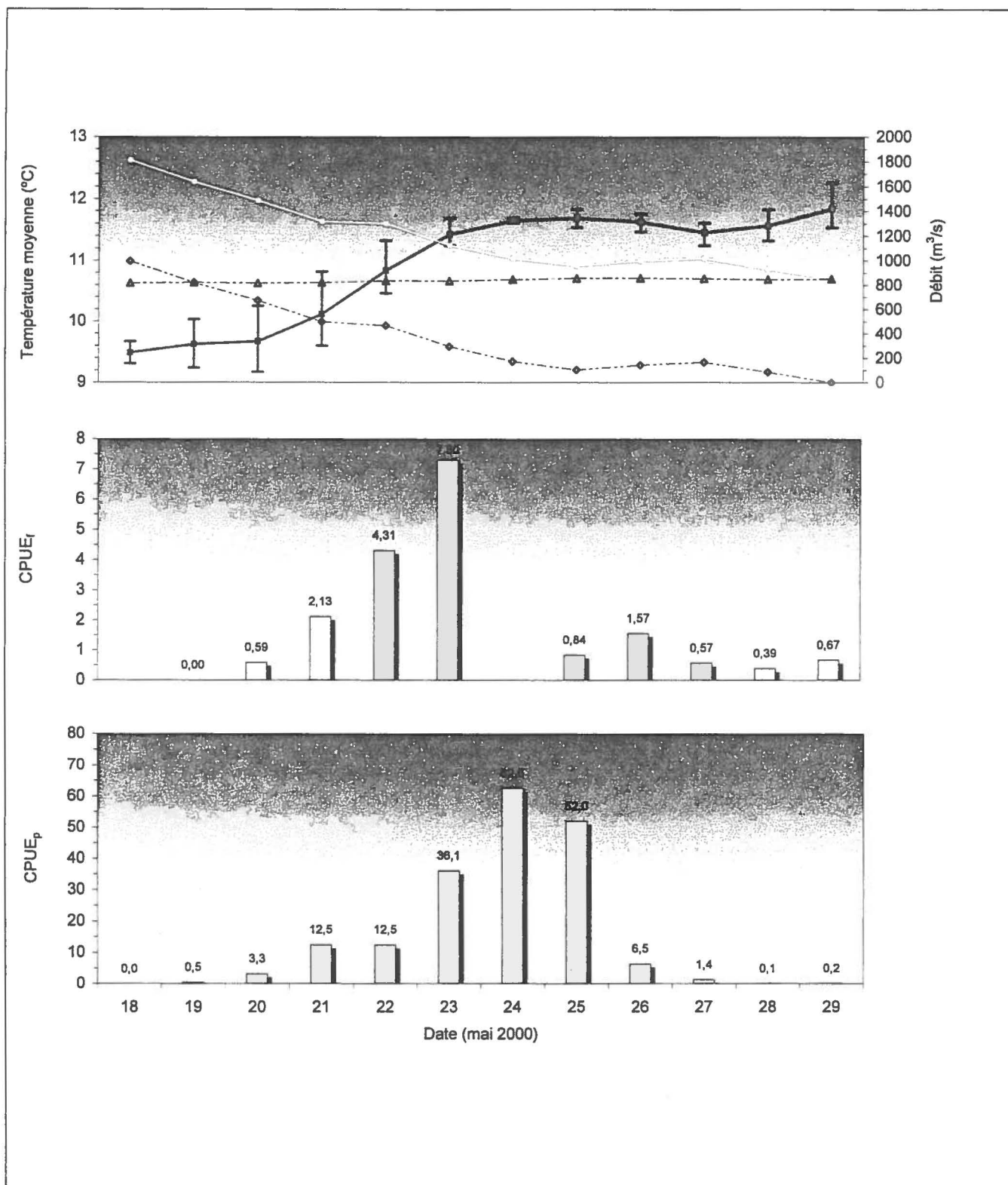


Figure 8 – Évolution de la température de l'eau (carrés rouges; ± min. et max.), du débit total (cercles jaunes), des CPUE_r (nb d'esturgeons/h·filet) et des CPUE_p (nb d'œufs d'esturgeon/nuit·plateau) lors de la campagne d'échantillonnage. Le débit turbiné (triangles sur trait pointillé) et le débit déversé (losanges sur trait pointillé) à la centrale de La Gabelle sont aussi indiqués.

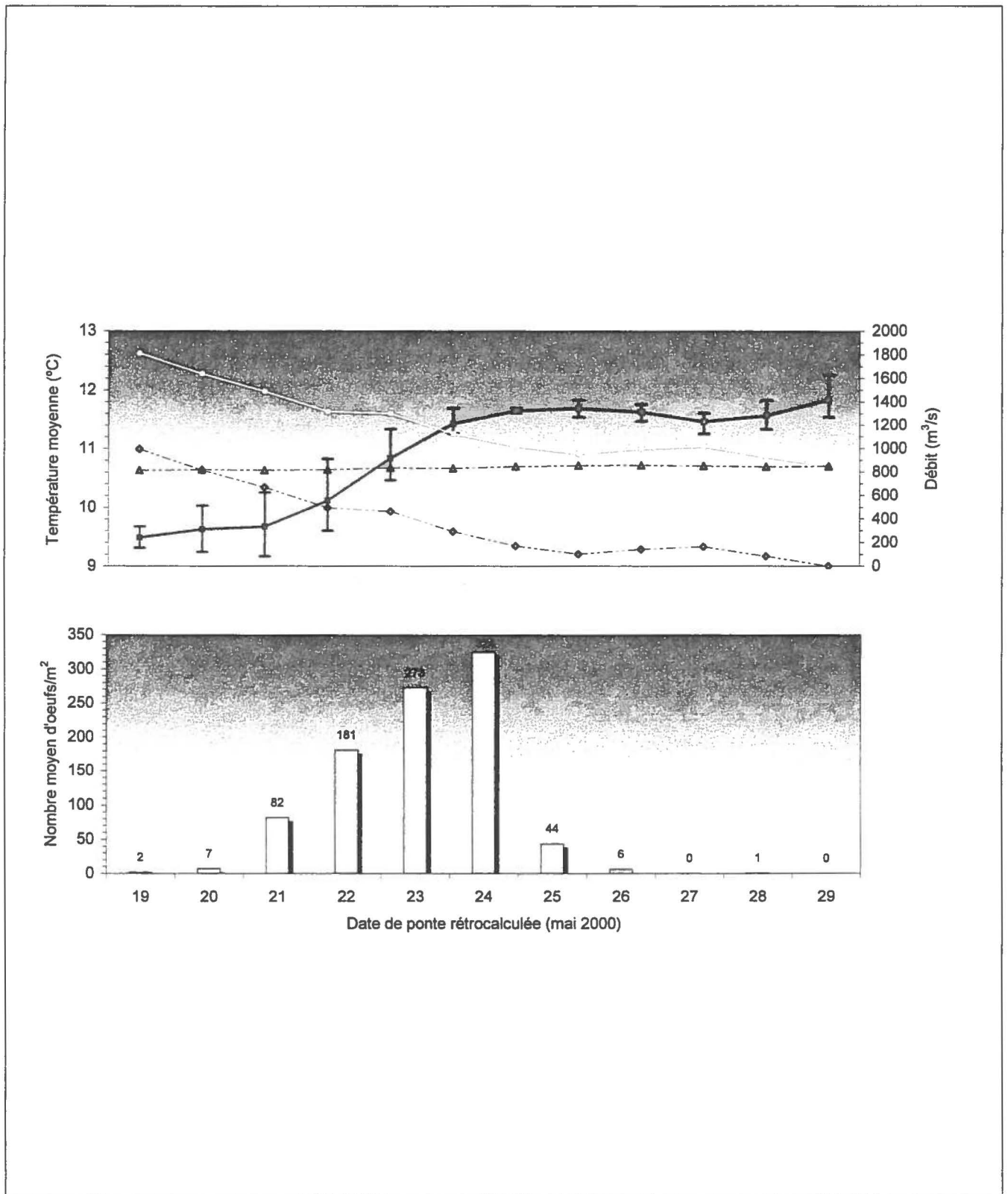
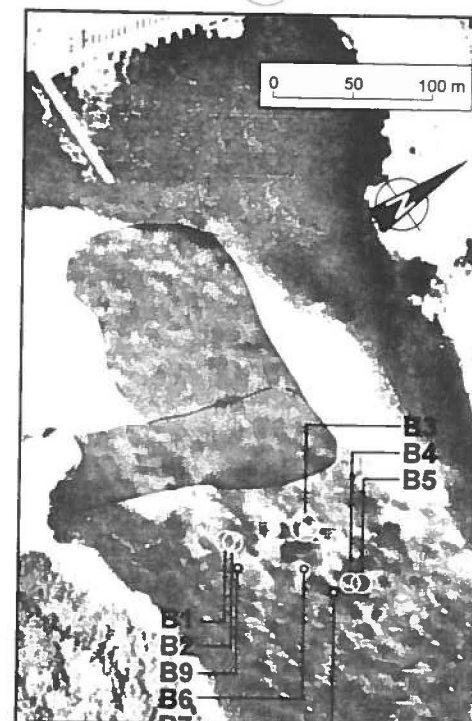
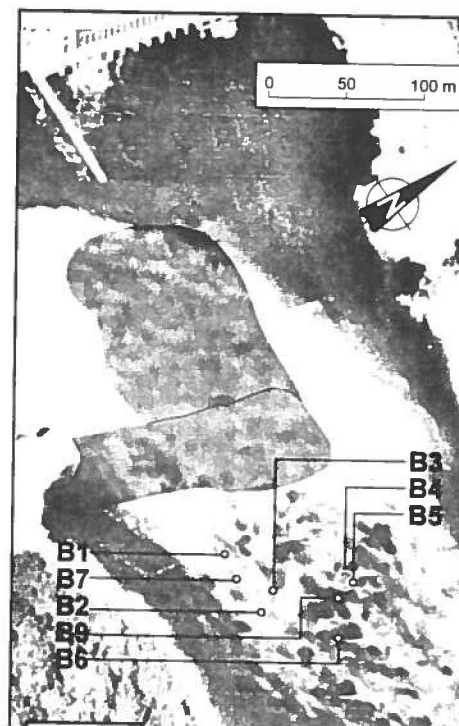
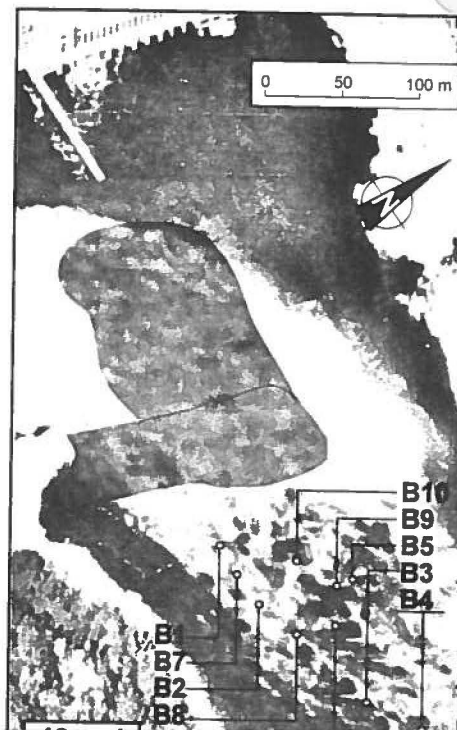
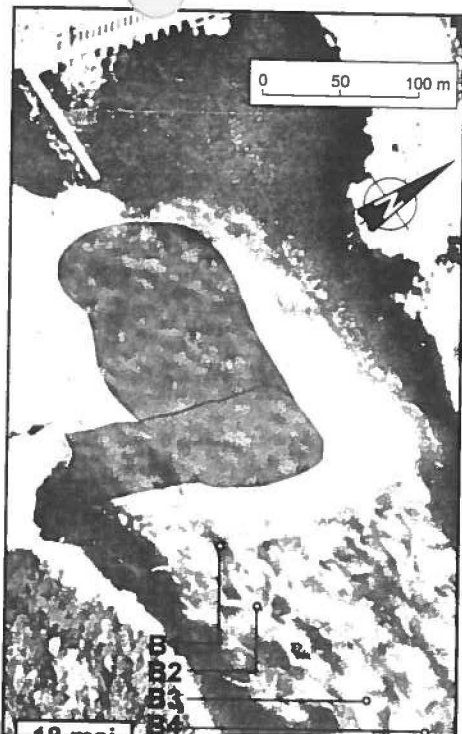


Figure 9 – Chronologie de la ponte de l'esturgeon jaune, en fonction de la température de l'eau (carrés rouges; ± min. et max.) et du débit total (cercles jaunes). Le débit turbiné (triangles sur trait pointillé) et le débit déversé (losanges sur trait pointillé) à la centrale de La Gabelle sont aussi indiqués.



**Réfection de la centrale La Gabelle
Suivi environnemental - printemps 2000**

Débit turbiné, débit évacué et niveau de l'eau en aval de la centrale La Gabelle lors de la campagne d'échantillonnage.

Date	Débit turbiné (m ³ /s)	Débit évacué (m ³ /s)	Débit total (m ³ /s)	Nombre de vannes ouvertes
17 mai	811	1223	2034	3
18 mai	814	995	1809	2
19 mai	819	817	1636	2
20 mai	815	670	1485	2
21 mai	819	496	1315	1
22 mai	834	465	1299	1
23 mai	832	294	1126	1
24 mai	846	172	1018	1
25 mai	855	103	958	1
26 mai	856	143	999	1
27 mai	852	166	1018	1
28 mai	845	85	930	1
29 mai	849	0	849	0

Figure 10

Chronologie et densité des dépôts d'oeufs d'esturgeon jaune en fonction des stations d'échantillonnage



Haut-fond existant

Frayère aménagée

B5 Identification de la station d'échantillonnage

Pour chaque station, la position illustrée correspond à la nuit d'échantillonnage se terminant à la date identifiée

Densité des oeufs*



0-10/m²

10-50/m²

50-100/m²

>100/m²

* La densité des oeufs a été estimée à l'aide du rétrocalcul des dates de ponte par l'examen des stades de développement embryonnaire des oeufs récoltés

Après le 22 mai, les stations ont été progressivement déplacées plus en amont sur la nouvelle frayère puis sur le haut-fond existant. Cependant, lorsque les débits ont suffisamment diminué pour qu'il soit possible de travailler simultanément sur le haut-fond existant et sur la nouvelle frayère, les activités de fraie de l'esturgeon étaient déjà assez avancées.

Par ailleurs, 10 plateaux positionnés sur le haut-fond existant ont été perdus (pris au fond ou vandalisés) ou endommagés ce qui a limité l'obtention de résultats à cet endroit. À noter que le haut-fond existant est un dépôt de matériaux datant de la construction de la centrale dans lequel on retrouve des tiges d'acier et autres débris métalliques. La récupération des engins de pêche est ardue lorsqu'ils sont pris dans ces armatures. Malgré cela, il a tout de même été possible de positionner quelques stations sur le haut-fond existant.

Les plateaux installés avant le 22 mai étaient tous situés en aval de la nouvelle frayère dans une zone où la profondeur variait entre 4 et 6 m, et même 8 m à quelques endroits (figures 6 et 10). Des plateaux ont aussi été installés à de telles profondeurs après le 22 mai. Les densités d'œufs importantes (jusqu'à 65 œufs/nuit•plateau; tableau 2) obtenues à ces endroits suggèrent que les esturgeons ont pu frayer à ces profondeurs. Ces profondeurs sont les plus élevées rapportées pour l'espèce, la plus grande profondeur rapportée dans la littérature étant de 4,6 m (Scott et Crossman, 1974). Vu les débits relativement élevés, il n'est pas exclu que les œufs provenaient de la nouvelle frayère puisque la pente du fond est relativement forte en aval de l'aménagement, conditions favorisant la dérive des œufs sur une plus grande distance. Néanmoins, il semble que la profondeur ne soit pas un facteur limitant pour la fraie de l'esturgeon jaune en aval de la centrale de La Gabelle, puisque des œufs avaient aussi été trouvés à plus de 3 m de profondeur en 1997 (GDG Conseil, 1997).

À partir de la journée du 22 mai, il a été possible de positionner des stations sur la nouvelle frayère. Des stations ont pu être positionnées sur le haut-fond existant à partir de la journée du 23 mai. Afin de comparer les rendements obtenus sur le haut-fond existant, sur la nouvelle frayère et en aval de celle-ci, le rendement moyen quotidien enregistré à partir de la nuit du 23 mai a été calculé pour chacune de ces trois portions de rivière (tableau 3). En moyenne, le rendement sur la nouvelle frayère était près de deux fois plus élevé qu'en aval de celle-ci (tableau 3). Sur le haut-fond existant, les rendements quotidiens moyens sont toujours demeurés à moins de 2 œufs/nuit•plateau, ce qui était respectivement 43 et 22 fois plus faible en moyenne que sur la frayère aménagée et en aval de celle-ci (tableau 3).

Tableau 3 – Capture des œufs d'esturgeon par secteur d'échantillonnage

Nuit d'échantillonnage	Provenance présumée des œufs					
	Haut-fond existant		Nouvelle frayère		Aval de la nouvelle frayère	
	CPUE _p moyennes	n ^a	CPUE _p moyennes	n	CPUE _p moyennes	n
23 mai	–	–	64,3	1	29,8	7
24 mai	0,8	1	194,7	2	24,0	6
25 mai	0,8	2	72,6	5	–	–
26 mai	0,8	2	9,4	4	–	–
27 mai	1,8	3	0,8	1	1,2	2
28 mai	0,0	1	0,4	2	1,2	2
29 mai	–	–	0,2	5	–	–
Moyenne^b	1,0	–	42,8	–	22,1	–

^a n = nombre de stations.

^b Moyenne calculée à partir des données brutes ($\sum \text{œufs} / \sum \text{nuits} \cdot \text{plateau}$).

La figure 10 montre que des résultats similaires sont obtenus lorsque l'on compare les nombres d'œufs nouvellement pondus (obtenus par rétrocalcul des dates de ponte). Les pontes les plus importantes sont survenues sur la nouvelle frayère et en aval de celle-ci, tandis que très peu d'œufs ont été pondus sur le haut-fond existant. Ces résultats sous-estiment possiblement l'utilisation du haut-fond existant, car des plateaux positionnés à des endroits stratégiques sur ce dernier n'ont pu être récupérés. De plus, en raison des forts courants qui ont persisté sur le haut-fond durant la majeure partie de la période de fraie (dans l'eau « blanche »), on ne peut écarter la possibilité que des œufs pondus à cet endroit aient dérivé jusqu'à la frayère aménagée.

À l'exception de la densité de 3 072 œufs/m² enregistrée à la station 4 les 24 et 25 mai, les densités d'œufs enregistrées aux autres stations (jusqu'à 607 œufs/m²) étaient toujours inférieures à la densité de 3 000 à 3 500 œufs/m² à partir de laquelle surviennent des mortalités embryonnaires occasionnées par la surdensité des œufs (Khoroshko et Vlasenko, 1970). Cependant, puisque les stations d'échantillonnage demeuraient rarement plus de deux jours au même endroit, les densités d'œufs récoltées sur les plateaux sous-estiment la densité réelle des œufs sur le substrat naturel adjacent, où des pontes ont été effectuées sur plusieurs jours consécutifs. Compte tenu de la forte densité d'œufs mesurée à certaines stations en seulement un ou deux jours d'échantillonnage, il apparaît probable que certains sites de ponte aient pu être saturés en œufs, notamment sur la frayère aménagée où les densités les plus importantes ont été obtenues.

Les débits élevés durant la période de fraie ont probablement limité l'utilisation du haut-fond existant au profit de la nouvelle frayère, où les vitesses de courant étaient plus faibles puisqu'elle se situe plus en profondeur (cote 11,0 m par rapport à 12,0 m pour le haut-fond existant). La période de fraie du printemps 2000 fut relativement courte et elle s'est déroulée à des débits élevés relativement à la moyenne. En effet, le débit total moyen enregistré durant la période d'échantillonnage au printemps 2000 (1 267 m³/s entre le 17 et le 29 mai) était en moyenne 25 % plus élevé que le débit total moyen pour la même période de l'année mesuré sur 20 ans (1 013 m³/s pour la période de 1977 à 1996) (figure 3). L'écart entre les débits du printemps 2000 et le débit moyen durant la fraie de l'esturgeon jaune au barrage de La Gabelle est encore plus grand lorsque l'on compare les débits de 2000, à ceux enregistrés par le passé à des températures de l'eau propices à la fraie de l'esturgeon. Les données ponctuelles de température de l'eau et de débit prises dans la rivière Saint-Maurice entre 1983 et 1996 ont été colligées lors de l'étude qui a précédé l'aménagement (GDG Environnement, 1997) et présentées à l'annexe 7. Selon ces données, le débit total moyen de la rivière est de 993 m³/s à une température de l'eau de 10 °C, de 803 m³/s à une température de l'eau de 11 °C et de 858 m³/s à une température de l'eau de 12 °C. Relativement à ces débits, ceux enregistrés au printemps 2000 étaient respectivement 49 %, 51 % et 12 % plus élevés pour les températures de l'eau de 10 °C (1 479 m³/s, entre le 19 et le 21 mai), 11 °C (1 213 m³/s, entre le 22 et le 23 mai) et 12 °C (962 m³/s entre le 24 et le 29 mai).

Bref, l'abondance élevée des œufs sur la frayère aménagée comparativement aux deux autres secteurs échantillonnés (haut-fond existant et aval de la frayère aménagée), suggère que la frayère aménagée apporte une contribution importante au début de la fraie lorsque les débits sont encore élevés et lors des années où l'hydraulité est forte durant la période de fraie, comme au printemps 2000.

3.2.1.2 Comparaison des CPUE_p : La Gabelle – rivière des Prairies

Les CPUE_p moyennes obtenues durant toute la période de fraie (*i.e.* durant la période de dépôt des œufs, déterminée par rétrocalcul des dates de ponte) ont été calculées pour la campagne d'échantillonnage du printemps 2000 à la centrale de La Gabelle et pour les campagnes de 1997, 1998 et 1999 à la rivière des Prairies (tableau 4). Les CPUE_p moyennes obtenues dans la présente étude entre le 19 et le 26 mai inclusivement, s'élèvent à 22,8 œufs/nuit•plateau. À la rivière des Prairies, le rendement moyen le plus élevé (3,55 œufs/nuit•plateau) fut obtenu au printemps 1997 (tableau 4). C'est également au printemps 1997 que fut enregistré le plus haut rendement à une station donnée à cet endroit soit 55,5 œufs/nuit•plateau. En comparaison, le plus haut rendement obtenu à La Gabelle à une station donnée se chiffre à 325,0 œufs/nuit•plateau (tableau 4). Des rendements de 64,5 et 64,3 œufs/nuit•plateau ont aussi été enregistrés à d'autres stations à La Gabelle au printemps 2000. Même en excluant les deux rendements de 325 œufs/nuit•plateau, le rendement moyen à La Gabelle demeure beaucoup plus élevé que ce qui a été mesuré à la rivière des Prairies, avec 12,9 œufs/nuit•plateau.

Tableau 4 – Comparaison des CPUE_p (nombre d'œufs d'esturgeon/nuit•plateau) maximales et moyennes entre les frayères de La Gabelle (2000) et de la rivière des Prairies (1997, 1998, 1999)

	La Gabelle	Rivière des Prairies		
	Printemps 2000 (19 – 26 mai) ^a	Printemps 1999 (5 – 13 mai)	Printemps 1998 (3 – 18 mai)	Printemps 1997 (22 mai – 9 juin)
CPUE _p maximale à une station	325,0	14,6	28,0	55,5
CPUE _p moyenne durant la période de fraie ^b	22,8	0,76	1,44	3,55

^a Les dates entre parenthèses indiquent les périodes de fraie à chaque année, déterminées par rétrocalcul des dates de ponte.

^b CPUE_p moyenne durant la période de fraie : nombre total d'œufs récoltés à toutes les stations durant la période de fraie/nombre total de nuits-plateau durant cette période.

Les rendements en œufs au barrage de La Gabelle se sont donc avérés plus élevés que sur la frayère de la rivière des Prairies entre 1997 et 1999 (au moins six fois plus élevés en moyenne). Cependant, la frayère de La Gabelle est plus restreinte en superficie que celle de la rivière des Prairies et les activités de fraie y sont par conséquent plus faciles à circonscrire, ce qui pourrait expliquer les différences observées. De plus, la fraie à la centrale de La Gabelle en 2000 s'est étalée sur 8 jours comparativement à une durée variant entre 9 et 19 jours à la rivière des Prairies. Ces résultats démontrent tout de même que le nouvel aménagement répond visiblement aux exigences de l'esturgeon jaune en matière de reproduction. L'utilisation intensive de la nouvelle frayère au printemps 2000 suggère que cet ajout en surface de fraie au barrage de La Gabelle a eu un effet positif sur le succès de la fraie de l'esturgeon jaune au printemps 2000.

En dehors de la nouvelle frayère, l'esturgeon jaune utilise d'autres sites dans le bief d'aval de la centrale de La Gabelle comme l'ont confirmé les travaux effectués en 1997. Des œufs d'esturgeon avaient alors été récoltés à 600 m en aval de la centrale en rive droite, et à 900 m en aval de la centrale en rive gauche (GDG Conseil, 1997). Le premier kilomètre en aval du barrage de La Gabelle apparaît donc comme un site de reproduction important pour la population d'esturgeon jaune du fleuve Saint-Laurent.

3.2.2 Échantillonnage des géniteurs d'esturgeon jaune

Un total de 133 esturgeons jaunes ont été capturés durant les 10 jours de pêche expérimentale (19 au 29 mai). De ce nombre, 129 ont été marqués et remis en liberté, deux ont été recapturés et deux ont été échappés avant la prise de mesures. Les valeurs moyennes quotidiennes des captures par unité d'effort (CPUE_f: nombre d'esturgeons/heure•filet, pour les filets à mailles de 7, 9 et 9,5") ont été maximales du 21 au 23 mai (2,13 à 7,30 esturgeons/heure•filet), avec un second pic d'abondance le 26 mai (1,57 esturgeon/heure•filet) (figure 8).

La totalité des captures d'esturgeons a été faite dans les filets à mailles de 7" (60 individus) ou 9-9,5" (73 individus) (tableau 5). Les CPUE obtenues avec ces deux types de filets sont similaires, soit 1,22 et 1,32 esturgeon/heure-filet respectivement. Les filets à mailles de 12" n'ont permis de capturer aucun poisson. Ceci contraste avec les résultats obtenus à la même frayère en 1990, où 41 géniteurs avaient été capturés avec des filets à mailles de 12", pour une CPUE moyenne de 0,31 esturgeon/heure•filet dans ces filets (Lamontagne et Gilbert, 1990). Pourtant, 85 esturgeons capturés au printemps 2000 étaient suffisamment gros pour être pris dans des filets à mailles de 12", considérant que la longueur à la fourche minimale des esturgeons pris dans cette grosseur de maille était de 870 mm en 1990. L'absence de captures dans les filets à mailles de 12" lors de la présente étude pourrait s'expliquer par le fait que leurs mailles étaient de couleur blanche (filets verts en 1990), ce qui peut avoir rendu les filets plus visibles pour les poissons. Pour cette raison, le calcul des CPUE_f du printemps 2000 ne tient pas compte des efforts de pêche déployés avec les filets à mailles de 12".

Tableau 5 – Captures, effort de pêche et CPUE pour chaque type de filet maillant

Espèce	Nombre total de captures	Captures (CPUE ^a)				
		Filet maillant 3" (7,6 cm)	Filet maillant 4" (10,2 cm)	Filet maillant 7" (17,8 cm)	Filet maillant 9 – 9,5" (22,9–24,1 cm)	Filet maillant 12" (30,5 cm)
Esturgeon jaune	133 ^b	0 (0,00)	0 (0,00)	60 (1,22)	73 (1,32)	0 (0,00)
Meunier rouge	20	20 (4,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)
Carpe	7	0 (0,00)	0 (0,00)	5 (0,10)	2 (0,04)	0 (0,00)
Doré jaune	1	1 (0,20)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)
Grand brochet	1	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (0,02)	0 (0,00)	0 (0,00)
Captures totales	159	21	0	66	75	0
Effort de pêche total (h•filet)	166,1	5,0	1,3	49,0	55,4	55,4
CPUE totales	1,0	4,2	0,0	1,4	1,4	0,0

^a CPUE : captures par unité d'effort (nombre de poissons/h•filet).

^b Incluant deux recaptures.

Sur les 128 esturgeons capturés, 79 % étaient des mâles, seulement 2 % étaient des femelles et 20 % étaient des spécimens dont le sexe n'a pu être déterminé (tableau 5). Les statistiques portant sur la longueur à la fourche et les fréquences relatives des différents stades de maturité sont présentées au tableau 6. Les résultats des mesures prises sur chacun des poissons sont présentés à l'annexe 8.

Tableau 6 – Effectif, longueur à la fourche et fréquence relative des stades de maturité pour chacun des sexes de l'esturgeon jaune

Sexe	n	Longueur à la fourche (mm)			Fréquence relative des stades de maturité (%) ^a						
		Moyenne	min.	max.	Ind.	4 ou moins	5	6	7	8	Total
Mâle	101	1 081 ± 125 ^c	775	1 430	0	4	15	72	9	0	100
Femelle	3	1 090 ± 250	809	1 290	0	0	0	67	33	0	100
Ind. ^b	25	1 061 ± 151	840	1 360	76	8	0	0	0	16	100

^a Stades de maturité déterminés selon Kesteven (1960), voir le texte.

^b Ind. : Indéterminé.

^c Écart type.

L'évolution temporelle du stade de maturité des esturgeons concorde avec les dates de ponte rétrocalculées. Le tableau 7 présente la proportion des esturgeons capturés qui étaient en état de maturation des gonades ou en début de fraie (stades 4, 5 et 6) et la proportion de ceux qui avaient déjà frayé ou dont la fraie était terminée (stades 7 et 8), pour chaque journée d'échantillonnage. Jusqu'au 23 mai, plus de 97 % des esturgeons capturés n'avaient pas encore frayé ou étaient seulement en début de fraie, tandis qu'à partir du 25 mai, de 12 à 50 % des esturgeons avaient frayé (tableau 7). Ceci concorde avec la baisse drastique du nombre d'œufs pondus à partir du 25 mai (figure 9).

La proportion des esturgeons mâles, qui n'avaient pas encore frayé entre le 25 et le 29 mai, était importante (toujours au moins 50 % des captures) malgré que le dépôt d'œufs était presque nul après le 25 mai. Ceci indique qu'une proportion importante des mâles qui se rendent sur la frayère n'ont pas l'occasion de se reproduire. Ce résultat, jumelé au faible nombre de femelles capturées, suggère un déséquilibre du sexe-ratio en faveur des mâles lors de la fraie. Dans leur revue de la littérature, Fortin *et al.* (1992) soulignent que les femelles fraient le plus souvent aux 4 à 6 ans au Québec, tandis que les mâles fraient aux 2 ans. En présumant que tous les esturgeons de sexe indéterminé capturés étaient des femelles (ce qui n'était probablement pas le cas), le sexe-ratio observé dans la présente étude (F : M = 0,28) se rapproche du sexe-ratio théorique pour une reproduction des femelles à tous les 6 ans et une reproduction des mâles à tous les deux ans (F : M = 0,33). En calculant le sexe-ratio seulement avec les femelles dont le sexe a été déterminé avec certitude, le sexe-ratio (F : M) diminue à 0,03. Ceci est très inférieur au sexe-ratio théorique de 0,33 et pourrait indiquer un déséquilibre du sexe-ratio de la population étudiée.

Tableau 7 – Évolution temporelle du stade de maturité de l'esturgeon jaune

	Date (mai 2000)									
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Stades 4, 5 et 6 (%)	–	100	100	97	–	50	88	71	50	50
Stades 7 et 8 (%)	–	0	0	3	–	50	12	29	50	50

3.2.2.1 Comparaison des CPUE_f et des longueurs entre 1990 et 2000

▪ Comparaison des CPUE_f

Les CPUE_f obtenues au printemps 2000 étaient nettement plus élevées que celles obtenues au printemps de 1990 (figure 11) à la frayère de La Gabelle. Les CPUE_f moyennes étaient de 1,27 esturgeon/h•filet au printemps 2000 (filets à mailles de 7, 9 et 9,5" seulement), tandis qu'elles étaient de 0,26 esturgeon/h•filet en 1990 (filets à mailles de 7, 9 et 12" seulement). À noter que les CPUE de la saison 1990 ont été calculées en considérant uniquement les pêches tenues entre le 13 mai et le 2 juin, soit durant la période où des esturgeons ont été capturés dans les filets. Les pêches tenues avant et après cette date (pour la capture d'autres espèces) n'ont pas été considérées dans le calcul de la moyenne.

L'augmentation des CPUE_f au printemps 2000 est statistiquement significative (test de Kruskal-Wallis, $P = 0,006$; test non paramétrique requis car distributions non normales et variances non homogènes). Cependant, en raison de deux interruptions de trois jours consécutifs de l'effort de pêche en 1990 (24 au 26 et 28 au 30 mai), il se peut que le pic de fraie de l'esturgeon jaune ait été partiellement manqué durant la campagne d'échantillonnage de 1990. Les objectifs de la campagne de 1990 ne visaient pas à estimer le nombre de géniteurs.

Par ailleurs, la différence entre les deux campagnes pourrait s'expliquer par la conjonction des trois éléments suivants :

- l'hydraulicité relativement plus forte durant la période de fraie du printemps 2000 ;
- l'augmentation de l'attrait du milieu pour la fraie de l'esturgeon jaune résultant de l'aménagement de la nouvelle portion de frayère effectué en 1999 et ;
- l'interruption définitive des activités associées au flottage du bois survenue entre les deux années d'échantillonnage sur la rivière Saint-Maurice.

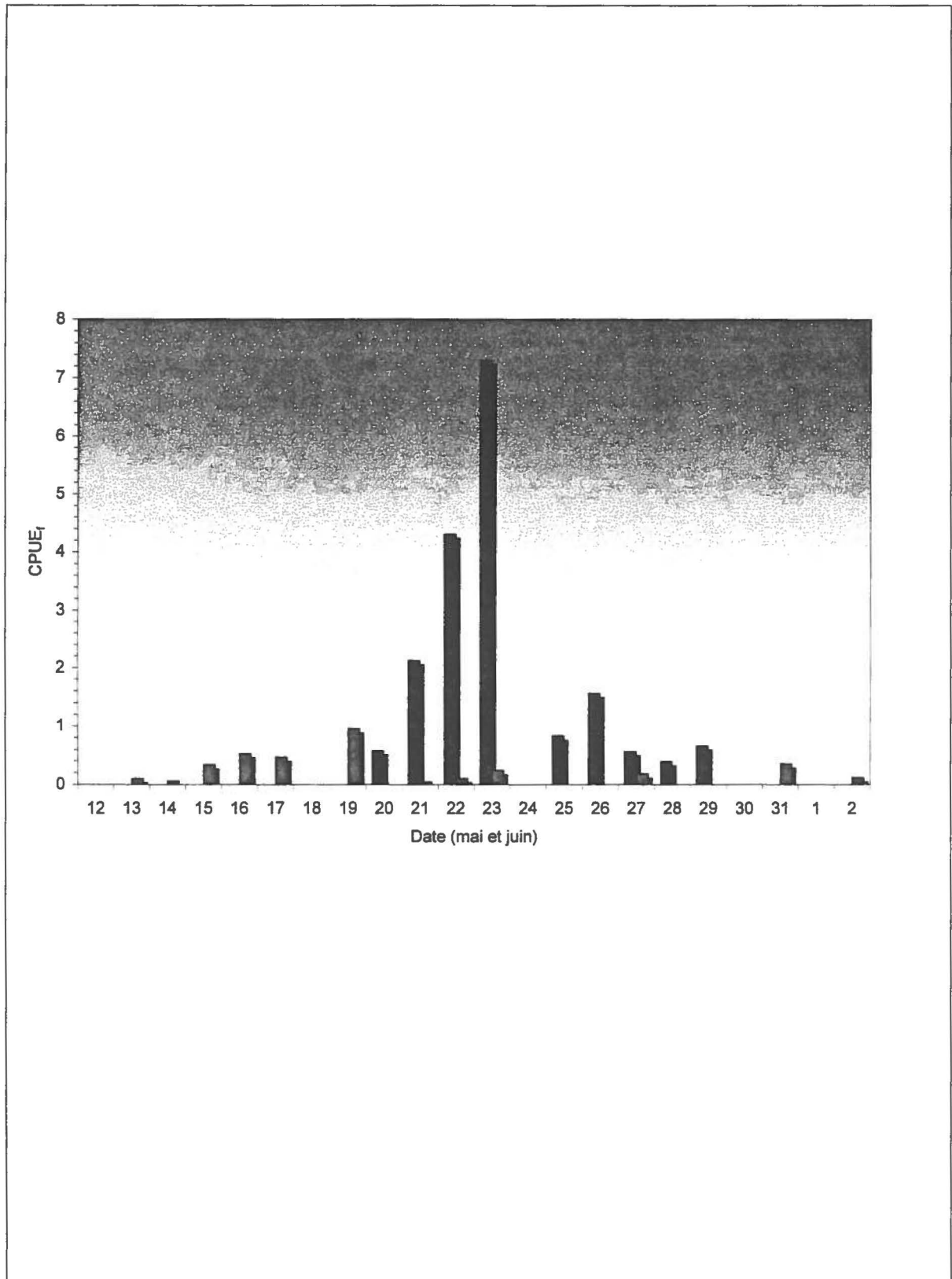


Figure 11 – Comparaison des CPUE_f (nombre d'esturgeons/heure•filet) entre 1990 (rouge) et 2000 (bleu) à la frayère de La Gabelle.

Pour ce qui est de l'hydraulicité, il y a eu une différence marquée du débit de la rivière entre les printemps 1990 et 2000. En 1990, après la forte crue de la fin avril, le débit total de la rivière a chuté à $675 \text{ m}^3/\text{s}$ le 13 mai, au moment où la température de l'eau franchissait pour la première fois $10 \text{ }^\circ\text{C}$. Par la suite, le débit a varié entre 500 et $925 \text{ m}^3/\text{s}$. Ces débits étaient faibles comparativement à ceux du printemps 2000 qui sont demeurés dans l'ensemble entre 900 et $1\,500 \text{ m}^3/\text{s}$ durant la période de fraie (figure 3 ; annexe 9). Il est probable que l'important appel d'eau au printemps 2000 ait augmenté l'attrait de la rivière et de cette frayère pour les géniteurs tout en facilitant leur montaison.

De plus, il semble que la frayère aménagée ait été très attrayante en condition de forts débits. Les résultats obtenus indiquent d'ailleurs que plusieurs géniteurs ont choisi ce site en 2000 pour s'y reproduire bien qu'il soit possible qu'ils puissent visiter plus d'une frayère lors d'une même saison de reproduction avant de se reproduire. L'esturgeon jaune du couloir fluvial du Saint-Laurent ne présenterait d'ailleurs qu'un seul génotype (Fortin *et al.*, 1992), suggérant qu'il n'y a pas d'isolement des stocks reproducteurs. Notons à ce sujet qu'un des esturgeons étiquetés en 1990 en période de fraie à la centrale de La Gabelle a été repris au port de Montréal 24 jours plus tard (Mailhot *et al.*, 1991).

L'arrêt des activités de flottage du bois sur la rivière Saint-Maurice est survenu en 1993. En 1990, les billes de bois étaient déversées en aval par la 6^e passe de l'évacuateur orientée directement sur la frayère et plusieurs déversements de billes de bois se sont produits durant la période de fraie de l'esturgeon jaune. Le passage des billes et des écorces pouvait de toute évidence chasser les géniteurs du site et pouvait également « éroder » les œufs déposés avant le passage des billes. Ces raisons portent à croire que l'attrait de cette frayère pour les géniteurs pourrait être supérieur en 2000 à ce qu'il était en 1990.

▪ Comparaison des longueurs

Les longueurs totales indiquées dans le rapport 1990 (Lamontagne et Gilbert, 1990) ont été transformées en longueurs à la fourche selon la formule donnée par Fortin *et al.* (1992) pour l'esturgeon jaune du Saint-Laurent :

La longueur à la fourche moyenne des esturgeons mâles obtenue dans la présente étude ($1\,081 \pm 124 \text{ mm}$, $n = 101$) n'était pas significativement différente de celle des poissons capturés en 1990 ($1\,069 \pm 125 \text{ mm}$, $n = 100$) (ANOVA, $P = 0,544$).

Chez les femelles, la longueur à la fourche moyenne ($1\,090 \pm 250 \text{ mm}$, $n = 3$) était plus faible qu'en 1990 ($1\,407 \pm 99 \text{ mm}$, $n = 9$). Toutefois, le nombre de femelles est trop faible pour tirer de cette comparaison une conclusion rigoureuse.

3.2.2.2 Estimations de l'abondance des géniteurs par marquage - recapture

En 1990, un total de 128 esturgeons avaient été capturés. De ce nombre, 103 avaient été marqués et 3 spécimens marqués avaient été recapturés (Lamontagne et Gilbert, 1990). Au printemps 2000, des 128 esturgeons jaunes marqués seulement deux ont été recapturés. Le nombre très faible de recaptures ne permet pas d'estimer le nombre d'individus ayant fréquenté la frayère. Ces résultats suggèrent que la durée du séjour des géniteurs au site de la frayère est très courte.

3.3 Utilisation de la frayère aménagée par les autres espèces

Le meunier rouge (*Catostomus catostomus*), la carpe (*Cyprinus carpio*), le doré jaune (*Stizostedion vitreum*) et le Grand brochet (*Esox lucius*) ont été capturés en plus des esturgeons lors des pêches aux filets maillants (tableau 5). Le meunier rouge était particulièrement abondant, avec des CPUE de 4 poissons/heure*filet dans les filets à mailles de 3".

L'achigan à petite bouche (*Micropterus dolomieu*) et le crapet de roche (*Ambloplites rupestris*) ont aussi été vus sur la frayère lors des activités de plongée et de tournage sous-marin tenues le 9 juin et le 19 juillet 2000. Ces espèces ont été observées en comportement de fraie (*i.e.* défense d'un territoire et/ou d'un nid) le 9 juin à des températures propices à la fraie de ces espèces. Ces mêmes espèces avec le doré jaune ont été observées sur l'aménagement le 19 juillet. Elles utilisent donc le site comme habitat estival pour s'y alimenter.

Lors de l'échantillonnage des œufs d'esturgeon avec les substrats artificiels, 12 œufs de meunier, 10 œufs de doré (vraisemblablement de doré jaune puisqu'il s'agit de l'espèce de doré la plus fortement représentée à La Gabelle) et 16 œufs d'espèce(s) non identifiée(s) ont été récoltés. La présence de nombreuses laquaïches argentées révélée par les captures locales des pêcheurs sportifs suggère qu'il pourrait s'agir d'œufs de cette espèce. Ces captures témoignent de l'utilisation de la frayère pour la reproduction par d'autres espèces que l'esturgeon jaune. Cependant, la technique d'échantillonnage utilisée ne permet pas de déterminer l'abondance des œufs de ces espèces sur la frayère, puisque comparativement aux œufs d'esturgeon jaune, les œufs capturés étaient peu adhésifs et un certain nombre ont pu être emportés par le courant lors de la remontée des substrats artificiels à la surface. Également, il peut s'agir d'œufs pondus plus tôt dans la saison qui se décrochent ponctuellement.

Il est présumé qu'avec des débits inférieurs, le doré et les meuniers auraient pu utiliser davantage la nouvelle frayère, puisque les matériaux utilisés pour sa conception respectent les exigences de ces espèces. Dans les faits, les vitesses de courant sur la nouvelle frayère étaient limitantes lors de l'atteinte des températures propices à la fraie de ces espèces (voir annexe 2).

4 CONCLUSION

L'ensemble des résultats obtenus, lors de l'échantillonnage du dépôt des œufs, montrent que la frayère aménagée a été très utilisée par l'esturgeon jaune au printemps 2000 :

- Les meilleurs rendements et les plus fortes densités d'œufs d'esturgeon jaune ont été obtenus sur la frayère aménagée et, dans une moindre mesure, en aval de celle-ci. Le rendement moyen sur la frayère aménagée était près de deux fois plus élevé que dans le secteur situé plus en aval.
- Le rendement moyen en œufs obtenu à La Gabelle était six fois plus élevé que le rendement moyen le plus élevé obtenu à la frayère de la rivière des Prairies entre 1997 et 1999.
- Compte tenu de la forte densité d'œufs mesurée à certaines stations sur la frayère aménagée en seulement un ou deux jours d'échantillonnage, il apparaît probable que certains sites de ponte ont été saturés en œufs à la fin de la période de fraie.

Par rapport à la frayère aménagée, on ne peut quantifier avec précision l'utilisation relative du haut-fond existant, car peu de plateaux ont pu y être installés durant le pic de la fraie en raison des forts courants, et plusieurs des plateaux qui y ont été installés par la suite ont été perdus. Quelques plateaux ont tout de même pu être installés sur le haut-fond existant. Cependant, les rendements y sont toujours demeurés faibles, à moins de 2 œufs/jour•plateau, ce qui suggère que le site fut relativement peu utilisé.

Les pêches expérimentales indiquent qu'un grand nombre de géniteurs fréquentent le bief aval de la centrale de La Gabelle au printemps pour s'y reproduire. Les rendements de pêche suggèrent une augmentation de l'abondance des géniteurs au printemps 2000 comparativement à 1990 (1,27 vs 0,26 esturgeon/h•filet). Cette différence pourrait s'expliquer par la conjonction des forts débits au moment de la fraie, de la présence de la frayère aménagée et de l'interruption des déversements de billes de bois flottées survenu depuis 1990. Les résultats suggèrent en outre que le prolongement de la frayère vers l'aval a contribué à diminuer la sensibilité du site en le rendant propice à la fraie pour une plus vaste gamme de débits.

L'évolution temporelle du stade de maturité des géniteurs au cours de la période de fraie indique qu'une proportion importante des mâles n'auraient pas eu l'occasion de se reproduire. Jumelé au faible nombre de femelles capturées, ce résultat suggère un déséquilibre du sexe-ratio en faveur des mâles lors de la fraie. En présumant que tous les esturgeons de sexe indéterminé étaient des femelles (ce qui n'est probablement pas le cas), le sexe-ratio observé ($F : M = 0,28$) se rapproche du sexe-ratio théorique pour une reproduction des femelles à tous les six ans et une reproduction des mâles à tous les deux ans (0,33). Ceci s'accorde avec la périodicité de la fraie observée ailleurs au Québec (Fortin *et al.* 1992). Cependant, en calculant le sexe-ratio seulement avec les femelles dont le sexe a été déterminé avec certitude, le sexe-ratio ($F : M$) diminue à 0,03. Ceci est très inférieur au sexe-ratio théorique de 0,33 et pourrait indiquer un déséquilibre du sexe-ratio de la population étudiée.

La mesure des variables environnementales au site de fraie suggère que la profondeur de l'eau ne constitue pas un facteur limitant pour la fraie de l'esturgeon jaune en aval du barrage de La Gabelle. Ainsi, des dépôts importants d'œufs (> 30 œufs/jour·plateau) ont été notés sur la pente de remblai en aval de l'aménagement à des profondeurs allant jusqu'à 8 m. Le pic de la fraie de l'esturgeon est survenu entre le 21 et le 25 mai 2000. À ce moment, le débit total de la rivière Saint-Maurice a diminué sous les 1 400 m³/s et la température moyenne de l'eau a franchi 10 °C (température maximale de 10,8 °C).

L'objectif visant à évaluer l'utilisation de l'aménagement par d'autres espèces de poissons a été partiellement atteint. Durant la période de fraie du doré jaune et des meuniers (7 à 10 °C), il n'a pas été possible de travailler sur la frayère aménagée car le débit était trop fort. D'ailleurs, il est présumé que ces espèces n'ont pu utiliser l'aménagement, car les vitesses du courant étaient nettement trop élevées à l'atteinte des températures propices. Des œufs de meunier, de doré et d'une autre espèce (possiblement la laquaïche argentée) ont été récoltés par la suite sur les plateaux à œufs, confirmant ainsi l'utilisation du site par ces espèces. Les observations subaquatiques ont révélé que l'achigan à petite bouche et le crapet de roche ont aussi utilisé la frayère pour se reproduire.

Suite à la crue du printemps 2000, la frayère a conservé dans l'ensemble son aspect initial. Les seules portions modifiées sont le tronçon du chemin d'accès en eau située près de la rive de roc qui a été balayée par la crue et la portion de l'aménagement la plus en aval près de la rive gauche qui semble s'être un peu affaissée vers la fosse. Même si la profondeur de la frayère s'est accrue à cet endroit, cela n'a pas semblé affecter les géniteurs, puisque d'importantes quantités d'œufs ont été déposées dans ce secteur et en aval. La plupart des abris de courant (microsites de fraie) étaient présents et intacts. En général, les matériaux ont conservé l'hétérogénéité souhaitée derrière les abris de courant.

En résumé, la frayère aménagée et la pente de remblai en aval de celle-ci ont été très utilisées par l'esturgeon jaune au printemps 2000. Le haut-fond existant, dépourvu d'abris de courant, semble avoir été moins utilisé. Il est probable que les vitesses du courant étaient trop élevées dans ce secteur au moment du pic de la fraie. L'utilisation intensive de la frayère aménagée suggère que sa contribution est importante au début de la fraie, lorsque les débits sont encore élevés et lors des années où l'hydraulicité est forte durant la période de fraie, comme au printemps 2000.

5 RÉFÉRENCES

Dettlaff, T.A., Ginsburg, A.S. et Schmalhausen, O.I. 1983. *Maturation of oocytes and ovulation (Chapter 1. part only), Embryo development (Chapter 2, part only)*. Translation of Fisheries and Aquatic Sciences, N° 4979.

Dettlaff, T.A., Ginsburg, A.S. et Schmalhausen, O.I. 1993. *Sturgeon fishes. Developmental biology and aquaculture*. Springer-Verlag, New York.

Dubuc, N., Thibodeau, S. et Fortin, R. 1997. *Impact de l'aménagement d'un nouveau secteur de frayère sur l'utilisation du milieu en période de fraie et le succès de reproduction de l'esturgeon jaune (Acipenser fulvescens) à la frayère de la rivière des Prairies au printemps de 1997*. Rapport préparé pour la Direction Production, Beauharnois-Gatineau, Hydro-Québec. Département des sciences biologiques, Université du Québec à Montréal. 83 p. + annexes.

Fortin, R., Guénette, S. et Dumont, P. 1992. *Biologie, exploitation, modélisation et gestion des populations d'esturgeon jaune (Acipenser fulvescens) dans 14 réseaux de lacs et de rivières du Québec*. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune et Service de la faune aquatique, Montréal et Québec. 213 p.

GDG Conseil inc. 1997. *Surveillance et suivi de la fraie de l'esturgeon jaune au printemps 1997. Projet La Gabelle – Réfection des aspirateurs. Programme de surveillance et de suivi environnemental*. Rapport présenté à Hydro-Québec, vice-présidence Ingénierie et Services, Service Études environnementales. 22 p. + annexes.

GDG Conseil inc. 1999. *Projet de réfection de la centrale La Gabelle. Aménagement d'une frayère pour l'esturgeon jaune. Bilan des travaux – 1999*. Rapport présenté à Hydro-Québec. 10 p. + annexes.

GDG Environnement ltée. 1997. *Réfection de la centrale La Gabelle – Caractérisation de la frayère à esturgeon jaune et proposition d'aménagement*. Rapport d'étape présenté à Hydro-Québec, vice-présidence Ingénierie et Services, Service Études environnementales. 31 p. + annexes.

Kesteven, G.L. (Ed.). 1960. *Manual of field methods in fisheries biology*. F.A.O. Manuals in fisheries sciences. N° 1. Rome : F.A.O.

Khoroshko, P.N. et Vlasenko, A.D. 1970. Artificial spawning grounds of sturgeon. *J. Ichtyol.* 10. : 286-292.

La Haye, M. et Gendron, M. 1994. *Reproduction de l'Esturgeon jaune. Bief d'aval de Pointe-des-Cascades et de Beauharnois*. Le Groupe de Recherche SÉEEQ Ltée, rapport réalisé pour Hydro-Québec, vice-présidence Environnement. 73 p. + annexes.

Lamontagne, D. et Gilbert, L. 1990. *Étude des frayères du Saint-Maurice en aval de la centrale de La Gabelle / 1990*. GDG Environnement ltée, pour la vice-présidence Environnement, Hydro-Québec. 111 p. + annexes.

Mailhot, Y., Bourbeau, D. et GDG Environnement ltée. 1991. *Résultats de mentions de retours d'étiquettes (n = 6) un an après l'étiquetage de 103 géniteurs d'Esturgeon jaune dans la rivière Saint-Maurice au printemps 1990*. Dossier SAEF-04, 24 mai 1991.

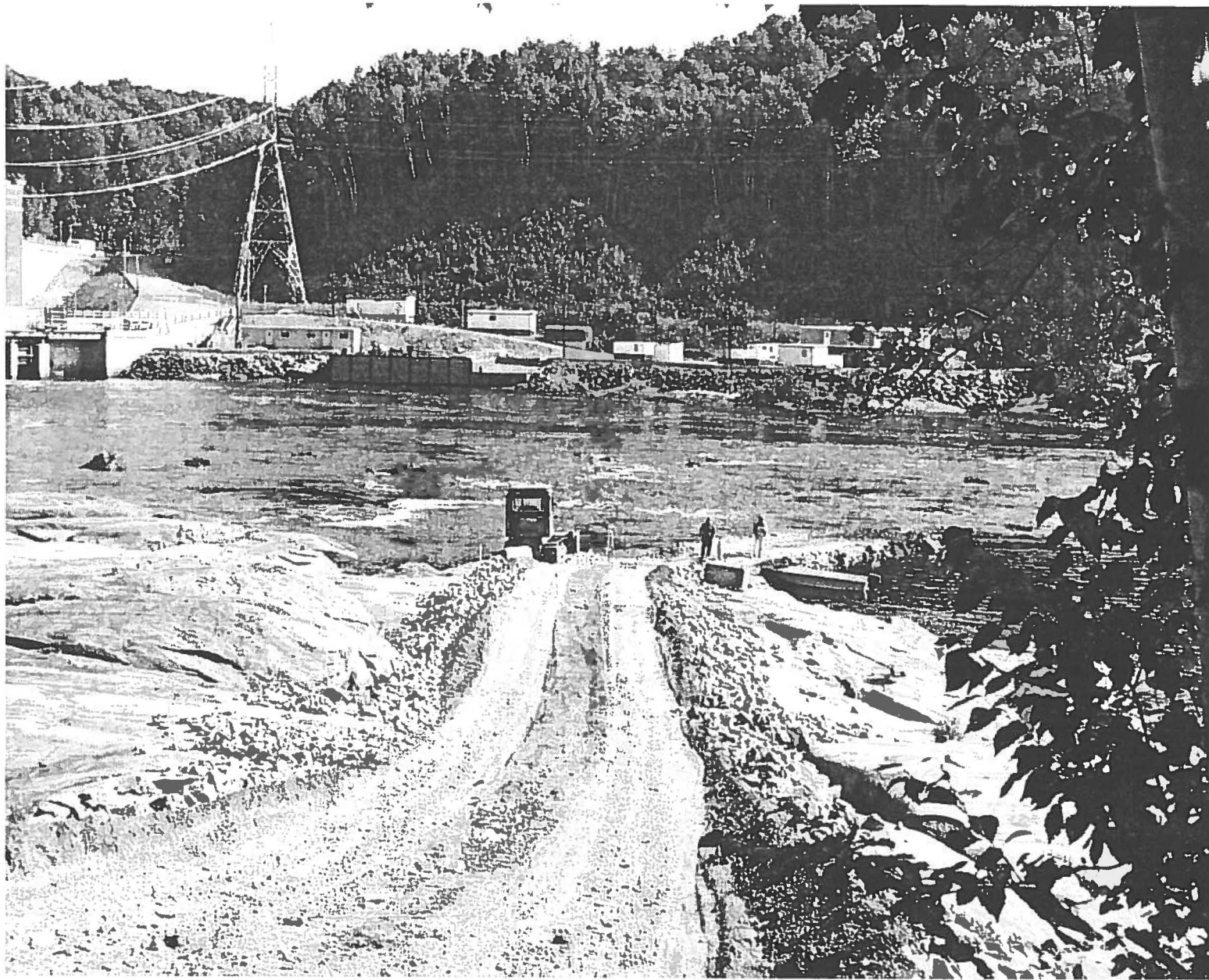
Scott, W.B. et Crossman, E.J. 1974. *Poissons d'eau douce du Canada*. Bull. Can. Sci. Halieut. Aquat. n° 184. 1026 p.

Thibodeau, S., D'Amours, J. et Fortin, R. 1998. *Impact de l'aménagement d'un nouveau secteur de frayère sur l'utilisation du milieu en période de fraie et le succès de reproduction de l'esturgeon jaune (Acipenser fulvescens) à la frayère de la rivière des Prairies au printemps de 1998*. Rapport préparé pour la Direction Production, Beauharnois-Gatineau, Hydro-Québec. Département des sciences biologiques, Université du Québec à Montréal. 81 p. + annexes.

Thibodeau, S., D'Amours, J. et Fortin, R. 1999. *Impact de l'aménagement d'un nouveau secteur de frayère sur l'utilisation du milieu en période de fraie et le succès de reproduction de l'esturgeon jaune (Acipenser fulvescens) à la frayère de la rivière des Prairies au printemps de 1999*. Rapport préparé pour la Direction Production, Beauharnois-Gatineau, Hydro-Québec. Département des sciences biologiques, Université du Québec à Montréal. 79 p. + annexes.

Annexe 1

Illustration des principales étapes des travaux d'aménagement de la frayère en 1999



Vue de l'accès entre les limites des hautes eaux et des basses eaux



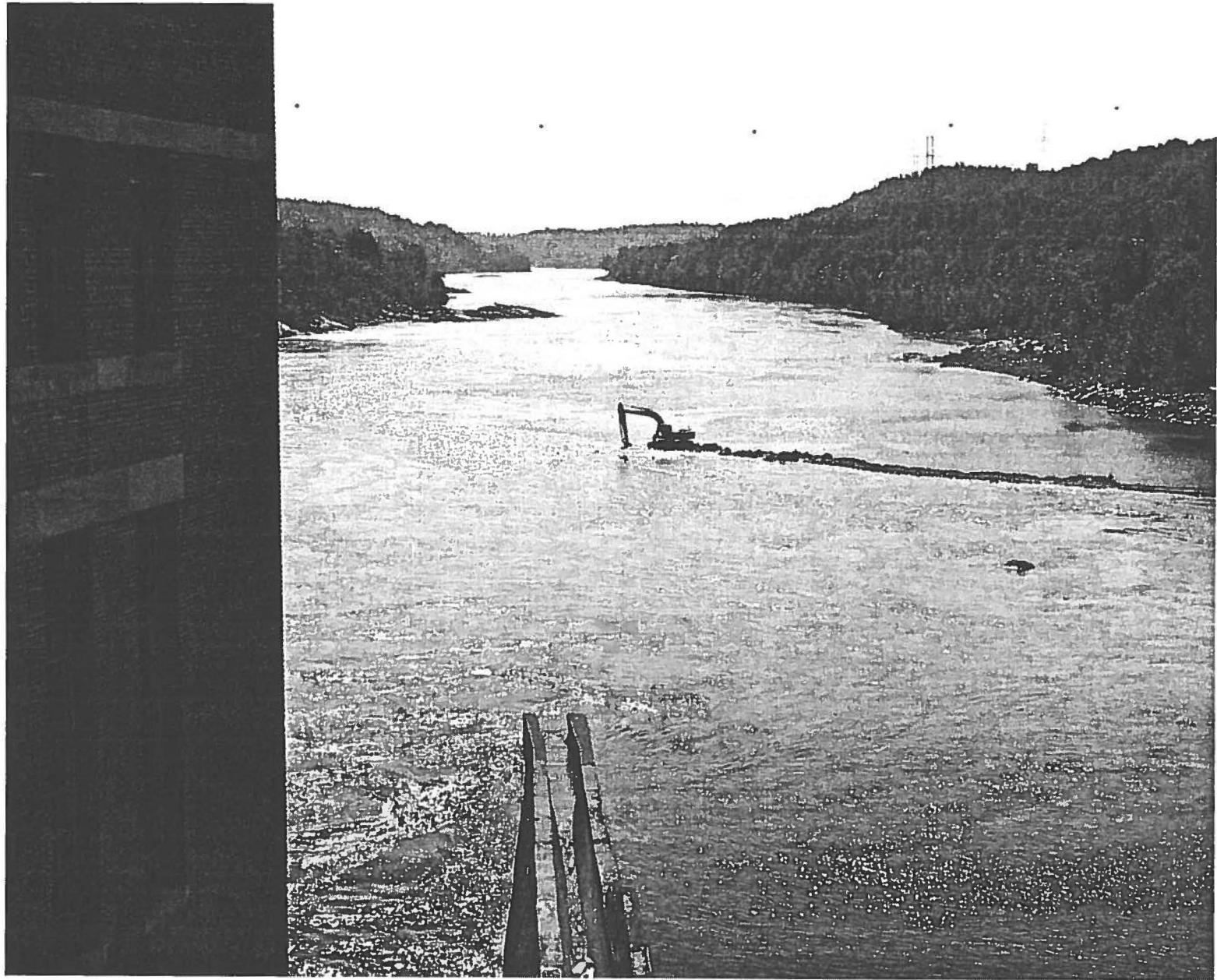
Acheminement des matériaux



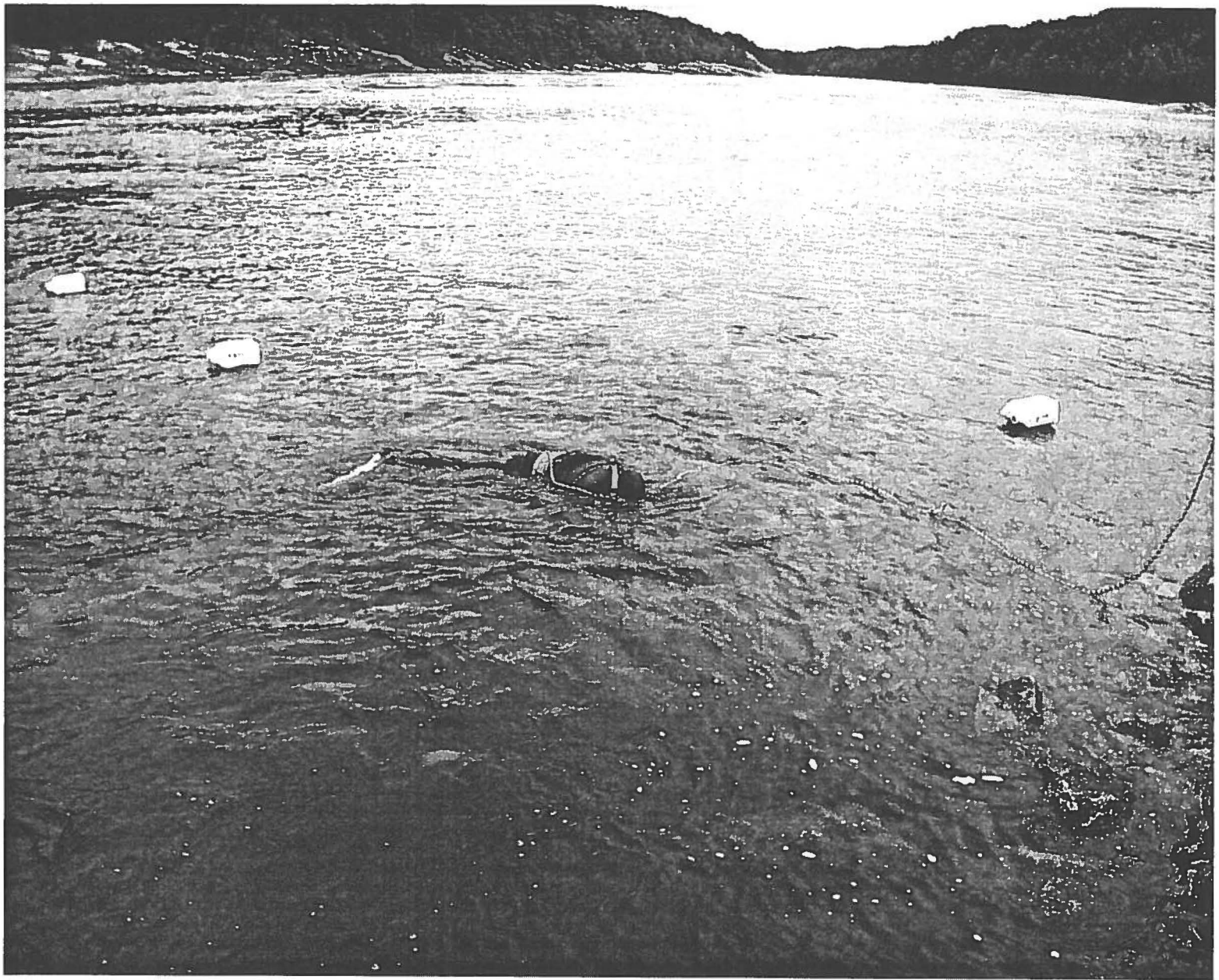
Aperçu des blocs utilisés pour construire les abris de courant



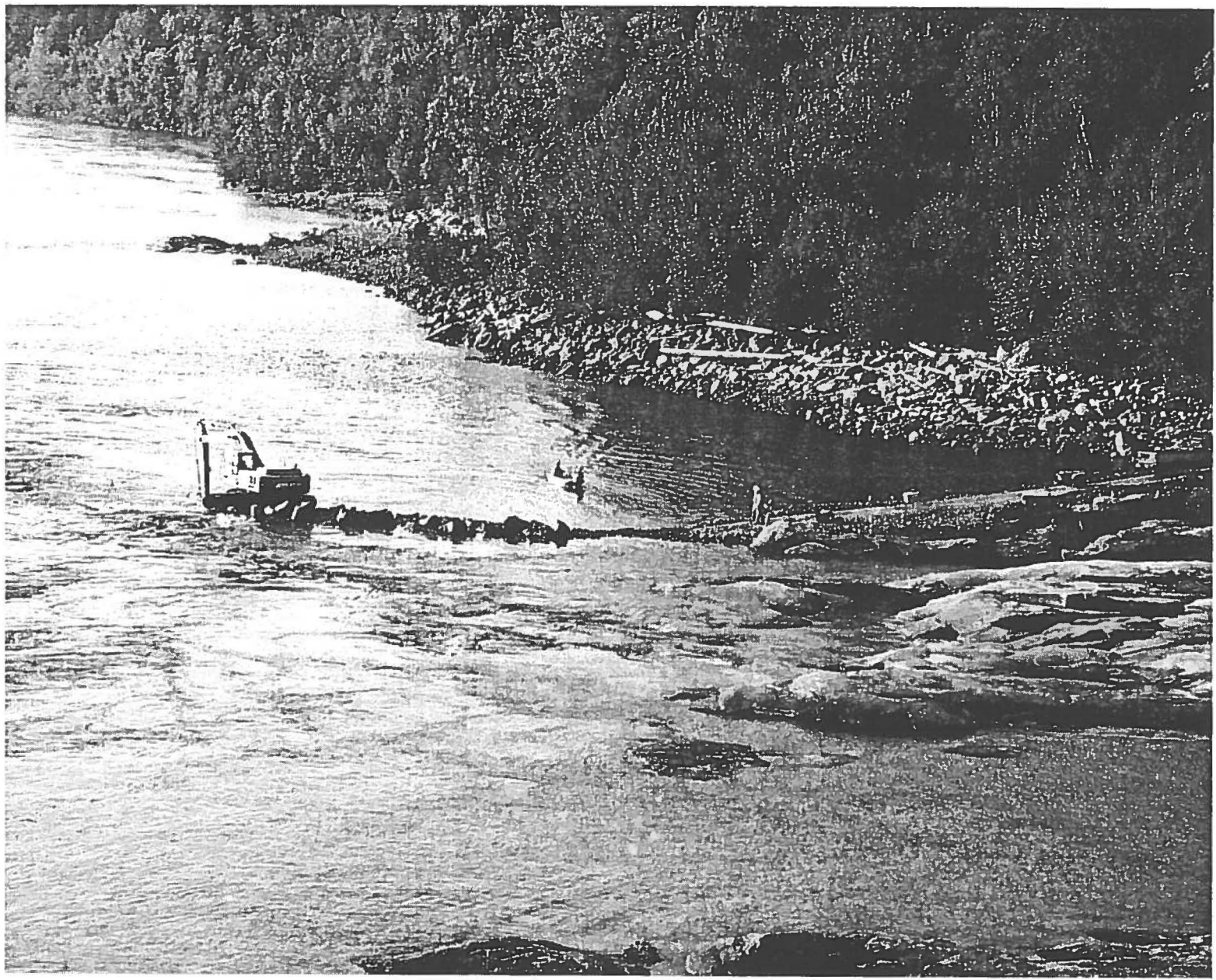
Aperçu des différents matériaux destinés à l'aménagement de la frayère



Site des travaux vu du barrage de La Gabelle



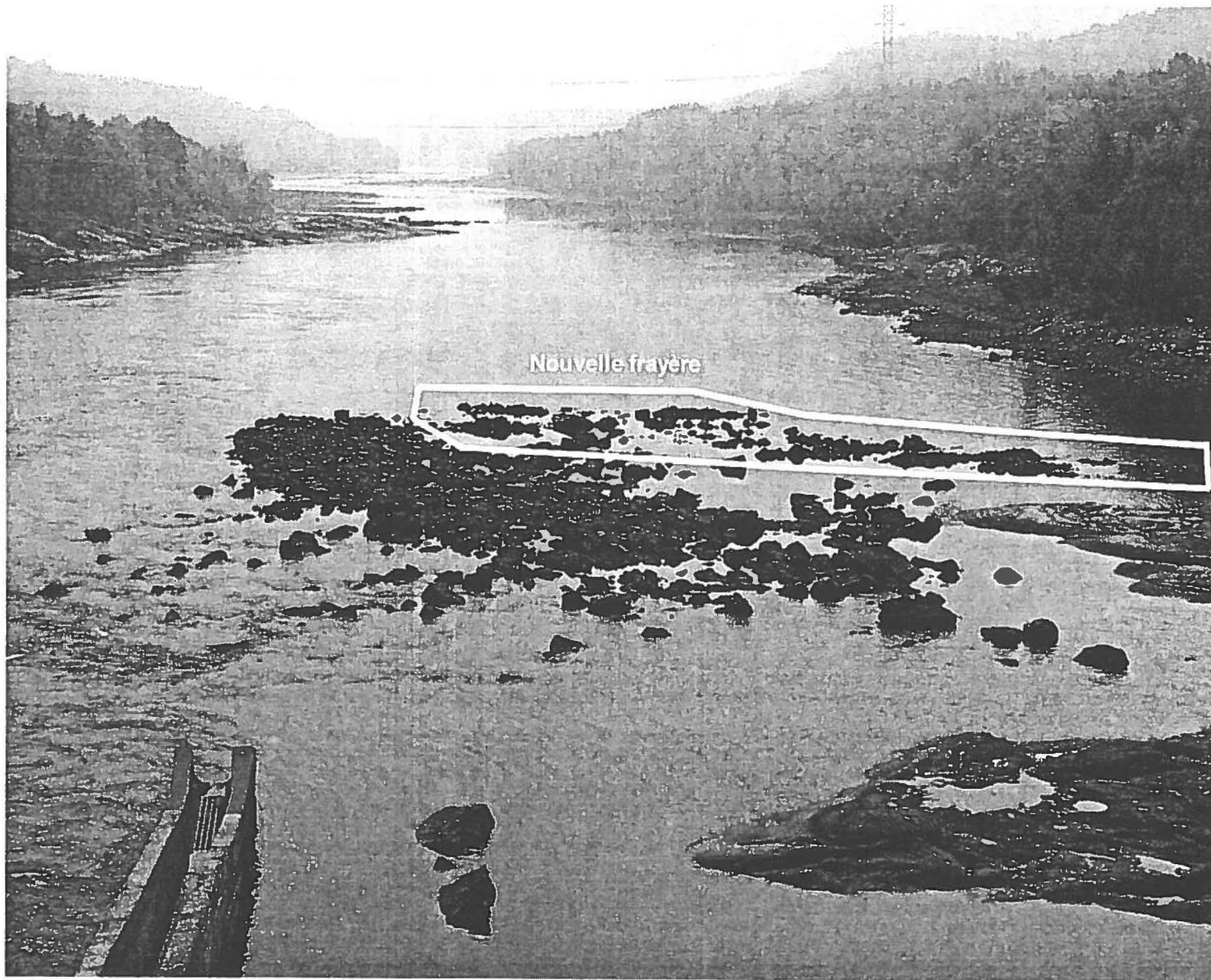
Inspection des microsites par un spécialiste en apnée



Démantèlement du chemin d'accès (vue du barrage)



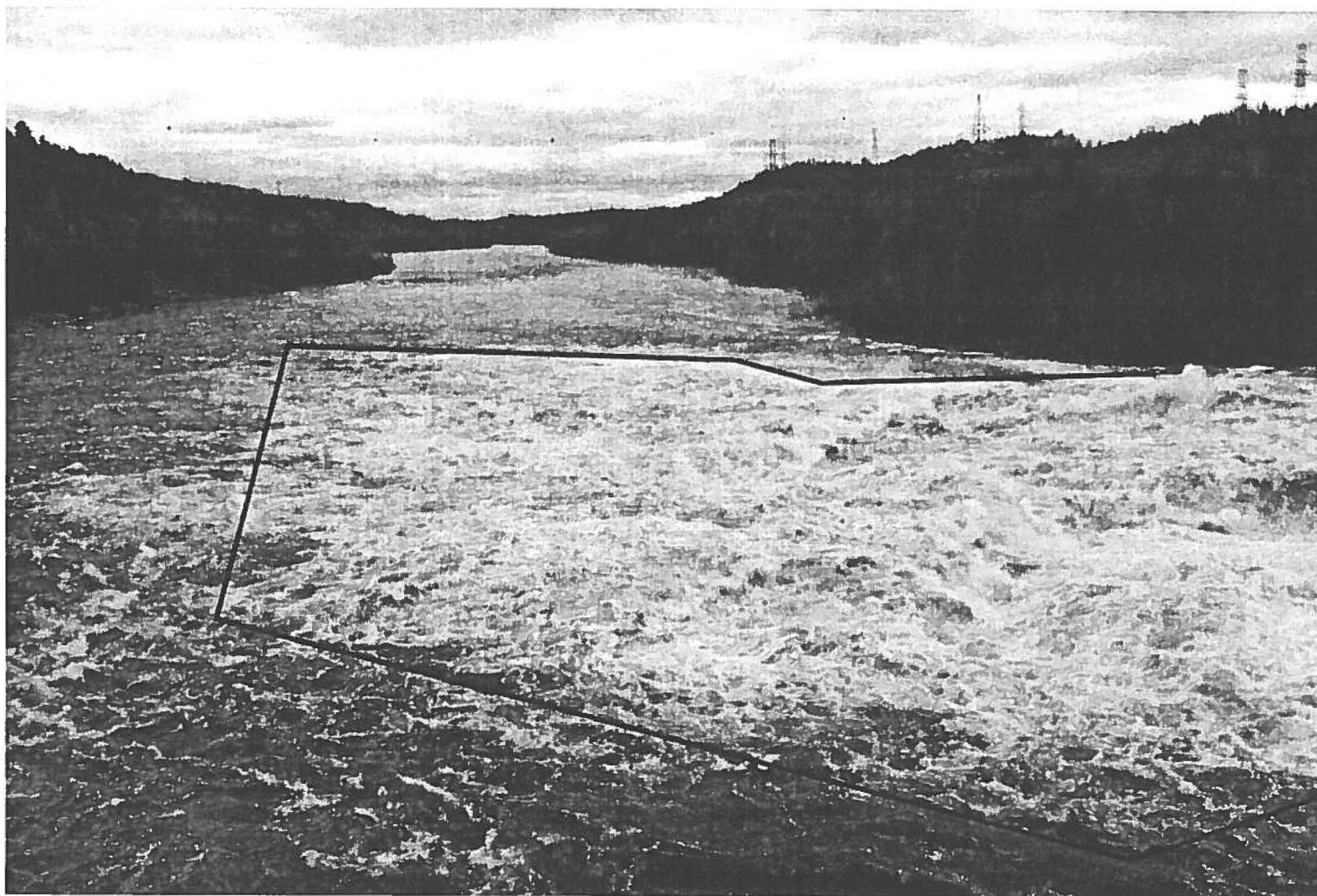
Aperçu des abris de courant en condition d'étiage



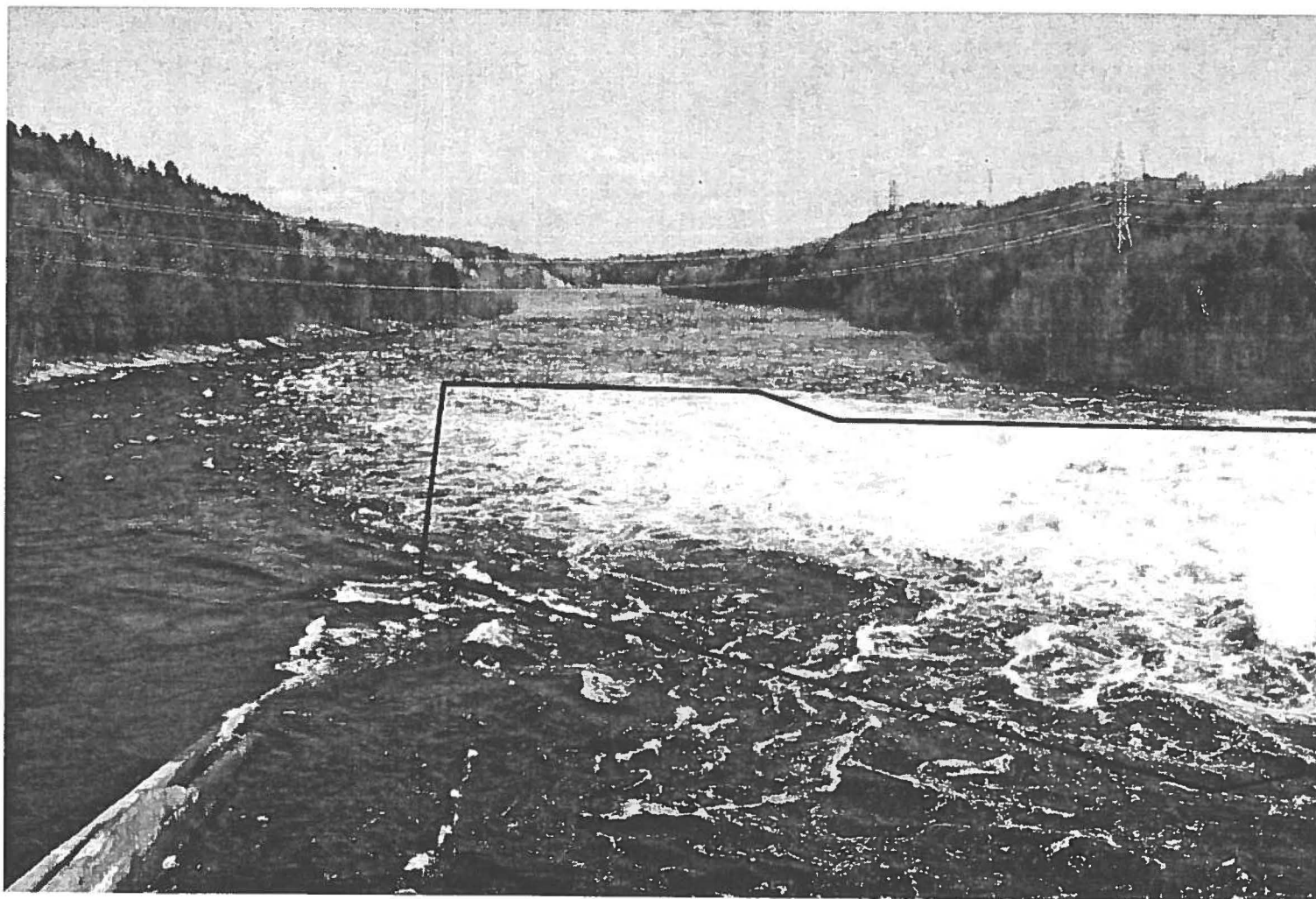
Situation de la nouvelle frayère (exondation exceptionnelle)

Annexe 2

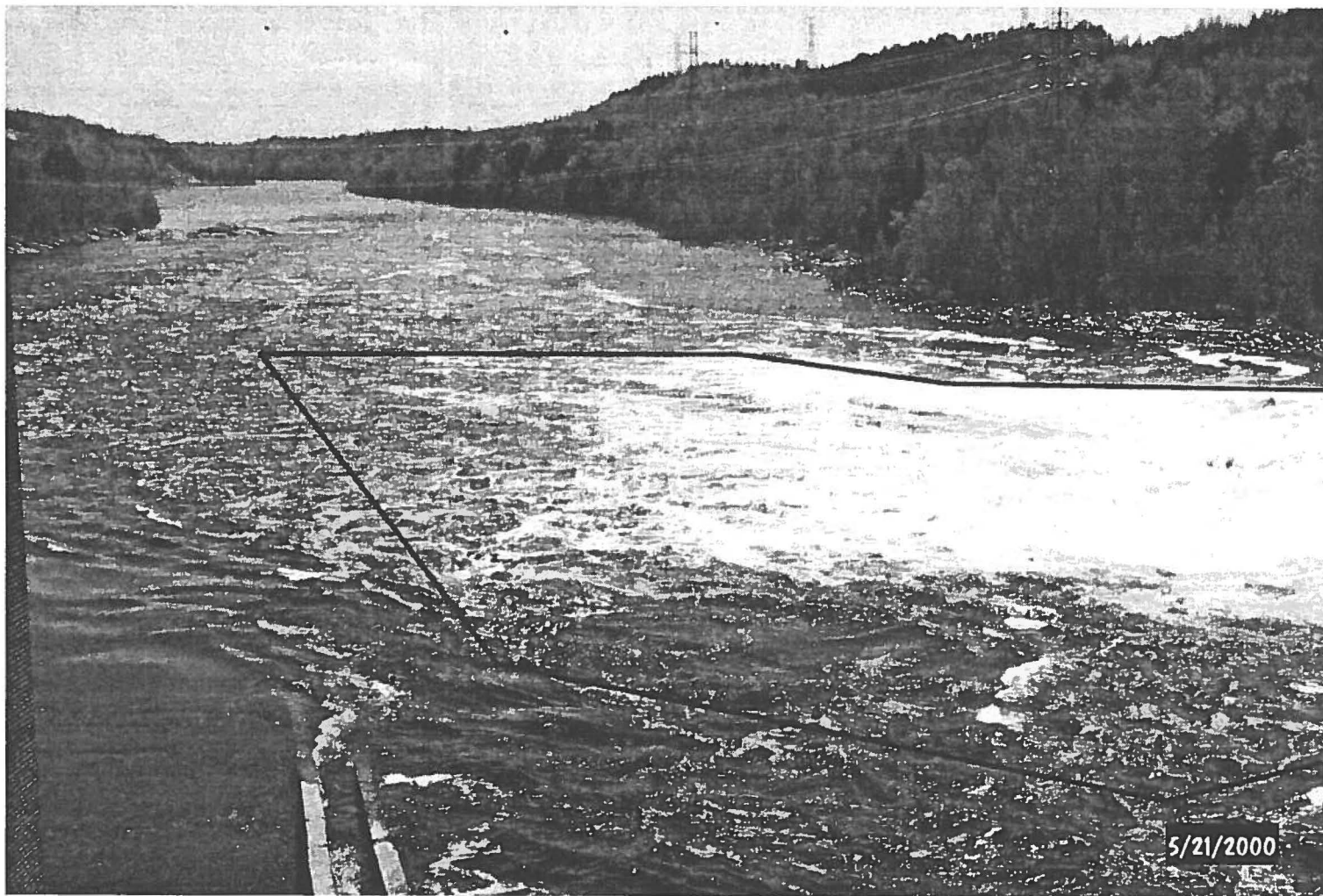
**Photographies de la frayère de La Gabelle
au printemps 2000 selon différents débits**



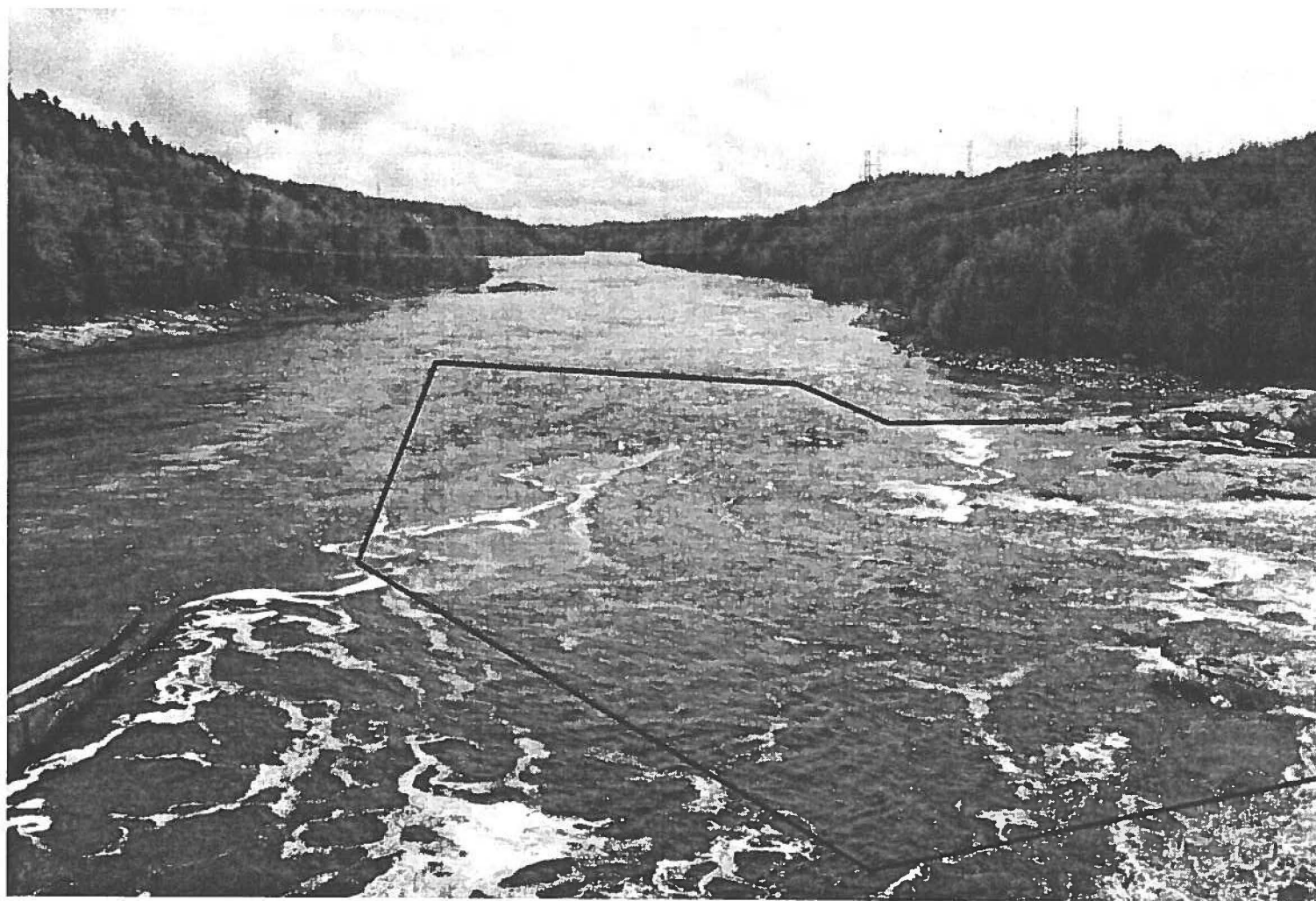
Conditions hydrauliques sur la frayère (haut-fond existant et frayère aménagée) vues à partir du barrage de La Gabelle le 11 mai 2000
(débit turbiné : $859 \text{ m}^3/\text{s}$; débit déversé : $1\,532 \text{ m}^3/\text{s}$)



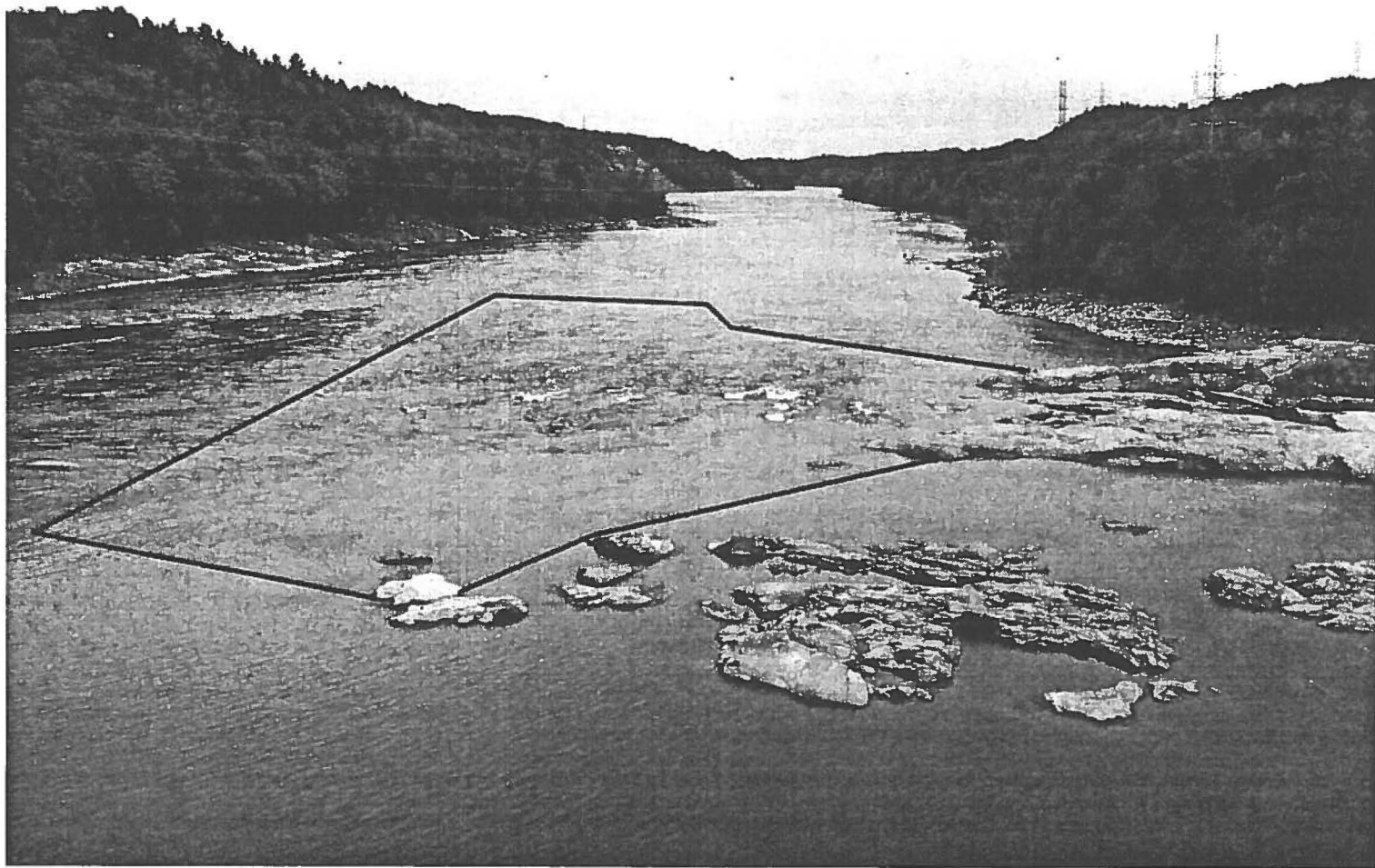
**Conditions hydrauliques sur la frayère (haut-fond existant et frayère aménagée) vues à partir du barrage de La Gabelle le 17 mai 2000
(débit turbiné : 811 m³/s ; débit déversé : 1 223 m³/s)**



**Conditions hydrauliques sur la frayère (haut-fond existant et frayère aménagée) vues à partir du barrage de La Gabelle le 21 mai 2000
(débit turbiné : 819 m³/s ; débit déversé : 496 m³/s)**



Conditions hydrauliques sur la frayère (haut-fond existant et frayère aménagée) vues à partir du barrage de La Gabelle le 26 mai 2000
(débit turbiné : $856 \text{ m}^3/\text{s}$; débit déversé : $143 \text{ m}^3/\text{s}$)



**Conditions hydrauliques sur la frayère (haut-fond existant et frayère aménagée) vues à partir du barrage de La Gabelle le 2 juin 2000
(débit turbiné : $769 \text{ m}^3/\text{s}$; débit déversé : $0 \text{ m}^3/\text{s}$)**

Annexe 3

Position géographique des stations d'échantillonnage des œufs

Annexe 3 – Position géographique des stations d'échantillonnage des œufs (NAD 27)

Date de levée	Plateau	Latitude	Longitude	Date de levée	Plateau	Latitude	Longitude
19-mai	3	46,445970°	72,738421°	24-mai	7	46,446965°	72,738521°
19-mai	4	46,429176°	72,738090°	24-mai	6	46,446637°	72,738487°
19-mai	8	46,446308°	72,738899°	24-mai	1	46,446679°	72,738905°
19-mai	10	46,446618°	72,738734°	25-mai	11	46,447201°	72,739566°
20-mai	5	46,446467°	72,738533°	25-mai	4	46,446955°	72,739536°
20-mai	3	46,446467°	72,739039°	26-mai	3	46,446880°	72,738957°
20-mai	9	46,446426°	72,738660°	26-mai	9	46,446871°	72,739027°
20-mai	2	46,446354°	72,739111°	26-mai	1	46,447030°	72,739081°
20-mai	7	46,446482°	72,739256°	26-mai	7	46,447200°	72,739565°
20-mai	6	46,446263°	72,738650°	27-mai	11	46,447249°	72,739708°
20-mai	1	46,446608°	72,739346°	27-mai	3	46,447577°	72,739549°
22-mai	5	46,446467°	72,738533°	27-mai	2	46,447197°	72,739388°
22-mai	3	46,446697°	72,738914°	28-mai	7	46,446844°	72,738809°
22-mai	4	46,446471°	72,73587°	28-mai	3	46,447242°	72,739999°
22-mai	9	46,446537°	72,739292°	28-mai	9	46,446955°	72,738997°
22-mai	2	46,446634°	72,739371°	28-mai	2	46,447230°	72,739879°
22-mai	7	46,446445°	72,738666°	28-mai	13	46,447223°	72,739842°
22-mai	6	46,446498°	72,738854°	28-mai	1	46,446601°	72,739172°
22-mai	1	46,446634°	72,739371°	29-mai	7	46,446979°	72,739392°
23-mai	4	46,446558°	72,738495°	29-mai	11	46,447061°	72,739680°
24-mai	5	46,446965°	72,738521°	29-mai	3	46,447021°	72,739840°
24-mai	3	46,446987°	72,739042°	29-mai	9	46,446994°	72,738838°
24-mai	9	46,446834°	72,739223°	29-mai	1	46,447015°	72,739091°
24-mai	2	46,446748°	72,739061				

Annexe 4

Engins de pêche, efforts et captures pour chaque station de pêche

Annexe 4 – Engins de pêche, efforts et captures pour chaque station de pêche

Station	Latitude	Longitude	Engin	Date de pose	Heure de pose	Date de levée	Heure de levée	Nb d'heures de pêche (h : min)	ACFU	CYCA	CACA	STVI	ESLU
1	46,446402°	72,739199°	Filet maillant multifilament (2) (45,3 m x 2,37 m x 23,2 cm) (15,0 m x 2,00 m x 30,0 cm)	19-mai	10:30	19-mai	13:15	02:45					
2	n.d.	n.d.	Filet maillant multifilament (45,3 m x 2,0 m x 17,0 cm)	19-mai	12:50	19-mai	15:45	02:55					
3	n.d.	n.d.	Filet maillant multifilament (2) (45,3 m x 2,37 m x 23,2 cm) (15,0 m x 2,00 m x 30,0 cm)	19-mai	14:15	19-mai	16:20	02:05					
4	n.d.	n.d.	Filet maillant multifilament (45,3 m x 2,19 m x 10,4 cm)	20-mai	10:26	20-mai	11:45	01:19					
5	n.d.	n.d.	Filet maillant multifilament (45,3 m x 2,20 m x 7,6 cm)	20-mai	10:45	20-mai	12:05	01:20			8		
6	46,445855°	72,738532°	Filet maillant multifilament (2) (45,3 m x 2,37 m x 23,2 cm) (15,0 m x 2,00 m x 30,0 cm)	20-mai	13:53	20-mai	16:25	02:32	2				
7	46,446243°	72,738903°	Filet maillant multifilament (45,3 m x 2,0 m x 17,0 cm)	20-mai	14:05	20-mai	16:40	02:35	1				
8	46,446742°	72,738333°	Filet maillant multifilament (2) (45,3 m x 2,40 m x 24,1 cm) (15,0 m x 2,00 m x 30,0 cm)	21-mai	10:46	21-mai	13:37	02:51					
9	46,446599°	72,739078°	Filet maillant multifilament (45,3 m x 2,0 m x 17,0 cm)	21-mai	11:13	21-mai	13:55	02:42	1				1
10	46,446305°	72,738752°	Filet maillant multifilament (2) (45,3 m x 2,37 m x 23,2 cm) (15,0 m x 2,00 m x 30,0 cm)	21-mai	12:19	21-mai	14:46	02:27	12 ^a				
11	46,446603°	72,738352°	Filet maillant multifilament (45,3 m x 2,0 m x 17,0 cm)	21-mai	14:25	21-mai	16:40	02:15	4				
12	46,446574°	72,738930°	Filet maillant multifilament (2) (45,3 m x 2,40 m x 24,1 cm) (15,0 m x 2,00 m x 30,0 cm)	22-mai	10:41	22-mai	13:00	02:19	10				
13	46,446808°	72,739091°	Filet maillant multifilament (3) (45,3 m x 2,37 m x 23,2 cm) (15,0 m x 2,00 m x 30,0 cm) (45,3 m x 2,0 m x 17,0 cm)	23-mai	11:00	23-mai	13:15	02:15	36 ^a	2			

^a De ce nombre, un esturgeon a été échappé à l'eau sans que l'on ait pu prendre de mesures.

Annexe 4 – Engins de pêche, efforts et captures pour chaque station de pêche (suite)

Station	Latitude	Longitude	Engin	Date de pose	Heure de pose	Date de levée	Heure de levée	Nb d'heures de pêche (h : min)	ACFU	CYCA	CACA	STVI	ESLU
14	46,446558°	72,738495°	Filet maillant multifilament (2) (45,3 m x 2,37 m x 23,2 cm) (15,0 m x 2,00 m x 30,0 cm)	23-mai	10 :45	23-mai	14 :15	03 :30	6				
15	46,446745°	72,739193°	Filet maillant multifilament (45,3 m x 2,20 m x 7,6 cm)	24-mai	11 :15	24-mai	14 :53	03 :38			12	1	
16	46,446811°	72,739185°	Filet maillant multifilament (2) (45,3 m x 2,37 m x 23,2 cm) (15,0 m x 2,00 m x 30,0 cm)	25-mai	11 :03	25-mai	14 :35	03 :32					
17	46,446104°	72,738387°	Filet maillant multifilament (45,3 m x 2,0 m x 17,0 cm)	25-mai	11 :09	25-mai	14 :20	03 :11	2	2			
18	46,446070°	72,738353°	Filet maillant multifilament (2) (45,3 m x 2,40 m x 24,1 cm) (15,0 m x 2,00 m x 30,0 cm)	25-mai	14 :48	25-mai	16 :01	01 :13	4				
19	46,446597°	72,739082°	Filet maillant multifilament (45,3 m x 2,0 m x 17,0 cm)	25-mai	15 :22	25-mai	17 :05	01 :43	2				
20	46,446070°	72,738353°	Filet maillant multifilament (2) (45,3 m x 2,37 m x 23,2 cm) (15,0 m x 2,00 m x 30,0 cm)	25-mai	16 :17	25-mai	17 :23	01 :06	1				
21	46,448470°	72,740848°	Filet maillant multifilament (2) (45,3 m x 2,40 m x 24,1 cm) (15,0 m x 2,00 m x 30,0 cm)	26-mai	10 :50	26-mai	14 :45	03 :55	1				
22	46,447207°	72,740053°	Filet maillant multifilament (45,3 m x 2,0 m x 17,0 cm)	26-mai	11 :10	26-mai	13 :34	02 :24	6				
23a	46,444467°	72,737389°	Filet maillant multifilament (45,3 m x 2,0 m x 17,0 cm)	26-mai	12 :34	26-mai	13 :55	01 :21	4				
23b	46,444467°	72,737389°	Filet maillant multifilament (45,3 m x 2,0 m x 17,0 cm)	26-mai	14 :11	26-mai	16 :50	02 :39	6				
24	46,446204°	72,738363°	Filet maillant multifilament (2) (45,3 m x 2,37 m x 23,2 cm) (15,0 m x 2,00 m x 30,0 cm)	26-mai	14 :36	26-mai	17 :36	03 :00	1				
25	46,446532°	72,738698°	Filet maillant multifilament (2) (45,3 m x 2,40 m x 24,1 cm) (15,0 m x 2,00 m x 30,0 cm)	26-mai	12 :17	26-mai	14 :02	01 :45	8				
26	46,447023°	72,739879°	Filet maillant multifilament (45,3 m x 2,0 m x 17,0 cm)	26-mai	13 :54	26-mai	18 :00	04 :06	4				
27a	n.d.	n.d.	Filet maillant multifilament (45,3 m x 2,0 m x 17,0 cm)	27-mai	10 :05	27-mai	14 :00	03 :55	5				

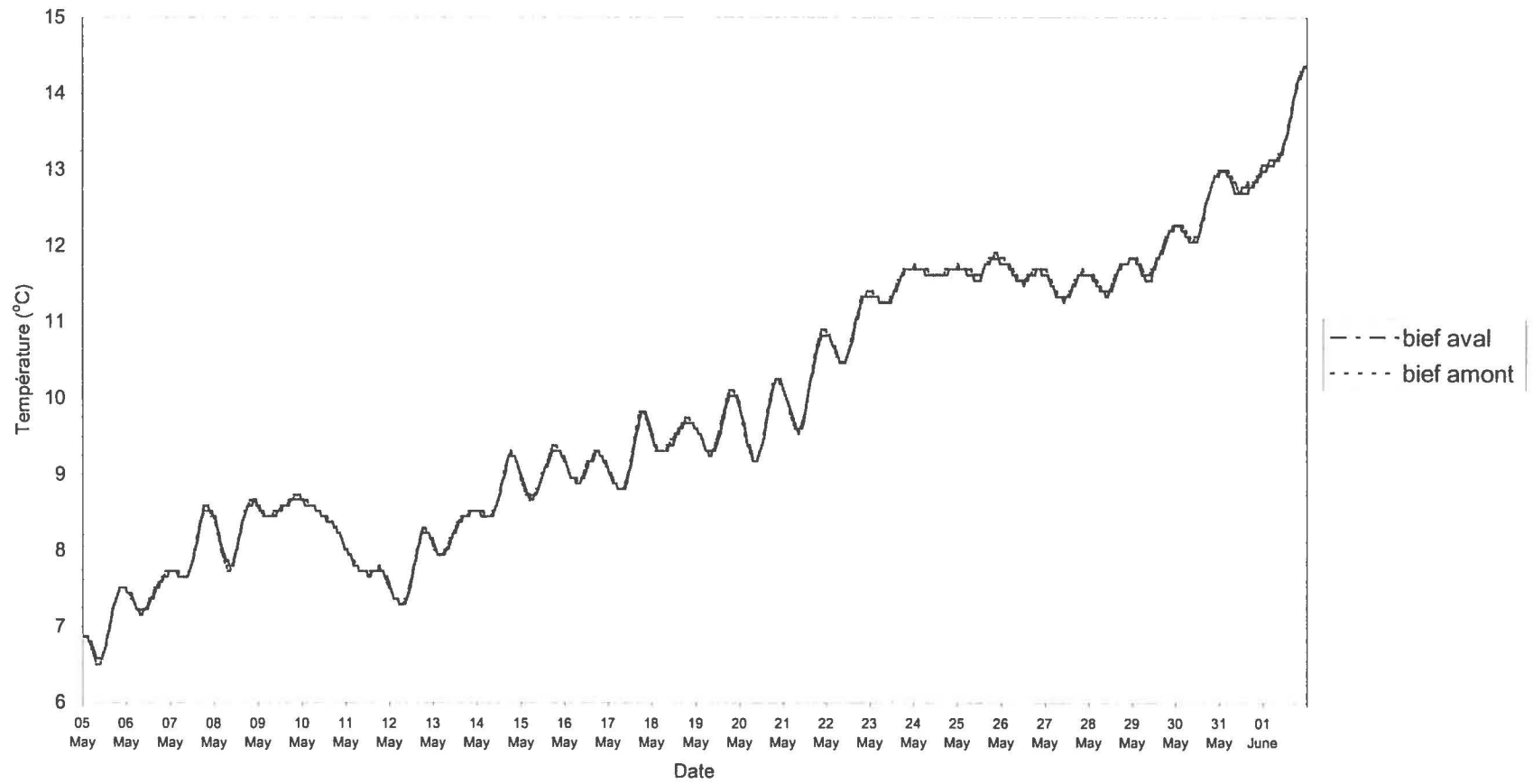
Annexe 4 – Engins de pêche, efforts et captures pour chaque station de pêche (suite)

Station	Latitude	Longitude	Engin	Date de pose	Heure de pose	Date de levée	Heure de levée	Nb d'heures de pêche (h : min)	ACFU	CYCA	CACA	STVI	ESLU
27b	n.d.	n.d.	Filet maillant multifilament (45,3 m x 2,0 m x 17,0 cm)	27-mai	14:10	27-mai	16:00	01:50	3				
28a	n.d.	n.d.	Filet maillant multifilament (2) (45,3 m x 2,37 m x 23,2 cm) (15,0 m x 2,00 m x 30,0 cm)	27-mai	10:20	27-mai	13:35	03:15	1				
28b	n.d.	n.d.	Filet maillant multifilament (2) (45,3 m x 2,40 m x 24,1 cm) (15,0 m x 2,00 m x 30,0 cm)	27-mai	13:45	27-mai	15:45	02:00					
29	46,446262°	72,738762°	Filet maillant multifilament (45,3 m x 2,0 m x 17,0 cm)	27-mai	10:15	27-mai	13:30	03:15	1	2			
30	46,446984°	72,739683°	Filet maillant multifilament (2) (45,3 m x 2,37 m x 23,2 cm) (15,0 m x 2,00 m x 30,0 cm)	27-mai	10:45	27-mai	14:10	03:25					
31	46,446508°	72,738609°	Filet maillant multifilament (45,3 m x 2,0 m x 17,0 cm)	28-mai	10:10	28-mai	12:55	02:45	1				
32	46,446441°	72,738844°	Filet maillant multifilament (2) (45,3 m x 2,40 m x 24,1 cm) (15,0 m x 2,00 m x 30,0 cm)	28-mai	10:15	28-mai	14:18	04:03	2	1			
33	46,445867°	72,738460°	Filet maillant multifilament (45,3 m x 2,0 m x 17,0 cm)	28-mai	10:27	28-mai	14:00	03:33	1				
34	46,445230°	72,738091°	Filet maillant multifilament (2) (45,3 m x 2,37 m x 23,2 cm) (15,0 m x 2,00 m x 30,0 cm)	28-mai	10:45	28-mai	13:20	02:35	1				
35	46,446796°	72,738892°	Filet maillant multifilament (2) (45,3 m x 2,40 m x 24,1 cm) (15,0 m x 2,00 m x 30,0 cm)	29-mai	16:15	29-mai	18:36	02:21	1				
36	46,446066°	72,738500°	Filet maillant multifilament (2) (45,3 m x 2,37 m x 23,2 cm) (15,0 m x 2,00 m x 30,0 cm)	29-mai	16:30	29-mai	18:59	02:29	4				
37	46,445149°	72,737718°	Filet maillant multifilament (45,3 m x 2,0 m x 17,0 cm)	29-mai	16:40	29-mai	19:23	02:43	2				
38	46,446797°	72,739548°	Filet maillant multifilament (45,3 m x 2,0 m x 17,0 cm)	29-mai	16:50	29-mai	19:42	02:52					
Total								108:24	133	7	20	1	1

Annexe 5

Comparaison des températures enregistrées avec les deux thermographes

Annexe 5 - Variation quotidienne de la température de l'eau de la rivière Saint-Maurice dans les biefs aval et amont immédiats de la centrale de La Gabelle entre le 5 mai et le 1er juin 2000



Annexe 6

Résultats des mesures de la vitesse du courant

Annexe 6 – Résultats des mesures de la vitesse du courant

Date	Latitude (NAD 27)	Longitude (NAD 27)	Vitesse ^a (m/s)
23-mai	46,446558°	72,738495°	0,49
23-mai	46,446955°	72,739536°	1,33 (0,88 – 1,83)
23-mai	46,447201°	72,739566°	1,33 (0,88 – 1,83)
23-mai	46,446965°	72,738521°	1,36 (1,02 – 1,83)
23-mai	46,446987°	72,739042°	1,36 (1,02 – 1,83)
23-mai	46,446679°	72,738905°	1,19 (1,08 – 1,62)
29-mai	46,447038°	72,739901°	1,11 (1,02 – 1,22)
29-mai	46,447145°	72,739937°	1,36 (1,25 – 1,68)
29-mai	46,447233°	72,739691°	1,08 (0,85 – 1,53)
29-mai	46,447085°	72,739348°	1,13 (< 0,31 – 1,53)
29-mai	46,446747°	72,739599°	0,29 (0,04 – 0,46)
29-mai	46,446952°	72,739453°	0,65 (0,46 – 1,07)
29-mai	46,447059°	72,739091°	1,27 (1,08 – 1,98)
29-mai	46,446799°	72,738596°	1,50 (1,30 – 2,59)
29-mai	46,446762°	72,738822°	0,51 (0,40 – 0,92)
29-mai	46,446696°	72,739076°	0,37 (0,29 – 0,92)
29-mai	46,446599°	72,739240°	0,71 (0,63 – 0,92)
29-mai	46,446228°	72,738772°	0,68 (0,46 – 0,76)
29-mai	46,446543°	72,738659°	0,43 (0,18 – 0,61)
29-mai	46,446592°	72,738460°	1,11 (0,74 – 1,53)
29-mai	46,446821°	72,739174°	0,54 (0,32 – 0,92)
29-mai	46,446715°	72,739400°	0,43 (0,18 – 0,61)

^a Vitesse moyenne sur trois minutes. Les vitesses minimale et maximale sont indiquées entre parenthèses.

Annexe 7

**Régime thermique de la rivière Saint-Maurice et débits
totaux à la centrale de La Gabelle entre 1983 et 1996**

Annexe 7 – Régime thermique de la rivière Saint-Maurice et débits totaux à la centrale de La Gabelle entre 1983 et 1996 (tiré de GDG Environnement, 1997)

Date	1983		1984		1987		1988		1990		1991		1992		1993		1994		1996	
	T°	Q	T°	Q	T°	Q	T°	Q	T°	Q	T°	Q	T°	Q	T°	Q	T°	Q	T°	Q
26-Apr		992		1979		404	3,0	864	4,4	1444		1882		2145	3,3	1133		842		
27-Apr					6,0	392	5,5	948	5,0					2008	4					
28-Apr		1309		2231	6,0	407	4,0	950	5,5	2506		1993			4,1	1030		854		
29-Apr									5,0					1993	4,6					
30-Apr		1965		2218					5,0	3073		2026			5,5	790		939		
01-May					7,5	452	5,0	1021	5,0						5,9			960		1959
02-May	5,0	2763	7,0	2330					5,0	2714		1988		1885	6	841				
03-May	5,0	2986	7,0	2066	7,0	458	5,0	1081	5,0						7			1152		2431
04-May							5,8	1066	5,0	1916	6,1	2094		1922	7,6	842				
05-May		3299		1477					5,5	6,6					8,3			1143		2128
06-May					8,0	484			5,5	1494	6,1	1782		1847	8,7	859	4,8			
07-May		3093		1304	8,0	504	6,0	1178	7,0		6,6				9,4		4,8	1513		1718
08-May									7,8	990	6,8	1359		1564	10,3	1182	4,8			
09-May	5,0	3593	9,0	1196		511			8,3	8,2					10,1		4,8	1660		1407
10-May			10,0	1254			10,0	1012		686	9,5	1621		1555	10,5	960	4,8			
11-May	6,0	3422	9,0	1388	8,5	457			8,2	10,7					9,9		4,8	2161	6,3	1341
12-May	6,0	2757							9,0	661	10,7	1155		1780	10,5	779	4,8		5,9	
13-May	7,0	2708			8,0	474	12,0	905	10,0		12,3				10,6		4,8	2099	5,9	1342
14-May			9,0	1261	8,0	447			10,0	643	11,9	797			10,7	683	4,7		6,3	
15-May			9,0	1138					11,0	12,6		7,0	1575	11	638	4,7	2161	7,1	971	
16-May	8,0	2924	10,0	1082		471	10,0	890	11,5	536	12,6	644	7,7	1738	11		4,8		7,4	
17-May	9,0	2885	11,0	968					10,9		12,3				10,9	690	5,5	1594	8,7	863
18-May	9,0	2620				498		848	10,9	517	11,7	748		1500	10,8		6,3		9,6	
19-May	9,0	2224		633					11,2		11,8				11,4	661	6,8	1263	10,2	852
20-May					9,0	503		731	11,3	646	13,0	663			11,3		7,0		11,3	
21-May		1807			9,0	506			11,0		13,8		9,0	1514	11,3	712	8,0	1062	11,7	1333
22-May			12,0	666	9,5	500		663	10,6	913	14,9	620			11,3		9,7		11,6	
23-May		1809	13,0	665					10,5		14,8		12,2	1030	11,5	727	10,5	1068	11,6	1423
24-May			13,0	715		515			10,9	674	16,0	556	11,2	955	11,9		11,2		11,5	
25-May							13,0	627			16,4				11,9	759	12,8	834	11,4	1075
26-May	8,0	1950		849	11,0	395			11,0	670	15,9	502			12	718	12,7		11,5	
27-May					10,5	399			12,8		15,8			618	12,5	670	12,3	739	11,6	862
28-May		2301		1063				572	14,0	562	16,2	593			12,9		10,5		12,1	
29-May						407			13,0		16,7			543	12,6	637	10,2	752	11,8	720
30-May		2532		1299				537		471	16,5	666		592	12,8		11,0		12,5	
31-May						397			13,5		15,8				13,3	686	10,8	633	12,9	546
01-Jun		2383		1145				541			16,5	571		556	13,2		12,0		13,4	
02-Jun									14,5	440	17,0				13,1	699	12,0	913	14,3	
03-Jun		2530		1162	13,0	494		574	14,0		16,2	561		503	13		12,0		15,1	
04-Jun					14,5	614				420	16,2				13	725	11,4	1047	15,4	
05-Jun		2244		937				516			16,0	571		432	13		12,0		16,1	
06-Jun						482			14,0	376	17,4				13,2	793	12,5	1043	16,6	
07-Jun				454				502			18,3	478		389	13,5		13,0		16,8	537
08-Jun	11,0	1699				529			385	18,5				13,5	752	13,2	755	16,9		
09-Jun				649				490	15,5		18,7	426		280	14,3		13,2		17,8	
10-Jun		1416				550			14,8	398	19,1				14,7	628	13,0	671	17,6	
11-Jun				553				461			19,3	372		287	14,8		13,5		18,4	
12-Jun		1185				633				439	18,7				15,5	782	15,0	579	18,9	
13-Jun				567				482			17,2	419		324	16,3		16,8		18,9	
14-Jun		1153								401	16,6				16,9	819	15,8	520	19,7	
15-Jun				634	16,0	523		462			15,7	437		335	18		16,0		20,4	
16-Jun	18,0	1063									17,2				18,1	700	17,0	496	20,7	
17-Jun	18,0	810		665	16,5	480			18,8	354	18,1	473		231	18,3		18,0		20,8	
18-Jun		761			16,5	367		337			19,8				18,8	626	19,1	507	20,7	
23-Jun					18	455					21,1	525		278	18,4		20,5		20,5	
24-Jun		587		638	18	370		430			21,0				18,1		20,5	569	19,9	

Sources : 1983-84 Archambault (1984-85) 1991 Faucher et Gilbert (1991)
 1987 MLCP (données non publiées) 1992 GDG Environnement ltée (données non publiées)
 1988 Gilbert (1988) 1993 Yves Mailhot (comm. pers.)
 1990 Lamontagne et Gilbert (1990) 1994 GDG Environnement ltée (1994)
 1996 GDG Environnement ltée (données non publiées)

Annexe 8

Résultats des mesures prises sur les poissons

Annexe 8 – Résultats des mesures prises sur les poissons

N°	Espèce	Date de capture	Sexe	Stade de maturité ^a	Longueur à la fourche (mm)	État externe	Remarque
1	ACFU	20 mai	Ind.	Ind.	1010	—	
2	ACFU		Ind.	Ind.	1007	Marques présentes	Un « ^ » blanc sur la 5 ^e plaque osseuse dorsale gauche. Lobe supérieur de la caudale encoché.
3	ACFU		Ind.	Ind.	1230	Lésion au côté, cornée trouble, yeux rouges	
4	CACA		M	8	364	—	
5	CACA		M	6	395	—	
6	CACA		Ind.	Ind.	384	Nageoires effrangées	Présumé femelle frayée car pas de tub. nuptiaux.
7	CACA		Ind.	Ind.	380	Cataracte du cristallin	Présumé femelle frayée car pas de tub. nuptiaux.
8	CACA		M	6	366	Tumeur sur le museau	
9	CACA		M	6	341	Écailles réorientées	
10	CACA		M	6	358	—	
11	ACFU	21 mai	M	6	943	—	
12	ACFU		M	6	995	—	
13	ACFU		M	6	1200	Lésion sur la tête	
14	ACFU		M	6	1200	Lésions opercule et côté	
15	ACFU		M	6	1320	—	
16	ACFU		M	6	1004	—	Échancrure nageoire dorsale.
17	ACFU		M	5	1270	—	Échancrure nageoire dorsale.
18	ACFU		M	6	1050	—	Échancrure nageoire dorsale.
19	ACFU		M	6	1140	Lésion sur la tête	Échancrure nageoire dorsale.
20	ACFU		M	5	995	—	Échancrure nageoire dorsale.
21	ACFU		M	6	1180	—	
22	ACFU		M	6	1190	—	Échancrure nageoire dorsale.
23	ACFU		M	5	1210	—	Échancrure nageoire dorsale.
24	ACFU		M	5	935	—	
25	ACFU		M	6	1290	—	
26	ACFU		M	6	1120	—	
27	ESLU		Ind.	Ind.	842	—	
28	ACFU	22 mai	M	6	1060	—	
29	ACFU		Ind.	Ind.	1360	—	Échancrure nageoire dorsale.
30	ACFU		M	5	1040	—	
31	ACFU		M	6	1140	—	
32	ACFU		M	6	1140	—	
33	ACFU		M	6	1040	—	
34	ACFU		M	5	1010	—	Peau du museau arrachée dans le filet.
35	ACFU		M	5	1080	—	
36	ACFU		M	5	1050	—	
37	ACFU		M	6	1080	—	
38	ACFU	23 mai	Ind.	8	1250	Marque de lamproie	
39	ACFU		M	5	860	—	
40	ACFU		M	6	975	—	
41	ACFU		Ind.	4	1060	Marque de lamproie	
42	ACFU		M	6	938	—	
43	ACFU		M	6	1060	—	
44	ACFU		M	6	1070	—	
45	ACFU		M	6	1060	—	
46	ACFU		M	6	1100	—	
47	ACFU		M	6	1060	—	
48	ACFU		M	6	1050	—	
49	ACFU		M	5	1000	—	
50	ACFU		M	6	975	—	
51	ACFU		M	6	1210	—	
52	ACFU		M	6	1410	—	
53	ACFU		M	6	1210	—	
54	ACFU		Ind.	Ind.	1180	—	
55	ACFU		M	6	958	—	
56	ACFU		Ind.	Ind.	1270	—	

^a Selon Kesteven (1960), voir le texte.

Annexe 8 – Résultats des mesures prises sur les poissons (suite)

N°	Espèce	Date de capture	Sexe	Stade de maturité ^a	Longueur à la fourche (mm)	État externe	Remarque
57	ACFU	23 mai	M	6	1060	—	
58	ACFU		M	6	1100	—	
59	ACFU		M	6	1240	—	
60	ACFU		M	6	1180	Cornée trouble	
61	ACFU		M	6	1020	Marque de lamproie	
62	ACFU		M	6	1000	—	Échancrure nageoire dorsale.
63	ACFU		M	6	1090	—	
64	ACFU		M	6	1260	—	
65	ACFU		M	6	1190	Marque de lamproie	
66	ACFU		F	6	1170	—	
67	ACFU		M	6	Ind.	—	
68	ACFU		M	6	1100	—	Recapture du 21 mai.
69	ACFU		M	6	1270	—	
70	ACFU		M	6	1120	—	
71	ACFU		M	6	1220	Marque de lamproie	
72	ACFU		M	5	1250	—	
73	ACFU		M	6	1140	Marque de lamproie	
74	ACFU		M	6	958	—	
75	ACFU		M	6	927	Cornée trouble	
76	ACFU		M	6	1001	Tache noire sur la tête	
77	ACFU		M	6	1290	Barbillon coupé	
78	ACFU		Ind.	8	1003	—	
79	CYCA		M	6	585	Marque de lamproie	
80	CYCA		M	6	615	—	
81	CACA	24 mai	M	6	347	Aveugle	
82	CACA		F	7	353	—	
83	CACA		M	7	368	—	
84	CACA		M	7	355	—	
85	CACA		M	6	355	—	
86	CACA		F	4	409	—	
87	CACA		F	4	395	—	
88	CACA		M	7	348	—	
89	CACA		M	6	388	—	
90	CACA		M	7	327	—	
91	CACA		M	7	399	—	
92	CACA		M	7	340	—	
93	STVI		M	5	362	—	
94	ACFU	25 mai	M	6	934	—	
95	ACFU		Ind.	4	1010	Cornée trouble	
96	ACFU		M	6	980	—	
97	ACFU		Ind.	Ind.	870	—	
98	ACFU		M	7	1080	—	
99	ACFU		M	7	1010	—	
100	ACFU		M	7	1200	—	
101	ACFU		M	5	1110	—	
102	ACFU		M	7	1160	—	
103	CYCA		M	5	575	—	
104	CYCA		M	6	560	—	
105	ACFU	26 mai	M	6	1008	—	
106	ACFU		M	7	880	—	
107	ACFU		M	6	1430	—	
108	ACFU		M	6	1114	—	
109	ACFU		M	6	940	—	
110	ACFU		M	7	1007	—	
111	ACFU		M	6	1118	—	
112	ACFU		M	5	810	—	
113	ACFU		M	6	990	—	
114	ACFU		M	4	1135	—	

^a Selon Kesteven (1960), voir le texte.

Annexe 8 – Résultats des mesures prises sur les poissons (suite)

N°	Espèce	Date de capture	Sexe	Stade de maturité ^a	Longueur à la fourche (mm)	État externe	Remarque
115	ACFU	26 mai	Ind.	Ind.	850	—	Immature ?
116	ACFU		M	5	1110	—	
117	ACFU		Ind.	Ind.	1040	—	
118	ACFU		M	6	1090	Marques de lamproies	
119	ACFU		M	6	880	—	Échancrure nageoire dorsale.
120	ACFU		F	6	809	—	Présumée non frayée.
121	ACFU		M	6	980	—	
122	ACFU		Ind.	Ind.	980	—	
123	ACFU		Ind.	Ind.	980	—	Non frayé.
124	ACFU		M	4	1104	—	
125	ACFU		Ind.	Ind.	1109	—	Non frayé.
126	ACFU		M	4	1110	—	
127	ACFU		M	6	1190	—	
128	ACFU		M	6	1110	—	
129	ACFU		M	6	1170	—	
130	ACFU		F	7	1290	—	
131	ACFU		M	6	1060	—	
132	ACFU		M	6	1240	—	
133	ACFU		M	6	1150	Marques de lamproies	
134	ACFU		M	6	1080	—	
135	ACFU	27 mai	Ind.	Ind.	925	—	
136	ACFU		Ind.	Ind.	995	—	Non frayé.
137	ACFU		M	4	1117	Cataracte du cristallin; 4 lamproies	
138	ACFU		M	7	885	—	
139	ACFU		M	6	775	—	
140	ACFU		M	6	915	—	
141	ACFU		M	6	890	—	
142	ACFU		M	6	1030	—	
143	ACFU		Ind.	Ind.	890	—	Non frayé.
144	ACFU		Ind.	8	936	—	
145	CYCA		M	5	570	—	
146	CYCA		Ind.	Ind.	586	—	
147	ACFU	28 mai	Ind.	Ind.	840	—	Non frayé ; immature ?
148	ACFU		M	6	1120	—	
149	ACFU		M	7	1114	—	Recapture du 21 mai.
150	ACFU		M	5	900	—	
151	ACFU		M	7	1102	—	
152	CYCA		F	4	685	—	
153	ACFU	29 mai	Ind.	Ind.	1320	—	
154	ACFU		Ind.	Ind.	1220	—	
155	ACFU		M	7	1120	—	
156	ACFU		Ind.	Ind.	1010	—	
157	ACFU		M	6	1220	—	
158	ACFU		Ind.	8	1170	—	
159	ACFU		M	6	910	—	

^a Selon Kesteven (1960), voir le texte.

Annexe 9

**Débit turbiné, débit évacué et niveau de l'eau
en aval de la centrale de La Gabelle lors
de la campagne d'échantillonnage 2000**

Annexe 9 – Débit turbiné, débit évacué et niveau de l'eau en aval de la centrale de La Gabelle lors de la campagne d'échantillonnage 2000

Date	Débit turbiné (m ³ /s)	Débit évacué (m ³ /s)	Débit total (m ³ /s)	Niveau de l'eau (m)
17 mai	811	1223	2034	31,20
18 mai	814	995	1809	31,26
19 mai	819	817	1636	31,10
20 mai	815	670	1485	31,24
21 mai	819	496	1315	31,07
22 mai	834	465	1299	31,00
23 mai	832	294	1126	30,94
24 mai	846	172	1018	30,81
25 mai	855	103	958	31,23
26 mai	856	143	999	31,16
27 mai	852	166	1018	31,17
28 mai	845	85	930	31,17
29 mai	849	0	849	31,02