Gouvernement du Québec
Ministère des Transports

Service de l'Environnement

PONTS ET PONCEAUX

LIGNES DIRECTRICES POUR LA PROTECTION ENVIRONNEMENTALE DU MILIEU AQUATIQUE

Gouvernement du Québec
Ministère des Transports
Service de l'Environnement

PONTS ET PONCEAUX

LIGNES DIRECTRICES POUR LA PROTECTION ENVIRONNEMENTALE DU MILIEU AQUATIQUE

Janvier 1992

Ce document a été préparé par le personnel du Service de l'environnement du ministère des Transports du Québec, sous la responsabilité consécutive de messieurs Daniel Waltz, Daniel Hargreaves et Claude Girard, chef du Service de l'environnement.

ÈQUIPE DE TRAVAIL

Normand Faubert	biologiste, rédaction
Monique Boulet	biologiste, rédaction
Robert Montplaisir	biologiste, chargé de projet Chef (par intérim) de la Division du contrôle de la pollution et recherche

Avec la collaboration de:

Traian Constantin	biologiste
Mozher Sorial	ingénieur-chimiste

Graphisme et édition:

Hrant Khandjian	tech. arts appliqués et graphiques

Dactylographie:

Ginette Gagnon	agente de secrétariat
Ginette Goyer	agente de secrétariat

REMERCIEMENTS

Le Service de l'environnement tient à remercier Monsieur Claude Leclerc du Service de l'hydraulique, Monsieur Claude Mathieu du Service de la coordination de la préparation des projets et Messieurs Bernard Baribeau, Jean-Marie Charest et Pierre Caron de la Direction générale des opérations qui nous ont fourni leurs commentaires. Sans leur collaboration, il ne nous aurait pas été permis de présenter ce document sous sa forme actuelle.

TABLE DES MATIÈRES

EQUIPE DE TRAVAIL i

REMERCIEMENTS ii

LISTE DES ANNEXES viii

LISTE DES FIGURES ix

LISTE DES TABLEAUX xi

PREFACE xii

AVANT PROPOS xiii

RESUME xv

1.0 INTRODUCTION 1

1.1 Portée 1

1.2 Dispositions législatives 2

1.2.1 Gouvernement fédéral 2
1.2.2 Convention fédérale-provinciale 3
1.2.3 Gouvernement provincial 3

TABLE DES MATIÈRES (SUITE)

2.0	PROBLÉMATIQUE	5
2.1	Modifications des conditions naturelles	6
2.2	Répercussions sur la faune aquatique	7
3.0	ÉTUDE PRÉLIMINAIRE D'UN PROJET	9
3.1	Niveaux d'intervention	9
3.2	But	9
3.3	Processus d'évaluation du milieu	10
3.4	Lignes directrices	10
4.0	CONCEPTION	15
4.1	Niveaux d'intervention	15
4.2	Procédures d'application au cheminement pour la conception	17
4.3	Pont	17
4.4	Ponceau	18
4.4.1	Généralités	18
4.4.2	Forme des ponceaux	19
4.4.2.1	Voûte sans radier	19
4.4.2.2	Carré ou rectangulaire	21
4.4.2.3	Voûte avec radier	21
4.4.2.4	Ellipse horizontale	21
4.4.2.5	Circulaire	22

TABLE DES MATIÈRES (SUITE)

	4.4.3	Critères environnementaux de conception	22
	4.4.3.1	Vitesse d'écoulement	22
	4.4.3.2	Pente	23
	4.4.3.3	Profondeur de l'eau	24
	4.4.3.4	Enfouissement	24
	4.4.3.5	Capacité	25
	4.4.3.6	Délai	25
	4.4.3.7	Installation en parallèle	25
4.5	Redressement ou relocalisation d'un cours d'eau		26
	4.5.1	Conception du nouveau canal	27
5.0	CONSTRUCTION		29
5.1	Niveaux d'intervention		29
5.2	Règles générales		29
	5.2.1	Information	30
	5.2.1.1	Clauses contractuelles	30
	5.2.1.2	Période de restriction	30
	5.2.2	Mise en place	31
	5.2.2.1	Engins de chantier	31
	5.2.2.2	Déboisement	31
	5.2.2.3	Excavation	35
	5.2.2.4	Sautage sous l'eau	35
	5.2.2.5	Batardeaux et digues	37
	5.2.2.6	Fosse à sédiments	37
	5.2.2.7	Caissons	39
	5.2.2.8	Dérivation temporaire	39
	5.2.2.9	Creusage d'un nouveau lit	40
	5.2.2.10	Circulation des eaux	43

TABLE DES MATIÈRES (SUITE)

5.2.3	Stabilisation	43
5.2.3.1	Fossés routiers	43
5.2.3.2	Lit	46
5.2.3.3	Berges	50
5.2.3.4	Emplacement du chantier	50
5.2.4	Contrôle des résidus et matières toxiques	51
5.2.4.1	Déchets solides et liquides	51
5.2.4.2	Rebuts de démolition	51
5.2.4.3	Décapage et peinture	52
5.2.5	Franchissement temporaire d'un cours d'eau	52
5.2.5.1	Généralités	52
5.2.5.2	Ponceau temporaire	53
5.2.5.3	Passage à gué	54
5.2.6	Régénération végétale	55
5.2.6.1	Fonctions de la végétation riveraine	55
5.2.6.2	Mesures de protection des rives	56
6.0	ENTRETIEN	60
6.1	Niveaux d'intervention	60
6.2	Critères à surveiller	60
6.3	Présence de castors	61
6.3.1	Pré-barrage	62
6.3.2	Contrôle des castors nuisibles	63
6.3.2.1	Contrôle du niveau d'eau	65
7.0	TRAVAUX COMPLÉMENTAIRES	67
7.1	Déflecteurs	67

TABLE DES MATIÈRES (SUITE)

7.2	Bassins successifs		71
7.3	Enrochement		75
	7.3.1	Lit du cours d'eau	75
	7.3.2	Intérieur du ponceau	75
7.4	Construction d'une structure nouvelle		77
7.5	Luminosité		77
	7.5.1	Généralités	77
	7.5.2	Mesures correctrices	78
8.0	CONCLUSION		79
GLOSSAIRE			80
OUVRAGES CONSULTÉS			86

LISTE DES ANNEXES:

Annexe 1: Fiche d'évaluation: traversée de cours d'eau (incidence sur l'écosystème aquatique)

Annexe 2: Performance de nage des poissons

Annexe 3: Dispositifs pour contrôler l'érosion et la sédimentation sur les sites de construction des traversées de cours d'eau

LISTE DES FIGURES

Figure 1:	Cheminement recommandé pour la conception d'une structure de franchissement	16
Figure 2:	Formes de ponceaux utilisés pour le franchissement des cours d'eau	20
Figure 3:	Travaux d'excavation réalisés dans un cours d'eau à l'intérieur d'un batardeau	36
Figure 4:	Fosse à sédiments érigée dans un fossé routier	38
Figure 5:	Lignes directrices relatives à l'excavation d'un canal de dérivation temporaire pour un cours d'eau	41
Figure 6:	Lignes directrices relatives au creusage d'un nouveau lit permanent pour un cours d'eau	42
Figure 7:	Superficie à remblayer à la sortie d'un ponceau	47
Figure 8:	Stabilisation du lit à l'entrée et la sortie du ponceau: Vue en élévation et vue en plan	48
Figure 9:	Utilisation de rouleaux de paillasson pour la stabilisation temporaire des surfaces déblayées en bordure de cours d'eau	59
Figure 10:	Enrochement de contrôle des castors entrée de ponceau (pré-barrage)	64
Figure 11:	Tuyau coudé entouré de grillage	66

Figure 12: Illustration montrant le fonctionnement d'un tuyau en T 66

Figure 13: Arrangement des déflecteurs à l'intérieur d'un ponceau 69

Figure 14: Illustration du régime d'écoulement selon la hauteur des déflecteurs 70

Figure 15: Arrangement des déflecteurs dans un ponceau rectangulaire de grandes dimensions 72

Figure 16: Formation de bassins successifs pour contrôler l'écoulement des eaux à la sortie d'un ponceau 73

Figure 17: Déversement d'enrochement pour combler une rupture de pente à la sortie d'un ponceau 76

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I: Caractéristiques de la reproduction des espèces de poissons de grande taille et périodes de restriction des travaux de construction (au sud du 50° de latitude N),requises pour la protection du recrutement 32

Tableau II: Vitesses d'entraînement de divers matériaux non-cohérents 49

PRÉFACE

La mission du ministère des Transports est d'assurer, sur l'ensemble du territoire québécois, la circulation des personnes et des marchandises par le développement, l'aménagement et l'exploitation d'infrastructures et de système de transport. Dans toutes ses actions, le Ministère contribue au développement socio-économique du Québec, à la promotion de la sécurité des transports et au respect de l'équilibre environnemental. Ces actions s'inscrivent dans une perspective de protection des ressources et d'amélioration de l'environnement et de la qualité de vie et s'appuient sur le concept de développement durable.

C'est en assumant sa part de responsabilité dans la résolution des problèmes environnementaux liés aux transports que le Ministère a produit ces «**Lignes directrices pour la protection environnementale du milieu aquatique**». Ce document est à la base d'une entente administrative entre le ministère des Transports et le ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. Il reflète la volonté du Ministère de se préoccuper de la protection de l'environnement dans ses activités de planification, de conception et de réalisation de structures croisant les cours d'eau. Ce guide est plus qu'un simple outil de travail; sa mise en application constitue une condition de base à l'autorisation générale émise par le ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche pour les travaux en milieu aquatique.

Les objectifs de ce document ne seront atteints que dans la mesure où chaque employé ou mandataire en respecte les principes.

Le sous-ministre des Transports,

GEORGES LALANDE

AVANT PROPOS

Un des mandats du ministère des Transports consiste à effectuer la construction, l'entretien et la réparation des structures croisant les cours d'eau. Cependant, l'installation de ces structures risque de déséquilibrer le milieu naturel et de perturber considérablement la dynamique et les composantes biologiques évoluant dans ces écosystèmes fluviaux.

Le croisement d'un cours d'eau par toute infrastructure routière à laquelle se rattache parfois des travaux connexes, tel un déboisement ou un redressement, peut mettre en cause la survie des stocks de poissons s'y trouvant, surtout lorsqu'aucune mesure d'atténuation n'est envisagée.

Préparé par le Service de l'environnement du MTQ et approuvé par le MLCP, ce document est à la base d'une entente administrative entre le MLCP et le MTQ, relative aux lignes directrices pour la protection environnementale du milieu aquatique dans le cadre de la construction et l'entretien d'infrastructures routières. Cette entente permet l'obtention par le MTQ d'un certificat d'autorisation générale d'une durée déterminée par le MLCP en vertu de l'article 128.8 de la Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune. Ce guide édictant des lignes directrices pour la protection du milieu aquatique se veut donc plus qu'un simple outil de travail pour les concepteurs et les constructeurs d'infrastructures routières; sa mise en application constitue une condition de base à l'obtention d'une telle autorisation pour la réalisation des travaux s'appliquant aux ponts et ponceaux.

Toutefois, ces lignes directrices ne sont pas absolues, elles peuvent dans certains cas être ajustées aux singularités locales du site d'implantation. Ces ajustements devront être discutés et approuvés par un comité interministériel régional dont la mise sur pied est prévue à l'article 2 de l'entente.

L'ensemble des pratiques environnementales apparaissant dans ce document est basé sur une revue bibliographique exhaustive relative aux divers problèmes rencontrés par l'ichtyofaune pour le franchissement des traverses de cours d'eau.

Une mise à jour du contenu de ce guide, qui s'appuie sur des renseignements factuels, s'avérera nécessaire au fil des ans en raison de l'expérience acquise en matière de nouvelles techniques de conception, de construction et de mise en valeur des ressources naturelles. Un comité interministériel central composé de membres de la Direction générale des opérations régionales et de la Direction de la gestion des espèces et des habitats du MLCP et de membres de la Direction générale des opérations et du Service de l'environnement du MTQ analysera annuellement les rapports reçus de dix comités régionaux et recommandera, s'il y a lieu, des modifications aux lignes directrices.

Le Service de l'environnement

RÉSUMÉ

Un ponceau représente une agression qui risque de perturber les conditions naturelles d'un cours d'eau. Celui-ci peut se trouver dans un état de déséquilibre qui produit des modifications sur les composantes physiques et, par conséquent, sur les constituants fauniques qui y habitent.

Le succès ou l'échec de la remontée d'un ponceau par un poisson est fonction de sa capacité natatoire et des conditions hydrauliques. Habituellement, les ponceaux sont des structures qui permettent un écoulement efficace de l'eau mais à une vitesse qui dépasse, par moment, l'habilité à nager des poissons. Ce n'est pas le cas de l'écoulement naturel qui offre une infinité de configurations sur toute la section mouillée d'un cours d'eau et qui permet au poisson de choisir sa route selon sa capacité.

Les règles générales d'implantation d'une traversée de cours d'eau ont été déterminées en fonction des diverses étapes de travail, à savoir: l'étude préliminaire, la conception, la construction et l'entretien. L'ensemble de ces règles vise à assurer le libre passage du poisson, sans qu'un délai soit nécessaire.

Pour chaque secteur d'activités, nous signalerons les unités administratives du ministère des Transports auxquelles s'adressent les diverses recommandations pour la protection de la qualité de l'eau, du lit et des berges d'un cours d'eau, lesquels représentent les principales composantes environnementales de la faune aquatique.

Lorsque des situations problématiques subsistent, diverses interventions peuvent se réaliser, telles l'installation de déflecteurs, l'érection de bassins et le déversement d'agrégats, afin d'améliorer les conditions d'écoulement dans les environs immédiats ou à l'intérieur d'un ponceau.

1.0 INTRODUCTION

1.0 INTRODUCTION

1.1 PORTÉE

Le présent document se veut une réponse aux préoccupations du ministère des Transports en matière de protection et de conservation des conditions naturelles régissant un écosystème fluvial; mentionnons qu'un tel écosystème s'est formé au cours d'une longue évolution et résulte de phénomènes progressifs d'adaptation entre les espèces piscicoles et le milieu, tendant naturellement vers un état stable d'équilibre.

Les diverses règles ou méthodes recommandées pour réduire les répercussions écologiques sur l'espace utilisé pour la construction d'une traversée et décrites dans les pages qui suivent, s'appliquent aux étapes suivantes: planification, conception, construction proprement dite et entretien.

Les objectifs visés par ce document se résument à:

- s'assurer que l'implantation de l'infrastructure de traverse perturbera le moins possible l'habitat du poisson;

- s'assurer que les différentes structures traversant un cours d'eau permettent sans aucun délai les mouvements de migration de poissons pour couvrir les besoins nécessaires à leur survie en matière de reproduction, de croissance, de nutrition et d'abri;

- s'assurer que le lit et les berges d'un cours d'eau, de même que les surfaces remaniées dans les environs immédiats d'une route, soient protégés contre l'érosion afin de bouleverser le moins possible l'habitat naturel des ressources aquatiques.

Pour parvenir à la réalisation de ces objectifs, il faudra que chaque intervenant impliqué dans un projet de traversée, du planificateur à l'opérateur de machinerie sur le site des travaux, éprouve autant de préoccupations vis-à-vis les contraintes engendrées par la présence de l'élément faunique qu'ils en ont habituellement devant les contraintes techniques.

Ces préoccupations vis-à-vis l'élément faunique, peuvent sans doute se traduire par un accroissement des coûts au moment de l'exécution des travaux. Cependant, plus les règles ou méthodes contenues dans ce guide seront appliquées aux étapes de la planification et de la conception, moins les coûts d'exécution seront augmentés; de plus, cette augmentation pourra facilement être récupérée puisqu'à moyen terme ce sont les coûts d'entretien qui diminueront.

Il importe de signaler que le réseau routier provincial, qui s'étend sur plus de 60 000 kilomètres, comporte plusieurs milliers de traversées de cours d'eau, et ce, sans compter le réseau développé pour l'industrie forestière.

1.2 DISPOSITIONS LÉGISLATIVES

I.2.I GOUVERNEMENT FÉDÉRAL

Depuis la Confédération, la protection des poissons est assurée par la Loi sur les Pêches (S.C. ch. 2). Son application relève du ministère des Pêches et Océans et porte tant sur les eaux intérieures (ruisseau, lac, rivière) que côtières (océan).

La construction d'une route se trouve assujettie à cette Loi lorsque cette infrastructure linéaire, au même titre qu'un pipeline, qu'une ligne de transmission ou qu'une voie ferrée, représente une menace pour la qualité de l'habitat du poisson (exemples: obstacle à la migration, destruction de frayères, etc.).

Les articles de la Loi sur les Pêcheries qui s'avèrent pertinents à la traversée d'un cours d'eau par une route sont les suivants:

. Article 20: construction d'échelle à poisson;

. Article 30: destruction des poissons;

. Article 31: destruction de l'habitat du poisson;

. Article 33: pollution des eaux.

D'autres articles de la Loi peuvent aussi s'appliquer:

. Article 12: destruction des alevins;

. Article 25: protection du poisson se trouvant dans les échelles;

. Article 27: obstruction au déplacement des poissons par des seuils.

1.2.2 CONVENTION FÉDÉRALE PROVINCIALE

Les plaines inondables constituent un habitat très recherché. Une convention entre le gouvernement du Canada et le gouvernement du Québec relative à la cartographie et à la protection des plaines inondables, a été signée en 1987. Cette convention reconnaît le caractère essentiel des plaines inondables pour les cours d'eau, leur importance écologique, leur richesse biologique et leur intérêt comme espace vert naturel pour les citoyens. Elle vise donc la protection des plaines inondables et la préservation de leur vocation naturelle. La convention prévoit une procédure de dérogation pour les routes d'accès aux traverses de cours d'eau, situées dans les zones vulnérables aux inondations qui ont été cartographiées.

1.2.3 GOUVERNEMENT PROVINCIAL

Au Québec, la protection de la qualité de l'environnement est assurée par la Loi sur la qualité de l'environnement (L.R.Q., ch. Q2). Les dispositions de cette Loi relèvent du ministère de l'Environnement.

Les articles de la Loi sur la qualité de l'environnement pouvant s'appliquer à la traverse de cours d'eau sont:

. Article 20: l'émission des contaminants dans l'environnement;

. Article 22: certificat d'autorisation pour toute activité pouvant perturber l'environnement ou en modifier la qualité;
(voir règlement relatif à l'administration de la Loi sur la qualité de l'environnement, Q2, r.1)

. Article 31.1: certificat d'autorisation pour entreprendre une activité prévue au décret 373480 et suivant la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement.

La politique sur la protection des rives, du littoral et des plaines inondables (Q2, r.17.1) proposée par le MENVIQ et mise en oeuvre avec la participation des MRC par le biais des mécanismes prévus dans la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme, prévoit également des mesures de protection de ce milieu. Ces mesures seront intégrées au schéma d'aménagement.

La loi sur les forêts (L.R.Q., C.F4.4) et les normes d'intervention dans les forêts du domaine public (Décret 162788) prévoit des normes pour les traverses de cours d'eau et des mesures de protection des rives, des lacs et des cours d'eau dans les forêts du domaine public. En vertu de cette loi, le MER et le MTQ ont négocié une entente administrative. Dans le cadre de cette entente, plusieurs modifications ont été apportées au Cahier des charges et Devis généraux du Ministère, permettant de se conformer à ces normes.

La loi 15 modifiant la Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune a été conçue dans le but de protéger les habitats fauniques. L'Article 128.6 concerne l'interdiction d'exercer une activité susceptible de modifier l'habitat du poisson à l'exception de quelques situations citées à cet article. Les activités n'apparaissant pas sur cette liste nécessitent une autorisation du ministre du Loisir, de la chasse et de la pêche ou du gouvernement.

2.0 PROBLÉMATIQUE

2.0 PROBLÉMATIQUE

Un axe routier est un aménagement linéaire dont la réalisation et l'entretien peuvent affecter les conditions naturelles régissant les milieux hydriques en général, surtout lorsque cet axe traverse un écosystème fluvial.

En fait, la présence d'une route modifie l'écoulement naturel des eaux en concentrant cet écoulement dans les fossés et favorise un mouvement plus rapide des eaux vers un cours d'eau séculaire. Selon la nature du sol, de la vitesse d'écoulement et de l'arrangement des fossés, ces derniers peuvent être sujets à l'érosion et peuvent constituer une source d'apport de sédiments dans l'élément aquatique.

De façon générale, les ponceaux sont employés pour la traversée de cours d'eau à faible débit interannuel alors que les ponts sont surtout utilisés pour enjamber des cours d'eau d'une certaine envergure. Normalement, sauf durant la période des travaux, les ponts n'entravent pas les activités des ressources aquatiques. En revanche, les problèmes encourus par un ponceau restent permanents, s'il est mal conçu et si aucune prévention n'est envisagée lors de sa réalisation.

En matière d'ingénierie, tout ouvrage croisant un cours d'eau est conçu pour assurer avant tout la stabilité de l'infrastructure routière. Ainsi par exemple, pour éviter des dommages à l'infrastructure occasionnés par la crue des eaux, le concepteur tiendra compte des débits susceptibles de survenir selon différentes périodes de retour qui sont de 5, 10, 25, 50 et 100 ans, selon l'importance de la route. Le dimensionnement d'un ponceau sera prévu pour des débits d'événements exceptionnels auxquels on rattache la notion de débit instantané.

Cependant, ces débits limites, reportés sur une base journalière, font obstacle, dans nombre de cas, à la migration du poisson au printemps, en raison de la vitesse excessive des eaux rencontrées à l'intérieur ou à proximité d'un ponceau. Par contre, dans des conditions tout à fait à l'opposé, c'est-à-dire en période d'étiage, une lame d'eau trop mince dans un ponceau constitue un obstacle aux mouvements des poissons.

Toute la problématique découlant d'un projet de route renfermant des ponceaux résulte donc du fait que la recherche d'un rendement hydraulique adéquat, d'une part, et des conditions optimales de

passage pour l'ichtyofaune, d'autre part, représentent des objectifs très différents.

De plus, la présence d'un ponceau peut être considérée comme un élément pouvant mettre un cours d'eau en état de déséquilibre. Cet état se produit lorsque le cours d'eau, pour un débit donné, n'atteint pas un régime uniforme, entraînant ainsi une instabilité des berges et du lit du milieu récepteur.

2.1 MODIFICATIONS DES CONDITIONS NATURELLES

En présence d'une structure inadéquatement aménagée, les situations suivantes peuvent se produire:

- érosion accélérée des matériaux du talus de la route;
- érosion accélérée des matériaux du lit et des berges du cours d'eau, à proximité de la sortie d'une structure;
- rupture de pente à la sortie d'une structure due à l'érosion du lit du cours d'eau ou à son installation alors que le radier se trouve au-dessus du lit normal;
- augmentation de la vitesse à l'intérieur et à la sortie de la structure à cause de l'effet de contraction de la section mouillée. De plus, l'absence d'aspérités (blocs de pierre, racines d'arbres) ne permet pas de dissiper l'énergie cinétique de l'eau et la vitesse d'écoulement est uniforme sur toute la section;
- augmentation de la turbidité à la suite d'un apport inconsidéré de matières fines;
- sédimentation sur des matériaux potentiellement utilisables (graviers et galets) pour la fraie et pour le camouflage des larves, lorsque le courant est faible (0,5 m/s);
- tranche d'eau insuffisante en période d'étiage;
- formation d'étangs à l'amont d'une structure, en période de crue, augmentant ainsi les chances d'accumulation de débris dans les environs immédiats ou à l'intérieur d'une structure;
- formation d'un bouchon de glace à l'intérieur de la structure, qui tarde à se fractionner au printemps.

2.2. RÉPERCUSSIONS SUR LA FAUNE AQUATIQUE

Les modifications produites sur les composantes morphodynamiques d'un cours d'eau (courant, pente, substrat), à la suite de l'installation inadéquate d'une structure, provoquent les répercussions suivantes sur la faune aquatique:

- obstacle total (infranchissable par tous les poissons en tout temps), partiel (infranchissable par certains poissons en tout temps), temporaire (infranchissable par tous les poissons pour une certaine période) ou encore partiel et temporaire (infranchissable par certains poissons à une certaine période) se dressant sur la voie de migration principalement des géniteurs en période de fraie;

- réduction du succès de la fraie si, au moment où ils sont prêts à frayer, les géniteurs ne trouvent pas les conditions propices et si l'expulsion de la laitance et des oeufs se produit à des endroits impropres à l'incubation (zone de sédimentation ou de prédation);

- stress additionnel sur les migrants qui doivent consacrer une partie de leur énergie à franchir un ponceau lorsque les conditions sont difficiles; un retard de quelques jours a pour effet de diminuer l'énergie normalement "programmée" pour l'action de la fraie;

- réduction de la biomasse planctonique surtout dans la portion aval, alors que les organismes sont entraînés de l'amont, due à une augmentation de la turbidité ou à des changements des conditions hydrodynamiques (vitesse, débit);

- réduction de la densité, de la diversité ou encore un changement dans la composition de la communauté des invertébrés benthiques, source d'alimentation de plusieurs espèces de poissons, en raison du charriage (mise en mouvement) des éléments constitutifs du fond ou de leur sédimentation par des particules fines;

- prélèvements indésirables de poissons dus à la prédation ou à une pression de pêche excessive à l'aval d'une structure difficile à franchir;

- source de blessures superficielles surtout lorsqu'il y a de l'érosion (colmatage des branchies) ou lorsque la lame d'eau est insuffisante à l'intérieur d'une structure (lacérations du corps);

- diminution de la pénétration de la lumière dans l'eau due à une augmentation de la turbidité qui affecte le phénomène de la photosynthèse et les activités des poissons, telles la recherche de la nourriture et l'orientation dans les déplacements.

Toutefois soulignons que l'évaluation environnementale des répercussions d'une traverse de cours d'eau sur la faune piscicole est relativement complexe dans la mesure où plusieurs critères doivent être analysés; ainsi cette évaluation ne doit pas reposer uniquement sur le nombre d'espèces en présence ou de l'envergure de la population piscicole mais aussi sur des critères de rareté, de tolérance vis-à-vis l'agression de l'habitat et de valeur économique.

3.0 ÉTUDE PRÉLIMINAIRE D'UN PROJET

3.0 ÉTUDE PRÉLIMINAIRE D'UN PROJET

3.1 NIVEAUX D'INTERVENTION

L'examen préliminaire d'un projet s'effectue en collaboration avec les services techniques de la Direction de la circulation et des aménagements et de la Direction régionale concernée afin de retenir le scénario optimal pour la protection de la faune aquatique.

Il faut noter que l'étude préliminaire est très importante, en ce qui a trait à la prévention et à l'atténuation des répercussions potentielles sur l'environnement. Règle générale, le temps consacré à ce stade du projet est largement compensé par des économies de temps aux étapes de la construction et de l'entretien.

3.2 BUT

Lors de l'ébauche d'un projet routier (nouvelle route, contournement de l'axe actuel), la préoccupation environnementale la plus importante concernant la traversée d'un cours d'eau s'avère être la protection et la conservation de l'habitat du poisson qui garantissent la pérennité des populations ichtyennes présentes.

Un des traits caractéristiques de la phénoménologie de plusieurs espèces de poissons est l'attroupement de géniteurs qui se produit à des endroits précis d'un plan d'eau. Habituellement, ces endroits rencontrent les exigences spécifiques des géniteurs pour accomplir leur fonction de fraie. Ce comportement vient étayer la fragilité et la vulnérabilité des populations de poissons dans un bassin donné, principalement lorsque la fraie se produit à un endroit unique.

En conséquence, au moment de la sélection des points de traversée d'un cours d'eau, il faut préserver à tout prix l'intégrité des sites potentiels de fraie. Ces sites constituent un habitat capital pour le maintien ou le développement de la communauté ichtyenne.

3.3 PROCESSUS D'ÉVALUATION DU MILIEU

Dans le corridor à l'intérieur duquel est défini le tracé de la route, on doit dresser le bilan global, surtout qualitatif, du potentiel piscicole. Pour ce faire, on utilise les photographies aériennes à la plus grande échelle disponible (1:15 000 ou plus) pour réaliser l'interprétation hydromorphologique basée sur la granulométrie et les faciès d'écoulement du cours d'eau.

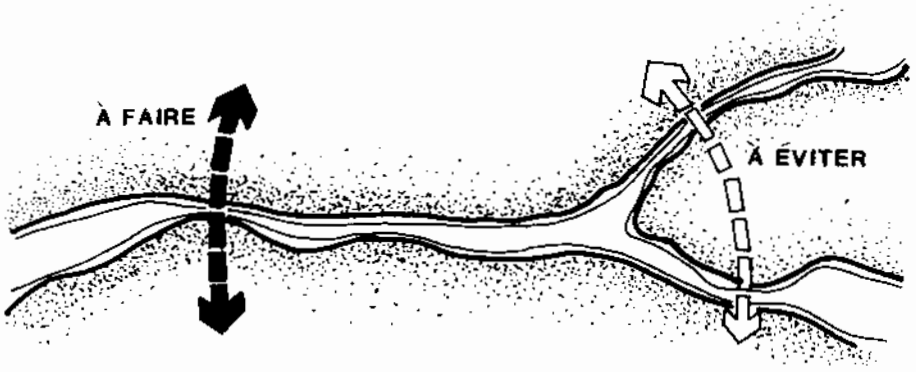
Cette démarche fournit la localisation des différents types d'habitat, soit les aires potentielles de reproduction, auxquelles nous greffons celles de l'alevinage. Dans nombre de cas, l'alevinage se produit aux mêmes endroits ou est contigu à l'aire de reproduction. Le reste de l'espace est occupé par une troisième catégorie d'habitat appelée aire d'engraissement. C'est dans ce type d'habitat qu'on doit retenir la portion nécessaire à la traversée du cours d'eau, là où les éléments constitutifs du milieu offre le moins d'attrait.

3.4 LIGNES DIRECTRICES

En plus d'épargner les habitats prioritaires en vue d'assurer la propagation de l'ichtyofaune, plusieurs critères doivent être considérés afin d'optimiser la protection de l'équilibre naturel du cours d'eau et de ses constituants fauniques:

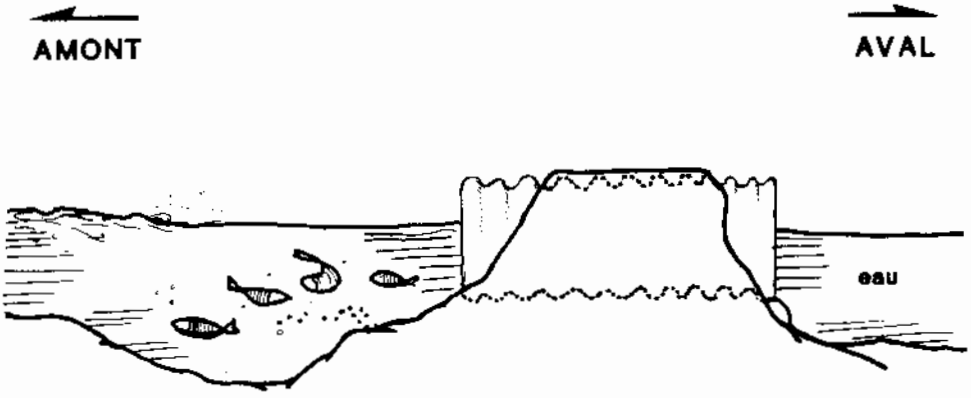
- localiser les points de franchissement des cours d'eau aussi loin que possible à l'amont de leur embouchure ou du point de décharge dans un lac. Ces zones constituent souvent des aires de fraie et d'alimentation que préfèrent les poissons et tous les ouvrages de franchissement devraient être localisés à plus de 500 mètres de ces zones;

- limiter le nombre de traversées des cours d'eau puisque chacune d'elles représente un élément susceptible d'affecter les stocks piscicoles de l'écosystème. Ainsi, tel qu'illustré, à l'approche d'un point de confluence, la route traverse le lit principal à l'aval de ce point plutôt qu'en amont;



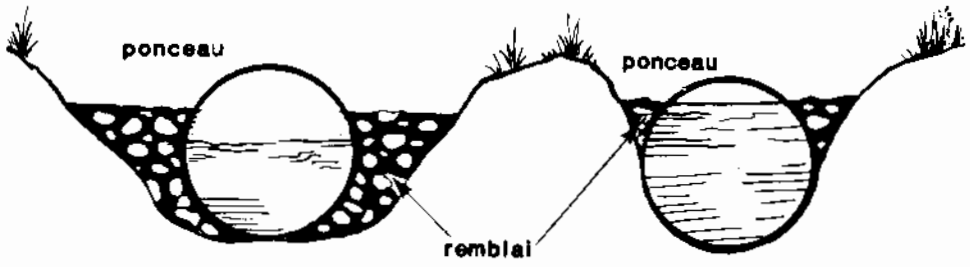
s'il existe un obstacle naturel infranchissable par l'ichtyofaune, prévoir la traversée à l'amont de cet obstacle;

- traverser un cours d'eau de préférence à l'aval des aires de fraie et d'alevinage. Cette démarche prévient les risques de colmatage d'une frayère et d'altération de la qualité de l'habitat d'alevinage;

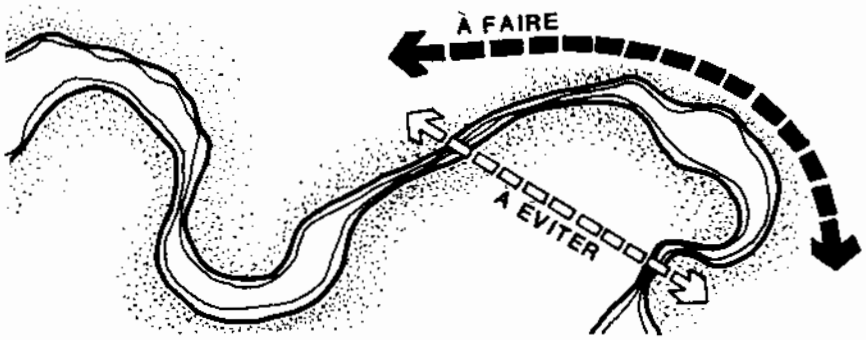


- lors du croisement d'un cours d'eau, choisir un endroit comportant des berges stables car les risques d'érosion et de mise en eau de sédiments sont moindres;

- afin de limiter les remblais, tirer profit d'un fragment plus étroit d'un cours d'eau, ayant des berges stables, sans que cela génère une augmentation de la vitesse d'écoulement;



- prévoir l'installation du ponceau dans la même orientation que le lit du cours d'eau, à l'intérieur d'un segment rectiligne d'au moins 30 mètres, pour ne pas risquer de rendre instable les berges aux extrémités de la structure; donc, éviter les traversées en diagonale ou dans une zone de méandres;



- éviter d'implanter une route dans des sections de cours d'eau qui s'entrelacent et dans les basses terres qui accompagnent habituellement ces sections car il pourrait en résulter de fortes inondations et de profonds affouillements;

- installer le ponceau de sorte que la pente soit nulle, et ce, dans la mesure du possible, sur une distance de 30 mètres des extrémités de la structure;

- aux sites des traversées, retarder le déboisement jusqu'au début de la construction proprement dit afin de parer à l'érosion des berges;

- établir un calendrier de travail en vue d'éviter les périodes critiques pour l'ichtyofaune. Ces périodes correspondent aux activités de la migration, de la reproduction, de l'incubation et de l'alevinage;

- effectuer une reconnaissance de terrain afin que tous les renseignements utiles soient notés en vue d'optimiser la conception des ouvrages de prévention de l'érosion et de drainage;

- à l'endroit d'un point de traversée, s'assurer que les conditions d'écoulement modifiées par la structure puissent respecter les capacités natatoires des migrants les moins performants ou les plus lents.

4.0 CONCEPTION

4.0 CONCEPTION

4.1 NIVEAUX D'INTERVENTION

Dans ce chapitre, les activités sont axées sur le choix de l'ouvrage qui permettra le franchissement d'un cours d'eau de façon à réduire au minimum les répercussions négatives sur les composantes physiques et biologiques du milieu.

Les principaux intervenants techniques concernés par l'application des règles environnementales énumérées dans cette section sont le Service des ouvrages d'art, pour la préparation de plans et devis de ponts, le Service de l'hydraulique, pour le comportement du régime hydraulique des cours d'eau, la Division des plans et devis et, dans certains cas, la Direction régionale pour l'inclusion dans les documents de réalisation de clauses spécifiques visant à réduire les impacts environnementaux reliés aux activités de construction proprement dites. Par ailleurs, lorsque la conception des ouvrages est adjugée à des firmes d'ingénieurs-conseils, celles-ci doivent aussi tenir compte des mêmes règles.

En général, une structure peut être conçue pour respecter toutes les exigences techniques et entraîner tout de même une situation problématique pour le passage des poissons. Afin d'éviter que de telles situations se produisent, il est d'une extrême importance qu'un processus de concertation entre tous les intervenants, et visant à déterminer le type d'ouvrages, soit établi au niveau de la conception.

C'est dans le cadre de cette concertation qu'un scénario représentant le meilleur compromis possible sur les plans environnemental, technique et économique sera sélectionné et que des dispositifs en vue de permettre le maintien de l'équilibre de l'écosystème aquatique seront recommandés.

La figure 1 présente, de manière schématique, la procédure à suivre pour déterminer la conception d'une structure de franchissement.

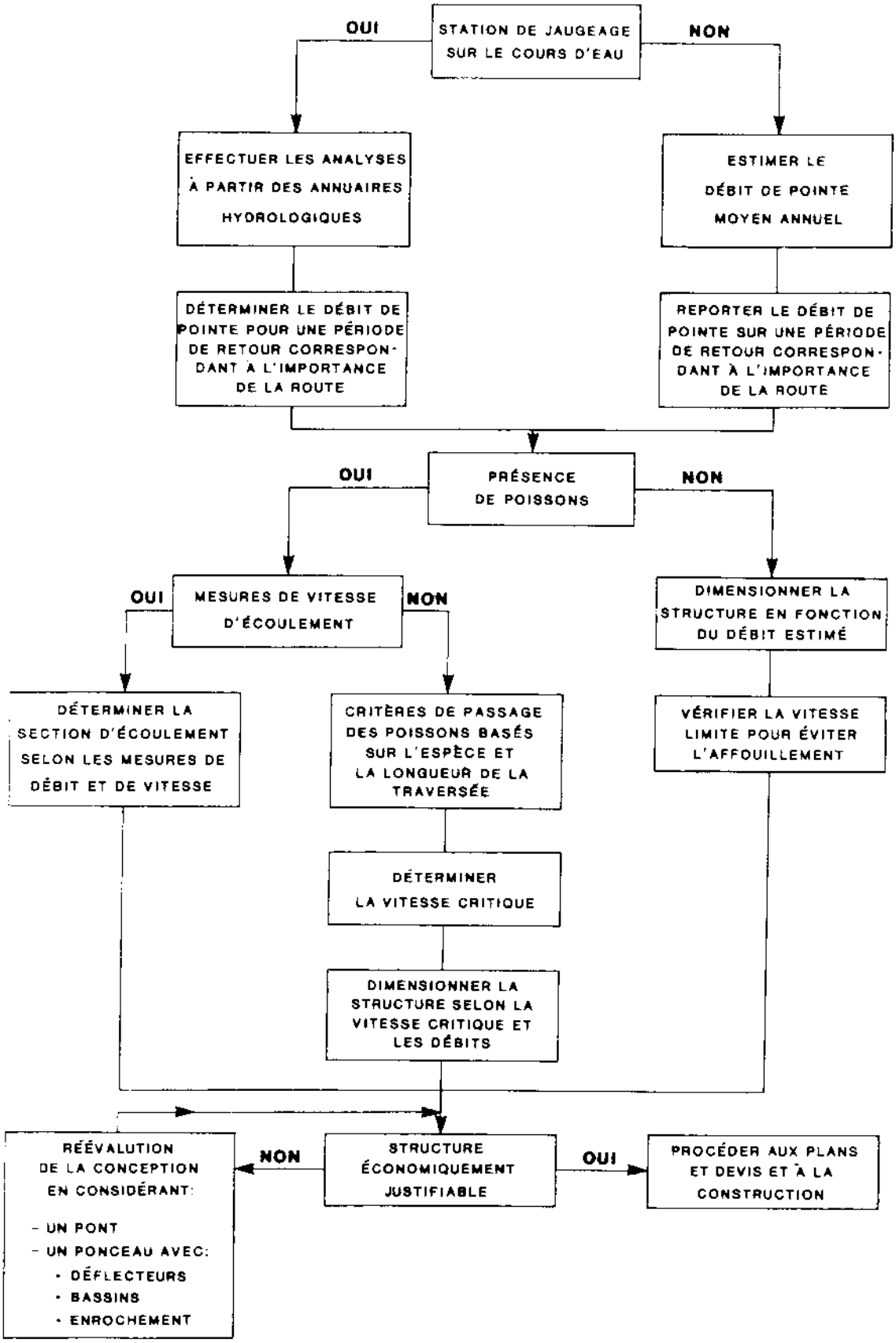


Fig. 1 Cheminement recommandé pour la conception d'une structure de franchissement

4.2 PROCÉDURE D'APPLICATION DU CHEMINEMENT POUR LA CONCEPTION

Le cheminement proposé devrait être appliqué uniquement aux cas de structures comprises dans un nouveau projet et d'insertion d'une structure différente ou de dimension différente par rapport à celle en place dans le cadre de la réfection ou du réaménagement de routes existantes. Cette limitation à l'application du cheminement s'explique par le nombre considérable de cas à traiter, le nombre de personnes ressources disponibles pour analyser les dossiers et les échéances de réalisation à respecter.

La procédure d'application que nous suggérons pour les cas à analyser consiste à recueillir sur une fiche type d'évaluation (voir fiche à l'annexe 1), les renseignements relatifs à certaines caractéristiques techniques de la structure prévue et à certaines caractéristiques environnementales du milieu traversé. Cette compilation et l'analyse qui en découlera, doivent se faire en étroite collaboration avec les unités administratives concernées par la conception technique et le Service de l'environnement.

Il importe de garder à l'esprit que l'objectif principal de cette démarche consiste à concevoir une structure (pont ou ponceau) assurant non seulement la permanence de l'infrastructure routière mais aussi les mouvements migratoires des poissons.

4.3 PONT

Normalement, un pont est la structure qui affecte le moins les conditions d'écoulement naturelles d'un cours d'eau. De plus, un pont ne gêne pas le passage des poissons lorsque certains critères sont respectés. Ainsi:

- les culées doivent reposer en dehors de la section mouillée du cours d'eau, incluant celle atteinte en temps de crue moyenne annuelle;

- le nombre de piles dans le lit du cours d'eau doit être réduit au minimum;

- le rétrécissement permanent de la zone de débordement doit être limité à une proportion de 20%; cela ne met pas normalement en cause la reproduction des espèces recherchant les eaux calmes où subsistent une abondante végétation; cette règle s'applique aussi en zone estuarienne;

- dans le cas d'un pont jetée, l'ouverture de la structure doit être suffisante pour assurer les mêmes conditions hydrodynamiques prévalant avant sa mise en place.

4.4. PONCEAU

4.4.1. GÉNÉRALITÉS

Le succès ou l'échec de la progression des poissons dans un ponceau dépend de leur capacité natatoire et des conditions hydrauliques présentes au site de la traversée.

La vélocité de l'eau à l'intérieur d'un ponceau est essentiellement fonction de la pente, de la dimension et des conditions d'écoulement à l'amont et à l'aval immédiats de la structure.

Par ailleurs, lorsqu'une structure provoque une contraction de la section mouillée du cours d'eau, il en résulte une augmentation sensible de la vitesse de la tranche d'eau, à l'intérieur de la structure. De plus, la faible rugosité sur toute la longueur du ponceau n'exerce qu'un effet négligeable sur le ralentissement des eaux.

Normalement, dans les sections aux eaux courantes, le lit d'un cours d'eau est d'un aspect rugueux, étant donné la présence d'aspérités formées par l'enrochement ou encore par des racines ou troncs d'arbres qui permettent de fractionner le courant et de procurer ainsi des endroits de repos pour les poissons en migration. De plus, les poissons peuvent tirer profit des anfractuosités des berges pour remonter un cours d'eau. Mais tel n'est pas le cas à l'intérieur d'un ponceau car on y retrouve une lame d'eau qui s'écoule de façon identique sur toute sa longueur et sur toute sa section mouillée.

C'est pour ces raisons que les déplacements de poissons sont souvent difficiles, voire même tout à fait impraticables au site d'un ponceau. Il faut donc prendre les moyens nécessaires pour minimiser l'écart pouvant exister entre les conditions naturelles d'écoulement d'un cours d'eau et celles présentes dans un ponceau. Il s'agit de retrouver une certaine transition entre les conditions naturelles et celles du ponceau de manière à éviter toute répulsion du poisson à vouloir franchir la section modifiée.

L'annexe 2 expose les différents facteurs pouvant influencer la performance de nage des poissons auxquelles se rattache un tableau détaillé sur les calculs de vitesse de nage.

4.4.2. FORME DES PONCEAUX

La forme des ponceaux détermine certaines caractéristiques hydrauliques susceptibles d'influencer leur franchissement par l'ichtyofaune. Les formes les plus communes sont présentées à la figure 2. La description qui suit se fait selon un ordre préférentiel, en vertu de leur utilisation par les poissons.

4.4.2.1. VOÛTE SANS RADIER

Le ponceau en arche sans radier s'apparente à un pont car cette structure repose sur des fondations érigées sur les berges d'un cours d'eau.

Cette structure s'avère propice aux déplacements des poissons car elle permet de laisser le lit du cours d'eau à son état naturel. L'ouvrage s'accommode d'un débit élevé sans encourir une augmentation démesurée de la tranche d'eau et, le cas échéant, d'étangs à l'amont. Cependant, l'instabilité des éléments constitutifs du lit et des berges peut limiter l'érection de ce type de ponceau.

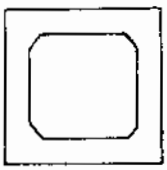
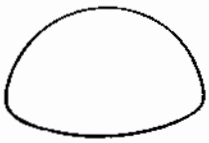
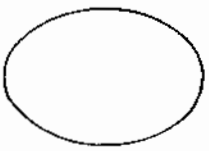
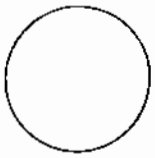
FORMES	CARACTÉRISTIQUES
ARCHE SANS RADIER	Permet de conserver le substrat et le régime d'écoulement tels qu'ils existent aux conditions naturelles.
 CARRÉ OU RECTANGLE (EN BÉTON SURTOUT)	Pleine largeur près du radier; l'influence du refoulement de l'eau y est plus marquée que dans une forme circulaire ou elliptique. Installation côte à côte pour maximiser les conditions d'écoulement. Simplification de la conception et de la fixation de déflecteurs.
 VOUTE AVEC RADIER	Pleine largeur près du radier; l'influence du refoulement de l'eau y est plus marquée que dans une forme circulaire ou elliptique. Le profil bas est avantageux dans les cas où la hauteur libre est restreinte ou encore lorsque l'on doit minimiser le gonflement des eaux à l'amont.
 ELLIPSE HORIZONTALE	Représente un compromis entre une forme circulaire et à voûte avec radier et procure une option additionnelle pour les concepteurs.
 CIRCULAIRE	À l'étiage, la tranche d'eau est généralement plus haute par rapport aux autres formes.

Fig. 2 **Formes de ponceaux utilisées pour le franchissement des cours d'eau**

4.4.2.2. CARRÉ OU RECTANGULAIRE

Ce type de ponceau, érigé surtout en béton, permet de conserver la largeur normale du cours d'eau et ses caractéristiques hydrauliques ressemblent à celles d'un pont. De plus, ce ponceau s'installe avantageusement dans les situations qui nécessitent peu de remblai et doivent conserver une largeur considérable par rapport à la hauteur.

De façon générale, que ce soit sur un fond ouvert (lit naturel) ou sur un tablier de béton, cette structure demeure favorable à la progression des poissons. Toutefois, en période d'étiage, il arrive que l'eau ne s'étale que sur une mince tranche, rendant ainsi la remontée des poissons hautement improbable, un enrochement en V canalisera alors l'eau d'étiage pour permettre la remontée du poisson.

4.4.2.3 VOÛTE AVEC RADIER

Un ponceau en arche avec radier offre des conditions hydrauliques similaires à celui sans radier. Son utilisation s'avère efficace dans les cours d'eau faiblement encaissés nécessitant une quantité limitée de remblai.

Par ailleurs, compte tenu de la largeur et du profil plat de ce ponceau, le déplacement du poisson est favorisé lorsqu'il y a un refoulement de l'eau. Ainsi, une petite élévation du niveau de l'eau, à l'aval, affecte normalement la plus large section d'écoulement, ce qui réduit de façon notable la vitesse de l'eau à l'intérieur de la structure.

4.4.2.4. ELLIPSE HORIZONTALE

L'allure voûtée d'un ponceau de forme elliptique peut être profitable dans les situations mentionnées pour le ponceau en arche avec radier, tout en minimisant la contraction de la section mouillée par rapport à l'état naturel du cours d'eau. Pour cela, il faut abaisser le radier au-dessous du niveau du lit naturel afin de tirer parti de l'élargissement de la partie médiane. La tranche

d'eau produite est plus haute durant l'étiage mais en revanche cette situation n'est pas particulièrement désirable en période de crues.

En somme, cette structure offre un compromis entre un ponceau en arche avec radier et un ponceau circulaire.

4.4.2.5. CIRCULAIRE

Les ponceaux circulaires sont en tôle ondulée ou en béton armé, ces derniers étant surtout utilisés sous les routes principales et/ou sous de forts remblais. C'est la structure la plus courante en raison de sa facilité d'installation et de ses faibles coûts. Toutefois, c'est aussi la structure qui fournit le plus de difficultés à la progression des poissons dans un cours d'eau. Par la contraction de la section mouillée et de la forte diminution de la rugosité offerte par le matériau (tôle ondulée surtout), on obtient une augmentation importante de la vélocité du courant à l'intérieur et à la sortie du ponceau.

Pour une longueur de plus de 30 mètres ou pour une pente supérieure à 2%, il est recommandé d'ériger un ponceau en voûte sans ou avec radier, voire même un pont à la place d'une structure circulaire, lorsque les vitesses de courant anticipées dans cette dernière sont plus élevées que la capacité natatoire de(s) l'espèce(s) en présence.

4.4.3 CRITÈRES ENVIRONNEMENTAUX DE CONCEPTION

4.4.3.1 VITESSE D'ÉCOULEMENT

En règle générale, pour éviter de gêner la circulation des poissons, la vitesse d'écoulement **lors de la montaison** ne doit pas dépasser de façon générale les valeurs suivantes dans une section quelconque d'un ponceau (pour plus de détails, référer aux tableaux de l'annexe 2):

- 1,2 m/s pour un ponceau de moins de 25 mètres de longueur;
- 0,9 m/s pour un ponceau de plus de 25 mètres de longueur;

- pour un ponceau de plus de 60 mètres de longueur, des moyens doivent être pris pour créer des endroits de repos, surtout lorsque la vitesse d'écoulement se rapproche de la limite de la capacité natatoire des espèces en cause.

Des conditions topographiques et des contraintes particulières à un site feront que l'on ne pourra respecter les critères généraux de vitesse maximale dans un ponceau. Pour ces sites particuliers, la vitesse maximale sera évaluée selon la capacité natatoire des espèces présentes dans le cours d'eau visé. Dans le cas où les vitesses d'écoulement perturbent les déplacements des mesures correctives devront être mis en place (chap. 7).

4.4.3.2. PENTE

Une pente prononcée dans une structure aura pour effet d'augmenter la vitesse et pourra avoir des incidences sur le déplacement des poissons.

Dans les cours d'eau fréquentés par les poissons, quelque soit le diamètre du ponceau circulaire:

- une pente maximale de 0,5% est requise pour une longueur supérieure à 25 mètres;

- une pente maximale de 1,0% est requise pour une longueur inférieure à 25 mètres;

- une pente constante est requise sur toute la longueur de la structure.

Lorsque les conditions physiques du site ne permettent pas le respect de ces critères, et que la pente engendre des vitesses excédant la capacité natatoire des poissons, des mesures correctives doivent être mises en place (ch. 7).

4.4.3.3 PROFONDEUR DE L'EAU

Normalement la tranche d'eau présente dans un ponceau doit convenir au plus gros individu d'une espèce donnée. Pour les espèces indigènes visées par ce guide, il faut tendre sur une tranche d'eau de 20 centimètres, ou à tout le moins égale à celle qui existe à l'extérieur du ponceau.

4.4.3.4 ENFOUISSEMENT

L'installation de radiers sous le niveau du lit du cours d'eau est souhaitable car elle facilite la pénétration de matériaux dans le ponceau, soit par charriage ou par déversement artificiel, permettant ainsi d'augmenter la rugosité du fond et de diminuer la vitesse de courant;

- les ponceaux doivent être enfouis à 10% de leur hauteur sous le lit naturel du cours d'eau. Toutefois, pour les ponceaux carrés ou rectangulaires en béton armé, l'enfouissement s'effectue jusqu'à concurrence de 20 à 30 cm sous le lit du cours d'eau;

- pour réduire les risques d'affaissement des structures d'un ponceau, le sous-sol doit être enlevé sur une tranche minimale de 30 centimètres lorsqu'occupé par de la vase, du sable ou des blocs rocheux et être comblé par du gravier bien compacté en présence du roc, seule une assiette de régalage est requise. Le matériau de compactage doit être exempt de gros blocs et ne doit contenir que des quantités négligeables d'éléments fins.

4.4.3.5 CAPACITÉ

- Un ponceau doit être dimensionné en fonction du niveau normal des eaux et des vitesses habituelles du courant, de façon à ne pas entraver la migration des poissons;

- la tranche d'eau à l'amont d'un ponceau ne doit pas excéder son diamètre. En période de crues, il faut éviter à tout prix la création d'étangs et l'inondation des terres adjacentes;

- le diamètre minimal d'un ponceau est fixé à 900 mm, afin d'éviter qu'il ne soit obstrué par les débris;

- un seul ponceau de grande dimension est préférable à deux ou plusieurs de petite dimension car les chances d'accumulation de débris sont moindres et la vitesse d'écoulement est plus faible;

- un dimensionnement adéquat doit impliquer un dégagement vertical suffisant pour assurer l'écoulement complet des glaces et des débris ligneux.

4.4.3.6 DÉLAI

Aucun délai n'est acceptable lorsque les frayères sont situées immédiatement à l'amont du ponceau.

4.4.3.7 INSTALLATION EN PARALLÈLE

- Lorsque plus d'un ponceau est nécessaire, les critères pour les poissons ne s'appliquent qu'à un seul d'entre eux; son radier se trouvera à environ 30 centimètres plus bas que le (les) autre(s), de façon à concentrer le débit d'étiage;

- une distance de 1,2 mètre est à prévoir entre deux ponceaux afin d'avoir un espace de faible turbulence à proximité de leur sortie.

4.5. REDRESSEMENT OU RELOCALISATION D'UN COURS D'EAU

Parfois, la traverse d'un cours d'eau peut nécessiter son redressement ou sa relocalisation. Le creusage du nouveau canal et le changement de morphologie du cours d'eau peut engendrer une série de répercussions sur les milieux physique et biologique.

Répercussions sur le milieu physique

- Changement du régime hydrique du cours d'eau (augmentation de la vitesse du courant, réduction de la turbulence, uniformisation du courant);
- augmentation de la charge sédimentaire et conséquemment, de la turbidité de l'eau provoquée par l'érosion des berges remaniées et dénudées et par le creusage du canal;
- modification du régime thermique due à la disparition de la végétation riveraine, génératrice d'ombre;
- changement de la composition granulométrique du lit;
- instabilité du lit.

Répercussions sur le milieu biologique

- Changement de la composition du substrat et de la vitesse d'écoulement qui peuvent engendrer la perte de frayères ou de sites d'engraissement des alevins;
- diminution de la qualité de l'habitat à l'aval des travaux dû à l'accumulation de sédiments à des endroits propices pour la fraie et l'élevage des poissons;
- réduction de la diversité et de la biomasse des invertébrés benthiques et parfois modification de la composition benthique;
- détérioration de la qualité physicochimique de l'eau pouvant affecter la santé des animaux aquatiques.

4.5.1. CONCEPTION DU NOUVEAU CANAL

Le tracé du nouveau lit doit être conçu de façon à respecter, le plus possible, les conditions hydrauliques originales, la topographie du terrain, les forces naturelles d'érosion et les exigences biologiques et comportementales des populations ichtyennes résidantes.

- Lorsqu'une section importante d'un cours d'eau sinueux et poissonneux doit être relocalisée, éviter de creuser un canal en ligne droite; tenter plutôt de reproduire la géométrie originale du cours d'eau en l'adaptant à la topographie des lieux;

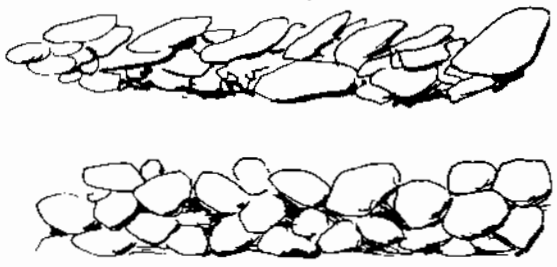
- le profil longitudinal du nouveau canal ne doit en aucun cas présenter un obstacle aux déplacements de poissons;

- la relocalisation du cours d'eau doit être conçu de manière à ce que la vitesse d'écoulement de l'eau n'empêche pas la migration des poissons et si possible, en respectant les conditions actuelles du cours d'eau relocalisé (section mouillée et épaisseur d'eau);

- advenant que la vitesse d'écoulement ou la pente soient trop élevées, des mesures facilitant le passage des poissons doivent être réalisées (voir chapitre 7);

- le lit du nouveau canal doit être composé de matériaux grossiers d'origine et de taille variées (ex. gravier, galets et grosses roches). Ne jamais utiliser de matériaux fins

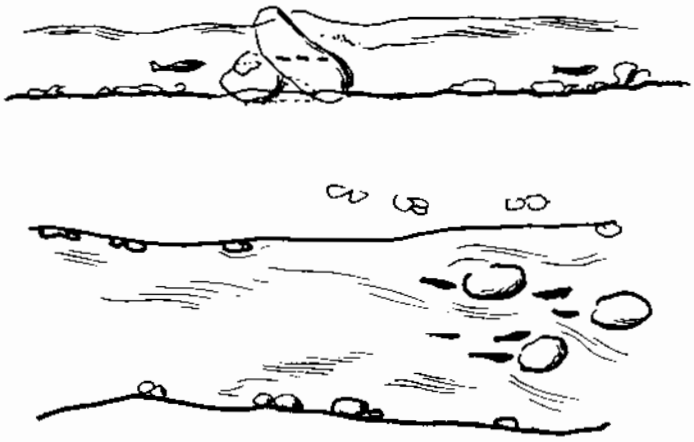
sens du courant > > >



Source: Pfankuch, 1975

- comme le sable, l'argile ou les limons. Les matériaux grossiers sont beaucoup plus stables et favorisent une forte productivité faunique et une grande diversité d'habitat;

lorsqu'une section ou l'ensemble du cours d'eau relocalisé constituait un habitat critique (frayère, aire d'alevinage, abri, aire d'alimentation) ou présentait un potentiel intéressant pour la faune ichtyenne et plus particulièrement, pour une espèce de salmonidés, prévoir une alternance d'eau calme (zone de repos) et d'eau agitée (pour une meilleure oxygénation de l'eau) en installant de gros blocs de roc ou des déflecteurs;



Source: Johnson, 1982

- les berges du nouveau canal ne doivent pas avoir une pente supérieure à 2H:IV et doivent être stabilisées de manière à s'intégrer harmonieusement au milieu environnant; en milieu naturel, les techniques utilisées devront permettre une renaturalisation du site en permettant la plantation d'arbres et d'arbustes de manière à favoriser l'étagement vertical de la végétation.

5.0 CONSTRUCTION

5.0 CONSTRUCTION

5.1 NIVEAUX D'INTERVENTION

La construction d'une infrastructure routière au site de franchissement d'un cours d'eau représente l'étape de travail la plus cruciale. En effet, la façon de procéder du personnel de construction pour l'exécution des travaux est déterminante sur la protection du milieu aquatique. Ainsi, là où les répercussions des travaux peuvent être évaluées comme faibles, il peut en résulter un impact majeur, lorsque les travaux sont exécutés de manière insouciante.

Au ministère des Transports, les utilisateurs éventuels des pratiques environnementales contenues dans ce chapitre sont ceux qui contrôlent les travaux de construction au sein des Directions régionales et des bureaux de district. S'ajoutent aussi le personnel des entrepreneurs chargé de la mise en oeuvre des travaux adjugés par le Ministère et celui des firmes d'ingénieurs-conseils parfois mandatées pour la surveillance des travaux.

5.2 RÈGLES GÉNÉRALES

L'objectif des règles générales énoncées dans ce chapitre consiste à contrôler l'érosion et le transport des sédiments susceptibles d'apparaître pendant l'exécution des travaux, particulièrement sur les pentes des déblais et des remblais. A cet effet, en vue de faciliter l'intégration de ces règles pendant le déroulement des opérations, les travaux devraient se réaliser en période d'étiage, sauf indication contraire. Le volume d'eau débité étant moindre, les modifications du milieu causées par l'érosion et le transport des sédiments seraient grandement réduites.

Il importe de souligner que l'érosion provenant d'activités humaines évolue à un rythme accéléré par rapport à celle produite par des agents naturels.

On retrouvera à l'annexe 3 une série de dispositifs pour le contrôle de l'érosion et de la sédimentation sur les sites de travaux de construction.

5.2.1. INFORMATION

5.2.1.1. CLAUSES CONTRACTUELLES

- La description des clauses contractuelles relative à la protection du milieu aquatique doit être très explicite dans les plans et devis;

- à la première réunion de chantier, l'entrepreneur doit indiquer les principales mesures qu'il prévoit employer pour minimiser les répercussions sur le milieu récepteur;

- avant le début des travaux, l'entrepreneur doit prendre les dispositions nécessaires pour informer ses employés sur la justification des méthodes de travail pour réduire au maximum l'impact sur le cours d'eau.

5.2.1.2 PÉRIODE DE RESTRICTION

- Les activités de construction doivent se tenir en dehors des étapes les plus critiques du cycle de vie des poissons à savoir la migration, la fraie, l'incubation et l'alevinage;

- pour chacune des espèces piscicoles visées, la levée de la période de restriction doit se produire lorsque les jeunes poissons de l'année ont atteint le stade de fretin. A ce stade, le vitellus est résorbé, les écailles sont en formation sur tout le corps, l'animal commence à nager librement et à émigrer dans la pleine eau;

- les périodes de restriction pour l'exécution des travaux, apparaissant au tableau I ne s'appliquent que pour le territoire couvert par le développement routier, ce qui exclut toute la partie septentrionale du Québec. La démarcation se situerait aux environs de 50° N, soit à la hauteur de Matagami et de Chibougamau, à l'ouest, de Sept-Iles et de Havre Saint-Pierre, à l'est;

- pour les espèces frayant au printemps, la période de restriction débute le 1er avril et peut se prolonger jusqu'au 15 juillet, selon la région et la (les) espèces(s) en cause (tableau I):

- pour les espèces frayant à l'automne, la période de restriction vise essentiellement les salmonidés et, par conséquent, celle-ci s'échelonne entre le 15 septembre et le 1er juin pour les formes dulçaquicoles (eau douce) et du 1er octobre au 1er août pour les formes anadromes;

- les périodes de restrictions sont déterminées par le Service de l'environnement et sont incluses au devis spécial;

- il faudrait se renseigner auprès des autorités compétentes pour que les travaux ne coïncident pas avec des ensemencements de poissons dans un rayon de 500 mètres.

5.2.2 MISE EN PLACE

5.2.2.1 ENGINS DE CHANTIER

L'utilisation des engins de chantier dans la section transversale d'un cours d'eau doit être réduite au strict nécessaire et les opérations conduites le plus rapidement possible.

5.2.2.2 DÉBOISEMENT

- Dans les zones de franchissement, les activités de déboisement (abattage, ramassage, essouchement) doivent s'effectuer immédiatement avant la construction; cependant, elles ne doivent pas coïncider avec les périodes de crues et de fortes pluies;

TABLEAU 1

CARACTÉRISTIQUES DE LA REPRODUCTION DES ESPÈCES DE GRANDE TAILLE ET PÉRIODES DE RESTRICTIONS DES TRAVAUX DE CONSTRUCTION (AU SUD DU 50° DE LATITUDE N) REQUISES POUR LA PROTECTION DU RECRUTEMENT

ESPÈCE	TAILLE MOYENNE DU DÉBUT DE LA MATURITÉ (cm)[1]	ÉPOQUE DE LA FRAIE	DURÉE (JOURS)	TEMPÉRATURE DE L'EAU (°C)	LIEU DE LA FRAIE	PÉRIODE DE DÉVELOPPEMENT (JOURS)		NOMBRE DE JOURS JUSQU'AU STAGE DE FRETIN[2]	PÉRIODE DE RESTRICTION DES TRAVAUX
						INCUBATION	ALEVINAGE		
Omble de fontaine - forme dulçaquicole (Salvelinus fontinalis)	17	Fin septembre - début novembre	3-5	6-8	Fond de gravier en eau peu profonde, à la tête des cours d'eau ou hauts-fonds graveleux des lacs	162, à 1,6°C 100, à 5°C	23-35	188-202	15 septembre - 1er juin
Truite arc-en-ciel -forme dulçaquicole (Salmo gairdneri)	30	Fin avril - mi-mai (lignée B. Donaldson)	5-7	7-10	Nid sur un lit de gravier fin dans un écoulement rapide, dans environ 50 cm d'eau	23, à 11°C 35, à 10°C	14, à 11°C	42-56	1er avril - 1er juillet
Truite brune (Salmo trutta)	40	Novembre	7-10	6-10	Eaux peu profondes (30 à 100 cm) sur des graviers fins à grossiers, en marge de courant rapide	110, à 44°C 120, à 2,9°C 148, à 1,0°C	14	134-169	1er octobre - 15 mai
Omble chevalier - forme dulçaquicole (Salvelinus salvelinus)	30	Novembre	3-5	4-5	Hauts-fonds graveleux ou rocheux dans les lacs; fosse à eau tranquille des cours d'eau	120-130, entre 0-2,2°C	30	153-165	1er octobre - 1er mai
Touladi (Salvelinus namaycush)	35	Fin octobre - mi-novembre	7-10	7-11	Berges ou hauts-fonds rocheux, exposés aux vents dominants; parfois dans des eaux courantes	141-156, à 2,5°C 108-117, à 5°C	30	178-196	1er octobre - 1er juin
Saumon atlantique (Salmo salar)	45	Octobre	3-5	4-5	Nid sur fonds de gravier, dans une section comprise entre deux fosses successives	160-170, à 3-4°C	21-25	184-200	1er octobre - 1er août (incluant l'avalaison des saumons noirs et des saumoneaux)
Ouananiche (Salmo salar)	25	Mi-octobre - début novembre	3-5	4-5	Nid sur fonds de graviers, dans une section comprise entre deux fosses successives	160-170, à 3-4°C	21-25	184-200	1er octobre - 1er juin
Grand corégone (Coregonus clupeaformis)	30	Novembre - début décembre	5-7	1-5	Fonds sablo-graveleux ou rocheux, à proximité d'un courant fort ou hauts-fonds exposés aux vents	140-160 à 0,5°C 120, à 2°C	14-21	159-188	1er octobre - 1er juin

TABLEAU 1 (SUITE)

CARACTÉRISTIQUES DE LA REPRODUCTION DES ESPÈCES DE GRANDE TAILLE ET PÉRIODES DE RESTRICTIONS DES TRAVAUX DE CONSTRUCTION (AU SUD DU 50° DE LATITUDE N) REQUISES POUR LA PROTECTION DU RECRUTEMENT

ESPÈCE	TAILLE MOYENNE DU DÉBUT DE LA MATURITÉ (cm)[1]	ÉPOQUE DE LA FRAIE	DURÉE (JOURS)	TEMPÉRATURE DE L'EAU (°C)	LIEU DE LA FRAIE	PÉRIODE DE DÉVELOPPEMENT (JOURS)		NOMBRE DE JOURS JUSQU'AU STAGE DE FRETIN[2]	PÉRIODE DE RESTRICTION DES TRAVAUX
						INCUBATION	ALEVINAGE		
Grand brochet (Esox lucius)	35	Début avril début mai	10-12 avec pic de 1 à 2 jours	6-15; optimale: 10-12	Herbaçaies terrestres inondées de type graminoïde	12-14, à 9°C	6-10	28-36	1er avril - 15 juin
Brochet maillé (Esox niger)	30	Mi-avril mi-mai	7-10	8-11	Végétation herbacée inondable	6-12, à la T° de la fraie	7	20-29	1er avril - 15 juin
Maskinongé (Esox masquinongy)	70	Mai	Maximum de 7	10-15; optimale:13	Dans les eaux vives des rapides, sur fond rocheux	8-14, entre 12-17°C	10	25-31	1er avril - 1er juillet
Doré jaune (Stizostedion vitreum)	30	Fin avril mi-mai	7-1	6-11; optimale: 9	Courant rapide (= m/s) s'écoulant sur un fond de cailloux et de roches; aussi, hauts-fonds exposés aux vents dominants	12-18, à la T° de la fraie	10-15	29-43	1er avril - 1er juillet
Doré noir (Stizostedion canadense)	25	Mai (après le doré jaune)	7-10	5 à 12	Courant rapide (= 1 m/s) s'écoulant sur un fond de cailloux et de roches; aussi, hauts-fonds exposés aux vents dominants	25-29, entre 5 et 13°C	7-9	39-48	1er avril - 1er juillet
Perchaude (Perca flavescens)	17	Mi-avril fin mai	7-10	9-12	Près du rivage, sur les hauts-fonds ou dans les tributaires, à des profondeurs faibles. Sur de la végétation émergente ou sur un fond de sable ou de gravier.	8-10	5	20-25	1er avril - 1er juillet

1: Longueur totale du poisson

2: Au stade de fretin, le vitellus est résorbé, les écailles sont en formation sur tout le courps, l'animal commence à nager librement et à émigrer dans la pleine eau.

TABLEAU 1 (SUITE)

CARACTÉRISTIQUES DE LA REPRODUCTION DES ESPÈCES DE GRANDE TAILLE ET PÉRIODES DE RESTRICTIONS DES TRAVAUX DE CONSTRUCTION (AU SUD DU 50° DE LATITUDE N) REQUISES POUR LA PROTECTION DU RECRUTEMENT

ESPÈCE	TAILLE MOYENNE DU DÉBUT DE LA MATURITÉ (cm)[1]	ÉPOQUE DE LA FRAIE	DURÉE (JOURS)	TEMPÉRATURE DE L'EAU (°C)	LIEU DE LA FRAIE	PÉRIODE DE DÉVELOPPEMENT (JOURS)		NOMBRE DE JOURS JUSQU'AU STAGE DE FRETIN[2]	PÉRIODE DE RESTRICTION DES TRAVAUX
						INCUBATION	ALEVINAGE		
Lotte (Lota lota)	30	Janvier - février	---	0-1,5	Fonds de sable ou de gravier, dans des baies peu profondes ou dans les eaux tranquilles de cours d'eau	----	----	----	1er décembre - 1er juin
Achigan à grande bouche (Micropterus salmoides)	25	Mi-mai - mi-juin	7-10	16-18	En eau calme, dans les baie ou dans les zones encore inondées sur un substrat d'argile, de limon ou de sable	7, à 15°C 5, à 17,5°C 3, à 20°C	13, à 19°C 7, à 21°C	17-30	1er mai - 1er juin
Achigan à petite bouche (Micropterus dolomieui)	25	Mi-mai Mi-jui	8-15	12-18 surtout ≥16	En eau calme, près du littoral, exposé aux vents sur un substrat mou en présence de végétation. En eau rapide, sur un substrat grossier, libre de végétation	4-5, 16-20°C 10-12, à 12-13°C	11, à 16-20°C	23-38	1er mai - 1er juillet
Meunier rouge (Catostomus catostomus)	35	Fin avril mi-mai	7-10	8-13	Écoulement rapide (= 70-90 cm/s) sur un fond gravelo-caillouteux dans une tranche d'eau généralement inférieure à 1,0 m	11, à 10°C 8, à 15°C	7-14	22-35	1er avril - 1er juillet
Meunier noir (Catostomus commersoni)	35	Mai	9-14	9-14	Écoulement rapide (= 70-90 cm/s) sur un fond gravelo-caillouteux dans une tranche d'eau généralement inférieure à 1,0 m	18-20, à 10°C	7-14	35-48	1er avril - 1er juillet
Esturgeon jaune (Acipenser fulvescens)	80	Mai - mi-juin	Maximum de 7	8-15	Endroits à courant rapide d'un cours d'eau, sur un fond de blocs rocheux	5-8, entre 16 et 18°C	9-18	21-33	1er avril - 1er juillet
Laquaiche aux yeux d'or (Hiodon alosoides)	25	Fin mai mi-juin	3-5	10-13	Entrée de tributaires à courant faible et à turbidité élevée	14, à 7 T° de la fraie	7	24-26	1er mai - 1er juillet
Laquaiche argentée (Huodon tergisus)	25	Mai - début juin	3-5	10-13	Eau courante de rivières à faible turbidité	14, à la T° de la fraie	7	24-26	1er mai - 1er juillet

- aucun arbre ou de résidu de coupe ne doit être laissé dans le cours d'eau. Advenant le cas, il faut immédiatement enlever les débris en occasionnant le moins de dérangement possible au lit du cours d'eau.

5.2.2.3 EXCAVATION

- Tous les travaux d'excavation pour les culées et les fondations de ponts et ponceaux doivent être entrepris à l'abri de batardeaux qui isolent l'aire des travaux (figure 3);

- à proximité de milieux sensibles (frayères) et lorsque les conditions le permettent (nature du substrat), des batardeaux métalliques doivent être installés plutôt que des remblais en terre ou en enrochement;

- lorsque le pompage des eaux est nécessaire à l'intérieur d'un batardeau, celles-ci doivent être déversées dans des zones de végétation afin de retenir les sédiments, avant leur retour dans le cours d'eau;

- dans la mesure du possible, les déchets organiques et le sol arable enlevés pendant les opérations en bordure du cours d'eau doivent être emmagasinés pour fin d'utilisation au cours du rétablissement de l'emplacement;

- en aucun cas, le matériel granulaire sur le lit et les berges d'un cours d'eau ne doit être prélevé pour servir de remblai.

5.2.2.4 SAUTAGE SOUS L'EAU

Le sautage sous l'eau est une activité qui peut nuire à l'ichtyofaune de par l'onde de choc et des débris et sédiments provenant de la déstabilisation de la section transversale du cours d'eau. Il faut donc prendre les précautions nécessaires pour protéger le milieu aquatique notamment:

- limiter la pression de l'onde de choc dans l'eau à 276 kpa à une distance de 16 m de la source;

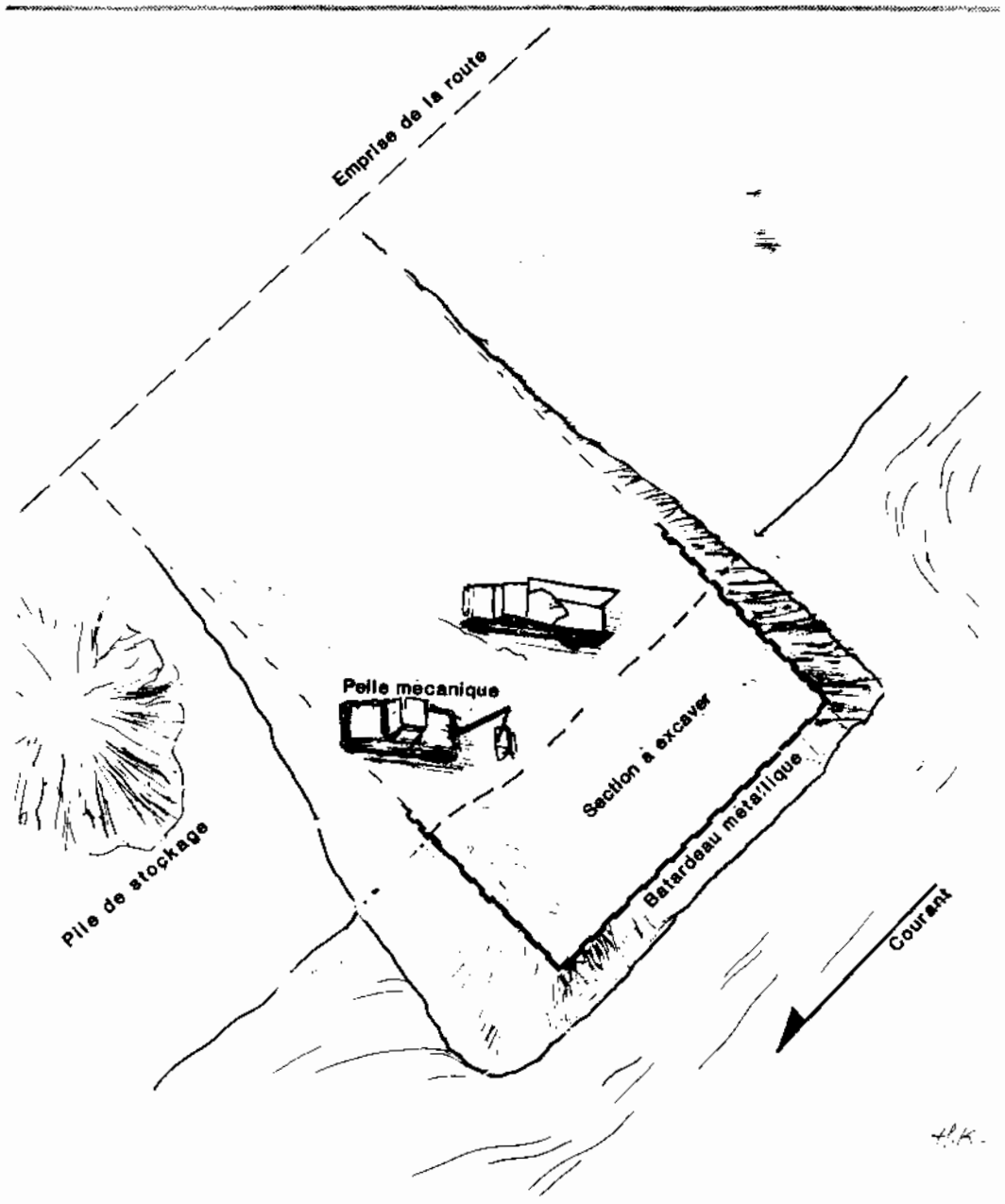


Fig. 3 **Travaux d'excavation réalisés dans un cours d'eau à l'intérieur d'un batardeau**

- effectuer les sautages en dehors des périodes capitales pour la survie des poissons, telles que mentionnées à la section 5.2.1.2;

- éloigner du site de sautage les poissons pouvant s'y retrouver par des procédés mécaniques ou électroniques, les techniques pour éloigner les poissons doivent être évaluées par le Service de l'environnement pour chaque cas particulier;

- procéder au sautage le plus rapidement possible après l'installation d'un explosif de façon à ce que les poissons n'aient pas le temps de revenir au site de sautage;

- aviser le MLCP, préalablement à toute opération de dynamitage dans un cours d'eau.

5.2.2.5 BATARDEAUX ET DIGUES

- Les matériaux utilisés pour la construction d'ouvrages temporaires en terre ne doivent pas contenir plus de 10% de matières fines passant le tamis de 80 microns et étant susceptibles de demeurer en suspension dans l'eau. Toutefois, les matières fines pourraient être confinées à l'intérieur du batardeau à l'aide d'une toile filtrante ou d'un filtre naturel granulaire;

- l'enlèvement de ces ouvrages doit être complet de manière à redonner au cours d'eau sa section originale, selon le profil en long à l'état naturel.

5.2.2.6 FOSSE À SÉDIMENTS TEMPORAIRE

- La retenue de sédiments provenant des activités de construction peut s'effectuer par l'intermédiaire d'une fosse ou d'une trappe sur le parcours des fossés routiers (figure 4);

- la fosse à utiliser doit être prête avant le début des travaux;

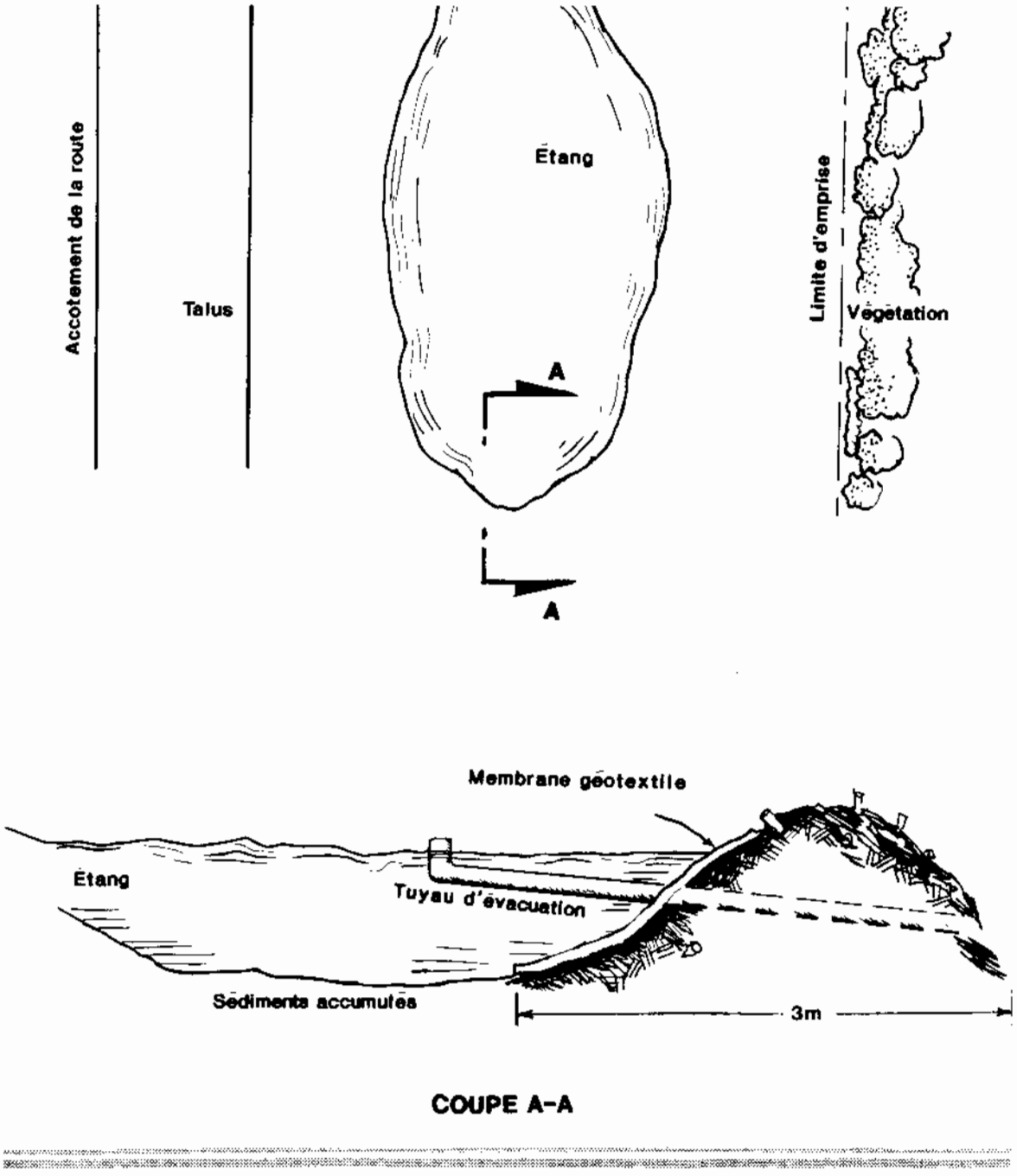


Fig. 4 Fosse à sédiments érigée dans un fossé routier

- la fosse est située le plus près possible de l'emplacement de construction, afin de minimiser la longueur des canaux d'amenée;

- le débit d'eau doit être régularisé afin de prévenir l'affouillement et la turbidité dans le cours d'eau récepteur;

- la fosse doit être entretenue régulièrement en la débarassant de la vase, du sable et des débris qui peuvent s'y accumuler.

5.2.2.7 CAISSONS

- Les caissons supportant le tablier d'un pont ne doivent pas empiéter lors de la construction, de plus du tiers de la largeur initiale d'un cours d'eau;

- les caissons de bois doivent être construits le plus étanche possible et remplis de granulats grossiers afin d'éviter une érosion entre les billes de bois;

- le bois peut être traité au créosote, au PCP, au ACA (ammoniac cuivre arsenic) ou au CCA (chrome cuivre arsenic); si le bois est enduit de créosote, il faut s'assurer que le matériel est complètement asséché avant de s'en servir.(1)

5.2.2.8 DÉRIVATION TEMPORAIRE

Dans le cas d'un cours d'eau à courant continu, la dérivation temporaire du parcours naturel des eaux offre plusieurs avantages pour l'exécution des travaux. Elle permet de minimiser l'érosion et la sédimentation qui s'ensuit, de faciliter les activités de construction sur le site, devenu asséché, de s'assurer de la stabilisation du site avant la remise en eau et d'éliminer les conflits potentiels avec les utilisateurs du milieu aquatique (eau potable, pêche).

---

(1) Les préservatifs du bois doivent répondre aux exigences de la norme ACNOR-080M "WOOD PRESERVATION"

- La marche à suivre pour l'exécution des travaux est élaborée à la figure 5;

- pour empêcher l'emprisonnement de poissons à l'intérieur des limites de la section asséchée du cours d'eau, il faut procéder à leur récolte immédiatement après la coupure et les remettre en des sections de vive eau du cours d'eau;

- pour les petits cours d'eau comportant un débit de l'ordre de 1 m^3/s ou moins, et où les travaux d'installation du ponceau se déroulent sur une courte période (1 à 2 jours), l'entrepreneur peut utiliser un système de pompage afin d'assurer l'écoulement de l'eau au site des travaux. Il faut prendre les précautions nécessaires pour que la sortie de la conduite se trouve dans un endroit qui ne soit pas une source d'érosion.

5.2.2.9 CREUSAGE D'UN NOUVEAU LIT

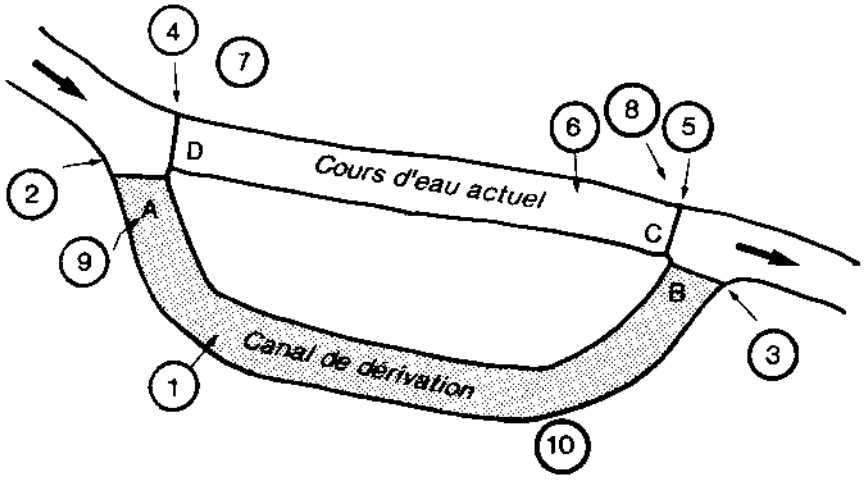
- Le creusage d'un nouveau lit permanent pour un cours d'eau doit se faire suivant les directives présentées à la figure 6;

- l'excavation du nouveau canal doit se faire à sec, complètement à l'extérieur du lit du cours d'eau. Cette méthode permet de:
  - minimiser l'érosion et conséquemment, la sédimentation qui en résulte;
  - faciliter le déroulement des opérations;
  - s'assurer de la stabilisation du site avant la mise en eau;

- les travaux de canalisation doivent respecter les périodes de restriction telles que décrites à la section 5.2.1.2;

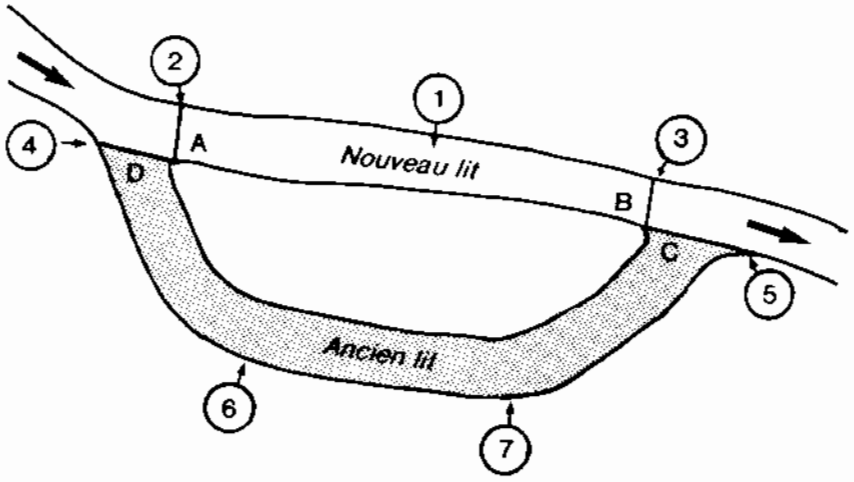
- en milieu boisé, des précautions particulières doivent être prises pour sauvegarder les arbres et arbustes riverains qui jouent un rôle essentiel comme régularisateur des températures de l'eau. Le déboisement doit donc se limiter au minimum nécessaire et les limites doivent être bien indiquées sur le plan et à l'aide de fanions sur le site des travaux;

- les opérations de déboisement doivent se faire immédiatement avant les travaux d'excavation du canal mais ne doivent pas coïncider avec la période de crue ou avec une période très pluvieuse;



ÉTAPES	EXPLICATIONS
1	CREUSER LE CANAL DE DÉRIVATION TEMPORAIRE DU COURS D'EAU EN LAISSANT LES DEUX EXTRÉMITÉS «A» ET «B» FERMÉES.
2	ENLEVER GRADUELLEMENT LA DIGUE «A» EN AMONT DU CANAL DE DÉRIVATION ET LAISSER DÉCANTER L'EAU AU MOINS 48 HEURES (CE TEMPS PEUT ÊTRE RÉDUIT À 24 HEURES SI TOUS LES SÉDIMENTS ONT PU SE DÉPOSER).
3	ENLEVER LA DIGUE «B» EN AVAL DU CANAL DE DÉRIVATION.
4	INSTALLER LA DIGUE «D» EN AMONT DE LA SECTION DU COURS D'EAU À AMÉNAGER.
5	APRÈS DRAINAGE DE L'EAU, INSTALLER LA DIGUE «C» EN AVAL DE LA SECTION DU COURS D'EAU À AMÉNAGER.
6	INSTALLER LA NOUVELLE STRUCTURE (PONCEAU OU PONT).
7	OUVRIR GRADUELLEMENT LA DIGUE «D» EN AMONT DE LA SECTION DU COURS D'EAU À AMÉNAGER ET LAISSER DÉCANTER AU MOINS 48 HEURES (CE TEMPS PEUT AUSSI ÊTRE RÉDUIT À 24 HEURES SI TOUS LES SÉDIMENTS ONT PU SE DÉPOSER).
8	ENLEVER LA DIGUE «C» EN AVAL DE LA SECTION DU COURS D'EAU À AMÉNAGER.
9	REMBLAYER LE CANAL DE DÉRIVATION EN COMMENÇANT PAR L'AMONT.
10	STABILISER LES RIVES DE LA SECTION DU COURS D'EAU À AMÉNAGER ET RENATURALISER L'EMPLACEMENT DU CANAL DE DÉRIVATION.

Fig. 5 **Lignes directrices relatives à l'excavation d'un canal de dérivation temporaire pour un cours d'eau**



ÉTAPES	EXPLICATIONS
1	CREUSER LE NOUVEAU CANAL PERMANENT DU COURS D'EAU EN LAISSANT LES DEUX EXTRÉMITÉS «A» ET «B» FERMÉES.
2	ENLEVER GRADUELLEMENT LA DIGUE «A» EN AMONT DU NOUVEAU LIT ET LAISSER DÉCANTER L'EAU AU MOINS 48 HEURES (CE TEMPS PEUT ÊTRE RÉDUIT À 24 HEURES SI TOUS LES SÉDIMENTS ONT PU SE DÉPOSER).
3	ENLEVER LA DIGUE «B» EN AVAL DU NOUVEAU LIT.
4	INSTALLER LA DIGUE «D» EN AMONT DE L'ANCIEN LIT.
5	APRÈS DRAINAGE DE L'EAU, INSTALLER LA DIGUE «C» EN AVAL DE L'ANCIEN LIT.
6	REMBLAYER LA SECTION DE L'ANCIEN LIT AVEC LA TERRE QUI A ÉTÉ EXCAVÉE DANS LE NOUVEAU LIT DU COURS D'EAU.
7	STABILISER ET RENATURALISER L'EMPLACEMENT DE L'ANCIEN LIT.

Fig. 6 **Lignes directrices relatives au creusage d'un nouveau lit permanent pour un cours d'eau**

- aux sites plus sensibles à l'érosion comme par exemple, aux sites de rencontre de l'ancien et du nouveau canal ou aux sites de confluence du nouveau canal et d'un ruisseau ou d'un fossé, il y aurait lieu de prévoir une protection mécanique tel que l'enrochement;

- lorsque des fossés se jettent dans le cours d'eau redressé, il y aurait lieu de prendre des mesures pour filtrer ou décanter les eaux en amont de l'embouchure de ces fossés (exemple: paillis, trappe à sédiments);

- dans le cas où des digues temporaires en terre sont nécessaires, ces dernières ne doivent pas contenir plus de 10% de matières fines passant dans un tamis de 80 microns, à moins de les confiner à l'aide d'une toile filtrante ou d'un filtre naturel granulaire;

- advenant que des poissons demeurent piégés à l'intérieur de l'ancien canal, ces derniers devront être capturés et relachés dans le cours d'eau en aval des travaux. Cette opération doit être réalisée en compagnie du Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune du MLCP ou autorisé par ce dernier.

5.2.2.10 CIRCULATION DES EAUX

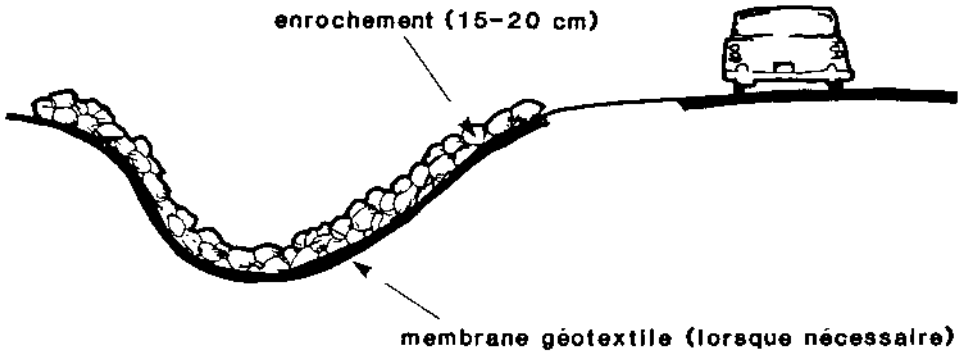
Pour la construction d'un pont ou d'un ponceau, il ne faut pas lors de la construction que l'ouvrage obstrue plus des 1/3 de la largeur du cours d'eau.

5.2.3 STABILISATION

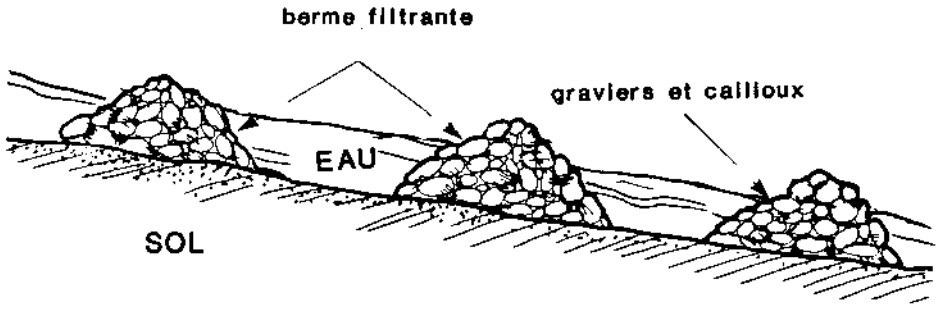
5.2.3.1 FOSSÉS ROUTIERS

Pour prévenir ou limiter l'affouillement des fossés routiers dans les 100 premiers mètres des sites de franchissement, les précautions suivantes doivent être prises afin d'éviter l'apport de sédiments dans les cours d'eau (pour effectuer le choix des mesures, référer à l'annexe 3):

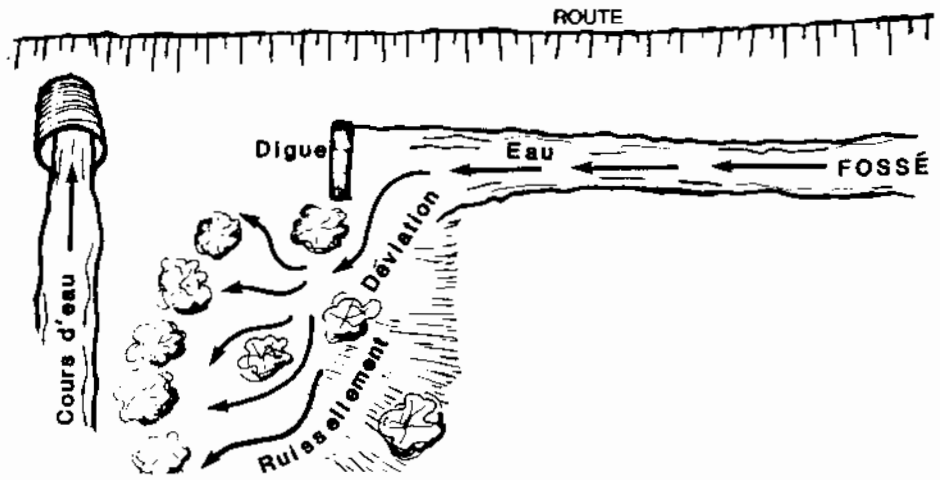
- protéger les parois et le fond des fossés avec une membrane géotextile et des matériaux granulaires stables à égouttement libre ou bien seulement avec ces matériaux d'un volume convenable pour résister à l'érosion;



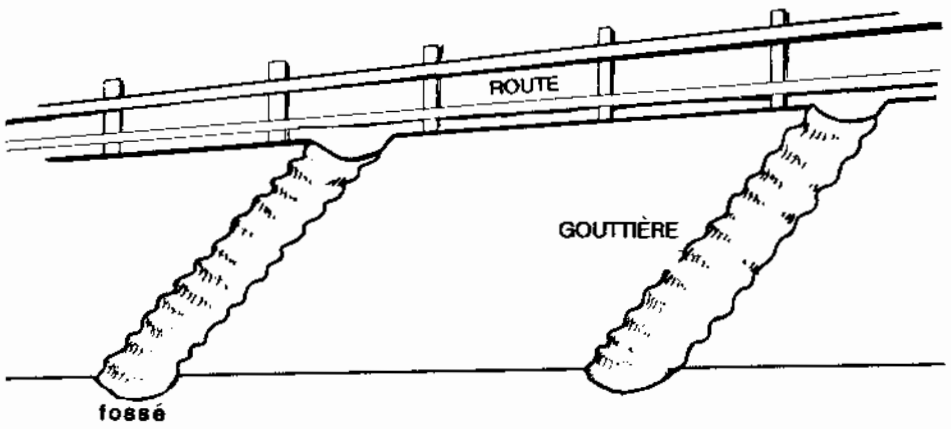
- réduire, durant la construction, la pente réelle des fossés par l'aménagement temporaire d'une série de bermes filtrantes, et stabiliser, à la fin des travaux par des mesures permanentes;



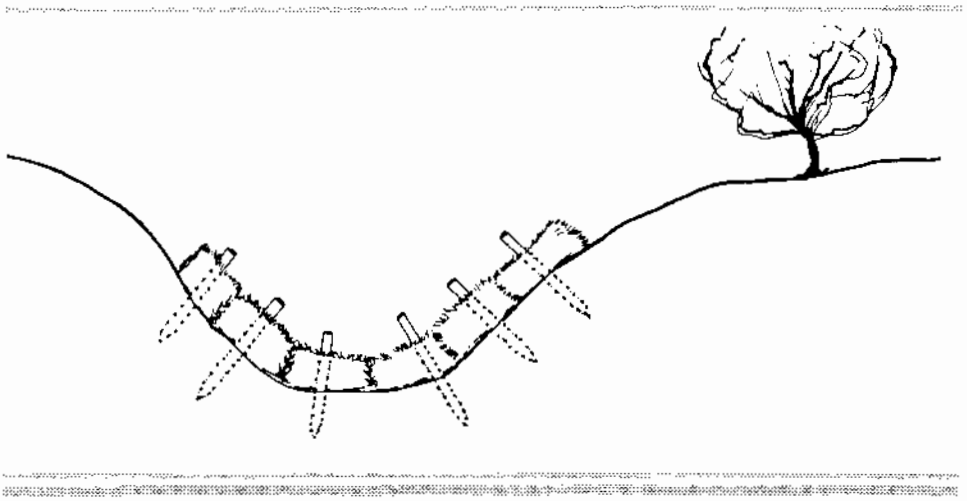
- détourner l'eau des fossés vers les zones de végétation naturelle, avant qu'elles n'atteignent directement les cours d'eau;



- utiliser des gouttières ondulées ou des conduits semi-circulaires près des traversées, aux endroits où l'écoulement de surface se concentre dans les pentes déblayées;



- installer temporairement des ballots de paille en travers des fossés routiers à faible pente, avant leur sortie sur un cours d'eau, lorsqu'ils drainent des superficies importantes de sol remaniés par les travaux exécutés près du cours d'eau. Cette mesure réduit sensiblement le transport des sédiments vers le cours d'eau jusqu'à ce que le rétablissement de la végétation s'avère efficace pour stabiliser le sol.



5.2.3.2 LIT

- Le lit d'un cours d'eau rendu instable par le déroulement des travaux doit être protégé avec une couche de cailloux moyens (3 à 5 cm) recouverte par de l'enrochement sur une épaisseur qui respecte le profil longitudinal de l'écoulement, et ce, quelque soit la distance par rapport au ponceau;

- aux endroits potentiellement instables à la suite d'un accroissement de la vitesse d'écoulement, les types de protection précités sont mis en place de la même manière sur une distance minimale équivalente à deux fois le diamètre en aval du ponceau et une fois le diamètre en amont du ponceau (figure 7 et 8);

- un enrochement suffisamment volumineux doit être prévu pour résister aux vitesses maximales prévues du courant, présentées au tableau II;

- les enrochements ou autres moyens artificiels pour prévenir l'érosion du lit d'un cours d'eau, doivent permettre le passage des poissons suivant la période de migration.

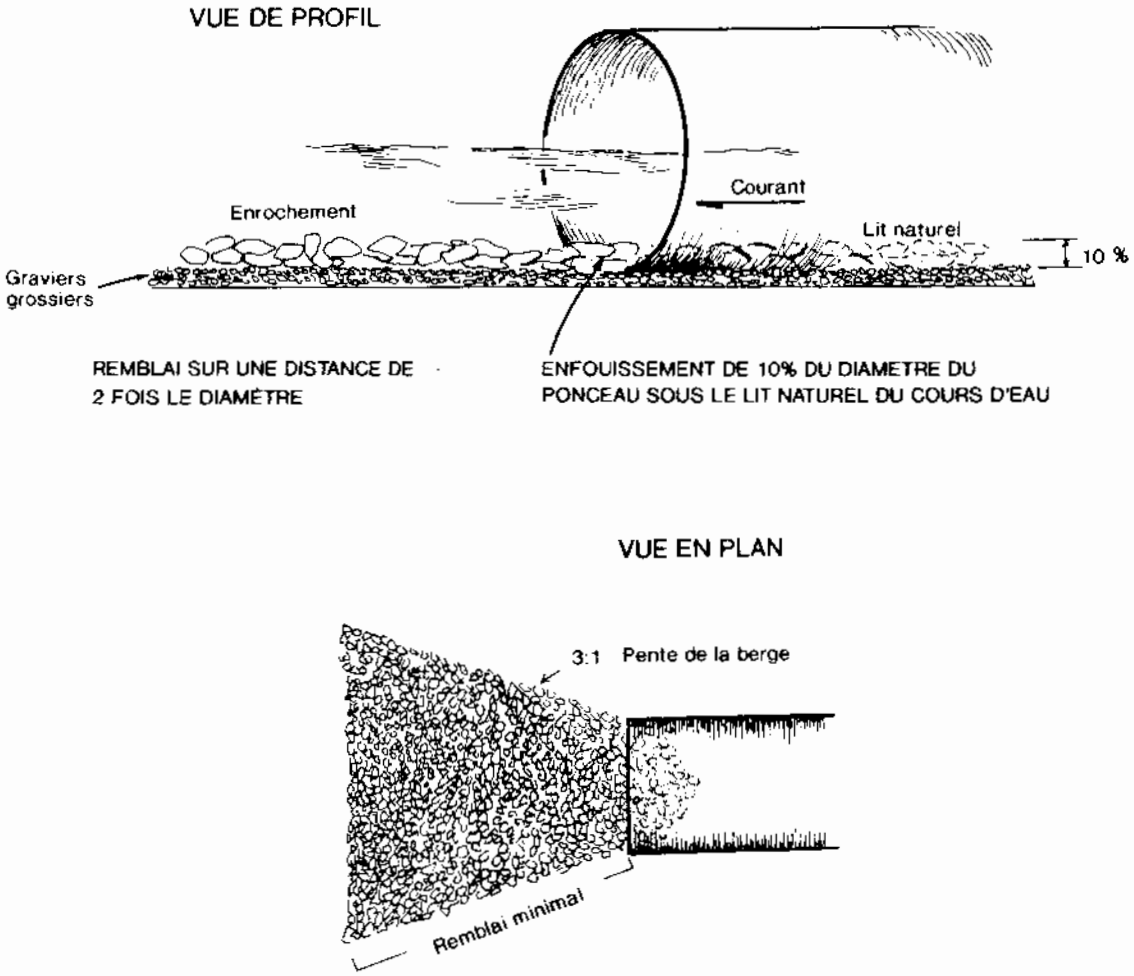


Fig. 7 **Superficie à remblayer à la sortie d'un ponceau**

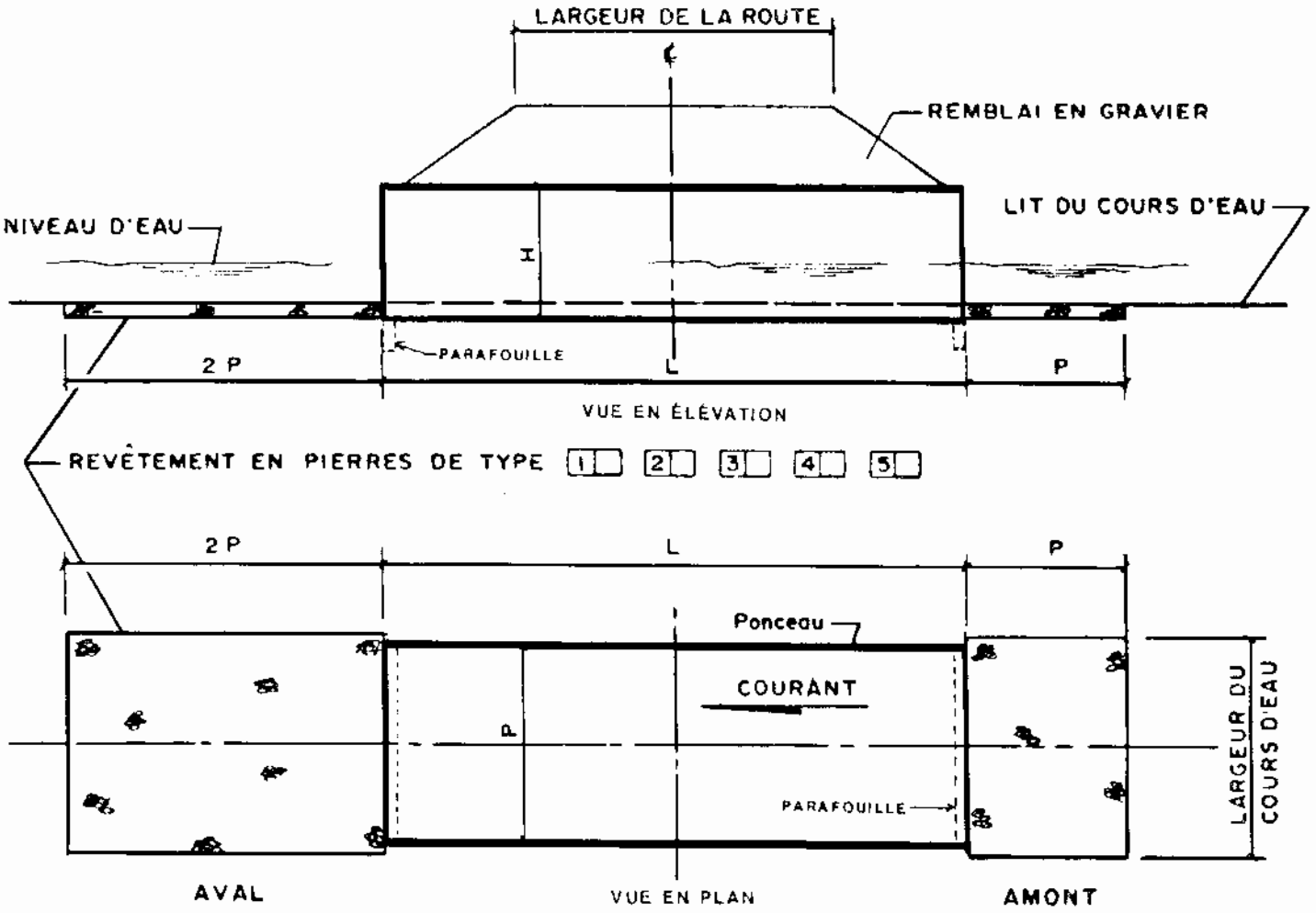


Fig. 8 Stabilisation du lit à l'entrée et la sortie du ponceau: vue en élévation et vue en plan

TABLEAU II

VITESSES D'ENTRAÎNEMENT DE DIVERS MATÉRIAUX NON-COHÉRENTS

MATÉRIAUX	DIAMÈTRE (mm)	VITESSE MOYENNE (m/s)
	0,005	0,15
Vase	0,05	0,20
Sable fin	0,25	0,30
Sable moyen	1,00	0,55
Sable gros	2,50	0,65
Gravier fin	5,00	0,80
Gravier moyen	10,00	1,00
Gravier gros	15,00	1,20
Cailloux fins	25,00	1,40
Caillous moyens	40,00	1,80
Gros cailloux	75,00	2,40
Gros cailloux	100,00	2,70
Gros cailloux	150,00	3,50
Gros cailloux	200,00	3,90

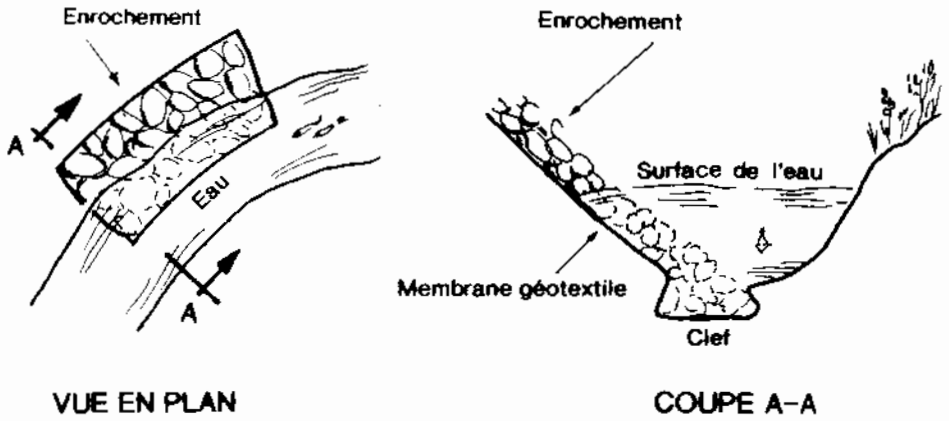
Tiré de: Binesse, 1983.

5.2.3.3 BERGES

- La stabilisation des berges s'effectue soit par de l'enrochement, soit par de la végétation (voir chapitre 5.2.6) ou les deux à la fois, selon l'envergure du débit et la résistance du sol à l'érosion;

- l'ajout d'enrochement doit se faire à partir de celui déjà présent sur le lit à l'état naturel jusqu'à 30 centimètres au-dessus du niveau normal des hautes eaux ou bien jusqu'au haut du talus, selon une pente qui ne doit pas être supérieure à 66.7% (1,5H : 1V);

- la protection des berges peut aussi s'effectuer par l'utilisation d'une membrane géotextile, tapissée par une couche d'enrochement adéquate (cailloux et blocs), lorsque la pente tend vers la verticale.



5.2.3.4 EMPLACEMENT DU CHANTIER

- Durant les travaux, à tous les endroits du chantier où il y a risque d'érosion, le sol doit être stabilisé;

- si le chantier est fermé durant l'hiver, ce travail de stabilisation préventive doit être fait au moment de la fermeture temporaire du chantier dans le but de parer aux érosions massives du printemps;

- immédiatement après la réalisation des travaux, tous les endroits remaniés doivent être stabilisés de façon permanente.

5.2.4 CONTRÔLE DES RÉSIDUS ET MATIÈRES TOXIQUES

5.2.4.1 DÉCHETS SOLIDES ET LIQUIDES

- Les substances ayant un effet de toxicité sur les poissons, telles le ciment, le mortier, les huiles et la gazoline, doivent être utilisées avec précaution afin d'éviter tout déversement dans le cours d'eau;

- le plein et la vérification mécanique doivent s'effectuer à plus de 15 mètres du cours d'eau;

- l'aire d'entreposage des substances précitées doit se situer à plus de 60 mètres du cours d'eau.

5.2.4.2 REBUTS DE DÉMOLITION

On considère comme rebuts de démolition le bois tronçonné, les pièces de béton, les morceaux de pavage et les matériaux d'excavation non réutilisables.

- Durant la démolition totale ou partielle d'une structure, il est interdit de jeter des rebuts dans le cours d'eau; l'installation de filet ou de plate-forme en porte-à-faux ou de tout autre système jugé efficace serait envisagé comme moyen préventif;

- les rebuts de démolition, inutilisables pour les travaux en cours, doivent être disposés sur un site respectant les lois et règlements en vigueur du ministère de l'Environnement du Québec;

- lorsqu'une structure démolie n'est pas remplacée par une autre sur un même site, celui-ci doit être réaménagé en respectant les caractéristiques naturelles du milieu afin de parer à l'érosion des rives et à la détérioration du paysage.

5.2.4.3 DÉCAPAGE ET PEINTURE

Pendant le déroulement des opérations de décapage et de peinture de petits ouvrages d'art, des mesures préventives doivent être prises pour récupérer les solides (sable, métal) et empêcher l'excès ou le déversement accidentel de peinture dans l'eau:

- installer une toile de jute pardessus le filet de sécurité qui est normalement installé en-dessous de la plate forme;

- préparer la peinture sur terre et non pas sur la plate-forme et en quantité suffisante pour une seule journée de travail;

- transporter la peinture sur la plate-forme au moyen de récipients n'excédant pas une vingtaine de litres;

- limiter l'application de la peinture par temps de grands vents.

Pour les grandes structures métalliques, on utilisera des bâches à confinement.

5.2.5 FRANCHISSEMENT TEMPORAIRE D'UN COURS D'EAU

5.2.5.1 GÉNÉRALITÉS

- L'établissement de traversées temporaires du cours d'eau est soumis aux mêmes règles relatives à la protection de l'environnement que celui des traversées permanentes. Ces traversées doivent être conçues et implantées de manière à éviter toute perturbation de l'état naturel du cours d'eau;

- les approches d'entrée et de sortie du lit d'un cours d'eau doivent être étudiées de manière à déranger le moins possible les berges, le sol et la couverture forestière. Les matériaux de remblai ne doivent pas être extraits à moins de 75 m d'une rivière;

- il y a lieu d'éviter les zones où la pente du terrain oblige les véhicules à des freinages intensifs;

- toutes les traversées temporaires doivent être clairement signalisées et leur largeur ne doit pas être supérieure à 8 m;

- les accès temporaires aux berges doivent être réalisés au moyen de remblais constitués par des matériaux granuleux et non pas par terrassement dans les berges. Le programme de construction de rampes doit être étudié de manière à éviter le plus possible de perturber la végétation existante. Les rampes doivent être détruites à la fin de l'utilisation dans des conditions qui ne causeront pas de dommages à la végétation existante. Les matériaux ayant servi à l'établissement des rampes ne doivent pas être placés à proximité du cours d'eau;

- si des dommages sont causés au terrain sur le lieu d'implantation des traversées, celui-ci doit être remis en état pour prévenir l'érosion;

- l'établissement de chenaux de dérivation ou de batardeaux peut être nécessaire pour constituer des bassins de décantation permettant le dépôt des sédiments. Ces installations ne doivent pas entraver le libre passage des poissons;

- après achèvement des travaux, toutes les structures temporaires doivent être démolies et le terrain doit, dans la mesure du possible, être remis en son état naturel après exécution des travaux;

- lorsque des traversées temporaires de cours d'eau paraissent interrompre le déplacement des poissons, elles doivent être retirées immédiatement;

5.2.5.2 *PONCEAU TEMPORAIRE*

- En période libre de glace, la traversée temporaire d'un cours d'eau doit se faire de préférence sur les affleurements rocheux là où les inclinaisons ne sont pas trop fortes. Si cela s'avère impossible, la traversée pourra se faire sur les fonds de graviers ou de cailloux;

- le ponceau temporaire répondre au débit de la crue des eaux et ne jamais avoir un diamètre inférieur à 45 cm;

- les ponceaux temporaires saisonniers doivent être enlevés avant la débâcle printanière, s'ils n'ont pas été conçus pour l'accomoder;

- en hiver, ce type de traverse doit être construit de neige et de glace. Seules les billes de bois sont admissibles comme matériel de renforcement et leur retrait est prévu avant le dégel printanier;

- le franchissement d'un cours d'eau sur la neige ou la glace doit se faire de manière à ne pas perturber ni entraver les débits d'hiver des cours d'eau;

- à la fin des travaux, chaque site doit être réaménagé afin de lui redonner son aspect naturel tout en réduisant les problèmes d'érosion.

5.2.5.3 PASSAGE A GUÉ

- Il est interdit de circuler dans un cours d'eau ou de le traverser à gué avec des engins de chantier à moins d'une autorisation du surveillant de chantier;

- lorsqu'un passage à gué est nécessaire, il doit être aménagé de façon à ce que la circulation des véhicules trouble l'eau le moins possible;

- si le passage à gué est construit sur une base d'enrochement, il est souhaitable de construire un petit barrage en roche immédiatement à l'aval du passage à gué, afin d'abaisser la vitesse de l'eau et de permettre aux sédiments de se déposer;

- les parties de la machinerie qui seraient immergées lors du passage à gué; doivent être nettoyées le plus possible. Si on utilise de l'eau, on évitera que ces eaux de lavage soient déversées directement dans le cours d'eau;

- à la fin des travaux:

  . tous les matériaux qui constituaient le passage à gué, devront être retirés du cours d'eau de manière à ce que ce dernier retrouve son profil naturel;

- cette opération devra s'effectuer de façon à limiter les risques d'apport en sédiments dans l'eau;

- de part et d'autre du cours d'eau, on devra bloquer le passage à gué afin de décourager son utilisation par des véhicules tout-terrain car ceux-ci peuvent maintenir une érosion nocive pour les habitats aquatiques;

- si les berges ont une nature facilement érodable, ces dernières devront être stabilisées.

5.2.6 RÉGÉNÉRATION VÉGÉTALE

5.2.6.1 FONCTIONS DE LA VÉGÉTATION RIVERAINE

On ne saurait passer sous silence le rôle vital que joue la végétation présente sur les rives d'un écosystème fluvial.

La végétation riveraine a d'abord comme fonction de former une barrière efficace contre l'érosion. Par son système racinaire, la végétation réduit considérablement le pouvoir d'érosion des vagues et des courants tout en piégeant les sédiments charriés par les eaux de ruissellement des terres.

La seconde fonction de la végétation est de contribuer à maintenir ou à améliorer la qualité de l'eau en prévenant la sur fertilisation des eaux. Ceci s'explique par le fait que les sédiments libérés par les eaux de ruissellement des terres renferment de grandes quantités d'éléments fertilisants, qui favorisent la croissance des plantes aquatiques et des algues. Grâce au couvert végétal des rives, les éléments fertilisants sont recyclés sur place, avant d'atteindre les eaux, par les plantes qui les utilisent pour leur croissance.

La troisième fonction consiste à freiner le réchauffement des eaux. La végétation arborescente et arbustive riveraine, grâce à l'ombre qu'elle jette sur le cours d'eau et à la fraîcheur du sous-bois qu'elle crée, contribue à maintenir les eaux relativement fraîches, tout en ralentissant la croissance des plantes aquatiques et des algues.

La quatrième fonction est de protéger l'équilibre écologique, à savoir qu'un plan d'eau n'est pas uniquement constitué d'eau. L'encadrement végétal forme avec l'eau un tout indissociable qui

donne au cours d'eau son caractère propre. Pour les poissons, par exemple, la végétation riveraine fournit une fraction importante de leur nourriture d'insectes, transportés par les vents, et des endroits servant à l'abri ou à la fraie.

Enfin, se rattache à la végétation riveraine une valeur récréative, éducative et esthétique tout en permettant en plus de conserver le caractère naturel d'un cours d'eau.

5.2.6.2 MESURES DE PROTECTION DES RIVES

. Les considérations d'aménagement végétal sont tout aussi importantes que la conception structurale. On peut minimiser les dangers d'érosion et de sédimentation aux sites affectés par les travaux de construction en intégrant aux travaux mécaniques des pratiques de stabilisation végétale;

. il faut tenir compte des critères suivants pour la sélection de végétaux pour la stabilisation des sols près des sites de franchissement:

- potentiel de prolifération rapide des racines;
- potentiel de croissance basse et serrée;
- potentiel de fixation d'azote des racines;
- entretien minime;
- facilité de croissance prouvée localement;
- résistance aux glaces;
- résistance aux inondations;
- tolérance au sel.

. toutes les sections affectées par les travaux doivent être stabilisées par la végétation; cela comprend:

- les berges du cours d'eau au-dessus de la limite des hautes eaux;
- l'aire de travail et son accès;
- de même que les sites de campement, d'entreposage et de stationnement.

. le plan de réaménagement doit préciser les mesures à prendre pour assurer la reprise de la végétation, notamment:

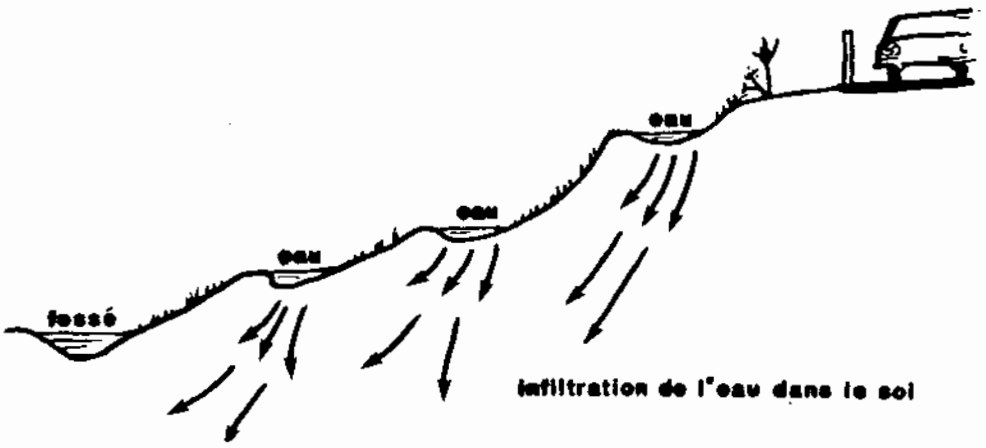
- l'ensemencement;
- l'engazonnement;
- le reboisement;

. la remise en végétation doit être entreprise le plus tôt possible après l'achèvement des travaux de terrassement car la faible cohésion du sol facilite l'enracinement;

. près des sites de franchissement, la stabilisation végétale du talus de la route peut prévenir les lessivages des matériaux fins (sable) vers le lit du cours d'eau, causés par les eaux de pluies ou de fonte;

. en bordure du cours d'eau, la pente des sols remaniés, de nature sableuse ou limoneuse, ne doit pas dépasser 50% (2H:1V);

. pour les longues pentes, la création de terrasses munies d'une petite contre-pente peut s'avérer une mesure efficace de prévention d'érosion, en favorisant l'infiltration de l'eau dans le sol;



Infiltration de l'eau dans le sol

on doit avoir recours au paillage lorsqu'il y a des problèmes d'érosion graves car les paillis et le foin favorisent la germination;

normalement, les matériaux de stabilisation doivent être fixés pour que ni les vents ni le ruissellement ne les déplacent. Les matériaux posés sur les pentes fortes doivent être maintenus en place par des filets;

- la terre organique, préalablement enlevée et mise en tas au début des travaux, doit être utilisée pour amender convenablement les zones à aménager;

- les crêtes de remblais doivent être arrondies de façon à faciliter la régénération végétale;

- lorsque la fin des travaux de construction ne coïncide pas avec une période propice à la revégétation, on doit utiliser des moyens temporaires de stabilisation jusqu'au moment de la remise en végétation, tels des rouleaux de paillasson (figure 9).

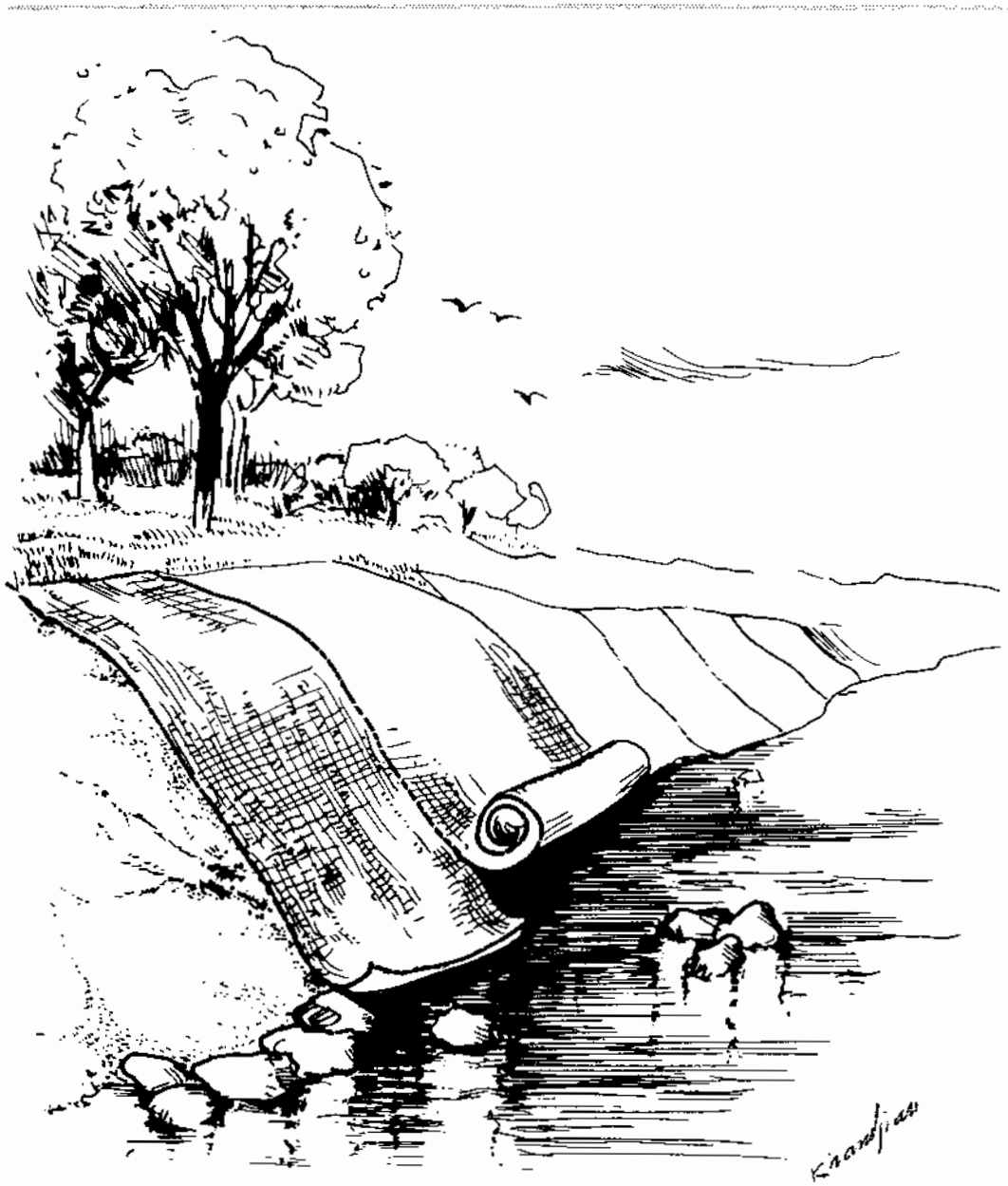


Fig. 9 Utilisation de rouleau de paillasson pour la stabilisation temporaire des surfaces déblayées en bordure de cours d'eau

6.0 ENTRETIEN

6.0 ENTRETIEN

6.1 NIVEAUX D'INTERVENTION

Normalement, l'entretien vise le maintien de l'infrastructure et de son emprise dans un état satisfaisant pour son exploitation. Au ministère des Transports, cette tâche est assumée par les Directions régionales et les districts.

Les traversées de cours d'eau, particulièrement celles nouvellement achevées, doivent faire l'objet d'une inspection régulière de la part des effectifs responsables de l'entretien. Outre le volet technique, le volet environnemental doit être considéré afin de déceler tout problème qui peut se produire après la mise en service de l'infrastructure et d'y apporter les correctifs le plus rapidement possible. Ces problèmes ont trait à l'érosion et à l'obstruction de la migration des poissons.

Lorsque l'ouvrage devient effectif, on peut suivre l'évolution des aménagements réalisés par le biais des mesures de prévention ou d'atténuation, telles la protection en enrochement et la remise en végétation afin d'en apprécier l'efficacité.

Un suivi sur les ponts et ponceaux nouvellement installés s'avère une source inestimable de renseignements sur la protection de l'écosystème aquatique.

6.2 CRITÈRES À SURVEILLER

- Les ponts et les ponceaux nouvellement installés et ceux où des problèmes ont déjà été remarqués doivent être inspectés sous diverses conditions, comme en période de crues, après une pluie diluvienne et pendant l'étiage estival;

- toute trace d'érosion sur les surfaces remaniées en bordure du cours d'eau doivent être promptement stabilisées de façon adéquate;

- des correctifs sont apportés aux traverses, surtout les ponceaux qui retardent ou empêchent la remontée des poissons (voir chapitre 7);

- les débris et les sédiments accumulés à proximité ou à l'intérieur d'une traversée doivent être enlevés et disposés à des endroits appropriés à cet effet;

- le matériel granulaire nécessaire pour les travaux correcteurs ne doit pas être puisé dans le lit ou sur les berges du cours d'eau;

- dans les espaces ayant fait l'objet d'un aménagement végétal, l'évaluation doit se faire à au moins deux reprises pendant les deux premières périodes de croissance;

- il faut prendre les moyens thermiques ou chimiques pour faire disparaître les bouchons de glace à l'intérieur d'un ponceau, lorsqu'ils nuisent à l'écoulement normal des eaux au printemps. L'usage chlorure de sodium s'effectue lorsque l'on ne peut utiliser les moyens thermiques. Cette démarche urgente vise à éviter l'érosion de la route, l'inondation des terres adjacentes et un délai dans la remontée des poissons.

6.3 PRÉSENCE DE CASTORS

Le castor a la particularité de pouvoir modifier son habitat de façon importante par l'érection de barrages et la formation d'étang qui en résulte. Toutefois, cette habitude peut entrer en conflit avec les intérêts de l'homme par la création d'inondations en bordure des routes, par l'obstruction d'un ponceau, ou avec d'autres constituants fauniques, lorsque, par exemple un barrage empêche la migration des poissons.

Il existe quelques méthodes d'intervention qui permettent de se débarrasser des castors jugés nuisibles ou indésirables en bordure des routes (voir section 6.3.2). Toutefois, il est possible d'éviter que de tels problèmes se produisent en bordure des nouvelles routes ou encore de les corriger lors du réaménagement d'une route existante.

6.3.1 PRÉ-BARRAGE

Généralement, le castor a tendance à ériger son barrage à l'embout où la largeur du cours d'eau est la plus réduite d'où son attrait pour les embouchures des ponceaux. Considérant ce comportement, il a été présumé que l'agencement de pierres à quelques mètres en amont de l'embouchure d'un ponceau empêcherait le castor de voir l'ouverture de ce dernier et l'inciterait à utiliser plutôt ce dispositif appelé pré-barrage ou à aller plus loin.

SÉLECTION DES COURS D'EAU

Il n'est évidemment pas nécessaire de mettre des pré-barrages à tous les cours d'eau. Les critères de sélection des cours d'eau devraient être les suivantes:

- tout cours d'eau supportant déjà une ou plusieurs colonies de castors, à condition que le tronçon du cours d'eau affecté par le projet routier offre des caractéristiques écologiques favorables pour le castor;

- tout cours d'eau qui offre des caractéristiques écologiques favorables pour le castor et que celui-ci soit présent dans la région (on entend ici par région un territoire assez vaste dépassant souvent largement la zone d'étude);

- tout cours d'eau qui a déjà abrité une ou plusieurs colonies de castors, à condition que le tronçon du cours d'eau affecté par le projet routier offre des caractéristiques écologiques favorables pour le castor.

Une bonne connaissance de l'écologie du castor, l'analyse de photos aériennes et une visite in situ est nécessaire pour la sélection des cours d'eau qui devront faire l'objet d'installation de pré-barrages. La consultation de biologistes qui connaissent bien le territoire et les animaux à fourrure est souvent d'un grand secours. Éventuellement les trappeurs locaux peuvent aussi fournir des informations précieuses sur les habitudes des castors dans des régions données.

CONCEPTION DU PRÉ-BARRAGE

Le principe de ce système de pré-barrage consiste à favoriser la construction d'un barrage à l'endroit désiré plutôt qu'à l'ouverture du ponceau.

Le pré-barrage construit à plus de 5 mètres en amont de l'ouverture du ponceau, est formé de grosses pierres espacées d'une dizaine de centimètres et placées en quinconce au début d'un enrochement (figure 10). L'espace entre les pierres permettra la migration des poissons advenant que le pré-barrage ne soit pas utilisé par les castors.

La grosseur et le nombre de pierres varieront selon la profondeur et la largeur du cours d'eau. Il est toutefois important que celles-ci demeurent exondées sur au moins 30 cm de hauteur.

Afin de minimiser les coûts inhérents à l'installation de ce dispositif, il est fortement recommandé de procéder à l'érection au moment de la construction de la route surtout dans les cas où les remblais sont importants.

INSPECTION ANNUELLE

Malgré leur excellente efficacité, il reste indispensable que ces dispositifs soient inspectés annuellement afin de s'assurer qu'ils sont efficaces et qu'ils demeurent en bon état.

6.3.2 CONTRÔLE DES CASTORS NUISIBLES

Il peut y avoir diverses façons de contrôler les castors nuisibles dont la destruction du barrage, la déportation des castors ou leur élimination. Toutefois, ces méthodes ne représentent que des solutions temporaires puisque les castors rebâtiront leur barrage ou s'ils sont éliminés, d'autres individus s'installeront aux mêmes endroits et causeront les mêmes dommages. D'autres moyens visant à maintenir un niveau d'eau acceptable ou à inciter l'animal à construire son barrage où on le désire, sont davantage privilégiés.

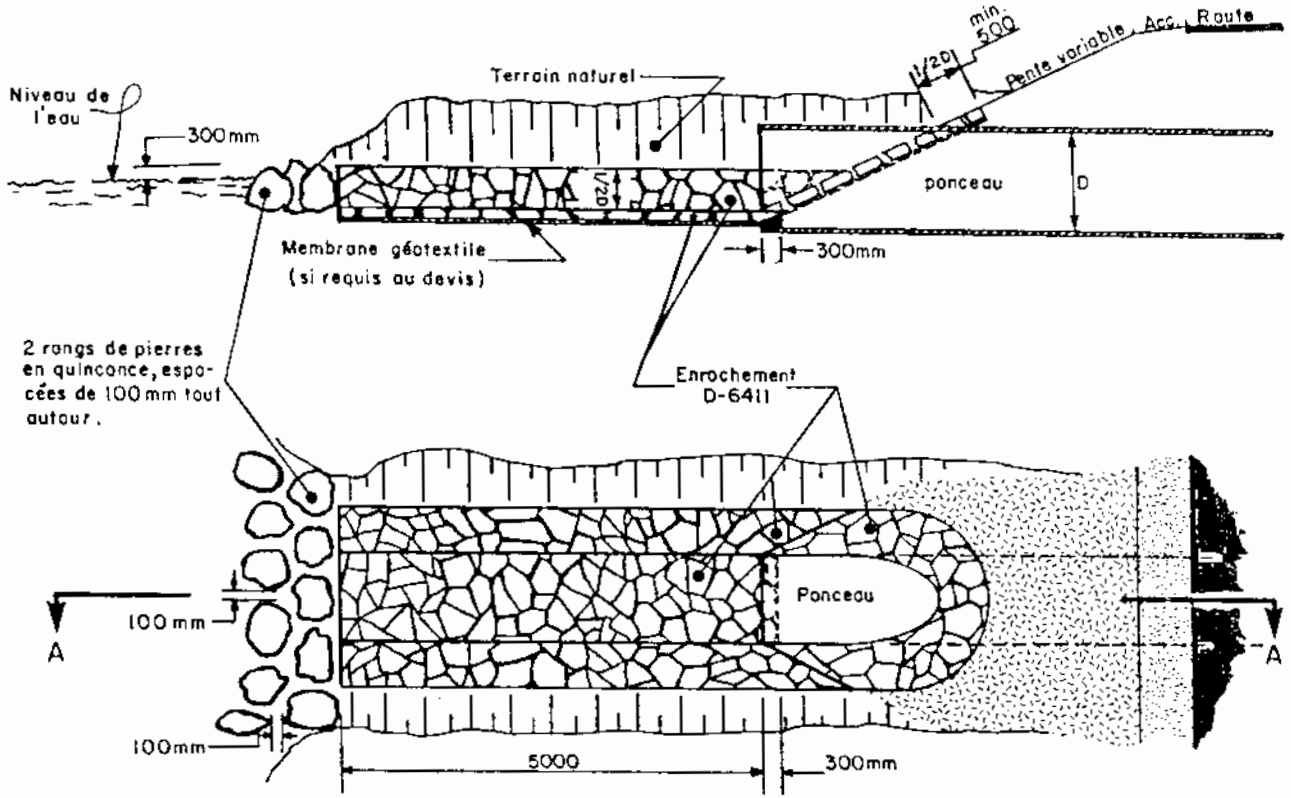


Fig. 10 **Enrochement de contrôle des castors - entrée de ponceau (pré-barrage)**

Quelque soit la démarche choisie soit le trappage ou les moyens dissuasifs pour régler le problème avec les castors, celle-ci doit recevoir l'autorisation du ministère du Loisir, Chasse et Pêche de la région concernée.

6.3.2.1 CONTRÔLE DU NIVEAU D'EAU

- Lorsqu'un barrage de castor obstrue un ponceau ou est responsable de la détérioration de la route, installer un tuyau au travers le barrage de manière à évacuer le trop plein d'eau jusqu'à la hauteur désirée. Ce dispositif a pour effet de décourager l'animal et l'oblige à trouver refuge ailleurs.

- Deux types de dispositifs sont valables:

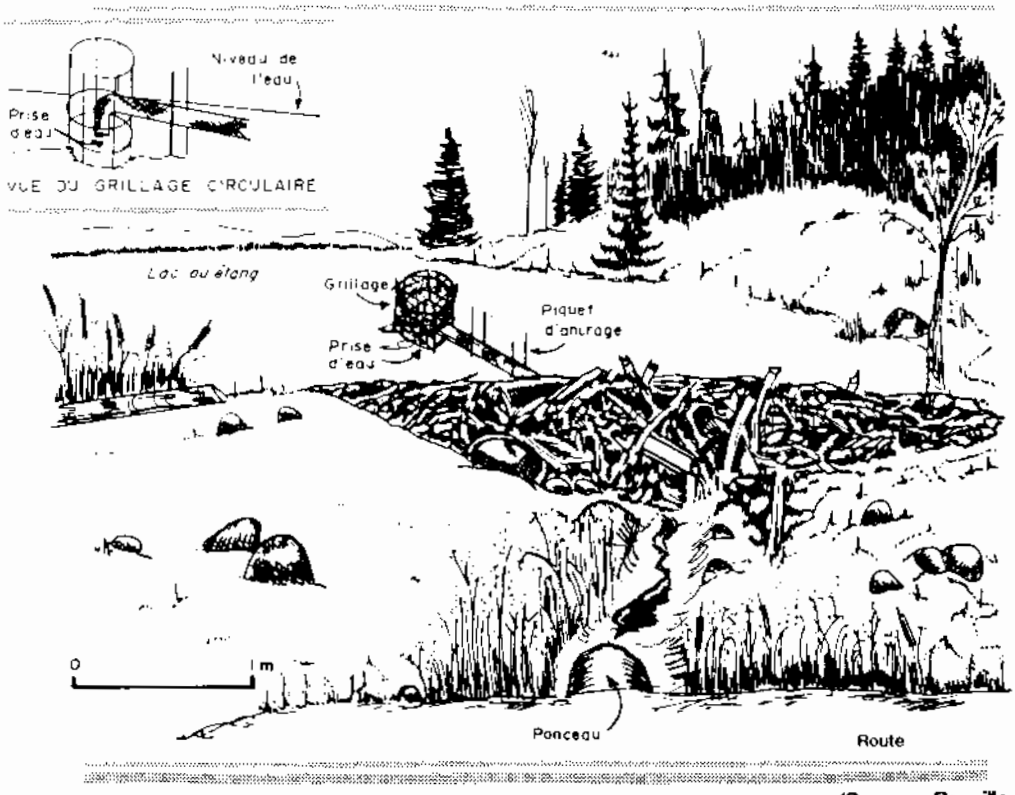
  . le tuyau coudé (figure 11): tuyau droit dont une des extrémités est recourbée de 90 degrés vers le bas, formant un coude où se fera la prise d'eau. Le tuyau préférablement en métal doit avoir un diamètre d'au moins 20 cm.

  . le tuyau en T (figure 12): dispositif constitué en deux morceaux soit un tuyau droit sans perforation et un tuyau perforé d'environ 2 m conçu spécialement pour s'adapter à l'extrémité du premier tuyau pour former un T. Les perforations d'environ 7 cm doivent être réparties sur le haut et sur le bas pour permettre la circulation de l'eau. Un système en métal est préférable.

- Les systèmes doivent être bien ancrés de manière à ce qu'ils ne puissent pas monter ou descendre; des piquets d'ancrage en métal sont conseillés.

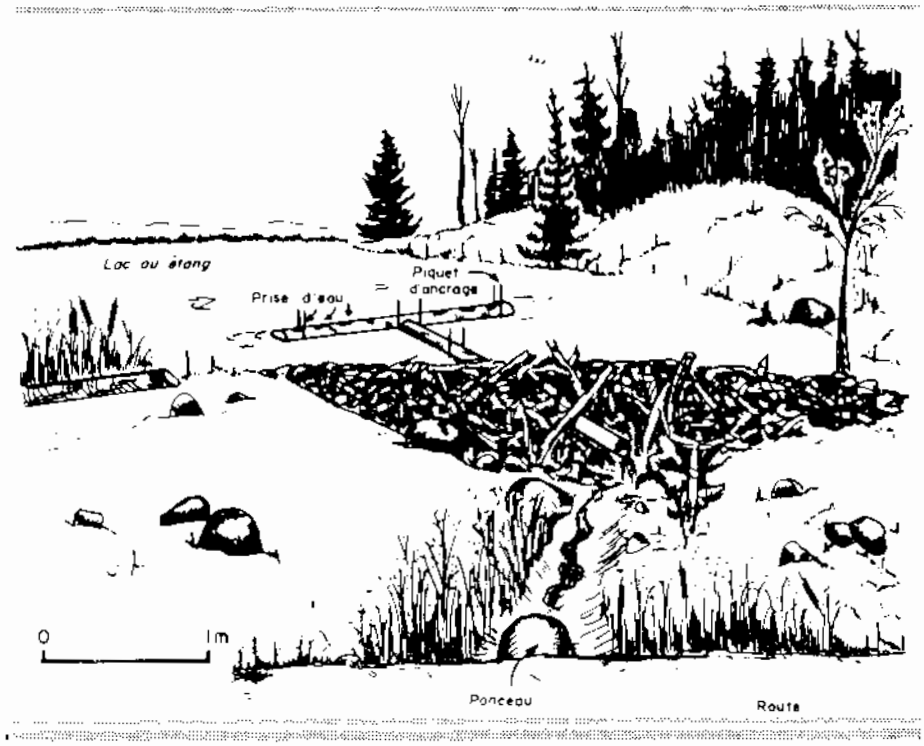
- La sortie d'eau peut être placée soit à environ 1 m du barrage ou directement dans le barrage sous un enchevêtrement de branches.

- Dans le cas du tuyau coudé, installer à la prise d'eau un grillage circulaire ancré dans le fond (figure 10) pour empêcher les débris attirés par l'appel d'eau, d'obstruer le tuyau.



(Source: Banville, 1984)

Fig. 11 **Tuyau coudé entouré de grillage**



(Source: Banville, 1984)

Fig. 12 **Illustration montrant le fonctionnement d'un tuyau en T**

7.0 TRAVAUX COMPLÉMENTAIRES

7.0 TRAVAUX COMPLÉMENTAIRES

Jusqu'à maintenant, les pratiques recommandées laissent voir un certain continuum de façon à ce que tous les travaux inhérents à la traversée d'un cours d'eau causent le moins de préjudice possible sur les mouvements migratoires des populations indigènes de poissons.

Cependant, tout en ne mettant pas en cause, sur le plan technique, la fiabilité de l'aménagement routier, la vitesse d'écoulement dans une structure, ponceau surtout, peut se dresser comme un obstacle au déplacement des poissons. A ce moment, la vitesse de l'eau se trouve plus élevée que celle pouvant être négociée par les espèces cibles.

Pour remédier à cette situation problématique, des ouvrages de contrôle doivent être aménagés dans le but de ralentir le courant. Cette démarche permet d'établir des conditions propices aux déplacements des poissons en travers des ouvrages de franchissement.

La réalisation de ce type d'ouvrage implique une consultation soutenue entre les Services techniques de la Direction de la circulation et des aménagements ou bien la Direction régionale et le Service de l'environnement pour le choix d'une solution, lorsqu'une situation problématique est diagnostiquée à l'étape de la conception. Par ailleurs, lorsqu'on se trouve devant un fait accompli, c'est-à-dire une structure installée, c'est de concert avec la Direction régionale et, lorsque nécessaire, le Service de l'hydraulique, que la meilleure alternative doit être étudiée.

Il importe de rappeler que les ouvrages de contrôle, conçus à des fins exclusivement fauniques, sont réalisés en dehors de la période de reproduction et d'alevinage.

7.1 DÉFLECTEURS

Les déflecteurs tendent à réduire la vitesse d'écoulement à l'intérieur d'un ponceau. Ils constituent, en quelque sorte, des irrégularités sur le fond de la structure, au même titre que

l'enrochement dans les rapides. Leur présence crée des espaces de faible turbulence permettant aux poissons de récupérer durant la remontée et de négocier ainsi des vitesses d'écoulement plus élevées que celles recommandées en 4.4.3.1.En raison de leur profil assez bas, par rapport au reste de la structure, les déflecteurs retiennent peu de débris (matière ligneuse, sédiments) car ceux-ci sont emportés lors des débits de pointe.

- Pour être efficace, la mise en place de déflecteurs doit respecter les conditions suivantes:

- pour une forme circulaire, le diamètre minimal du ponceau doit être de 1,5 mètre;

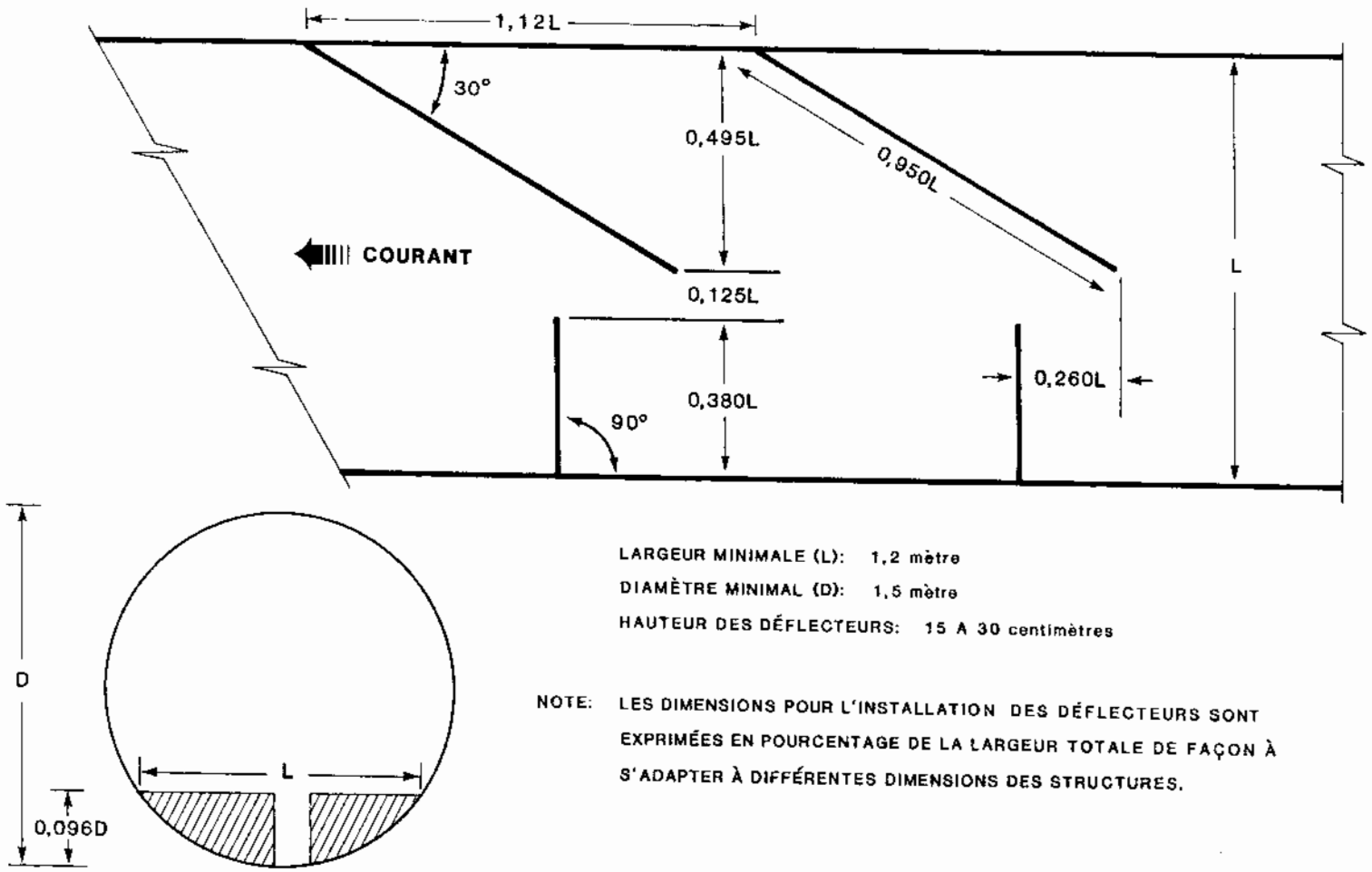
- pour une forme rectangulaire, la largeur minimale du ponceau doit être de 1,2 mètre;

- la pente maximale recommandée doit être de 5%; d'ailleurs, l'efficacité des déflecteurs est inversement proportionnel à la pente. Si la pente se trouve supérieure à 5%, on doit envisager la construction d'un passage migratoire, adjacent au ponceau. Le type de passage est défini en fonction des espèces en présence;

- de nombreux essais sur le terrain démontrent que la disposition des déflecteurs, telle que montrée à la figure 13, est la plus appropriée pour la remontée d'un ponceau par diverses espèces de poissons. Selon cet arrangement, les poissons peuvent se déplacer en ligne droite, sans avoir à effectuer des sauts;

- les déflecteurs ont de 15 à 30 centimètres de hauteur. Il en résulte un régime d'écoulement dont le jet est "plongeant", ce qui entraîne une meilleure dissipation d'énergie. Lorsqu'ils ont plus de 35 à 40 centimètres de hauteur, le jet est "flottant" et l'énergie est moins bien dissipée (figure 14). Ce dernier jet n'est pas approprié pour le déplacement des poissons;

- les déflecteurs atteignent leur maximum d'efficacité lorsque l'eau ne s'écoule que sur une mince lame par dessus ceux-ci (5 cm). Cette efficacité diminue beaucoup lorsqu'ils sont ennoyés par plus de 30 à 40 centimètres d'eau;



LARGEUR MINIMALE (L): 1,2 mètre

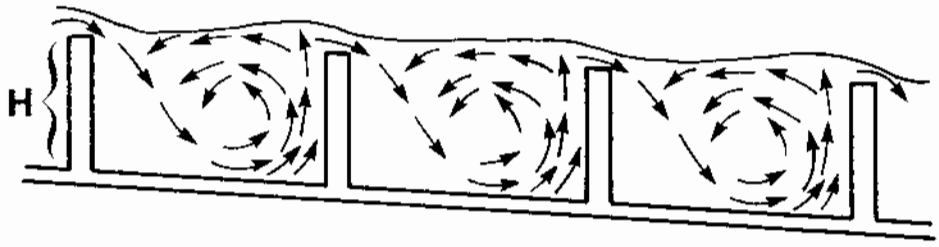
DIAMÈTRE MINIMAL (D): 1,5 mètre

HAUTEUR DES DÉFLECTEURS: 15 A 30 centimètres

NOTE: LES DIMENSIONS POUR L'INSTALLATION DES DÉFLECTEURS SONT EXPRIMÉES EN POURCENTAGE DE LA LARGEUR TOTALE DE FAÇON À S'ADAPTER À DIFFÉRENTES DIMENSIONS DES STRUCTURES.

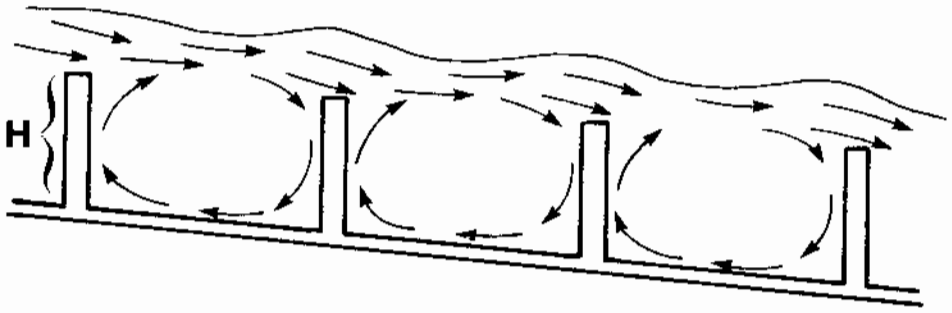
Fig. 13 **Arrangement des déflecteurs à l'intérieur d'un ponceau**

(Source: Evans & Johnston, 1980)



PROFIL D'UN JET PLONGEANT, H= 30 centimètres

DISSIPATION COMPLÈTE DE L'ÉNERGIE ENTRE LES DÉFLECTEURS



PROFIL D'UN JET FLOTTANT, H= 35 centimètres

DISSIPATION INCOMPLÈTE DE L'ÉNERGIE ENTRE LES DÉFLECTEURS

Fig. 14 Illustration du régime d'écoulement selon la hauteur des déflecteurs

- dans le cas d'un ponceau rectangulaire, l'arrangement précité des déflecteurs peut aussi s'appliquer. Cependant, lorsque la largeur excède 1,8 mètre, une portion seulement peut être aménagée, mais celle-ci doit conserver une largeur minimale de 1,2 mètre (figure 15). Ceci permet l'efficacité des déflecteurs sous une plus grande fourchette de débits;

- lorsqu'en présence de deux ou plusieurs ponceaux, les déflecteurs sont installés dans celui qui est calibré pour le débit d'étiage;

- les matériaux préférentiels pour la fabrication des déflecteurs demeurent le bois traité, le béton et le métal. Normalement, ces types de déflecteurs peuvent résister aussi longtemps que le ponceau lui-même et, le cas échéant, ils sont faciles à réparer ou à remplacer. Dans le cas du bois traité, s'assurer qu'il soit bien sec avant de s'en servir.

7.2 BASSINS SUCCESSIFS

Une forte turbulence des eaux, à proximité de la sortie d'un ponceau, une rupture de pente entre le radier d'un ponceau et le lit naturel du cours d'eau, ou encore, une lame d'eau trop mince, représentent normalement des obstacles aux mouvements migratoires des poissons.

Devant les situations précitées, la présence de bassins successifs s'avère la solution la plus appropriée de façon à assurer la libre circulation des poissons à proximité de l'ouvrage.

Les bassins permettent de rehausser, portion par portion, le niveau d'eau de manière à ce que la masse d'eau située à l'aval immédiat du ponceau puisse refouler quelque peu à l'intérieur de la structure. Ainsi, les bassins agissent comme un dissipateur de l'énergie du courant d'eau, justement là où la vélocité est à son maximal dans un ponceau (figure 16).

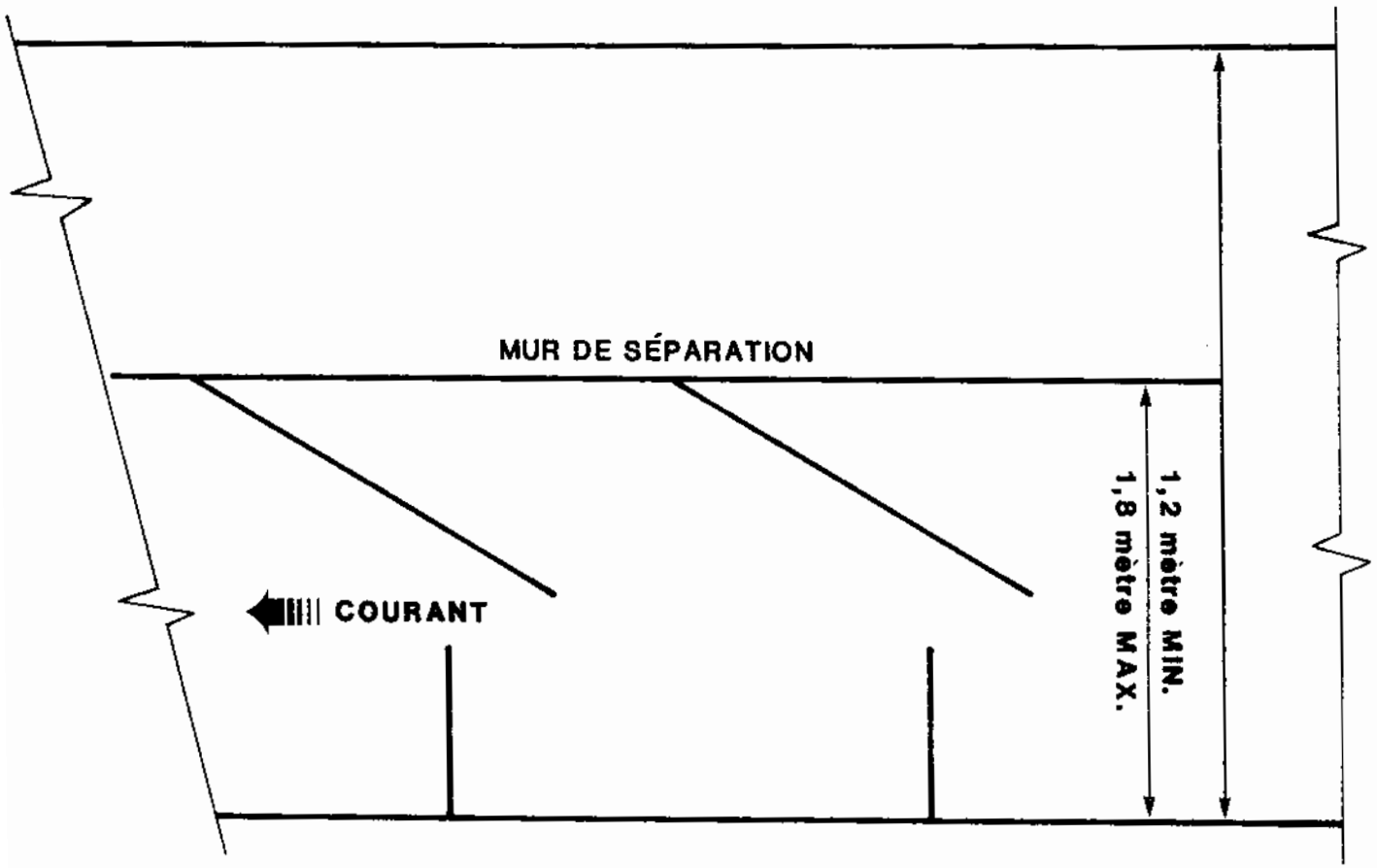


Fig. 15 Arrangement des déflecteurs dans un ponceau rectangulaire de grandes dimensions

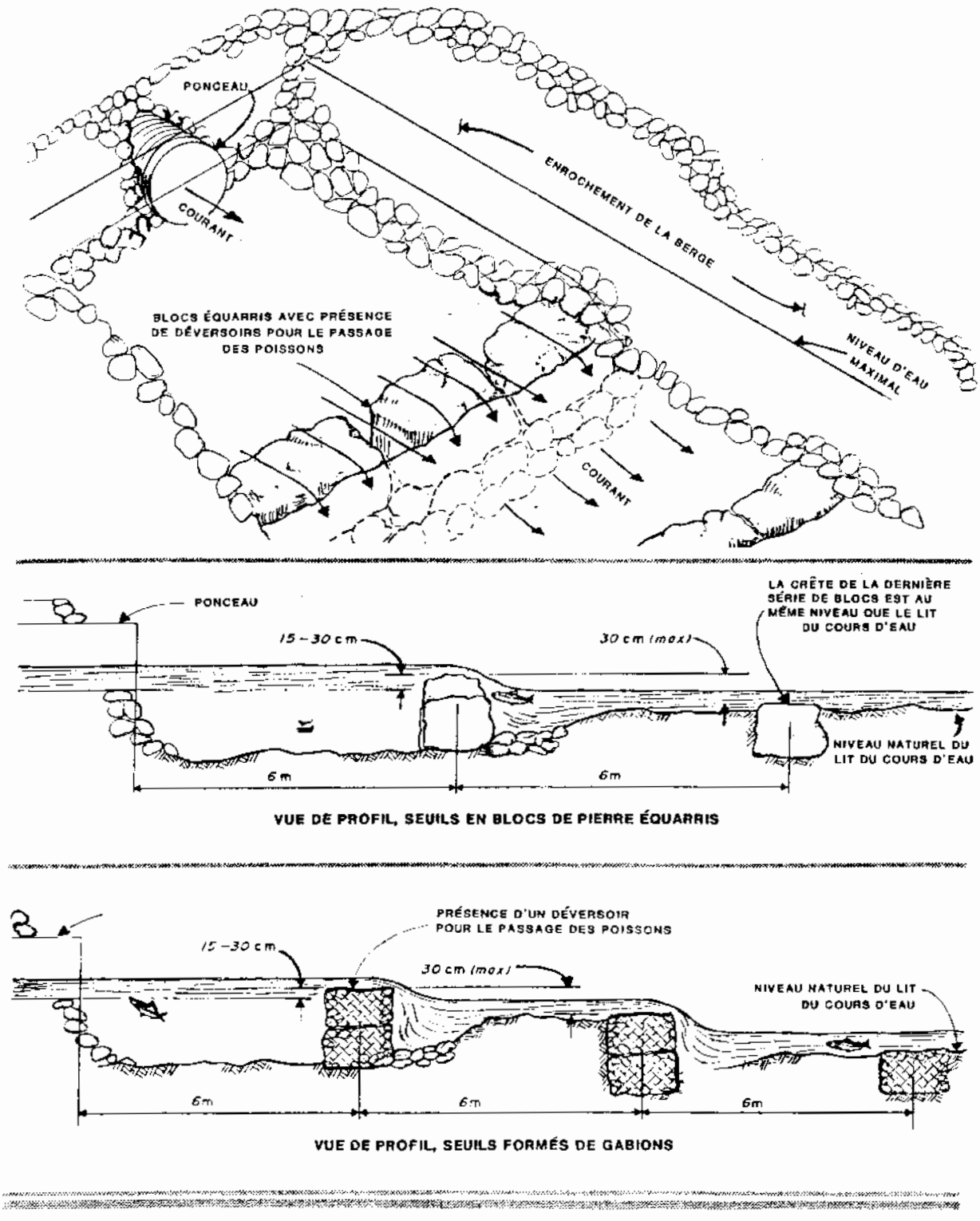


Fig. 16 Formation de bassins successifs pour contrôler l'écoulement des eaux à la sortie d'un ponceau

(Source: Ministry of Fisheries & Ocean and Ministry of Environment B.C., 1980)

De plus, ces bassins procurent des endroits de repos et de protection aux poissons avant de s'engager dans un ponceau tout en exerçant un contrôle de l'érosion du cours d'eau, à proximité du ponceau.

Les principales caractéristiques des bassins doivent être les suivantes:

. le nombre est fonction de la pente du cours d'eau, à l'aval du ponceau, ou de l'ampleur de la dénivellation entre le radier du ponceau et le lit du cours d'eau. Généralement, la longueur des bassins se situe entre 3 et 6 mètres, alors que la largeur n'excède pas la section mouillée en période des hautes eaux;

. pour prévenir le contournement des seuils en période de crues, il est nécessaire de protéger les berges du bassin par de l'enrochement;

. la dénivellation entre les bassins ne dépassent pas 30 centimètres;

. on doit prévoir un déversoir dans le seuil pour faciliter le déplacement des poissons et aussi pour concentrer le débit d'eau en période d'étiage;

. dans le cas d'une lame d'eau insuffisante, le refoulement de l'eau doit s'effectuer sur toute la longueur du ponceau. C'est d'autant plus praticable que si la pente est faible (1%);

. les seuils, qui forment la retenue des eaux, doivent être préférablement érigés en pierres ou en gabions, en raison des avantages suivants:

- le matériel est normalement facile à obtenir et à poser;

- la structure peut être réajustée à tout moment en ajoutant ou en enlevant de l'enrochement ou être modifiée pour rencontrer les variations du lit de la rivière;

- l'enrochement se marie facilement avec le fond naturel du cours d'eau, tant sur le plan physique qu'esthétique.

7.3 ENROCHEMENT

7.3.1 LIT DU COURS D'EAU

- Lorsqu'il existe une dénivellation entre le radier du ponceau et le lit du cours d'eau, alors que les conditions d'écoulement dans le ponceau et dans ses environs immédiats demeurent négociables par les formes piscicoles en cause, l'enrochement peut s'avérer une solution adéquate pour faciliter le passage des poissons;

- l'enrochement favorise la progression du poisson car il peut tirer profit de la traînée d'un enrochement pour atteindre celle d'un autre enrochement situé à 1 ou 2 mètres à l'amont;

- l'opération consiste essentiellement à tapisser le lit du cours d'eau avec de l'enrochement, à proximité de la sortie du ponceau, de manière à faire disparaître toute rupture brusque de pente;

- la pente en aval du ponceau se situe aux environs de 10H : 1V afin de ne pas produire une augmentation trop forte de la vitesse du courant (figure 17);

- l'enrochement est suffisamment volumineux pour qu'il ne soit pas emporté par le courant, particulièrement en période de crue.

7.3.2 INTÉRIEUR DU PONCEAU

- De l'enrochement peut aussi être déversé à l'intérieur d'un ponceau afin de réduire la vitesse d'écoulement, grâce à l'augmentation de la rugosité de la section mouillée au droit de la structure; toutefois, son rendement hydraulique s'en trouve diminué.

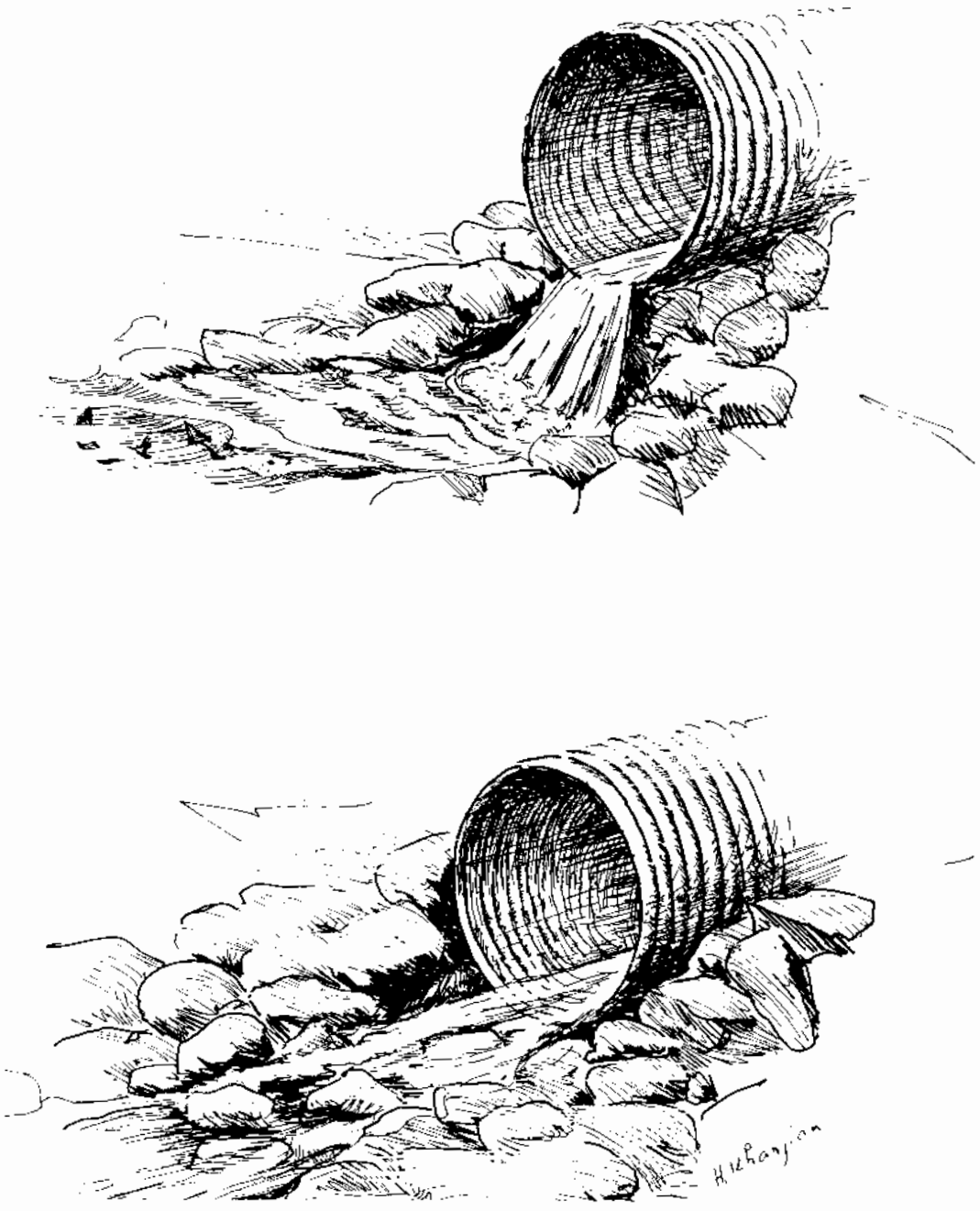


Fig. 17 **Déversement d'enrochement pour combler une rupture de pente à la sortie d'un ponceau**

7.4 CONSTRUCTION D'UNE STRUCTURE NOUVELLE

Lorsque les interventions précédentes ne peuvent pas s'appliquer pour résoudre un problème de déplacement de poissons à une traversée de route, deux solutions sont recommandées:

- enlever le ponceau en place pour en ériger un autre comportant des dimensions plus convenables;

- construire un pont; cette structure demeure la solution optimale car elle évite la contraction de la section mouillée du cours d'eau et règle par le fait même le problème des vitesses de courant.

7.5 LUMINOSITÉ

7.5.1 GÉNÉRALITÉS

Les situations précédentes référaient à des difficultés rencontrées par les poissons dues au régime d'écoulement. Il existe un autre facteur qui peut limiter le déplacement des poissons au point de traverse d'un ponceau, soit la luminosité.

À partir d'observations et d'expériences de laboratoire, on croit savoir que ce n'est pas l'obscurité comme tel dans le ponceau mais le changement abrupt de la lumière à l'obscurité ou vice versa qui peut perturber la progression des poissons.

De façon générale, le poisson a plutôt tendance à effectuer une pause pour s'acclimater au changement brusque de l'intensité lumineuse, soit la transition lumière obscurité, à l'entrée du ponceau, ou obscurité lumière, à sa sortie.

Le temps requis pour s'adapter aux changements de luminosité est considéré comme un irritant ou un stress supplémentaire lors de la remontée d'un ponceau par les poissons.

Toutefois, la luminosité dans un ponceau n'est pas un facteur important lorsque la migration coïncide avec une turbidité élevée, ou encore lorsqu'elle s'effectue au crépuscule ou pendant la nuit.

Jusqu'à présent, le grand brochet représente l'unique espèce dont on a la certitude que l'obscurité peut se dresser comme un obstacle à son déplacement.

7.5.2 MESURES CORRECTRICES

Les mesures pouvant être envisagées afin de pallier aux effets de l'obscurité sont les suivantes:

- aménagement d'une zone de transition entre le milieu extérieur éclairé et l'intérieur plus sombre d'un ponceau par l'implantation d'arbres ou d'arbustes près des extrémités de la structure;

- remplacement du ponceau en place par un ouvrage de plus grande dimension pouvant aller jusqu'à un pont;

- installation d'un système d'éclairage artificiel;

- création de puits de lumière.

8.0 CONCLUSION

8.0 CONCLUSION

L'ensemble des pratiques environnementales contenues dans le présent document, combinées à l'expertise du personnel du Service de l'environnement du ministère des Transports, devraient prévenir ou résoudre les problèmes reliés au passage des poissons aux points de franchissement des cours d'eau par des infrastructures routières.

Ces pratiques s'appuient sur une revue exhaustive de la littérature touchant le volet environnemental des traversées de cours d'eau et sur des précédents de situations problématiques étudiées par le Service de l'environnement.

La consultation du Service de l'environnement par les différentes unités administratives du Ministère impliquées dans les diverses étapes de travail (planification, conception, construction et entretien) d'un nouveau projet routier ou de sa réfection devrait contribuer à garantir la protection des communautés piscicoles et de leurs habitats.

Il ne faut jamais perdre de vue que l'équilibre d'un cours d'eau est fragile et que de ce fait il importe de mettre en application les mesures appropriées de manière à conserver cet équilibre, quelque soit les interventions projetées.

GLOSSAIRE

GLOSSAIRE

Affouillement:	Action de creusement des eaux due à la butée des courants sur les rives et aux remous et tourbillons créés par les piles d'un pont.
Alevinage:	Période correspondant au premier stade de développement d'un poisson nouvellement éclos; il subsiste à même les réserves du sac vitellin.
Amont:	Vers la direction de la source d'un cours d'eau.
Anadrome:	Poisson qui vient de la mer et qui remonte un cours d'eau pour frayer.
Anfractuosité:	Cavité plus ou moins profonde et irrégulière des berges d'un cours d'eau.
Atténuation:	Action envisagée pour réduire les répercussions d'une agression humaine sur les composantes physiques et biologiques d'un milieu naturel.
Aval:	Vers la direction de l'écoulement du cours d'eau.
Avalaison:	Action d'un poisson quand il descend un cours d'eau.

Batardeau:	Ouvrage provisoire établi sur un cours d'eau pour assécher une section de terrain où l'on a des travaux à faire.
Berge:	Bord d'un cours d'eau pouvant être ou étant submergé sans que les eaux débordent.
Capacité de support:	Quantité maximale de poissons qu'un cours d'eau peut maintenir, basée sur la production d'éléments nutritifs et des aires de fraie disponibles.
Capacité natatoire:	Habilité d'un poisson à nager dans les eaux courantes d'un cours d'eau.
Composante biophysique:	Ensemble des peuplements végétaux et animaux associés aux éléments inorganiques du milieu les supportant (eau et sol).
Composante morphodynamique:	Englobe le régime hydraulique c'est-à-dire la valeur et les variations des débits au cours du cycle hydrologique annuel, la pente, la granulométrie du fond et des berges et les profils en travers.
Condition hydraulique:	Relatif aux efforts d'écoulement d'un cours d'eau.
Créosote:	Liquide permettant de durcir le bois dans le but de le conserver plus longtemps.

Déversoir:	Entaille faite à partir de la crête d'un barrage ou d'un seuil pour concentrer l'écoulement de l'eau à l'étiage.
Dulçaquicole:	Relatif aux espèces de poissons dont tout le cycle de vie a lieu en eau douce.
Écosystème fluvial:	Unité écologique de base que constitue une nappe d'eau à courant continu.
Énergie cinétique:	Relié à la force de l'eau en mouvement.
Érosion:	Usure que l'eau, le vent et certaines interventions de l'homme font subir au sol.
Fraieson:	Saison de la fraie.
Frayère:	Endroit d'une nappe d'eau où les poissons déposent leurs oeufs.
Gabion:	Cylindre de grillage rempli d'enrochement pour servir de protection.
Gamète:	Cellule reproductrice mâle ou femelle.
Géniteur:	Animal en mesure de se reproduire.

Habitat:	Milieu géographique où vit une espèce animale ou végétale.
Habitat du poisson:	Lac, plaine d'inondation ou un cours d'eau fréquenté par le poisson.
Hydrique:	Relatif à la présence d'eau.
Ichtyofaune:	Ensemble des poissons d'une région donnée.
Incubation:	Période de développement de l'oeuf du poisson, s'étendant de la fécondation à l'éclosion.
Indigène:	Espèce animale ou végétale qui vit naturellement dans une région, sans intervention de l'homme.
Invertébré benthique:	Qui vit sur le fond d'une nappe d'eau.
Larve:	Petit d'un animal lorsqu'il diffère sensiblement de la forme adulte.
Lessivage:	Mouvement des particules fines d'un matériel granulaire vers le fond d'un cours d'eau causé par les eaux de pluie ou de fonte.
Lit:	Partie du fond d'un cours d'eau sur lequel il y a écoulement.

Méandre:	Courbe ou sinuosité d'un cours d'eau.
Membrane géotextile:	Toile synthétique filtrante permettant la protection d'un fragment de berge exposé à l'érosion.
Migration:	Déplacement, d'ordinaire périodique, qu'accomplit les poissons lorsque ses aires de nutrition, d'abri et de reproduction sont distinctes.
Milieu:	Ensemble des facteurs qui entourent un organisme vivant et l'influencent.
Niche:	Espace étroitement délimité qu'occupe une population dans des conditions écologiques données.
Pérennité:	État de ce qui dure toujours ou très longtemps.
Période d'étiage:	Période durant laquelle le débit d'un cours d'eau est à son plus faible.
Photosynthèse:	Production, par les végétaux, de substances organiques à partir de substances minérales (eau, gaz carbonique) grâce aux pigments chlorophylliens utilisant l'énergie lumineuse.
Plancton:	Ensemble des organismes microscopiques vivant et flottant dans l'eau.

Radier:	Base ou plancher d'une structure hydraulique qui assure l'écoulement des eaux.
Rupture de pente:	Changement brusque et important de l'inclinaison d'une pente entre deux parties d'un cours d'eau ou entre le radier d'une structure et le lit naturel d'un cours d'eau.
Saumonnoir:	Saumon adulte qui quitte la rivière au printemps après avoir frayé.
Saumoneau:	Spécimen qui quitte la rivière pour une première fois.
Sédentaire:	Qui vit toujours dans un même milieu ou dans la même nappe d'eau dans le cas des poissons.
Sédimentation:	Déposition des particules fines dans un cours d'eau lorsque les flots perdent leur énergie en présence d'une pente plus douce ou d'un élargissement.
Seuil:	Ouvrage produisant l'exhaussement du fond d'un cours d'eau, construit en enrochement ou en bois.
Sub-adulte:	Poisson qui n'a pas atteint l'âge de la maturité sexuelle pour se reproduire.
Succès de la fraie:	Fraction des oeufs embryonnés parvenant à l'éclosion.

OUVRAGES CONSULTÉS

OUVRAGES CONSULTÉS

ALBERTA ENERGY & NATURAL RESOURCES, 1980. Vehicular Access across Watercourses. Guidelines no 4. Fisheries Habitat Guidelines. Fish and Wildlife Division. Edmonton, Al., 11 p. + figures.

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS, 1975. Guidelines for the Hydraulic Design of Culverts. Prepared by Task Force on Hydrology and Hydraulics. AASHTO Operating Subcommittee on Design, 45 p.

BANVILLE, D., 1984. Moyens préconisés pour contrôler les castors nuisibles. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. Direction de la faune terrestre, 16 p.

BINESSE, M., 1983. Protection et amélioration des cours d'eau: objectif faune aquatique. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. Direction générale de la faune, 153 p.

CASE, A.B. et D.A. ROWE, 1978. Environmental Guidelines for Resource road Construction. Fisheries and Environment Canada. Forestry Service. StJohn's, Newfoundland. Information Report N-X-162, 41 p.

DANE, B.G., 1978a. A Review & Resolution of Fish Passage Problems at Culvert Sites in British Columbia. Fisheries & Marine Service. Technical Report no 810, 126 p.

DANE, B.G., 1978b. Culvert Guidelines: Recommendations for the Design and Installation of Culverts in British Columbia to avoid conflict with Anadromus Fish. Fourth edition (1981). Fisheries and Marine Service. Vancouver, B.C., Technical Report, No 811, 57 p.

DRYDEN, R.L. et C.S. JESSOP, 1974. Impact Analysis of the Dempster Highway Culvert on the Physical Environment and Fish Resources of Frog Creek. Department of the Environment, Fisheries and Marine Service. Winnipeg, Man., Technical Report series No: CEN/T-74-S, 59 p.

DRYDEN, R.L. et J.N. STEIN, 1974. Guidelines for the Protection of the Fish Resources of the Northwest Territories during Highway Construction and Operation. Department of the Environment, Fisheries and Marine Service. Winnipeg, Man., Technical Report series No: CEN/T-74, 32 p.

DUBE, J. et Y. GRAVEL, 1980. Les grands brochets n'aiment pas l'obscurité des tuyaux. Eau du Québec, Vol. 13, No 2. pp 164 et 180.

ENVIRONNEMENT CANADA, 1980. Instructions écologiques pour les travaux de construction. Service de la protection de l'environnement. Rapport SPE 1-EC-80-1. 54 p.

EVANS, W.A. et B. JOHNSTON, 1980. Fish Migration and Fish Passage. A Practical Guide to Solving Fish Passage Problems. Forest Service, U.S. Department of Agriculture. Washington, D.C., 63 p. + appendices.

F.F. SLANEY & COMPANY LIMITED, 1972. Passage Through Highway Culverts, Mackenzie Highway. Mile 300345. 41 p.

FORTIN, R., 1983. Reproduction et force des classes d'âge du grand brochet (Esox lucius L.) dans le Haut Richelieu et la baie Missiquoi. Université du Québec à Montréal. Compte rendu, colloque sur la faune du Québec: perspectives et orientations. pp. 280314.

GEBHARDS, S. et J. FISHER, 1972. Fish Passage and Culvert Installations. Idaho Fish a Game Department. 12 p.

HYDRO-QUEBEC, 1989. Code de l'environnement. Direction Environnement, Montréal. 184 p.

JOHNSON, F., 1982. A oneman stream habitat improvement program, Pennsylvania Angler, Nov. 4 p.

KATOPODIS, C., 1977. Design of Culverts for Fish Passage. Compte rendu, troisième conférence nationale d'hydro-technique. pp. 949971.

KATOPODIS, C., P.R. ROBINSON et B.G. SUTHERLAND, 1978. A Study of Model and Prototype Culvert Baffling for Fish Passage. Environment Canada, Fisheries and Marine Service. Winnipeg, Man., Technical Report, No 828.

KATOPODIS, C., 1980. Review of Culvert Fish Passage Methods for Freshwater Species. Department of Fisheries and Oceans. Edmonton, Al. 18 p.

KAY, A.R. et R.B. LEWIS, 1970. Passage of Anadromus Fish through Highway Drainage Structures. State of California, Department of Transportation, Research Report 629110. 28 p.

LALUMIERE R. et M.L. CARON, 1984. Les aménagements linéaires et la protection des habitats fauniques. Rapport présenté au Service études écologiques, ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. Gilles Shooner Inc. 319 p.

LAUMAN, J.E., 1976. Salmonid Passage at Streamroad Crossing. A Report with Department Standards for Passage of Salmonids. Department of Fish and Wildlife. Portland, Oregon. 28 p. + appendices.

LE BLANC, HN., S. JULIEN et C.R. GELINAS, 1979. Environnement et voiries forestière. Ministère de l'Énergie et des Ressources, 28 p.

LONG, C.W., 1959. Passage of Salmonids through a Darkened Fishway. United States Fish and Wildlife Service. Washington, D.C. Special Scientific Report. Fisheries No 300.

MANITOBA DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES, 1980. Recommanded Fish Protection Procedures for Stream Crossings in Manitoba. Fisheries Branch. 27 p.+ appendices.

McCLELLAN, T.J., 1970. Fish Passage through Highway Culverts. A Field Evaluation. U.S. Department of Transportation, Region 8. 16 p. + appendices.

MENARD, M., 1983 a. Recherche bibliographique sur les frayères en eau vive: description des habitats préférentiels. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. Service Archipel. Montréal. 21 p.

MENARD, M., 1983 b. Recherche bibliographique sur les frayères en eau calme: description des habitats préférentiels. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. Service Archipel. Montréal. 25 p. + annexes.

METSKER, H.E., 1970. Fish versus Culverts. Some considerations for resource managers. U.S. Department of Agriculture. Forest Service. Engineering Technical Report ETR-7700-5. 19 p.

MINISTERE DES TRANSPORTS DU QUEBEC, 1973. Manuel des ponceaux. Service des ponts. 225 p.

MINISTRY OF FISHERIES AND OCEANS (CANADA) AND MINISTRY OF ENVIRONMENT, B.C., 1980. Stream Enhancement Guide. Vancouver, B.C. 82 p. + appendices.

M.M. DILLON LTD, 1979. Liard Highway Hydrology Study. For Department of Indian and Northen Affairs. 89 p. + appendices.

PFANKUCH, D.J., 1975. Stream reach inventory and Channel stability evaluation, a watershed management procedure, U.S.D.A. Forest Service, Northern Region, 26 p.

ROCHE, 1976. Environmental Guidelines for Highway and Railways. For Environment Canada. Final Report. Pagination multiple.

ROCHON, R., 1983. Aménagement des ponceaux et des ponts en fonction de la faune piscicole. Ministère des Transports du Québec. Service de l'environnement, Montréal. 77 p. + annexes. Rapport préliminaire.

ROWE, L.W., 1974. Habitat Protection. Recommended Guidelines for Construction and Forestry. Environment Canada, Resource Development Branch, Newfoundland Region. Information Report Series No NEW/N-74-1. 33 p.

SASKATCHEWAN DEPARTMENT OF THE ENVIRONNEMENT, 1981. Guidelines for Environmental Protection during Road Development. 47 p. + appendices.

SAUVAGEAU, M., 1980. Rapport préliminaire sur "les passes à poissons". Hydro-Québec, Direction de l'environnement, Montréal. 23 p.

SCHULTZ INTERNATIONAL LIMITED, 1973. Environmental Evaluation of the Caribou Creck Culvert, Mackenzie Highway Mile 940. For Department of Public Works of Canada, Edmonton. 33 p. + appendices.

SCOTT, W.B. et E.J. CROSSMAN, 1974. Poissons d'eau douce du Canada. Service des pêches et des sciences de la mer. Ottawa. Bulletin 184. 1026 p.

UNIVERSITÉ LAVAL, 1982. Introduction aux principes d'hydrologie et d'hydraulique des cours d'eau nordiques. Faculté des sciences et de génie. Tomes 1 et 2.

VEZINA, FORTIER & ASSOCIES, 1980. Recherche bibliographique relative à d'éventuels aménagements piscicoles sur le territoire de la Baie James. Pour la Société des travaux correcteurs de la Baie James. Rapport No 131-XS-074-61. 106 p.

WATTS, F.J., 1974. Design of Culvert Fishways. Water Resources Research Institute. University of Idaho. 40 p. + appendices.

WEBB, P., 1984. Les formes et les nages de poissons. Pour la science, Paris, Numéro 83. pp. 4454.

WHITEHEAD, V.M., 1978. Stream Crossing Design and Construction: Implication to Manitoba Fisheries. Manitoba Fisheries Research. Technical Report No 78-10. 123 p. + annexes.

WIGHTMAN, J.C. et G.D. TAYLOR, 1976. Salmonid Swimming Performance in Relation to Passage through Culverts. Ministry of recreation and conservation, Fish and Wildlife Branch, Victoria, B.C., 36 p.

ANNEXE 1

FICHE D'ÉVALUATION: TRAVERSÉE DE COURS D'EAU (INCIDENCE SUR L'ÉCOSYSTÈME AQUATIQUE)

FICHE D'EVALUATION: TRAVERSÉE DE COURS D'EAU
(INCIDENCE SUR L'ÉCOSYSTÈME AQUATIQUE)

Nom du cours d'eau | No de carte (1:50 000) | Bassin principal

Route Tronçon Section | Municipalité

Comté municipal | Région District

Dossier | Code géographique

SERVICE DE L'HYDRAULIQUE*

- Type de structure:
- Description de l'installation:
  - . dimensions
  - . pente
  - . matériel

SERVICE DE L'ENVIRONNEMENT

- Présence de poissons dans le cours d'eau: Oui Non
  Amont du ponceau: Oui Non
  Aval du ponceau: Oui Non
- Espèce(s) de poisson(s) d'intérêt:
- Longueur (km) d'habitats potentiels à l'amont de la traverse:
- Période de migration (reproduction):

* Les concepteurs: Direction régionale, Service centraux (Ouvrages d'art et/ou Projet) peuvent également être consultés.

À COMPLÉTER SUR LE TERRAIN

SERVICE DE L'HYDRAULIQUE

CARACTÉRISTIQUES DE LA STRUCTURE VS PASSAGE DES POISSONS

- Position par rapport au lit:
  À niveau Au-dessus Au-dessous
- Vitesse d'écoulement (m/s) dans la structure
  Amont Aval
- Présence d'une rupture de pente:
  Oui Hauteur(cm) Non
- Affouillement des berges près du ponceau:
  Oui Non
- Fosse au pied de la structure:
  Oui Profondeur(cm) Non
- Présence de déflecteurs:
  Oui Type Non
- Autres facteurs limitatifs:
- Commentaires:

SERVICE DE L'ENVIRONNEMENT

- Appréciation générale pour le passage des poissons:
  Bon Sélectif Infranchissable
- Si appréciation autre que bon décrire les mesures correctrices:
- Critères à surveiller pendant l'entretien:
- Commentaires:

Rempli par:

Date:

Rempli par:

Date:

c.c.: Service des projets ou Service de la coordination et de la préparation des projets.

ANNEXE 2

PERFORMANCE DE NAGE DES POISSONS

PERFORMANCE DE NAGE DES POISSONS

Définition

Le concept de vitesse de nage des poissons comporte en soi une certaine ambiguïté puisque les modalités de déplacement d'un poisson varient selon les circonstances dans lesquelles l'animal se trouve.

L'appréciation des vitesses de nage est assez délicate et la diversité des méthodes utilisées pour leur détermination rend peu comparables les résultats des différents auteurs. Cependant, on peut distinguer grossièrement trois niveaux d'activité de nage sur la base du temps pendant lequel la vitesse peut être maintenue par le poisson:

- vitesse de «croisière»: vitesse utilisée lors des déplacements habituels ou normaux d'un poisson; elle peut être maintenue pendant des heures sans engendrer des modifications physiologiques profondes de son organisme (pas de fatigue);

- vitesse «soutenue»: vitesse pouvant être maintenue pendant des minutes, soit généralement sur une période de 10 à 30 minutes; cette vitesse entraîne la fatigue du poisson;

- vitesse «de pointe» ou de «sprint»: vitesse résultant d'un effort violent, ne pouvant être maintenue que pendant des secondes; la limite quelque peu arbitraire admise varie de 1 à 15 secondes, suivant les auteurs.

Le poisson utilise généralement la vitesse de croisière pour ses déplacements, comme les migrations, la vitesse soutenue dans les passages à travers les zones les plus difficiles, comme une zone de rapides, et la vitesse de pointe pour fuir, chasser ou encore pour franchir des obstacles (chutes).

Pour répondre à nos besoins, le type de vitesse de nage à retenir pour le franchissement de ponceaux est la vitesse soutenue, en raison de la distance (20 à 30 mètres) qu'auront habituellement à parcourir les poissons.

Facteur d'influence

Des facteurs physiques, biologiques et environnementaux peuvent influencer la performance de nage des poissons.

- Température

  Il est connu de longue date que la température exerce une influence sur le métabolisme. Il en est ainsi chez la plupart des espèces piscicoles où une élévation de la température de l'eau tend à s'accompagner normalement d'une élévation du métabolisme jusqu'à ce que cette élévation de température devienne elle-même un facteur limitant.

  La température optimale favorisant une vitesse de nage maximale soutenue varie selon les espèces, et, pour une même espèce, selon son degré et son amplitude d'acclimatation. Une espèce acclimatée successivement à différents paliers de température évoluera en général plus efficacement à une température optimale élevée qu'une espèce qui n'aura subi qu'une acclimatation partielle.

  Pour les formes de salmonidés présentes au Québec, la température optimale permettant les meilleures vitesses de nage se situe entre 16°C et 18°C. Pour les formes d'eau fraîche, telles les brochets, les dorés et la perchaude, la température optimale se rencontre aux environs de 20°.

- Oxygène dissous

  De nombreuses expériences démontrent l'importance fondamentale de l'oxygène dissous sur l'activité des poissons, et ce, à quelque température que ce soit.

  À titre d'exemple, la réduction de l'oxygène dissous de 7 à 3 mg/L peut effectivement réduire la vitesse de croisière ou soutenue d'un poisson par un facteur de 5. Dans le cas de la vitesse de pointe, on croit que la performance atteinte est indépendante de la teneur en oxygène dissous dans l'eau mais une déficience de celle-ci est susceptible de limiter la performance lorsque l'effort devient répétitif.

Les rejets de matières organiques dans un cours d'eau sont nuisibles car ils font augmenter la demande biologique en oxygène (DBO) pour réduire ces matières et font diminuer la quantité d'oxygène dissous disponible pour les poissons.

- Sexe

Parmi les frayeurs, la capacité natatoire d'un animal femelle peut être inférieure à celle d'un animal mâle, car une plus grande proportion de la masse corporelle est formée par les gonades.

- Maturité sexuelle

Le développement graduel des gonades a des répercussions sur la performance de nage des poissons. La maturation des gonades affecte surtout la performance au niveau de la vitesse soutenue.

- Exercice et apprentissage

L'exercice et l'apprentissage permettent d'augmenter dans une certaine mesure, la performance natatoire d'un poisson. Il a été démontré que ces poissons indigènes (salmonidés surtout) peuvent nager à un taux de 30% supérieur à celui des poissons domestiques produits en pisciculture, du moins pour de courtes durées (quelques minutes).

D'autre part, après un effort important, un poisson adulte a normalement besoin d'une plus longue période pour une récupération complète. Un tel comportement risque de diminuer les chances de remontée en travers d'une structure, surtout lorsque le poisson est mûr pour la ponte de ces gamètes.

- Taille

Diverses recherches ont permis d'établir la relation qui suit, à savoir que la vitesse de nage d'un poisson augmente normalement avec sa taille. Les résultats obtenus démontrent que la vitesse absolue des poissons augmente avec leur longueur mais que leur performance relative calculée par le rapport vitesse/longueur du corps semble dans certains cas meilleur chez les petits spécimens que chez les grands.

Les variations causées par la taille trouvent leurs explications dans le pourcentage relatif de la masse musculaire, le facteur de condition et les différences spécifiques.

Ainsi, le fait qu'une population de poissons soit constituée d'individus de forte taille ne justifie pas de les exposer à des efforts trop importants et trop soutenus.

- Forme

La poussée et la résistance d'un poisson dans l'eau dépendent de sa forme, et de celle-ci découle la façon et la capacité de nager et le mode de vie. Dans le cas du poisson, la force dirigée vers l'avant est la poussée engendrée par les mouvements natatoires alors que les forces qui s'opposent au mouvement sont dues à la viscosité de l'eau.

L'effet conjoint des forces de poussée et des forces de résistance fait que certaines formes sont mieux adaptées soit à l'accélération, soit à la nage soutenue, soit à la manoeuvre.

Par exemple, le corps long et mince du brochet est bien adapté à l'accélération et cette aptitude morphologique lui permet d'attraper de petits poissons. En contre partie, le brochet n'a pas les performances d'autres poissons pour ce qui est de la vitesse de croisière et de l'habilité manoeuvrière.

Pour leur part, les salmonidés, de par leur forme plutôt fuselée, sont particulièrement adaptés à la nage soutenue alors que le groupe des crapets possède un profil facilitant les manoeuvres à petite vitesse.

Méthodes d'évaluation de la vitesse de nage des poissons

- Observation directe

Dans le cas où cela est possible, l'observation directe des poissons en activité et le calcul du temps qui leur est nécessaire pour franchir une certaine distance fournit des renseignements valables sur la vitesse de nage des individus concernés.

Cependant, il n'est pas toujours possible de réussir de telles observations sur le terrain et il devient nécessaire alors de se rabattre sur des méthodes indirectes.

- Expérimentation en laboratoire

Plusieurs études ont été menées en laboratoire selon toute une gamme de techniques et de montages afin de déterminer avec justesse, la performance de nage de diverses formes de poissons.

Les principales variables de l'étude comprennent la taille des poissons, la vitesse de l'eau et sa température; ces deux dernières pouvant être modifiées à intervalle de temps régulier.

Le tableau suivant expose les résultats des expériences sur la vitesse de nage des espèces de poissons de grande taille les plus susceptibles de traverser les ponts et ponceaux au cours de leur migration. Mentionnons que les vitesses de pointe et de croisière sont données à titre de renseignements.

De façon générale, la vitesse de pointe est supérieure à la vitesse soutenue par un facteur de 1,5 à 2,0 mais cette dernière se trouve de 2,5 à 5,0 fois plus élevée que la vitesse de croisière.

Par ailleurs, les figures 1 à 9 illustrent pour quelques espèces la relation entre la distance maximale qu'un poisson peut nager et la vélocité de l'eau.

Au niveau de la vitesse de nage soutenue, il s'avère possible, à partir des résultats précités, de dégager arbitrairement trois classes de performance de nage exprimées en terme de la longueur totale du poisson par seconde (L/s), dont les espèces sont réparties comme suit:

1 L/s	2 L/s	4 L/s
Grand brochet	Meunier noir	Saumon atlantique
Esturgeon de lac	Meunier rouge	Ouananiche
Lotte	Doré noir	Omble de fontaine
	Doré jaune	Truite arc-en-ciel
	Grand corégone	Truite brune
	Achigan à grande bouche	Omble chevalier
	Achigan à petite bouche	

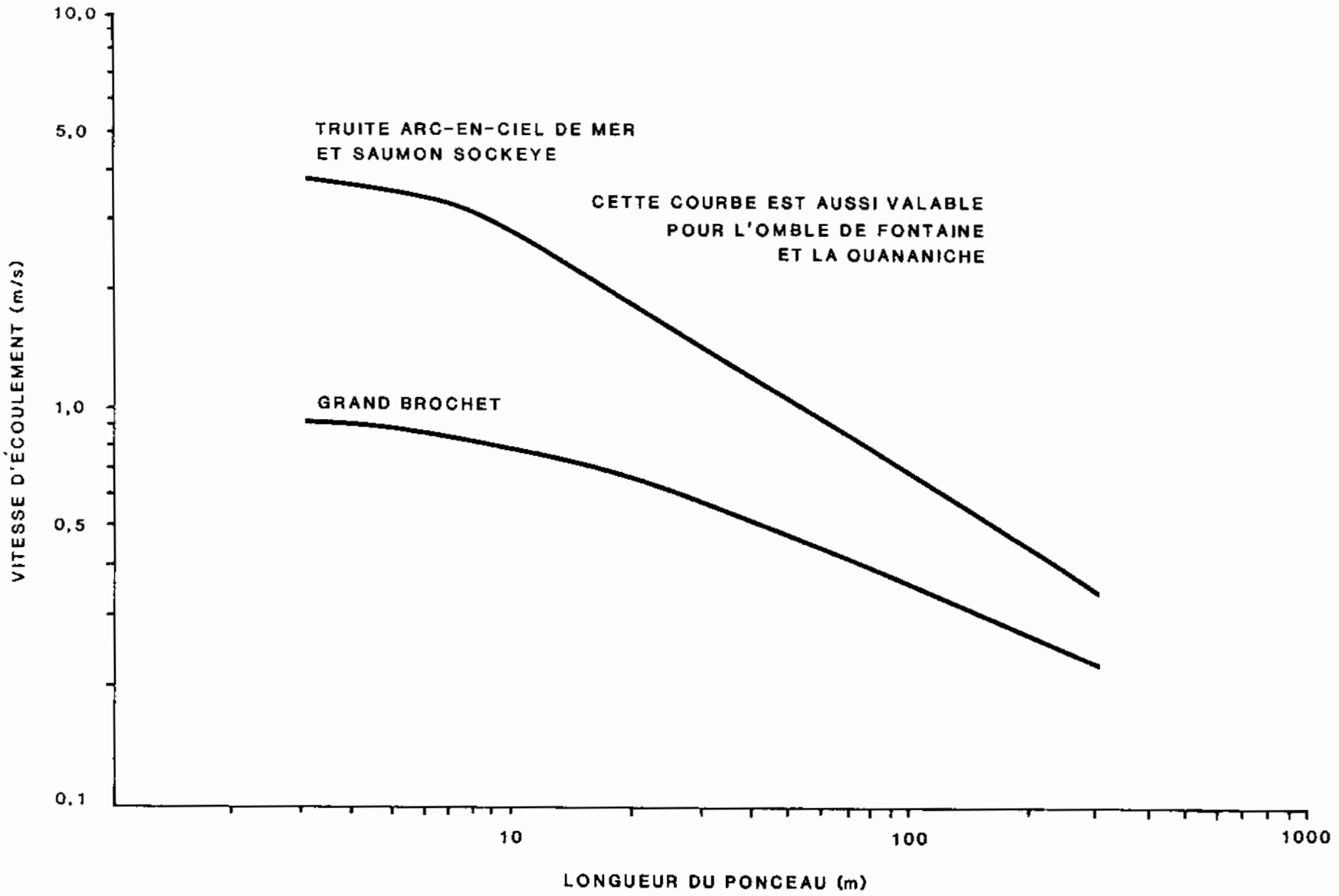


Fig. 1 Performance de nage de poissons migrateurs en eau douce.

(Tiré de Dane, 1978)

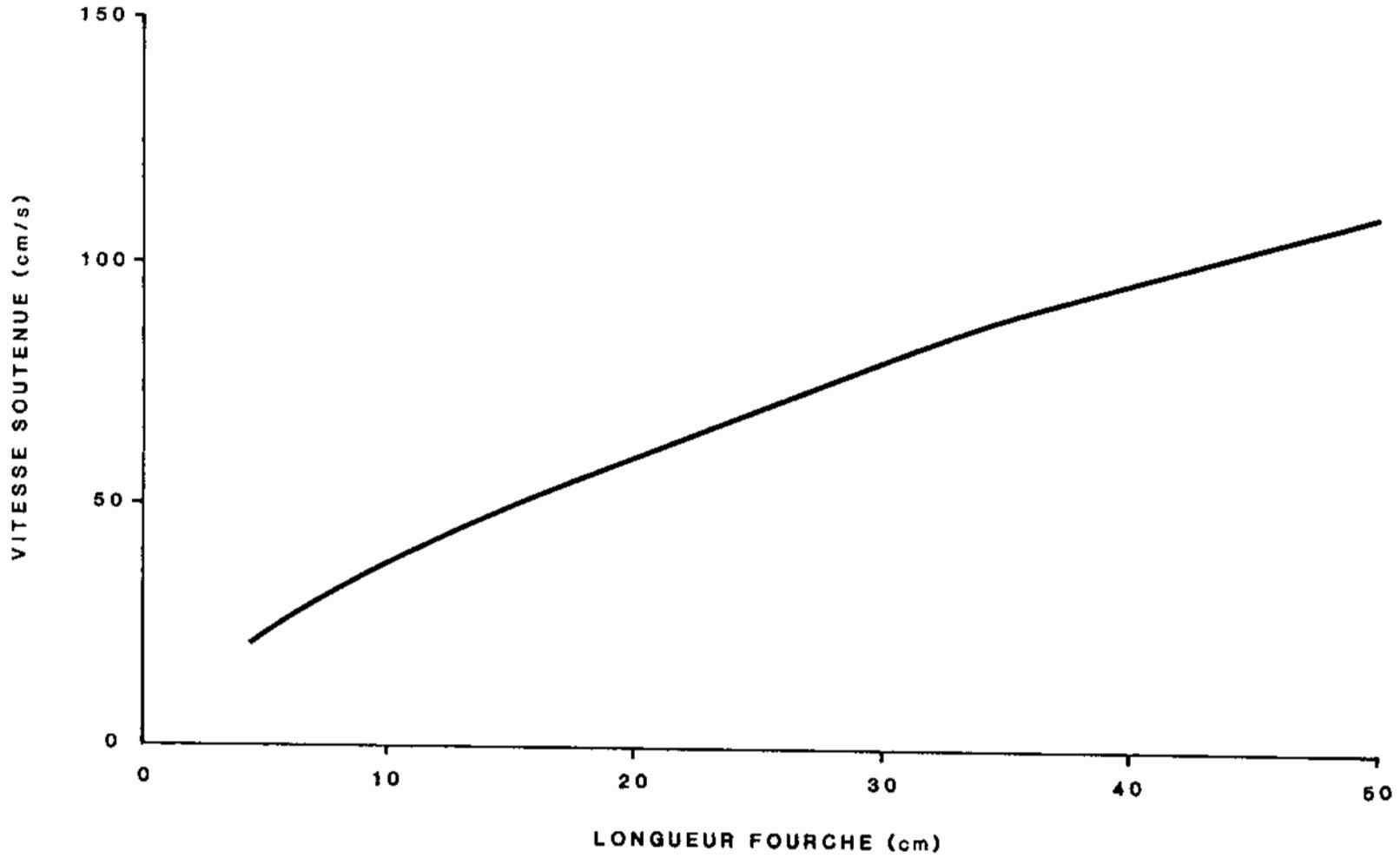


Fig. 2 Vitesse soutenue de l'omble chevalier de Saqvaqjuac, T.N.O.

(Tiré de Welch, 1979)

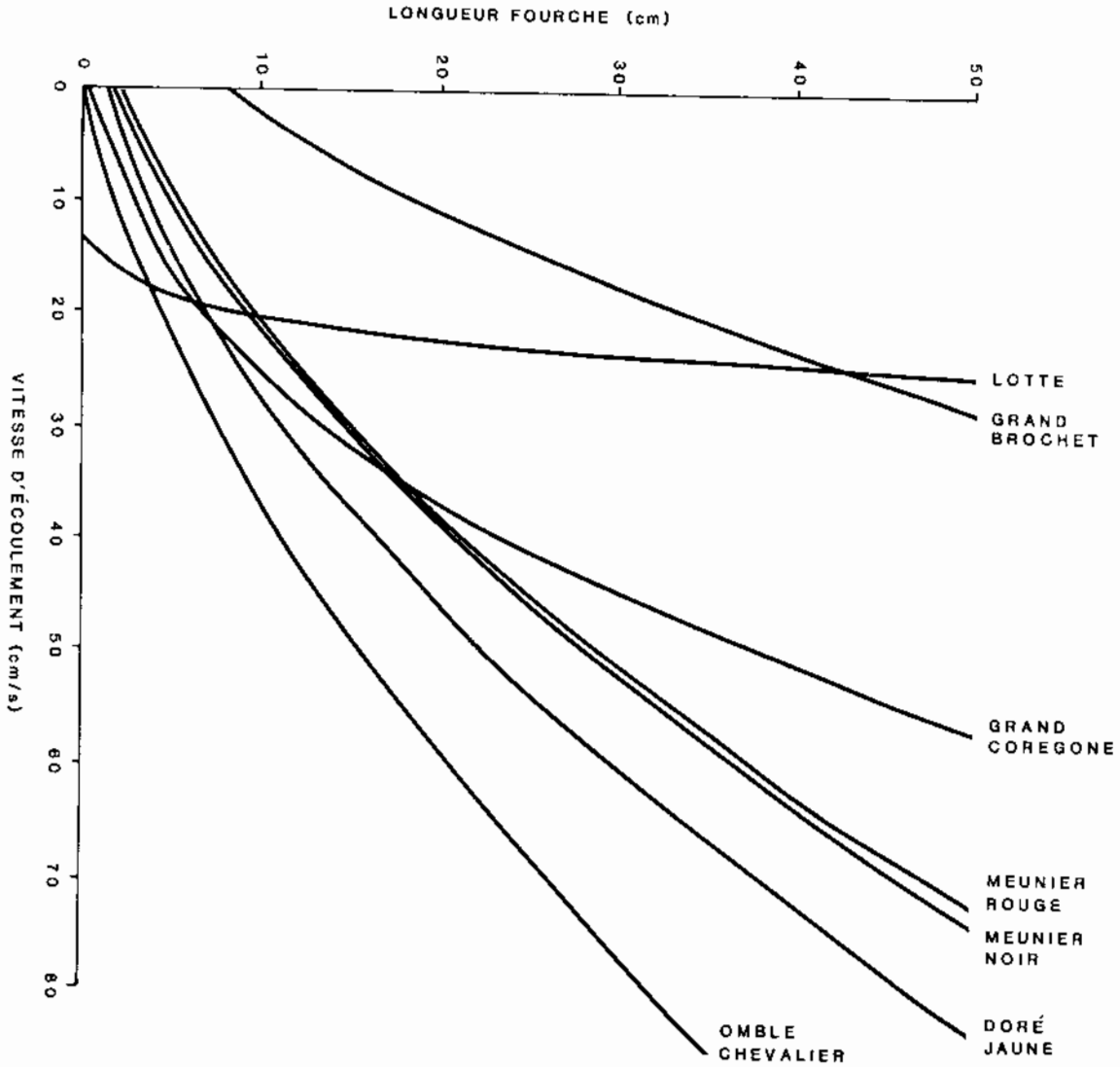


Fig. 3 **Relation entre la longueur à la fourche et la capacité d'un poisson à se déplacer sur une distance de 100 mètres, face à un courant de 0-80 cm/s, pendant 10 minutes.**

(Tiré de Jones et coll., 1974)

CES COURBES PEUVENT S'APPLIQUER AUSSI POUR DES DISTANCES MOINDRES. AINSI, POUR LE MÊME LAPS DE TEMPS, SUR 50 MÈTRES, LES COURBES SE DÉPLACENT DE 8 CM/S VERS LA DROITE ET SUR 25 MÈTRES, C'EST 12 CM/S VERS LA DROITE.

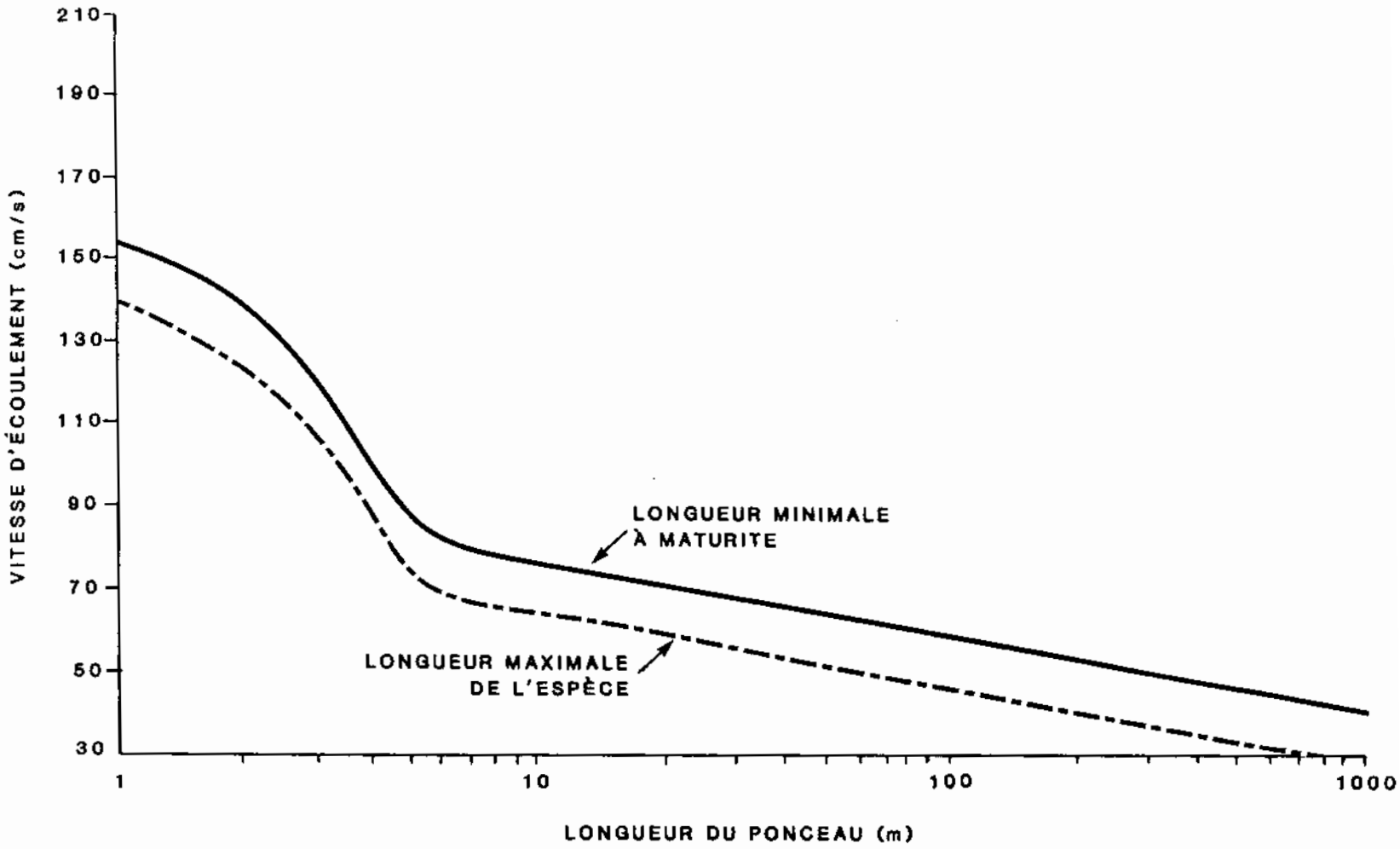


Fig. 4 Distance maximale parcourue dans un ponceau par le grand corégone, selon la vélocité du courant.

(Tiré de M.M. Dillion Ltd, 1979)

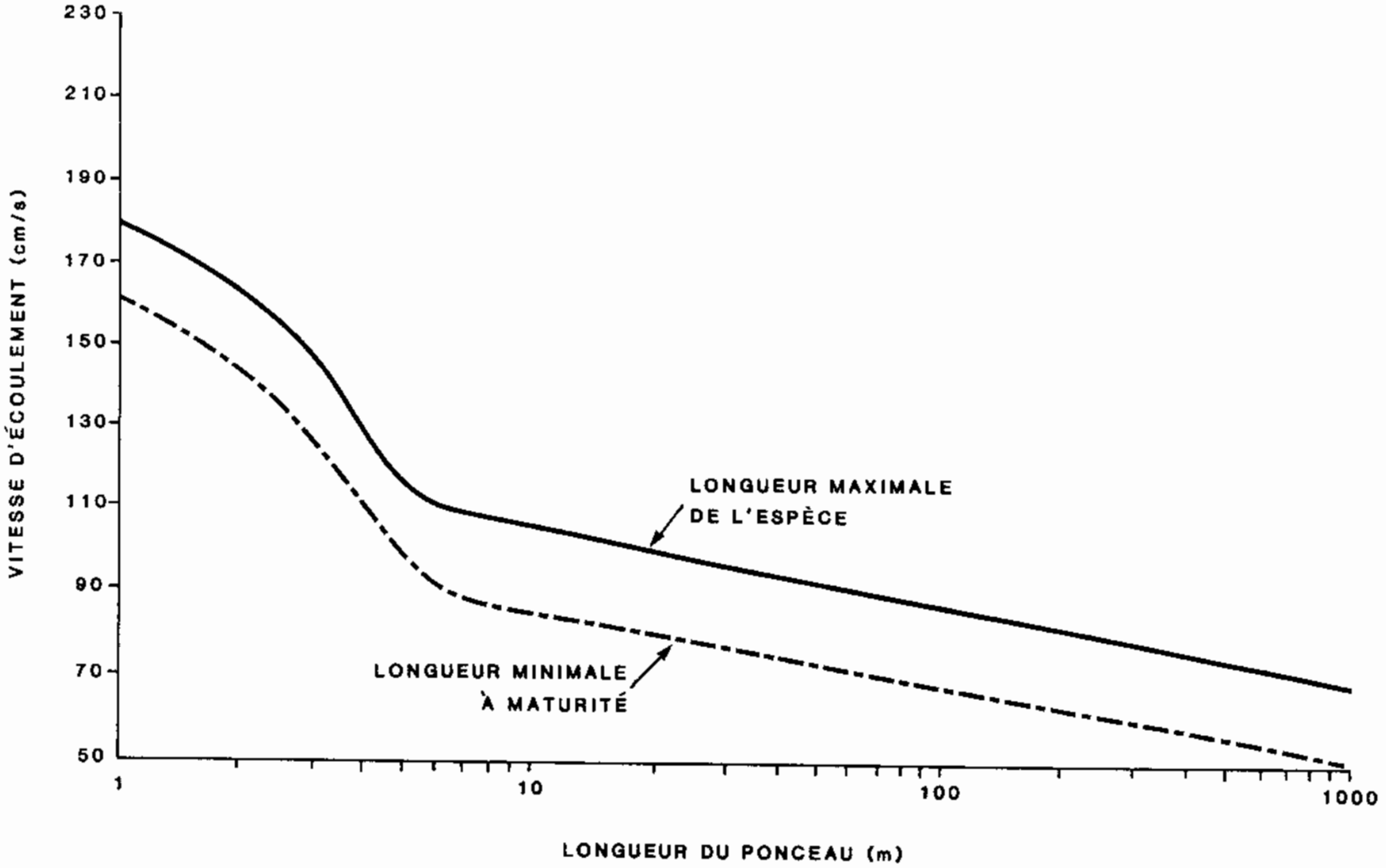


Fig. 5 Distance maximale parcourue dans un ponceau par le doré jaune, selon la vélocité du courant.

(Tiré de M.M. Dillion Ltd, 1979)

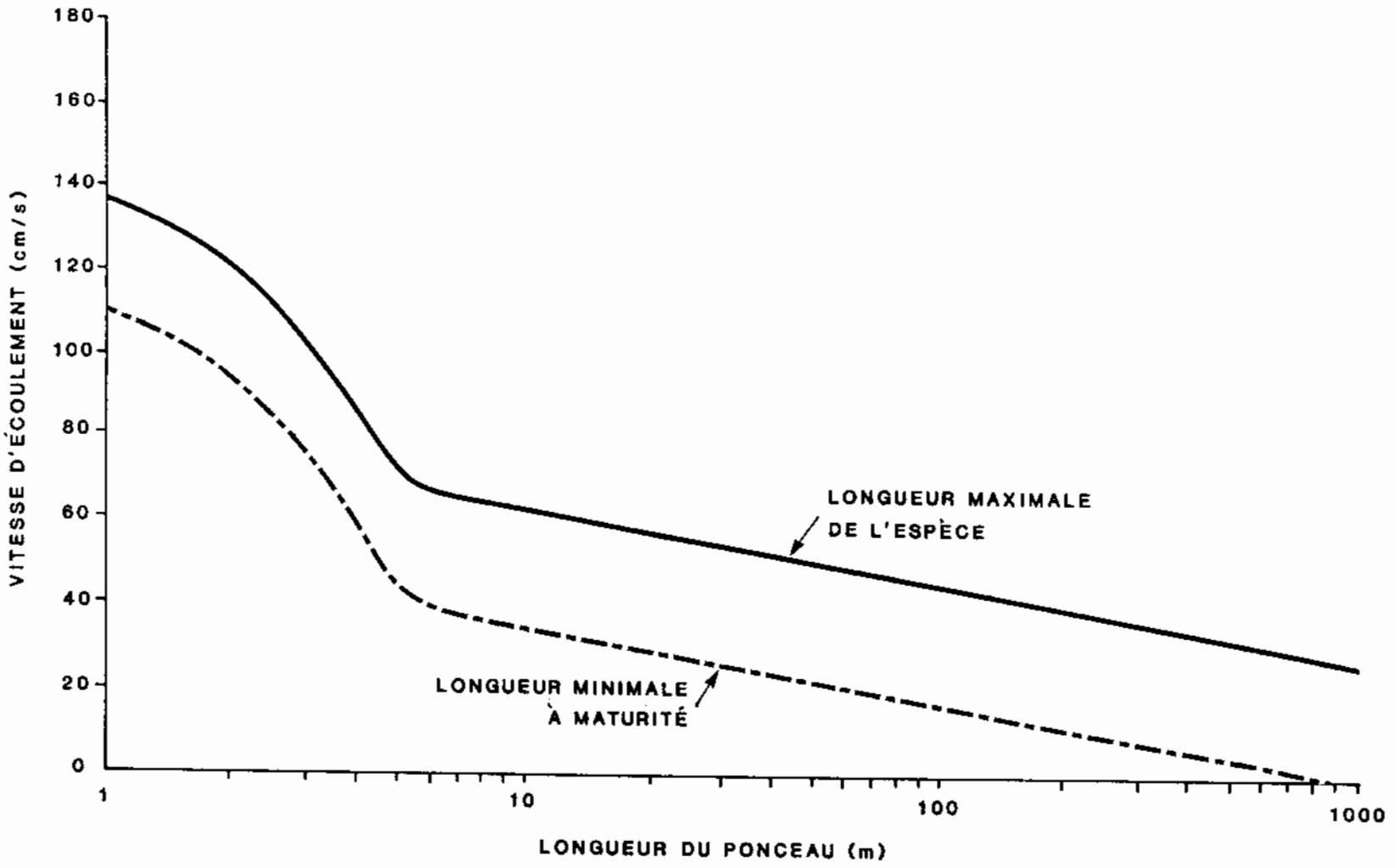


Fig. 6 Distance maximale parcourue dans un ponceau par le grand brochet, selon la vélocité du courant.

(Tiré de M.M. Dillion Ltd, 1979)

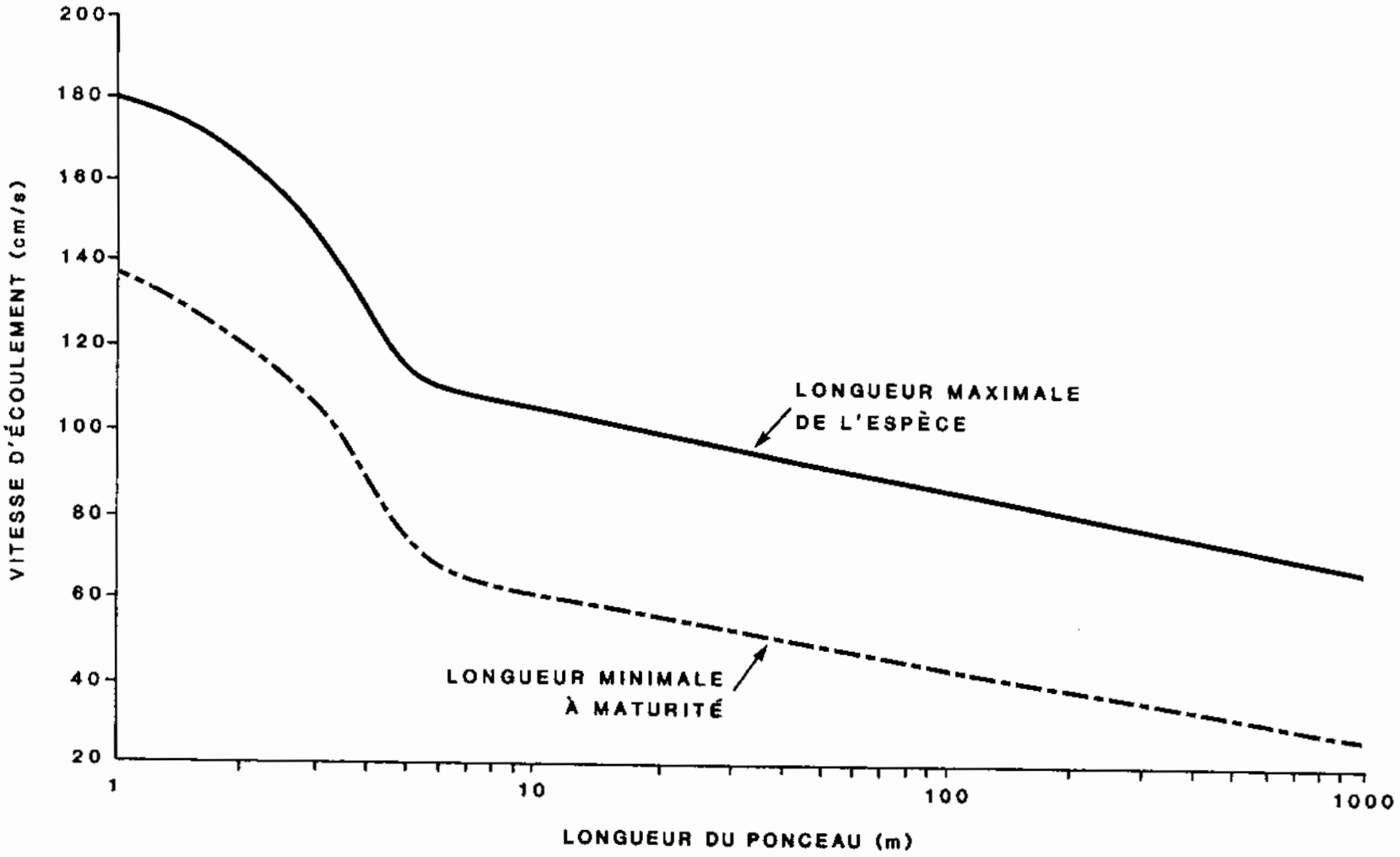


Fig. 7 Distance maximale parcourue dans un ponceau par le meunier rouge, selon la vélocité du courant.

(Tiré de M.M. Dillion Ltd, 1979)

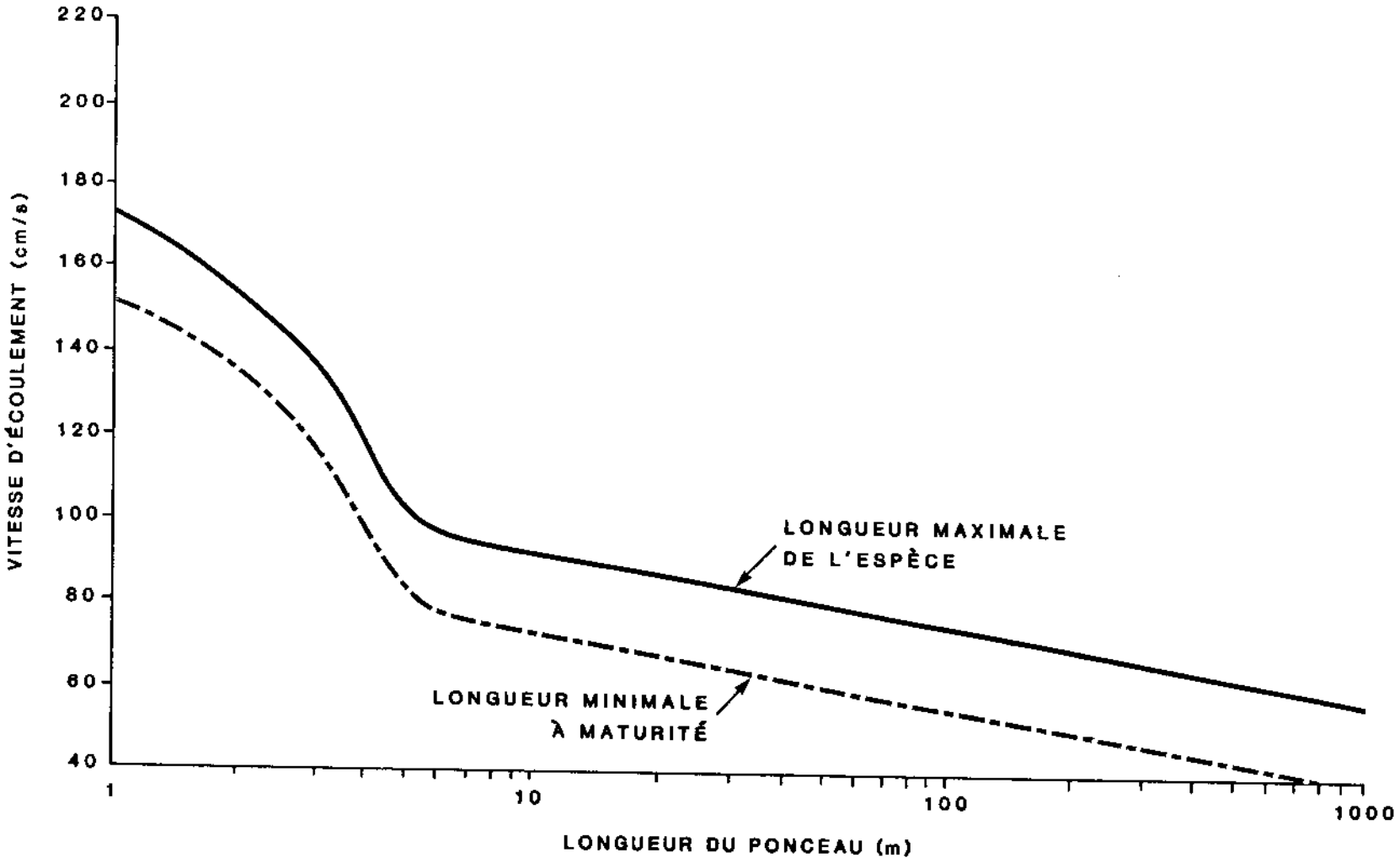


Fig. 8 Distance maximale parcourue dans un ponceau par le meunier noir, selon la vélocité du courant.

(Tiré de M.M. Dillion Ltd, 1979)

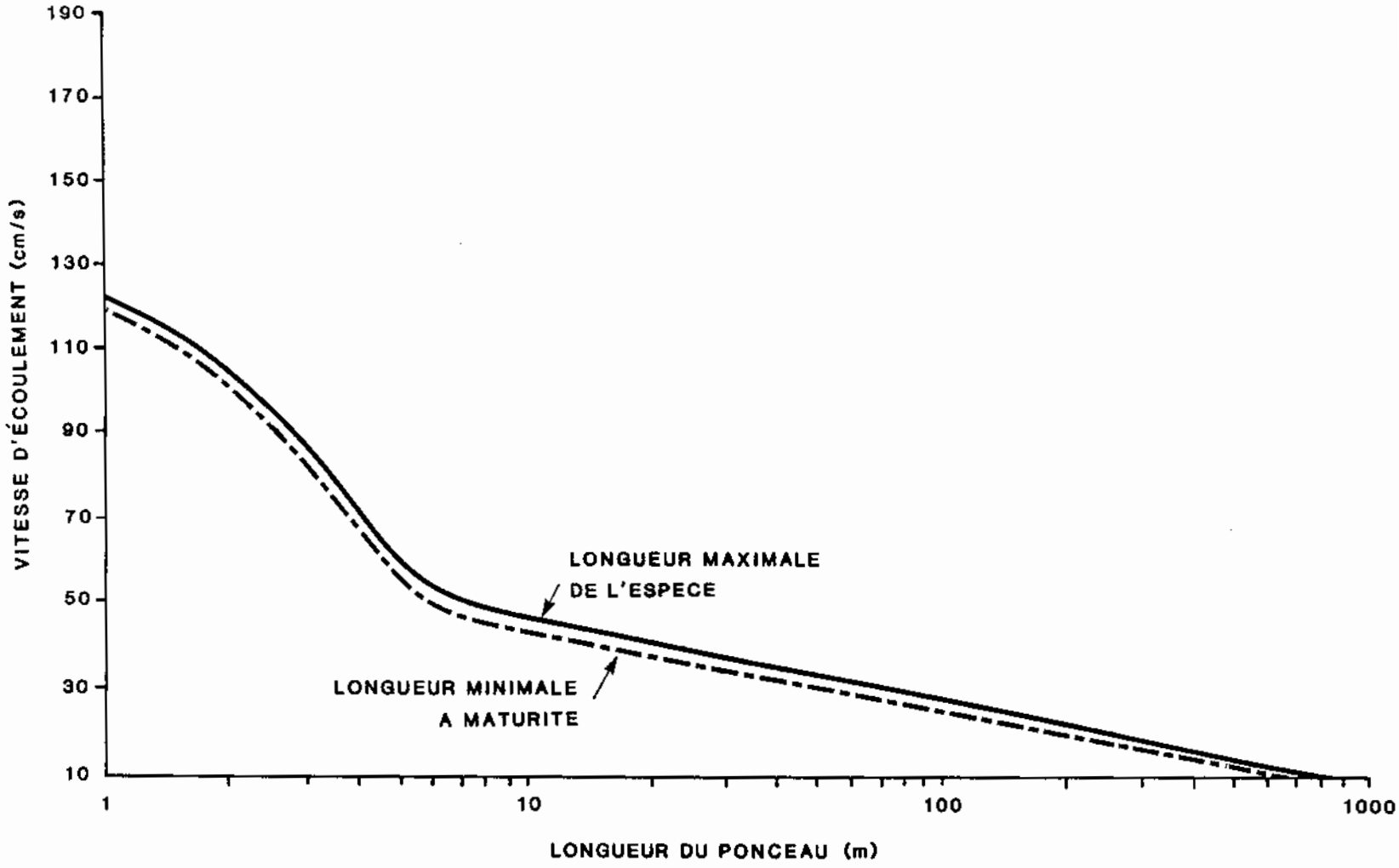


Fig. 9 Distance maximale parcourue dans un ponceau par la lotte, selon la vélocité du courant.

(Tiré de M.M. Dillion Ltd, 1979)

MESURES DE VITESSE DE NAGE POUR LES ESPÈCES DE GRANDE TAILLE SUSCEPTIBLES D'ÊTRE RENCONTRÉES DANS LES COURS D'EAU DU QUÉBEC

ESPÈCE	LONGUEUR TOTALE (cm)	VITESSE SOUTENUE (cm/s)	VITESSE EXPLOSIVE (cm/s)	VITESSE DE CROISIÈRE (m/s)	T°C	RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES	RÉFÉRENCES
SALMONIDÉS							
Truite arc-en-ciel de mer (Steelhead)	63	410 6,8 L/S	820 13,6 L/S			Vitesse soutenue: distance de 26 m; vitesse explosive: distance de 9 m	Weaver, 1963
Truite arc-en-ciel de mer (Steelhead)	Spécimens adultes	140 - 410	410 - 800	0-140			Bell, 1973
Truite arc-en-ciel de mer (Steelhead) et kokani	Spécimens adultes	175 (Distance=25m)				Performance semblable pour omble de fontaine et ouananiche. Voir figure 1	Dane, 1978
Truite arc-en-ciel de mer (Steelhead)	63	2,14 3,3 L/S			7	Basée sur de longues périodes (durée non indiquée)	Paulik & DeLacy, 1957 dans Webb, 1971
Kokani	8-54	52 - 143 2,7 - 6,7 L/S			15	Durée de l'expérience: 1 heure Performance semblable pour ouananiche	Brett, 1965 dans Blaxter, 1967
Truite arc-en-ciel	20	30 - 70 1,5 - 3,5 L/S			15		Manitoba Fisheries Branch, 1980
Truite arc-en-ciel	10	40 - 42 4,0 - 4,2 L/S			15		Beamish, 1978
Truite arc-en-ciel	29	58 2,0 L/S			15		Webb, 1971 dans Beamish, 1978
Truite arc-en-ciel	33	91 2,8 L/S			15		Beamish, 1978
Truite brune	Spécimens adultes	70 - 190	190 - 380	0-70			Bell, 1973

MESURES DE VITESSE DE NAGE POUR LES ESPÈCES DE GRANDE TAILLE SUSCEPTIBLES D'ÊTRE RENCONTRÉES DANS LES COURS D'EAU DU QUÉBEC

ESPÈCE	LONGUEUR TOTALE (cm)	VITESSE SOUTENUE (cm/s)	VITESSE EXPLOSIVE (cm/s)	VITESSE DE CROISIÈRE (m/s)	T°C	RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES	RÉFÉRENCES
Truite brune	34	92 2,7 L/S				Basée sur une longue période mais durée non indiquée	Magnan, 1929 dans Webb, 1971
Omble de fontaine	6-20 45	55 9,0 L/S 3,0 L/S projection à partir de l'expérience			10	Durée de l'expérience: 4-5 minutes	Fry & Cox, 1970
Omble de fontaine	25	47 1,9 L/S				Durée de l'expérience: 63 minutes	Bainbridge, 1962 dans Webb, 1971
Omble de fontaine	9,6 - 11,6	35 - 89 3,5 - 7,7 L/S			15	Vitesse maintenue pendant 15 minutes	Manitoba Fisheries Branch, 1980
Omble de fontaine	10 (L. fourche)	50 - 170 4,6 - 16,0 L/S	170 - 320 16,0 - 30,0 L/S			Estimation de la vitesse qu'un poisson peut atteindre dans un cours d'eau naturel	Barnes et coll., 1984
Omble de fontaine	19,8 (L. fourche)	90 - 220 4,3 - 10,5 L/S	220 - 440 10,5 - 21 L/S				
Omble de fontaine	55 (L. fourche)	130 - 380 2,4 - 6,5 L/S	380 - 770 6,5 - 13,2 L/S				
Ouananiche	16 (L. fourche)	80 - 200 4,7 - 11,7 L/S	200 - 400 11,7 - 23,4 L/S				
Ouananiche	35,4 (L. fourche)	100 - 290 2,7 - 7,7 L/S	290 - 580 7,7 - 15,4 L/S			Estimation de la vitesse qu'un poisson peut atteindre dans un cours d'eau naturel	Barnes et coll., 1984
Ouananiche	48,5 (L. fourche)	120 - 360 2,4 - 7,2 L/S	360 - 700 7,2 - 14,0 L/S				

MESURES DE VITESSE DE NAGE POUR LES ESPÈCES DE GRANDE TAILLE SUSCEPTIBLES D'ÊTRE RENCONTRÉES DANS LES COURS D'EAU DU QUÉBEC

ESPÈCE	LONGUEUR TOTALE (cm)	VITESSE SOUTENUE (cm/s)	VITESSE EXPLOSIVE (cm/s)	VITESSE DE CROISIÈRE (m/s)	T°C	RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES	RÉFÉRENCES
Saumon atlantique	75-85		429 - 600 5,8 - 8,4 L/S				Denil, 1937 dans Beamish, 1978
Omble chevalier	40 (L. fourche)	90 - 2 L/S				Voir figure 2	Welch, 1979
Omble chevalier	30 (L. fourche)	85 - 2,5 L/S				Distance à parcourir: 25 m Voir figure 3	Jones et coll., 1974
Omble chevalier	35	100 - 2,8 L/S					Beamish, 1978
Grand corégone	40 (L. fourche)	65 - 1,5 L/S				Distance à parcourir: 25 m Voir figure 3	Jones et coll., 1974
Grand corégone	35	63 - 1,8 L/S				Calcul de la valeur à partir d'expérience, pour une période de 10 minutes	Vézina, Fortier & Associés, 1980
Grand corégone	Spécimens adultes	40 - 130	130 - 270				Bell, 1973
Grand corégone	39	65 - 1,7 L/S	260 - 6,5 L/S			Distance à parcourir pour la vitesse soutenue: 97 m	Engel, 1974
Grand corégone	Minimale à maturité et maximale	60 - 70				Distance à parciurir: 25 m Voir figure 4	M.M. Dillon Ltd, 1979
Grand corégone	Spécimens adultes	40 - 90	90 - 140	0-40			Bell, 1973
Grand corégone	6-51	34 - 72 1,4 - 5,7 L/S			7-19		Jones et coll., 1974 dans Beamish, 1978

MESURES DE VITESSE DE NAGE POUR LES ESPÈCES DE GRANDE TAILLE SUSCEPTIBLES D'ÊTRE RENCONTRÉES DANS LES COURS D'EAU DU QUÉBEC

ESPÈCE	LONGUEUR TOTALE (cm)	VITESSE SOUTENUE (cm/s)	VITESSE EXPLOSIVE (cm/s)	VITESSE DE CROISIÈRE (m/s)	T°C	RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES	RÉFÉRENCES
Corégone tschir (absent au Québec, réputé pour être moins performant que l'espèce ci-contre)	Spécimens adultes	1,6 - 1,8 m/s			13-16	Franchissement d'un ponceau de 64,7 m de long, pente de 0,61%; pas en période de fraie (fin juin)	Dryden & Jessop, 1974
PERCIDÉS							
Doré Jaune	40 (L. fourche)	80 - 1,8 L/S				Distance à parcourir: 25 m Voir figure 3	Jones et coll., 1974
Doré jaune	30	74 - 2,5 L/S				Calcul de la valeur à partir d'expériences pour une période de 10 minutes	Vézina, Fortier & Associés, 1980
Doré jaune	Minimale à maturité et maximale	80 - 100				Distance à parcourir: 25 m Voir figure 5	M.M. Dillon Ltd, 1979
Doré jaune	8-38	38 - 84 2,2 - 4,7 L/S			19		Beamish, 1978
Perchaude	9,5	15 - 21 1,6 - 2,2 L/S			10		Beamish 1978
	9,5	25 - 33 2,7 - 3,5 L/S			20		Beamish 1978
CENTRACHIDÉS							
Achigan à grande bouche	15-27	24 - 60 1,6 - 3,2 L/S			10 à 34	Vitesse maintenue pendant 30 minutes. Meilleure performance lorsque 20°C <T <30°C	Manitoba Fisheries Branch, 1980
Achigan à grande bouche	10	35 - 46 3,5 - 4,6 L/S			25		Beamish, 1978
ESOCIDÉS			2,7 m/s 6,0 L/S		18		J.H.S. Blaxter FAO Fish rep. no 62, vol. 2
Grand brochet	45						
Grand brochet	40 (L. fourche)	35 - 0,9 L/S				Distance à parcourir: 25 m Voir figure 3	Jones et coll., 1974

MESURES DE VITESSE DE NAGE POUR LES ESPÈCES DE GRANDE TAILLE SUSCEPTIBLES D'ÊTRE RENCONTRÉES DANS LES COURS D'EAU DU QUÉBEC

ESPÈCE	LONGUEUR TOTALE (cm)	VITESSE SOUTENUE (cm/s)	VITESSE EXPLOSIVE (cm/s)	VITESSE DE CROISIÈRE (m/s)	T°C	RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES	RÉFÉRENCES
Grand brochet	40	42 1,1 L/S				Calcul de la valeur à partir d'expériences pour une période de 10 minutes	Vézina, Fortier & Associés, 1980
Grand brochet	Spécimens adultes	1 adulte a franchi le ponceau lorsque la vitesse de courant était entre 1,8 et 2,2 m/s, mais sa traversée s'est surtout faite lorsque la vitesse était < 1,5 m/s			15	Longueur du ponceau: 64,7 m Diamètre: 3,0 m Pente: 0,61%	Dryden & Jessop, 1974
Grand brochet	Minimale à maturité et maximale	30 -58				Distance à parcourir: 25 m Voir figure 6	M.M. Dillon Ltd, 1979
Grand brochet	Spécimens adultes	65				Distance à parcourir: 25 m Voir figure 1	Dane, 1978
Grand brochet	34	38 1,1 L/S	1,9 - 5,6 L/S			Distance à parcourir pour la vitesse soutenue: 97 m	Engel, 1974
Grand brochet	38	150 3,9 L/S					Manitoba Fisheries Branch, 1980
Grand brochet	12-62	20 - 47 0,8 - 1,6 L/S			12		Beamish, 1978
CATOSTOMIDÉS						Distance à parcourir: 25 m Voir figure 3	Jones et coll., 1974
Meunier rouge	40 (L. fourche)	70 - 1,8 L/S					
Meunier rouge	30	67 2,2 L/S				Calcul de la valeur à partir d'expériences pour une période de 10 minutes	Vézina, Fortier & Associés, 1980
Meunier rouge	29	65 2,3 L/S	260 9,0 L/S			Distance à parcourir pour la vitesse soutenue: 97 m	Engel, 1974
Meunier rouge	4-53	23 - 91 1,7 - 5,8 L/S			7-19		Beamish, 1978

MESURES DE VITESSE DE NAGE POUR LES ESPÈCES DE GRANDE TAILLE SUSCEPTIBLES D'ÊTRE RENCONTRÉES DANS LES COURS D'EAU DU QUÉBEC

ESPÈCE	LONGUEUR TOTALE (cm)	VITESSE SOUTENUE (cm/s)	VITESSE EXPLOSIVE (cm/s)	VITESSE DE CROISIÈRE (m/s)	T°C	RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES	RÉFÉRENCES
Meunier rouge	Minimale à maturité et maximale	55 - 100				Distance à parcourir: 25 m Voir figure 7	M.M. Dillon Ltd, 1979
Meunier rouge	21-31 (L. fourche)	60 - 130 2,5 - 5,2 L/S			6-13	Expérience réalisée sur un ponceau de 18,3 m de longueur pour un taux de succès de 75%	MacPhee et Watts 1976
Meunier rouge	22-45 (L. fourche)	60 - 120 2,2 - 4,0 L/S			6-12	Expérience réalisée sur un ponceau de 30,5 m de longueur pour un taux de succès de 75%	MacPhee et Watts 1976
Meunier noir	40 (L. fourche)	75 - 1,9 L/S				Distance à parcourir: 25 m Voir figure 3	Jones et coll., 1974
Meunier noir	17-37	48 - 73 2,0 - 2,8 L/S			12-19		Beamish, 1978
Meunier noir	Minimale à maturité et maximale	70 - 90				Distance à parcourir: 25 m Voir figure 8	M.M. Dillon Ltd, 1979
Meunier noir	30-45	170 3,7 - 5,6 L/S	300 6,6 - 10,0 L/S	60 1,5 - 2,0 L/S			Bell, 1973
HIODONTIDÉS							
Laquaiche aux yeux d'or	22,5	60 2,7 L/S			12		Beamish, 1978
ACIPENSIRIDÉS							
Esturgeon jaune	Spécimens adultes	En fraie, se maintient dans des courants de 120 à 180 cm/s[1]		15-35[2]			1-G. Desjardins, U.Q.A.M. (comm.pers) 2-Fish Biology Locomotion, vol.III

MESURES DE VITESSE DE NAGE POUR LES ESPÈCES DE GRANDE TAILLE SUSCEPTIBLES D'ÊTRE RENCONTRÉES DANS LES COURS D'EAU DU QUÉBEC

ESPÈCE	LONGUEUR TOTALE (cm)	VITESSE SOUTENUE (cm/s)	VITESSE EXPLOSIVE (cm/s)	VITESSE DE CROISIÈRE (m/s)	T°C	RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES	RÉFÉRENCES
GADIDÉS							
Lotte	40 (L. Fourche)	25 - 0,6 L/S				Distance à parcourir: 25 m Voir figure 3	Jones et coll., 1974
Lotte	12-62	36 - 41 0,7 - 3,0 L/S			25		Beamish, 1978
Lotte	Minimale à maturité et maximale	35-40				Distance à parcourir: 25 m Voir figure 9	M.M. Dillon Ltd, 1979

OUVRAGES CONSULTÉS

BARNES, J.L., D.E. PETERS et J.W.A. GRANT, 1984. Evaluation of a Velocity - related Fish Passage Problem downstream of the upper Salmon Hydro-electric Development, Newfoundland. Presented at Water Resource Management Fish and Wildlife Aspects. 37th Annual Conference, Canadian Water Resources Association, Vancouver, B.C.. 20 p. + figures.

BEAMISH, F.W.H., 1978. Swimming Capacity. In Fish Physiology. Volume VII. Edited by W.S. Hoar and D.J. Randall, Academic Press, New York, N.Y., pp. 101-187.

BELL, M.C., 1973. Fisheries Handbook of engineering requirements and biological criteria. Fisheries Engineering Research Program, Corps. of Engineers, North Pacific Division, Portland Oregon. 490 p.

BLAXTER, J.H.S., 1967. Swimming Speeds of Fish. FAO Fisheries Reports. No 62, vol. 2. pp. 69-100.

DANE, D.G., 1978. Culvert Guidelines: Recommendations for the Design and Installation of Culverts in British Columbia to avoid conflict with Anadromus Fish. Fourth edition (1981). Fisheries and Marine Service. Vancouver, B.C., Technical Report no 811, 57 p.

DRYDEN, R.L. et C.S. JESSOP, 1974. Impact Analysis of the Dempster Highway Culvert on the Physical Environment and Fish Resources of Frog Creek. Department of the Environment, Fisheries and Marine Service. Winnipeg, Man., Technical Report series no: CEN/T-74. 32 p.

ENGEL, P., 1974. Fish Passage Facilities for Culverts of the Mackenzie Highway. Department of the Environment, Hydraulics Division, Canada Centre for Inland Waters, Burlington, Ont., 31 p. + annexe.

FRY, F.E.J. et E.T. COX, 1970. A Relation of Size to swimming Speed in Rainbow Trout. Journal of Fisheries Research Board of Canada 976-978.

JONES, D.R., J.W. KICENIUK et O.S. BAMFORD, 1974. Evaluation of the Swimming Performance of several Fish Species from the Mackenzie River. Journal of Fisheries Research Board of Canada. 31: pp. 1641-1647.

KATOPODIS, C., 1980. Review of Culvert Fish Passage Methods for Freswater Species. Department of Fisheries and Oceans, Edmonton, Al. 18 p.

MACPHEE, C. et F.J. WATTS, 1976. Swimming Performance of Artic Grayling in Highway Culverts. Final report to: U.S. Fish and Wildlife Service, Anchorage. Alaska. University of Idaho. 41 p.

MANITOBA DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES, 1980. Recommanded Fish Protection Procedures for stream Crossings in Manitoba. Fisheries Branch. 27 p. + appendices.

SOCIÉTÉ DE DÉVELOPPEMENT DE LA BAIE JAMES, 1974. Vitesse de nage des poissons. Direction de l'environnement, Montréal. 36 p. + annexe.

VÉZINA FORTIER & ASSOCIÉS, 1980. Recherche bibliographique relative à d'éventuels aménagements piscicoles sur le territoire de la Baie James. Pour la Société des travaux correcteurs de la Baie James. Rapport no 131-XS-074-61. 106 p.

WEAVER, C.R., 1963. Influence of Water Velocity upon Circulation and Performance of Adult Migrating Salmonids. U.S. Fish and Wildlife Service, Fish. Bull. 63: 97-121.

WEBB, P.W., 1976. The Swimming Energetics of Trout. I. Thrust and Power output at Cruising Speeds. J. Exp. Biol., 55: 489-520.

WELCH, H.E., 1979. Swimming Performance of Artic Char from the Saqvaqjuac River, Northwest Territories. Fisheries and Marine Service Winnipeg, Man. Technical Report no 854. 7 p.

ANNEXE 3

DISPOSITIFS POUR CONTRÔLER L'ÉROSION ET LA SÉDIMENTATION SUR LES SITES DE CONSTRUCTION DES TRAVERSÉES DE COURS D'EAU

DISPOSITIFS POUR CONTRÔLER L'ÉROSION ET LA SÉDIMENTATION SUR LES SITES DE CONSTRUCTION DES TRAVERSÉES DE COURS D'EAU

DISPOSITIF	ENDROIT	DÉFINITION	OBJECTIF	AVANTAGE	PROBLÈME	COÛT RELATIF	TAUX D'EFFICACITÉ
Barrage de contrôle	Fossé routier. Canal de dérivation	Structure utilisée pour relever la pente du fond.	Réduire ou prévenir l'érosion en diminuant la vitesse d'écoulement	Peut être construit avec divers matériaux: bois, acier, béton.	Entretien nécessaire pour enlever les débris et les sédiments.	Bas	Élevé
Enrochement	Fossé routier. Pente remaniée. Remblai.	Tapisser le fond et les berges d'un canal et sur les surfaces dénudées.	Procurer une protection immédiate contre l'érosion, causée par un écoulement torrentiel ou par ruissellement	Moyen de contrôle permanent. Facilité d'entretien	Mise en suspension de sédiments, lorsque déversé dans l'eau. Difficile à mettre en place sur des pentes abruptes.	Élevé	Élevé
Engazonnement	Boucle d'échangeur. Pente remaniée. Remblai	Protection de surface érosive par des plaques de gazon.	Stabiliser les surfaces érodables et limiter le lessivage des sédiments vers les cours d'eau	Facile à mettre en place. Protection immédiate.	La mise en place durant une période de faible pluviosité nécessite des soins additionnels. Besoin d'ancrage, à l'occasion, par des piquets, un treillis métallique ou de la jute.	Moyen	Moyen à élevé
Ensemencement avec agent protecteur	Boucle d'échangeur. Pente remaniée. Remblai.	Semer avec un épandage de matériel organique pour faciliter la germination et la retenue de la semence en place.	Procurer un couvert végétatif le plus rapidement possible pour réduire l'érosion.	Les agents (paillis, fibre de cellulose de bois) fournissent une protection contre l'érosion pendant que le gazon prend racine. Les travaux se réalisent avec peu d'équipement et en peu de temps.	Peu efficace sur des surfaces à pente forte. Peut nécessiter de l'arrosage, si l'ensemencement est suivi d'une période peu pluvieuse.	Bas	Moyen
Digue de déviation	Pente remaniée. Remblai. Bordure de cours d'eau.	Ouvrage de terre ou de granulat compacté, et aussi de bitume.	Dévier l'eau d'un site de construction ou à la diriger vers le bas d'une pente ou à un endroit non perturbé, à une certaine distance d'un cours d'eau.	Réduire le charriage des particules fines vers un cours d'eau. Peut s'incorporer dans un projet de drainage permanent.	Nécessite un entretien régulier.	Bas	Moyen
Conduite d'égouttement	À proximité des traversées. Fossé routier.	Conduite ouverte en béton, bitume ou métal, pour concentrer l'eau de surface vers le bas d'une d'une pente.	Prévenir l'érosion des pentes remaniées ou de remblais.	Peut s'intégrer dans un projet permanent de drainage. Installation facile.	Des dissipateurs d'énergie sont souvent nécessaires à la sortie des conduites.	Élevé	Élevé
Terrasse en pente forte	Pente de grande envergure. Remblai important.	Remodelage d'une pente en intégrant des niveaux horizontaux pour réduire la longueur de la pente.	Ralentir la vitesse de l'eau de surface. Favoriser l'infiltration. Limiter le charriage des sédiments.	Facilite l'implantation de la végétation. Possibilité de concentrer les eaux de surface vers des conduites.	Augmentation du volume d'excavation. Exige un entretien régulier.	Moyen	Moyen
Trappe à sédiments	Fossé routier Canal de dérivation.	Fosse se trouvant sur le parcours des eaux de ruissellement en provenance d'une importante superficie en dérangement.	Permettre le dépôt de sédiments lorsque l'eau s'écoule lentement.	Facile à faire.	Ne retient qu'une partie des sédiments. Difficulté d'accès pour le nettoyage.	Bas	Moyen
Barrière à sédiments	Petit cours d'eau. Fossé routier non stabilisé à l'approche d'un cours d'eau.	Barrière temporaire construite avec des ballots de paille ou des sacs de sable.	Filtrer l'eau par la retenue de sédiments tout en réduisant la vitesse d'écoulement.	Facile à construire et à réparer.	Peut être emporté en période de hautes eaux. S'érige que dans un petit cours d'eau. Sujet au vandalisme	Bas	Moyen
Gabion	Bas de pente remaniée. Remblai. Fossé routier.	Panier en treillis métallique rempli d'enrochement.	Protéger des sites sensibles à l'érosion. Peut être utilisé comme dissipateur d'énergie.	Efficace pour filtrer les débris grossiers. Réduction de la vitesse d'écoulement.	Faible pouvoir de rétention des particules fines, telles le silt.	Élevé	Moyen
Dissipateur d'énergie	Fossé routier. Cours d'eau remanié.	Structure placée dans un canal pour ralentir la vitesse d'écoulement.	Retenir en partie les sédiments. Minimiser le surcreusement du canal en cause.	Durabilité de la structure. Ralentir la vitesse de courant.	Accumulation de débris Nettoyage régulier. Conception particulière pour chaque emplacement	Moyen	Élevé