155 **DA10**
Dérivation partielle de la rivière Manouane
par Hydro-Québec
Saguenay—Lac-Saint-Jean 6211-10-005

Caractérisation des principales frayères et des nids de saumon à des débits de 100 à 260 m^3/s dans la rivière Betsiamites

HYDRO-QUÉBEC

DIRECTION RÉGIONALE MANICOUAGAN

DIRECTION PRODUCTION

Décembre 2000

41813
ex 1

HD
2000
082

Caractérisation des principales frayères et des nids de saumon à des débits de 100 à 260 m^3/s dans la rivière Betsiamites

HYDRO-QUÉBEC

DIRECTION RÉGIONALE MANICOUAGAN

DIRECTION PRODUCTION

et

Groupe conseil Génivar inc.

Hydro Québec Centre de documentation
2e étage-H2Z 1A4

Décembre 2000

Hydro Québec

SOMMAIRE

Auteur(s) et titre (pour fins de citation) :

LÉVESQUE, Frédéric. 2000. Caractérisation des principales frayères et des nids de saumon à des débits de 100 à 260 m^3/s dans la rivière Betsiamites. Présenté à la Direction régionale Manicouagan, Hydro-Québec, par le Groupe conseil Génivar inc. 49 p. + annexes et plans en pochette.

Résumé :

Ce document analyse les niveaux d'eau sur les quatre principales frayères à saumon de la rivière Betsiamites, à différents débits. À l'aide de relevés d'arpentage effectués à des débits variant entre 130 m^3/s et 100 m^3/s, d'un dénombrement ainsi que d'une fouille des nids réalisés sur les quatre principales frayères à saumon de la rivière (situées aux km 67, 65, 52 et 42), il a été possible de mesurer l'ampleur du découvrement, de quantifier la superficie des frayères et le nombre de nids asséchés ainsi que de déterminer le débit sécuritaire assurant l'immersion complète des frayères. Les travaux ont été exécutés au début de juin 2000,

Les relevés effectués à un débit de 130 m^3/s montrent que les surfaces asséchées occupent une superficie de 2055 m^2 au km 67, de 5219 m^2 au km 65, de 2960 m^2 au km 52 et de 3041 m^2 au km 42, ce qui représente une superficie totale de 13 275 m^2. À 100 m^3/s, la surface asséchée des quatre frayères atteint une superficie de plus de 16 235 m^2. Ce découvrement des aires de fraie entraîne l'assèchement du quart (26 %) des nids à 130 m^3/s et du tiers (32 %) à 100 m^3/s. La frayère du km 67 est la plus sensible à une fluctuation des débits, la proportion des nids asséchés passant de 24 % à 65 % entre 130 m^3/s et 100 m^3/s. Aucun nid récent n'est affecté par une diminution du débit dans la gamme de 130 m^3/s à 100 m^3/s sur la frayère du km 65. Trente pour cent des nids demeurent asséchés dans cette même gamme de débits au km 52. La frayère du km 42 présente la plus forte proportion de nids secs comparativement aux autres frayères, soit 69 % à 130 m^3/s et 75 % à 100 m^3/s.

Les deux tiers (67 %) des 9 nids asséchés, qui ont été fouillés sur la frayère du km 67, ainsi que le tiers (29 %) des 7 nids immergés et situés dans une zone sans écoulement de la frayère du km 42, contenaient en moyenne 181 alevins morts par nid. Les alevins morts ont été trouvés seulement dans les nids caractérisés par un haut degré d'humidité. Les nids complètement secs ne comportaient aucun alevin suggérant qu'il s'agissait majoritairement de faux nids ou que les alevins étaient morts depuis longtemps et décomposés lors de l'inventaire réalisé en juin. La perte résultant de la mortalité d'alevins correspond à un retour potentiel de 45 saumons adultes.

Les résultats de la présente étude démontrent que le recouvrement en eau des frayères est faible entre 100 m^3/s et 130 m^3/s. Les images vidéos prises à différents débits (100, 130 et 260 m^3/s) indiquent que les principales frayères de la rivière Betsiamites sont complètement immergées à 260 m^3/s.

L'analyse des résultats, tenant compte des contraintes liées à la production hydroélectrique de la centrale Bersimis-2, conduit à l'élaboration de quelques solutions visant à éviter l'assèchement des frayères durant les phases de reproduction, d'incubation, de développement intra-gravier et d'émergence des alevins dans la rivière Betsiamites.

Mots clés : *salmo salar*, saumon atlantique, assèchement, découvrement, frayère, nid, mortalité d'alevins, phase intra-gravier, débit minimum, gestion des débits, centrale Bersimis-2, rivière Betsiamites

Liste de distribution :
Société de restauration du saumon de la rivière Betsiamites
Conseil de bande de Betsiamites
Société de la faune et des parcs du Québec
Pêche et Océans Canada

Version : finale ***Code de diffusion :*** interne-externe ***Date :*** décembre 2000

Cote au Centre de documentation Environnement d'Hydro-Québec : HQ-2000-082

Hydro Québec

SUMMARY

Author(s) and title (for reference) :

LÉVESQUE, Frédéric. 2000. Caractérisation des principales frayères et des nids de saumon à des débits de 100 à 260 m^3/s dans la rivière Betsiamites. Report presented to the Direction régionale Manicouagan, Hydro-Québec, by Groupe conseil Génivar inc. 49 p. + appendices and maps in folder.

Abstract :

This report provides an analysis of the water levels over the four main salmon spawning grounds in the Betsiamites River under different flow conditions. Surveying measurements conducted at flows ranging from 130 m^3/s to 100 m^3/s, and a salmon redd survey at the four main spawning sites in the river (located at km 67, 65, 52 and 42) reveal the extent of the emergent areas at the spawning sites and the number of redds emerged, and provide information on a safe minimum instream flow need for total protection of the spawning sites. Field work was conducted at the beginning of June 2000.

Surveys conducted under 130 m^3/s flow conditions show that the emergent areas extend over 2055 m^2 at km 67, 5219 m^2 at km 65, 2960 m^2 at km 52 and 3041 m^2 at km 42, for a total surface area of 13 275 m^2. At 100 m^3/s, the emergent areas at the four spawning sites reach a surface area of more than 16 235 m^2. This emersion of the spawning sites leads to a drying of 26 % of the redds at 130 m^3/s, and of 32 % at 100 m^3/s. The km 67 spawning ground is the most sensitive to fluctuating flows, the proportion of emerged redds ranging from 24 % to 65 % between 130 m^3/s and 100 m^3/s. Recent redds are not affected by flows between 130 m^3/s and 100 m^3/s at the km 65 spawning site. At km 52, 30 % of the redds are emerged under the same flow range. The largest proportion of emerged redds occurs at the km 42 spawning site, 69 % at 130 m^3/s and 75 % at 100 m^3/s.

Two thirds (67 %) of the 9 emerged redds surveyed at the km 67 spawning site, and one third (29 %) of the 7 immerged redds located in a still area at the km 42 spawning site had an average of 181 dead alevins per redd. The dead alevins were found only in redds with a high degree of humidity. The redds totally emerged had no alevins suggesting that these were mostly trial redds or that the alevins had died and decomposed long before the June survey. This alevin mortality corresponds to a potential adult salmon run of 45 spawners.

The results of this study indicates that the wetting of spawning sites is low at flows between 100 m^3/s and 130 m^3/s. Videos taken at various flows (100, 130 and 260 m^3/s) show that the main spawning sites on the Betsiamites River are totally immerged at 260 m^3/s.

Taking into account the constraints related to the power production at the Bersimis-2 Generating Station, the results lead to the proposal of various solutions to avoid the drying of the spawning sites during the reproduction, incubation, post hatching and fry emergence stages in the Betsiamites River.

Key words : *Salmo salar*, Atlantic salmon, drying, emersion, spawning sites, redd, alevin mortality, alevin development stage, minimum flow, flow management, Bersimis-2 Generating Station, Betsiamites River, fry

Distribution list :
Société de restauration du saumon de la rivière Betsiamites
Betsiamites Band Council
Société de la faune et des parcs du Québec
Fisheries and Oceans Canada

Version : final ***Diffusion code :*** internal/external ***Date :*** December 2000

Call number at Centre de documentation Environnement d'Hydro-Québec : HQ-2000-082

Équipe de réalisation

Hydro-Québec (Direction production - Manicouagan)

Responsable de l'étude	:	Louis Alexandre
Conseiller scientifique	:	Richard Verdon

Groupe conseil Génivar inc.

Chargé de projet	:	Frédéric Lévesque
Hydrauliciens	:	Pierre Pelletier
		Francis Gauthier
Technicien (relevés biologiques)	:	Guy Allard
Technicien (relevés d'arpentage)	:	Pierre Bouchard
Cartographie	:	Johanne Boulanger
		Gilles Wiseman
Secrétariat	:	Michelle Métivier

Naturam Environnement

Technicien (relevés biologiques)	:	Érik Auclair
Géomatique	:	Tony St-Pierre

INRS Géoressources

Collaborateurs	:	Francis Bérubé
		Mylène Levasseur

Société de restauration du saumon de la rivière Betsiamites

Guides autochtones	:	Willy Saint-Onge
		Emmanuel Washish

N° référence Hydro-Québec : n/d
N° référence du consultant : Q93649

Table des matières

Page

SOMMAIRE i

1. INTRODUCTION 1

2. MÉTHODOLOGIE 3
   - 2.1 PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE 3
   - 2.2 RELEVÉS PHYSIQUES DES FRAYÈRES 4
   - 2.3 IDENTIFICATION ET CLASSIFICATION DES NIDS 4
   - 2.4 FOUILLE DES NIDS 7
   - 2.5 JAUGEAGE DE LA RIVIÈRE BOUCHER 8
   - 2.6 VIDÉO VERTICALE 8
     - 2.6.1 Prise de vue 9
     - 2.6.2 Traitement des images 9

3. RÉSULTATS 11
   - 3.1 DÉBITS 11
   - 3.2 RÉPARTITION DES NIDS 11
   - 3.3 SURFACES ASSÉCHÉES 12
   - 3.4 NOMBRE DE NIDS ASSÉCHÉS 37
   - 3.5 PERTE D'ALEVINS 38

4. DISCUSSION 41

5. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS 47

6. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES 49

Liste des figures

Page

Figure 1 Caractérisation des frayères à saumon de la rivière Betsiamites - Localisation des principales frayères. 5

Figure 2 Répartition des nids de saumon sur la frayère du km 67 à 100 m^3/s dans la rivière Betsiamites. 13

Figure 3 Répartition des nids de saumon sur la frayère du km 67 à 130 m^3/s dans la rivière Betsiamites. 15

Figure 4 Répartition des nids de saumon sur la frayère du km 67 à 260 m^3/s dans la rivière Betsiamites. 17

Figure 5 Répartition des nids de saumon sur la frayère du km 65 à 100 m^3/s dans la rivière Betsiamites. 19

Figure 6 Répartition des nids de saumon sur la frayère du km 65 à 130 m^3/s dans la rivière Betsiamites. 21

Figure 7 Répartition des nids de saumon sur la frayère du km 65 à 260 m^3/s dans la rivière Betsiamites. 23

Figure 8 Répartition des nids de saumon sur la frayère du km 52 à 100 m^3/s dans la rivière Betsiamites. 25

Figure 9 Répartition des nids de saumon sur la frayère du km 52 à 130 m^3/s dans la rivière Betsiamites. 27

Figure 10 Répartition des nids de saumon sur la frayère du km 52 à 260 m^3/s dans la rivière Betsiamites. 29

Figure 11 Répartition des nids de saumon sur la frayère du km 42 à 100 m^3/s dans la rivière Betsiamites. 31

Figure 12 Répartition des nids de saumon sur la frayère du km 42 à 130 m^3/s dans la rivière Betsiamites. 33

Figure 13 Répartition des nids de saumon sur la frayère du km 42 à 260 m^3/s dans la rivière Betsiamites. 35

Figure 14 Débits horaires turbinés à Bersimis-2 du 15 novembre au 5 décembre 1999. 45

Liste des tableaux

Tableau 1 Séquence des travaux réalisés sur les frayères des kilomètres 67, 65, 52 et 42 dans la rivière Betsiamites, du 10 au 14 juin 2000. 3

Tableau 2 Débits (m^3/s) estimés sur les principales frayères de la rivière Betsiamites, du 10 au 14 juin 2000 11

Tableau 3 Répartition annuelle des nids de saumons dénombrés dans les quatre principales frayères de la rivière Betsiamites. 12

Tableau 4 Surfaces asséchées (m^2) des principales frayères en fonction du débit de la rivière Betsiamites, du 10 au 14 juin 2000. 37

Tableau 5 Synthèse des observations recueillies sur les nids de saumon dans la rivière Betsiamites du 10 au 14 juin 2000 39

Tableau 6 Nombre de nids issus de la fraye de 1999 immergés ou asséchés en juin 2000 selon les débits dans la rivière Betsiamites 40

Tableau 7 Nombre d'alevins morts dans les nids récents fouillés sur les quatre principales frayères de la rivière Betsiamites en juin 2000. 40

Tableau 8 Débits horaires à la centrale Bersimis-2 du 15 novembre au 5 décembre 1999. 43

Tableau 9 Scénarios de gestion des débits(Q en m^3/s) proposés pour la protection des frayères et des alevins de saumon en aval de la centrale Bersimis-2 dans la rivière Betsiamites. 44

Liste des annexes

Annexe 1 Jaugeage dans la rivière Boucher le 14 juin 2000

Annexe 2 Données recueillies sur les frayères à saumon de la rivière Betsiamites du 10 au 14 juin 2000

Annexe 3 Répertoire photographique

1. Introduction

La Betsiamites est une rivière aménagée dont le débit est contrôlé par deux centrales hydroélectriques, soit Bersimis-1 localisée à la sortie du réservoir Pipmuacan ainsi que Bersimis-2 située à 68 km de l'embouchure. Le saumon fréquente le cours principal de la rivière sur environ 70 km, jusqu'au barrage de Bersimis 2, ainsi que la portion aval de quelques tributaires dont les principaux sont les rivières Boucher (5,2 km), Laliberté (5,0 km) et Nipi (1,2 km).

Des études ont été menées par Hydro-Québec entre 1990 et 1994 afin d'évaluer les contraintes et la faisabilité d'accroître la production salmonicole de ce cours d'eau ainsi que de trouver les moyens pour en augmenter la population de saumon (Boudreault et Lévesque, 1995). Une étude de modélisation hydrodynamique des habitats du saumon, réalisée sur la principale frayère de la rivière située au km 65, démontrait qu'un débit minimum de 130 m^3/s devait être maintenu durant les périodes de fraye et d'incubation, jusqu'à l'émergence des alevins, fondé sur une minimum de 30 cm d'eau sur les nids observés à cet endroit en 1994 (Lévesque *et al.*, 1995). D'après Lévesque *et al.* (1995), tous les nids du km 65 étaient couverts d'eau à 100 m^3/s, une valeur de débit exceptionnelle suggérée par le Comité technique en cas d'urgence à l'époque. De plus, les nids situés le plus près des rives de la frayère du km 67 étaient à peine mouillés à 130 m^3/s.

En 1999, une entente est intervenue entre le Conseil de bande de Betsiamites et Hydro-Québec dans le but de restaurer la population de saumon sur une période de cinq ans (1999-2003). Le texte de l'entente stipule que :

> *« durant l'ensemble de l'année, le débit minimum à la sortie de la centrale de Bersimis-2 est équivalent à la production d'un groupe (approximativement un débit de 110 à 140 m^3/s) sauf lors de travaux exceptionnels (par exemple en cas d'arrêt complet de la centrale) où le débit minimum à la sortie de la centrale est de 100 m^3/s et, dans ce cas, un avis de 48 heures d'Hydro-Québec est transmis à la Partie autochtone. »*

Hydro-Québec a effectué des travaux de réfection et d'entretien de ses équipements aux centrales Bersimis-1 et 2 à la fin de mai et au début de juin 2000. Les deux centrales ont été arrêtées et un débit minimum fut déversé à partir de l'évacuateur de crue de Bersimis 2 pendant les travaux qui se sont échelonnés du 23 mai jusqu'au 13 juin. La centrale Bersimis-2 fut remise en service le 14 juin en après-midi.

Malgré la grande fluctuation des débits, les nids d'années antérieures peuvent encore être retrouvés sur les frayères de la rivière Betsiamites. Lors d'une visite de routine effectuée le 5 juin, des nids asséchés ont été trouvés sur les frayères à saumon des kilomètres 67, 52 et 42, alors que le débit déversé était de 100 m^3/s depuis le 23 mai.

À la suite de ce constat, des relevés au terrain ont été réalisés entre le 10 et le 14 juin 2000 afin de caractériser les quatre principales frayères de la rivière Betsiamites (km 67, 65, 52 et 42) et de mieux documenter l'événement du 5 juin 2000. Les objectifs étaient les suivants :

- évaluer l'ampleur du dégagement des quatre principales frayères à différents débits;
- quantifier la superficie et le nombre de nids asséchés;
- et déterminer un débit sécuritaire assurant une couverture d'eau suffisante sur les nids.

Ce document présente les observations et les mesures effectuées lors de la campagne de terrain, décrit les résultats de l'analyse des données et formule quelques recommandations visant à maintenir un minimum d'eau au-dessus des nids durant la fraye des saumons, l'incubation des œufs, la phase intra-gravier et l'émergence des alevins.

2. Méthodologie

2.1 Plan d'échantillonnage

Les travaux ont été réalisés du 10 au 14 juin 2000 sur les quatre principales frayères à saumon localisées lors des inventaires conduits entre 1990 et 1994 dans la rivière Betsiamites (Boudreault et Lévesque, 1995), soit celles des kilomètres 67, 65, 52 et 42 (figure 1). Les débits déversés au barrage-évacuateur de Bersimis 2 durant cette période ont augmenté graduellement de 100 à 130 m^3/s selon la séquence suivante :

DATE	DÉBIT
10-06-2000	100 m^3/s
11-06-2000	110 m^3/s
12-06-2000	120 m^3/s
13-06-2000	130 m^3/s
14-06-2000	130 m^3/s

Ils ont été déversés chaque jour à partir de 00 : 00 afin d'assurer des conditions stables de mesure lors des relevés effectués durant la journée.

À chacun des débits, la ligne d'eau ceinturant les surfaces asséchées et bordant les rives devait être arpentée. Compte tenu de l'ampleur du travail à accomplir et des longs déplacements sur la rivière, en raison des faibles débits, la ligne d'eau de seulement deux des quatre frayères fut relevée à chaque débit selon la séquence présentée au tableau 1. Toutefois, des piquets en bois ont été enfoncés en amont ainsi qu'en aval des surfaces asséchées, ont été relevés par notre équipe et ont servi de repères lors des journées où il n'y a pas eu de relevés.

Tableau 1 Séquence des travaux réalisés sur les frayères des kilomètres 67, 65, 52 et 42 dans la rivière Betsiamites, du 10 au 14 juin 2000.

ACTIVITÉ	SAMEDI 10 juin (100 m^3/s)	DIMANCHE 11 juin (110 m^3/s)	LUNDI 12 juin (120 m^3/s)	MARDI 13 juin (130 m^3/s)	MERCREDI 14 juin (130 m^3/s)
Ligne de niveau	52, 42	65, 67	52, 42	67, 65, 52	42
Repère de niveau	65, 67	52, 42	65, 67		
Identification des nids	52, 42	67	65 (67, 42, 52)*		
Localisation des nids			52, 42, 67	67, 65, 52	
Fouille des nids			67	67, 65, 52	42
Jaugeage riv. Boucher					**

* Révision de l'âge et du statut des nids

** À environ 100 m de l'embouchure

À chaque frayère, tous les nids ont été identifiés puis localisés et quelques-uns ont été fouillés afin de confirmer la présence d'alevins. Des échantillons du substrat y ont aussi été prélevés par le personnel de l'INRS-Géoressources dans le but de caractériser la granulométrie.

Le débit dans la rivière Boucher a été jaugé lors de la dernière journée des travaux afin de déterminer la quantité d'eau s'écoulant sur les deux frayères (km 52 et 42) situées en aval de l'embouchure de cet affluent majeur de la rivière Betsiamites.

2.2 Relevés physiques des frayères

Un instrument permettant d'obtenir la position exacte sur les axes x, y et z (station totale GTS-4 de marque Topcon avec un carnet électronique PC9800 de marque Microflex) fut utilisé afin de positionner la ligne d'eau entourant les surfaces asséchées et longeant les rives, à chaque débit. Quelques cotes d'élévation ont été prises ici et là sur les îlots exondés et les berges avoisinantes afin d'en apprécier sommairement la topographie. La position et l'élévation de tous les nids ont aussi été mesurées à l'aide du même instrument d'arpentage. La précision de l'instrument dans l'étendue des valeurs mesurées était de l'ordre de ± 1 mm dans l'axe x et y, et de ± 1 cm dans l'axe z.

Toutes les données d'arpentage ont été transférées du carnet électronique et traitées à l'aide du logiciel Autocad (version 14) afin d'illustrer les aires exondées, la ligne de rivage ainsi que la position des nids aux débits où les relevés ont été pris. Ces données ont également servi à corriger les images provenant de la vidéo verticale effectuée à 100 m^3/s (10 juin 2000), à 130 m^3/s (13 juin 2000) et à 260 m^3/s (27 novembre 1989).

Un mini-piézomètre a servi à mesurer la hauteur d'eau à l'intérieur des nids asséchés (Lee et Cherry, 1978). Ces relevés, d'abord effectués dans les nids des frayères du km 52 et du km 42, ont été interrompus en raison de l'omniprésence d'argile sous les premières couches de pavement granulaire, laquelle ne permettait pas d'obtenir une mesure précise. En effet, la présence de particules fines dans l'échantillon empêchait l'eau de monter dans le tube de mesure de l'appareil. Quelques nids seulement ont une couche de sable et de gravier grossier sous les premières couches de pavement.

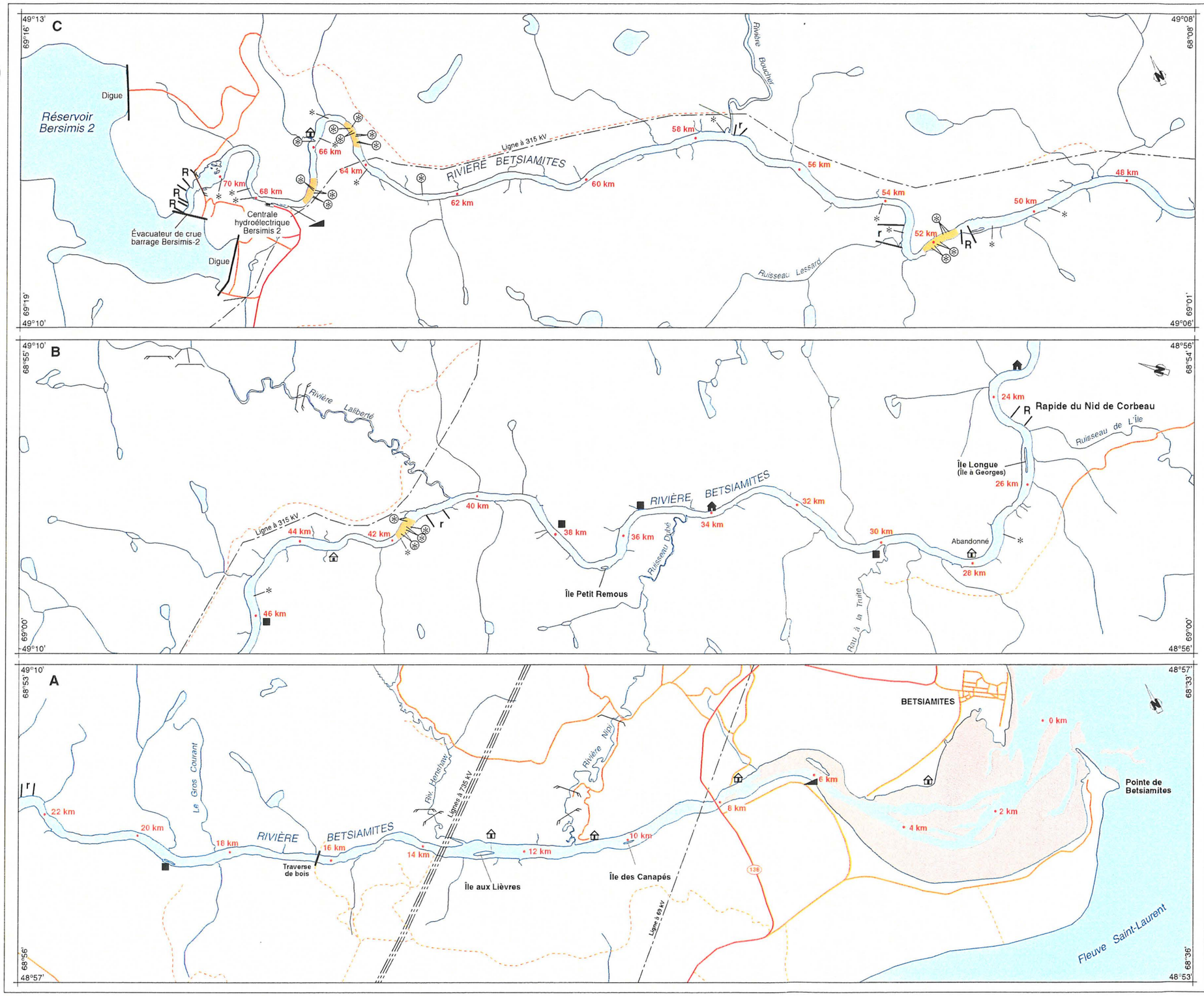
2.3 Identification et classification des nids

Chaque frayère a été inventoriée systématiquement. Sur les surfaces asséchées, les nids ont été repérés visuellement à un débit de 100 m^3/s. Les nids immergés furent identifiés à l'aide de plongées en apnée. Malgré l'effort consenti, quelques-uns ont pu échapper aux observateurs. Chaque nid a été identifié à l'aide d'une pierre orange numérotée (photo 12).

Figure 1

CARACTÉRISATION DES FRAYÈRES À SAUMON DE LA RIVIÈRE BETSIAMITES

LOCALISATION DES PRINCIPALES FRAYÈRES



ÉLÉMENT DU MILIEU

- Estran
- Rapide
- Rapide à eau basse
- Obstacle infranchissable
- Obstacle franchissable

INFRASTRUCTURE

- Camp de pêche autochtone
- Camp de pêche aménagé en 1999
- Carré de tente aménagé en 1999
- Ligne hydroélectrique
- Route principale
- Route secondaire
- Route tertiaire
- Débarcadère

NAVIGATION

- Kilométrage à partir de l'embouchure

POTENTIEL SALMONICOLE

- Frayère potentielle
- Frayère utilisée
- Principales frayères

Note : Le numéro du site correspond à l'unité ou au segment homogènes identifiés dans "Les annexes cartographiques des segments homogènes dans le cours principal et les tributaires de la rivière Betsiamites" (Lévesque *et al.*, 1993 Tome 2)

0 0,5 1 1,5 2 km

Feuillet de référence: Ministère de l'Énergie des Mines et des Ressources, feuillets 22C/15, 22F/2 et 22F/3.

Hydro Québec

Cartographie réalisée par le Groupe conseil Génivar, 2000.
G-Q93648 BETcararctfray (2000-07-06)

Les nids ont été repérés à l'aide des trois indices suivants :

1. Dépression de forme oblongue orientée dans le sens de l'écoulement;

2. Dimension de 1 à 1,5 m de longueur par 0,5 à 1 m de largeur;

3. Substrat dont la teinte est plus pâle que le matériel granulaire environnant, indiquant qu'il a été nettoyé et remanié récemment.

Ces trois indices sont facilement observés lorsque les nids sont immergés et repérés en plongée. Ils sont alors considérés comme récents c'est-à-dire creusés en 1999. Lorsque les nids sont asséchés, leur âge devient plus difficile à préciser parce que le contraste de teintes est moins apparent. Dans ces circonstances, un substrat propre, sans dépôt de matières fines, suggère qu'ils sont récents et probablement creusés lors de la dernière reproduction. La présence de sédiments fins en moins grande quantité que dans l'environnement immédiat est aussi l'indice de nids récents, mais creusés dans une zone de plus faible hydraulicité, favorable à la déposition des particules fines. Les nids montrant une quantité élevée de sédiments fins ou avec une présence d'algues sont anciens (photo 10). En situation d'incertitude, les nids sont jugés d'âge indéterminé.

Les saumons femelles creusent aussi des nids dans lesquels ils ne déposent pas d'œufs, parce que les conditions d'écoulement changent sur les frayères durant la période de reproduction. Ces nids ne possèdent généralement pas la forme oblongue ni la profondeur typique des nids où sont déposés les œufs. Ils sont considérés comme de faux nids.

Signalons que les nids asséchés de la frayère du km 67 ont été plus difficiles à catégoriser. En effet, ils montraient une forme moins bien définie qu'ailleurs en dépit du fait que plusieurs dépressions de bonne dimension aient été vues. La proximité de la centrale Bersimis-2, entraînant des variations du niveau d'eau et des vitesses d'écoulement plus rapides qu'en aval (Boudreault et Domingue, 1991), contribuerait à déplacer plus facilement les matériaux du lit et serait à l'origine du phénomène.

2.4 Fouille des nids

Environ une dizaine de nids asséchés (à 100 m^3/s) ont été fouillés dans chacune des frayères, dans le but de confirmer la présence d'alevins à l'exception de la frayère du kilomètre 65, où seulement trois nids n'étaient pas couverts d'eau lors de l'inventaire. Sur la frayère du kilomètre 42, une demi-douzaine de nids immergés localisés dans une section sans écoulement, furent également échantillonnés (photo 13). Il s'agit du seul endroit parmi les quatre frayères où cela fut observé.

Les nids ont été creusés jusqu'à une profondeur d'environ 30 cm à l'aide de petites pelles de jardin en portant une attention particulière à l'amoncellement de gravier et de cailloux situés dans la partie postérieure (aval) des nids (photo 2). La présence d'alevins morts (photos 3 et 14) et d'œufs morts (photo 4) dans les nids fut notée. Dans chaque nid où des alevins et des œufs morts furent trouvés, un échantillon d'alevins ou d'œufs morts était déposé dans un sac et couvert d'alcool à 70 % pour conservation et examen ultérieur en laboratoire. Le degré de résorption du sac vitellin chez les alevins a été évalué dans le but de fournir un indice sur le moment où est survenue la mortalité (photo 5).

2.5 Jaugeage de la rivière Boucher

Le 14 juin, une mesure du débit a été réalisée dans la rivière Boucher à environ 100 m en amont de son embouchure. La position exacte de la station échantillonnée a été localisée par arpentage. Le débit dans la rivière Betsiamites était alors de 130 m^3/s.

La profondeur et la vitesse d'écoulement ont été mesurées à tous les 3 m le long d'un transect bathymétrique d'une largeur totale d'environ 30 m. La règle graduée du courantomètre a fourni les données de profondeur. Les vitesses d'écoulement ont été prises à 60 % de la profondeur lorsque celle-ci était inférieure à 1 m et à 20 % ainsi qu'à 80 % lorsqu'elle était supérieure à 1 m. Dans ce dernier cas, la vitesse moyenne ($\overline{V}$) de la colonne d'eau est obtenue selon l'équation suivante :

$$\overline{V} = (V_{0,2h} + V_{0,8h})/2$$

Les vitesses ont été mesurées avec un courantomètre de marque Global Water (modèle FP101) dont la précision est de ± 0,03 m/s. Elles ont été validées à l'aide d'un second courantomètre, à godet, de marque Price (modèle HY-5000) et concordaient presque parfaitement.

La section d'écoulement a été subdivisée en sous-sections. La surface ainsi que la vitesse moyenne de chaque sous-section ont permis de calculer la débitance partielle provenant de chaque sous-section, dont le total fournit l'estimation du débit dans la rivière Boucher.

2.6 Vidéo verticale

Durant la campagne de terrain, deux survols en avion du cours principal de la Betsiamites, depuis l'embouchure jusqu'à Bersimis 2, ont permis de prendre des images verticales en continu à l'aide de deux caméras vidéo. Les prises de vue ont eu lieu le 10 juin, lorsque le débit était de 100 m^3/s, ainsi que le 13 juin alors que le débit était de 130 m^3/s.

2.6.1 Prise de vue

Un système de caméras vidéo installé dans un aéronef de type Beaver a été utilisé pour les prises de vue. Il permet d'enregistrer une vue générale de la rivière et une vue plus rapprochée. La vue rapprochée est contrôlée à distance par un opérateur qui s'assure de bien cadrer la rivière en modifiant l'inclinaison et la longueur focale de la caméra.

Les images ont été captées à une altitude de vol de 1350 m (4500 pi). Les deux survols ont permis de capter des images de la rivière à des débits de 100 m^3/s et de 130 m^3/s. Pour compléter l'analyse, d'autres images, correspondant à un débit de 260 m^3/s ont aussi été utilisées. Elles ont été extraites d'une vidéo enregistrée le 27 novembre 1989, alors qu'il y avait de la neige au sol. Ces images avaient alors été captées en format VHS.

Le type de caméra utilisé en juin 2000 est un modèle SONY numérique à 3 matrices CCD. Ce type de caméra permet de capter une image de haute qualité (format mini DV). Le fait que les images soit captées numériquement permet leur traitement ultérieur sans la perte de qualité liée au transfert entre les différentes étapes du traitement.

2.6.2 Traitement des images

Les images des tronçons étudiés ont été extraites du vidéo par ordinateur et assemblées en mosaïque à l'aide du logiciel « Panavue Image Assembler ». Par la suite, les mosaïques ont été référencées et redressées par rapport à des points connus sur le terrain (relevés d'arpentage effectués en juin 2000) à l'aide d'un logiciel spécialisé de traitement d'image (ER Mapper 6.0). Les mosaïques résultantes ont été importées dans AutoCAD et les lignes de rivage à 100 m^3/s, 130 m^3/s et 260 m^3/s ont été dessinées à partir des éléments visibles sur les images.

3. Résultats

3.1 Débits

Les débits sur les frayères ont été estimés à partir de la quantité d'eau déversée au barrage-évacuateur Bersimis 2 entre le 10 et le 14 juin 2000 (Tableau 2). Sur les frayères localisées aux km 65 et 67, les débits ont varié entre 100 m^3/s, le 10 juin et 130 m^3/s, les 13 et 14 juin 2000. Pour les frayères localisées aux km 42 et 52, les débits estimés sont légèrement plus élevés dû principalement aux apports de la rivière Boucher (18,2 m^3/s), dont les résultats d'un jaugeage sont présentés à l'annexe 1 et des ruisseaux du tronçon amont, dont le plus important est le ruisseau Lessard. Le débit total de ces ruisseaux est évalué approximativement entre 1 et 2 m^3/s. Nous avons arrondi la valeur estimée à 1,8 m^3/s pour des fins de commodité. Les débits estimés sur ces deux frayères ont donc varié entre 120 m^3/s le 10 juin et 150 m^3/s, les 13 et 14 juin 2000. Mentionnons que le débit écologique minimum suggéré en aval du barrage de Bersimis 2, afin de maintenir la qualité des habitats du saumon atlantique, est de 130 m^3/s (Lévesque *et al.*, 1995). Le débit minimum exceptionnel recommandé par le Comité technique est de 100 m^3/s.

Tableau 2 Débits (m^3/s) estimés[1] sur les principales frayères de la rivière Betsiamites, du 10 au 14 juin 2000.

FRAYÈRE	10 juin	11 juin	12 juin	13 juin	14 juin
km 67	100	110	120	130	130
km 65	100	110	120	130	130
km 52	120	130	140	150	150
km 42	120	130	140	150	150

[1] Débit mesuré à l'évacuateur de crue du barrage Bersimis 2, additionné au débit mesuré dans la rivière Boucher le 14 juin (18,2 m^3/s) et de l'apport des petits tributaires (1,8 m^3/s) pour les frayères des kilomètres 52 et 42, situées en aval de la rivière Boucher (km 57,5).

3.2 Répartition des nids

Le taux d'utilisation des frayères varie d'une année à l'autre (Tableau 3). Les frayères des km 65 (37 %) et 67 (27 %) ont été les plus utilisées entre 1991 et 1994, celles des km 42 (16 %) et 52 (20 %) l'étant moins durant cette période.

En 1999, la frayère du km 67 est celle qui comprenait le moins de nids (n = 21), soit 15 % de tous les nids répertoriés (n = 138). La frayère la plus utilisée est celle située au km 65 avec 57 nids (41 %), tandis que les frayères des km 42 et 52 renferment 33 (24 %) et 27 (20 %) nids respectivement.

Tableau 3 Répartition annuelle des nids de saumons dénombrés dans les quatre principales frayères de la rivière Betsiamites.

FRAYÈRE	1991	1992	1993	1994	MOYENNE (1991-1994)	1999[2]
km 67	44	56	31	37	42 (27 %)	21 (15 %)
km 65	123	64	20	24	58 (37 %)	57 (41 %)
km 52	--[1]	45	12	14	32 (20 %)	27 (20 %)
km 42	--[1]	20	32	23	25 (16 %)	33 (24 %)
Total (km 42)	167	185	95	98	157 (100 %)	138 (100 %)

[1] Frayère non inventoriée en raison de la trop forte turbidité originant de la rivière Boucher

[2] Inclut les nids immergés et asséchés d'âge récent ou indéterminés identifiés en juin 2000

La position des nids répertoriés les 10 et 12 juin 2000 dans les quatre principales frayères (km 67, 65, 52 et 42) a été superposée aux images vidéo prises le 10 juin 2000 à 100 m^3/s, le 13 juin 2000 à 130 m^3/s ainsi que le 27 novembre 1989 à 260 m^3/s (figures 2 à 13). Soulignons que l'état des nids (asséché ou immergé) correspond, dans chaque cas, à la date où ils ont été repérés et non pas à la date où les prises de vue ont eu lieu.

Sur la frayère la plus en amont, au km 67 (figures 2 et 3) et la plus en aval, au km 42 (figures 11 et 12), la répartition des nids est fortement associée à la morphologie des hauts-fonds qui en forment la majeure partie. On y retrouve donc la majorité des nids. À l'opposé, les nids de la frayère du km 65 sont situés hors de la zone de haut-fond (figures 5 et 6), mais plutôt à l'extrémité de seuils granulaires situés sous la surface de l'eau; peu de nids sont donc observés sur le haut-fond, même à 100 m^3/s (figure 5). La frayère du km 52 montre une situation intermédiaire puisque les nids sont répartis de part et d'autre en longeant la zone du haut-fond (figures 8 et 9). Tous les nids de chaque frayère sont entièrement couverts d'eau à un débit de 260 m^3/s (figures 4, 7, 10 et 13).

3.3 Surfaces asséchées

Le tableau 4 présente les superficies asséchées des quatre principales frayères pour une gamme de débits variant entre 100 et 260 m^3/s. La délimitation des surfaces asséchées apparaît sur les plans annexés en pochette.

À un débit de 100 m^3/s, les superficies asséchées des frayères localisées au km 42 et 52 sont presque identiques, soit 3 909 m^2 et 3 840 m^2 respectivement. L'augmentation du débit de 100 m^3/s à 130 m^3/s résulte en une diminution de 22 % environ de la surface asséchée sur les deux frayères.

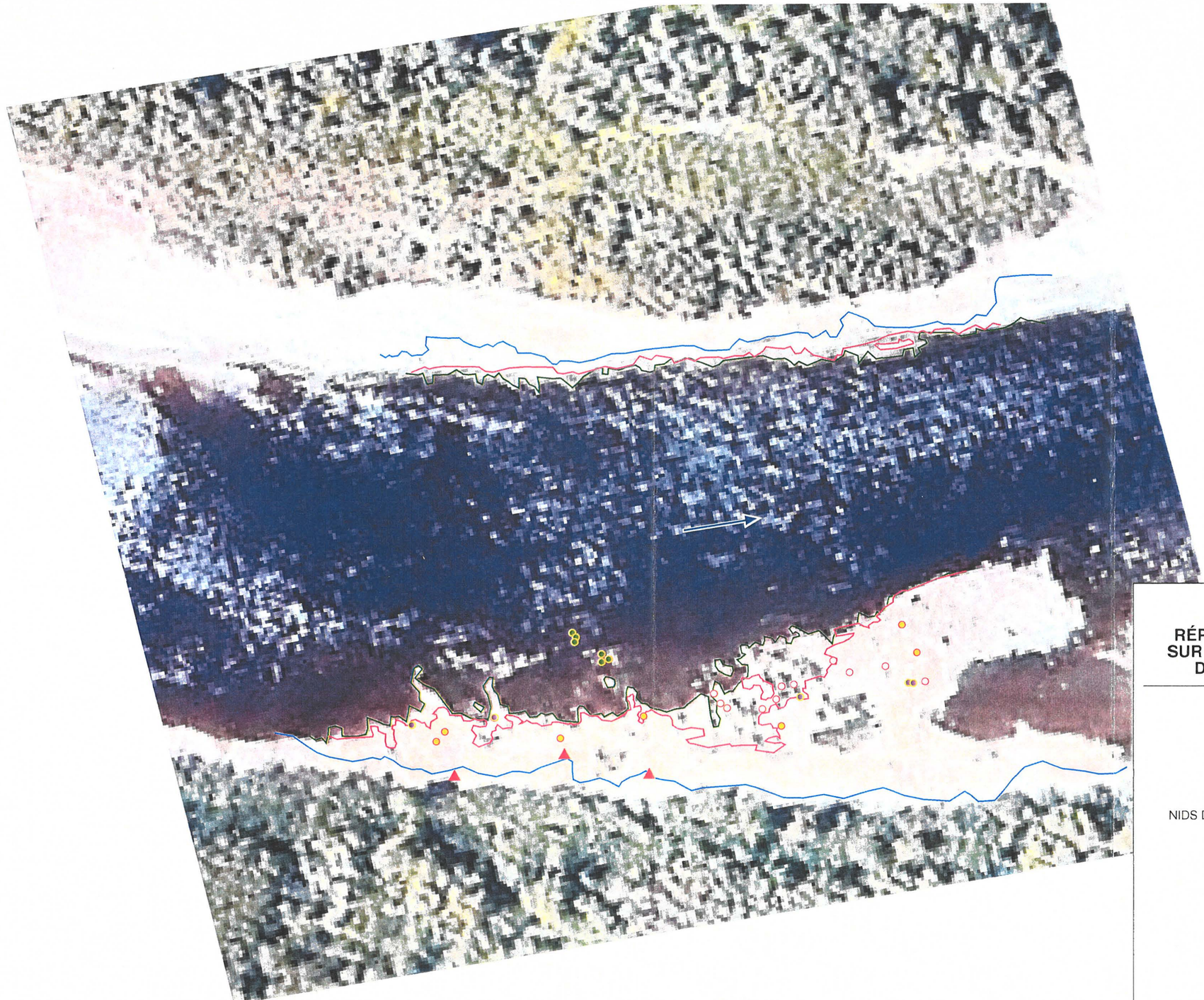


Figure 2

RÉPARTITION DES NIDS DE SAUMON SUR LA FRAYÈRE DU KM 67 À 100 m³/s DANS LA RIVIÈRE BETSIAMITES

- Repère arbitraire d'arpentage
- Sens de l'écoulement
- Rivage à 100 m³/s
- Rivage à 130 m³/s
- Rivage à 260 m³/s

NIDS DE SAUMON LOCALISÉS LE 10 JUIN (À 100 m³/s)

- Nid asséché récent à 100 m³/s
- Nid asséché ancien à 100 m³/s
- Nid asséché d'âge indéterminé à 100 m³/s
- Nid immergé à 100 m³/s

1 : 1000

0 10 20 30 40 50 mètres

Hydro Québec

Photo: Naturam Environnement, Vidéo vertical, 10 juin 2000

G-Q93649 BET nid67-100 (2000-07-18)

Figure 3

RÉPARTITION DES NIDS DE SAUMON SUR LA FRAYÈRE DU KM 67 À 130 m³/s DANS LA RIVIÈRE BETSIAMITES

- Repère arbitraire d'arpentage
- Sens de l'écoulement
- Rivage à 100 m³/s
- Rivage à 130 m³/s
- Rivage à 260 m³/s

NIDS DE SAUMON LOCALISÉS LE 10 JUIN (À 100 m³/S)

- Nid asséché récent à 100 m³/s
- Nid asséché ancien à 100 m³/s
- Nid asséché d'âge indéterminé à 100 m³/s
- Nid immergé à 100 m³/s

1 : 1000

0 10 20 30 40 50 mètres

Hydro Québec

Photo: Naturam Environnement, Vidéo vertical, 13 juin 2000

G-Q93649 BET nid67-130 (2000-07-18)

Figure 4

RÉPARTITION DES NIDS DE SAUMON SUR LA FRAYÈRE DU KM 67 À 260 m³/s DANS LA RIVIÈRE BETSIAMITES

- Repère arbitraire d'arpentage
- Sens de l'écoulement
- Rivage à 100 m³/s
- Rivage à 130 m³/s
- Rivage à 260 m³/s

NIDS DE SAUMON LOCALISÉS LE 10 JUIN (À 100 m³/s)

- Nid asséché récent à 100 m³/s
- Nid asséché ancien à 100 m³/s
- Nid asséché d'âge indéterminé à 100 m³/s
- Nid immergé à 100 m³/s

1 : 1000

0 10 20 30 40 50 mètres

Hydro Québec

Photo: Naturam Environnement, Vidéo vertical, 27 novembre 1989

G-Q93649 BET nid67-260 (2000-07-19)

N

Figure 5

RÉPARTITION DES NIDS DE SAUMON SUR LA FRAYÈRE DU KM 65 À 100 m³/s DANS LA RIVIÈRE BETSIAMITES

- Repère arbitraire d'arpentage
- Sens de l'écoulement
- Rivage à 100 m³/s
- Rivage à 130 m³/s
- Rivage à 260 m³/s

NIDS DE SAUMON LOCALISÉS LE 12 JUIN (À 120 m³/s)

- Nid asséché ancien à 120 m³/s
- Nid immergé à 120 m³/s

1 : 1000

0 10 20 30 40 50 mètres

Hydro Québec

Photo: Naturam Environnement, Vidéo vertical, 10 juin 2000

G-Q93649 BET nid65-100 (2000-07-18)

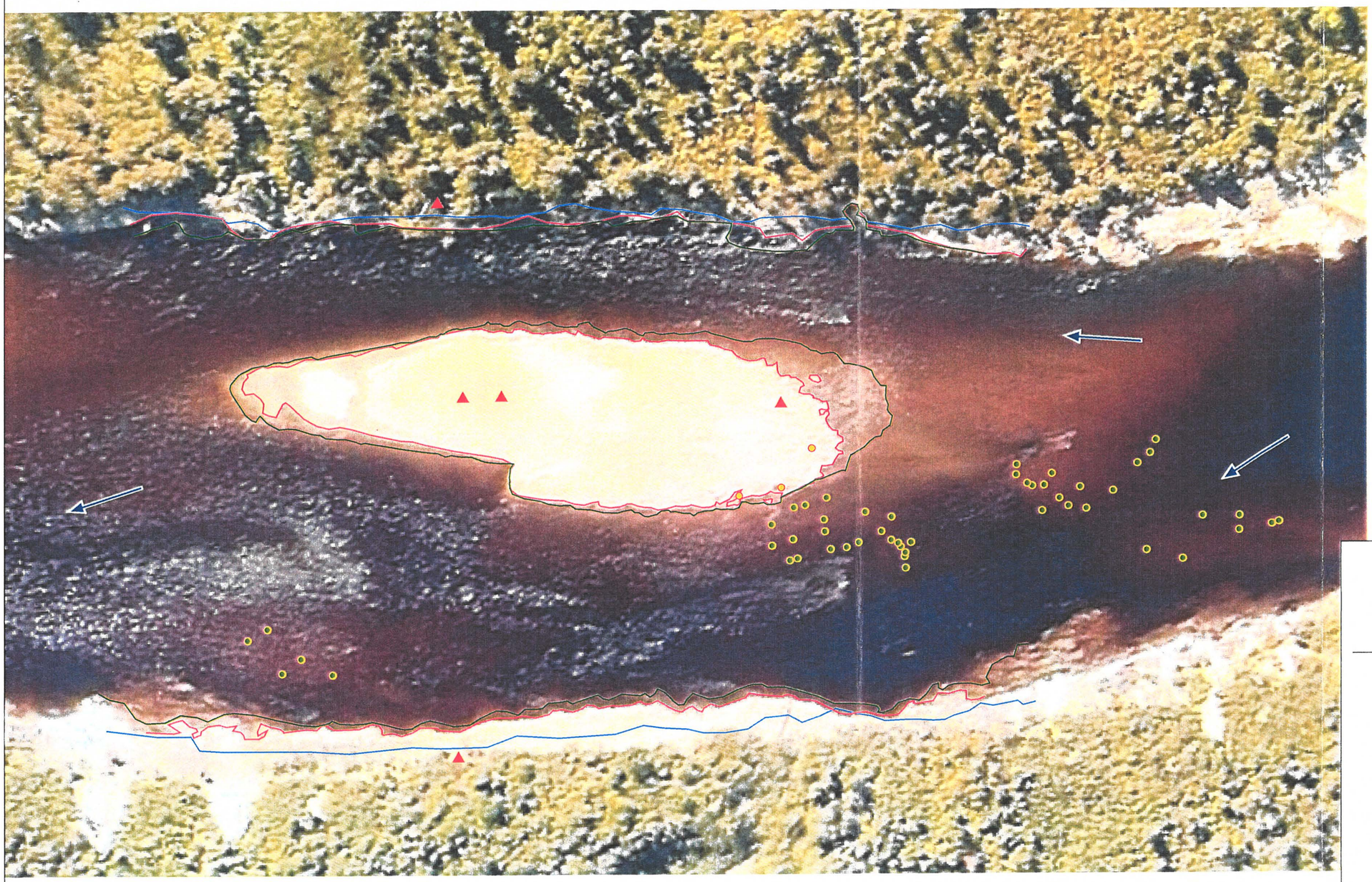


Figure 6

RÉPARTITION DES NIDS DE SAUMON SUR LA FRAYÈRE DU KM 65 À 130 m³/s DANS LA RIVIÈRE BETSIAMITES

- Repère arbitraire d'arpentage
- Sens de l'écoulement
- Rivage à 100 m³/s
- Rivage à 130 m³/s
- Rivage à 260 m³/s

NIDS DE SAUMON LOCALISÉS LE 12 JUIN (À 120 m³/s)

- Nid asséché ancien à 120 m³/s
- Nid immergé à 120 m³/s

1 : 1000

0 10 20 30 40 50 mètres

Hydro Québec

Photo: Naturam Environnement, Vidéo vertical, 13 juin 2000

G-Q93649 BET nid65-130 (2000-07-18)

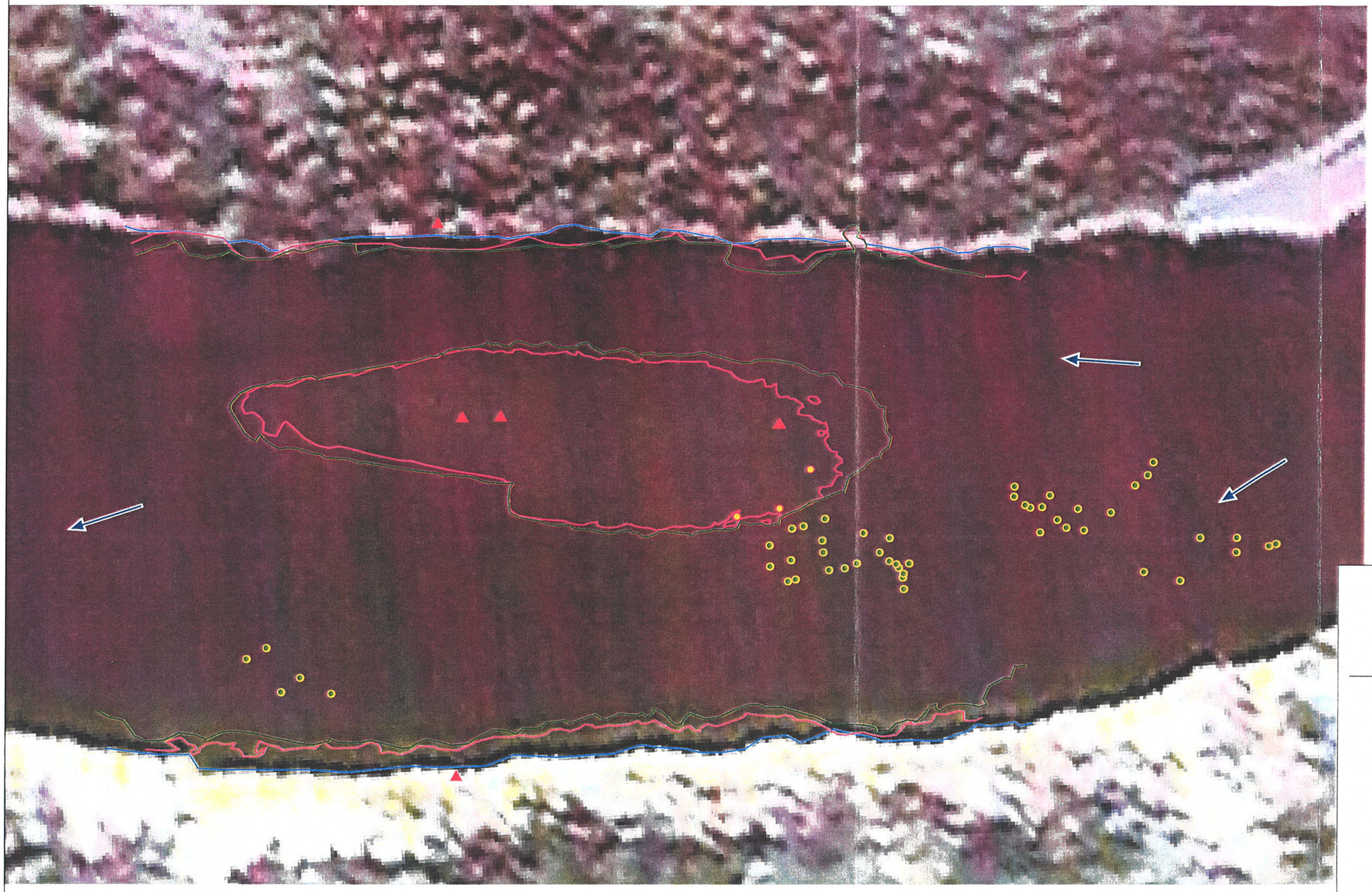


Figure 7

RÉPARTITION DES NIDS DE SAUMON SUR LA FRAYÈRE DU KM 65 À 260 m³/s DANS LA RIVIÈRE BETSIAMITES

- Repère arbitraire d'arpentage
- Sens de l'écoulement
- Rivage à 100 m³/s
- Rivage à 130 m³/s
- Rivage à 260 m³/s

NIDS DE SAUMON LOCALISÉS LE 12 JUIN (À 120 m³/s)

- Nid asséché ancien à 120 m³/s
- Nid immergé à 120 m³/s

1 : 1000

0 10 20 30 40 50 mètres

Hydro Québec

Photo: Naturam Environnement, Vidéo vertical, 27 novembre 1989

G-Q93649 BET nid65-260 (2000-07-18)

Figure 8

RÉPARTITION DES NIDS DE SAUMON SUR LA FRAYÈRE DU KM 52 À 100 m³/s DANS LA RIVIÈRE BETSIAMITES

- Repère arbitraire d'arpentage
- Sens de l'écoulement
- Rivage à 100 m³/s
- Rivage à 130 m³/s
- Rivage à 260 m³/s

NIDS DE SAUMON LOCALISÉS LE 10 JUIN (À 100 m³/s)

- Nid asséché récent à 100 m³/s
- Nid asséché ancien à 100 m³/s
- Nid immergé à 100 m³/s

1 : 1000

0 10 20 30 40 50 mètres

Hydro Québec

Photo: Naturam Environnement, Vidéo vertical, 10 juin 2000

G-Q93649 BET nid52-100 (2000-07-19)

Figure 9

RÉPARTITION DES NIDS DE SAUMON SUR LA FRAYÈRE DU KM 52 À 130 m³/s DANS LA RIVIÈRE BETSIAMITES

- Repère arbitraire d'arpentage
- Sens de l'écoulement
- Rivage à 100 m³/s
- Rivage à 130 m³/s
- Rivage à 260 m³/s

NIDS DE SAUMON LOCALISÉS LE 10 JUIN (À 100m³/s)

- Nid asséché récent à 100 m³/s
- Nid asséché ancien à 100 m³/s
- Nid immergé à 100 m³/s

1 : 1000

0 10 20 30 40 50 mètres

Hydro Québec

Photo: Naturam Environnement, Vidéo vertical, 13 juin 2000

G-Q93649 BET nid52-130 (2000-07-19)

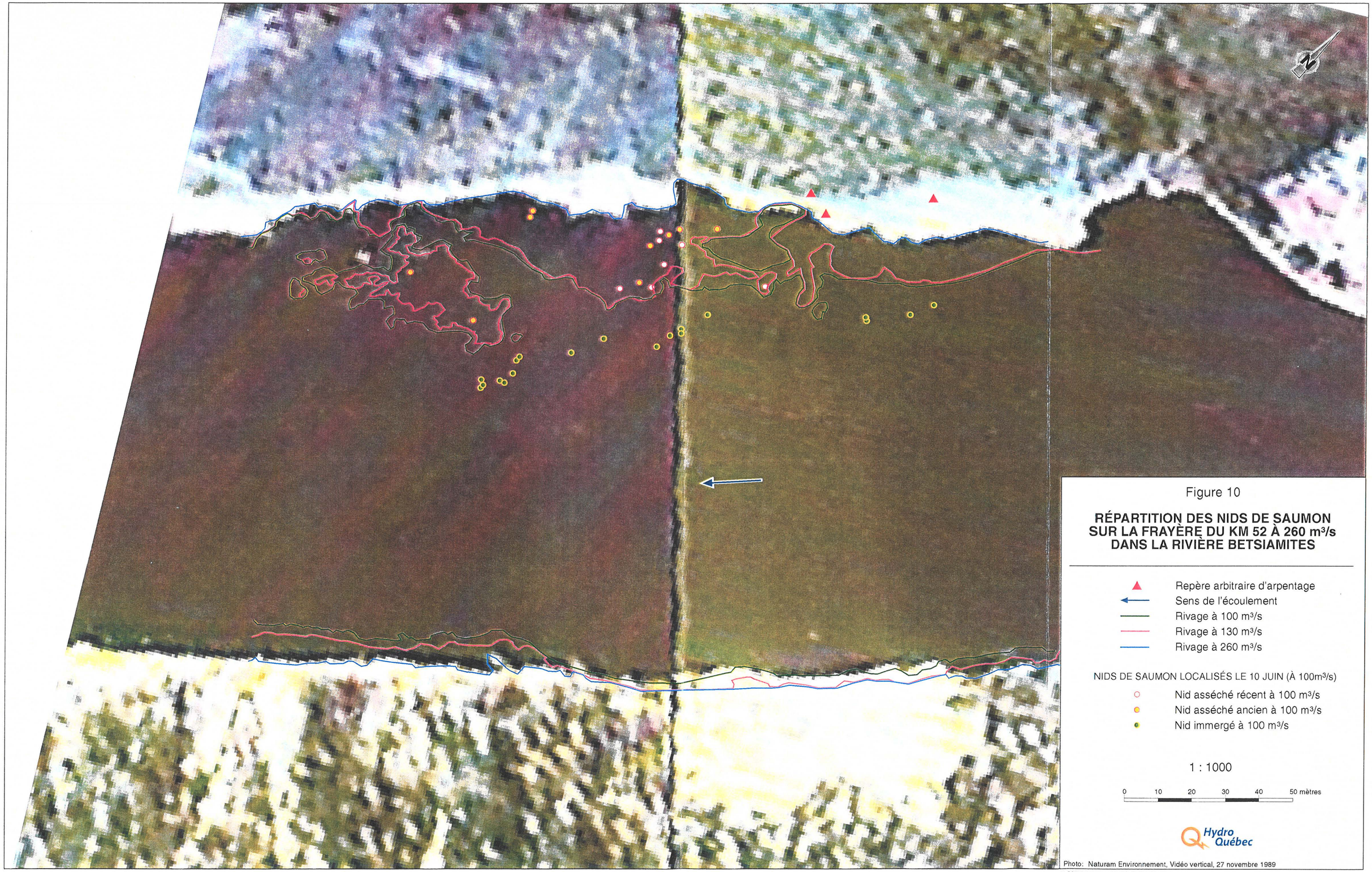


Figure 10

RÉPARTITION DES NIDS DE SAUMON SUR LA FRAYÈRE DU KM 52 À 260 m³/s DANS LA RIVIÈRE BETSIAMITES

- Repère arbitraire d'arpentage
- Sens de l'écoulement
- Rivage à 100 m³/s
- Rivage à 130 m³/s
- Rivage à 260 m³/s

NIDS DE SAUMON LOCALISÉS LE 10 JUIN (À 100m³/s)

- Nid asséché récent à 100 m³/s
- Nid asséché ancien à 100 m³/s
- Nid immergé à 100 m³/s

1 : 1000

0 10 20 30 40 50 mètres

Hydro Québec

Photo: Naturam Environnement, Vidéo vertical, 27 novembre 1989

G-Q93649 BET nid52-260 (2000-07-19)

Figure 11

RÉPARTITION DES NIDS DE SAUMON SUR LA FRAYÈRE DU KM 42 À 100 m³/s DANS LA RIVIÈRE BETSIAMITES

- Repère arbitraire d'arpentage
- Sens de l'écoulement
- Rivage à 100 m³/s
- Rivage à 130 m³/s
- Rivage à 260 m³/s

NIDS DE SAUMON LOCALISÉS LE 10 JUIN (À 100 m³/s)

- Nid asséché récent à 100 m³/s
- Nid asséché ancien à 100 m³/s
- Nid asséché d'âge indéterminé à 100 m³/s
- Nid immergé à 100 m³/s
- Nid à fleur d'eau à 100 m³/s

1 : 1000

0 10 20 30 40 50 mètres

Hydro Québec

Photo: Naturam Environnement, Vidéo vertical, 10 juin 2000

G-Q93649 BET nid42-100 (2000-07-20)

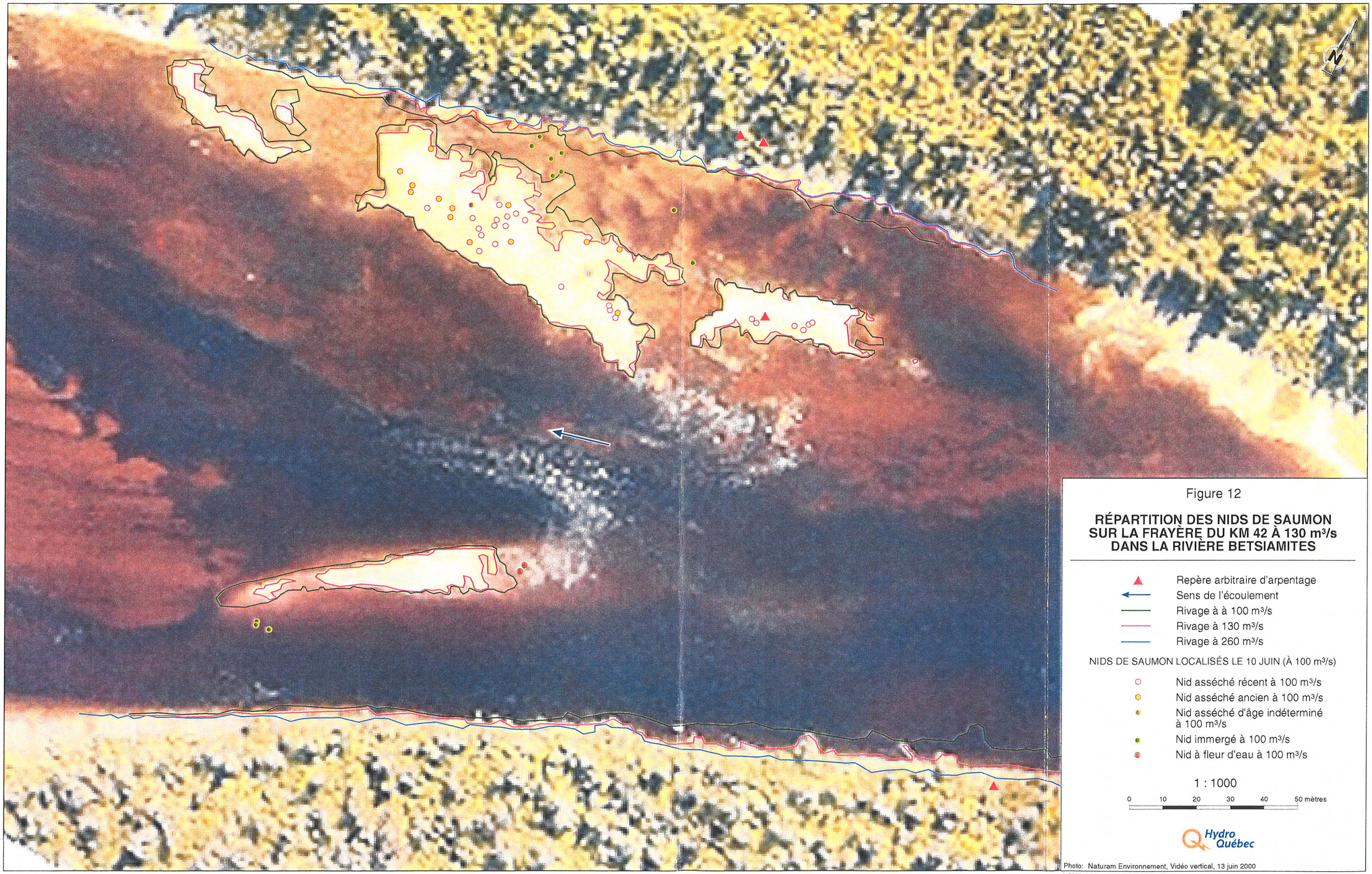


Figure 12

RÉPARTITION DES NIDS DE SAUMON SUR LA FRAYÈRE DU KM 42 À 130 m³/s DANS LA RIVIÈRE BETSIAMITES

- Repère arbitraire d'arpentage
- Sens de l'écoulement
- Rivage à à 100 m³/s
- Rivage à 130 m³/s
- Rivage à 260 m³/s

NIDS DE SAUMON LOCALISÉS LE 10 JUIN (À 100 m³/s)

- Nid asséché récent à 100 m³/s
- Nid asséché ancien à 100 m³/s
- Nid asséché d'âge indéterminé à 100 m³/s
- Nid immergé à 100 m³/s
- Nid à fleur d'eau à 100 m³/s

1 : 1000

0 10 20 30 40 50 mètres

Hydro Québec

Photo: Naturam Environnement, Vidéo vertical, 13 juin 2000

G-Q93649 BET nid42-130 (2000-07-20)

Figure 13

RÉPARTITION DES NIDS DE SAUMON SUR LA FRAYÈRE DU KM 42 À 260 m³/s DANS LA RIVIÈRE BETSIAMITES

Repère arbitraire d'arpentage
Sens de l'écoulement
Rivage à 100 m³/s
Rivage à 130 m³/s
Rivage à 260 m³/s

NIDS DE SAUMON LOCALISÉS LE 10 JUIN (À 100 m³/s)

Nid asséché récent à 100 m³/s
Nid asséché ancien à 100 m³/s
Nid asséché d'âge indéterminé à 100 m³/s
Nid immergé à 100 m³/s
Nid à fleur d'eau à 100 m³/s

1 : 1000

0 10 20 30 40 50 mètres

Hydro Québec

Photo: Naturam Environnement, Vidéo vertical, 27 novembre 1989

G-Q93649 BET nid42-260 (2000-07-20)

Tableau 4 Surfaces asséchées (m^2) des principales frayères en fonction du débit de la rivière Betsiamites, du 10 au 14 juin 2000.

FRAYÈRE	DÉBIT (m^3/s)				
	100	110	120	130	260
km 67	*	2674	*	2055	0
km 65	*	(5812)[1]	*	(5219)[1]	0
km 52	3840	*	3437	2960	0
km 42					
. berge	3152	*	2842	2557	0
. îlot	(757)[1]	*	(652)[1]	(484)[1]	0
. total km 42	3909		3494	3041	0

* Relevé de la ligne d'eau effectué seulement pour deux ou trois repères installés en amont, dans la section intermédiaire et en aval de la surface asséchée

[1] Représente la superficie d'un îlot asséché situé au centre de la frayère

Il est important de mentionner qu'à un débit de 100 m^3/s, un bras sans écoulement se forme sur la rive droite de la frayère du km 42 (figure 11; photos 11 et 13), lequel n'est pas propice au développement des alevins vésiculés. En effet, ces derniers se réfugient dans le gravier pour fuir la lumière et l'absence d'écoulement favorise la sédimentation, nuisant ainsi à la circulation de l'oxygène dans le substrat nécessaire aux alevins.

La superficie asséchée de la frayère du km 65 est importante. Cependant, il s'agit d'un îlot peu utilisé pour la fraie, situé au centre de cette frayère (figure 6). À un débit de 110 m^3/s, la surface asséchée représente 5 812 m^2 (tableau 4). Lorsque le débit augmente à 130 m^3/s, elle diminue d'environ 10 %, soit 5 219 m^2.

Quant à la frayère du km 67, sa surface asséchée à 110 m^3/s est la plus faible (2 674 m^2). Lorsque le débit augmente à 130 m^3/s, elle diminue du quart environ (23 %).

Par ailleurs, toute la surface des frayères est submergée, lorsque le débit atteint 260 m^3/s.

3.4 Nombre de nids asséchés

Les observations complètes sur tous les nids répertoriés lors de l'inventaire des frayères sont présentées à l'annexe 2. Mentionnons que l'interpolation des observations aux journées où il n'y a pas eu de relevés sur chaque frayère n'est pas présentée en raison de l'imprécision que comporte l'exercice même s'il existe quelques données repères du niveau d'eau pour chacune de ces journées.

En tenant compte de tous les nids répertoriés (récents, vieux et d'âge indéterminé) la frayère la plus utilisée, soit celle du km 65, est la moins affectée par un faible débit (Tableau 5). En effet, seulement 5 % des nids de cette frayère ont été asséchés lorsque le débit était de 110 m^3/s ou de 130 m^3/s. Dans ce cas, il s'agissait tous d'anciens nids.

À l'inverse, les autres frayères sont fortement affectées, particulièrement la frayère du km 42 où le pourcentage de nids asséchés atteint 82,6 % à 100 m^3/s et 78,2 % à 120 et 130 m^3/s.

La frayère du km 67 est aussi fortement affectée à un débit de 100 m^3/s avec 79,3 % de nids asséchés. Cependant, la situation s'améliore grandement lorsque le débit passe à 130 m^3/s. En effet, le nombre de nids asséchés diminue alors de 31 %, passant de 79,3 % à 48,3 %.

Quant à la frayère du km 52, le passage du débit de 100 à 130 m^3/s n'a aucun effet sur le pourcentage de nids asséchés, ce dernier demeurant à 44,1 %.

Le portrait change quelque peu en tenant uniquement compte des nids récents, (asséchés ou immergés lors de l'inventaire) c'est-à-dire ceux qui ont été creusés à l'automne 1999 (Tableau 6). Tous les nids récents de la frayère du km 65 étaient immergés lorsque le débit était de 100 m^3/s. Par ailleurs, 65 % des nids récents de la frayère du km 67 étaient asséchés lorsque le débit était de 110 m^3/s. Ce pourcentage a baissé à 24 % lorsque le débit a atteint 130 m^3/s. Pour ce qui est de la frayère du km 52, 30 % des nids récents ont été asséchés, peu importe le débit dans la fourchette 110 - 130 m^3/s. Quant à la frayère du km 42, le pourcentage de nids récents asséchés demeure élevé, variant entre 75 % et 69 % pour des débits passant de 100 à 130 m^3/s.

Globalement, le tiers (32 %) et le quart (26 %) des nids issus de la reproduction de 1999 étaient asséchés lors de la campagne de juin 2000 pour des débits de 100 et 130 m^3/s respectivement. Aucun nid n'est asséché à 260 m^3/s.

3.5 Perte d'alevins

Le tableau 7 présente le nombre d'alevins morts trouvés dans les nids récents qui ont été fouillés à cette fin. Au total, 26 nids asséchés et 7 nids immergés à 100 m^3/s ont été fouillés. Notons que les nids immergés étaient situés dans une zone sans écoulement entre la rive droite et la surface asséchée au km 42. Des alevins morts ont été trouvés dans 6 nids asséchés au km 67 et dans 2 nids immergés au km 42. Tous les nids asséchés dans lesquels se trouvaient les alevins morts possédaient un degré d'humidité élevé. Les nids complètement secs ne comportaient aucun alevin.

Par ailleurs, des œufs morts ont été trouvés dans 4 des 6 nids où il y avait des alevins morts au km 67. L'analyse des échantillons granulométriques prélevés sur les frayères démontre qu'il s'agit de la moins propice pour la survie des œufs parmi les quatre principales frayères de la Betsiamites (Levasseur *et al.*, 2000).

Tableau 5 Synthèse des observations recueillies sur les nids de saumon dans la rivière Betsiamites du 10 au 14 juin 2000.

Frayère	Date[1]	Débit[1] (m^3/s)	Nombre de nids						Pourcentage de nids (%)					
			Immergés	Asséchés récents	Asséchés vieux	Asséchés indéterminés	Asséchés total	Total	Immergés	Asséchés récents	Asséchés vieux	Asséchés indéterminés	Asséchés total	Total
km 67	00/06/11	110	6	11	8	4	23	29	20,7	37,9	27,6	13,8	79,3	100
	00/06/13	130	15*	4	6	4	14	29	51,7	13,8	20,7	13,8	48,3	100
km 65	00/06/11	110	57	--	3	--	3	60	95,0	--	5,0	--	5,0	100
	00/06/13	130	57	--	3	--	3	60	95,0	--	5,0	--	5,0	100
km 52	00/06/10	100	19	8	7	--	15	34	55,9	23,5	20,6	--	44,1	100
	00/06/12	120	19	8	7	--	15	34	55,9	23,5	20,6	--	44,1	100
	00/06/13	130	19	8	7	--	15	34	55,9	23,5	20,6	--	44,1	100
km 41	00/06/10	100	8	24	13	1	38	46	17,4	52,1	28,3	2,2	82,6	100
	00/06/12	120	10**	22	13	1	36	46	21,7	47,8	28,3	2,2	78,2	100
	00/06/13	130	10**	22	13	1	36	46	21,7	47,8	28,3	2,2	78,2	100
Total		130	101	34	29	5	68	169	59,7	20,1	17,2	3,0	40,2	100

[1] Date et débit lors des relevés d'arpentage

* Dont 7 étaient des nids récents asséchés et 2 des vieux nids asséchés, à 110 m^3/s

** Dont 2 nids étaient des nids récents asséchés à 100 m^3/s

Tableau 6 Nombre de nids issus de la fraye de 1999 immergés ou asséchés en juin 2000 selon les débits dans la rivière Betsiamites.

FRAYÈRE	DÉBIT (m^3/s)	NOMBRE (POURCENTAGE)		
		Immergés	Asséchés	Total
km 67	110	6 (35 %)	11 (65 %)	17 (100 %)
	130	13 (76 %)	4 (24 %)	17 (100 %)
	260	17 (100 %)	0 (0 %)	17 (100 %)
km 65	110	57 (100 %)	0 (0 %)	57 (100 %)
	130	57 (100 %)	0 (0 %)	57 (100 %)
	260	57 (100 %)	0 (0 %)	57 (100 %)
km 52	100	19 (70 %)	8 (30 %)	27 (100 %)
	130	19 (70 %)	8 (30 %)	27 (100 %)
	260	27 (100 %)	0 (0 %)	27 (100 %)
km 42	100	8 (25 %)	24 (75 %)	32 (100 %)
	130	10 (31 %)	22 (69 %)	32 (100 %)
	260	32 (100 %)	0 (0 %)	32 (100 %)
Total	100-110	90 (68 %)	43 (32 %)	133 (100 %)
	130	99 (74 %)	34 (26 %)	133 (100 %)
	260	133 (100 %)	0 (0 %)	133 (100 %)

Tableau 7 Nombre d'alevins morts dans les nids récents fouillés sur les quatre principales frayères de la rivière Betsiamites en juin 2000.

Frayère	Nombre fouillé		Nids avec alevins morts		Nombre d'alevins morts/nid
	Asséché	Immergé	Asséché	Immergé	
km 67	9*	0	6*	0	167
km 65	0	0	0	0	--
km 52	6	0	0	0	--
km 42	11	7**	0	2**	225
Total	26	7	6	2	181

* Nids immergés entre 110 et 130 m^3/s

** Nids immergés à 100 m^3/s dans une zone sans écoulement

4. Discussion

Cette étude montre qu'il y a assèchement du tiers (32 %) des nids à 100 m^3/s et du quart (26 %) des nids à 130 m^3/s sur l'ensemble des nids issus de la reproduction de 1999 dans les quatre principales frayères de la rivière Betsiamites (tableau 6). Trois (km 42, 52 et 67) des quatre principales frayères de la rivière sont affectées par l'assèchement des nids tandis qu'aucun nid récent n'était à sec sur la frayère du km 65. Cette dernière est la plus utilisée avec en moyenne (1990-1999) 40 % des nids répertoriés dans la Betsiamites (tableau 3). La modélisation hydrodynamique de la frayère du km 65 réalisée en 1994 démontrait qu'un débit de 130 m^3/s assurait un minimum de 30 cm d'eau au-dessus des nids et que ceux de la frayère du km 67 étaient à peine mouillés à ce débit (Lévesque *et al.*, 1995).

La frayère du km 65 est celle qui présente la plus grande superficie asséchée avec 5219 m^2 à 130 m^3/s. Toutefois, aucun nid récent ne se trouvait dans la zone exondée. À l'opposé, la frayère du km 67 possède la plus petite superficie asséchée à 130 m^3/s (2055 m^2) où quatre nids récents étaient toujours sans eau à ce débit. Cette frayère est la plus sensible à une faible fluctuation du débit, la proportion des nids asséchés passant de 65 % à 24 % entre 110 m^3/s et 130 m^3/s. Les frayères des km 52 et 42 affichent une superficie dégagée similaire d'environ 3000 m^2 lorsque le débit à Bersimis-2 est de 130 m^3/s. À ce débit, la frayère du km 42 comprend cependant la plus forte proportion de nids sans eau comparativement aux autres frayères, soit près de 70 %.

Les résultats indiquent que le recouvrement en eau des frayères est faible entre 100 et 130 m^3/s et qu'elles sont totalement immergées à 260 m^3/s (tableau 4; figures 2 à 13). Les données pour des débits intermédiaires variant entre 130 et 260 m^3/s ne sont pas disponibles, ce qui empêche d'évaluer précisément le débit auquel les quatre principales frayères sont toujours inondées. Une étude supplémentaire comportant la bathymétrie et le jaugeage des frayères est nécessaire pour évaluer précisément le débit requis afin d'assurer l'immersion complète des frayères dans la gamme des débits variant entre 130 et 260 m^3/s.

Les alevins morts ont été trouvés seulement dans des nids récents qui renfermaient un haut degré d'humidité; les deux tiers des nids récents asséchés qui ont été fouillés au km 67 contenaient des alevins morts, ce qui équivaut à la proportion des nids où la présence d'œufs fut notée lors de l'inventaire des frayères réalisé entre 1990 et 1994 (Lévesque *et al.*, 1993; 1995; Doyon *et al.*, 1994). Au km 42, seulement le tiers des nids immergés fouillés montrait des alevins morts. Ces nids étaient situés dans une zone sans écoulement localisée entre la rive droite et la surface asséchée, indiquant que les mortalités sont survenues par manque d'une circulation et d'une oxygénation suffisantes de l'eau. L'absence d'alevins morts dans les nids complètement asséchés suggère que les mortalités sont survenues plus tôt durant l'hiver (gel ou manque d'eau) et qu'ils étaient entièrement décomposés avant la campagne du mois de juin 2000. Une autre hypothèse est qu'il y a peut être moins

L'autre scénario, plus conservateur, vise le maintien d'un débit minimum de 260 m^3/s entre le 15 novembre et le 30 juin et assure l'immersion complète des frayères durant toute la phase du développement entre le dépôt des œufs et l'émergence des alevins. En contrepartie, l'application d'un débit de 260 m^3/s du 15 novembre au 30 juin requiert une révision complète du plan d'exploitation des centrales Bersimis-1 et Bersimis-2 et peut occasionner de sérieuses contraintes de gestion des deux centrales.

Une autre option permettant de contourner les contraintes de production liées aux deux premiers scénarios proposés serait d'aménager les frayères des kilomètres 67, 52 et 42 afin d'assurer la survie des œufs et des alevins enfouis dans le gravier à une vaste gamme de débits. Il s'agit toutefois d'une solution nécessitant des travaux d'envergure coûteux.

D'autres options peuvent aussi être envisagées et concernent plutôt la mise en place de mesures visant à compenser les pertes d'alevins :

- aménager des canaux de fraye efficients à un large spectre de débits dans les zones délaissées par la rivière situées notamment derrière les îles (ex. : km 54,5, 51, 37 et 26) et procéder à l'implantation d'oeufs pour en stimuler l'utilisation par les géniteurs et pour y favoriser le retour de leur progéniture; toutefois, ce genre d'aménagement demeure aussi une option coûteuse;
- orienter les efforts de restauration (ensemencements et aménagements physiques) dans les deux principaux tributaires de la Betsiamites en aval de la centrale Bersimis-2, soit les rivières Boucher et Laliberté; il s'agit d'une solution complémentaire insuffisante qui ne règle cependant pas le problème de production salmonicole dans le cours principal de la rivière Betsiamites.

Tableau 9 Scénarios de gestion des débits(Q en m^3/s) proposés pour la protection des frayères et des alevins de saumon en aval de la centrale Bersimis-2 dans la rivière Betsiamites.

Période	Phase du cycle de vie	Scénario 1		Scénario 2	
		Débit minimum	Débit maximum	Débit minimum	Débit maximum
15 nov. au 5 déc.	Reproduction des adultes	130	130	260	N/A
5 déc. au 5 mai	Incubation des œufs	130	N/A	260	N/A
5 mai au 15 juin	Développement des alevins intra-gravier	130	N/A	260	N/A
15 au 30 juin	Émergence des alevins	130	N/A	260	N/A

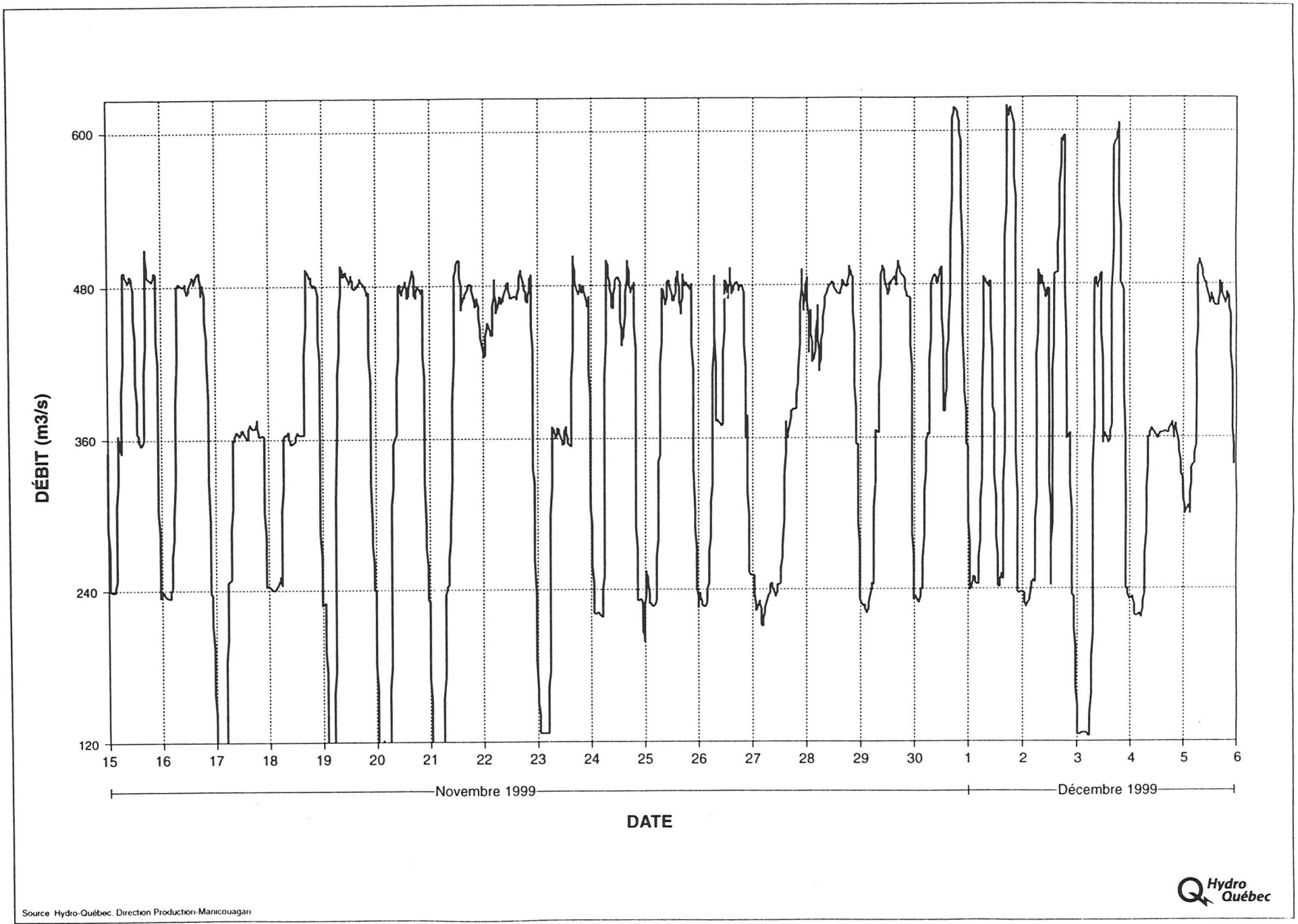


Figure 14. Débits horaires turbinés à Bersimis-2 du 15 novembre au 5 décembre 1999 .

5. Conclusion et recommandations

La présente étude démontre que des nids de saumon de la rivière Betsiamites sont asséchés à un débit exceptionnel de 100 m^3/s ainsi qu'à un débit écologique minimum de 130 m^3/s. Précisons que ce débit écologique (Lévesque *et al.*, 1995) repose sur une modélisation hydrodynamique de la principale frayère située au kilomètre 65, laquelle n'a pas été touchée par l'assèchement du 5 juin 2000.

Les résultats montrent qu'à des débits de 100 m^3/s et de 130 m^3/s, respectivement le tiers (32 %) et le quart (26 %) des nids des principales frayères sont asséchés avec la diminution du niveau de l'eau. La perte potentielle résultant de la mortalité d'alevins est estimée à 45 saumons adultes. Une analyse d'images vidéo prises à différents débits (100, 130 et 260 m^3/s) conduit à la conclusion qu'un débit de 260 m^3/s assure une couverture complète en eau des quatre principales frayères de la rivière Betsiamites (km 67, 65, 52 et 42).

La gestion des débits dans la Betsiamites comporte une contrainte liée à la production hydroélectrique de la centrale Bersimis-2 dont chacun des cinq groupes permet de turbiner un débit d'environ 125 m^3/s. Pour éviter l'assèchement des frayères, il est recommandé :

1. d'adapter la gestion des débits aux besoins du saumon, entre le 15 novembre et le 30 juin;

2. ou, d'aménager les principales frayères afin qu'elles demeurent immergées à une plus large gamme de débits.

Il est également possible de compenser la perte d'alevins en aménageant de nouvelles frayères (canaux de fraye) dans la rivière Betsiamites ou, enfin, d'orienter les efforts de restauration dans les principaux tributaires situés en aval de la centrale Bersimis-2.

6. Références bibliographiques

BOUDREAULT, A. et F. LÉVESQUE. 1995. *Accroissement de la production salmonicole de la rivière Betsiamites. Résumé des études de 1990 à 1994.* Rapport de la Division environnement Shooner du Groupe conseil Génivar inc. présenté à la vice-présidence Environnement, Hydro-Québec. 40 p.

BOUDREAULT, A. et J. DOMINGUE. 1991. Accroissement du potentiel salmonicole de la rivière Betsiamites. Étude de faisabilité : phase 1 - rapport final des activités 1990. Rapport du Groupe Environnement Shooner inc. et de Naturam inc. pour la Vice-présidence Environnement, Hydro-Québec, 52 p. et annexes.

CARON, F., LACHANCE, S. et J.-P. le BEL. 1999. *Actualisation des taux de survie du saumon lors des interventions à divers stades.* Faune et Parcs Québec. 8 p.

DOYON, J.-F., LÉVESQUE, BOUDREAULT, A., DOMINGUE, J. et S. LABRIE. 1994. *Accroissement du potentiel salmonicole de la rivière Betsiamties. Étude de faisabilité : Phase 1 - Rapport des activités de 1992.* Rapport du Groupe Environnement Shooner inc. pour la vice-présidence Environnement, Hydro-Québec, 32 p. et annexes.

IKONEN, E. 1984. « Migratory fish stocks and fishery management in regulated finnish rivers flowing into the Baltic sea ». *Proceedings of the second International Symposium on Regulated Streams, Oslo, Norway, 8-12 August 1982. Universitetsforlaget AS*, Oslo. p 437-451.

LEE, D.R. et J.A. CHEERY. 1978. « A field exercice on groundwater flow using seepage meters and mini-piezometers ». *J. Geol. Education.* 27 : 6-10.

LEVASSEUR, M., BÉRUBÉ, F. et N. BERGERON. 2000. *Étude de la qualité du substrat pour la reproduction du saumon atlantique de la rivière Betsiamites.* Institut national de recherche scientifique (INRS), secteur géoressources pour la Société de restauration du saumon de la rivière Betsiamites (préliminaire).

LÉVESQUE, F., BOUDREAULT, A., DOMINGUE, J. et S. LABRIE. 1993. *Accroissement du potentiel salmonicole de la rivière Betsiamites. Étude de faisabilité : Phase 1 - Rapport des activités de 1991. Tome 1.* Rapport du Groupe Environnement Shooner inc. pour la vice-présidence Environnement Hydro-Québec, 119 p. et annexes.

LÉVESQUE, F., BOURGEOIS, G., BELZILE, L., THÉBERGE, C. et A. BOUDREAULT. 1995. *Accroissement de la production salmonicole de la rivière Betsiamites. Rapport des activités 1994.* Rapport du Groupe Environnement Shooner inc. pour la vice-présidence Environnement, Hydro-Québec, 107 p., annexes et carte en pochette.

ROULEAU, A. et G. TREMBLAY. 1990. « Détermination du nombre d'ovules par femelle chez le saumon atlantique anadrome au Québec ». *Compte rendu de l'atelier sur le nombre de reproducteurs requis dans les rivières à saumon, Île aux Coudres, février 1988.* Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Direction de la gestion des espèces et des habitats. p. 154-167.

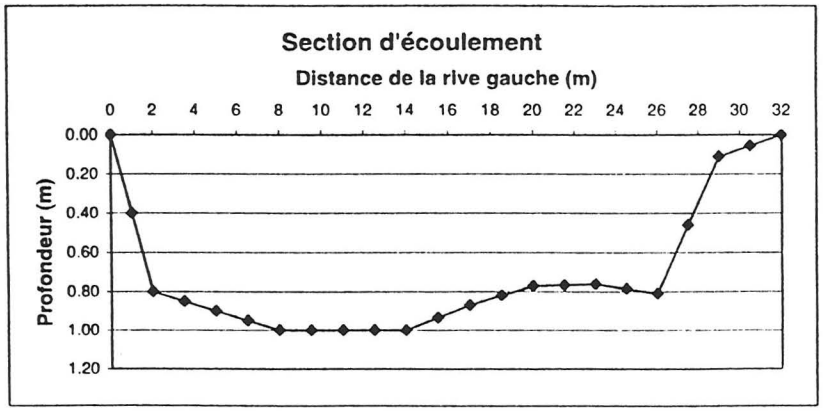
ANNEXE 1

Jaugeage dans la rivière Boucher le 14 juin 2000

JAUGEAGE SUR LA RIVIÈRE BOUCHER LE 14 JUIN 2000

Point	Distance de la rive (m)	Profondeur (m)	Vitesse moyenne (m/s)	Section d'écoulement (m^2)	Débit (m^3/s)	% de Q total (%)
1	**0.0**	**0.00**	**0**			
	1.0	0.40		0.20	0.08	0.4%
2	**2.0**	**0.80**	**0.81**	1.84	1.49	8.2%
	3.5	0.85				
3	**5.0**	**0.90**	**0.99**	2.70	2.67	14.7%
	6.5	0.95				
4	**8.0**	**1.00**	**0.89**	2.96	2.64	14.5%
	9.5	1.00				
5	**11.0**	**1.00**	**0.88**	3.00	2.64	14.5%
	12.5	1.00				
6	**14.0**	**1.00**	**0.84**	2.95	2.48	13.6%
	15.5	0.94				
7	**17.0**	**0.87**	**0.81**	2.62	2.12	11.7%
	18.5	0.82				
8	**20.0**	**0.77**	**0.59**	2.34	1.38	7.6%
	21.5	0.77				
9	**23.0**	**0.76**	**0.63**	2.30	1.45	8.0%
	24.5	0.79				
10	**26.0**	**0.81**	**0.49**	2.15	1.05	5.8%
	27.5	0.46				
11	**29.0**	**0.11**	**0.33**	0.55	0.18	1.0%
	30.5	0.06		0.04	0.01	0.0%
12	**32.0**	**0.00**	**0.00**			

SECTION D'ÉCOULEMENT: **23.66 m^2**
DÉBIT: **18.20 m^3/s**
VITESSE MOYENNE: **0.77 m/s**



ANNEXE 2

Données recueillies sur les frayères à
saumon de la rivière Betsiamites du 10 au 14 juin 2000

ANNEXE2. Donnéess recueillies sur les frayères à saumon de la rivière Betsiamitesdu 10 au 14 juin 2000

No. Frayère Km	Date Localisation	Débit (m^3/s)	No. Nid	État (I=immergé A=asséché)	Âge (R=récent V=vieux)	Statut (F=faux nid T=typique)	Niveau 1 (mm)	Fouillé (oui-non)	Nombre d'alvins (approx.)	Nombre d'œufs (approx.)	Remarque
67	10-juin	100	1	A		F	98,941	O	0	0	
67	10-juin	100	2	A	R	T	98,754	O	0	0	
67	10-juin	100	3	A	V	T	98,919	O	0	0	
67	10-juin	100	5	A	R	T	98,781	O	0	0	
67	10-juin	100	7	A	R	T	98,013	O	±100	±100	
67	10-juin	100	9	A	V	T	98,823	N			
67	10-juin	100	14	A	R	T	98,863	O	±100	±100	
67	10-juin	100	15	A	R	T	98,684	O	±100	0	
67	10-juin	100	19	A	V	T	98,775	N			
67	10-juin	100	21	A	?	T	98,685	O	0	0	
67	10-juin	100	22	A	R	T	97,942	O	±100	±100	
67	10-juin	100	23	A	R	T	98,562	O	±100	±100	
67	10-juin	100	25	A	R	T	98,785	N			
67	10-juin	100	26	A	R	T	98,429	O	300-400	0	75% résorbés
67	10-juin	100	27	A	R	T	98,589	N			
67	10-juin	100	28	A	R	T	98,515	N			
67	10-juin	100	30	A	V	T	99,170	N			
67	10-juin	100	31	A	V	T	98,666	N			
67	10-juin	100	32	A	V	T	98,875	N			
67	10-juin	100	33	A	V	T	99,212	N			
67	10-juin	100	34	A	?	T	98,711	N			Fond d'argile
67	10-juin	100	35	A	V	T	98,700	N			
67	12-juin	120	36	I		T	97,751	N			
67	12-juin	120	37	I		T	97,758	N			
67	12-juin	120	38	I		T	97,618	N			
67	12-juin	120	39	I		T	97,995	N			
67	12-juin	120	40	I		T	97,993	N			
67	12-juin	120	41	I		T	97,902	N			
67	10-juin	100	42	A	?	T	98,829	N			
67	10-juin	100	43	A	?	T	98,787	N			
65	12-juin	120	1	I		T	198,252	N			
65	12-juin	120	2	I		T	198,714	N			
65	12-juin	120	3	I		T	198,360	N			

ANNEXE2. Donnéess recueillies sur les frayères à saumon de la rivière Betsiamitesdu 10 au 14 juin 2000

No. Frayère Km	Date Localisation	Débit (m^3/s)	No. Nid	État (I=immergé A=asséché)	Âge (R=récent V=vieux)	Statut (F=faux nid T=typique)	Niveau 1 (mm)	Fouillé (oui-non)	Nombre d'alvins (approx.)	Nombre d'œufs (approx.)	Remarque
65	12-juin	120	4	I		T	198,726	N			
65	12-juin	120	5	I		T	199,035	N			
65	12-juin	120	6	I		T	198,951	N			
65	12-juin	120	7	I		T		N			
65	12-juin	120	8	I		T	198,057	N			
65	12-juin	120	9	I		T		N			
65	12-juin	120	10	I		T	199,013	N			
65	12-juin	120	11	I		T	198,924	N			
65	12-juin	120	12	I		T	198,392	N			
65	12-juin	120	13	I		T	198,581	N			
65	12-juin	120	14	I		T	198,646	N			
65	12-juin	120	15	I		T	198,898	N			
65	12-juin	120	16	I		T	198,663	N			
65	12-juin	120	17	I		T	198,776	N			
65	12-juin	120	18	I		T	198,307	N			
65	12-juin	120	19	I		T	198,283	N			
65	12-juin	120	20	I		T	198,497	N			
65	12-juin	120	21	I		T	198,768	N			
65	12-juin	120	22	I		T	198,534	N			
65	12-juin	120	23	I		T	198,612	N			
65	12-juin	120	24	I		T	198,463	N			
65	12-juin	120	25	I		T		N			
65	12-juin	120	26	I		T	198,383	N			
65	12-juin	120	27	I		T	198,674	N			
65	12-juin	120	28	I		T	198,423	N			
65	12-juin	120	29A	I		T	198,606	N			
65	12-juin	120	29B	I		T	198,610	N			
65	12-juin	120	30	I		T	198,597	N			
65	12-juin	120	31	I		T	198,486	N			
65	12-juin	120	32	I		T	198,466	N			
65	12-juin	120	33	I		T		N			
65	12-juin	120	34	I		T	198,647	N			
65	12-juin	120	35	I		T	198,555	N			

ANNEXE2. Donnéess recueillies sur les frayères à saumon de la rivière Betsiamitesdu 10 au 14 juin 2000

No. Frayère Km	Date Localisation	Débit (m^3/s)	No. Nid	État (I=immergé A=asséché)	Âge (R=récent V=vieux)	Statut (F=faux nid T=typique)	Niveau 1 (mm)	Fouillé (oui-non)	Nombre d'alvins (approx.)	Nombre d'œufs (approx.)	Remarque
65	12-juin	120	36	I		T	198,357	N			
65	12-juin	120	37	I		T	198,385	N			
65	12-juin	120	38	I		T	198,544	N			
65	12-juin	120	39	I		T	198,549	N			
65	12-juin	120	40	I		T	198,858	N			
65	12-juin	120	41	I		T	198,409	N			
65	12-juin	120	42	I		T	198,597	N			
65	12-juin	120	43	I		T	198,890	N			
65	12-juin	120	44	I		T		N			
65	12-juin	120	45	I		T	198,334	N			
65	12-juin	120	46	I		T		N			
65	12-juin	120	47	I		T	198,561	N			
65	12-juin	120	48	I		T	198,463	N			
65	12-juin	120	49	I		T	198,41	N			
65	12-juin	120	50	I		T	198,348	N			
65	12-juin	120	51	I		T	198,474	N			
65	12-juin	120	52	I		T	198,433	N			
65	12-juin	120	53	I		T	198,373	N			
65	12-juin	120	54	I		T		N			
65	12-juin	120	55	I		T	198,30	N			
65	12-juin	120	56	A	V	T	199,186	O	0	0	
65	12-juin	120	57	A	V	T	199,209	O	0	0	
65	12-juin	120	58	A	V	T	199,308	O	0	0	
52	10-juin	100	1	I		T	298,048	N			
52	10-juin	100	2	I		T	298,03	N			
52	10-juin	100	3	I		T	297,906	N			
52	10-juin	100	4	I		T	297,816	N			
52	10-juin	100	5	I		T	298,046	N			
52	10-juin	100	6	I		T	297,914	N			
52	10-juin	100	7	I		T	297,961	N			
52	10-juin	100	8	I		T	297,902	N			
52	10-juin	100	9	I		T	297,876	N			
52	10-juin	100	10	I		T	297,940	N			

ANNEXE2. Donnéess recueillies sur les frayères à saumon de la rivière Betsiamitesdu 10 au 14 juin 2000

No. Frayère Km	Date Localisation	Débit (m^3/s)	No. Nid	État (I=immergé A=asséché)	Âge (R=récent V=vieux)	Statut (F=faux nid T=typique)	Niveau 1 (mm)	Fouillé (oui-non)	Nombre d'alvins (approx.)	Nombre d'œufs (approx.)	Remarque
52	10-juin	100	11	I		T	298,038	N			
52	10-juin	100	12	I		T	298,093	N			
52	10-juin	100	13	I		T	297,870	N			
52	10-juin	100	14	I		T	297,920	N			
52	10-juin	100	15	I		T	297,792	N			
52	10-juin	100	16	I		T	297,825	N			
52	10-juin	100	17	I		T	297,744	N			
52	10-juin	100	18	I		T	297,731	N			
52	10-juin	100	19	I		T	297,739	N			
52	10-juin	100	20	A	R	T	298,783	O	0	0	INRS
52	10-juin	100	21	A	V	T	299,287	N			
52	10-juin	100	22	A	V	T	299,277	N			
52	10-juin	100	23	A	R	T	299,02	N			Fond d'argile
52	10-juin	100	24	A	V	T	299,267	N			
52	10-juin	100	25	A		F	299,20	O	0	0	
52	10-juin	100	26	A	R	T	299,148	O	0	0	
52	10-juin	100	27	A	R	T	299,224	O	0	0	
52	10-juin	100	28	A	V	T	299,253	N			
52	10-juin	100	29	A	R	T	298,711	O	0	0	INRS
52	10-juin	100	30	A	R	T	298,783	O	0	0	
52	10-juin	100	31	A	V	T	298,724	N			
52	10-juin	100	33	A	R	T	298,754	O	0	0	
52	10-juin	100	34	A	V	T	299,247	N			
52	10-juin	100	35	A	V	T	299,385	N			
52	10-juin	100	36	A	V	T	298,843	N			
52	10-juin	100	37	A	V	T	298,834	N			
42	10-juin	100	1	A	R	T	399,297	N			
42	10-juin	100	2	A	R	T	339,388	O	0	0	
42	10-juin	100	3	A	R	T	399,62	N			
42	10-juin	100	4	A	R	T	339,59	O	0	0	INRS
42	10-juin	100	5	A	R	T	399,436	O	0	0	
42	10-juin	100	6	A	R	T	399,614	N			
42	10-juin	100	7	A	R	T	399,486	O	0	0	

ANNEXE2. Donnéess recueillies sur les frayères à saumon de la rivière Betsiamitesdu 10 au 14 juin 2000

No. Frayère Km	Date Localisation	Débit (m^3/s)	No. Nid	État (I=immergé A=asséché)	Âge (R=récent V=vieux)	Statut (F=faux nid T=typique)	Niveau 1 (mm)	Fouillé (oui-non)	Nombre d'alvins (approx.)	Nombre d'œufs (approx.)	Remarque
42	10-juin	100	8	A	R	T	399,462	O	0	0	
42	10-juin	100	9	A	R	T	399,366	N			
42	10-juin	100	10	A	R	T	399,726	N			
42	10-juin	100	11	A		F	399,424	N			
42	10-juin	100	13	A	R	T	399,613	O	0	0	
42	10-juin	100	14	A	V	T	399,422	N			
42	10-juin	100	15	A	R	T	399,416	O	0	0	
42	10-juin	100	16	A	R	T	399,424	N			
42	10-juin	100	18	A	V	T	399,349	N			
42	10-juin	100	19	I		T	398,999	N			
42	10-juin	100	20	A	V	T	399,317	N			
42	10-juin	100	21	I		T	398,694	N			
42	10-juin	100	22	A	V	T	399,393	N			
42	10-juin	100	23	A	V	T	399,461	N			
42	10-juin	100	25	A	V	T	399,301	N			
42	10-juin	100	26	A	R	T	399,343	N			
42	10-juin	100	27	I		T	399,008	O	0	0	
42	10-juin	100	28	I		T	399,024	O	0	0	
42	10-juin	100	29	I		T	399,026	O	0	0	
42	10-juin	100	30	A	?	T	399,414	N			Anormal
42	10-juin	100	31	A	R	T	399,347	O	0	0	
42	10-juin	100	32	I		T	399,053	O	0	0	
42	10-juin	100	33	A	V	T	399,187	O	0	0	INRS
42	10-juin	100	34	I		T	399,058	O	0	0	
42	10-juin	100	35	I		T	398,994	O	±350	0	30% Résorbés, INRS
42	10-juin	100	37	A	R	T	399,347	N			
42	10-juin	100	38	A	R	T	399,426	N			
42	10-juin	100	39	A	V	T	399,269	N			
42	10-juin	100	40	A		F	399,417	N			
42	10-juin	100	41	A	V	T	399,342	N			
42	10-juin	100	42	A	R	T	399,336	O	0	0	INRS
42	10-juin	100	43	A	R	T	399,286	O	0	0	INRS,fond d'argile
42	10-juin	100	44	A	R	T	399,467	N			

ANNEXE2. Donnéess recueillies sur les frayères à saumon de la rivière Betsiamitesdu 10 au 14 juin 2000

No. Frayère Km	Date Localisation	Débit (m^3/s)	No. Nid	État (I=immergé A=asséché)	Âge (R=récent V=vieux)	Statut (F=faux nid T=typique)	Niveau 1 (mm)	Fouillé (oui-non)	Nombre d'alvins (approx.)	Nombre d'œufs (approx.)	Remarque
42	10-juin	100	45	A		F	399,445	N			
42	10-juin	100	46A	A		F	399,396	N			
42	10-juin	100	46B	A		F	399,484	N			
42	10-juin	100	47	A		F		N			
42	10-juin	100	48	A		F	399,447	N			
42	10-juin	100	49	A	R	T	399,405	N			
42	10-juin	100	50	A		F	399,439	N			
42	10-juin	100	51	A		F	399,407	O	0	0	
42	10-juin	100	52	A	R	T	399,496	N			
42	10-juin	100	53A	A		F	399,568	N			
42	10-juin	100	53B	A	V	T	399,342	N			
42	10-juin	100	54	A	V	T	399,502	N			
42	10-juin	100	55	A	R	T	399,102	N			Eau dans le nid à 120m ^{3}/s
42	10-juin	100	56	A	R	T	399,364	O	0	0	Anormal
42	10-juin	100	57	A	V	T	399,463	N			
42	10-juin	100	58	A	R	T	399,038	O	0	0	Eau dans le nid à 120m ^{3}/s
42	10-juin	100	59	A	V	T	399,484	N			
42	10-juin	100	60	I		T	398,521	N			
42	10-juin	100	61	I		T	398,444	N			
42	10-juin	100	62	I		T	398,199	N			

ANNEXE 3

Répertoire photographique

PHOTO 1. Vue vers l'aval de la surface asséchée à 120 m^3/s et utilisée pour la fraie au km 67 (12-06-2000).

PHOTO 2. Fouille du nid n° 22 de la frayère du km 67 (12-06-2000).

PHOTO 3. Alevin mort trouvé dans le nid n° 23 de la frayère du km 67 (12-06-2000).

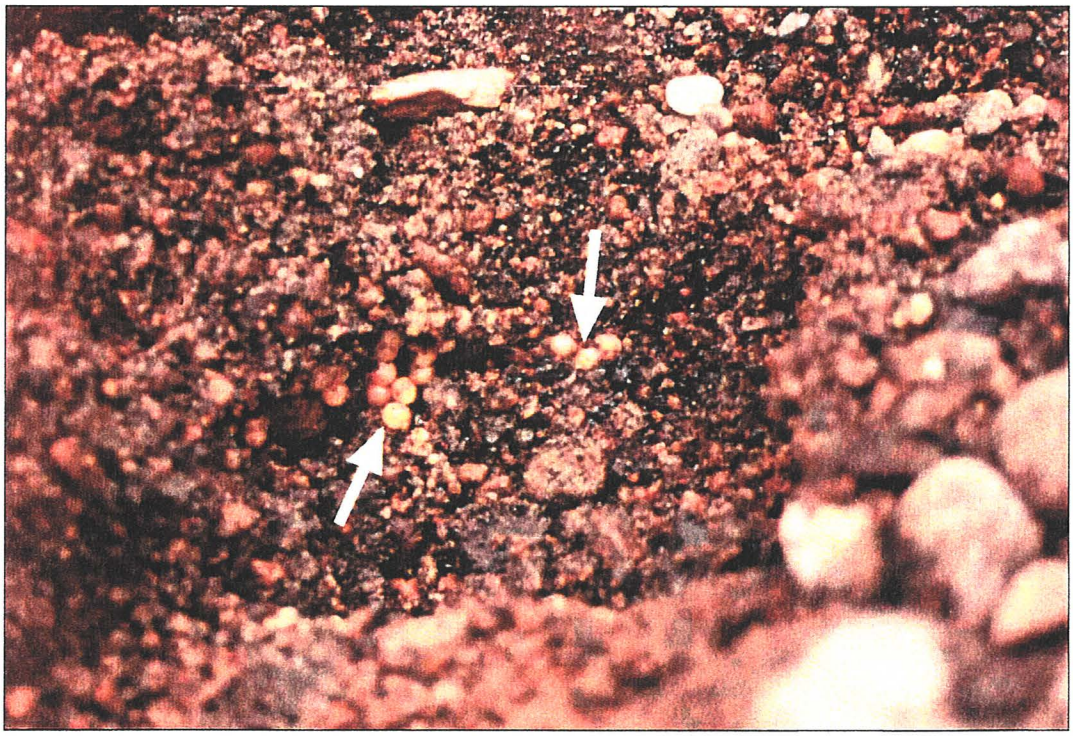


PHOTO 4. Oeufs morts trouvés dans le nid n° 23 de la frayère du km 67 (12-06-2000).

PHOTO 5. Alevins morts trouvés dans le nid n° 26 de la frayère du km 67 (06-06-2000). Courtoisie de la Société de la restauration du saumon de la rivière Betsiamites.

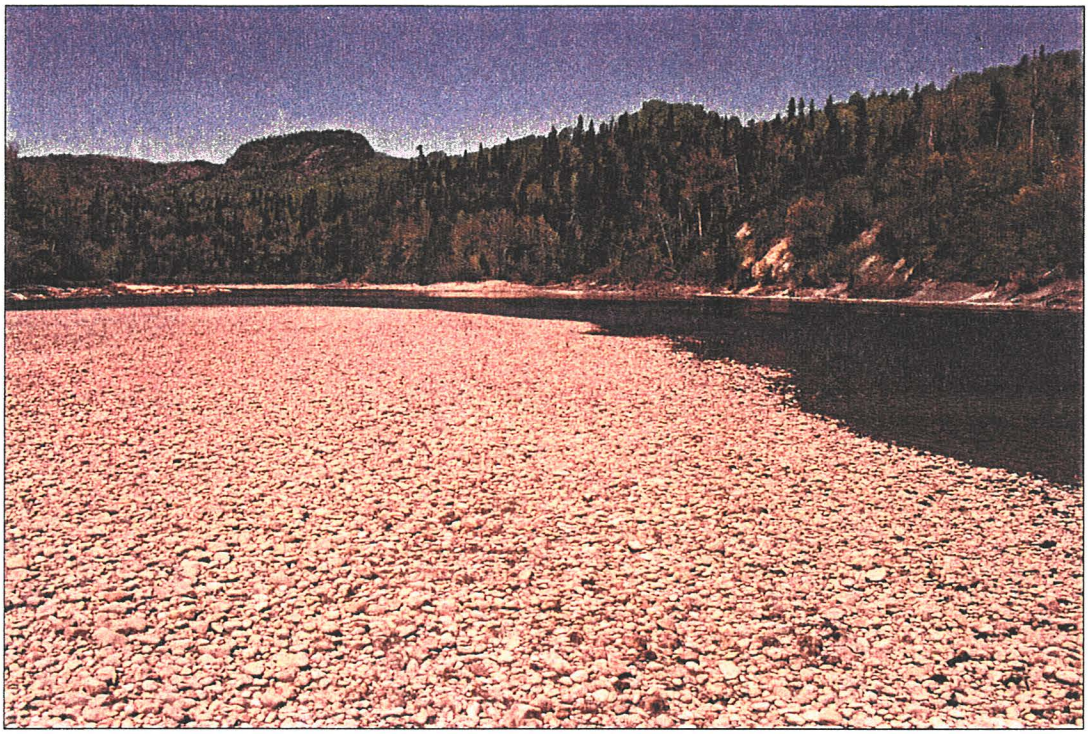


PHOTO 6. Vue vers l'amont de la surface asséchée à 100 m^3/s de la frayère du km 65 (05-06-2000).

PHOTO 7. Zone la plus propice pour la fraie du saumon au km 65, vue à 100m^3/s (05-06-2000).

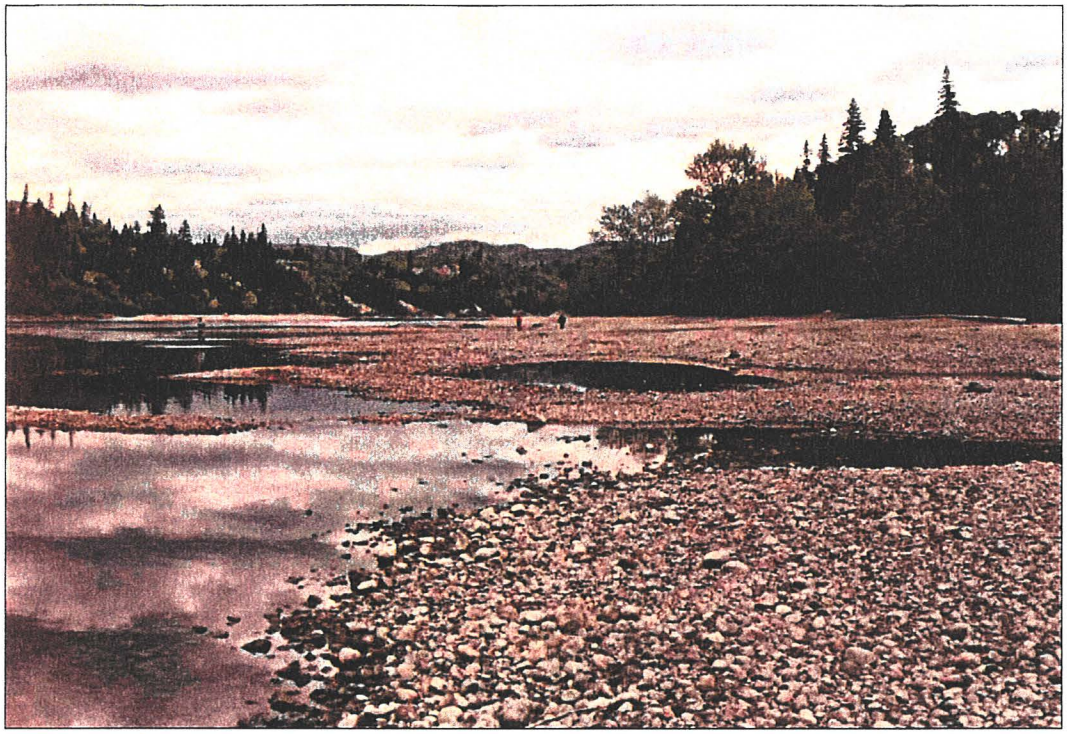


PHOTO 8. Vue vers l'aval de la surface asséchée à 120 m^3/s et utilisée pour la fraie au km 52 (12-06-2000).

PHOTO 9. Zone la plus propice pour la fraie du saumon au km 52, vue à 120m^3/s (12-06-2000).

PHOTO 10. Identification de deux vieux nids (derrière pierres oranges) sur la frayère du km 52 (12-06-2000).

PHOTO 11. Vue vers l'aval de la surface asséchée à 100 m^3/s et utilisée pour la fraie au km 42 (05-06-2000).

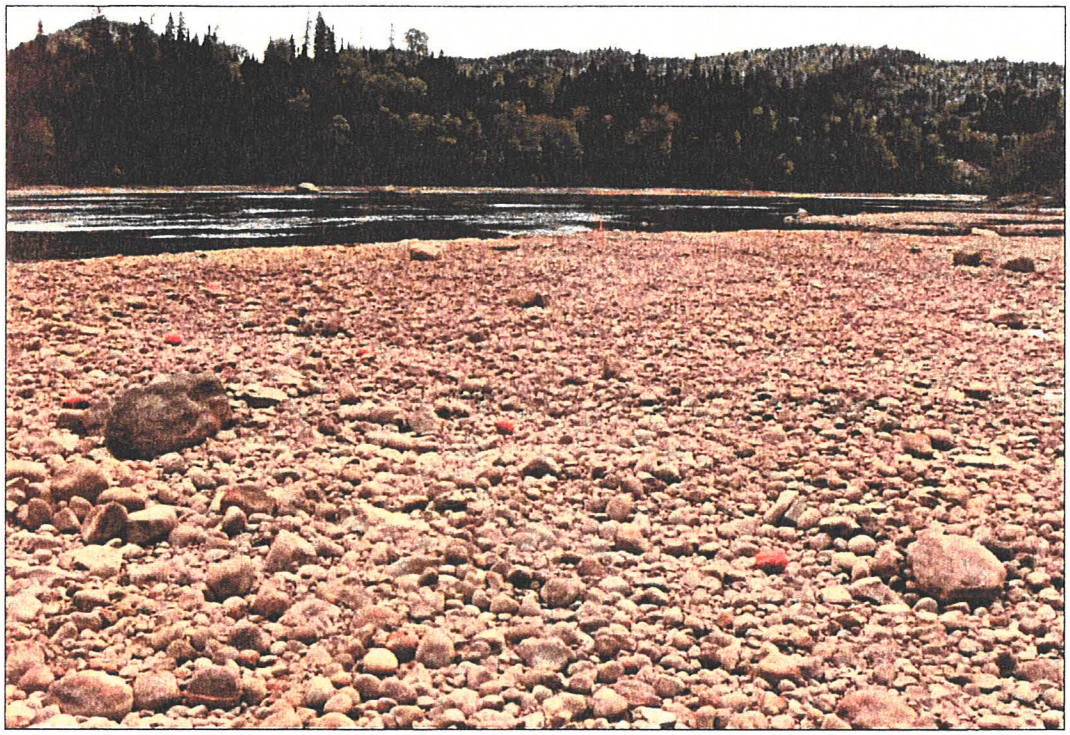


PHOTO 12. Nids asséchés (pierres oranges) sur la frayère du km 42 à 100 m^3/s (10-06-2000).

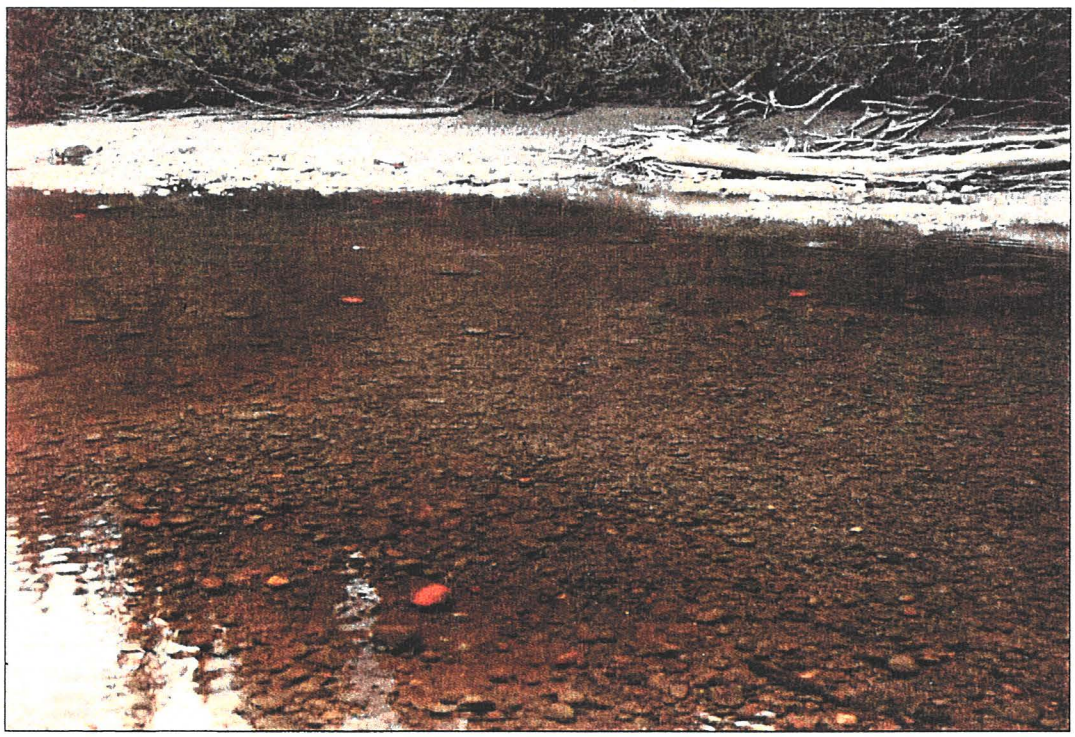


PHOTO 13. Nids (pierres oranges) retrouvés dans un bras sans écoulement à 100m^3/s sur la frayère du km 42 (10-06-2000).

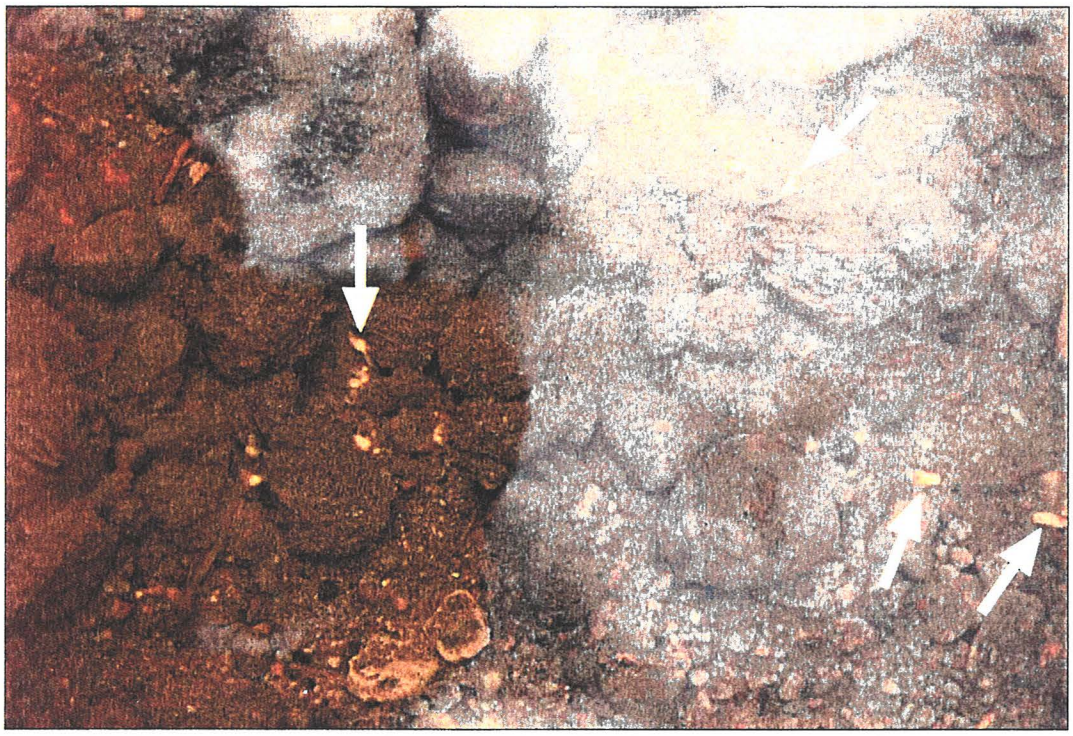


PHOTO 14. Alevins morts retouvés dans le nid n° 35 de la frayère du km 52 (10-06-2000).

HYDRO-QUEBEC

GENIVAR

3100, AV. BOURG-ROYAL, BEAUPORT, QC, G1C 5S7
TÉLÉCOPIEUR : (418) 666-3677 TÉL: (418) 666-5452

Titre du plan:

RIVIERE BETSIAMITES

RELEVE DES FRAYERES (CARACTERISATION)

SITE: Km 41

P. BOUCHARD Préparé par P. BOUCHARD Dessiné par X. XXXXXXXXX Approuvé par	Échelle : HOR. 1=250 VERT. Date : 21 JUIN 2000 Dossier no. (client) :	Contrat no. (consultant) : Q93649 Dessin no. : 1 de : 4

E41.DWG

REV.no.	Description	Date

Ville de:

HYDRO-QUEBEC

GENIVAR

3100, AV. BOURG-ROYAL, BEAUPORT, QC, G1C 5S7
TÉLÉCOPIEUR : (418) 666-3677 TÉL: (418) 666-5452

Titre du plan:

RIVIERE BETSIAMITES

RELEVE DES FRAYERES (CARACTERISATION)

SITE: Km 52

298.794

REV.no.	Description	Date

Ville de:

HYDRO-QUEBEC

GENIVAR

3100, AV. BOURG-ROYAL, BEAUPORT, QC, G1C 5S7
TÉLÉCOPIEUR : (418) 666-3677 TÉL: (418) 666-5452

Titre du plan:

RIVIERE BETSIAMITES

RELEVE DES FRAYERES (CARACTERISATION)

SITE: Km 65

REV.no.	Description	Date

Ville de:

HYDRO-QUEBEC

GENIVAR

3100, AV. BOURG-ROYAL, BEAUPORT, QC, G1C 5S7
TÉLÉCOPIEUR : (418) 666-3677 TÉL: (418) 666-5452

Titre du plan:

RIVIERE BETSIAMITES

RELEVE DES FRAYERES (CARACTERISATION)

SITE: Km 67