

SYNTHÈSE**L'HABITAT DU POISSON ET LA CANALISATION DES COURS D'EAU  
À DES FINS AGRICOLES**

**GUY TRENCIA  
BIOLOGISTE**

**MINISTÈRE DU LOISIR, DE LA CHASSE ET DE LA PÊCHE**

**JUILLET 1986**

Dépôt légal  
Bibliothèque nationale du Québec  
3<sup>e</sup> trimestre 1986  
ISBN: 2-550-16455-5

## TABLE DES MATIÈRES

<u>INTRODUCTION</u> .....	1
<b>1. <u>L'HABITAT DU POISSON</u></b> .....	<b>2</b>
1.1 Processus physiques et biologiques de base dans les eaux douces courantes.....	2
1.2 La faune des eaux douces courantes.....	7
1.2.1 Les poissons d'eau douce et leur répartition au Québec.....	10
1.2.2 Déplacement et migrations des poissons.....	13
1.2.3 Alimentation.....	17
1.2.4 Abri.....	18
1.2.5 Reproduction.....	18
1.3 Quelques considérations sur le milieu riverain.....	23
<b>2. <u>SYNTHÈSE DES IMPACTS ET DES CONTRAINTES LIÉES A L'HABITAT DU POISSON</u></b> .....	<b>27</b>
2.1 Morphologie du cours d'eau et sédiments.....	27
2.2 Régime des eaux.....	30
2.3 Température et chimie de l'eau.....	32
2.4 Le milieu riverain.....	33
<b>3. <u>L'AMÉNAGEMENT POLYVALENT DE L'HABITAT DU POISSON ET DU MILIEU RIVERAIN</u></b> .....	<b>34</b>
<b>4. <u>CONTRIBUTION</u></b> .....	<b>36</b>
<u>LITTÉRATURE CONSULTÉE</u> .....	37

## INTRODUCTION

Le territoire du Québec compte plus de 1,6 million de Km<sup>2</sup> dont 7.63% (125 700 Km<sup>2</sup>) est recouvert d'eaux douces et 9.73% (160 300 Km<sup>2</sup>) d'eaux saumâtres ou salées (Sarrazin et al, 1983). On a répertorié 4 500 rivières au Québec mais leur nombre réel pourrait être dix fois plus grand. D'autre part, on estime qu'il y a entre 500 000 et 1 000 000 de lacs (Pelletier et al, 1981). Ces eaux constituent l'habitat, le milieu de vie de 78 espèces de poissons d'eau salée et de 112 espèces d'eau douce.

L'habitat du poisson exerce une attraction considérable sur nous. La faune qu'il supporte intéresse plus d'un million de pêcheurs sportifs qui pratiquent annuellement près de 12 millions de jours de récréation. L'habitat du poisson étant aussi le milieu de vie d'oiseaux, d'animaux à fourrure et de plusieurs autres espèces fauniques, il intéresse également les 500 000 chasseurs de petits gibiers et les 57 000 trappeurs.

La capacité du milieu à produire et à héberger de la faune est toutefois compromise par les interventions qu'on pratique dans le milieu. L'aménagement des cours d'eau à des fins agricoles est parmi les interventions les plus importantes et les plus déterminantes dans l'habitat du poisson.

Le texte qui suit tente d'expliquer la nature de l'habitat du poisson et de faire comprendre l'importance de ses composantes. Il élabore aussi sur les conséquences des aménagements à des fins agricoles sur l'habitat. L'utilisation de techniques d'intervention plus acceptables en regard de la faune, pourra s'appuyer sur les notions présentées dans ce texte.

## 1. L'HABITAT DU POISSON

Dans les documents que le MLCP rendait public en 1985, il retenait la définition suivante pour l'habitat du poisson: Frayères, aires d'alimentation et d'alevinage, voies de migration, qualité et quantité d'eau permettant de conserver l'intégrité des communautés ichthyennes des cours d'eau et des plans d'eau.

Bien que l'habitat du poisson tel que défini s'étende aussi sur les lacs, les réservoirs et des eaux saumâtres ou salées, nous ne traiterons que des eaux douces courantes puisque ce sont celles-ci qui font généralement l'objet d'aménagement à des fins agricoles.

### 1.1 Processus physiques et biologiques de base dans les eaux douces courantes

Les précipitations de pluie et de neige fournissent l'eau qui alimente le débit des ruisseaux puis des rivières et des fleuves. De l'amont vers l'aval, la morphologie du chenal des ruisseaux et des rivières se modifie et influence les processus biologiques et la composition de la faune. L'examen d'un cours d'eau montre généralement que:

- le profil en long est abrupt (le gradient longitudinal est élevé) à la tête des cours d'eau ce qui signale que l'état d'équilibre entre les processus d'érosion et de sédimentation n'est pas encore atteint; l'érosion y est plus forte qu'à l'aval (fig. 1);
- le profil en long (le gradient longitudinal) s'aplanie à l'aval et l'érosion cède la place à la déposition des alluvions (sédiments);

- le profil transversal amont d'une vallée montre des parois abruptes et un chenal étroit où l'eau coule rapidement sur un lit constitué de gros matériaux (roche mère, blocs, galets...) (fig. 2);

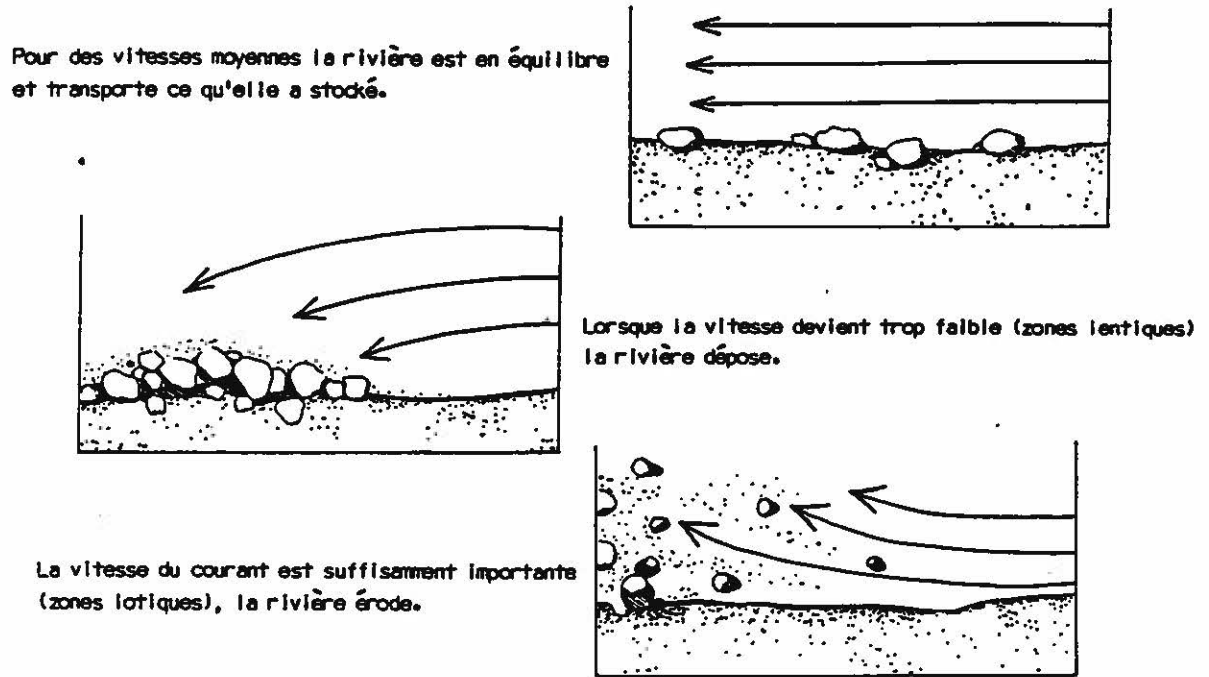
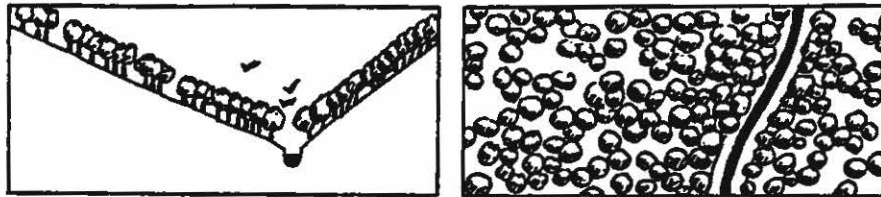
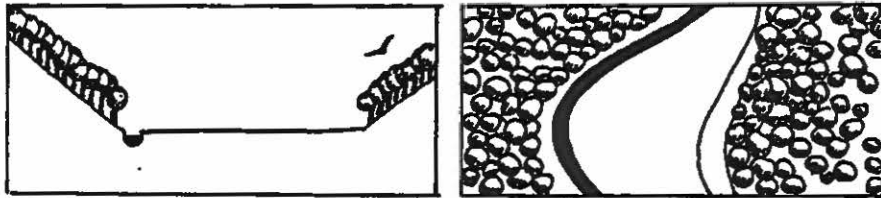


Fig. 1 -- Érosion, transport et sédimentation (tiré de Verniers, 1985)

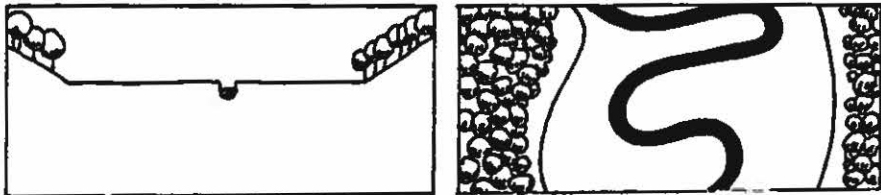
- le profil transversal d'une vallée en aval, montre des terrains aplanis par le dépôt d'alluvions. L'écoulement de l'eau y est lent et le lit est constitué de matériaux plus fins qu'à l'amont;
- le tracé d'un cours d'eau est plutôt rectiligne à l'amont et sinueux à l'aval;



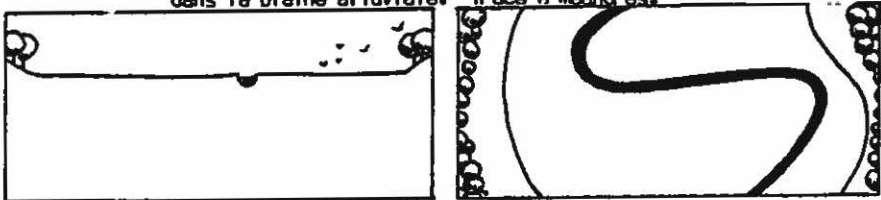
— La vallée en V non tronquée, qui correspond à un tracé rectiligne.



— La vallée en V faiblement et horizontalement tronquée, le cours d'eau longeant le pied d'un des flancs de la vallée.



— La vallée en V fortement tronquée, le cours d'eau serpentant dans la plaine alluviale. Tracé à méandres.



— La vallée en V très fortement ou totalement tronquée.

Fig. 2 -- Types de profil en travers de cours d'eau (tiré de Verniers, 1985)

- en amont et dans les zones à gradient longitudinal élevé, on retrouve une alternance caractéristique de fosses et de rapides. Les fosses sont espacées les unes des autres d'une distance équivalente à 5 à 7 fois la largeur du cours d'eau.
- en aval, les zones profondes (fosses) se retrouvent dans les zones concaves des sinuosités; les rapides sont situés dans les parties droites (point d'inflexion entre deux boucles). L'alternance des fosses et des rapides se répète aussi à tous les 5 à 7 fois la largeur du cours d'eau dans les zones à méandres (fig. 3).

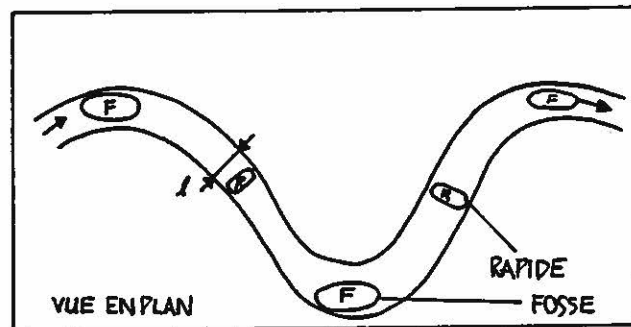


Fig. 3 -- Caractéristiques d'un méandre: les rapides et les fosses alternent entre les sections droites et les sections concaves. (Tiré de Binesse, 1983).

- Les zones marécageuses, les tourbières et les lacs aident à régulariser le régime des eaux courantes en amortissant les crues, en retenant les surplus d'eau et en les laissant s'échapper d'une façon plus étalée dans le temps ce qui réduit également la sévérité des étiages.

- Les arbres et les branches tombant dans la tête des cours d'eau contribuent à créer des seuils qui permettent le maintien de fosses favorables à la faune. L'enlèvement des seuils donne lieu à de l'érosion et les seuils sont alors remplacés par des dépôts de gravier provenant de l'augmentation de l'érosion.

Les différences physiques entre l'aval et l'amont sont graduelles et elles influencent la distribution des organismes vivants qu'on y retrouve ces derniers étant adaptés à des conditions particulières de milieu (fig. 4). Quand ces conditions diffèrent, l'organisme est remplacé par d'autres organismes mieux adaptés aux nouvelles conditions. On peut donc constater une évolution dans les communautés animales de l'aval à l'amont.

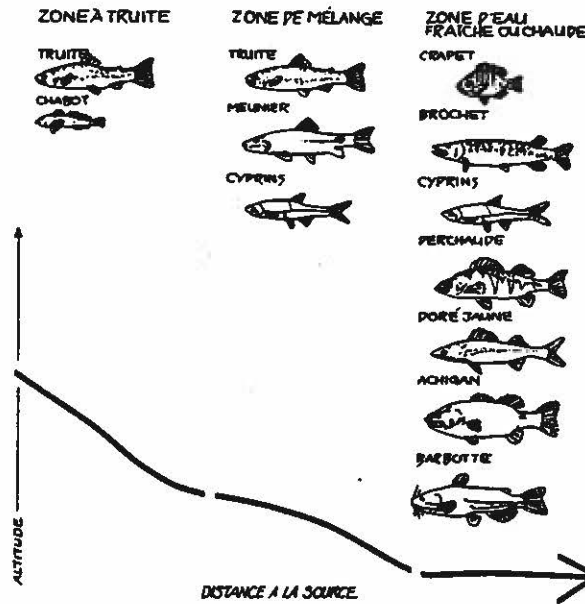


Fig. 4 -- Profil en long d'un cours d'eau et groupes d'espèces de poissons associés (adapté de Verniers, 1985)

## 1.2 La faune des eaux douces courantes

Les cours d'eau hébergent plusieurs embranchements (phylum) de la vie animale : les organismes les plus visibles et les plus connus sont représentés par les Mollusques (limaces, bivalves...) et les Vertébrés. Ces derniers sont partagés entre plusieurs classes : les Amphibiens (grenouilles et salamandres), les Reptiles (tortues et couleuvres), les Poissons, les Oiseaux et les Mammifères.

Les vertébrés qui vivent dans les eaux douces courantes s'alimentent souvent à partir d'organismes moins visibles (fig. 5). Ces organismes de petite taille contribuent aussi à régulariser le milieu ambiant en digérant les déchets par exemple. Sans eux, les déchets s'accumuleraient au fond de l'eau ou seraient transportés jusqu'à la mer sans être exploités. Ce sont des Protozoaires (amibes par exemple), des Spongiaires (les éponges), des Coelentérés (hydres), des Plathelminthes (vers plats comme le planaire), des Némertiens, des Rotifères, des Gastrotriches, des Némathelminthes (vers ronds non annelés), des Annélides (vers semblables au lombric), des Lophophoriens et des Arthropodes (invertébrés incluant les Insectes et les Crustacés, etc...).

La tête des cours d'eau est souvent inaccessible aux poissons mais elle exerce un rôle déterminant par rapport aux zones plus en aval. C'est dans la tête des cours d'eau que commence à se construire la vie qui servira de base à la faune aquatique en aval.

La tête des cours d'eau est souvent ombragée et l'eau pauvre en nutriments, ce qui limite la croissance des algues ; la construction de matière vivante et l'énergie pour soutenir la vie provient surtout de la décomposition des feuilles mortes et des branches qui tombent à l'eau. Dans cette zone, le benthos (invertébrés aquatiques qui vivent sur le fond du cours d'eau) sera principalement représenté par des organismes qui se nourrissent de grosses particules de matériel végétal (déchiqueteurs) et des organismes utilisant

les particules fines de matériel végétal et les bactéries qui les décomposent (collecteurs) (fig. 6).

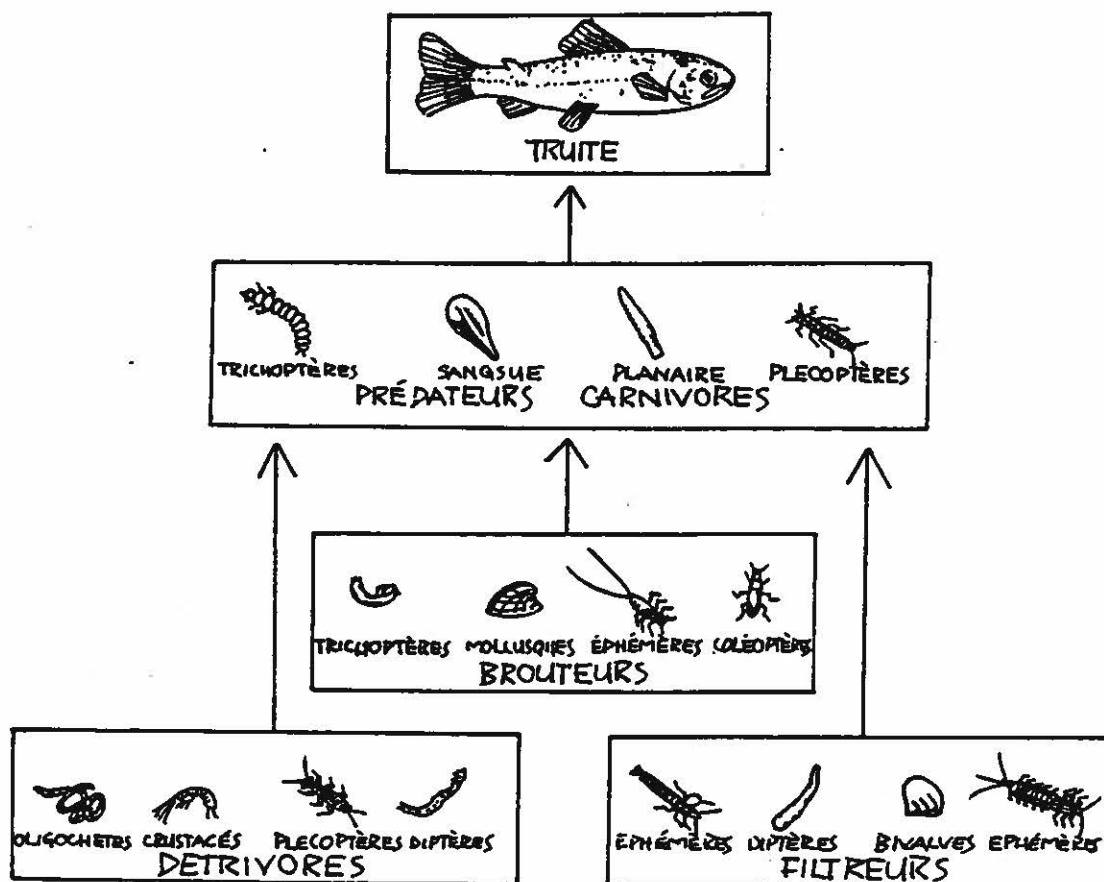


Fig. 5 -- L'alimentation des vertébrés (poissons, oiseaux, etc...) dépend des organismes de petite taille (tiré de Verniers, 1985)

Dans la section médiane, l'ensoleillement plus important et une eau plus riche et peu profonde favorisent la croissance des algues (productivité primaire). Le benthos sera alors composé principalement de "collecteurs" et de "brouteurs" (utilisant les algues microscopiques). Complètement à l'aval, la turbidité et la profondeur restreignent la production primaire; les collecteurs sont alors les organismes dominants.

Évidemment les conditions locales et les caractéristiques de chaque cours d'eau modifient la composition des communautés benthiques par rapport à cette description générale. Parmi ces particularités mentionnons entre autre:

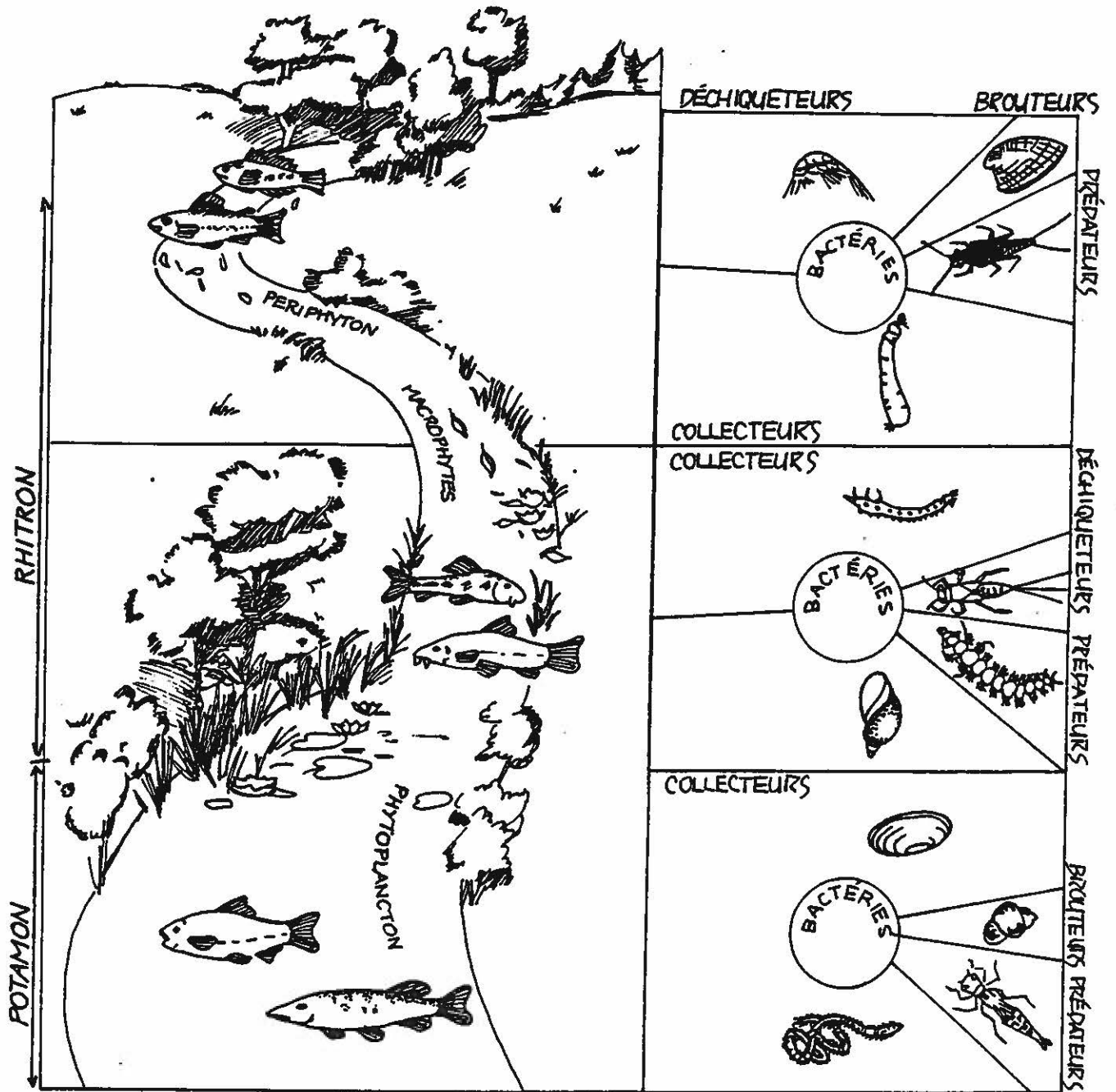


Fig. 6 -- Modification des communautés animales de la source à l'embouchure (Tiré de Verniers, 1985)

- Les substrats rocaillieux des rapides sont plus riches en espèces de benthos et ont une plus grande biomasse totale (par unité de surface) que les bassins sablonneux ou limoneux;
- l'alternance des fosses et des rapides est aussi considéré comme un facteur de qualité pour le benthos;
- la stabilité des matériaux et la diversité de taille de ceux-ci sont des caractéristiques liées l'une à l'autre qui avantagent la faune benthique et ichtyologique (les poissons);
- La rugosité des fonds liée à la diversité et la taille des matériaux ralentit la vitesse de l'eau (en particulier près du fond) et favorise l'abri pour le benthos et aussi pour les poissons. Cet aspect est d'autant plus important en période de crue lorsque les débits et les vitesses augmentent dans les cours d'eau.

Les organismes ont des interactions entre eux qui prennent la forme d'une chaîne alimentaire. Avec le milieu, l'ensemble constitue un système écologique. Un dérèglement des mécanismes affectera tout l'écosystème. La conservation de l'habitat du poisson vise à protéger la diversité des espèces animales et végétales et l'équilibre des interactions dont dépendent, en bout de course, la productivité et l'exploitation qui pourra être faite des ressources aquatiques (observation de la faune, pêche, chasse, piégeage, recherche).

### 1.2.1 Les poissons d'eau douce et leur répartition au Québec

Après le retrait des glaciers, le Québec a été colonisé par les poissons par deux voies d'entrée. Les espèces qui toléreraient la salinité de l'eau (anguilles, aloses, éperlans...) seraient arrivées par l'Atlantique et le golfe du Saint-Laurent. Les espèces restreintes aux eaux douces (achigan, perchaude, barbotte...), plus nombreuses, seraient arrivées du sud par les grands lacs, le fleuve Saint-Laurent et la rivière



des Outaouais. De nos jours, c'est dans les basses terres du Saint-Laurent qu'on retrouve la plus grande diversité en espèces, espèces qu'on dit d'eau chaude et d'eau fraîche par opposition aux Salmonidés (saumon, truite, omble) qu'on dit d'eau froide. Le nombre d'espèces décroît d'ouest en est et du sud au nord (fig. 7).

La liste de la faune vertébrée du Québec énumère 112 espèces de poissons d'eau douce regroupées en 24 familles. On distingue parfois des populations, des souches ou des sous-espèces qui montrent des caractères différents et qui peuvent demander une protection particulière. Ainsi, la Ouananiche est un Saumon atlantique qui a perdu son caractère anadrome <sup>1</sup>, passant sa période adulte en lac plutôt qu'en mer.

L'abondance et la répartition des espèces de poisson sont variables. Certaines espèces sont communes et abondantes. Par exemple, le Meunier noir a une répartition qui couvre presque tout le Québec et il est généralement bien représenté en nombre là où on le trouve. D'autres espèces ou populations peuvent être rares ou menacées à cause d'une distribution et d'une abondance restreintes; c'est le cas de l'Éperlan nain qui est une forme <sup>2</sup> rare de l'Éperlan arc-en-ciel. Le Suceur cuivré, le Suceur ballot, le Bec-de lièvre, le Crapet à longues oreilles, le Dard gris et le Brochet vermiculé sont des espèces rares ou menacées.

---

<sup>1</sup> anadrome: se dit des poissons qui se reproduisent en eau douce mais qui passent leur période adulte en mer.

<sup>2</sup> Forme: on parle à l'occasion de population, de sous-espèce, de variété, de race, de souche pour désigner des individus d'une même espèce animale ou végétale qui montrent des caractères différents.

La répartition géographique des différentes espèces pourrait être assez longue à décrire si l'on voulait être précis et tenir compte de chaque espèce. Toutefois, de façon générale, les espèces d'eau fraîche et d'eau chaude trouvent dans les eaux lentes des basses terres du Saint-Laurent c'est-à-dire le fleuve, ses élargissements et les grandes rivières (Outaouais, Richelieu, St-François), les composantes essentielles répondant à leurs exigences de vie. D'autre part, les eaux vives des cours d'eau et les lacs des Appalaches et du bouclier canadien (Laurentides) sont plus propices aux Salmonidés. Il y a évidemment des exceptions puisqu'on rencontre des espèces d'eau fraîche ou chaude dans les lacs et des sections de rivière des Appalaches, et des Laurentides et même en Ungava et qu'il y a des Salmonidés dans certaines eaux vives du fleuve; on retrouve aussi dans les tributaires des grandes rivières de la plaine laurentienne, des populations isolées de Salmonidés. Celles-ci y retrouvent des conditions de vie satisfaisantes: eaux limpides et froides bien oxygénées, milieu peu productif, etc...

### 1.2.2 Déplacements et migrations des poissons

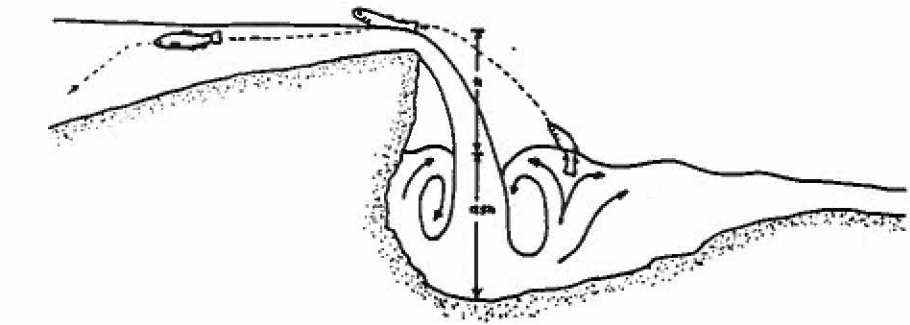
Les besoins des poissons en habitat varient d'une espèce à l'autre mais aussi avec l'âge, la saison ou l'accomplissement de certaines activités comme la reproduction, l'alimentation, la recherche d'abri, le repos, etc... Les jeunes poissons d'une espèce peuvent se concentrer dans les eaux peu profondes alors que les adultes se retrouvent en eaux profondes; lorsque la température de l'eau se réchauffe en été, l'omble de fontaine peut migrer vers l'amont où il trouvera une eau plus fraîche et plus oxygénée; l'apparition d'un prédateur peut provoquer la fuite d'un poisson vers un abri quelconque; le printemps, le Grand Brochet envahira les plaines d'inondation lorsqu'elles présenteront les caractéristiques recherchées pour la reproduction. La satisfaction des besoins du moment incite donc les poissons à se déplacer.

Certaines espèces se déplacent peu au cours de leur vie alors que d'autres entreprennent de longues migrations comme l'Anguille d'Amérique qui passe l'essentiel de sa vie en eau douce et retourne frayer dans la mer des Sargasses (espèce catadrome).

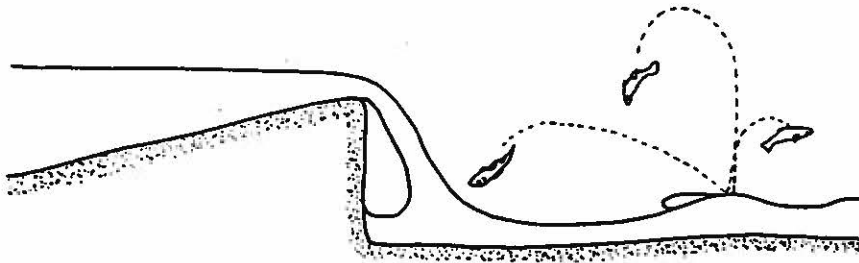
Plusieurs facteurs peuvent faire obstacle à la migration des poissons. Un changement de la qualité de l'eau peut empêcher le Saumon atlantique de reconnaître de façon olfactive sa rivière d'origine à son retour de la mer. Un barrage ou un seuil peut constituer un empêchement à la remontée d'un cours d'eau. Chaque espèce a des performances particulières à cet égard; les Salmonidés sont reconnus pour être capables de sauter par dessus des seuils: l'Ombre de fontaine qui est le Salmonidé le plus fréquent en zone agricole est généralement capable de franchir des seuils inférieurs à 45 cm si il a suffisamment d'espace pour s'élancer (fig. 8). Les espèces d'eau fraîche ou chaude n'ont généralement pas de telles aptitudes au saut. Par contre, l'Anguille d'Amérique peut contourner le problème et emprunter la voie terrestre pour passer des chutes.

La vitesse d'écoulement de l'eau peut faire obstacle au poisson si cette vitesse est supérieure à ses capacités natatoires (tableau 1). La diminution de la rugosité du fond élimine les zones de vitesses lentes où peuvent s'abriter les poissons lors des crues. La faible profondeur de l'eau peut aussi empêcher ou nuire aux déplacements du poisson en plus de l'exposer de façon excessive aux prédateurs.

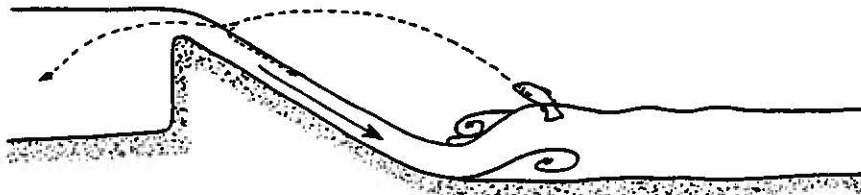
L'absence d'abri (fosses, grosses roches, végétation surplombante) dans un tronçon de cours d'eau peut en faire un lieu infranchissable, les gros poissons évitant les eaux peu profondes et exposées au soleil, une adaptation contre la prédation possiblement.



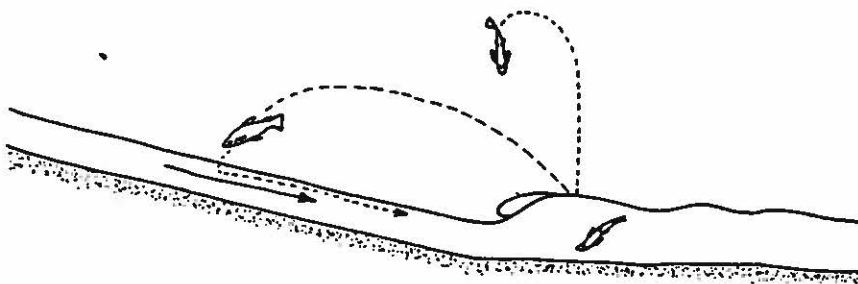
A. Situation idéale, l'eau s'écoule à 90°. Le courant de fond au pied de la chute aide le poisson à sauter. La fosse au pied de la chute est suffisamment profonde pour permettre au poisson de s'élancer.



B. Même hauteur à franchir mais pas de fosse et le contre-courant est trop loin en aval de l'obstacle.



C. La chute oblique et l'éloignement du contre-courant rendent le franchissement difficile.



D. La vitesse de l'eau, sur une distance trop longue, est plus élevée que ce que le poisson peut franchir. Le poisson qui peut même être repoussé par la vague gaspillera ses efforts dans des sauts futiles.

Fig. 8 -- Franchissement de seuils par l'Omble de fontaine (Tiré de White et Brynildson, 1967)

TABLEAU 1

VITESSES DE NAGE DE CERTAINS POISSONS D'EAU DOUCE DU QUÉBEC, TIRÉ PRINCIPALEMENT DE BEAMISH (1978)

ESPÈCES	VITESSES DE NAGE					
	DE CROISIÈRE (200 ml)		SOUTENUE (15 s - 200 ml)		DE POINTE (15 s)	
	cm/s	L/s	cm/s	L/s	cm/s	L/s
Pétromyzontidés	28-30	-	92	-	112-198	-
Lamproie marine	0,62-3,6	0,57-90,89	17-41	0,9-1,7	143	-
Acipenseridés	15-125	0,1-1,5	-	-	-	-
Clupéidés	3-170	0,1-3,0	37-200	2,5-7,6	6-402	3,2-15,7
Gaspereau	-	-	-	10,0	360-485	10,0-15,7(20,0)
Alose savoureuse	39-75	-	213-220	-	335-460	-
Salmonidés	7-225	0,5-4,0	14-170	2,1-10,5	30-1050	2,0-17,5
Corégones	46	-	137	-	140-274	-
Truite arc-en-ciel	9-72 (152)	1,0-2,3 (3,4)	14-170 (427)	1,5-8,5	30-250 (823)	2,0-15 (17,5)
Saumon atlantique	13-54 (225)	0,027	50-225	2,1-4,2	300-810	5,8-8,4 (12,2)
Truite brune	61-84	-	92-198 (237)	2,7-3,5	137-396 (440)	8,2-12,0 (17,5)
Ombie de fontaine	50	-	35-89	3,5-7,5	93-260 (701)	8,3
Touladi	53	-	35-83	-	-	-
Esocidés	45-60	2-3	-	-	590-1370	4-9
Grand brochet	6-81	907-?	140-210	3,9-6,4 (12,7)	250-450	-
Suceurs	43-61	-	160-168	-	305-322	-
Meunier rouge	67	2,2	-	-	-	-
Meunier noir	65	1,3-2,2	-	3,7-5,5	-	6,6-10,0
Cyprinidés	37 (161)	2,0-6,7	15-170	1,0 (12,6)	42 (425)	3,8-15,3
Carpe	37-46	0,6	122-170	1,6-3,4 (12,6)	187-260 (345)	5,2-8,2 (15, )
Tête-de-boule	-	-	-	4,1	-	-
Anguillidés	50-73	0,6-1,1	-	-	114	1,9
Anguille d'amérique	45	0,8-1,1	115-122	1,6-1,9	(341)	-
Gadidés	-	-	23-135	1,3-3,8	60-240	3,2-9,0
Lotte	-	0,3?	38	-	-	-
Bar blanc	5-21	0,2-0,7	-	-	-	-
Bar rayé	-	1,0	35-87	5,9-7,6 (12,6)	209	(9,8)
Centrarchidés	-	-	-	-	10-150	1,3-18,8
Crapet à oreilles bleues	-	-	23-28	4,0-5,5	-	-
Achigan à grande bouche	-	-	5-88	1,6-13,6	-	-
Percidés	-	2-3	0-6,66	0,7-3,6	60-(457)	4-12,6
Perchaude	-	-	0,6-5 (74)	1,0-3,3	145	12,6
Doré jaune	-	-	0,5-5	0,7-3,3	-	-

### 1.2.3 Alimentation

L'alimentation d'un poisson lui assure l'énergie requise pour ses processus physiologiques de base, pour sa croissance, ses déplacements et pour la reproduction. L'alimentation varie en abondance et en contenu avec les espèces de poissons mais aussi avec l'âge et la taille des individus, les ressources disponibles et la température de l'eau.

Certains poissons se nourrissent de plancton, d'autres de benthos; certains sont piscivores et mangent d'autres poissons; certains profitent des insectes qui volent près de la surface de l'eau ou qui y tombent. La végétation surplombante est souvent source d'une telle nourriture. Les grenouilles, les salamandres, les canetons et les petits mammifères peuvent aussi servir de proie à des carnassiers tels que les brochets. Certains poissons capturent leur proie lorsqu'elle dérive avec le courant tandis que d'autres fouillent le fond pour s'alimenter.

Le même individu d'une espèce donnée aura des habitudes alimentaires différentes à différents âges ou à diverses saisons; le jeune Achigan à petite bouche consommera du plancton jusqu'à ce qu'il atteigne une taille de 20 mm; les insectes remplaceront alors le plancton; à partir de 50 mm, l'Achigan s'alimentera principalement à partir d'écrevisses. Cette variété de menu permettra à toutes les ressources du milieu d'être utilisées dans un milieu équilibré. Les conditions du milieu (turbidité, température,...) peuvent influencer l'alimentation chez les poissons. Les espèces sont adaptées aux variations cycliques et saisonnières des conditions du milieu mais tolèrent généralement mal les variations causées par l'homme.

#### 1.2.4 Abri

L'abri est nécessaire au poisson pour le protéger des conditions adverses (crues, étiage), des prédateurs ou des individus de la même espèce qui compétitionnent pour le milieu.

L'abri peut être constitué par la profondeur de l'eau qui cache les poissons des prédateurs terrestres ou aériens; les grosses roches lui permettent d'échapper aux prédateurs terrestres, aériens et aquatiques et réduit la compétition intraspécifique (fig. 9); elles créent aussi des contre-courants dans lesquels les poissons peuvent s'abriter lors des crues (fig. 10). La végétation surplombante dissimule le poisson ou le rend plus difficile à voir à cause de l'ombrage. Les racines, les souches, les troncs tombés à l'eau et les berges surplombantes constituent aussi de l'abri pour le poisson (fig. 11). L'abri est une constituante importante de l'habitat dont il faut tenir compte lors des aménagements car il influence directement les niveaux de population que peut supporter le milieu.

#### 1.2.5 Reproduction

La reproduction est une phase critique de la vie des poissons parce que la survie de la population en dépend mais aussi parce que des conditions précises sont alors requises pour la permettre. Aussi, les jeunes poissons récemment éclos sont plus vulnérables que les adultes; les adultes (générateurs) sont souvent concentrés et vulnérables pendant la période de la fraye; enfin, les oeufs sont très fragiles à toute forme de pollution.

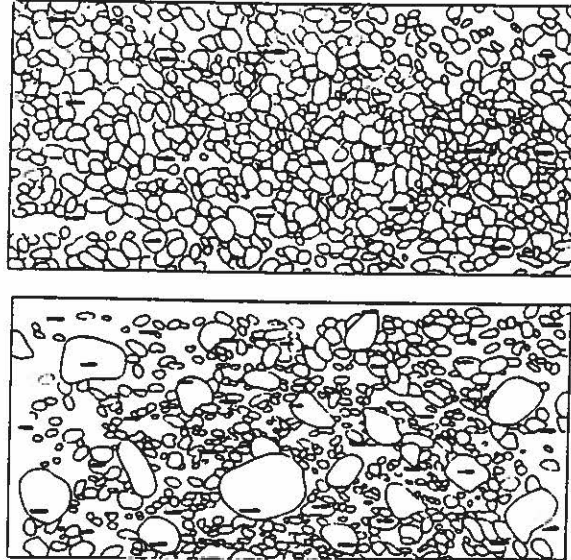


Fig. 9 -- Densité maximale d'alevins territoriaux; sur le fond irrégulier (croquis du bas) se tiennent deux fois plus d'alevins que sur le fond régulier (croquis du haut). (Tiré de Cuinat, 1974)

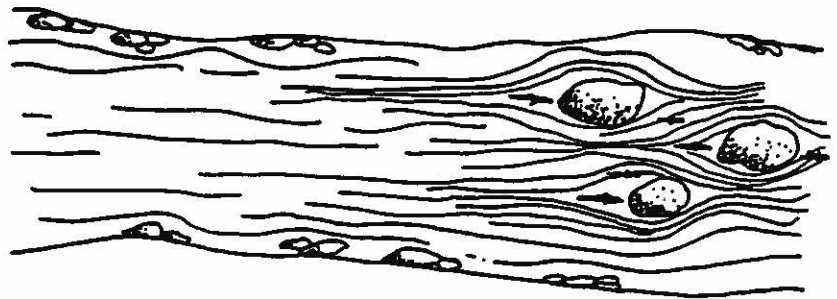


Fig.10 -- Abris créé par les grosses roches permettant au poisson de se cacher des prédateurs et de profiter de contre-courants. (d'après Johnson, 1982)

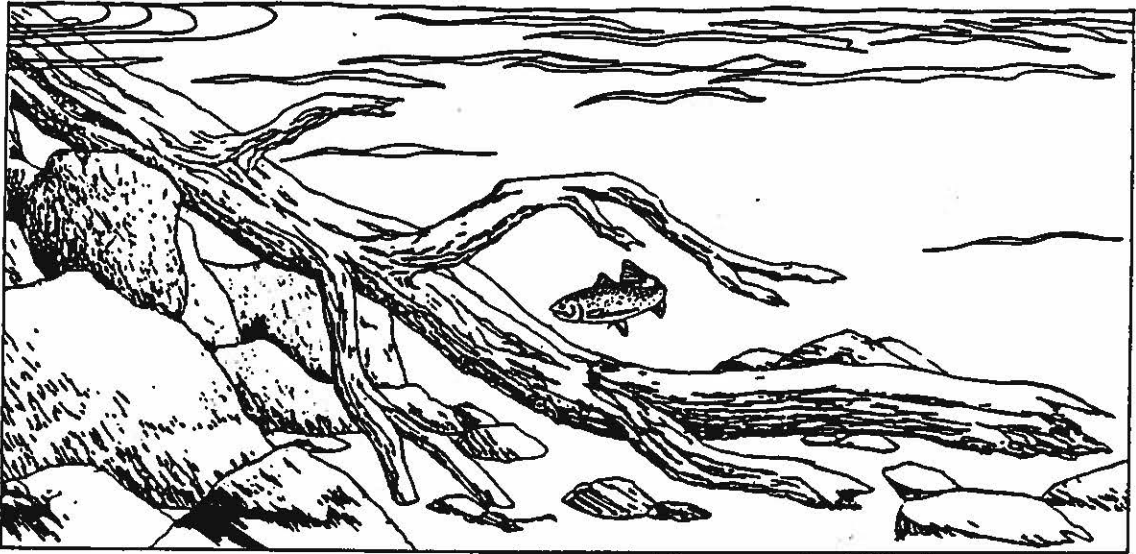


Fig.11 -- Abris procuré par des branches tombées à l'eau.  
(Tiré de Johnson, 1982)

Les lieux et les saisons de reproduction varient considérablement d'une espèce à l'autre (tableau 2 et 3). La déposition des oeufs se fait sur cinq catégories de substrat: dans l'eau libre, comme l'Alose savoureuse; sur fond graveleux pour une première partie du développement et à la dérive jusqu'à l'éclosion par la suite à l'exemple de l'Esturgeon jaune et de la Laquaiche argentée; sur un fond graveleux pour l'ensemble du développement chez l'Omble de fontaine et le Doré jaune; sur de la végétation comme pour les Brochets; sur un fond de terre et de végétation submergée chez la Barbotte brune et la Perchaude.

Le Grand Brochet et le Doré jaune frayent au printemps. Les cyprinidés frayent le printemps et l'été. Les Salmonidés frayent l'automne. Le Poulamon Atlantique, pour sa part, dépose ses oeufs au travers du frasil qui s'accumule dans certaines rivières en plein hiver.

Tableau 2. Facteurs abiotiques et biotiques représentatifs du site de reproduction d'espèces frayant généralement en eau vive.

Espèce (Saison)	Vitesse du courant (m/s)	Substrat	Profondeur (m)	Végétation
Achigan à petite bouche (mai-juin-juillet)	0,60	Limon, sable, gravier, roches	0,30-2,00	Présente à 0-0,20 m/s Absente
Doré jaune (avril-juin)	0,40	Sable, gravier, roches	0,20-1,50	Absente
Esturgeon jaune (mai-juin)	0,60-3,50	Sable, gravier, roches, blocs	0,60	Absente
Meunier noir (mai-juin)	0,40	Sable, gravier, roches, blocs, rochemère, débris organiques	0,30-2,30	Absente
Truite arc-en-ciel (décembre-avril)	0,50	Gravier	0,50	Absente
Truite brune (octobre-novembre-décembre)	0,40	Sable, gravier, roches	0,50	Absente
Laquaiche argentée (avril-mai-juin)	-	-	-	Absente
Omble de fontaine (août-décembre)	0,60-0,90	Gravier	0,10-0,30	Absente

(Tiré de Ménard, 1983b)

Tableau 3. Facteurs abiotiques et biotiques représentatifs du site de reproduction d'espèces frayant généralement en eau calme.

Espèce (Saison)	Type de végétation	Vitesse du courant (m/s)	Substrat	Profondeur
Grand brochet (avril-mai)	Herbaciaie terrestre inondée Herbaciaie semi-aquatique émergente	0-0,20	Argile ou limon Débris organiques	0,10-1,20
Perchaude (avril-mai-juin)	Herbaciaie terrestre inondée Herbaciaie semi-aquatique émergente	0-0,20	Argile ou limon Sable Gravier	0,60-3,00
Maskinongé (avril-mai-juin)	Herbaciaie terrestre inondée Herbaciaie semi-aquatique émergente	0-0,60	Argile ou limon Sable Débris organiques	0,10-1,00
Achigan à grande bouche (mai-juin-juillet)	Herbaciaie terrestre inondée Herbaciaie semi-aquatique émergente	0-0,35	Argile ou limon Sable/gravier Roches	0,30-1,80
Marigane noire (juin-juillet)	Herbaciaie semi-aquatique émergente Herbaciaie submergée	0-0,20	Argile ou limon Sable Gravier	0,60-2,50
Barbotte brune (mai-juin)	Herbaciaie semi-aquatique émergente Herbaciaie submergé	0-0,20	Argile ou limon Sable Gravier	0,10-1,00
Barbue de rivière (fin printemps-début été)	Herbaciaie submergé Absence de végétation	0-0,60	Argile ou limon Sable Roches	0,60-1,80

(Tiré de Ménard, 1983a)

Chez les espèces qui frayent sur un fond graveleux (Omble de fontaine, Doré jaune,...) les oeufs déposés dans le gravier sont mêlés à celui-ci (fig. 12).

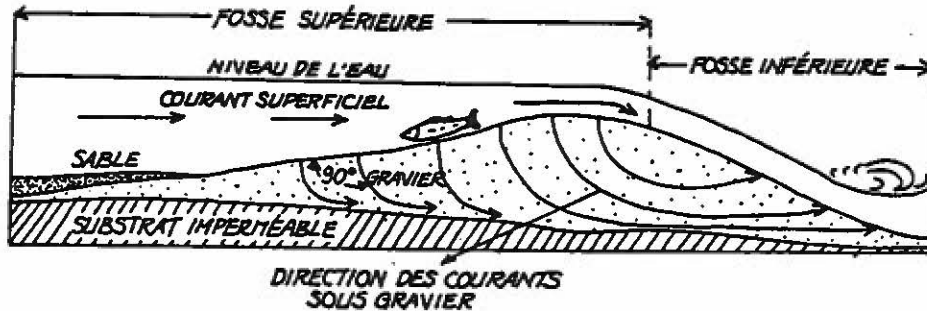


Fig. 12-- Coupe d'une frayère à truite montrant la relation entre les principaux courants d'eau et la position de la femelle avant la nidification (d'après Stuart, 1953 dans Arrignon, 1976).

La percolation de l'eau assure l'oxygénation des oeufs mêlés au gravier. Ils sont vulnérables aux sédiments qui freinent la percolation, réduisent l'oxygénation des oeufs ou empêchent les alevins de sortir du gravier. L'instabilité du fond peut causer la perte du nid de fraye. Un étiage hivernal peut aussi tuer les oeufs en provoquant leur exondation et leur gel.

### 1.3 Quelques considérations sur le milieu riverain

Le milieu riverain est un lieu de transition entre les milieux aquatique et terrestre. La ligne des hautes eaux naturelles sans débordement partage la zone humide du milieu riverain de la zone sèche. Bien que généralement non couverte d'eau, la zone sèche peut dans certaines circonstances être couverte d'eau. Elle constitue alors la plaine de débordement (fig. 13).

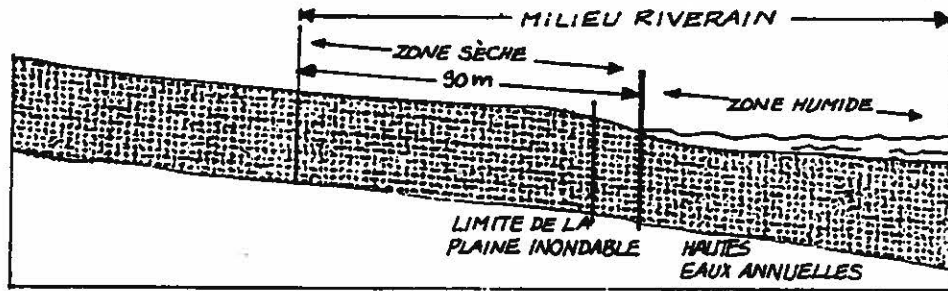
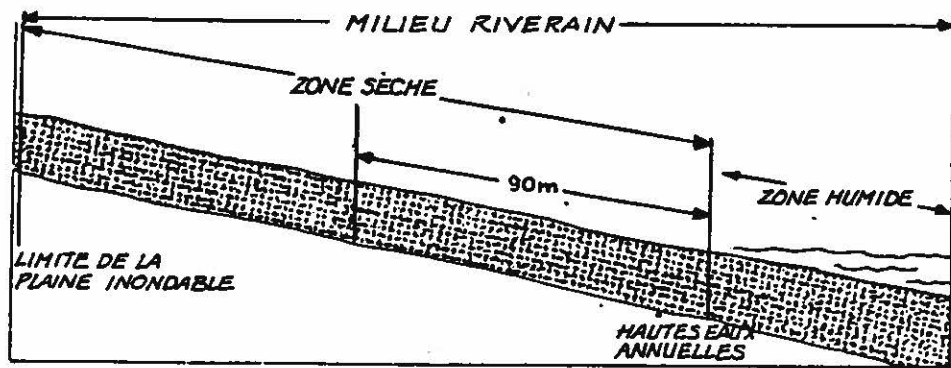
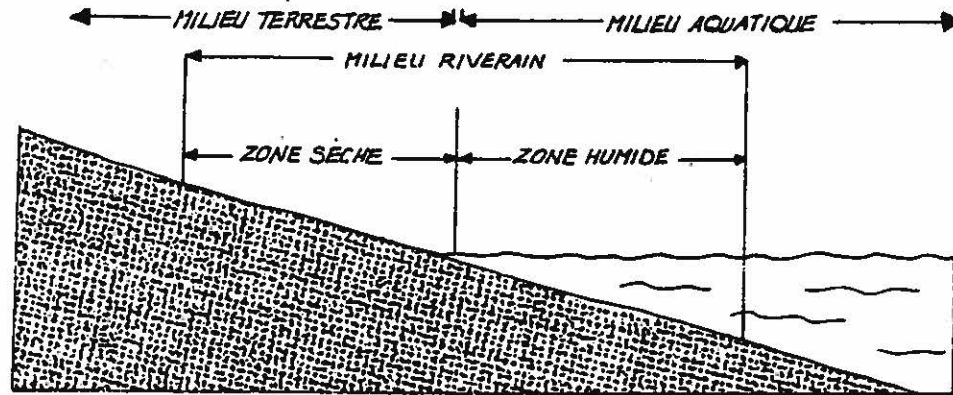


Fig. 13 -- Profil de la zone sèche sans considération des plantes présentes (Tiré de Sarrazin et al, 1983)

À l'état naturel, en plus de faire partie ou d'avantager l'habitat du poisson, le milieu riverain constitue un habitat essentiel pour une faune abondante et diversifiée. Ainsi, un certain nombre d'organismes vertébrés dépendent du milieu riverain, en particulier pour s'y reproduire. C'est le cas pour plusieurs mammifères, pour plus de la moitié des oiseaux et pour 80% des reptiles et des amphibiens. Le milieu riverain est important aussi pour les autres vertébrés qui y viennent à l'occasion.

En milieu agricole, l'aspect de la végétation riveraine est très variable: Parfois, on y trouve une véritable bande boisée et parfois, la culture du sol se pratique jusqu'au bord de l'eau; on retrouve toutes sortes de situations intermédiaires entre ces deux extrêmes. En milieu agricole, la valeur du milieu riverain pour la faune sera fonction de la structure de la végétation, soit l'étagement vertical (strates variées incluant les herbes et fougères, les arbustes et les arbres) et l'étendue ou la largeur de la bande riveraine couverte de végétation (fig. 14).

Le corridor de verdure qui couvre le milieu riverain est souvent le seul lieu abrité que peuvent emprunter les animaux pour circuler entre deux parcelles de forêt, en particulier en zone agricole. La bande riveraine contenant des arbres peut avantager les terres cultivées en leur servant de brise-vent dans certaines circonstances. Enfin, l'enracinement plus profond et plus élaboré des arbustes et des arbres protège mieux les rives de l'érosion qu'un simple couvert herbacé.

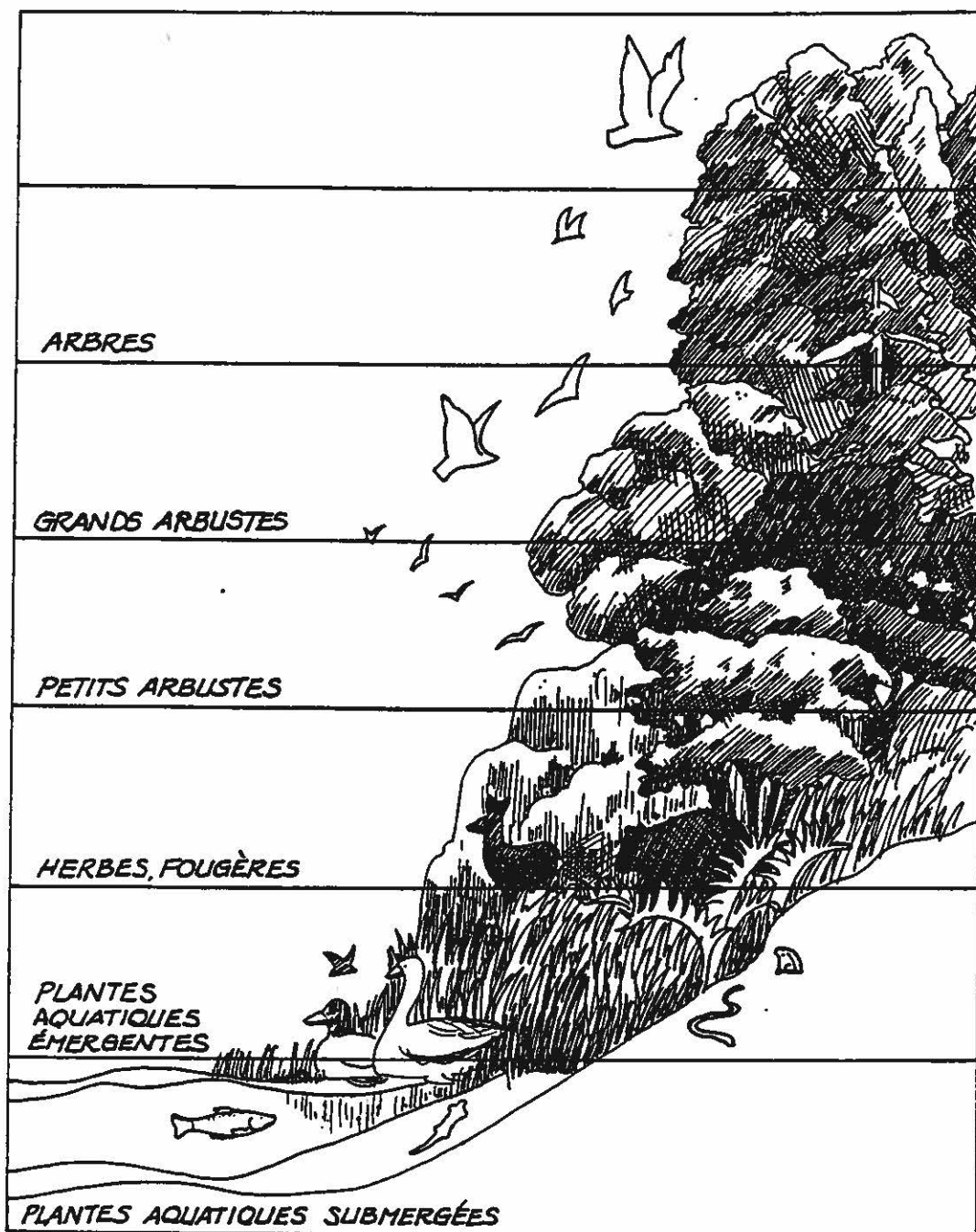


Fig. 14 -- L'étagement vertical et la largeur de la végétation riveraine conditionnent l'abondance et la diversité de la faune dans ce lieu (Tiré de Kelly et al, 1975)

## 2. SYNTHÈSE DES IMPACTS ET DES CONTRAINTES LIÉES À L'HABITAT DU POISSON

La complexité et l'interdépendance des composantes de l'habitat du poisson en font un lieu fragile. La présence et le mouvement de l'eau lient l'ensemble dans une continuité où les problèmes se font sentir même en aval où le problème n'est pas visible et parfois même en amont lorsque, par exemple, il y a érosion régressive (vers l'amont).

Les problèmes peuvent s'exercer sur l'une ou l'autre des composantes ci-après traitées; ils pourront tous avoir en bout de course le même effet: l'appauvrissement de la ressource faunique. Souvent à ce constat s'ajoutent d'autres problèmes qui affectent les usages que nous faisons du milieu aquatique: augmentation du coût de traitement de l'eau potable, perte de valeur récréative d'un milieu, perte de sol arable, etc... L'appauvrissement de la faune n'est souvent qu'un indice des autres inconvénients que nous devons subir parce que l'environnement en général est dégradé.

L'effet des travaux d'aménagement de cours d'eau municipaux à des fins agricoles se répercute sur plusieurs caractéristiques du milieu physique qui influencent grandement, à leur tour, la faune aquatique et riveraine. Le présent chapitre constitue un résumé de l'exposé des répercussions fait par Swales (1982) complété de quelques publications citées au dernier chapitre.

### 2.1 Morphologie du cours d'eau et sédiments

Le redressement de cours d'eau est souvent pratiqué lors des travaux d'aménagement à des fins agricoles. Le redressement provoque le raccourcissement de la longueur du cours d'eau, l'augmentation de la pente en longueur et une augmentation de l'érosion qui s'exerce souvent sur les berges et provoque un élargissement de la section transversale.

Alors que la conformation du lit d'un cours d'eau est la résultante d'une diversité de débits rencontrés à des temps variés, le lit remanié est uniforme et conçu pour les crues estivales; il devra donc s'ajuster à cette variété de débits par de l'érosion et de la sédimentation. Il pourra donc arriver que les berges perdent leur stabilité et s'affaissent ce qui provoquera l'élargissement du lit et libèrera des quantités importantes de matières en suspension. Cette matière arrachée aux berges peut contribuer pour plus de la moitié de la charge sédimentaire des cours d'eau remaniés.

Pour la faune aquatique, ces effets correspondent à une perte d'habitat lorsqu'il y a raccourcissement de la longueur du cours d'eau. À titre d'exemple, en Iowa, la rivière Little Sioux a perdu 54% de sa longueur suite aux nombreux redressements qui y ont été pratiqués.

Les sédiments mis en suspension causent aussi un tort considérable à la faune aquatique. Ces sédiments se déposent ailleurs dans le cours d'eau en particulier sur les fonds de gravier où ils étouffent ou chassent les invertébrés qui servent de nourriture au poisson. Les graviers cachés sous les sédiments ne peuvent plus servir de frayère aux espèces qui les utilisent habituellement. Si des oeufs se trouvent dans le gravier, les sédiments, en limitant la percolation de l'eau, provoquent des mortalités massives (fig. 15). Les sédiments peuvent aussi nuire aux poissons adultes en endommageant par abrasion leurs branchies. S'ils n'en meurent pas, ils peuvent en être affaiblis, plus enclins aux maladies, et ils quitteront souvent les lieux perturbés qui perdent ainsi leur valeur faunique.

En général, la turbidité causée par les sédiments en suspension nuit aussi à l'alimentation et aux déplacements des poissons. Cette conséquence est rencontrée aussi bien dans la section remaniée qu'à l'aval où la turbidité se transporte. Elle persiste tant que le milieu ne se stabilisera pas. Souvent, les travaux d'entretien prolongent ou perpétuent la présence de sédiments transportés dans le cours d'eau.

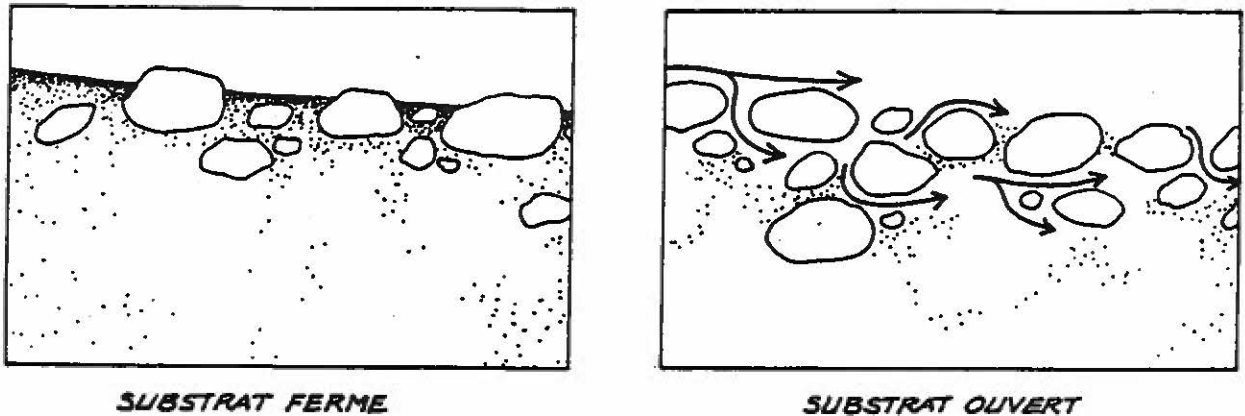


Fig. 15 -- L'eau et les petits organismes peuvent circuler entre les particules d'un substrat "ouvert" alors que la déposition des sédiments cimente la surface et bloque cette circulation; les oeufs mêlés au gravier sont étouffés (Tiré de Verniers, 1985).

Les travaux d'aménagement à des fins agricoles éliminent la séquence de fosses et de rapides localement parce qu'on donne au cours d'eau un profil en long régulier et sans variation. De plus, les fosses à l'aval sont comblées par les sédiments mis en suspension par les travaux souvent pour longtemps. La séquence de fosses et de rapides est un élément de diversité du milieu qui conditionne la richesse et la qualité de la faune.

Les travaux modifient aussi la composition du substrat (matériaux qui forment le lit) du cours d'eau. La diversité du substrat est amoindrie et souvent la taille des particules du fond diminue alors que sable et argile remplacent graviers, galets et grosses roches. L'intérêt du sable et de l'argile pour la faune est moindre que celui du gravier et des particules de tailles variées. De plus, la stabilité des matériaux diminue et il y a moins de possibilité à la faune de s'implanter sur un fond changeant (fig. 16).

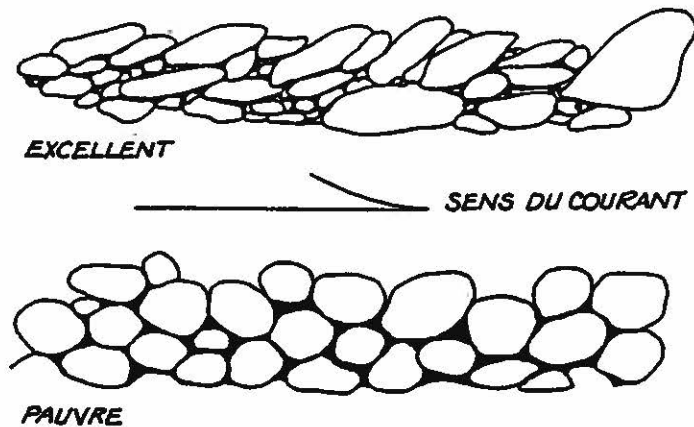


Fig. 16 -- La stabilité des matériaux remaniés ou des particules de taille homogène est moindre que celle des matériaux d'origine et de taille variée. (Tiré de Pfankuch, 1975)

## 2.2 Régime des eaux

Les travaux de drainage et d'aménagement de cours d'eau à des fins agricoles accélèrent l'écoulement des eaux et drainent les surfaces qui peuvent servir de réservoir naturel (étangs, tourbières, zones humides...). Ceci a pour conséquence d'amplifier les extrêmes de débit en augmentant l'ampleur des crues et la sévérité de l'étiage (fig. 17). L'enlèvement de la végétation et des grosses roches diminue la rugosité du cours d'eau et la résistance à l'écoulement (fig. 18).

La faune perd ainsi ce qui peut lui servir d'abri, en particulier lors des crues (amplifiées de surcroît) et souvent elle ne peut pas tolérer la sévérité des étiages d'autant plus que les fosses ont disparu. Dans nos cours d'eau, l'étiage d'hiver moins visible, est aussi sévère et parfois même plus sévère que l'étiage d'été. Le gel empêche la faune de demeurer dans les sections remaniées et détruit les oeufs et le benthos.

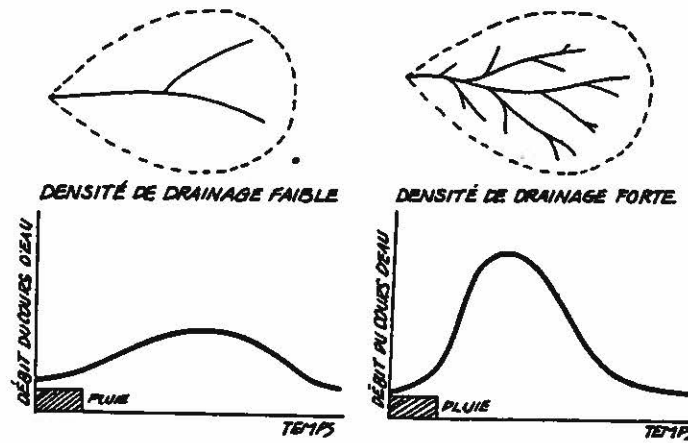


Fig. 17 -- Modification du régime des eaux créée par les travaux de drainage (Tiré de Verniers, 1985)

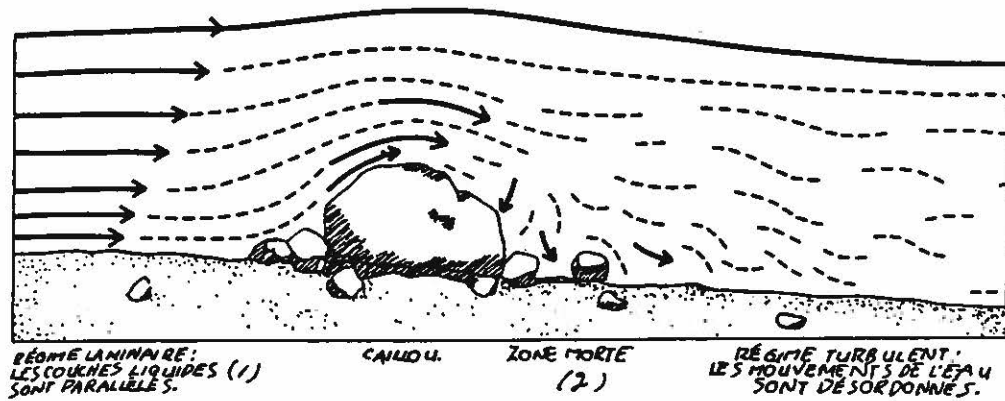


Fig. 18 -- Les grosses roches, les blocs comme la végétation ralentissent le courant et fournissent des abris à la faune (Tiré de Verniers, 1985)

Les travaux ont comme résultat de ne laisser qu'une mince lame d'eau qui s'écoule sur un fond régulier et sans variation.

### 2.3 Température et chimie de l'eau

L'enlèvement de la végétation riveraine, l'élargissement et l'amin-cissement de la lame d'eau et l'augmentation de la turbidité se combinent pour provoquer le rehaussement de la température de l'eau et amplifier les variations brusques de température. La solubilité de l'oxygène dans l'eau diminue avec l'augmentation de la température. Ces effets sont défavorables à la faune aquatique qui tolère mal ces conditions de haute température, de variations brusques de celle-ci et de rareté d'oxygène.

Très souvent, les espèces recherchées, comme l'Omble de fontaine qui préfère les eaux froides, sont remplacées par des espèces plus tolérantes mais avec une valeur récréative limitée. L'Omble de fontaine se rencontre peu ou pas dans les cours d'eau où la température dépasse régulièrement 22°C, température qui est rarement dépassée dans les cours d'eau naturels. Toutefois, cette température qui peut augmenter de 4 à 8°C dans les cours d'eau remaniés, dépasse le point critique pour les salmonidés.

L'enlèvement de la végétation riveraine a aussi pour conséquence de faciliter l'apport de plus de fertilisants et de pesticides, utilisés abondamment en agriculture. Les fertilisants favorisent l'eutrophisation, c'est-à-dire une croissance excessive des algues et des plantes hydrophiles qui surchargent alors le milieu aquatique.

Dans les cours d'eau de tête où l'énergie provient normalement de la décomposition des feuilles et des branches qui tombent à l'eau (cours d'eau hétérotrophe), il se produit un changement radical car en plus de cette augmentation des fertilisants et des minéraux dissouts et ruisselés, l'augmentation de la lumière favorise aussi la croissance des algues et des plantes hydrophiles; le cours d'eau ainsi affecté devient autotrophe c'est-à-dire qu'il produit de la matière organique végétale plutôt que de décomposer de la matière végétale d'origine terrestre.

Les pesticides ruisselés s'introduisent dans la chaîne alimentaire et contaminent les organismes vivants. La concentration des produits toxiques s'accroît à chaque niveau trophique. Aussi, les poissons les plus contaminés seront les prédateurs (brochets, dorés, omble de fontaine) recherchés par les pêcheurs sportifs.

#### 2.4 Milieu riverain

Les travaux d'aménagement de cours d'eau à des fins agricoles incluent généralement l'enlèvement des arbres et des arbustes sur les deux rives pour permettre le passage de la machinerie lourde et pour étendre les déblais de creusage. La végétation naturelle prendra des années à reconstituer un couvert arbustif et arborescent de qualité pour la faune. Toutefois, les travaux d'entretien, s'ils sont exécutés à un intervalle de 10 ou 15 ans et s'ils sont majeurs, perturberont à nouveau la végétation riveraine de sorte qu'en pratique, seul un couvert herbacé ne pourra s'établir.

Le milieu riverain, cet habitat faunique exceptionnel, est donc affecté par l'enlèvement des étages supérieurs de la végétation et la disparition de la faune qui y est associée pour des activités de reproduction, d'alimentation etc... L'abondance et la diversité des espèces animales est réduite, en particulier pour les oiseaux. De plus, les déplacements de la faune entre les lots boisés est réduite lorsque le cordon de végétation riveraine qui relie ces lots est rasé.

### 3. L'AMÉNAGEMENT POLYVALENT DE L'HABITAT DU POISSON ET DU MILIEU RIVERAIN

L'adoption de techniques d'aménagement qui maintiennent la valeur de l'habitat du poisson profitera aux utilisateurs de l'eau, aux utilisateurs de la faune mais aussi aux propriétaires riverains et en particulier aux producteurs agricoles car ces techniques chercheront à assurer une stabilité et une qualité du milieu en général.

Pour ce faire, trois types de mesures de conservation sont requises: des mesures préventives, des mesures conservatoires et des mesures compensatoires. Les premières consistent à limiter les répercussions plutôt que d'avoir à corriger des impacts regrettables. La limitation des interventions au minimum nécessaire et une éducation du public à la prudence dans l'utilisation du milieu (par exemple lors des travaux de culture) constituent des mesures préventives.

Les mesures conservatoires consistent à adopter des techniques d'intervention qui causent le moins de perturbation au milieu. Elles peuvent consister à choisir une machinerie plus versatile, à choisir lorsque requis des matériaux naturels (roche, billes de bois, végétation) plutôt que des matériaux artificiels, à faire de la stabilisation plutôt que de laisser le milieu à lui-même, à conserver une diversité dans la structure du milieu (végétation, profil en long, substrat, etc...), à maintenir la végétation existante, etc...

Les mesures compensatoires consistent à remplacer dans le milieu ce qu'on n'aura pas pu conserver. Par exemple, si le milieu convient au poisson mais qu'une intervention les a chassés par des impacts temporaires, on peut tenter de ré-planter une population et soutenir la pêche temporairement par des ensemencements. On pourra aussi recréer des conditions propices à la fraye là où on aura perturbé une frayère. On ensemencera et on plantera de la végétation sur les rives dénudées.

Si ces mesures de conservation peuvent augmenter dans certains cas le coût unitaire des travaux, on en verra l'avantage et la rentabilité par une réduction des longueurs remaniées, par une réduction de la fréquence et de l'importance des travaux d'entretien et par une réduction des nuisances causées par ces travaux. Les mesures de conservation conserveront la polyvalence d'utilisation des milieux en favorisant des aménagements éclairés sur les besoins de la faune. De plus, ils limiteront les besoins à la chaîne de corriger à l'aval les problèmes créés par des travaux en amont.

Si le gouvernement trouve avantage à contribuer à aménager les cours d'eau à des fins agricoles, il a aussi la responsabilité de la conservation de l'environnement et de la faune. Les deux objectifs ne pourront se réaliser conjointement et à moindre coût qu'en planifiant mieux les interventions et en prenant en considération simultanément les besoins des différents groupes d'intérêts. La conservation des habitats fauniques essentiels est une condition sine qua non au maintien de la faune.

#### 4. CONTRIBUTION

Le texte qui précède a été produit avec la collaboration de messieurs Louis Aubry, François Duchesneau, Clément Gauthier, Gilles Paquet, Grégoire Ouellet, Jacques Perron et Camille Pomerleau qui ont fourni des judicieux commentaires sur les versions préliminaires. Monsieur Yvon Côté a proposé de la documentation de base. Les figures sont le travail de madame Josette Jobin. L'édition a été sous la responsabilité de madame Jacinthe Bouchard. La dactylographie est l'oeuvre de madame Johanne Doiron.

LITTÉRATURE CONSULTÉE

- Arrignon, J., 1976. Aménagement écologique et piscicole des eaux douces Gauthier - Villars, Bayeux, 320 pages.
- Association des Biologistes du Québec, 1981. La faune du Québec: Liste des espèces à étudier en priorité, Comité pour la sauvegarde des espèces menacées au Québec, 11 pages.
- Bergeron, J.F. et J. Brousseau, 1982. Guide des poissons d'eau douce du Québec, Qué (Prov.), Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction générale de la faune, 240 pages.
- Binesse, M., 1983. Protection et amélioration des cours d'eau: objectif faune aquatique, Qué (Prov.), Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction générale de la faune, 153 pages.
- Clément, A.-M., 1985. Impact des travaux de canalisation sur la faune benthique des cours d'eau en milieu agricole, Qué. (Prov.), Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service des études écologiques, 78 pages.
- Cuinat, R., 1974. Les exigences des poissons dans nos eaux courantes, La Technique de l'Eau et de l'assainissement, No. 350; 13-31, Bruxelles.
- Heede, B.H., 1980. Stream dynamics: an overview for land managers, USDA Forest Service, General Technical Report RM-72, 26 pages.
1985. Channel adjustments to the removal of log steps: an experiment in a mountain stream, Environmental Management 9 (5): 427-432.
- Hydrotech Inc., 1978. Étude de factibilité: amélioration de l'exploitation de la pêche au saumon des rivières aux bacs scie, MacDonald, Aux Saumons, À l'Huile, Galiote, Dauphine, Qué. (Prov.), Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, Service de la faune, 40 pages.
- Hynes, H.B.N., 1961. The ecology of running waters, Univ. Toronto Press, 555 pages.

- Johnson, F., 1982. A one-man stream habitat improvement program, Pennsylvania Angler, Nov. 4 pages.
- Lagacé, M., L. Blais et D. Banville, 1983. Liste de la faune vertébrée du Québec, Qué. (Prov.), Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, 1er édition, 100 pages.
- Lavoie, J.G. et J. Talbot, 1983. Les habitats essentiels à la reproduction des poissons d'eau douce du Québec: proposition d'une classification, Qué. (Prov.), Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction générale de la faune, 31 pages.
- Lavoie, J.G., 1983. Les aspects environnementaux reliés au franchissement des barrages par l'ichtyfaune, Qué. (Prov.), Ministère Environnement, Direction générale amélioration, restauration du milieu aquatique, 220 pages.
- Legendre, P. and V. Legendre, 1984. Postglacial dispersal of freshwater fishes in the Québec peninsula, Can. J. Fish. Aquat. Sci. 41: 1781-1802.
- Ménard, M., 1983a. Recherche bibliographique sur des frayères en eau calme: description des habitats préférentiels, Qué. (Prov.), Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Archipel de Montréal, 28 pages.
- Ménard, M., 1983b. Recherche bibliographique sur les frayères en eau vive: description des habitats préférentiels, Qué. (Prov.), Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Archipel de Montréal, 21 pages.
- Pelletier, J., M. Lacasse et J.L. Ducharme, 1981. Aménagement et utilisation de la faune au Québec, Répertoire des données. Vol. 1. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Qué. (Prov.) 243 pages.
- Paquet, G., 1985. Guide d'amélioration et de restauration de l'habitat du poisson dans les petits cours d'eau, Qué. (Prov.), Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, 72 pages.
- Pfankuch, D.J., 1975. Stream reach inventory and channel stability evaluation, A watershed management procedure, U.S.D.A. Forest Service, Northern Region, 26 pages.

- Sarrazin, R., M. Cantin, A. Gagnon, C. Gauthier et G. Lefebvre, 1983. La protection des habitats fauniques au Québec, Qué. (Prov.), Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction générale de la faune, 256 pages (tome 1) et 175 pages (annexe B).
- Scott, W.B. et E.J. Crossman, 1974. Poissons d'eau douce du Canada, Bull. 184, Office recherche pêcheries du Canada Environnement Canada, 1026 pages.
- Swales, S., 1982. Environmental effects of river channel works used in land drainage improvement, J. Environmental Management 14: 103-126.
- Vandal, D. et J. Huot, 1985. Le milieu riverain sec, définition et importance comme habitat faunique, Qué. (Prov.), Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, 145 pages.
- Verniers, G., J.C. Micha, M. Dethioux, B. Jadot et J.P. Lebailly, 1985. Rives et rivières, des milieux fragiles à protéger. Fondation Roi Baudoïn, région Wallonne, 102 pages.
- White, R.J. and O.M. Brynildson, 1967. Guidelines for management of trout stream habitat in Wisconsin, dept, natural resources, div. Conservation, Madison, Wisconsin, Technical bull. no. 39, 65 pages.
- Winget, R.N. and C.S. Herrin, 1978. A systematic approach to management by objectives for U.S.F.S. stream fisheries, U.S. Forest service, Intermountain region contract MO P.O. 40-84M8-8-524, 20 pages.