

À la découverte de votre estuaire

Comprendre et explorer l'environnement
aquatique de l'estuaire du fleuve Fraser



© Droit d'auteur Environnement Canada, 1992

Certaines parties de ce livre peuvent être reproduites avec la permission d'Environnement Canada.

Publié et distribué par:

Environnement Canada
Région du Pacifique et du Yukon
1200, 73^e avenue ouest, suite 700
Vancouver, (C.-B.)
V6P 6H9

Ce document devrait être cité comme:

Kistritz, R.U. (Auteur), N. Johnston (Illustrateur) et
G. Moyle (Coordinatrice) 1992.

*À la découverte de votre estuaire: Comprendre et
explorer l'environnement aquatique de l'estuaire du
fleuve Fraser.* Environnement Canada, Conservation
et protection, Région du Pacifique et du Yukon.
120pp.

Données de catalogage avant publication (Canada)

Kistritz, Ron Udo, 1949 –

À la découverte de votre estuaire: Comprendre et explorer l'environnement aquatique de l'estuaire
du fleuve Fraser.

Les références bibliographiques incluses.

ISBN 0-662-86472-7

N° de catalogue En37-98/2001F

1. L'estuaire du fleuve Fraser (C.-B.). 2. L'écologie des estuaires – Colombie-Britannique- l'estuaire
du fleuve Fraser. I. Canada. Conservation et protection. II. Titre: Comprendre et explorer l'environnement
aquatique de l'estuaire du fleuve Fraser.

QH106.2.B7K57 1992 574.5'26865'0971133 C92-099694-9

Au sujet de la version électronique de ce document

La conversion de ce livre en fichier électronique (version .pdf) fait partie d'un effort de longue durée d'agents multiples pour rendre disponible des matériaux en ressources éducatifs populaires sur l'estuaire du fleuve Fraser et du détroit de Géorgie afin de les rendre plus accessible universellement par l'Internet. Ce document a été converti par Environnement Canada et Canards Illimités Canada, avec le financement de British Columbia Waterfowl Society, Vancouver Foundation et Habitat Conservation Trust Fund de la Colombie-Britannique.



HABITAT
CONSERVATION
TRUST FUND



BRITISH COLUMBIA
WATERFOWL SOCIETY



Environnement
Canada

Environnement
Canada



Canards Illimités Canada

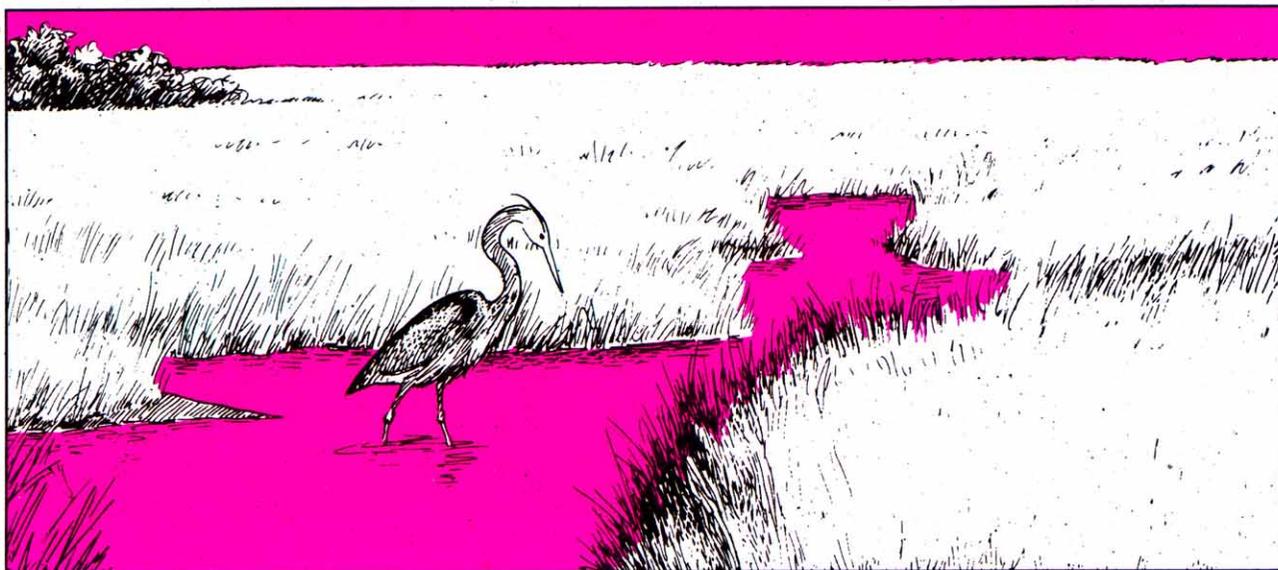
*Pour obtenir plus de renseignements au sujet
de ce document, veuillez contacter
Environnement Canada au 604-664-9100.*



VANCOUVER
FOUNDATION

*A Perpetual Legacy for
The People of British Columbia*

Août 2001.



À la découverte de votre estuaire

**COMPRENDRE ET EXPLORER
L'ENVIRONNEMENT AQUATIQUE DE
L'ESTUAIRE DU FLEUVE FRASER**

RON U. KISTRITZ

Auteur principal

GAIL MOYLE

Coordonatrice

NOLA JOHNSTON

Illustrateur



Canada



Environment
Canada
FRASER RIVER
ACTION PLAN

Environnement
Canada
PLAN D'ACTION
DU FRASER

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS.....	4
INTRODUCTION.....	5
1. QU'EST-CE QU'UN ESTUAIRE?	7
Les caractéristiques physiques d'un estuaire	8
L'écosystème de l'estuaire	10
Production primaire.....	10
Chaînes alimentaires et réseau	12
Étapes importantes du cycle biologique.	16
L'estuaire du fleuve Fraser.....	17
2. L'HABITAT AQUATIQUE	23
Qu'est-ce qu'un habitat?.....	24
Les types d'habitat	25
Les influences physiques agissant sur les habitats.....	26
Salinité.....	26
Les inondations	27
Comment préparer vos excursions	29
Choix de votre destination	29
Du plaisir avant l'excursion.....	32
Marais d'eau saumâtre et marais d'eau douce	35
Où est situé cet habitat?	35
Quelles sont les caractéristiques de ce type de marais	36
Quelques-unes des plantes dominantes	36
Lieu d'excursion : Sturgeon Bank.....	37
Ce qu'il faut observer	39
Marais salant et estran	42
Où est situé cet habitat?	42
Quelles sont les caractéristiques des marais salants.....	43
Quels animaux habitent les estrans	43
Pourquoi y retrouve-t-on tant d'espèces d'oiseaux?	44
Quelques-unes des plantes dominantes	47
Lieu d'excursion : Boundary Bay	47
Ce qu'il faut observer	48
La forêt de plaine inondable	54
Où est situé cet habitat?	54
Quelle est la différence entre un marécage et un marais	55

Quelle est la valeur écologique d'une forêt de plaine inondable?	55
Quelques-unes des plantes dominantes.....	57
Lieu d'excursion : Riverside Parks	59
Ce qu'il faut observer	60
Chenaux et faux chenaux	65
Où est situé cet habitat	65
Les chenaux	66
Quelles sont leurs caractéristiques physiques	66
Y a-t-il de la vie au fond du Fraser?	67
Les faux chenaux	69
Qu'est-ce qu'un faux chenal	69
Pourquoi les faux chenaux sont-ils si importants?	69
Lieu d'excursion : le parc Deas Island Park	71
Ce qu'il faut observer	72
3. LE PATRIMOINE HUMAIN	75
La longue occupation de l'estuaire par les Amérindiens	76
La colonisation par les Européens	80
L'utilisation présente de l'estuaire	84
4. LA POLLUTION AQUATIQUE.....	91
Qu'est-ce que la pollution aquatique	92
Les polluants inorganiques.....	93
Les polluants organiques	93
Les polluants biologiques	94
La bioaccumulation	95
5. FAIRE SA PART	101
Sensibilisation du public	102
Actions individuelles	103
Actions collectives	104
ANNEXES	
1. Réponses	109
2. Activités et lieux d'excursion	113
3. Contacts importants	114
VOCABULAIRE	115
SUGGESTIONS DE LECTURE	118

REMERCIEMENTS

L'auteur tient à remercier le service de la Conservation et de la Protection d'Environnement Canada (EC) pour son appui financier. La version préliminaire de ce livre a bénéficié de l'appui de la Direction de la qualité des eaux et de la Direction générale des eaux intérieures d'Environnement Canada. Ce projet a pu être mené à bien grâce au soutien du Plan d'action du Fraser dans le cadre du Plan vert du Canada, une entente entre EC et Pêches et Océans Canada ayant pour but la restauration de l'écosystème du fleuve Fraser.

Ce livre a aussi été rendu possible grâce aux efforts de Gail Moyle et de Leslie Churchland, d'EC, qui en ont supervisé toutes les étapes de développement et de production. Leur persévérance, en particulier lors des étapes les plus ardues, a été des plus appréciées.

C.J. (Kip) Anastasiou, de Pacific Educationnal Press, a largement contribué au concept général du livre et à la réalisation de la première ébauche. Brian Olding a préparé le chapitre 3 ainsi qu'une ébauche du chapitre 4. Leur contribution a été des plus appréciées.

L'encouragement et les suggestions de Vic Niemela, Christiane Côté et Karen Hurley ont également représenté une aide précieuse. Kathy Butts, de Carrot Communications, a effectué la révision finale du texte original.

Plusieurs conseillers techniques ont apporté une contribution notable à la deuxième ébauche du livre, notamment : C. Baldazzi, G. George, M. Sekela, L.G. Swain, T.M. Tuominen, O.E. Langer, T.G. Northcote, B. Jones, D. Walton, J. Dyck, T. Sullivan, S. Boyd, P. Ward, R. Butler, S. Samis, J. Evans, M. McPhee, C. Pharo, A. Ages, et R.C. Pearce.

INTRODUCTION

Ce livre vous emmènera dans un des endroits les plus diversifiés et les plus riches qui soit : l'estuaire, là où l'eau douce se jette dans la mer. C'est un endroit où un lien vital unit les plantes, les animaux et les humains.

Dans les pages qui suivent, vous découvrirez un monde fascinant aux formes de vie uniques, dont l'existence dans l'environnement boueux de l'estuaire vous était probablement inconnue. Vous ferez la connaissance d'un des plus grands estuaires de la planète : l'estuaire du fleuve Fraser.

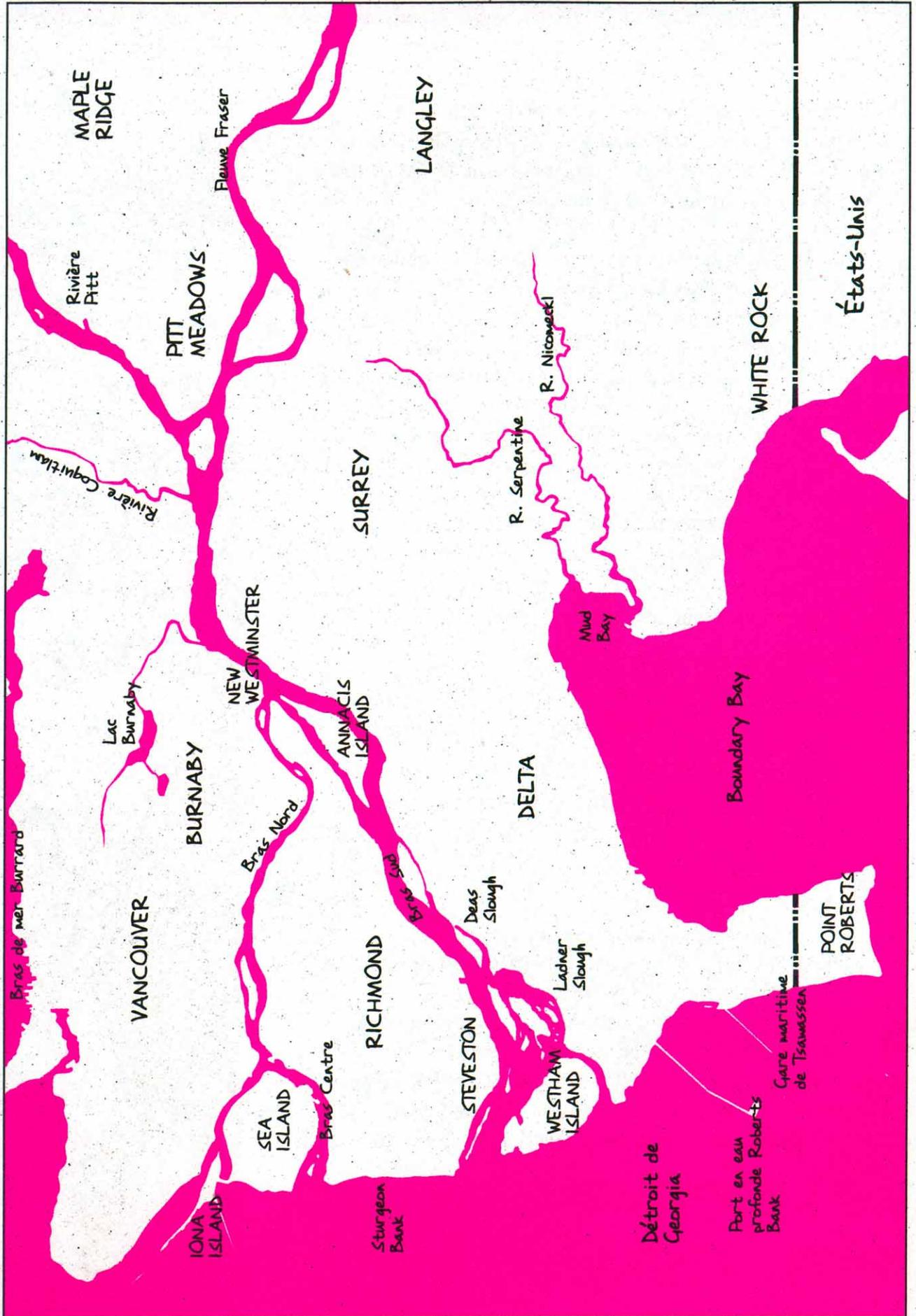
Ce livre s'adresse à toute personne ayant un intérêt pour l'estuaire. Il est écrit dans un langage suffisamment clair pour être compris et apprécié par les enfants; toutefois, l'information qu'il renferme s'adresse également aux adultes. Vous y trouverez :

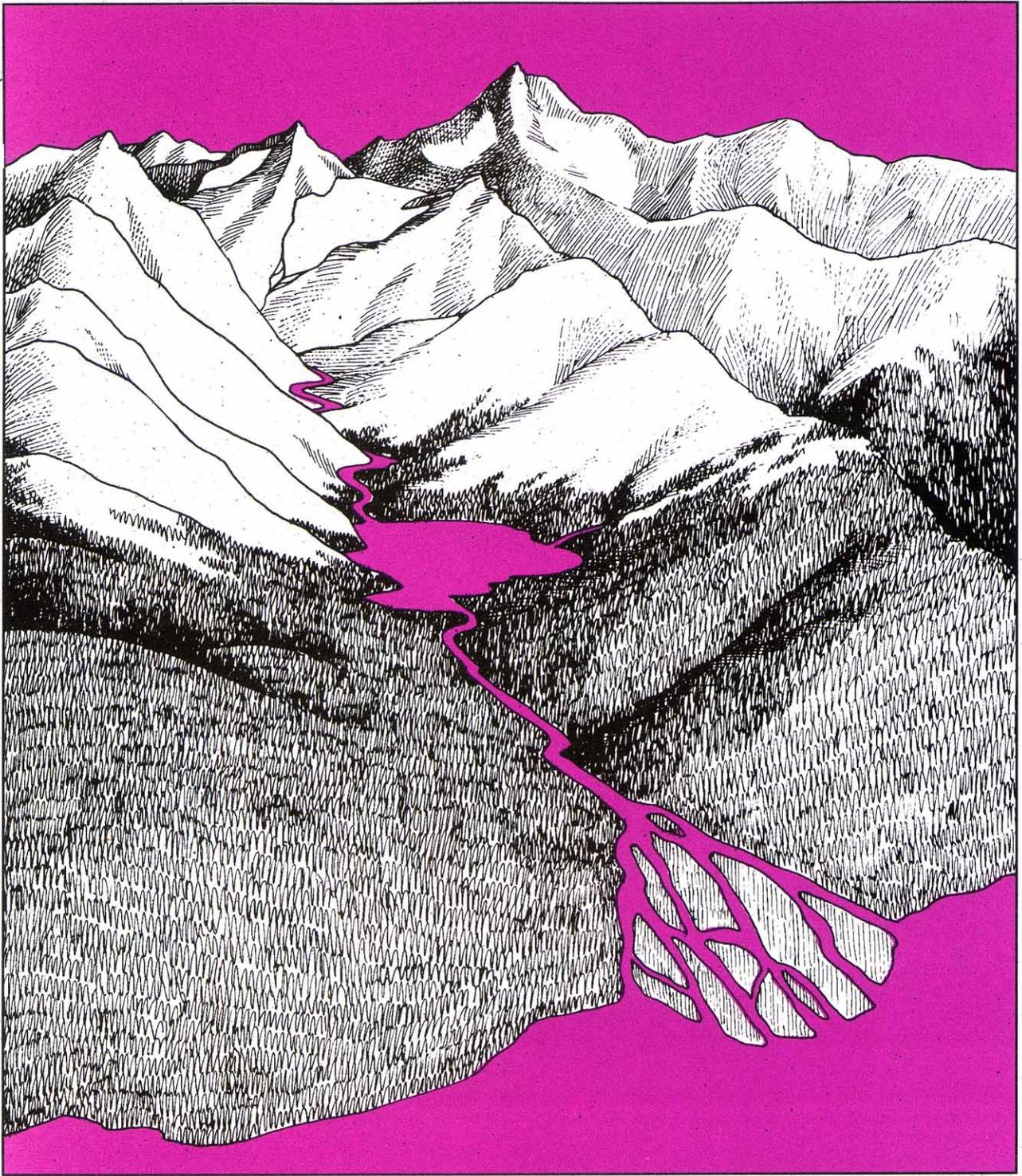
- De l'information sur l'écologie des estuaires
- Un aperçu de leur histoire et de leur culture
- Des suggestions pour des excursions
- Des activités stimulantes que tous peuvent apprécier
- Un grand nombre de dessins et d'illustrations
- Des conseils pour la protection et la préservation de l'estuaire
- Un guide intéressant pour la classe ou la maison

Il est important que chacun d'entre nous sache ce qui contribue à la santé d'un estuaire, si nous voulons protéger et préserver ce trésor naturel. De nombreux estuaires sont assaillis par le développement humain toujours croissant. Grâce aux renseignements contenus dans ce livre, les personnes et les groupes préoccupés par la santé de l'estuaire seront mieux informés lorsqu'il s'agira de prendre part aux choix et aux décisions difficiles concernant l'avenir de nos estuaires.



ESTUAIRE DU FLEUVE FRASER





1. QU'EST-CE QU'UN ESTUAIRE?

Un estuaire est un endroit spécial possédant certaines caractéristiques physiques et écologiques importantes. Ce livre traite surtout de l'estuaire du fleuve Fraser, qui est l'un des estuaires les plus grands et les plus importants de la côte de la Colombie-Britannique. Pour débiter, cependant, passons en revue certaines des principales caractéristiques physiques et écologiques des estuaires.

Caractéristiques physiques d'un estuaire

Débutons avec les caractéristiques qui font d'un estuaire un endroit unique et important. Les estuaires se trouvent dans des emplacements particuliers ayant un relief unique, où l'eau de mer se mêle à l'eau douce. Ce milieu physique donne vie à une riche et diverse collection de plantes et d'animaux - l'écosystème estuarien - qui sera décrit dans la section suivante.

Du point de vue géographique, un estuaire est l'endroit où une rivière (ou toute autre source d'eau douce) entre en contact avec la mer. Dans certains estuaires, des bancs de sable et de gravier, des battures et des îles constituent une zone appelée « delta ». Les deltas fertiles ont été le berceau de la civilisation durant des milliers d'années et, encore aujourd'hui, ce sont des endroits recherchés pour les possibilités d'utilisation et d'habitation qu'ils offrent. Comme le montre la figure 1-1, un estuaire présente habituellement une forme deltaïque (c'est-à-dire un triangle).

FIGURE 1-1

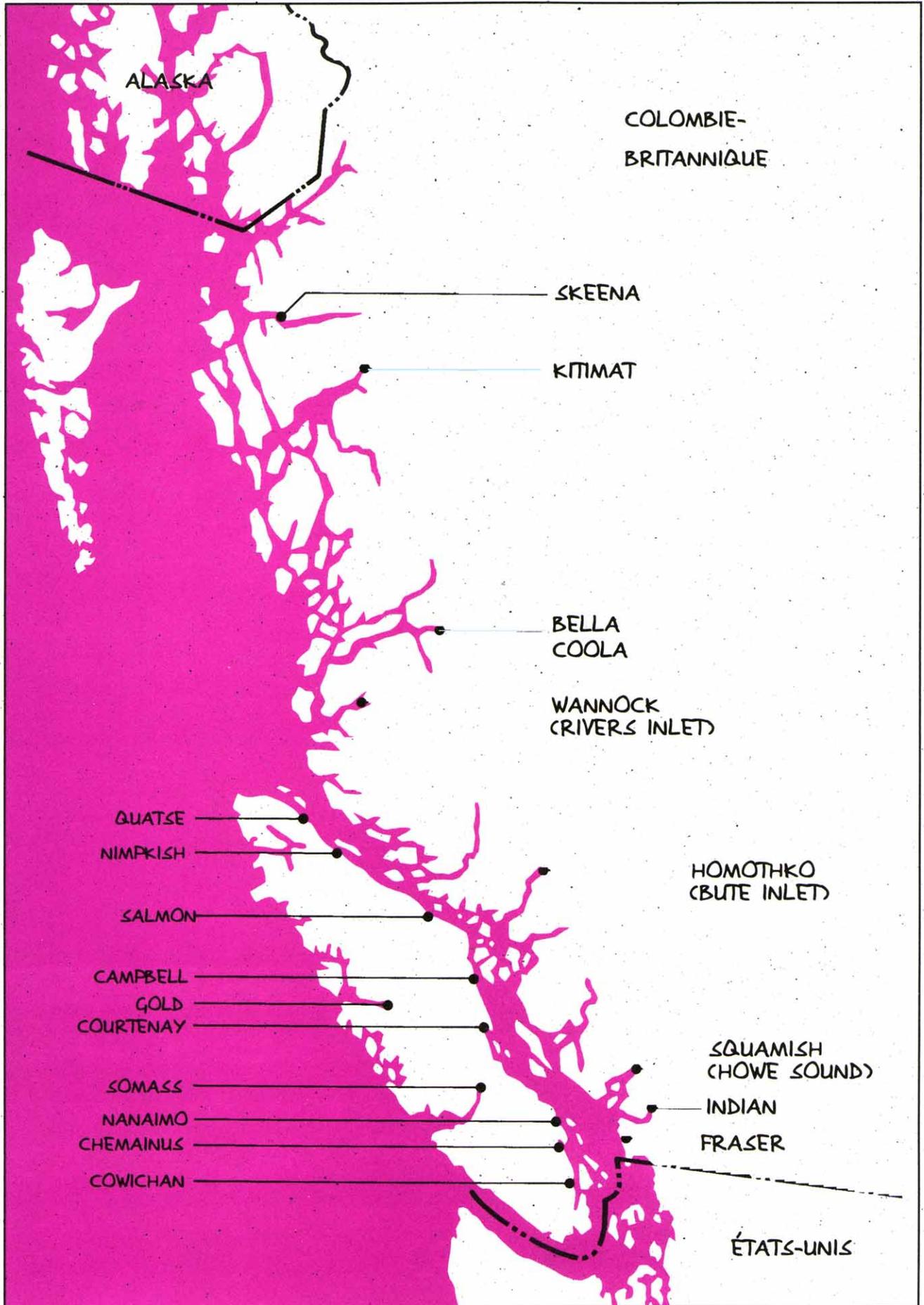


Par contre, les estuaires ne se limitent pas strictement à un delta, parce que chaque endroit où l'eau douce se mêle à l'eau salée est aussi considéré comme partie intégrante de l'estuaire. À titre d'exemple, les estuaires comprennent les nappes d'eau bordées de falaises, ou fjords, qui bordent la côte (figure 1-2), telles que Bute Inlet, Rivers Inlet et Howe Sound. Les principaux estuaires de la côte de la Colombie-Britannique sont présentés à la figure 1-3.

FIGURE 1-2

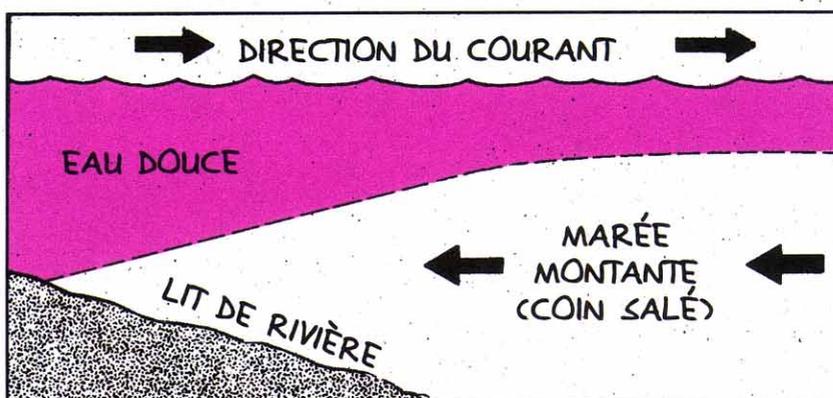


FIGURE 1-3 Principaux estuaires de la Colombie-Britannique



Cette rencontre de l'eau douce et de l'eau salée étant l'une des caractéristiques majeures et particulières de l'estuaire, elle mérite quelques explications. L'eau douce, étant plus légère (moins dense) que l'eau salée, coule au-dessus de l'eau salée, plus lourde (figure 1-4). Ainsi, dans les estuaires tels que celui du fleuve Fraser, où la quantité d'eau douce qui s'écoule est très importante, il se forme un coin salé. Il s'agit d'une couche de fond d'eau saline en forme de biseau qui remonte l'estuaire le long du lit du fleuve avec chaque marée. La séparation entre l'eau douce et l'eau salée (l'haloeline) peut se fractionner lors de la marée descendante (marée basse). De telles conditions de mélange créent des zones d'eau saumâtre ou à salinité diluée, une caractéristique physique commune aux estuaires.

Figure 1-4
Coin salé



Écosystème estuarien

Il existe certaines caractéristiques écologiques fondamentales communes à tous les estuaires et qui font de ceux-ci un des plus importants écosystèmes côtiers de la Colombie-Britannique.

Production primaire

Le terme « production primaire » est le processus biologique par lequel les plantes convertissent l'énergie du soleil, par photosynthèse, en nourriture utilisable par les animaux. Ces producteurs primaires constituent la source de nourriture de base pour la vie animale sur terre. Dans les estuaires, presque toute la production primaire est produite par les communautés vivant sur le fond : les marais et les battures où les plantes de marais, les algues vivant au fond de l'eau et la zostère marine poussent en abondance.

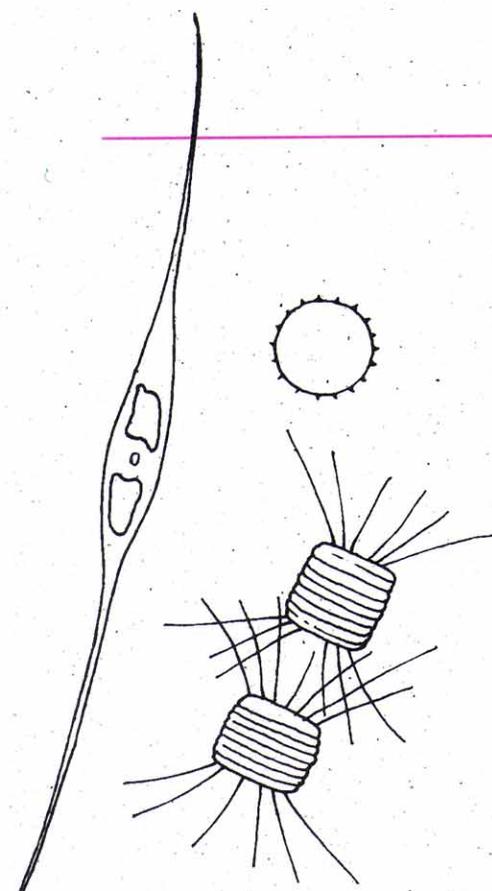
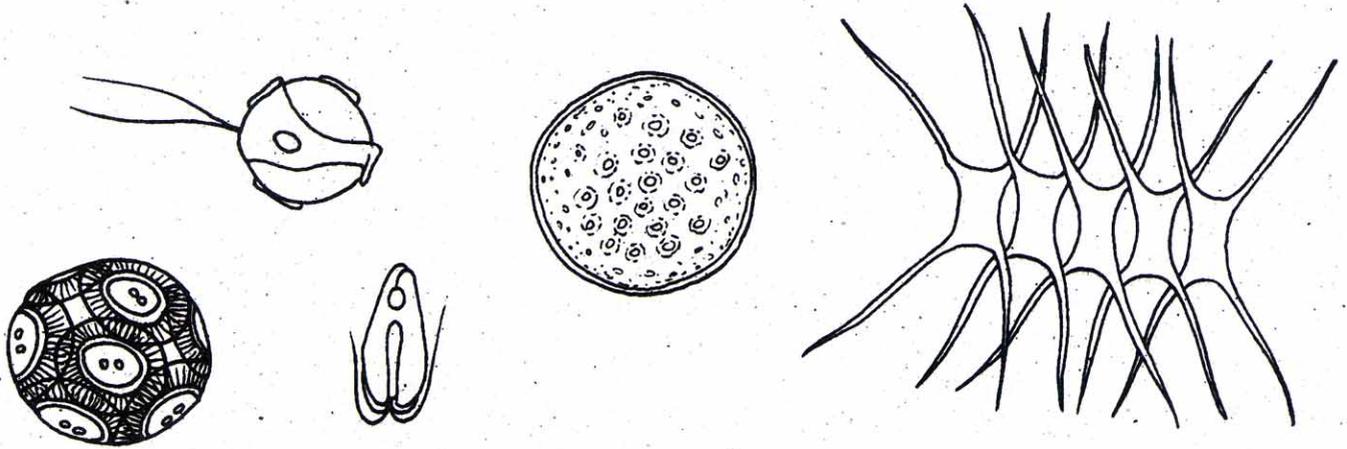


Figure 1-5
Phytoplancton marin

FIGURE 1-5 Phytoplancton marin



Dans les écosystèmes aquatiques, la production primaire s'effectue aussi par les algues microscopiques flottant sur la surface de l'eau éclairée par le soleil. Ces algues, nommées phytoplancton, forment la base de la chaîne alimentaire des eaux extracôtières (figure 1-5). Toutefois, l'eau des estuaires est habituellement trop boueuse pour permettre au phytoplancton de survivre.

La production végétale annuelle des marais estuariens côtiers est parmi les plus élevées qui soient. Les scientifiques mesurent la production annuelle de plantes à partir de la quantité totale de feuilles et de tiges produite annuellement dans une superficie donnée (mètres carrés ou hectare) de marais. Les estuaires, avec des taux de production annuelle variant entre 12,5 et 25 tonnes/ha, surpassent même les taux de production annuelle générés par les pratiques agricoles les plus intensives (figure 1-6).

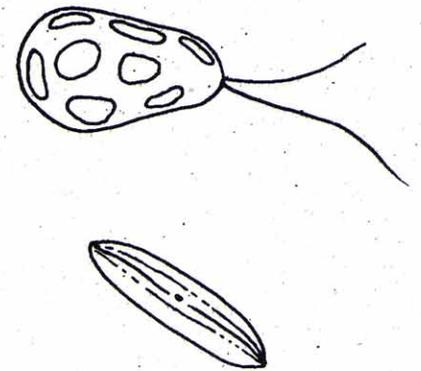
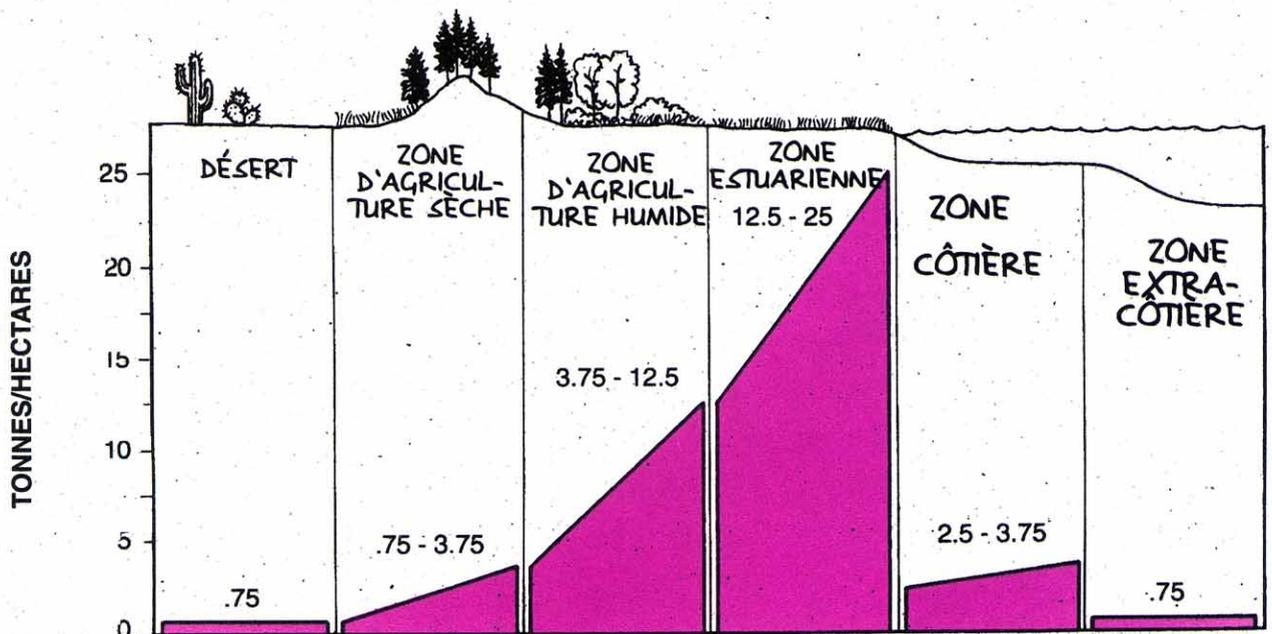


FIGURE 1-6

Production primaire de divers écosystèmes

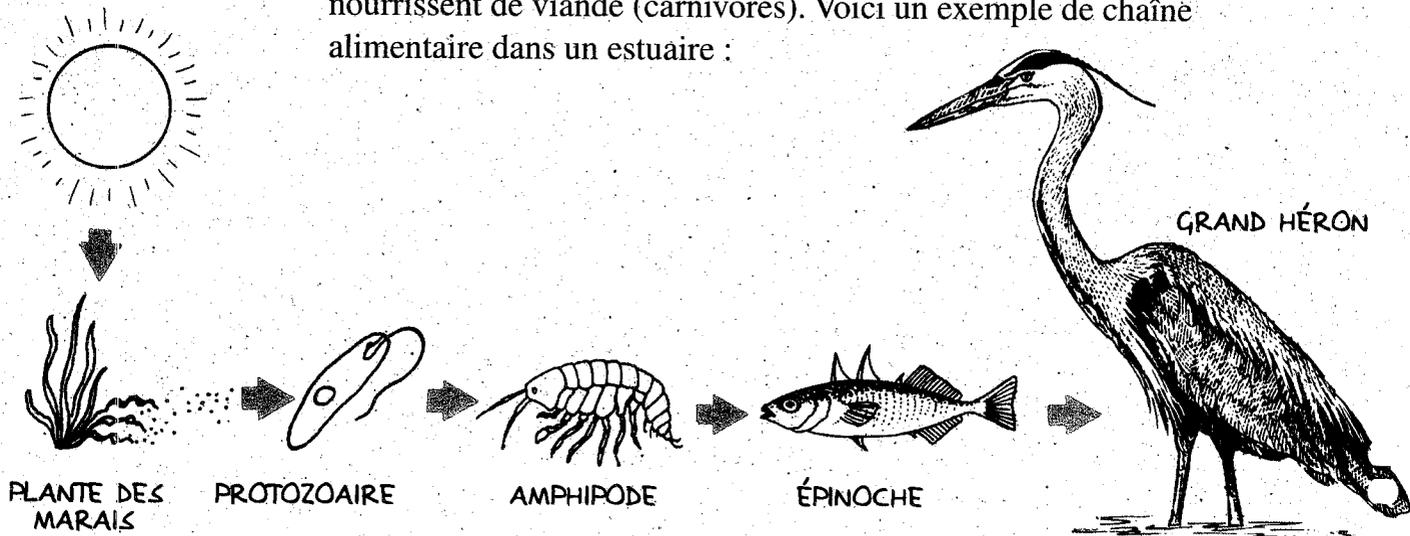


Chaînes alimentaires et réseaux alimentaires

Par chaîne alimentaire, on entend le transfert d'énergie qui s'opère à partir des plantes (la base de la chaîne alimentaire) par l'entremise d'une variété d'organismes, qui s'alimentent et servent à leur tour d'aliment, jusqu'au consommateur du maillon supérieur. Un maillon de la chaîne alimentaire peut être une espèce qui se nourrit de plantes (herbivore), et qui est à son tour mangée par des animaux qui se nourrissent de viande (carnivores). Voici un exemple de chaîne alimentaire dans un estuaire :

FIGURE 1-7

Réseau alimentaire estuarien



Dans la chaîne alimentaire ci-dessus, l'ordre de transfert énergétique entre chaque organisme est indiqué au moyen d'une flèche allant de la source de nourriture vers le consommateur. Les flèches représentent les liens d'interdépendance de la chaîne alimentaire. Les chaînes alimentaires sont caractérisées à partir des observations faites par des biologistes sur le terrain ou à partir de l'analyse en laboratoire du contenu stomacal des animaux.

On remarquera dans l'exemple ci-dessus que les amphipodes ne se nourrissent pas de plantes vivantes. Ceci constitue un aspect important de la chaîne alimentaire, puisque seuls quelques animaux de l'estuaire s'alimentent directement à partir de la quantité importante de matière végétale vivante produite à chaque saison. Les quelques herbivores qui habitent nos estuaires sont principalement des oiseaux aquatiques tels que l'oie blanche, qui se nourrit des parties souterraines des roseaux, la bernache noire, dont l'alimentation repose sur la zostère marine, et certaines espèces de canards de surface, qui se nourrissent des graines de plantes des marais.

Toute la matière végétale morte accumulée à la fin de chaque saison de croissance constitue une partie importante de la chaîne alimentaire : les débris organiques. Ces débris sont constitués de plantes mortes combinées à une riche variété de champignons, bactéries, protozoaires (comme dans l'exemple ci-dessous) microscopiques.

Les petits invertébrés comme les vers, les escargots et les crustacés (par exemple, les amphipodes) se développent grâce à cette matière organique. Ceux qui ont déjà examiné le compost de leur jardin, un tas de feuilles en décomposition ou un tronc d'arbre en décomposition se rappelleront de la présence de nombreux invertébrés dans ces habitats riches en débris organiques.

Les millions de petits invertébrés présents dans l'estuaire sont la proie des poissons, des oiseaux, et des amphibiens. Les petits poissons et les amphibiens sont à leur tour dévorés par les poissons, oiseaux et mammifères plus grands. Une grande partie de la chaîne alimentaire vit donc des riches débris organiques des marais, des faux chenaux peu profonds et des chenaux de marée.

ACTIVITÉ 1 :

LA CHAÎNE ALIMENTAIRE DE L'ESTUAIRE

1. Élaborer une chaîne alimentaire qui représente l'histoire suivante (adaptée de : *Discover Wetlands, A Curriculum Guide*, Washington Department of Ecology, 1988). Se rappeler qu'il s'agit de relier chaque maillon de la chaîne avec des flèches qui pointent de l'organisme qui sera mangé vers celui qui le mangera.

Une palourde (ou mye) qui a filtré des particules de débris organique de l'eau de l'estuaire est saisie par un goéland à ailes grises qui la jette du haut des airs sur une plage rocailleuse afin de l'ouvrir. La chair de la mye est ensuite donnée au poussin affamé du goéland. Peu après, un aigle à tête blanche en quête d'une proie capture et dévore le poussin. L'énergie alimentaire que la palourde a d'abord obtenue des débris organique est ainsi transférée au poussin et finalement à l'aigle.

2. Ajouter deux maillons supplémentaires à la base de la chaîne alimentaire pour illustrer comment s'est constituée la matière organique morte. Le troisième paragraphe de la section intitulée : **Chaînes alimentaires et réseaux alimentaires**, vous donnera un indice. Ne pas oublier la source d'énergie la plus importante : le soleil.

Réponse fournie à l'annexe 1, page 109.



En réalité, l'estuaire résulte de l'interaction de différentes chaînes alimentaires. Cette organisation de chaînes alimentaires interdépendantes est appelée « réseau alimentaire ». Pour mieux comprendre la signification du terme « chaîne alimentaire », faire l'activité suivante.

ACTIVITÉ 2 :

RÉSEAU ALIMENTAIRE DE L'ESTUAIRE

Compléter la chaîne alimentaire simplifiée de l'habitat marécageux estuarien montrée à la figure 1-8, en utilisant les mots ci-dessous afin de remplir les bons cercles numérotés (adapté de : *Discover Wetlands, A Curriculaum Guide, Washington Department of Ecology, 1988*). Pour vous aider, lisez la liste d'indices ci-après. Pour montrer dans quel sens s'opère le transfert d'énergie, les flèches pointent de la source de nourriture vers l'organisme qui la consommera. Les réponses du diagramme du réseau alimentaire sont fournies à l'annexe 1, page 109.

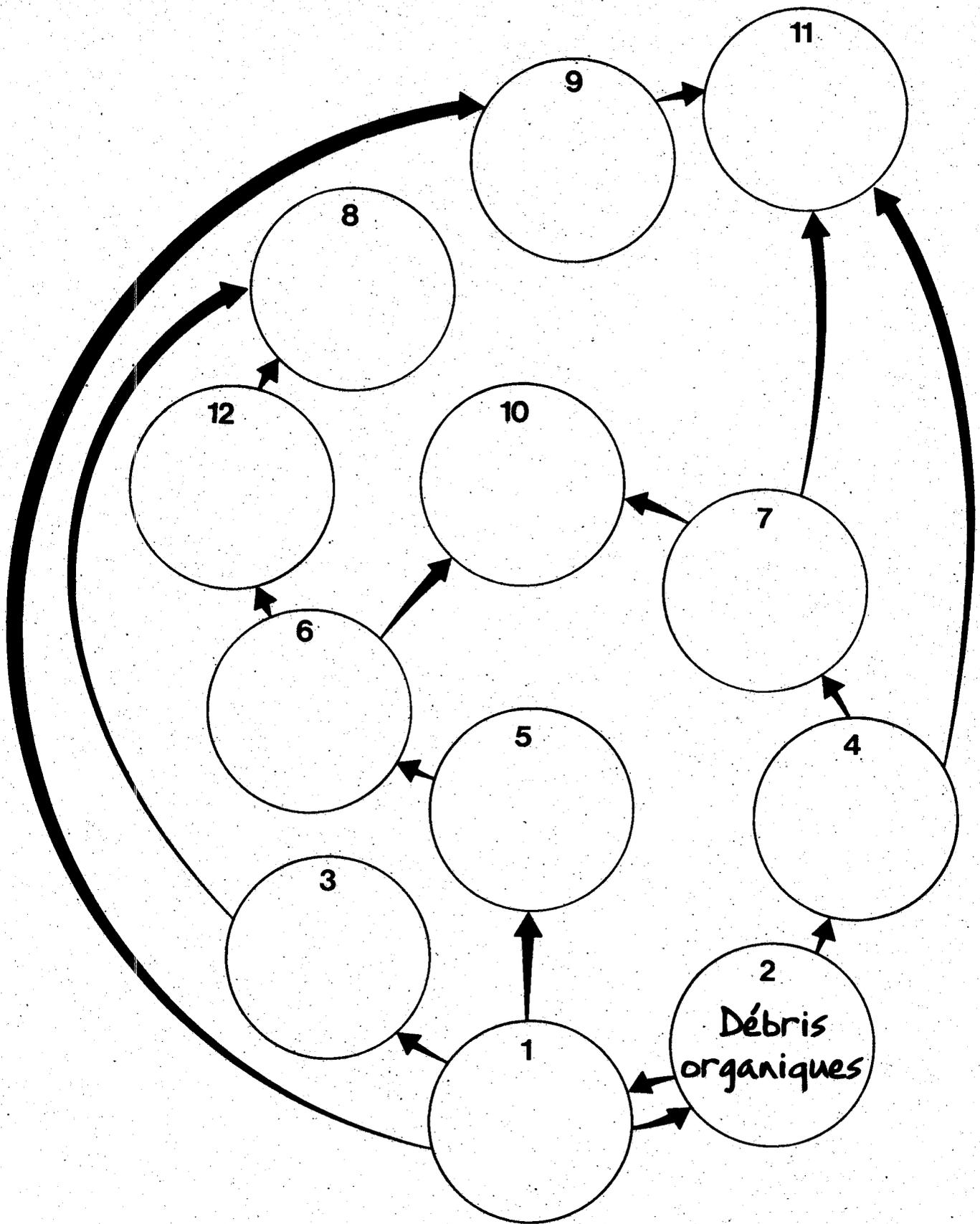
MOTS À PLACER DANS LES CERCLES :

Palourde	Héron	Éphémère commune	Hiboux
Humains	Plantes	Serpent	Grenouilles
Plie	Débris organiques	Campagnol	Castor

INDICES POUR LES CERCLES NUMÉROTÉS :

1. Ces organismes utilisent l'énergie du soleil pour fabriquer de la nourriture.
2. Matière végétale morte enrichie de bactéries et de champignons. Elle restitue au marais les nutriments végétaux.
3. Ce petit rongeur mange surtout des plantes et parfois des insectes.
4. Ces animaux bivalves, qui vivent dans la boue et le sable, filtrent de petites particules de matière organique.
5. La larve de cet insecte volant se nourrit de matière organique.
6. Cet amphibien se nourrit de toutes sortes d'invertébrés mobiles.
7. Ces animaux plats vivent sous l'eau et se nourrissent de petits invertébrés des fonds marins.
8. Cet animal chasse la nuit en quête de serpents et de campagnols.
9. Ce petit mammifère était autrefois chassé pour sa fourrure; il se nourrit surtout de végétaux.
10. On peut voir cet animal aux pattes élancées se tenir patiemment immobile dans l'eau peu profonde dans l'attente d'un poisson ou d'une grenouille à happer.
11. Si elle le désire, cette créature peut trouver et manger presque n'importe quoi dans l'estuaire. Aucun organisme de l'estuaire ne peut la tuer et la dévorer.
12. Ce reptile se déplace en ondulant à la recherche de grenouilles.

FIGURE 1-8 Réseau alimentaire estuarien





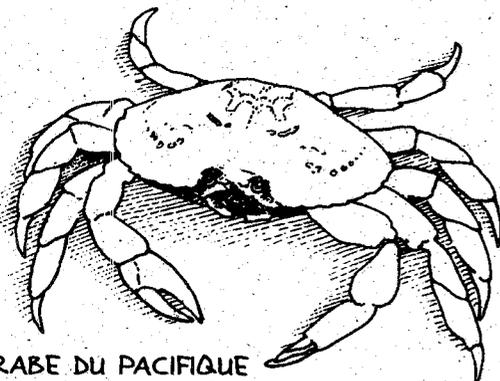
Étapes importantes du cycle biologique

L'estuaire joue un rôle essentiel dans le cycle biologique de plusieurs espèces d'animaux et de poissons. À titre d'exemple, nos estuaires fournissent d'importantes zones de croissance et d'alimentation aux saumoneaux kéta et quinnat. Les eaux saumâtres de l'estuaire permettent aux saumoneaux de s'adapter graduellement à l'eau salée avant de gagner l'océan.

Dans les grandes estuaires en particulier, comme ceux du fleuve Fraser et de la rivière Skeena, les saumoneaux passent plusieurs semaines à se nourrir dans les faux chenaux et dans les chenaux de marée lors de leur migration printanière vers l'océan. Cette période d'alimentation et de croissance représente une étape importante du cycle biologique des saumoneaux. D'autres espèces de poissons comme le lançon et la plie étoilée fraient dans l'estuaire et passent le début de leur vie dans ses eaux dormantes.

Le crabe dormeur se déplace dans les zones infratidales de l'estuaire pour s'enfouir dans les endroits où le fond est mou, cherchant une protection contre les prédateurs lorsque sa carapace est molle (époques de la mue et de l'accouplement). Les jeunes crabes dormeurs utilisent la protection et la nourriture que leur fournit l'estuaire pour compléter leur développement avant de s'éloigner des côtes, une fois devenus adultes.

Tous nos estuaires côtiers fournissent une zone de repos et d'habitation aux oiseaux aquatiques qui migrent des aires de reproduction du nord, le long de la voie migratoire du Pacifique, vers les zones d'hivernage du sud. Sans ces zones de repos et d'alimentation importantes fournies par les estuaires, certaines espèces d'oiseaux migrateurs seraient probablement vouées à la disparition.



CRABE DU PACIFIQUE

L'estuaire du fleuve Fraser

L'estuaire du fleuve Fraser est l'un des plus grands, des plus intéressants et peut-être même des plus importants estuaires de la Colombie-Britannique. Nous débuterons notre introduction sur l'estuaire du Fraser en décrivant certaines de ses caractéristiques hydrologiques. Le chapitre 2 décrira les habitats aquatiques de l'estuaire et l'abondance de sa végétation et de sa faune.



À l'endroit où le fleuve Fraser quitte les montagnes à Hope, il a drainé plus de 200 000 kilomètres carrés de terrain au relief extrêmement varié (figure 1-9). À cet endroit, le fleuve est riche en sédiments charriés tout au long de son parcours à travers le sud et le centre de la Colombie-Britannique.

Lorsque le fleuve parvient aux basses terres de la vallée du Fraser, sa vitesse est diminuée par le nivellement du lit fluvial. Conséquemment, de grandes quantités de sédiments en suspension se déposent pour former des bancs de gravier et de sable, des îles, des faux chenaux et des battures. Plus les sédiments sont fins et légers, plus ils seront transportés loin dans l'estuaire, pour éventuellement se déposer à Sturgeon Banks et à Roberts Banks.

Lors de la fonte des neiges au printemps et au début de l'été, le fleuve Fraser se gonfle, ce qui repousse les marées d'eau salée dans la zone aval du delta. Durant cette période de crue en mai, juin, ou juillet, le débit du fleuve à Hope varie entre 10 000 et 15 000 mètres cubes par seconde, ce qui représente 50 000 à 75 000 baignoires remplies d'eau à la seconde. Durant l'hiver, lorsque le débit du fleuve est à son plus bas, la marée ne subit pas une action de refoulement aussi importante, ce qui permet à l'eau salée de se rendre dans les terres aussi loin qu'à New-Westminster. Le débit normal en hiver est d'environ 700 mètres cubes à la seconde.

L'eau douce pénètre loin dans le détroit de Géorgia et on la distingue clairement à partir d'un avion ou d'un satellite dans l'espace. Elle forme un "panache" de coloration claire qui contraste avec l'eau de mer, plus sombre du détroit. Ceci est dû au fait que l'eau douce chargée de sédiments réfléchit plus de lumière que l'eau de mer, plus translucide. Ce panache traverse le détroit de Géorgia, jusqu'aux Îles du Golfe (figure 1-10).

FIGURE 1-9 Bassin hydrographique du fleuve Fraser

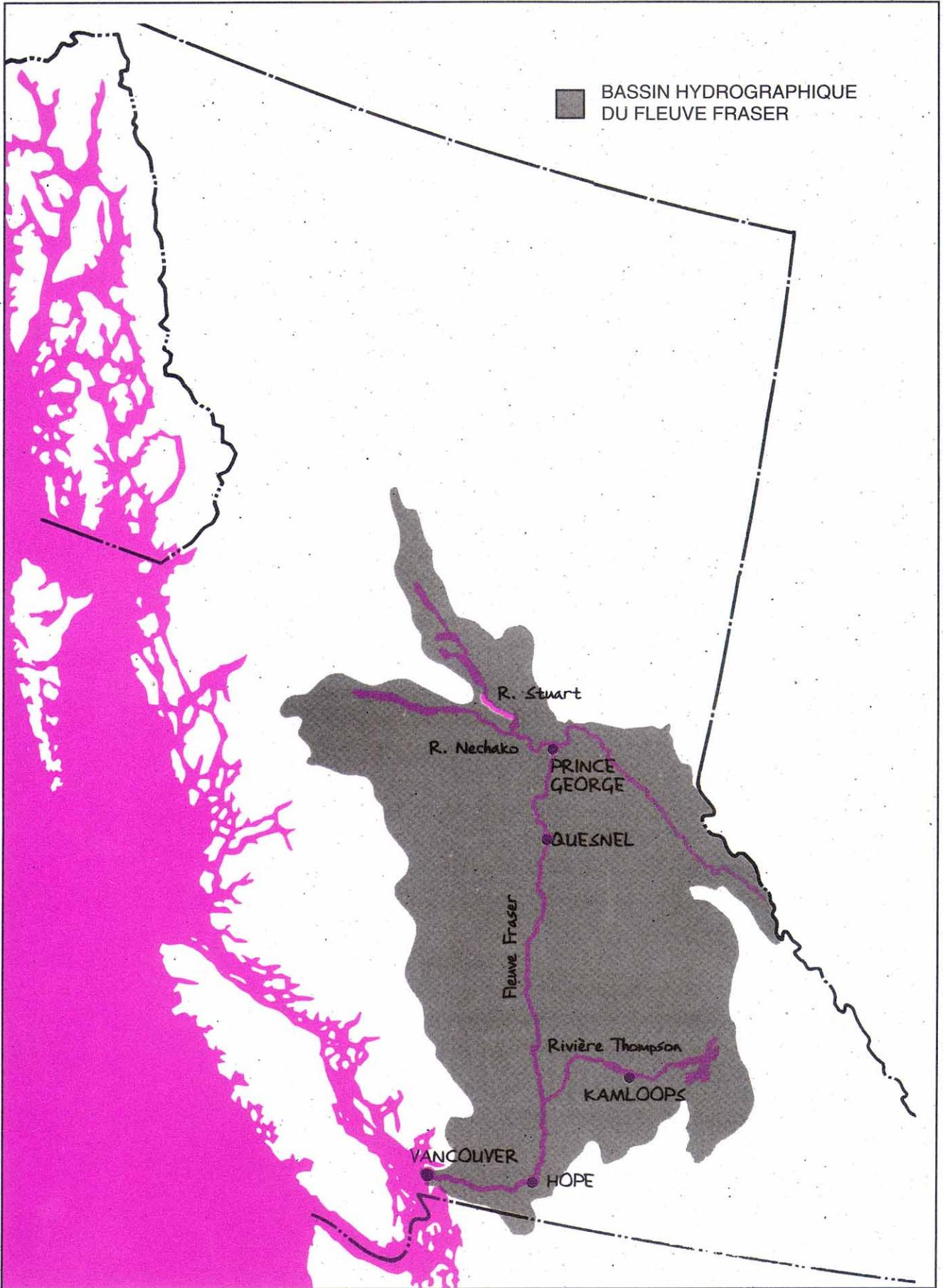


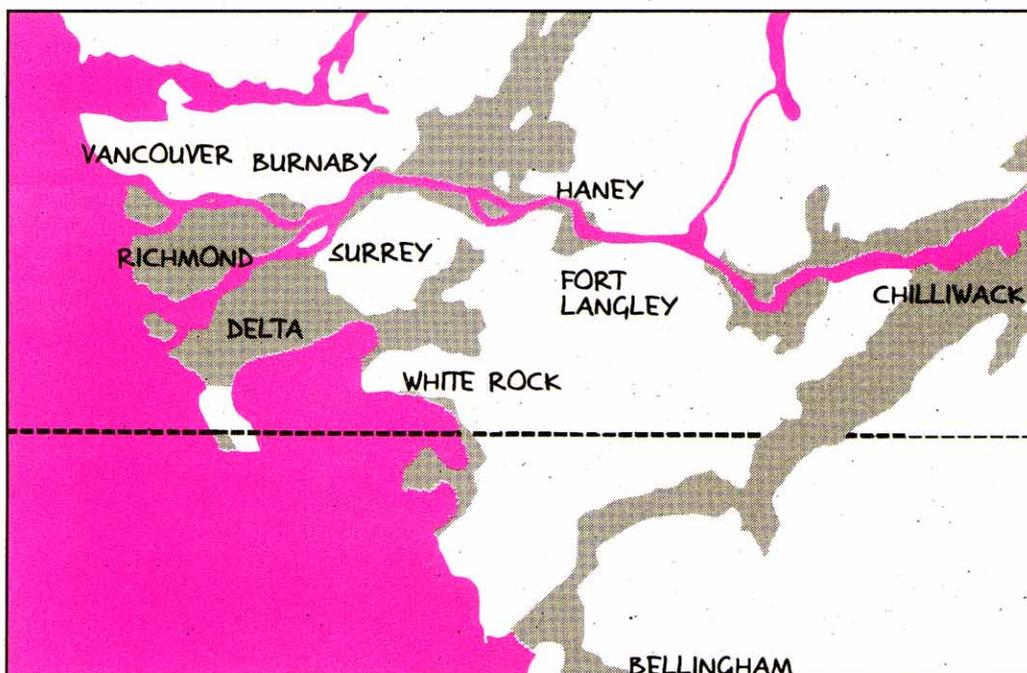
Figure 1-10
Panache du fleuve Fraser



Les caractéristiques hydrologiques actuelles de l'estuaire du Fraser sont le résultat de l'accumulation de sédiments sur plusieurs milliers d'années. Le delta du fleuve Fraser s'est développé au rythme de 13 millions de mètres cubes annuellement, ce qui donne actuellement des dépôts de sédiments d'une profondeur allant de 100 à 230 mètres.

La partie terrestre et intertidale de l'estuaire comprend le delta formé des sédiments charriés par le fleuve depuis la dernière période glaciaire. Comme le montrent la figure 1-11 et la carte de la page 6, cette zone comprend la région de South Delta, Ladner, Tsawwassen, Richmond, y compris Sea Island, de même que les petites îles du fleuve en aval de New-Westminster. La limite extérieure du delta comprend Sturgeon Banks, Roberts Banks et Boundary Bay.

Figure 1-11
Morphologie actuelle du Delta



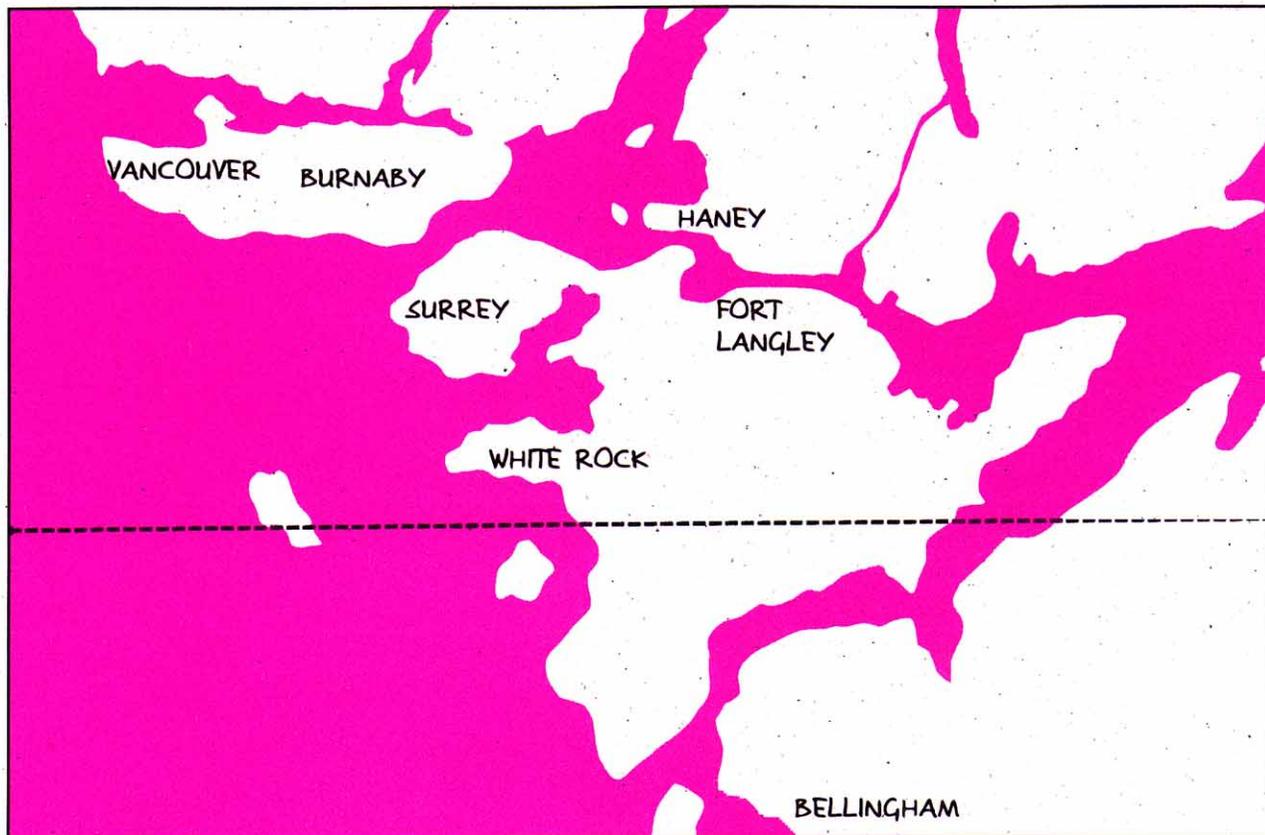


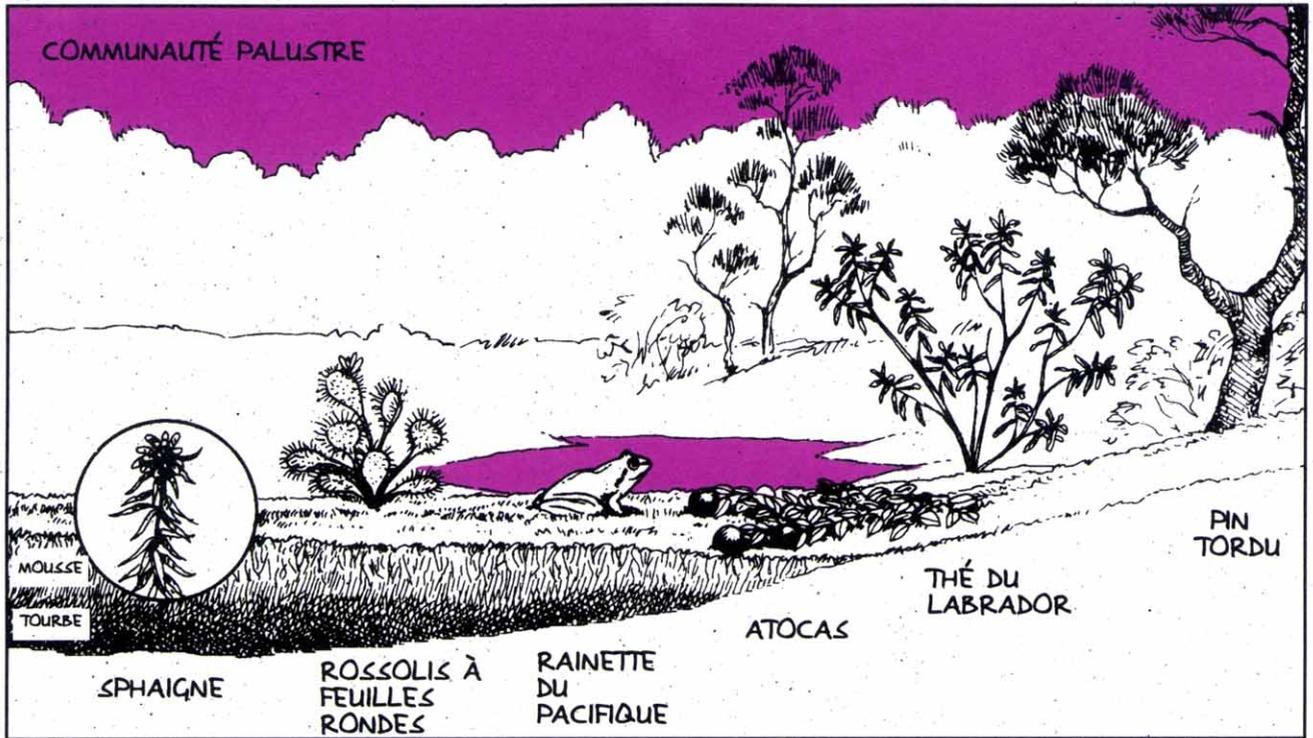
Figure 1-12
Morphologie du delta il y a
11 000 ans

Les zones terrestres de l'estuaire du fleuve Fraser étaient fort différentes du point de vue morphologique peu après la dernière période glaciaire, il y a environ 10 000 ans (figure 1-12). À cette époque, l'estuaire allait de Pitt Lake jusqu'à Bellingham Bay et, à l'Est, jusque dans les basses terres du Fraser, une zone recouverte d'eau et qui autrefois était couverte de glace. Il y avait un passage d'eau entre Chilliwack et Bellingham Bay, et probablement un autre venant de New-Westminster.

AUTRES FAITS ET CHIFFRES

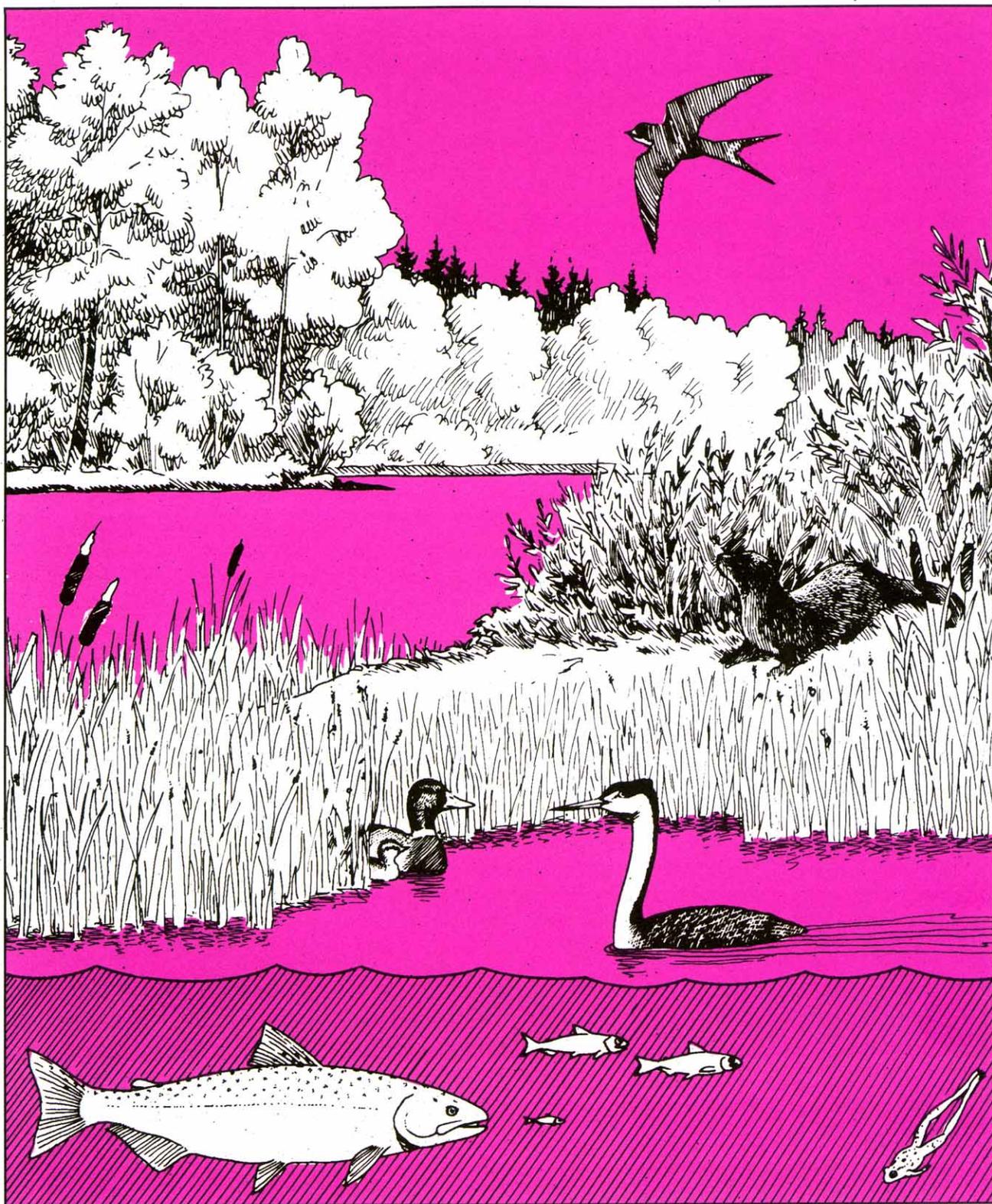
L'évolution d'un marais estuarien

Au cours de milliers d'années, de vastes étendues de marais offrant un milieu propice à la croissance des graminés et du foin plat se sont formées, en plus des bancs de sable et de gravier, des battures et du delta. Ces marais ont produit de grandes quantités de matière organique qui ont contribué, avec le limon, à élever les terres du delta. Par la suite, des arbustes tels que les saules, le myrique beaumier et la spirée tomenteuse se sont mis à croître.



Dans certains endroits de l'estuaire où l'irrigation est insuffisante, l'accumulation de matière organique a formé d'importantes tourbières. Ces endroits, qui n'étaient pas atteints par les crues du fleuve, n'ont pas été arrosés annuellement par les eaux de crue riches en substances nutritives. Toutefois, les fortes précipitations hivernales ont maintenu ces milieux saturés d'eau. En peu de temps, ces milieux humides, pauvres en substances nutritives, se sont transformés en tourbières. Burns Bog et Surrey Bend sont deux endroits où l'on trouve encore des tourbières. La présence d'importantes tourbières est l'une des caractéristiques propres à l'estuaire du fleuve Fraser.

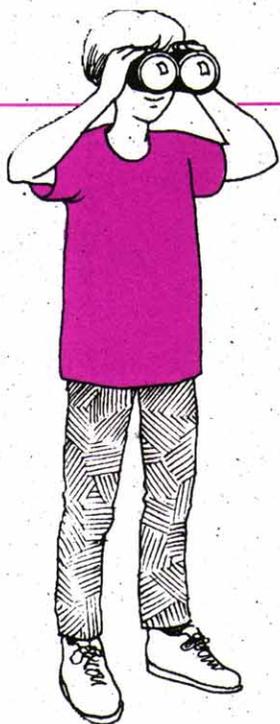
Figure 1-13
Communauté du marécage



2. L'HABITAT AQUATIQUE

Nous savons que des estuaires comme celui du Fraser supportent un ensemble riche et varié d'habitats. Que voulons nous dire exactement lorsque nous utilisons le mot « habitat »?

Qu'est-ce qu'un habitat?



L'habitat d'un organisme peut se définir simplement comme étant l'endroit, ou « le domicile », où cet organisme vit ou est supposé vivre. Ainsi, pour observer un oiseau comme le bécasseau, nous devons visiter un estran de l'estuaire.

Parmi les caractéristiques physiques d'un estran, on retrouve la texture sédimentaire, la salinité de l'eau et la lumière. Les parties vivantes de l'habitat sont constituées par les nombreux organismes qui le composent, des bactéries aux joncs, sans oublier les oiseaux. Les habitats fournissent ainsi tout ce dont les plantes et les animaux ont besoin pour vivre et se reproduire : nourriture, site de nidification, protection pour leur progéniture, et sites pour le repos et la protection des adultes.

Il y a habituellement assez de diversité dans un habitat pour permettre à plusieurs espèces différentes, et même à une communauté entière de plantes et d'animaux, d'y subsister. Les petits habitats locaux portent le nom de «micro-habitats».

Les habitats subissent des modifications avec le temps. Les plantes et les animaux modifient leur environnement physique, puis font place graduellement à de nouvelles plantes et à de nouveaux animaux. À titre d'exemple, les nouveaux arbres modifient un habitat en ombrageant les plantes qui nécessitent beaucoup de lumière.

Ce processus de changement naturel au sein d'un habitat est appelé « succession ». Une fois que l'habitat a effectué tous les changements possibles, il devient un habitat mature ou climacique. Une fois ce stade final de succession atteint, l'habitat peut continuer d'exister pour des centaines, voire des milliers d'années, pourvu, bien sûr, qu'il ne soit pas altéré ou détruit par les humains. Par la suite, un habitat climacique sera modifié par les forces naturelles comme le feu, les crues importantes et les sécheresses.

Les types d'habitat

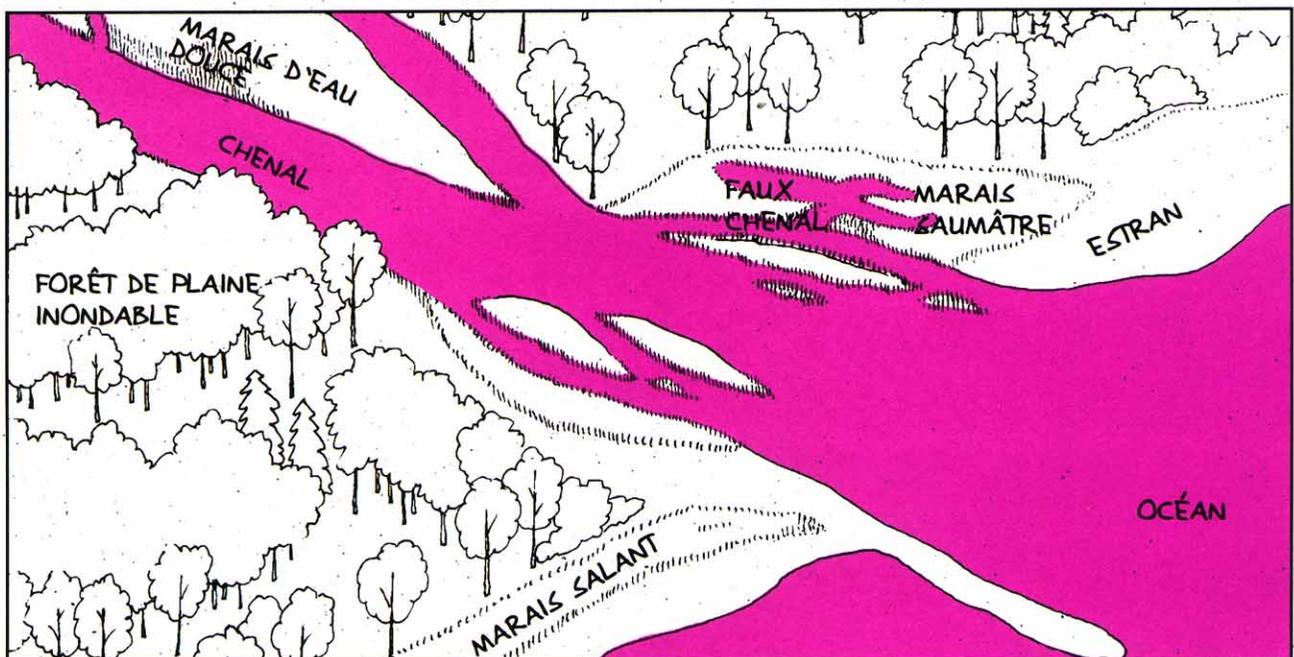
On classe généralement les habitats selon le type de végétation qui croît dans un endroit. Les animaux ne servent pas à classer les habitats car les oiseaux, les poissons et les autres animaux se déplacent d'un endroit à l'autre et sont souvent difficiles à voir et à observer.

Dans cette section, nous décrivons quatre types d'habitats que l'on retrouve communément dans l'estuaire du fleuve Fraser. Nous vous donnerons aussi leur emplacement ainsi que des activités extérieures que l'on peut y pratiquer. Ces quatre habitats sont :

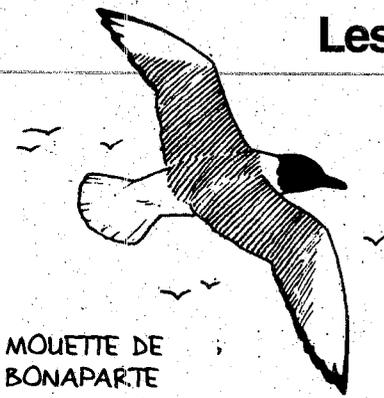
- Le marais saumâtre et le marais d'eau douce
- Le marais salant et l'estran
- La forêt de plaine inondable
- Les chenaux et les faux chenaux

Les trois premiers types d'habitats se reconnaissent facilement sur le terrain grâce à leur communauté végétale distincte. Toutefois, il est plus difficile de déterminer les facteurs environnementaux qui créent les conditions idéales à la croissance et à la propagation de certaines espèces de plantes. Ces facteurs environnementaux peuvent être d'ordre physique (lumière, température) ou chimique (substances nutritives, salinité). La relation entre les plantes et les facteurs environnementaux est l'un des aspects les plus importants de l'écologie de l'habitat estuarien.

FIGURE 2-1
Principaux habitats de l'estuaire



Les influences physiques agissant sur les habitats



MOUETTE DE
BONAPARTE

Malgré l'influence de plusieurs facteurs environnementaux différents sur la croissance et la distribution des plantes dans l'estuaire, nous discuterons seulement des deux facteurs les plus importants : la salinité et les crues.

Salinité

Deux des types d'habitat mentionnés ci-dessus (marais saumâtre et marais d'eau douce, et marais salant) se distinguent par leur salinité. Les plantes sont très sensibles au degré de salinité, c'est-à-dire à la quantité de sel présente dans leur environnement. Le sel peut empêcher certaines plantes de se nourrir et de maintenir un niveau d'eau équilibré dans leurs tissus.

Seules certaines espèces de plantes peuvent tolérer des taux de sel élevés. Ces plantes, dites « halophiles » sont présentes dans les marais salants. Plusieurs plantes des marais salants évacuent le sel qu'elles absorbent en l'excrétant par des pores spéciaux à la surface des feuilles.

Au chapitre 1, nous avons défini l'estuaire comme un endroit où l'eau douce d'une rivière se mêle à l'eau salée de l'océan. Le mélange d'eau douce et d'eau salée crée un milieu appelé « eau saumâtre », qui contient du sel, quoique dans une proportion inférieure à celle de l'eau de mer. Les plantes adaptées à ce milieu saumâtre se retrouvent dans les marais saumâtres.

Les plantes qui poussent dans l'eau douce ne tolèrent habituellement pas la moindre quantité de sel. Les plantes des marais d'eau douce se retrouvent dans les zones de l'estuaire où l'eau de mer ne se rend pas.

Le degré de la salinité est un facteur environnemental très important car il détermine la distribution géographique des différents types de marais estuariens. Les marais salants sont situés le plus loin possible de la zone d'eau douce, dans des endroits où il n'y a que de l'eau de mer. Les marais saumâtres se trouvent près de l'embouchure de l'estuaire où l'eau douce et l'eau de mer se rejoignent. Quant aux marais d'eau douce, ils ne se trouvent que dans la partie supérieure de l'estuaire, là où l'eau de mer n'a pas accès.

Les inondations

Les plantes sont très sensibles aux inondations. Plus une zone est inondée longtemps et profondément, plus d'oxygène se raréfie dans le sol. Les racines des plantes ont besoin d'oxygène pour croître et survivre. Pour contrer les effets du manque d'oxygène dans les sols inondés, certaines espèces sont dotées de cellules capables d'emmagasiner l'oxygène et peuvent transporter l'oxygène de leurs feuilles et de leurs tiges jusqu'à leurs racines. Toutefois, lorsque l'inondation est trop profonde ou dure trop longtemps, la plupart des plantes à racines meurent.

Le degré d'inondation dépend de la hauteur du terrain où se situe la plante. Dans les endroits élevés de l'embouchure du delta, près des digues de l'estuaire, les plantes ne subissent qu'une inondation relativement brève, et éventuellement au seul moment des marées les plus hautes. Près de la tête du delta, vers la zone intertidale, les inondations tidales sont plus longues et plus profondes.

La tête du delta paraît parfaitement plate vue des digues. C'est parce que l'inclinaison du terrain est très faible. Néanmoins, une pente de cinq ou dix centimètres peut influencer sur le type de plante qui peut y pousser. Les marais intertidaux abritent différents types de plantes, car la croissance et la distribution de ces dernières sont très sensibles aux variations, même minimes, du niveau du sol et des inondations.

ACTIVITÉ 3 : HAUTEURS CRITIQUES DES MARÉES

Les marées constituent une caractéristique importante de l'estuaire. Le but de cette activité est de vous permettre de vous familiariser avec les marées et d'apprendre à interpréter une table des marées. La figure 2-2 s'inspire de données provenant de recherches sur l'écologie des marais de l'estuaire du fleuve Fraser. Elle présente une vue de profil d'un marais intertidal montrant l'amplitude des marées entre une digue et une baffure.

Procédure :

1. Placez une règle le long de l'axe horizontal de la figure 2-2. En tenant la règle à l'horizontale, déplacez-la vers le haut et lisez les chiffres sur l'échelle verticale appelée « Hauteur des marées - Niveau de référence de Point Atkinson ».



2. Noter la hauteur des marées aux endroits suivants du marais :

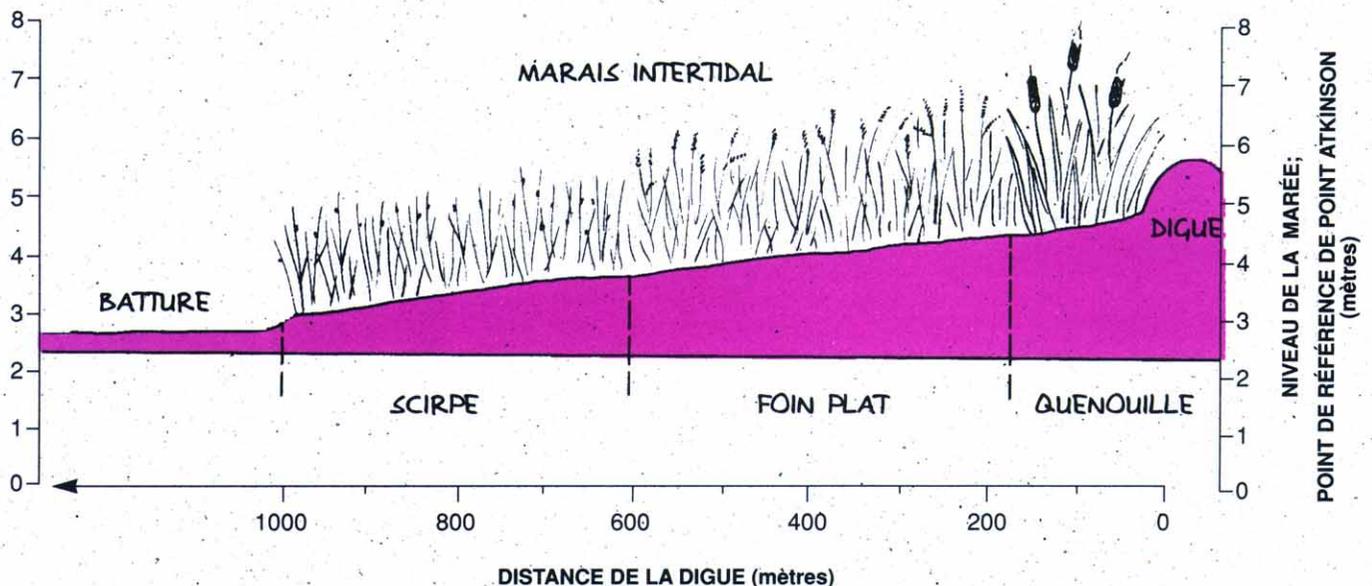
- Au début de la batture et à l'extrémité du marais
- Au début et à la fin du scirpe
- Au début et à la fin du foin plat
- Au début et à la fin des quenouilles
- Dessus de la digue

3. Procurez-vous une copie des *Tables des marées et courants du Canada, Volume 5.*, Pêches et Océans Canada, dans un magasin d'accessoires maritimes. Reportez-vous à la table des marais pour Point Atkinson. Trouvez la date d'aujourd'hui dans la table. Inscrivez les trois ou quatre niveaux de référence pour cette date sur la figure. À ce moment vous connaîtrez l'emplacement des marées hautes et basses dans le marais du delta. De précieux conseils sur l'utilisation des tables des marées et courants sont fournis à l'annexe 1, page 110.

4. Reportez-vous encore à la même table des marées et à la même date, puis notez l'heure indiquée pour chaque marée. Si vous aviez voulu vous promener dans le marais aujourd'hui pour cueillir des plants de scirpe, à quelle heure auriez-vous pu le faire? Combien de temps auriez-vous eu pour le faire? Si vous n'aviez pas pu le faire aujourd'hui, quelle serait la prochaine date possible pour votre cueillette? Feuillotez la table des marées et déterminez le moment le plus propice de l'année pour voir la zone intertidale de jour. Est-ce que les marées suivent une périodicité spécifique (quotidienne, mensuelle, saisonnière)?

FIGURE 2-2

Profil d'un marais intertidal



Comment préparer vos excursions

La meilleure façon de se familiariser avec les habitats aquatiques de l'estuaire du fleuve Fraser est de les visiter et de les explorer. Toutefois, pour que l'excursion soit agréable et réussie, il vaut mieux prendre le temps de faire quelques préparatifs élémentaires. Cela est particulièrement vrai pour une excursion avec un groupe d'enfants.

Choix de votre destination

Pour choisir votre destination, nous vous conseillons ce qui suit :

1. Avant l'excursion, décidez quels seront vos objectifs et vos résultats d'apprentissage, tout en laissant une certaine place aux découvertes imprévues. Ce livre propose plusieurs activités spécialement destinées aux excursions.
2. Pour des suggestions et une description des lieux d'excursion, reportez-vous au tableau 2-3 et à la figure 2-3.
3. Si vous prévoyez explorer les zones intertidales, vous aurez besoin de savoir quand la marée est basse, si la partie à visiter sera exposée et pour combien de temps. Certaines parties sont relativement inaccessibles même à marée basse parce que le terrain est boueux ou peu sûr. Il est important de prendre connaissance de ces détails avant d'entreprendre l'excursion.



AVERTISSEMENT

Faites attention aux chenaux de marée étroits et profonds qui sont parfois recouverts par la végétation. Il vaut mieux éviter les estrans densément couverts où l'on ne peut voir le sol.

FIGURE 2-3 Endroits suggérés pour effectuer des excursions

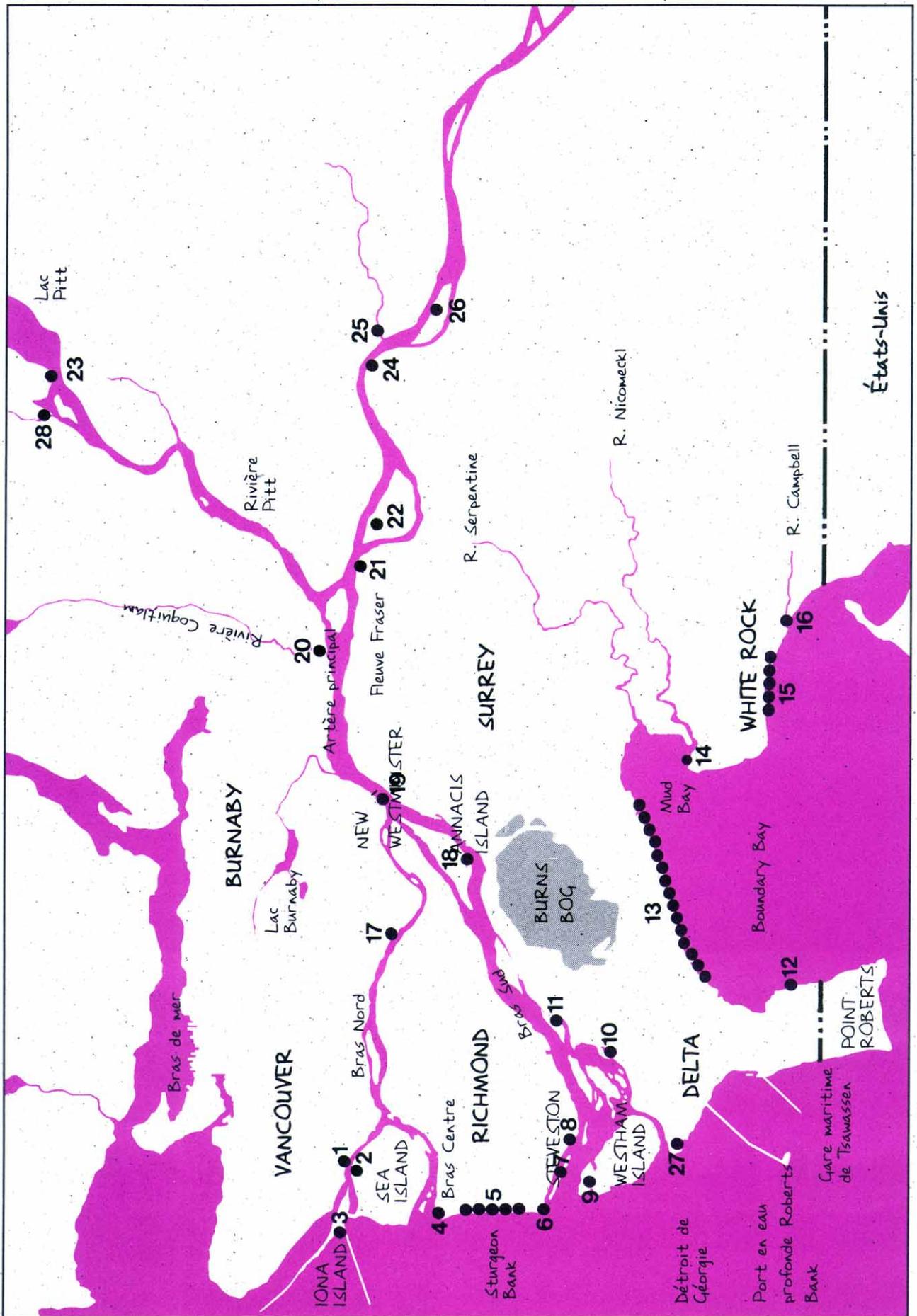


TABLE 2-3 Endroits suggérés pour effectuer des excursions

#	LIEU DE L'EXCURSION	A	B	C	D	NOTES
1	Fraser River Park	X			X	Site de restauration d'un marais
2	McDonald Beach Park	X			X	Site pour la mise à l'eau des embarcations et les pique-niques
3	Iona Beach Park	X				Site de restauration d'un étang; excellent pour l'observation des oiseaux
4	Terra Nova	X			X	Décrit dans ce livre à la page 41
5	Richmond Dikes	X				Décrit dans ce livre à la page 37
6	Garry Point Park	X			X	Site de restauration d'un marais
7	Steveston Island	X	X	X		Accès difficile et uniquement à la marée basse
8	Gilbert Beach	X			X	Accès facile de la digue
9	Sanctuaire d'oiseaux Reifel Island	X				Excellent pour l'observation des oiseaux
10	Ladner Harbour Park	X			X	Décrit dans ce livre à la page 59
11	Parc régional de Deas Island	X			X	Décrit dans ce livre à la page 71
12	Centennial Beach				X	Bon pour explorer l'estran
13	Boundary Bay (de la 64th à la 112th)	X				Décrit dans ce livre à la page 47
14	Blackie's Spit Park	X				Près d'herbiers remplis de zostère
15	White Rock Beach	X			X	Bon pour explorer l'estran
16	Semiahmoo Park	X				Explorer l'estuaire de la rivière Campbell
17	Fraser Foreshore Park	X	X	X		Décrit dans ce livre à la page 59
18	South Annacis Island Park	X	X	X		Bon habitat pour les reptiles et les amphibiens
19	Westminster Quay				X	Bon endroit pour voir les bateaux passer
20	Estuaire de la rivière Coquitlam	X	X	X		Explorer l'estuaire de la rivière Coquitlam
21	Surrey Bend	X	X	X		La plus grande plaine inondable non endiguée
22	Barnston Island	X			X	Accès par le traversier, belle route pour la bicyclette
23	Parc régional Grant Narrows	X	X	X		Près de plates-formes d'observation élevées
24	Derby Reach Park	X	X	X		Lieu populaire pour la pêche au bar
25	Parc régional Kanata Creek	X	X	X		Explorer l'estuaire de Kanata Creek
26	McMillan Island	X	X	X		Camping et forêt de plaine inondable tout près
27	Brunswick Point	X	X			Zone de transition entre le marais saumâtre et le marais salant
28	Widgeon Marsh Park Reserve	X			X	Accès avec la permission du DRAV

A = Eau saumâtre et eau douce

B = Marais salant et estran

C = Forêt de plaine inondable active

D = Chenal et faux chenal

4. Les plantes et les animaux des zones intertidales sont sensibles au piétinement; un groupe important peut donc causer des dommages considérables. Il ne faut pas marcher sur certaines parties de l'habitat intertidal particulièrement importantes et sensibles ou sur les sites qui ont fait l'objet de restauration. Il est toujours bon de vérifier ces détails à l'avance.
5. Une excursion d'une demi-journée sera probablement suffisante, spécialement pour des enfants du primaire. C'est pourquoi il ne faut pas visiter et étudier plus de deux types d'habitats à la fois. Il est essentiel que les enfants apportent leur bottes de caoutchouc et qu'ils s'habillent convenablement pour une excursion dans des conditions humides, froides et boueuses.
6. Il faudra faire appel à des parents ou à d'autres adultes pour accompagner les enfants lors de l'excursion. Il vaut mieux choisir seulement ceux qui n'ont pas peur de la boue, des insectes, des serpents, des grenouilles et de tout ce que les enfants pourraient vouloir montrer ou au sujet de quoi ils pourraient poser des questions. Il est recommandé d'avoir un minimum de un adulte pour huit enfants.
7. Les parents bénévoles devraient recevoir une feuille d'information qui indique les objectifs de l'excursion et qui décrit leurs responsabilités. Avant l'excursion, la classe ou le groupe doit être divisé en équipes de huit enfants (ou moins, selon le nombre de superviseurs adultes). Le parent bénévole sera responsable de l'un des groupes en tant que superviseur adulte. Une liste de noms doit être fournie afin que les parents puissent connaître les enfants.

Activités précédant l'excursion

Si vous préparez votre groupe avant l'excursion, l'expérience sera plus intéressante et plus enrichissante; et les choses seront plus faciles pour vous et les superviseurs bénévoles. Si les enfants possèdent déjà un certain vocabulaire et des connaissances, ils vont souhaiter faire des découvertes et découvrir des choses intéressantes. S'ils savent où regarder, ils feront plus de découvertes par eux-mêmes. Ce qu'ils trouvent par eux-mêmes, ils l'enregistrent comme une découverte - et ce qu'ils découvrent, ils s'en souviennent.

Les activités suivantes peuvent vous aider à préparer votre excursion dans l'estuaire :

ACTIVITÉ 4 :

DU PLAISIR AVANT L'EXCURSION

1. Donnez une liste de vocabulaire à chacun ainsi que le **MOT MYSTÈRE** sur l'estuaire figurant à la figure 2-4. Le mot mystère est une façon amusante d'acquérir le vocabulaire écologique de base. Pour doubler le plaisir, on peut d'abord associer chaque mot à la définition correspondante, avant d'encercler les lettres de ce mot dans le mot mystère.

Exemple : Définition 1 = Destructif

Réponse fournie à l'annexe 1, page 111

FIGURE 2-4
MOT MYSTÈRE

w	r	g	y	k	l	n	o	f	d	s	q	a	x	i	p	j	g
ⓓ	ⓔ	Ⓢ	Ⓣ	Ⓡ	Ⓤ	ⓐ	Ⓣ	Ⓜ	Ⓛ	Ⓛ	Ⓛ	Ⓛ	Ⓛ	Ⓛ	Ⓛ	Ⓛ	Ⓛ
r	l	e	m	m	a	r	g	e	r	f	s	l	c	a	u	o	p
e	s	d	e	l	t	a	a	g	v	m	d	e	s	n	q	i	h
l	x	i	m	a	r	i	n	c	n	i	b	u	r	e	i	t	o
a	t	m	s	f	g	j	u	s	a	g	t	v	u	c	t	u	t
t	r	e	i	e	s	t	u	a	i	r	e	e	e	r	n	l	o
i	o	n	n	t	u	o	p	n	n	a	c	f	t	o	e	l	s
o	p	t	a	t	i	b	a	h	d	t	o	r	a	p	b	o	y
n	r	m	g	o	l	i	l	h	u	i	l	a	m	g	e	p	n
s	e	a	r	m	e	r	g	o	s	o	g	s	m	a	n	h	t
c	m	d	o	y	t	u	u	c	t	n	i	e	o	g	e	u	h
r	i	v	i	é	r	e	e	r	t	e	r	s	e	r	m	e	
u	e	r	p	o	r	p	s	a	i	q	e	r	n	y	g	a	s
e	r	g	e	t	e	u	q	n	e	b	h	u	o	u	i	i	e
p	l	a	n	c	t	o	n	f	l	u	x	j	c	o	e	n	b
e	w	s	a	u	v	a	g	i	n	e	u	o	l	a	d	c	s
w	t	e	r	y	u	c	c	x	v	b	f	d	g	h	u	l	m

Liste de mots :

sauvagine	migration	propre	destructif
organisme	consommateur	flux	océan
algue	rivière	industrie	premier
reflux	mye	fleuve Fraser	sédiment
nécrophage	humain	relations	benthique
habitat	effluent	plancton	énergie
étude	marine	port	écologie
estuaire	pollution	photosynthèse	mer
delta	gramme		

- Forces qui détruisent les liens naturels entre les organismes
- Milieu marin d'eau salée
- Matière érodée qui est déposée dans un estuaire
- Îles et autres étendues émergées d'un estuaire
- Être vivant
- Endroit où vit un organisme
- Cours d'eau de moyenne importance
- Se dit de l'eau de mer
- Eau se retirant lors des changements quotidiens de niveau des eaux
- Qui précède dans le temps
- Plus grand fleuve de Colombie-Britannique
- Endroit où l'eau douce d'une rivière se mêle à l'eau salée de la mer
- Les liens entre les organismes
- Activité humaine reliée au travail
- Environnement qui n'est pas pollué
- Petits organismes qui flottent ou qui nagent
- Organismes simples qui contiennent de la chlorophylle
- Endroit où les bateaux peuvent accoster pour charger ou décharger une cargaison
- Mollusque bivalve vivant dans les fonds marins
- Une enquête
- Effet d'une substance rejetée dans le milieu et qui nuit à la vie
- Organismes qui habitent le fond des sédiments
- Qui se nourrit de matière putrifiée
- Sous-produit liquide de l'industrie
- Unité de poids
- Déplacement des organismes d'un endroit à l'autre
- Marée montante
- Énorme étendue d'eau
- L'étude des relations entre les organismes vivants et leur environnement
- Organisme qui doit en manger un autre pour s'alimenter
- Nécessaire pour déplacer, faire croître et produire de la matière
- Organisme qui est le plus grand agent de pollution sur terre
- Procédé utilisé par les plantes pour fabriquer leur nourriture
- Nom communément donné par les chasseurs aux oiseaux qui habitent dans des environnements aquatiques

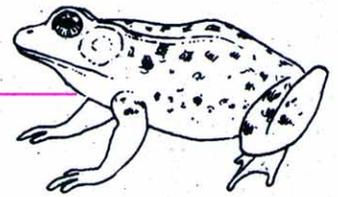
2. **Le défi sur le vocabulaire de l'estuaire** (tiré du livret de la Federation of B.C. Naturalist, *From Sidewalk to Seashore*) est un autre jeu efficace pour développer le vocabulaire écologique. Chaque joueur reçoit un tableau comme celui de l'exemple à la figure 2-5.

On peut choisir n'importe quel mot-clé pour les lettres initiales de chaque case constituant la colonne de gauche. Le mot est donné par le meneur du groupe au début de la partie. Les enfants complètent ensuite le tableau avec des mots débutant par la même lettre que celle du mot-clé, et ayant le plus possible rapport à l'estuaire. Si un groupe fait cette activité, vous pouvez donner des points pour les bonnes réponses et déterminer une durée maximale pour fournir les réponses. Le gagnant est la personne qui peut remplir le tableau le premier ou qui accumule le plus de points. Deux points sont donnés pour un mot trouvé par une seule personne; les mots trouvés par plus d'une personne ne valent qu'un point.

FIGURE 2-5
Le défi sur le vocabulaire de l'estuaire

	PLANTES	ANIMAUX	ACTIVITÉS HUMAINES	VOTRE PROPRE CATÉGORIE
S	SCIRPE	SAUMON		
E			EXCURSION	
L				

Marais d'eau saumâtre et d'eau douce



Où est situé cet habitat?

En raison de la taille du Fraser, la grande quantité d'eau douce qui s'en déverse forme une vaste zone d'eau saumâtre du côté mer du delta. La figure 2-6 montre la présence d'importantes zones où l'on retrouve des marais saumâtres le long de Sturgeon Bank, Robert Bank et des îles du bas de l'estuaire. Les marais intertidaux d'eau douce se retrouvent en amont de New-Westminster, là où l'eau salée ne se rend pas. Certains des marais intertidaux d'eau douce les plus importants se situent le long des rives de la rivière Pitt River.

Dans les estuaires de moindre importance, le long de la côte Est de l'île de Vancouver, les marais d'eau saumâtre et d'eau douce occupent les zones intertidales des régions de l'estuaire situées à l'intérieur des terres. Ces estuaires ne sont pas aussi vastes que l'estuaire du Fraser.

FIGURE 2-6

Emplacements des principaux marais d'eau saumâtre et d'eau douce

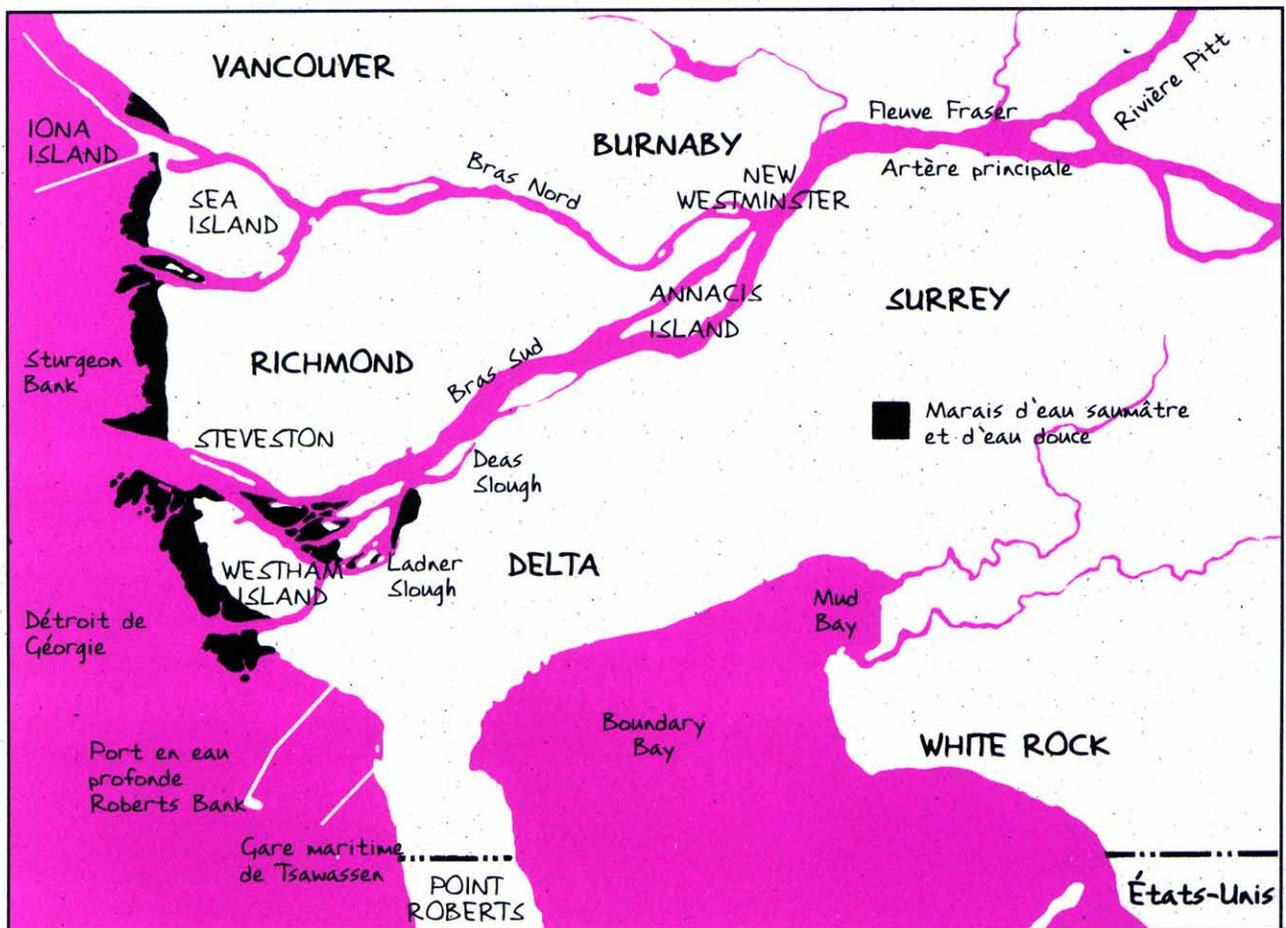
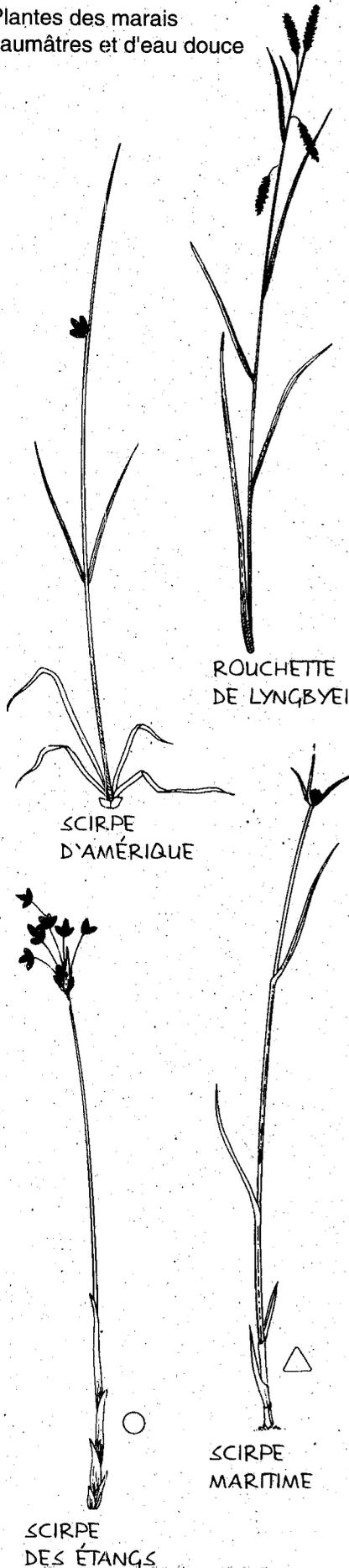


FIGURE 2-7

Plantes des marais saumâtres et d'eau douce



Quelles sont les caractéristiques de ce type de marais?

Les marais d'eau saumâtre et d'eau douce sont regroupés sous le même titre car il est difficile de les distinguer à moins d'être un biologiste ou un naturaliste expérimenté. Les plantes des marais d'eau saumâtre peuvent tolérer l'eau douce durant certaines périodes de l'année, ce qui occasionne un chevauchement considérable des espèces végétales.

Ces marais sont non seulement les plus grands de l'estuaire, mais ils sont aussi les plus productifs. Chaque année, nos marais d'eau saumâtre et d'eau douce produisent en moyenne de cinq tonnes métriques de matière végétale par hectare. Cette quantité de production végétale est trois fois plus importante que celle des marais salants.

À la fin de la saison de croissance, cette production végétale crée une grande quantité de débris organiques, dont la majeure partie est évacuée du marais à chaque marée. Les débris organiques fournissent une riche source de nourriture qui maintient la vie dans les chenaux de marée, les faux chenaux et à l'échelle de l'estuaire.

Quelques-une des plantes dominantes

Le scirpe, la rouchette de Lyngbei, la quenouille et la potentille des rivages sont quelques-uns des types dominants de plantes vivant dans les marais saumâtres. La figure 2-7 vous aidera à identifier ces plantes communes des marais lors de votre excursion dans l'estuaire.

Le scirpe peut avoir une tige de forme arrondie ou triangulaire remplie de tissu spongieux. Ses fleurs sont en forme d'épis bruns couverts d'écaillés. Le scirpe à tige arrondie de la figure 2-7 est le scirpe des étangs (*Scirpus validus*). Cette plante pousse à la fois dans les marais d'eau saumâtre et d'eau douce. Un autre scirpe commun, visible à partir des digues dans les marais saumâtres est le scirpe maritime (*Scirpus maritimus*). Le scirpe d'Amérique (*Scirpus americanus*), qui pousse le long des rives des marais extérieurs du delta, est une importante source de nourriture pour l'oie des Neiges.

L'espèce de foin plat la plus commune dans un environnement saumâtre est la roussette de Lyngbyei (*Carex lyngbyei*). Le foin plat ressemble beaucoup à l'herbe, toutefois, il est facile de les différencier. Le foin plat possède une tige à trois côtés coupants et des articulations molles (*noeuds*), alors que l'herbe a une tige creuse avec des articulations rigides. Rappelez-vous que le foin plat est celui qui est coupant.

Les quenouilles (*Typha latifolia*) sont des plantes hautes et faciles à distinguer, dont la tête brune possède l'aspect du velours. On les retrouve près de la digue, dans les fossés, et à peu près partout où il y a de l'eau stagnante douce ou saumâtre. Cependant, vous ne pouvez voir les grosses racines dont le centre renferme de l'amidon presque pur, comme celui du maïs avec le gras en moins.

La potentille des rivages (*Potentilla pacifica*) se distingue souvent de loin en raison de ses feuilles plumeuses et argentées. C'est une plante qui pousse dans les marais saumâtres et qui peut aussi tolérer la salinité supérieure des marais salants.



POTENTILLE
DES
RIVAGES

QUENOUILLES

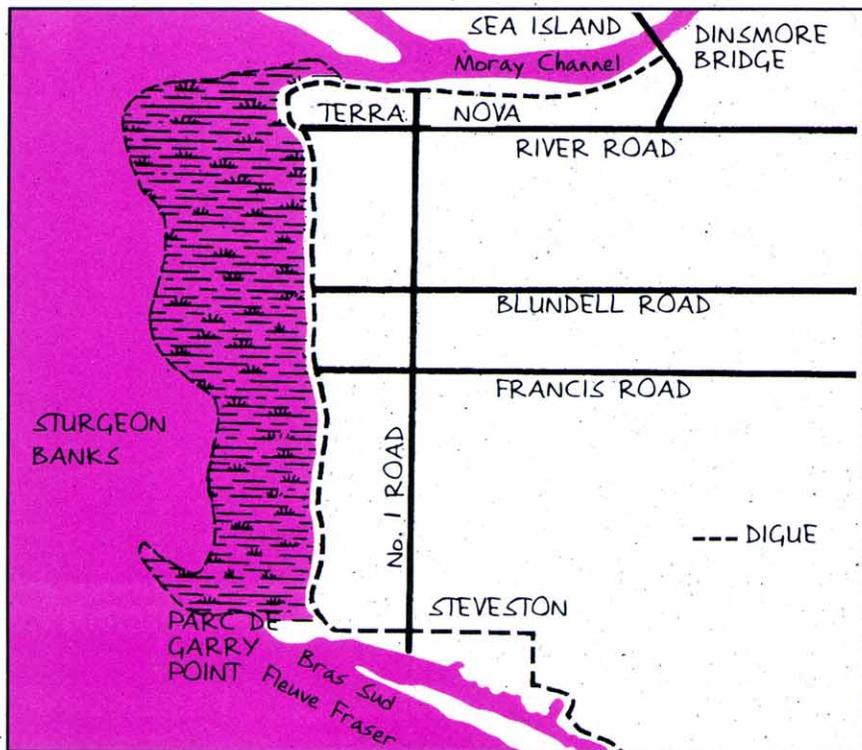
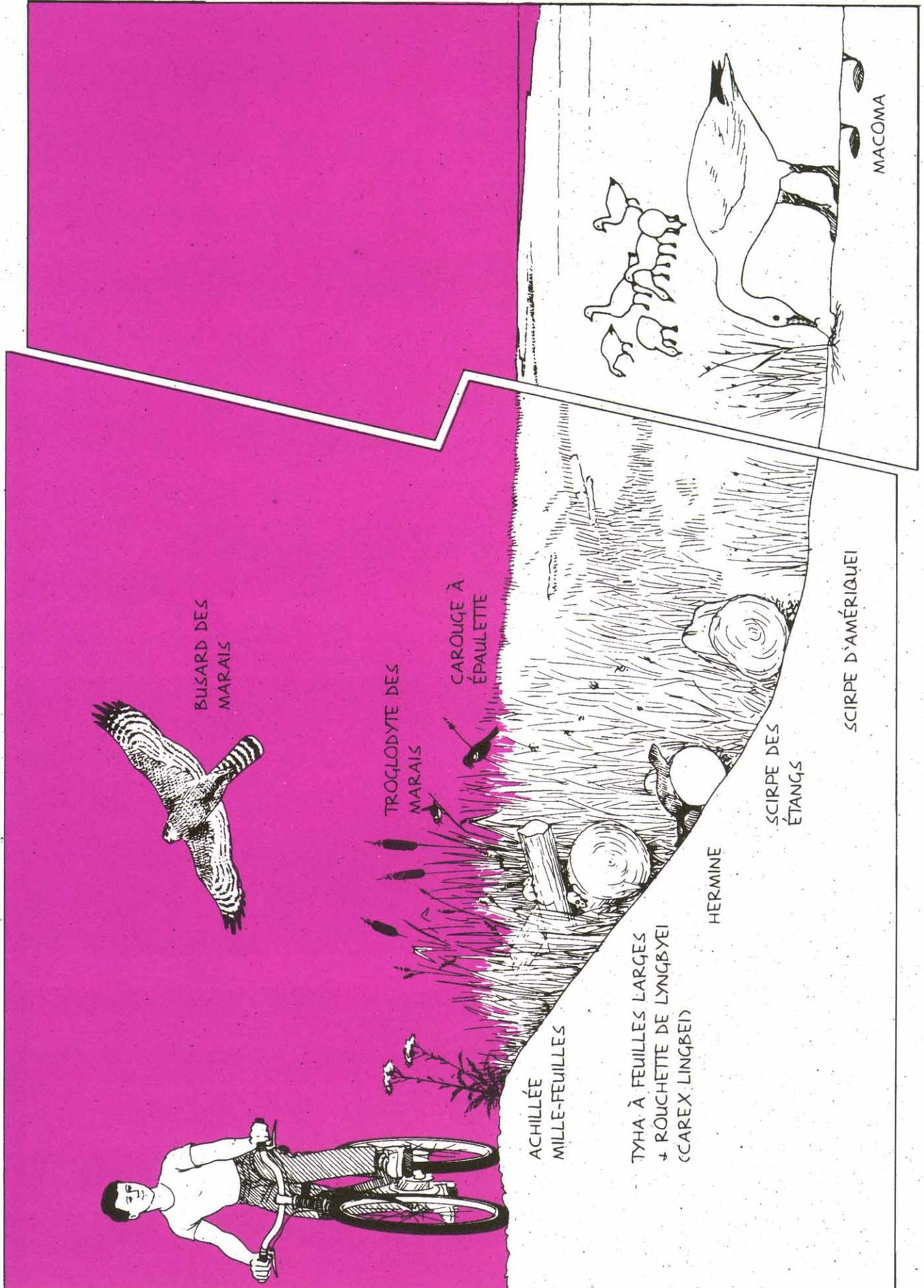


Figure 2-8
Emplacement de la digue
de Richmond, le long
de Sturgeon Bank

LIEU D'EXCURSION : Sturgeon Bank

L'estran de Sturgeon Bank est l'un des endroits les plus intéressants et les plus accessibles de l'estuaire pour observer un habitat de marais saumâtre. On peut voir cette zone à partir du système de digues à l'ouest de Richmond (voir figure 2-8), qui offre une vue sans obstruction sur la majeure partie du delta. Près de la digue, sur l'estran, on retrouve un

FIGURE 2-9 LA VIE SUR LES BATTURES DE STURGEON BANK



large de 1 kilomètre. Au-delà du marais, il y a aussi, quoique à peine visible de cet endroit, toute la zone d'estran du delta. Cet estran s'étend sur cinq kilomètres jusqu'à l'endroit où le delta débouche dans le détroit de Géorgie. La figure 2-9 est la description combinée d'une communauté vivant côté terre et côté mer de l'estran.

On peut se rendre aux digues de Richmond par plusieurs routes: Westminster Highway, Blundell Road et Francis Road. La digue se rend jusqu'au parc Garry Point à Steveston (figure 2-8). Ce parc est un bon point d'accès qui convient particulièrement aux groupes importants en raison de sa vaste aire de stationnement.

Il est facile de visiter les digues à bicyclette. On peut débiter une randonnée au Middle Arm, près de Dinsmore Bridge, continuer jusqu'à Terra Nova, puis se diriger vers le sud, en direction de Garry Point.

Ce qu'il faut observer

- La figure 2-7 montre certaines des plantes palustres observables de la digue. Essayez de trouver la rouchette de Lyngbyei. Comparez-la avec les herbes qui poussent près de la digue pour voir la différence évidente entre la roussette et l'herbe.
- La petite quantité de sel contenue dans l'eau saumâtre peut devenir très concentrée à certains endroits lorsque l'eau stagnante s'évapore durant l'été. On peut le constater par la présence de distichlis, une plante de marais salant décrite à la page 47. Voyez si vous pouvez découvrir un de ces sites près de la digue.
- Les souris et les campagnols se cachent sous les troncs de bois échoués tandis que le vison et l'hermine en font leurs proies. Considérez-vous chanceux si vous apercevez un de ces petits mammifères.
- Vous verrez et vous entendrez probablement plusieurs carouges à épaulette, en particulier au printemps, lorsqu'ils se nourrissent et qu'ils font leur nid dans la végétation du marais. Les mâles aux ailes rouges se reconnaissent facilement.
- Au printemps, en hiver et en automne, on entend distinctement le cri des oies blanches dans la partie extérieure des marais. L'envol de centaines d'oies quittant le marais est un beau spectacle.



CAROUGE À
ÉPAULETTE

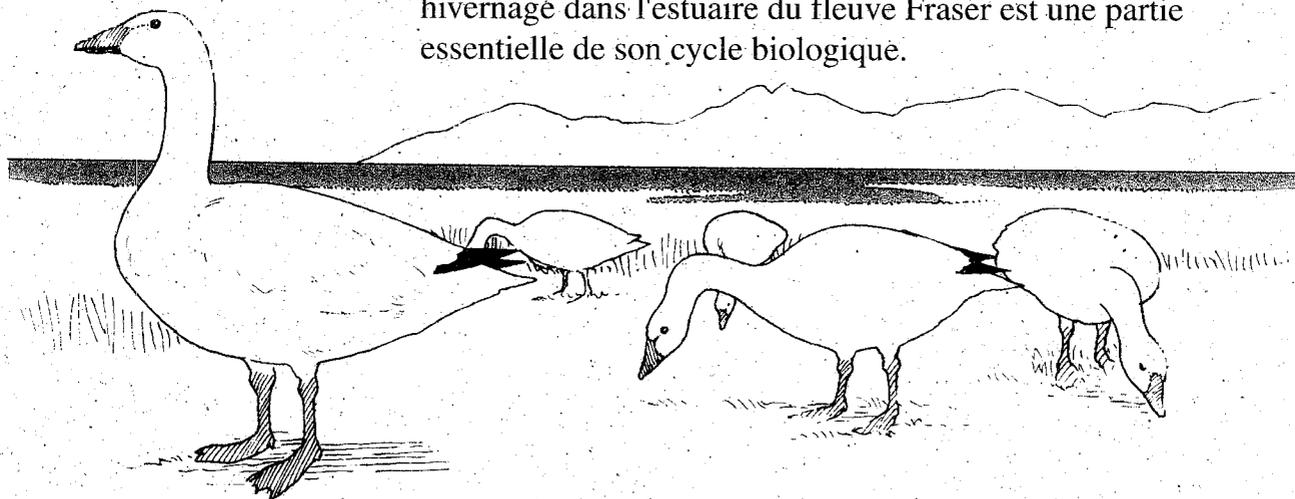
AUTRES FAITS ET CHIFFRES

D'où vient le nom de Sturgeon Bank?

Au début des années 1790, le capitaine George Vancouver a été chargé par l'amirauté britannique de tracer la carte de la côte Ouest de l'Amérique du Nord. Un jour qu'il cherchait l'embouchure du fleuve Fraser, lui et son équipage achetèrent « quelques beaux esturgeons dont le poids variait entre quatorze et deux cents livres chacun » des Amérindiens qui ramaient entre les bancs pour se rendre jusqu'aux vaisseaux anglais. Depuis ce temps, la partie peu profonde entre Point Roberts et Point Grey porte le nom de Sturgeon Bank sur les cartes nautiques. Il n'est sans doute pas venu à l'esprit du capitaine Vancouver que l'esturgeon fréquente l'embouchure des grandes rivières; il a donc quitté la région sans savoir qu'il avait découvert l'embouchure du fleuve Fraser.

L'oie blanche - un spectacle merveilleux tout en blanc

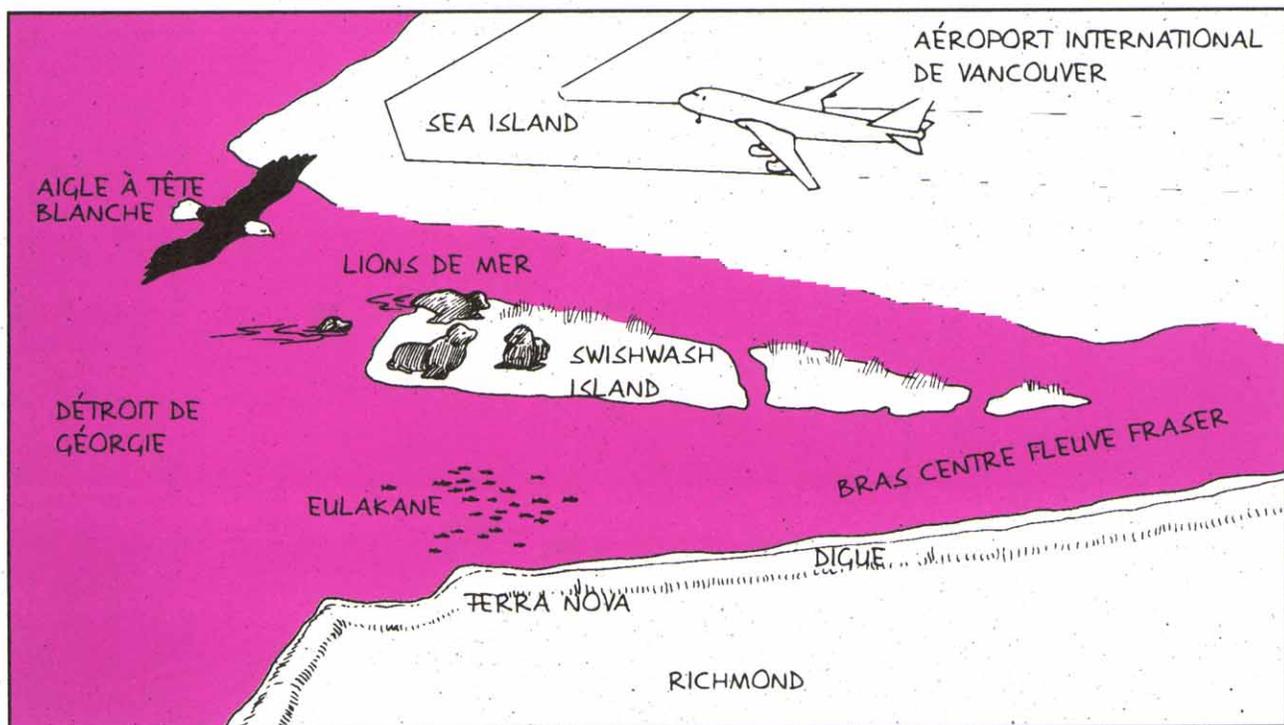
Les oies blanches de Sibérie volent le long de la côte Ouest pour venir hiverner dans l'estuaire du Fraser et l'estuaire de la rivière Skagit dans l'État de Washington. Jusqu'à 40 000 oies se rassemblent sur l'estran du delta du Fraser, où elles se nourrissent surtout des parties souterraines des plantes des marais (particulièrement le scirpe). Les volées d'oies se rendent aussi à l'intérieur des terres pour se nourrir sur les terres agricoles de la partie amont du delta. Quelques champs agricoles sur les îles Reifel Island et Westham Island sont entretenus par le Service canadien de la faune (Environnement Canada) dans le but de fournir de la nourriture aux oies blanches et aux autres espèces d'oiseaux aquatiques. L'oie blanche est présente dans l'estuaire plus de sept mois par année, et cet hivernage dans l'estuaire du fleuve Fraser est une partie essentielle de son cycle biologique.



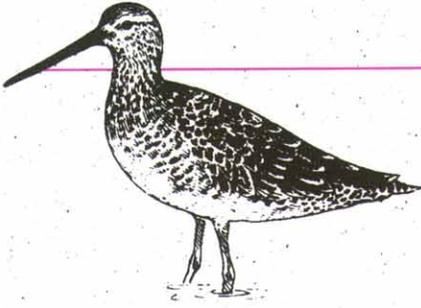
Terra Nova - Un endroit productif de l'estuaire

Le Middle Arm du fleuve Fraser se jette dans le détroit de Géorgie au-delà de Terra Nova, qui se trouve dans la partie nord-ouest de Lulu Island (Richmond). La digue, qui change de direction à cet endroit, permet d'observer l'activité biologique riche et variée associée aux marais de l'estuaire. Au printemps, des millions d'eulakanes migrent vers l'estuaire pour frayer. On peut voir un de leurs prédateurs, le lion de mer, sur Swishwash Island. L'aigle à tête blanche et les sternes se nourrissent d'eulakanes lorsque ceux-ci demeurent prisonniers des chenaux de marée à marée basse. Les chenaux de marée et les marais situés en périphérie, aux abords du Middle Arm, sont des habitats attrayants pour les canards colverts et les canards siffleurs ainsi que pour les foulques. Les concentrations hivernales de grèbes de l'Ouest, dont on aperçoit souvent les volées nombreuses et compactes, sont parmi les plus grandes au Canada. Ces oiseaux élégants et dotés d'un long cou attrapent de petits poissons en plongeant.

FIGURE 2-10 Terra Nova



Marais salant et estran



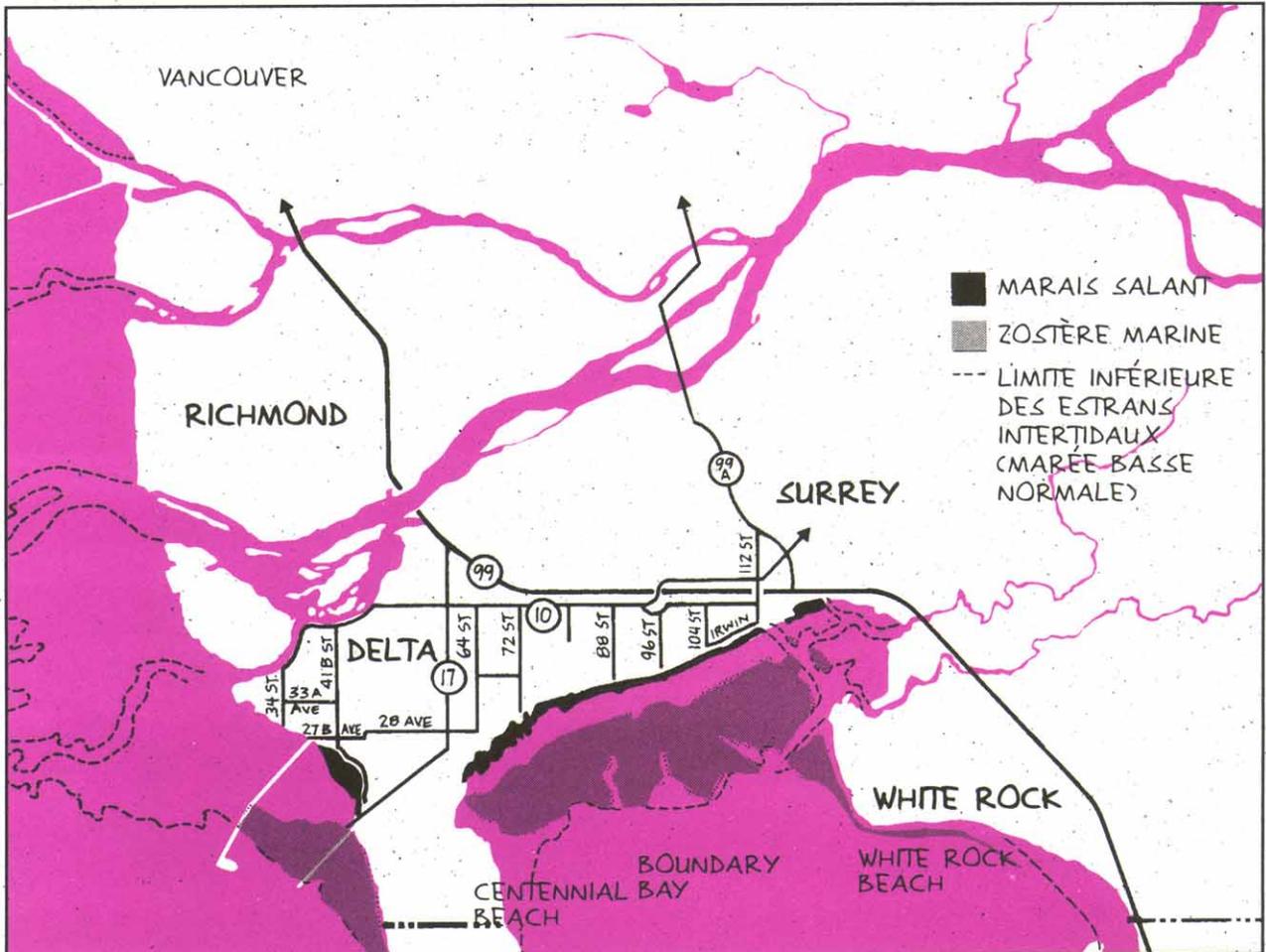
BÉCASSEAU À
LONG BEC

Où est situé cet habitat

Le marais salant est un habitat qui se trouve côté mer de l'estuaire, loin de l'influence de l'eau douce de l'embouchure du fleuve Fraser. Les plus grands marais salants sont situés sur l'estran de Boundary Bay. Il y a aussi un marais salant sur l'estran de la réserve indienne de Tsawwassen, entre la jetée du port charbonnier et la jetée qui se rend à la gare maritime (figure 2-11).

Les petits estuaires de la côte de la Colombie-Britannique sont presque entièrement constitués d'habitats de marais salant et d'estran. Ceci est dû au moindre volume de crues que reçoivent ces petits estuaires par rapport à celui du fleuve Fraser. Il en résulte que seule la végétation des marais salants peut pousser à ces endroits.

FIGURE 2-11
Emplacement des marais salants et des herbiers de zostère marine



Quelles sont les caractéristiques des marais salants?

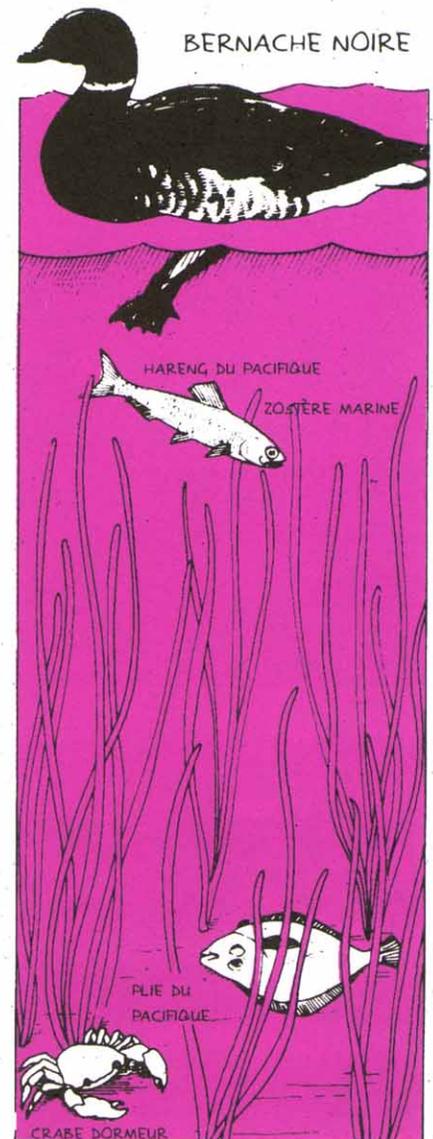
Tout comme pour les marais d'eau saumâtre et d'eau douce de l'estuaire du fleuve Fraser, il existe une importante étendue dénudée, nommée « estran », qui s'étend du marais salant jusqu'à la mer. L'estran de Boundary Bay est facile d'accès et la majeure partie de sa surface est suffisamment ferme pour que l'on puisse y marcher. Par contre, l'estran de Sturgeon Banks est situé loin de la digue et sa surface est très molle et boueuse en raison du limon très fin provenant du fleuve Fraser. On doit prendre des précautions chaque fois que l'on parcourt un estran à pied. Dans ce texte, on traite de l'habitat de l'estran et de celui du marais salant ensemble car on peut facilement les explorer et les étudier en même temps.

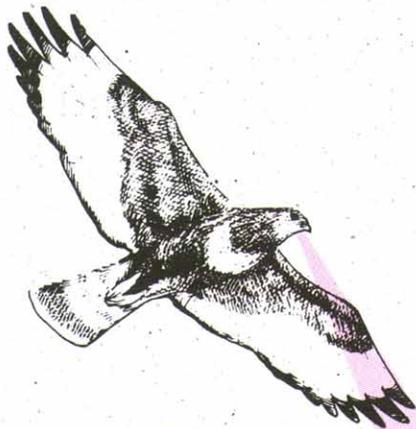
Après avoir visité les marais d'eau saumâtre et d'eau douce de Sturgeon Bank, vous pourrez facilement établir en quoi ils se différencient du marais salant. Cette différence repose principalement sur le fait que le marais salant est continuellement exposé à la salinité de l'eau de mer. Les plantes résistantes au sel qui poussent dans le marais salant sont plus petites et moins productives que les plantes des marais d'eau saumâtre et d'eau douce. De plus, le marais salant ne s'étend pas aussi loin vers l'océan que ne le font les marais de Sturgeon Bank.

Quels animaux habitent les estrans?

Les estrans adjacents aux marais salants fournissent un milieu qui abritent d'importants herbiers de zostère marine. En raison de la capacité limitée de ces plantes aquatiques à tolérer une exposition prolongée à l'air, elles croissent à proximité de la laisse de basse mer. Les herbiers de zostères marines sont trop loin de la digue pour être vus; mais l'hiver, de grandes quantités de zostères mortes sont repoussées vers le rivage. En été, on peut facilement apercevoir des zostères marines lors d'une courte promenade sur l'estran de Centennial Beach ou de White Rock Beach. Les herbiers de zostères marines sont des habitats importants pour de nombreux petits invertébrés marins, et sont une source de nourriture pour la bernache noire, la plie, le crabe dormeur et le hareng en période de frai.

De nombreux petits invertébrés marins vivent aussi dans les sédiments de surface des estrans. Ces invertébrés comprennent les vers marins tels que les néréides et les arénicoles, les crevettes fouisseuses et les mollusques. Ainsi, quoique les estrans semblent privés d'activité animale, on y trouve des centaines de petits invertébrés vivant sous chaque mètre carré de sédiments de surface.





BUSE PATTUE

Pourquoi y trouve-t-on tant d'espèces d'oiseaux?

La source de nourriture que constitue les invertébrés est d'un grand intérêt pour les oiseaux. Les estrans sont fréquentés par la majorité des oiseaux de rivage de la côte de Colombie-Britannique. Les oiseaux que l'on aperçoit le plus fréquemment sont les bécasseaux (d'Alaska, minuscules et variables). De l'information complémentaire est fournie plus loin dans ce chapitre.

Environ un million d'oiseaux utilisent la zone de Boundary Bay chaque année car elle est située sur une voie migratoire importante pour les oiseaux : la voie migratoire du Pacifique (figure 2-12). Ces oiseaux, dont un grand nombre sont des canards ou des oiseaux de rivage, arrivent vers la fin de l'été ainsi qu'à l'automne, en provenance des aires de reproduction situées au nord, et ils séjournent dans la région pendant tout l'hiver.

Les terres agricoles de l'estuaire du fleuve Fraser sont aussi une importante aire de repos et d'alimentation pour les oiseaux. Les populations de cygnes et d'oies fouillent le sol pour trouver des restes de plantes à racines dans les champs agricoles. Sur les terres agricoles non cultivées, ou « terres en friche », on trouve un plus grand nombre d'oiseaux de proies, comme les faucons et les hiboux, que dans tout autre endroit de la côte de la Colombie-Britannique.

Les terres en friche servent d'habitat à une grande quantité de petits rongeurs tel que le campagnol de Townsend. Ces campagnols sont la proie principale de l'effraie des clochers, du hiboux des marais et de la buse pattue. Durant l'hiver, même le grand héron se nourrit de campagnols lorsque le poisson se fait rare. Il reste peu de ces terres en friche, car plusieurs ont déjà été utilisées pour des constructions urbaines et industrielles.

FIGURE 2-12

Voie migratoire du pacifique



TAUPE DE TOWNSEND

ACTIVITÉ 5 : LA VIE SOUS L'ESTRAN

L'observation du sable et de la boue de l'estran est intéressante car c'est un habitat à peu près inconnu de la plupart des gens. C'est aussi un habitat qui force d'admiration par l'abondance des invertébrés qui y vivent et pour l'activité qui y règne. Vous serez surpris de voir tout ce que l'estran recelle.

Objectifs :

L'objectif de cette activité est d'inspecter attentivement la surface de l'estran et de creuser une petite surface carrée (quadrat) afin d'observer et d'examiner les invertébrés qui y vivent (figure 2-13).

Équipement :

Pour faire cette activité, vous aurez besoin d'une petite pelle ou d'une truelle, ainsi que d'un récipient plat et d'une loupe pour étudier les invertébrés récoltés. Une passoire de cuisine et un tamis ayant des trous assez gros seront nécessaire pour séparer les plus petits spécimens des sédiments. Vous aurez aussi besoin d'eau pour laver les sédiments afin qu'il ne reste que les invertébrés trop gros pour passer par les trous de la passoire ou du tamis.

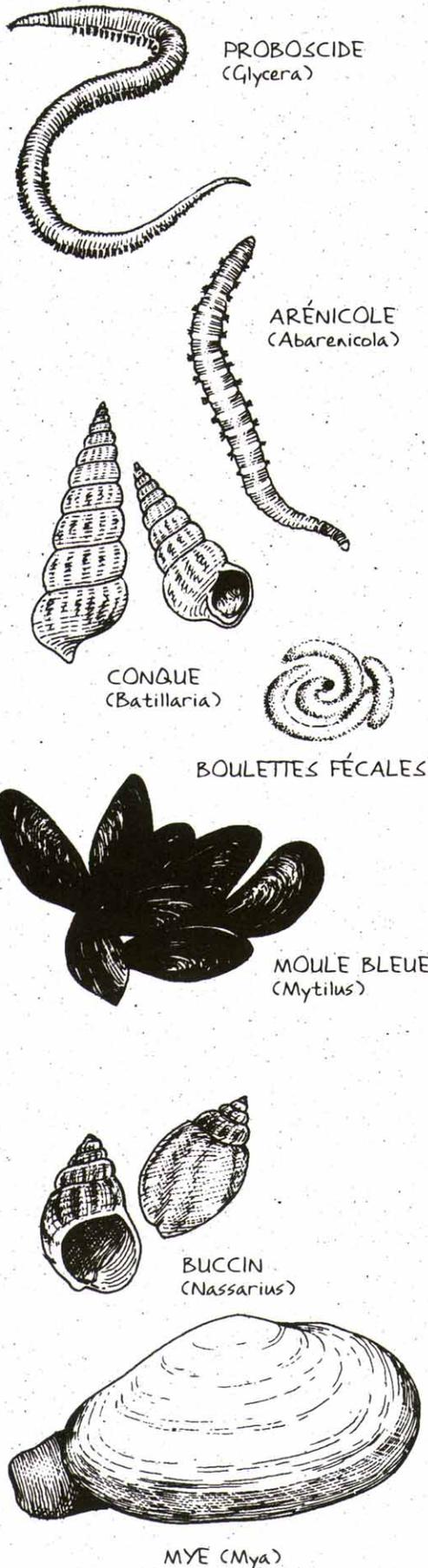


FIGURE 2-13
Prise d'échantillons
sur l'estran

Procédure :

1. Trouvez un endroit découvert dans le marais salant ou marchez vers l'estran. Examinez la surface boueuse très attentivement pour trouver et identifier les espèces suivantes

FIGURE 2-14
Invertébrés de l'estran



TAPIS ALGAIRE : Des algues bleu-vert forment un « tapis algair » sur l'estran. Sur la surface boueuse vous pouvez aussi apercevoir des couches brunâtres de diatomées (une algue microscopique).

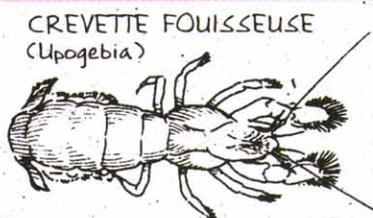
PISTES D'ESCARGOT : Une piste d'escargot est une marque linéaire dans la boue faite par de petits escargots (gastropodes) lorsqu'ils se déplacent pour se nourrir de diatomées vivant sur la surface boueuse. Vous pouvez même trouver un de ces petits escargots en train de se nourrir ou de se reposer sur l'estran.

BOULETTES FÉCALES : Bon nombre des petits invertébrés de l'estran vivent dans des tubes ou dans des trous. Pour garder leurs trous propres, tout ce qui est excrété (par exemple la matière fécale) est évacué par l'entrée du trou auprès duquel se forme un petit monticule. Ces petits monticules sont appelés « boulettes fécales ». Vous noterez la présence de nombreux petits monticules visibles partout sur l'estran.

2. À partir de vos inspections de la surface de l'estran, trouvez un endroit où il semble y avoir beaucoup d'invertébrés en activité. Creusez à une profondeur de 10 à 20 cm sur une petite surface et examinez les sédiments pour y trouver de gros invertébrés comme les myes et les moules. Tamisez la boue et le sable qui reste (à l'aide de la passoire et du tamis) pour trouver de petits invertébrés comme des crevettes fouisseuses et des vers marins.

3. Si vous creusez une surface précise de boue (par exemple 25 x 25 cm) et comptez le nombre total d'animaux différents récoltés, vous pouvez calculer la densité de la population de ces animaux. Voyez si vous pouvez calculer combien d'invertébrés occupent un mètre carré de surface, ou la totalité de l'estran de Boundary Bay (6 000 hectares).

4. À l'aide de l'illustration de la figure 2-14, identifiez les invertébrés que vous avez récoltés. Si vous en trouvez un qui n'apparaît pas à la figure 2-14, mesurez l'animal et faites-en un dessin précis. Plus tard, vous pouvez demander à un biologiste ou à un naturaliste de vous aider à identifier l'animal dessiné. Vous pouvez aussi vous référer aux guides d'identification suggérés à la page 119.



Quelques-unes des plantes dominantes

La salicorne (*Salicornia virginica*) est l'une des plantes de marais les plus connues de l'estuaire du Fraser, des estuaires plus petits et des baies protégées de la côte de la Colombie-Britannique. La cueillette commerciale de cette plante dans le détroit de Georgia s'élève à environ 20 tonnes métriques par année. La salicorne est écoulee dans les restaurants où on la sert sous le nom de « asperge des mers ».

À la figure 2-15, on peut voir des illustrations de la salicorne et de trois autres plantes communes des marais salants : la distichlis stricta (*Distichlis stricta*), l'atriplex (*Atriplex patula*) et le troscart des marais (*Triglochin maritimum*). Ces plantes ont des caractéristiques d'adaptation propres à l'environnement des marais salants : une structure filiforme et une enveloppe extérieure résistante.

La zostère marine (*Zostera marina*) est une plante aquatique submergée commune qui croît à la grandeur des zones intertidales inférieures et subtidales peu profondes de Boundary Bay et de Roberts Bank. Puisque les herbiers submergés de zostères marines prennent racine dans le fond mou et plat, et qu'ils fournissent un épais feuillage, ces prés sous-marins enrichissent de façon notable l'environnement marin près du rivage. Les prés de zostères marines stabilisent les sédiments et fournissent un bon couvert aux animaux aquatiques. Cela fait que l'on retrouve une diversité animale beaucoup plus grande dans le pré que dans les zones dénudées adjacentes.

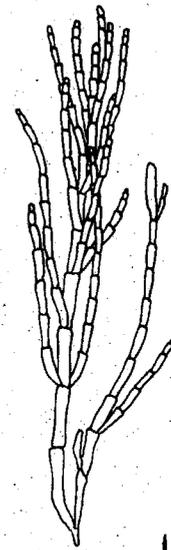
LIEU D'EXCURSION : Boundary Bay

Boundary Bay est l'endroit le plus intéressant et le plus accessible pour explorer et étudier l'habitat du marais salant et de l'estran. La plupart des routes entre les rues 64th et 112th au sud de l'autoroute 10, dans la partie sud de Delta se terminent à la digue (figure 2-11). On y trouve un accès pédestre aux digues ainsi que des sites offrant une très bonne vue sur le marais salant.

Il est relativement sécuritaire et facile de se promener dans le marais salant pour observer de plus près la végétation et les estrans. Assurez-vous que votre excursion a lieu lors d'une marée basse. Les marées dont la hauteur est inférieure à 3.0 m à Point Atkinson vous permettront d'avoir accès facilement au marais salant et à l'estran. Les hauteurs quotidiennes des marées sont publiées dans les quotidiens et dans les *Tables des marées et courants du Canada, Volume 5*, que l'on peut trouver dans les magasins d'accessoires maritimes.

FIGURE 2-15

Plantes des marais salants



SALICORNE
(*Salicornia*)

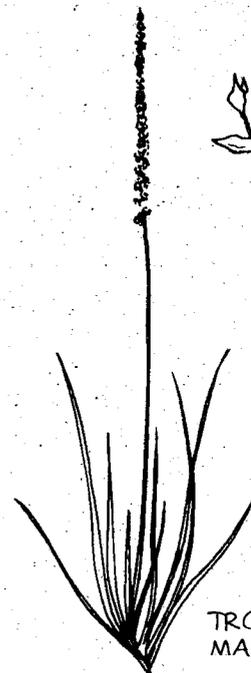
DISTICHLIS
STRICTA
(*Distichlis*)



ATRIPLEX
(*Atriplex*)



TROSCART DES
MARAIS (*Triglochin*)



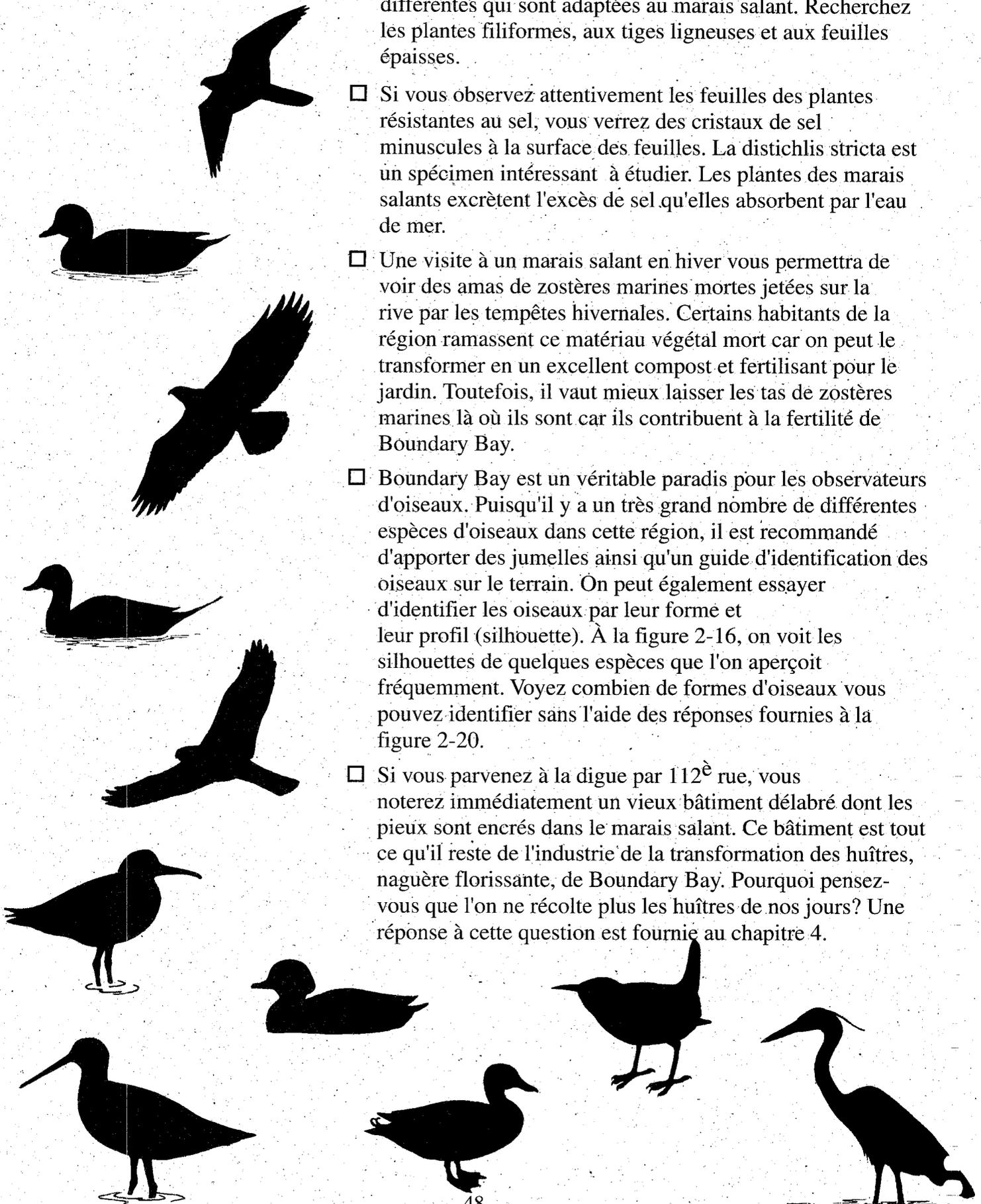
TROSCART DES
MARAIS (*Triglochin*)

FIGURE 2-16

Oiseaux de l'estuaire

Ce qu'il faut chercher

- Essayez de voir combien vous pouvez trouver de plantes différentes qui sont adaptées au marais salant. Recherchez les plantes filiformes, aux tiges ligneuses et aux feuilles épaisses.
- Si vous observez attentivement les feuilles des plantes résistantes au sel, vous verrez des cristaux de sel minuscules à la surface des feuilles. La *distichlis stricta* est un spécimen intéressant à étudier. Les plantes des marais salants excrètent l'excès de sel qu'elles absorbent par l'eau de mer.
- Une visite à un marais salant en hiver vous permettra de voir des amas de zostères marines mortes jetées sur la rive par les tempêtes hivernales. Certains habitants de la région ramassent ce matériau végétal mort car on peut le transformer en un excellent compost et fertilisant pour le jardin. Toutefois, il vaut mieux laisser les tas de zostères marines là où ils sont car ils contribuent à la fertilité de Boundary Bay.
- Boundary Bay est un véritable paradis pour les observateurs d'oiseaux. Puisqu'il y a un très grand nombre de différentes espèces d'oiseaux dans cette région, il est recommandé d'apporter des jumelles ainsi qu'un guide d'identification des oiseaux sur le terrain. On peut également essayer d'identifier les oiseaux par leur forme et leur profil (silhouette). À la figure 2-16, on voit les silhouettes de quelques espèces que l'on aperçoit fréquemment. Voyez combien de formes d'oiseaux vous pouvez identifier sans l'aide des réponses fournies à la figure 2-20.
- Si vous parvenez à la digue par 112^e rue, vous noterez immédiatement un vieux bâtiment délabré dont les pieux sont encreés dans le marais salant. Ce bâtiment est tout ce qu'il reste de l'industrie de la transformation des huîtres, naguère florissante, de Boundary Bay. Pourquoi pensez-vous que l'on ne récolte plus les huîtres de nos jours? Une réponse à cette question est fournie au chapitre 4.



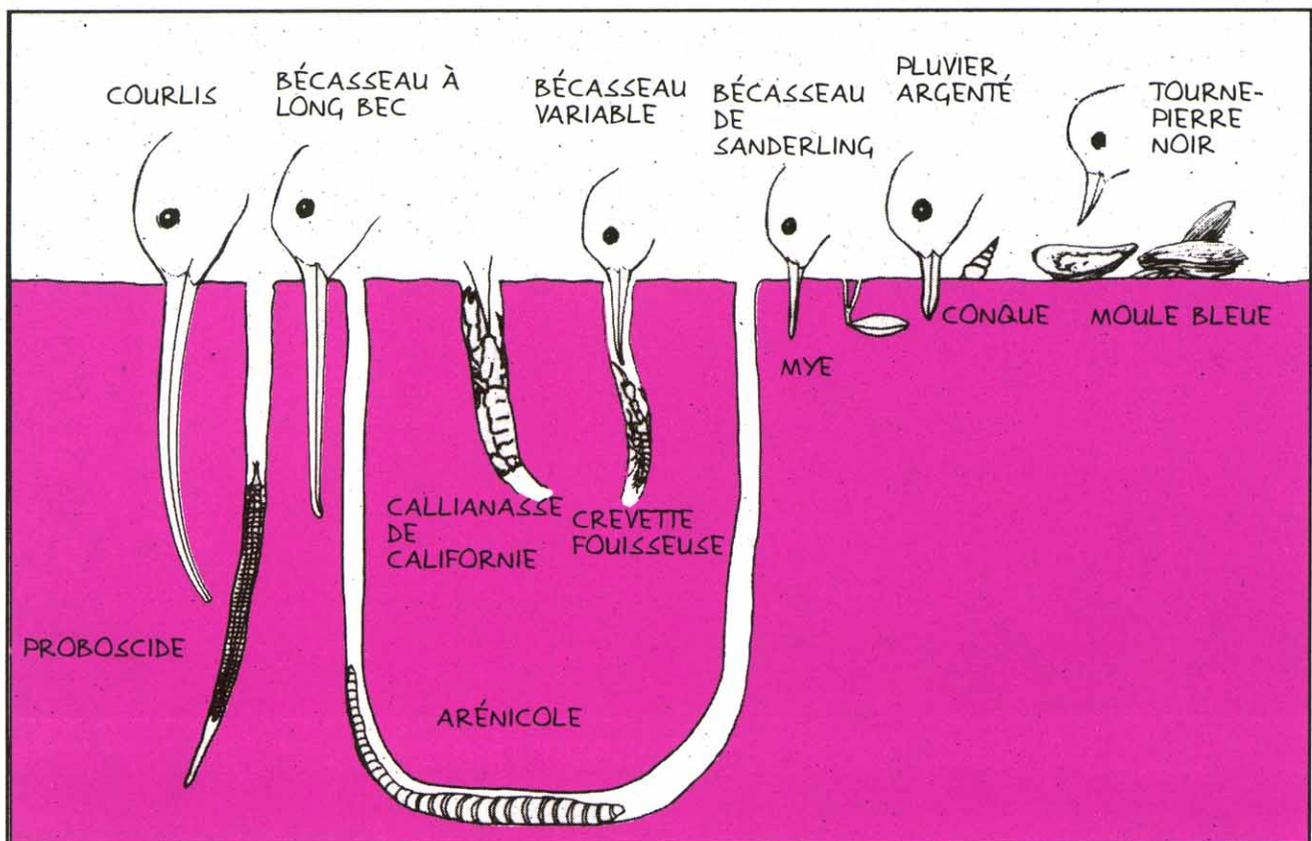
AUTRES FAITS ET CHIFFRES

Les oiseaux de rivage sondent la boue de l'estran

Plusieurs millions d'oiseaux de rivage passent par l'estuaire du fleuve Fraser au cours de leur migration et un grand nombre d'entre eux y séjournent pendant tout l'hiver. Ces oiseaux se nourrissent sur l'estran en sondant et en fouillant dans la boue avec leur bec. Il y a plusieurs espèces différentes d'invertébrés vivant au fond de l'eau; certains vivent à la surface alors que d'autres vivent à différentes profondeurs. Les oiseaux de rivage ont développé des becs de formes et de longueurs très variées, dont chacune est adaptée à une espèce particulière d'invertébrés (figure 2-17).

FIGURE 2-17

Habitudes alimentaires des oiseaux de rivage



Les bécasseaux de taille moyenne, comme le bécasseau variable, sont très abondants en automne, en hiver et au printemps. Vous les trouverez fouillant le sol pour trouver des invertébrés qui creusent des trous relativement peu profonds, comme la crevette fouisseuse (*Corophium*). Les bécasseaux à long bec peuvent trouver des organismes enfouis plus profondément dans les endroits boueux et saumâtres et le long des rives des étangs peu profonds et des marécages.

Bactéries et algues : les héros furtifs

Les marais côtiers et les plaines boueuses sont des habitats idéaux pour plusieurs sortes de bactéries. Certaines font partie des bactéries naturelles et bénéfiques, pas de celles qui sont nuisibles aux humains. En décomposant la grande quantité de matière organique du marais salant et de l'estran, les bactéries créent une source de nourriture à partir de la quantité importante de débris produite par le réseau alimentaire de l'estuaire. La décomposition de matière organique permet la récupération d'une quantité importante de substances nutritives, tel que l'azote, pour les végétaux du marais (figure 2-18).

FIGURE 2-18

Le cycle de l'azote

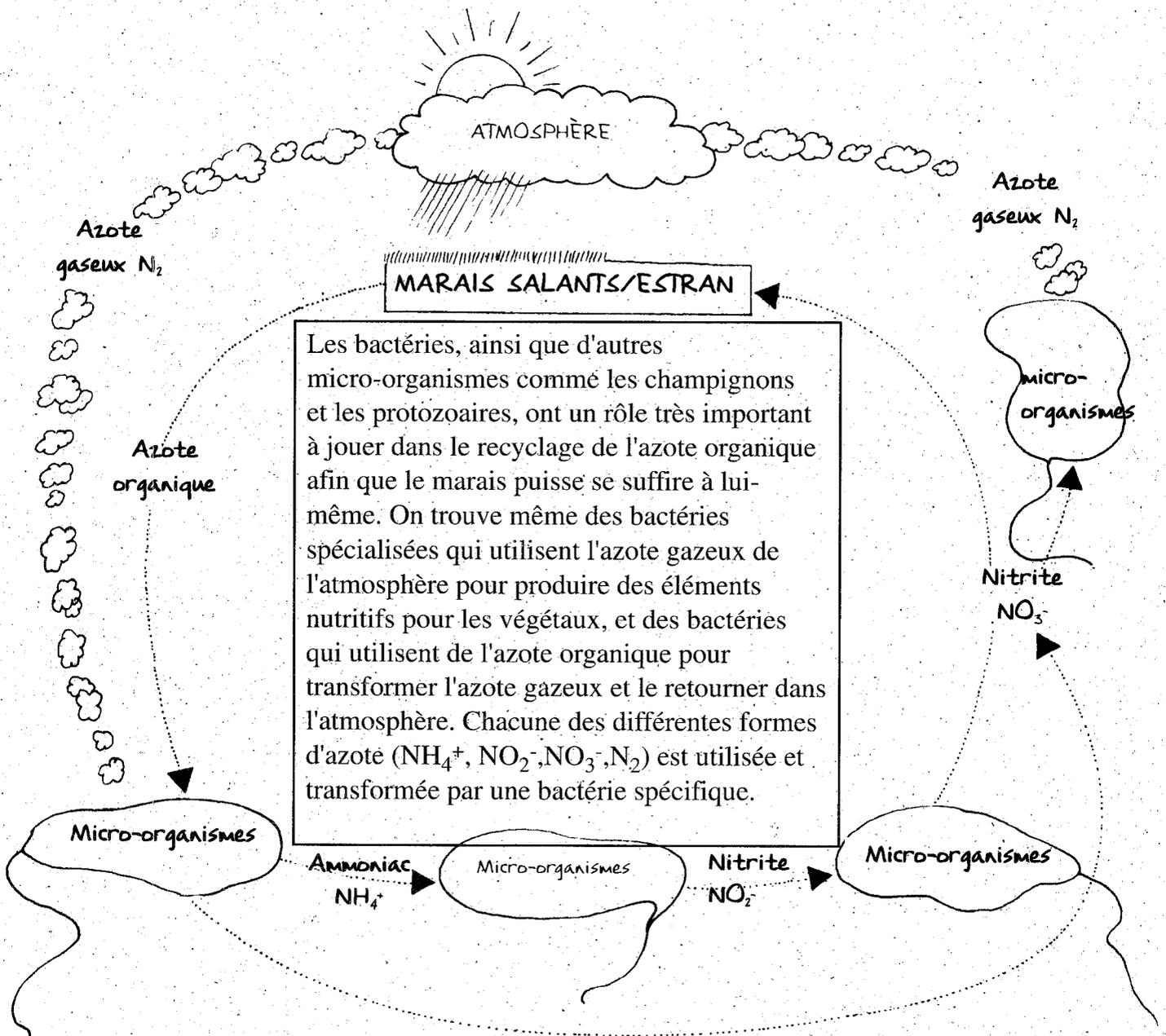
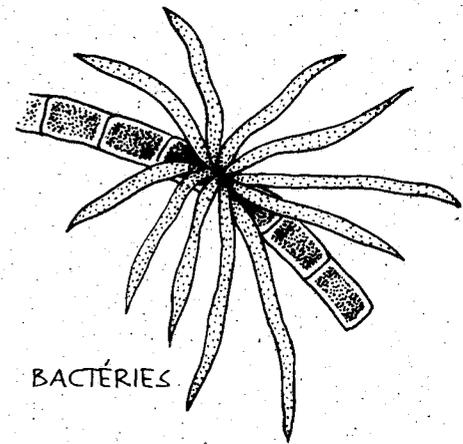


FIGURE 2-19Bactéries et algues
de l'estuaire

Il y a plusieurs sortes différentes de bactéries spécialisées, dont celles qui produisent l'odeur nauséabonde du gaz des marais que vous remarquerez lors d'une promenade dans la partie boueuse d'un marais salant ou d'un estran. Cette odeur d'« œufs pourris » est due à l'hydrogène sulfuré gazeux produit par les bactéries vivant dans la boue où l'oxygène est absent. L'azote gazeux est produit par un autre type de bactéries qui abondent dans les zones privées d'oxygène des marais salants ou des estrans (figure 2-19). Ces bactéries spécialisées sont très importantes car elles contribuent à l'équilibre chimique global de l'air, de l'eau et du sol (la biosphère).



BACTÉRIES

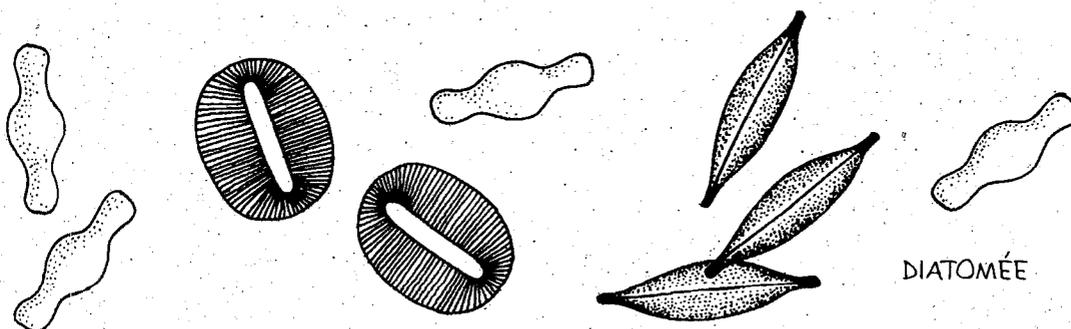
À certains endroits de l'estran, vous noterez les tapis foncés formés d'algues bleu-vert. Ces tapis à l'apparence étrange ne sont généralement pas reconnus comme étant des algues en raison de leur couleur étrange et de leur texture caoutchouteuse. En fait, les scientifiques pensent que les algues bleu-vert sont d'une certaine façon apparentées aux bactéries. En saisissant des sédiments, ces tapis algaires bleu-vert forment le premier maillon important en fournissant des sites stables et riches en substances nutritives permettant aux plantes des marais de s'installer, ce qui contribue au développement de nouveaux marais salants.



ENTÉROMORPHES

Il existe autre important groupe d'algues vivant sur l'estran, de taille microscopique. Ces algues, appelées diatomées, se détectent souvent à la couche brunâtre ou dorée qu'elles forment sur la surface boueuse. Puisque plusieurs invertébrés de surface se nourrissent de diatomées, ces algues sont une source de nourriture vitale sur l'estran.

L'algue verte (*Enteromorpha*), plus grande et plus visible, pousse en faisceaux de tubes minces. Lorsque cette algue meurt, elle blanchit et ressemble à des entrailles d'animaux. En fait, une des espèces de cette algue porte le nom de *Enteromorpha intestinalis*.

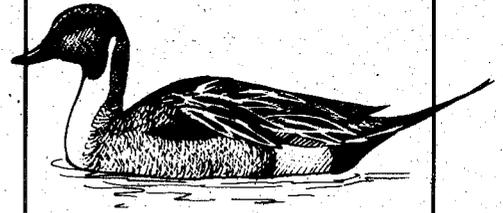


DIATOMÉE

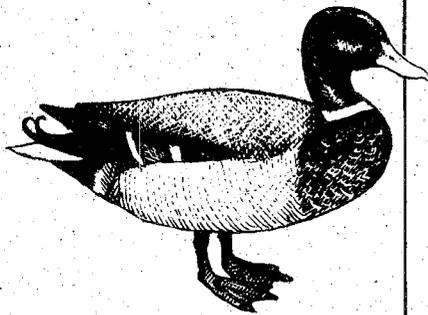
**OISEAUX
APERÇUS
FRÉQUEMMENT**



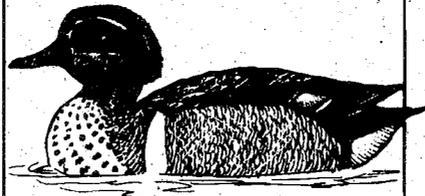
Canard siffleur d'Amérique



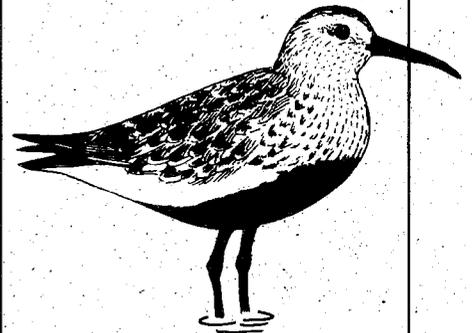
Canard pilet



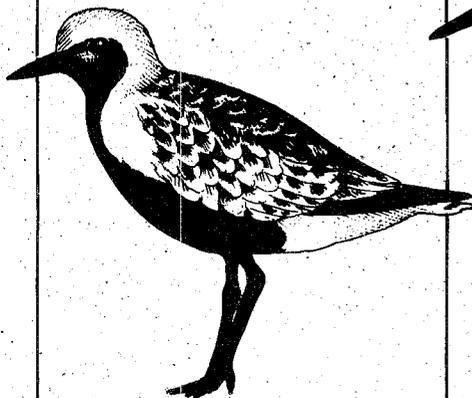
Canard colvert



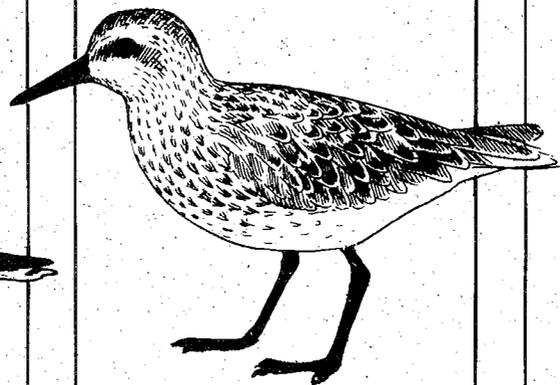
Sarcelle à ailes vertes



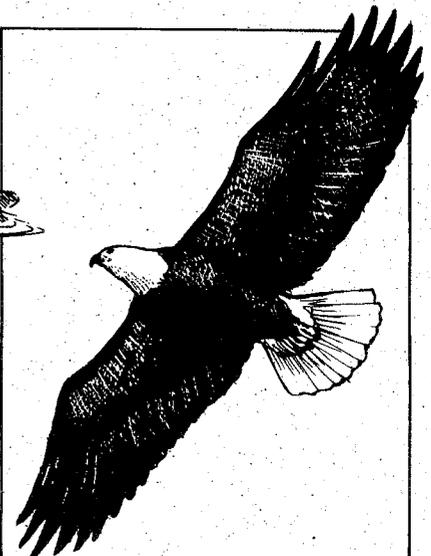
Bécasseau variable



Pluvier argenté



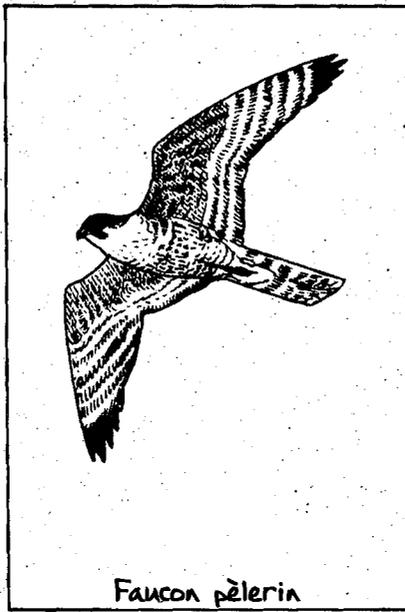
Bécasseau d'Alaska



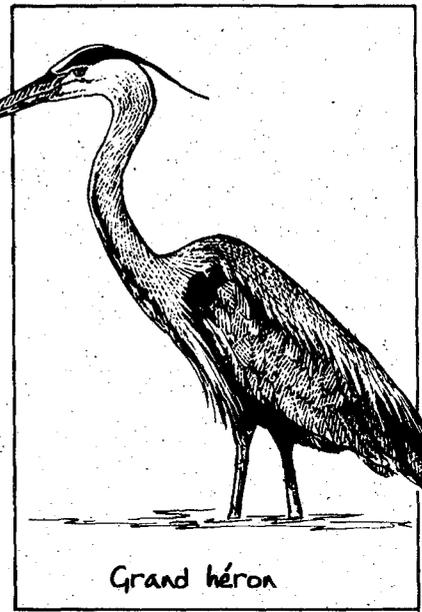
Aigle à tête blanche



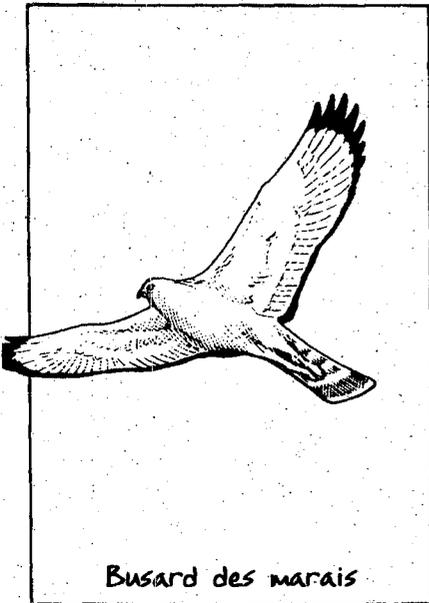
Hibou des marais



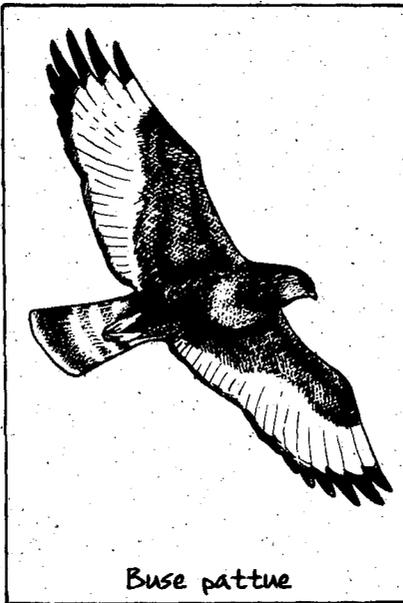
Falcon pèlerin



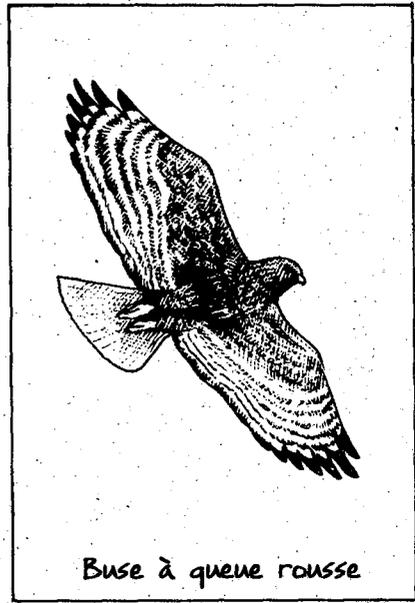
Grand héron



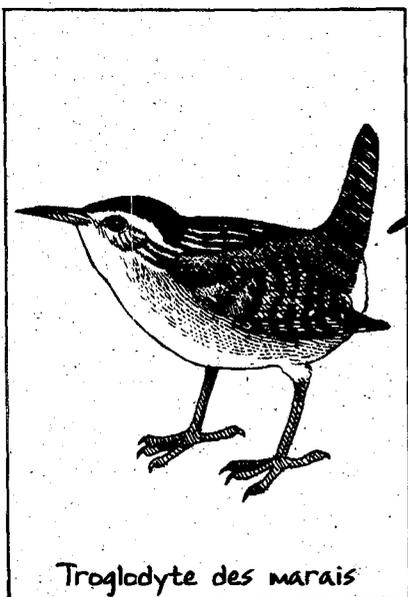
Busard des marais



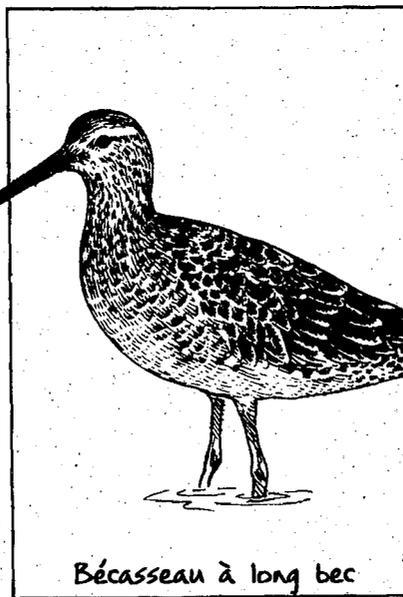
Buse pattue



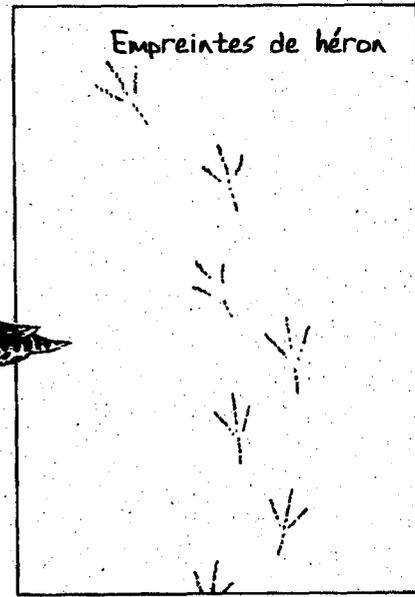
Buse à queue rousse



Trogodyte des marais



Bécasseau à long bec



Empreintes de héron

Forêt de plaine inondable



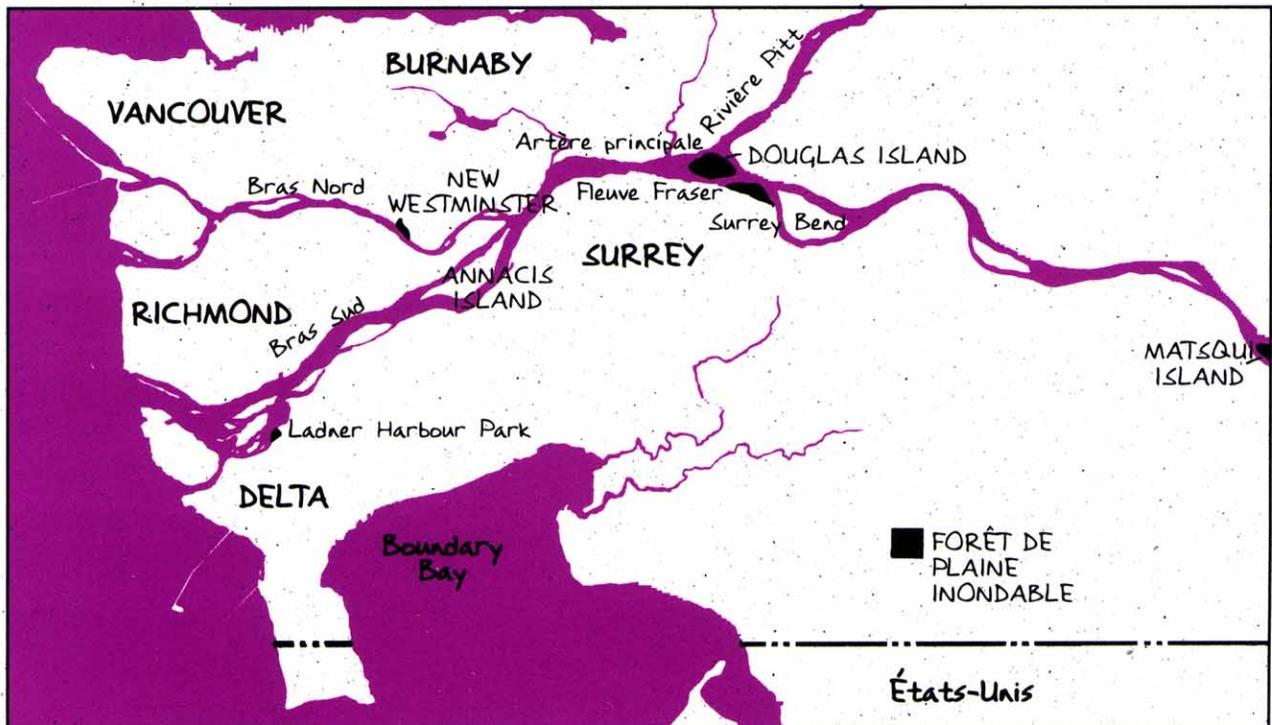
Où se trouve cet habitat?

Les forêts de plaine inondable se trouvent au-dessus de la laisse de haute mer; on les trouve aussi dans les plaines où la crue des rivières produit des inondations saisonnières. Ces forêts sont généralement associées à d'autres types de peuplements. À titre d'exemple, dans les endroits plus secs et plus élevés, les forêts de plaines inondables se mêlent aux forêts de conifères côtières, tandis que dans les endroits humides et mal irrigués, les marécages tendent à dominer. Ainsi, les endroits de l'estuaire qui ne sont pas endigués, qui sont bien drainés et qui sont périodiquement inondés par les marées hautes ou par les débordements des rivières sont un milieu propice au développement de certains types de forêts de plaine inondable.

La majeure partie des grandes forêts de plaine inondable qui poussaient autrefois dans la vallée du bas Fraser a depuis longtemps été convertie en terres agricoles ou en sites urbains ou industriels. Il ne reste que quelques endroits où l'on retrouve de grandes forêts de plaine inondable actives comme Matsqui Island, Surrey Bend, Douglas Island ainsi que des forêts dispersées en périphérie des rives et des marécages de l'estuaire. La figure 2-21 montre l'emplacement de certaines des forêts de plaine inondable qui subsistent dans la région.

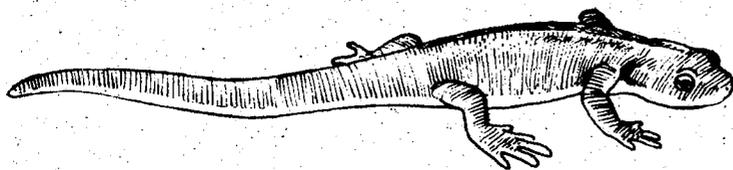
FIGURE 2-21

Emplacement des forêts de plaine inondable non-endiguées



Quelle est la différence entre un marécage et un marais?

Il est assez fréquent d'entendre des gens donner le nom de « marécage » à n'importe quelle zone de terre humide, sans égard au type d'habitat qui s'y trouve. Toutefois, les arbres et les arbustes sont les principaux indicateurs qui permettent de faire la différence entre un marécage et les autres types de terres humides. Les marécages, qui sont les endroits les plus humides des forêts de plaine inondable, supportent les arbres et les arbustes bien adaptés aux sols saturés d'eau. Les marais, cependant, sont dominés par la présence de plantes graminoides (herbe, foin plat et jonc) car celles-ci sont adaptées à des conditions encore plus humides que ne le sont les arbres.



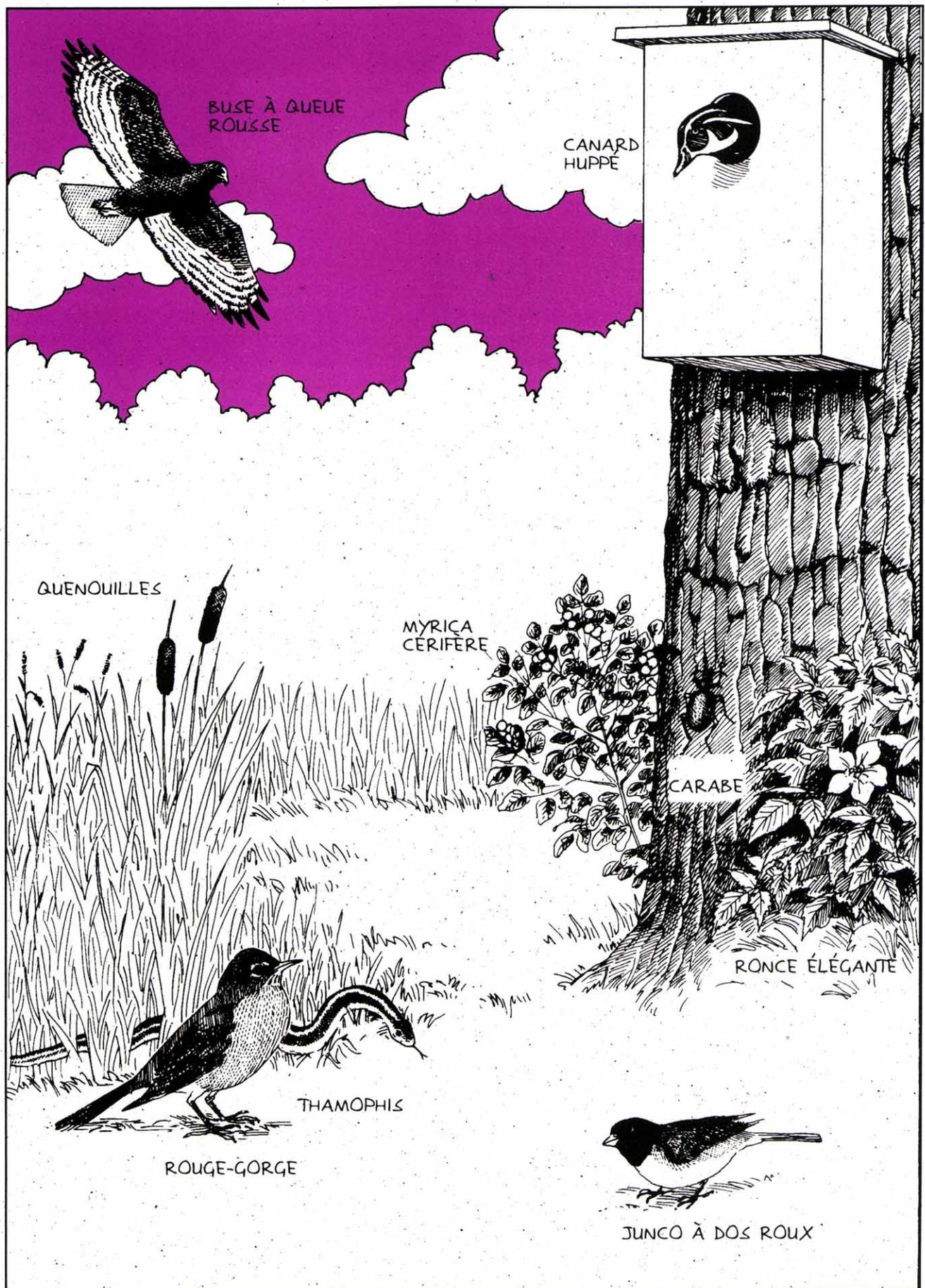
TRITON

Quelle est la valeur écologique d'une forêt de plaine inondable?

Il reste si peu de forêts de plaine inondable actives que les biologistes ont rarement l'opportunité d'entreprendre des études approfondies sur leur écologie spécifique. Toutefois, nous savons que la biomasse végétale de ces forêts joue un rôle important pour retenir et réguler les eaux de ruissellement. Ces forêts ont aussi la capacité de filtrer et de purifier l'eau, ce qui a pour effet d'améliorer la qualité des eaux du bassin.

Les bordures boisées jouent le rôle important de zone de transition entre le marais et le milieu forestier. Cette zone de transition marais-forêt offre aux animaux de la forêt une opportunité de s'aventurer dans des endroits plus ensoleillés et plus ouverts pour se nourrir, alors que les animaux des marais peuvent trouver de la nourriture, un couvert et un abri dans la forêt marécageuse.

FIGURE 2-22 Point de rencontre de la vie animale dans la forêt de plaine inondable



Des oiseaux tels que les grands hérons, les hiboux, les faucons, les canards huppés et les oiseaux chanteurs se nourrissent dans les marais découverts et utilisent les arbres des marécages à proximité pour nicher ou se percher. Le thamnophis cherche un refuge à la lisière des forêts et chasse, près des marais, les amphibiens, les vers de terre et parfois les petits poissons. La lisière entre le marais et la forêt est un « carrefour » important où se croisent les animaux du marais et ceux de la forêt (figure 2-22).

Les arbres et les arbustes des berges de rivière et des faux chenaux fournissent un couvert et une source de nourriture pour les organismes aquatiques. Les jeunes poissons, en particulier le saumon, tirent avantage de l'eau refroidie par l'ombrage des rives boisées. Les branches mortes et autres débris de bois qui jonchent les cours d'eau offrent d'excellentes cachettes pour les petits poissons qui se nourrissent des insectes tombés des arbres et des arbustes. Les arbres à feuilles caduques sont également une importante source de débris organique pour l'estuaire.

Quelques-unes des plantes dominantes

L'identification des arbres et des arbustes de la forêt de plaine inondable est relativement facile si l'on regarde la forme des feuilles. En hiver, lorsque les feuilles sont tombées, la forme et la structure des branches peut servir à identifier les arbres et les arbustes.

Le plus grand et le plus majestueux des arbres de la forêt de plaine inondable est le peuplier occidental (*Populus trichocarpa*). Il mesure jusqu'à 38 m (125 pieds) et il est le plus grand des arbres latifoliés indigènes de la Colombie-Britannique. La plupart ont été coupés pour leur tronc dont on obtient de larges planches de bois sans noeud ou, de nos jours, de la pâte de bois pour les papiers ménagers (papier mouchoir, papier hygiénique, etc).

D'autres arbres et arbustes typiques que l'on rencontre communément sont illustrés à la figure 2-24. Cette figure peut être utilisée comme un simple guide durant l'été et l'hiver pour identifier la structure des feuilles et des branches d'arbres et d'arbustes.

FIGURE 2-23

Peuplier occidental
(*Populus trichocarpa*)

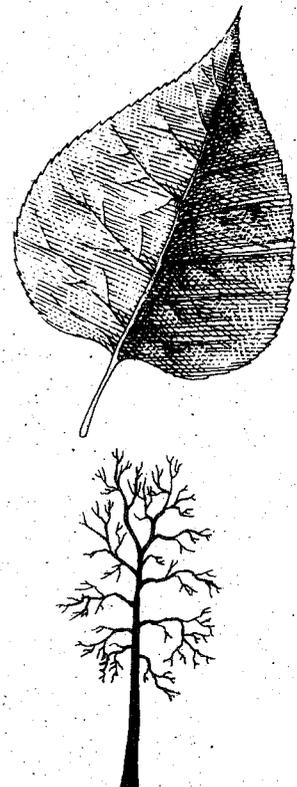
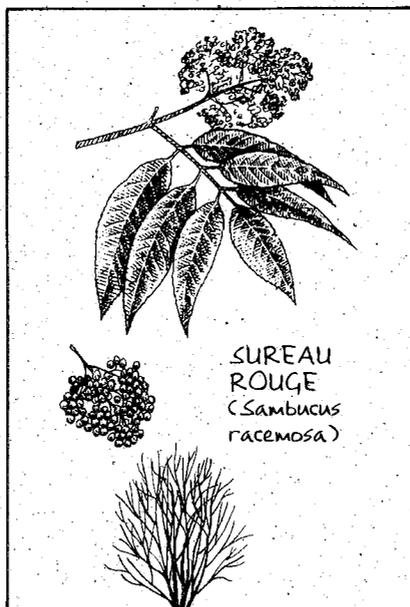
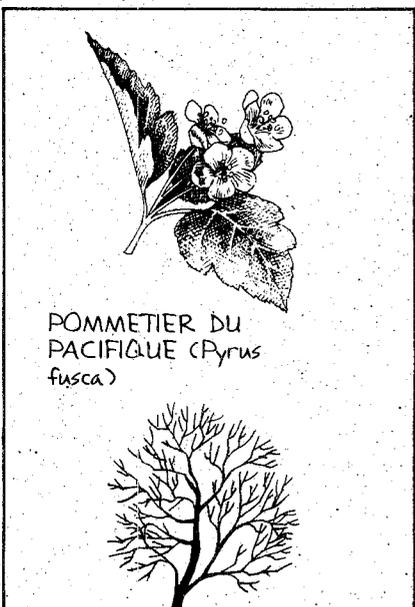
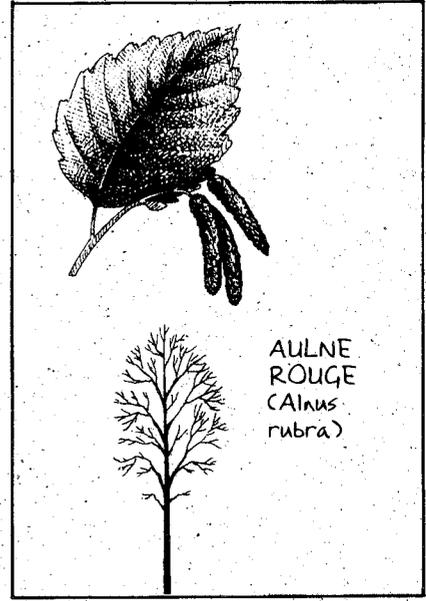
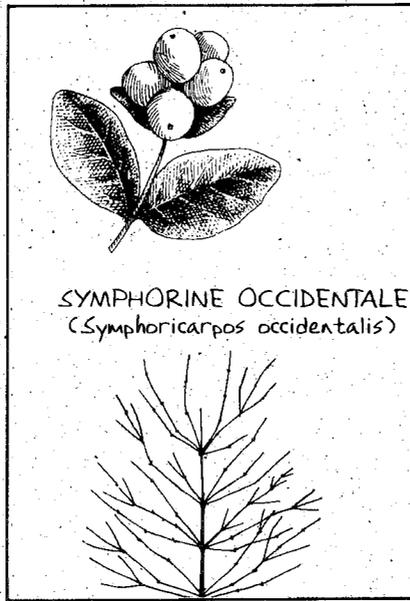
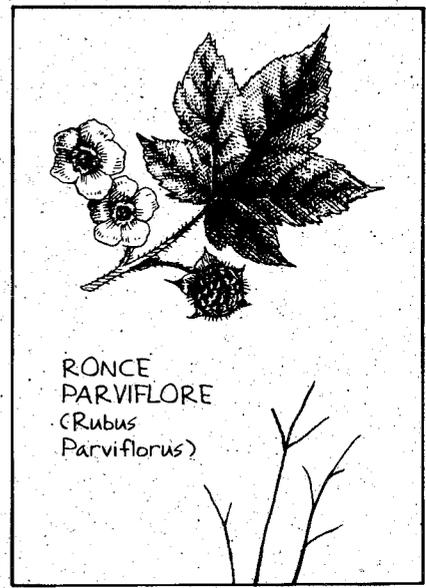
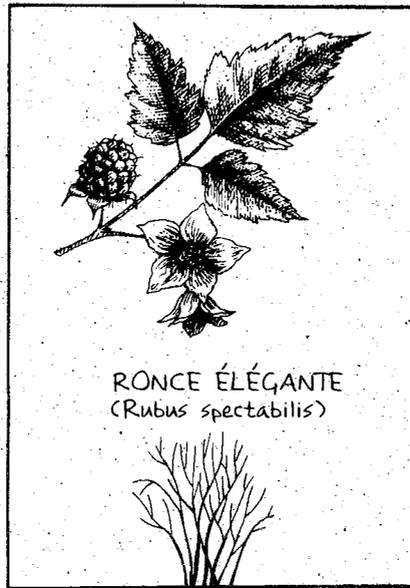
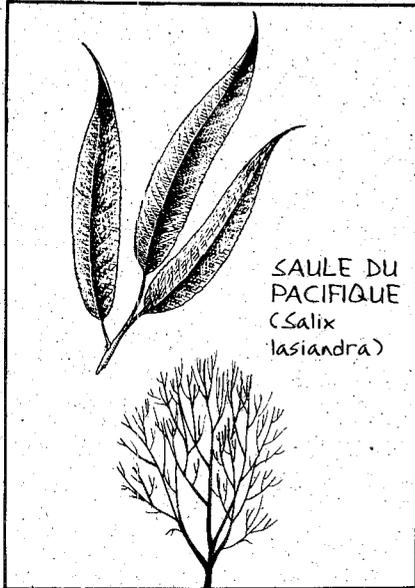


FIGURE 2-24 Arbres et arbustes de la forêt de plaine inondable



LIEU D'EXCURSION : Riverside Parks

Les endroits les plus propices pour étudier les forêts de plaine inondable actives sont deux parcs riverains : parc Ladner Harbour à Ladner et parc Fraser Foreshore à Burnaby (figure 2-25 et 2-26).

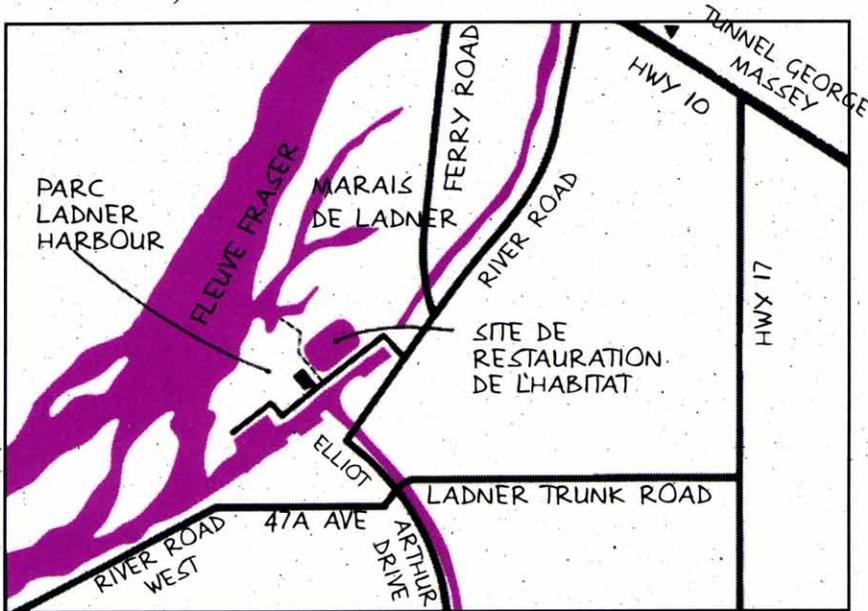


FIGURE 2-25

Emplacement du parc Ladner Harbour

On peut se rendre au parc Ladner Harbour par la route River Road à Ladner. C'est un parc familial quoiqu'il y ait encore une forêt, dominée par de grands peupliers occidentaux qui se mêlent à un marais intertidal de grande superficie. La zone de transition humide entre la forêt de peupliers occidentaux et le marais représente le type de milieu forestier qui se retrouvait autrefois sur presque toute la zone non endiguée de l'estuaire.

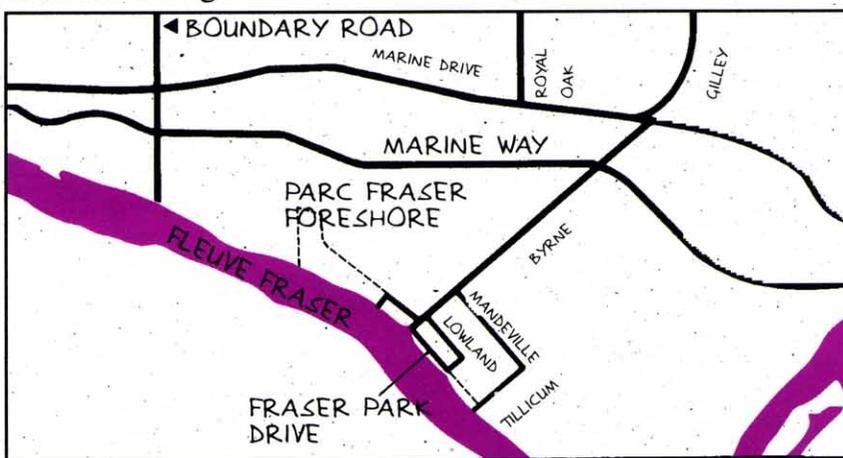
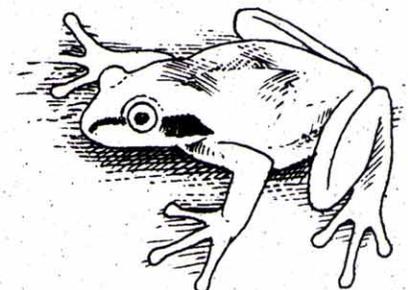


FIGURE 2-26

Emplacement du parc Fraser Foreshore

Le parc Fraser Foreshore est situé à Burnaby sur le bras nord du fleuve Fraser (figure 2-26). On peut s'y rendre à partir de la route Byrne Road (au sud de Marine Way) par un sentier qui se dirige vers l'ouest, puis au nord tout droit vers Marine Way.

RAINETTE DU PACIFIQUE



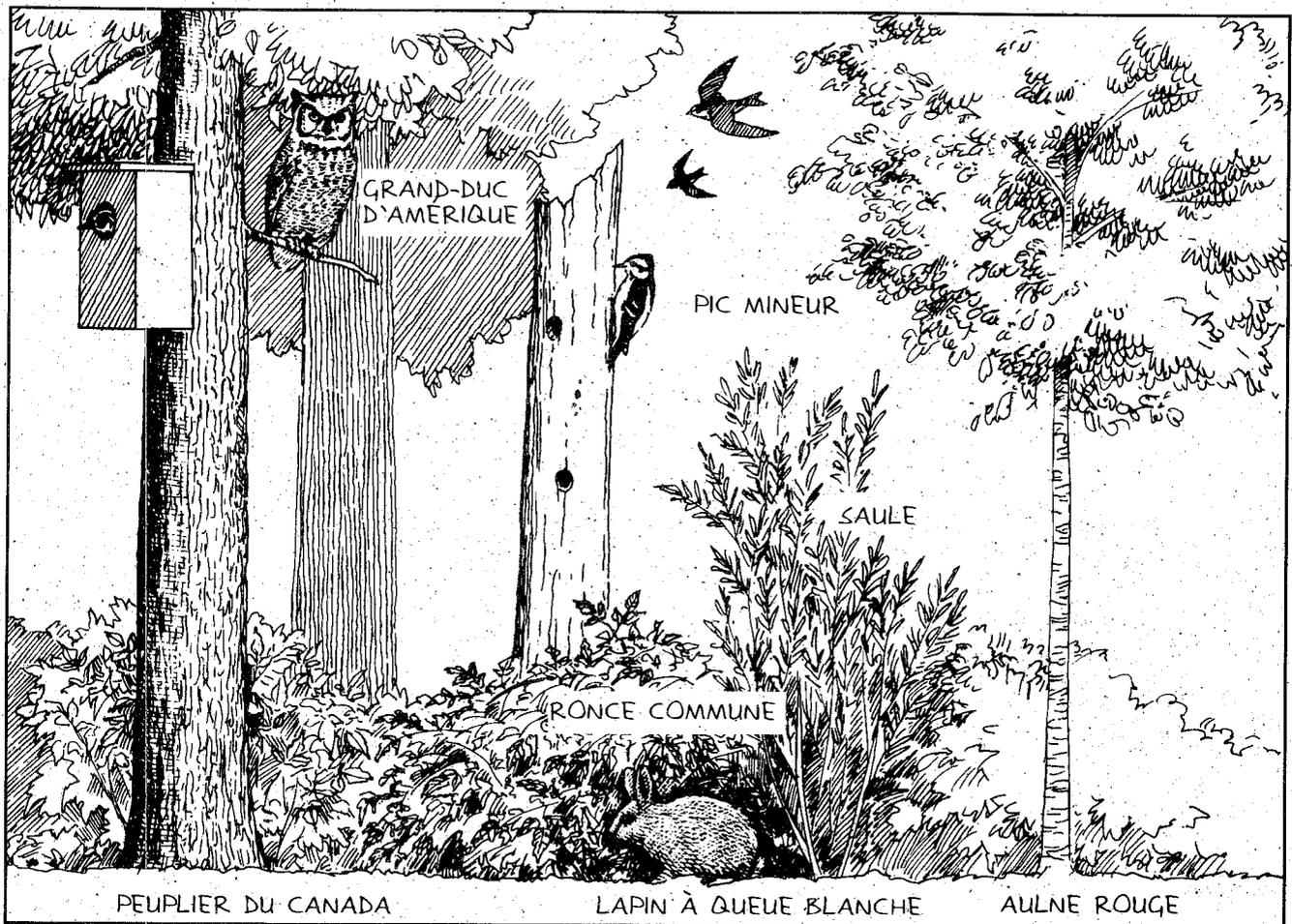


FIGURE 2-27

Communauté d'une forêt de plaine inondable

Ce qu'il faut observer

- La forêt de plaine inondable est un excellent milieu pour les reptiles et les amphibiens. Le thamnophis et la rainette du Pacifique sont deux espèces que l'on trouve communément dans ces forêts. Remettez ces animaux dans leur milieu si vous avez la chance d'en attraper et d'en examiner un.
- Inspectez le sol sous les grosses branches qui sont probablement utilisées par les hiboux. Vous pourriez trouver des pelotes de régurgitation qui contiennent des restes non-digérés des repas du hibou. Ces pelotes contiennent les petits os des proies dévorées par l'animal (souris, grenouilles ou même serpents).
- Si vous regardez dans le feuillage des peupliers occidentaux et des aulnes vous pourrez voir les nids de branches des buses à queue rousse. Si le nid que vous voyez est particulièrement haut et gros, il peut appartenir à un couple d'aigles à tête blanche. Il peut aussi y avoir des nichoirs attachés au tronc des arbres pour fournir des sites de nidification additionnels aux canards huppés.

- Les lapins à queue blanche abondent au parc Ladner Harbour. Ce lapin provient d'une population introduite dans l'État de Washington. Il fait son nid dans des terriers.

ACTIVITÉ 6 :

ÉTUDE DU MICRO-HABITAT D'UNE FORÊT DE PLAINE INONDABLE

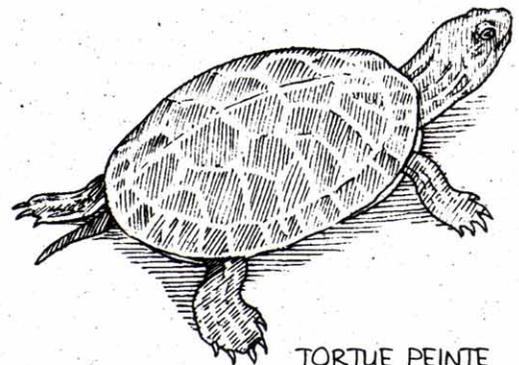
La forêt de plaine inondable renferme une grande variété de plantes et d'animaux surtout parce qu'elle compte de nombreux micro-habitats différents. Un micro-habitat est un petit habitat au sein d'un plus grand où une plante ou un animal peut vivre. Dans une forêt de plaine inondable, un micro-habitat peut être un tronc en décomposition, le feuillage d'un arbre, une petite flaque d'eau, et ainsi de suite. Une chasse au trésor est un bon moyen de découvrir la richesse et la variété de l'environnement forestier.

Objectifs :

Les participants à la chasse au trésor apprendront à décrire certains des nombreux microhabitats différents de la forêt de plaine inondable. Ils apprendront à recueillir et à enregistrer de l'information sur l'environnement.

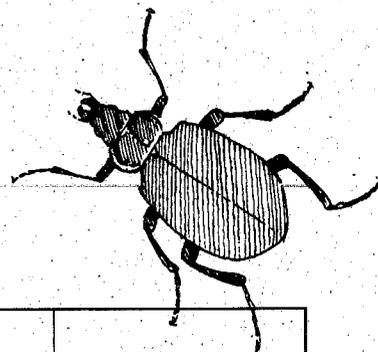
Équipement :

Cette activité nécessite : des truelles, des seaux, des plateaux peu profonds, des contenants de plastique, des cuillères de plastique, des loupes simples, des jumelles, des planchettes à pince et des blocs-notes. Pour vous aider dans votre recherche et dans la prise de note, une formule type, « Fiche d'observation sur les micro-habitats » est fournie ci-après (figure 2-28). Essayez d'étudier les micro-habitats suivants : tronc en décomposition, petite flaque d'eau, feuillage d'arbre, pile de feuilles mortes. Vous pouvez aussi utiliser d'autres exemples dans la première rangée de la fiche d'observation.



TORTUE PEINTE

FICHE D'OBSERVATION DE MICRO-HABITAT



Répondez aux questions suivantes pour chaque micro-habitat

1. Quel est le nom du micro-habitat?				
2. Décrivez-le.				
3. Quels animaux ou quels signes de présence animale voyez-vous?				
4. Quel autre animal pourrait vivre dans cet habitat?				
5. Pour quelles raisons un animal vit-il dans cet habitat?				
6. Décrivez les plantes que vous voyez à cet endroit.				
7. Dessinez une plante ou un animal que vous voyez.				
8. Quels sont les signes de l'influence humaine?				

Procédure :

1. Divisez les participants en groupes de quatre ou cinq et prêtez-leur tous les instruments mentionnés à la page 61 que vous aurez trouvés. Donnez à chaque groupe une planchette à pince, ainsi qu'une copie de la fiche d'observation des micro-habitats.
2. Chaque groupe doit chercher quatre micro-habitats différents et répondre aux questions de la fiche relatives à chaque habitat. Tout le monde doit pouvoir trouver ou décrire certains des éléments indiqués sur la fiche.

IMPORTANT

Il s'agit d'une excellente occasion d'encourager le respect de la nature. Il faut rappeler les règles suivantes lors de chaque promenade.

Ne cueillir aucune plante vivante ou partie de plante vivante (écorce, fleurs, feuilles).

Laisser les œufs dans leur nid et ne pas déranger le nid.

Ne pas altérer le paysage lorsque vous recueillez des objets.

Remettre dans l'environnement ce que vous y avez pris.

Remplir les trous creusés et remettre les pierres ou les troncs dans leur position originale.

Respecter l'endroit où l'on passe et préserver sa beauté pour ceux qui passeront après soi.

3. Après l'étude, former un groupe pour discuter des sujets suivants :

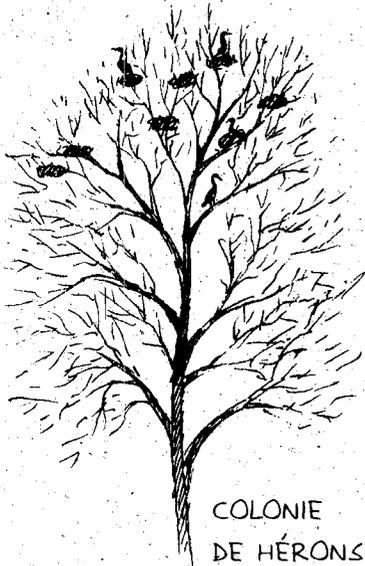
Revoir et comparer les réponses aux questions de la fiche d'observation du microhabitat.

De quelles manières des gens insouciants peuvent-ils endommager ou détruire ces micro-habitats?

Comment peut-on contribuer à la protection, à la restauration et à l'amélioration de ces microhabitats?

Pourquoi cet habitat en particulier est-il menacé d'une disparition imminente?

AUTRES FAITS ET CHIFFRES

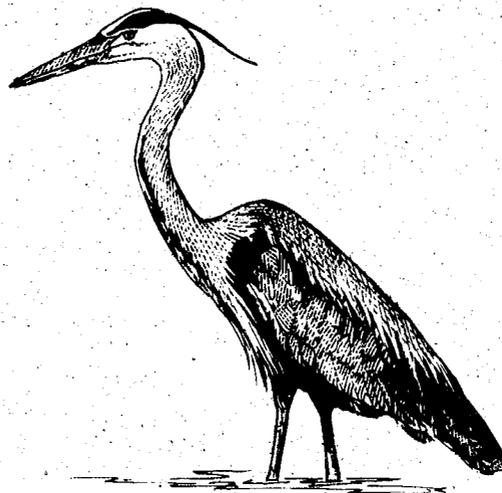


Les colonies de hérons : un micro-habitat vulnérable

L'estuaire du fleuve Fraser est un milieu riche en nourriture pour le grand héron. Les hérons adultes peuvent s'y nourrir de petits poissons, de grenouilles et de rongeurs qui se trouvent dans les nombreux habitats de terres humides de l'estuaire. Toutefois, les jeunes hérons encore au nid doivent être près d'une source de nourriture, car plus les parents s'absentent longtemps du nid en quête de nourriture, plus les jeunes sont à la merci des prédateurs.

Plusieurs hérons se sont déplacés à Point Roberts pour nicher, après que leurs nids eurent été détruits à plusieurs reprises à Tsawwassen : d'abord par la coupe des arbres aux environs de 1955, puis par le développement urbain. Il y a une colonie de hérons à Pointe Roberts depuis au moins 16 ans. Elle compte plus de 300 nids, et elle est peut-être la plus importante du nord-ouest du Pacifique. La colonie de Creston près de Nicomekl River au sud de Surrey, a aussi changé d'emplacement à plusieurs reprises en raison du développement urbain.

Les hérons ont besoin d'un peuplement de grands arbres, tranquille et situé près de terres humides. La destruction de ces habitats a éliminé ou menacé les populations de hérons dans certaines zones de l'estuaire. Les colonies de hérons représentent un habitat vulnérable pour la survie de cet animal emblématique de l'estuaire.



Chenaux et faux chenaux



Les faux chenaux sont des cours d'eau dormante relativement peu profonds et paisibles de l'estuaire. Les chenaux sont par contre des endroits où l'écoulement est rapide et l'eau profonde lorsque les marais, les battures et les forêts de plaine inondable, sont exposés à la marée montante. Les faux chenaux et les chenaux de l'estuaire sont des milieux aquatiques presque toujours submergés.

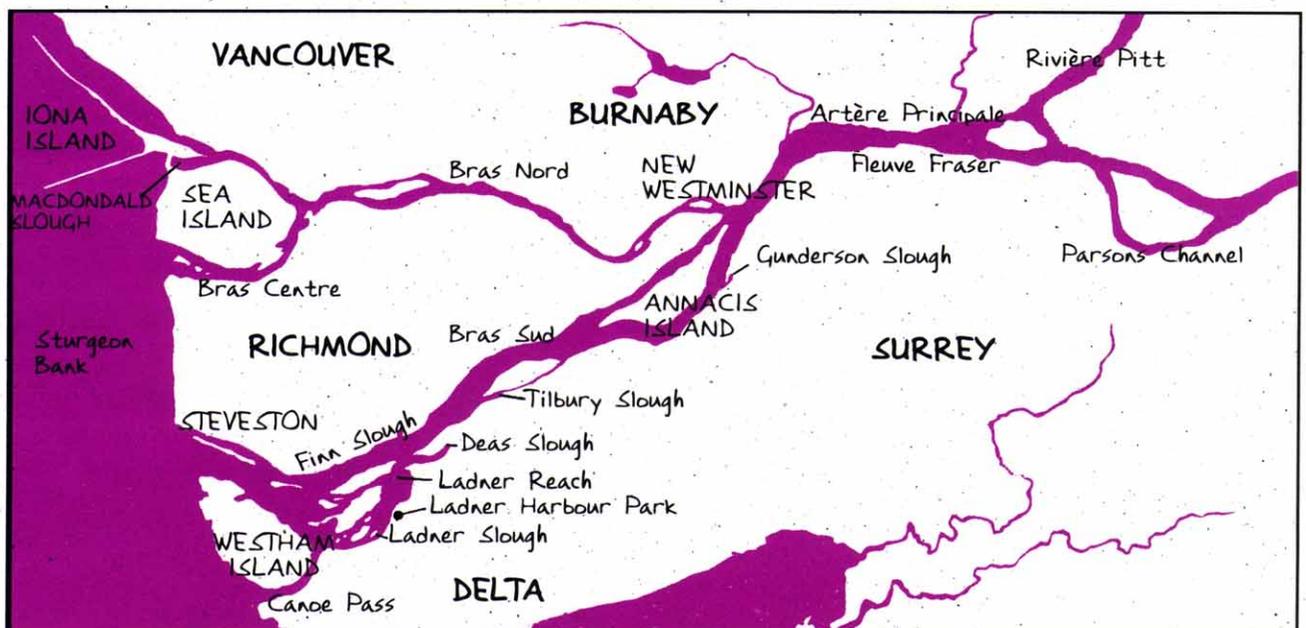
Où se trouve cet habitat?

L'artère principale du fleuve Fraser, en aval de New Westminster se sépare en deux grandes ramifications : le bras Sud et le bras Nord. Les ramifications secondaires comprennent Middle Arm et Canoe Pass. Il y a aussi plusieurs embranchements plus petits comme Annacis Channel, Ladner Reach et Parsons Channel. Ce réseau de ramifications est propre à la majorité des estuaires ayant des deltas.

Parmi les plus connus et les plus grands faux chenaux de l'estuaire du Fraser, citons : MacDonald Slough, Finn Slough, Deas Slough (près du parc de Deas Island), Tilbury Slough et de Gunderson Slough, situés plus haut en amont (figure 2-29). Une grande partie de ces faux chenaux étaient ouverts au fleuve Fraser par les deux extrémités mais, depuis que l'on a bâti des digues et effectué des travaux de remblayage, l'extrémité amont de la plupart des faux chenaux est maintenant fermée par une chaussée.

FIGURE 2-29

Principaux chenaux et faux chenaux



Les chenaux

Quelles sont leurs caractéristiques physiques?

En juin, lors du débit de pointe (ou crue nivale), les chenaux du Fraser transportent de grandes quantités d'eau (jusqu'à 15 000 mètres cubes par seconde) à Hope. La figure 2-30 est un hydrogramme du débit saisonnier du fleuve Fraser. Le bras Sud, qui est le plus large (de 200 à 300 mètres de large) et le plus profond (environ 12 mètres), assure 85 % du débit. L'eau douce du fleuve, qui flotte au-dessus de l'eau de mer, en raison de sa densité et de sa salinité plus élevées, remonte vers la surface à chaque marée.

La vitesse du courant est importante puisque les chenaux principaux du fleuve sont utilisés par des millions de saumons lors de leur migration. Les vitesses de courant les plus élevées pour le courant (de 1,0 à 2,0 mètres seconde) interviennent dans la partie centrale du chenal. Près du fond et des rives, les vitesses diminuent à moins d'un mètre par seconde (figure 2-31). Si vous étiez un poisson à la recherche de la route migratoire la moins difficile pour remonter le fleuve, où nageriez-vous?

FIGURE 2-30

Hydrogramme du fleuve Fraser

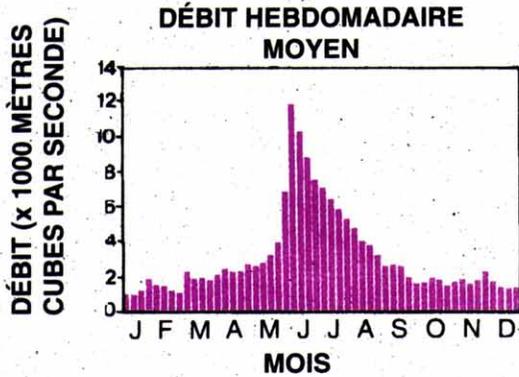
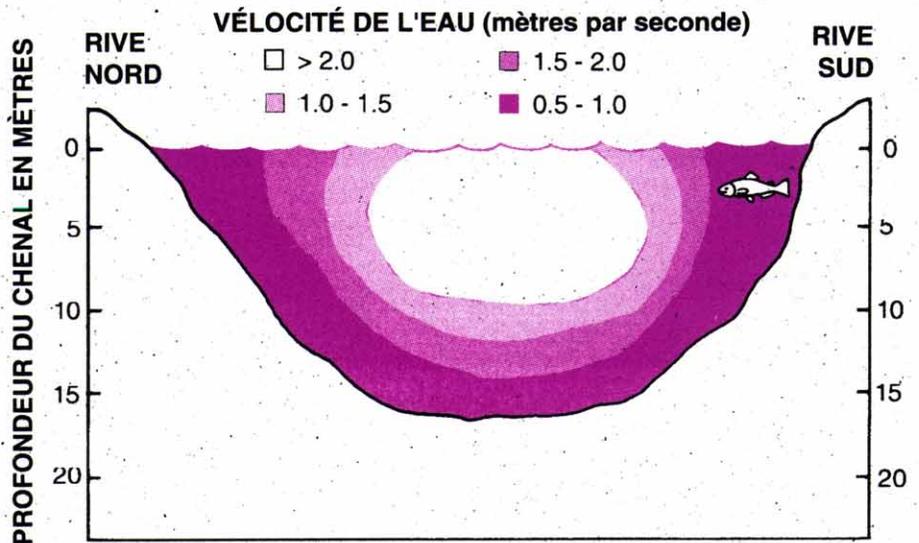


FIGURE 2-31

Coupe transversale du fleuve représentant la vitesse du courant



Chaque année, les chenaux du fleuve transportent de grandes quantités de sédiments (25 millions de tonnes métriques). La majeure partie (80 %) de ces matériaux (limon et argile) demeure en suspension dans l'eau. Les sédiments restants (sable et gravier), plus lourds, sont transportés au fond du chenal.

Y a-t-il de la vie au fond du Fraser?

FIGURE 2-32 Benthos

L'habitat des chenaux fluviaux est un environnement froid et sombre où le courant est rapide et les sédiments en constant déplacement. Mis à part les algues flottantes et dérivantes, il n'y a aucune production végétale dans les chenaux fluviaux. Toutefois, malgré les conditions difficiles en apparence au fond du fleuve, on y trouve de nombreux invertébrés qui se nourrissent des débris organiques abondants dans ce milieu. L'ensemble de ces organismes porte le nom de « benthos » (figure 2-32).

Les petits vers aquatiques connus sous le nom d'« oligochètes » vivent dans la boue recouvrant le fond de la majeure partie de la zone fluviale de l'estuaire. Ces vers abondent en particulier (jusqu'à 1 000 vers par mètre carré) dans les parties de l'estuaire où l'on trouve un taux élevé de pollution organique, car ils peuvent supporter un milieu très faible en oxygène. C'est pourquoi les oligochètes servent souvent de bio-indicateurs de pollution.

Le fond du fleuve abrite aussi plusieurs espèces de larves d'insectes aquatiques, dont l'une des plus communes est celle du moucheron (*Chironomid*). Ces larves, très communes dans l'estuaire, constituent la nourriture favorite des jeune saumons.

Les organismes vivant à la surface du fond du fleuve sont appelés « épibenthiques ». Un des invertébrés épibenthiques parmi les plus communs est la mysis (*Neomysis mercedis*). On peut recueillir des milliers de ces petites crevettes au moyen d'un filet aux mailles serrées au fond du fleuve.

L'eau du chenal fluvial est peuplée par un autre groupe d'organismes appelé « plancton ». Dans l'estuaire du Fraser, une bonne partie de ce plancton est constituée de petits invertébrés appelés « zooplancton », dont les variétés les plus connues sont les cladocères et les copépodes (de petits crustacés de un ou deux millimètres de long au maximum, figure 2-33).

La grande taille et la longévité de l'esturgeon blanc en font l'un des habitants les plus intéressants des fonds du fleuve Fraser. Au début du siècle, les esturgeons de plus de 500 kilogrammes étaient communs (un spécimen de 850 kilogrammes aurait été capturé près de Mission City). Des esturgeons âgés de 71 ans auraient été capturés par des pêcheurs commerciaux; un pêcheur à la ligne en aurait même capturé un de plus de 100 ans.

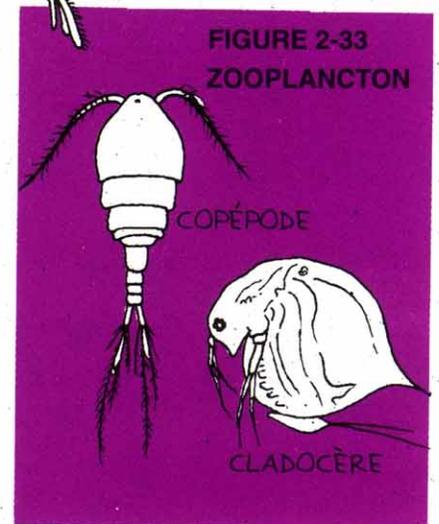
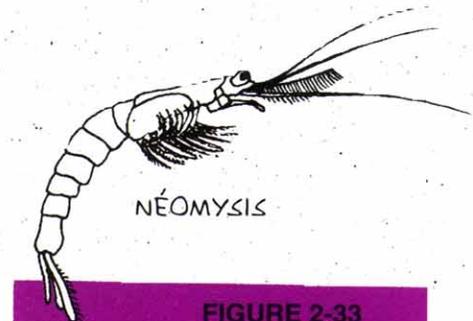
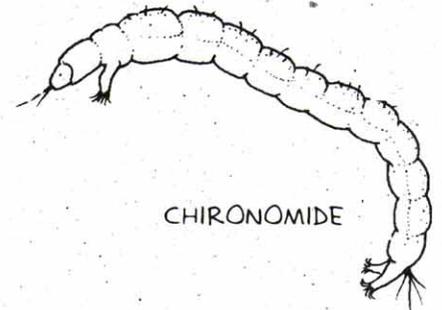
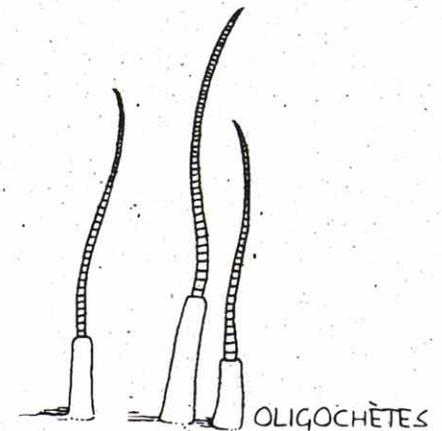


FIGURE 2-34

Un filet maison à faire soi-même



ACTIVITÉ 7 : L'EXAMEN DU PLANCTON

Recueillir et étudier des spécimens de zooplancton est une activité intéressante car elle permet d'apprécier la diversité des êtres vivants qu'abritent les eaux boueuses des chenaux et faux chenaux fluviaux. Pour recueillir des spécimens de zooplancton, il faut un filet à plancton de forme conique, dont les mailles sont très serrées.

Objectif :

Capter, examiner et identifier des spécimens de zooplancton de l'estuaire.

Fabrication d'un filet à plancton :

On peut fabriquer son propre filet à plancton à partir d'un bas de nylon. Coupez le fond d'un contenant de crème glacée en plastique. Glissez le haut d'un bas de grande taille sur la partie coupée du contenant. Attachez le bas au contenant avec du ruban adhésif hydrofuge. Attachez une corde ou une longue perche à la poignée du contenant de crème glacée.

Méthode d'examen :

Normalement, on laisse traîner le filet à plancton dans l'eau, à l'arrière d'un bateau. Toutefois, on peut aussi l'installer sur une perche et le tirer dans l'eau, dans un mouvement de va-et-vient, à partir de la rive ou du bout d'un quai.

Pour sortir du filet les organismes capturés (figure 2-34), mettre d'abord le filet à l'envers. Mettre le bout du filet en contact avec de l'eau dans un contenant évasé. Plusieurs organismes vont sortir du filet en nageant, alors que d'autres auront besoin d'être expulsés par le jet d'eau d'une bouteille munie d'un vaporisateur. Souvenez-vous que moins vous utilisez d'eau pour le transfert du plancton, plus votre échantillon sera concentré.

Il vaut mieux examiner le zooplancton au microscope lorsqu'il est en vie. Prenez quelques organismes à l'aide d'un compte-gouttes, placez-les sur une lamelle (de préférence une lamelle à creux) et couvrez d'un couvre-objet.

Qu'est-ce qu'un faux chenal?

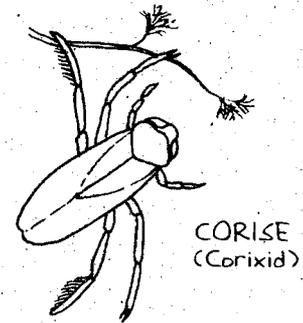
« Faux chenal » est le nom commun de presque tous les habitats de l'estuaire où le courant est faible et l'eau peu profonde. Ainsi, toutes les étendues d'eau dormante reliées à un chenal peuvent être classés dans la catégorie des faux chenaux. Les caractéristiques physiques importantes des faux chenaux sont l'absence de courants forts, une profondeur relativement faible (de un à trois mètres) et un fond vaseux. De plus, en été, la température de l'eau des faux chenaux est en général plus élevée que celle des chenaux avoisinants.

Au cours des siècles, alors que les chenaux du fleuve se sont déplacés et ont changé de cours dans l'estuaire, les vieux chenaux abandonnés se sont envasés et sont devenus des faux chenaux. Des faux chenaux ont aussi été créés lors de la construction de liaisons (chaussées) entre la rive et les îles voisines. Le faux chenal Deas Slough est un exemple de faux chenal créé par l'homme.

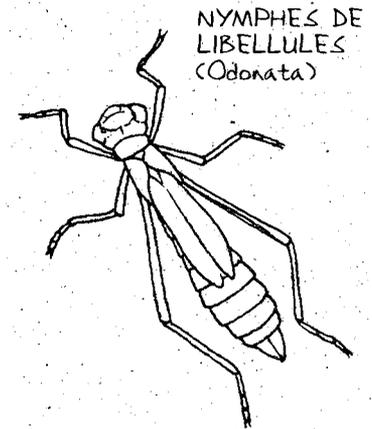
Pourquoi l'habitat des faux chenaux est-il si important?

Les faux chenaux sont les habitats les plus productifs de l'estuaire; nulle part ailleurs trouve-t-on une telle diversité d'organismes aquatiques. Il n'est donc pas surprenant que les écologistes accordent une importance spéciale à ces habitats. La figure 2-36 représente un réseau alimentaire (réseau trophique) typique des faux chenaux ou chenaux secondaires. Pour une définition des réseaux trophiques, voir le chapitre 1.

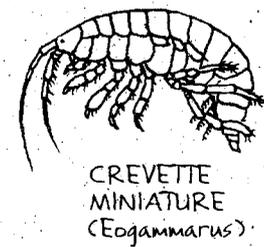
Normalement, les faux chenaux sont entourés de forêts de plaine inondable, de marais d'eau saumâtre et d'eau douce, et supportent des battures le long de leurs marges intertidales. C'est pourquoi on peut trouver les plantes aquatiques et les animaux de ces habitats dans les zones de faux chenaux. Certains, comme celui de Tilbury Slough, s'assèchent presque complètement lors d'une marée très basse, tandis que d'autres, comme celui de Deas Slough, renferment toujours de l'eau. Dans les deux cas, il y a toujours un endroit à proximité où les petits poissons et les autres organismes aquatiques peuvent trouver refuge entre les marées, sans se faire entraîner par les forts courants des chenaux du fleuve.



CORISE
(Corixid)

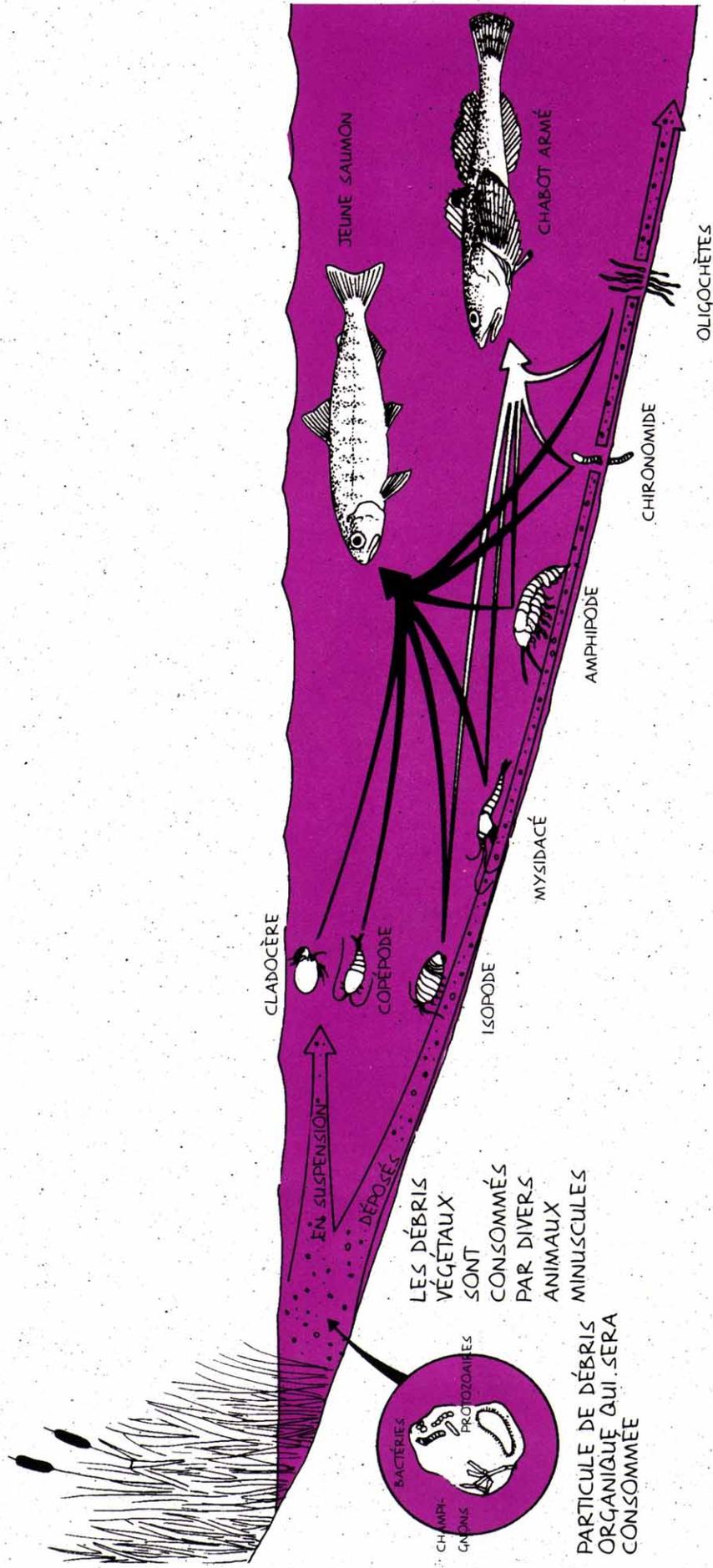


NYPHES DE
LIBELLULES
(Odonata)



CREVETTE
MINIATURE
(Edogammarus)

FIGURE 2-36 Réseau alimentaire des faux chenaux



En plus des invertébrés des fonds fluviaux décrits précédemment, les eaux calmes et abritées des faux chenaux entretiennent aussi beaucoup d'autres invertébrés aquatiques. On y trouve des escargots, des sangsues, des insectes aquatiques comme les corises (*Corixidae*), des nymphes de libellules (*Odonata*), et des crevettes miniatures (*Eogammarus*), pour n'en nommer que quelques-uns (figure 2-35).

Les faux chenaux abritent aussi de petits poissons comme l'épinoche à trois épines (*Gasterosteus aculeatus*) et le méné rose (*Richardson balteatus*) qui ne peuvent survivre dans les forts courants des chenaux fluviaux. En été, les gros poissons comme la carpe commune (*Cyprinus carpio*), qui pèsent près de cinq kilogrammes, recherchent les faux chenaux pour y frayer (figure 2-37).

LIEU D'EXCURSION: Le parc Deas Island Park

On peut se rendre au parc Deas Island en prenant la seconde sortie de l'autoroute 99 au sud du tunnel George Massey et en suivant sur une distance de deux kilomètres la route River Road en direction nord jusqu'à l'entrée du parc (figure 2-38). Ce parc, qui appartient au district régional de Vancouver, et qui est doté d'une vaste aire de stationnement, est le site de plusieurs événements publics, dont le plus connu est le Fraser River Festival, qui a lieu normalement le premier dimanche de juin, dans le cadre de la semaine de l'environnement.

Le parc Deas Island convient parfaitement à l'étude des habitats de chenaux et de faux chenaux. En plus du faux chenal de Deas Island Slough, entièrement créé par l'homme,

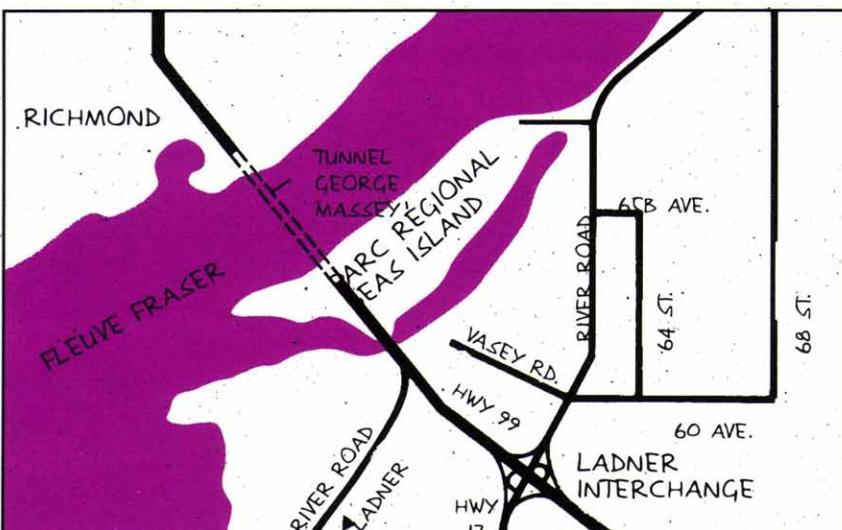
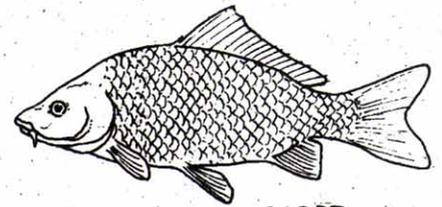
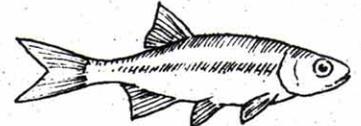


FIGURE 2-37

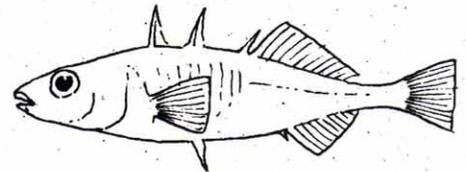
Espèces de poisson communes dans les mares vaseuses



CARPE



MÉNÉ ROSE



ÉPINOCHÉ À TROIS ÉPINES

FIGURE 2-38

Emplacement du parc régional Deas Island



on retrouve plusieurs petits faux chenaux naturels. On peut apercevoir le bras Sud du fleuve Fraser, un chenal important, à partir de plusieurs endroits du parc, de même qu'à partir d'une plate-forme d'observation.

Ce que l'on peut observer

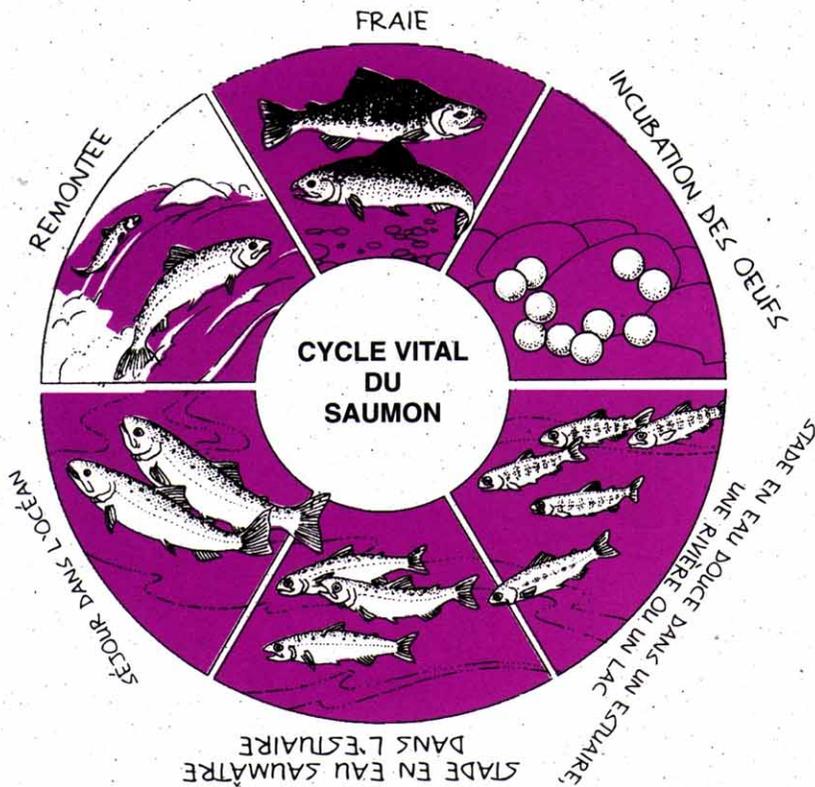
- Chercher les signes des déplacements saisonniers des poissons dans le chenal. La présence d'oiseaux plongeurs piscivores, comme le grèbe de l'Ouest et le grand Bec-scie, annonce la remontée des eulakanes, qui a lieu de la mi-mars à la mi-mai. Les bateaux de pêche au filet maillant, qui pêchent en juillet et en août, indiquent la présence probable de milliers de saumons sockeyes qui remontent le fleuve pour se reproduire.
- De nos jours, les saumons migrateurs doivent partager le fleuve avec les navires hauturiers, les remorqueurs et les barges, les trains de flottage, les bateaux de pêche commerciale et les embarcations de plaisance. Il est intéressant de regarder le trafic maritime et de penser au port d'attache des navires, à la cargaison qu'ils contiennent et au motif de leur présence sur le fleuve.

AUTRES FAITS ET CHIFFRES

Le saumon: roi du Fraser

Le fleuve Fraser produit plus de saumons que n'importe quel autre réseau fluvial au monde. Les cinq espèces de saumon du Pacifique (saumons quinnat, coho, rose, rouge, kéta) de même qu'une espèce de truite anadrome (truite arc-en-ciel) remontent le courant, une fois adulte, à travers les chenaux de l'estuaire, vers les frayères des bassins versants. Parce qu'il fraye en eau douce et qu'il passe sa vie adulte dans l'océan, le saumon est appelé « poisson anadrome ». On évalue en moyenne à quatre millions le nombre de saumons adultes qui franchissent l'estuaire chaque année pour aller frayer dans le fleuve Fraser et ses affluents.

Chaque année, à partir de la mi-février, environ 800 millions de jeunes saumons migrent vers l'océan en passant par l'estuaire. Plusieurs de ces jeunes poissons passent des semaines et des mois dans les eaux saumâtres de l'estuaire, où ils s'acclimatent à l'eau salée de l'océan. Au cours de leur séjour temporaire dans l'estuaire, les jeunes saumons se nourrissent des nombreux invertébrés produits par les marais, les faux chenaux et les marécages.



Voilà pourquoi la survie du saumon dépend la santé du milieu aquatique de l'estuaire.

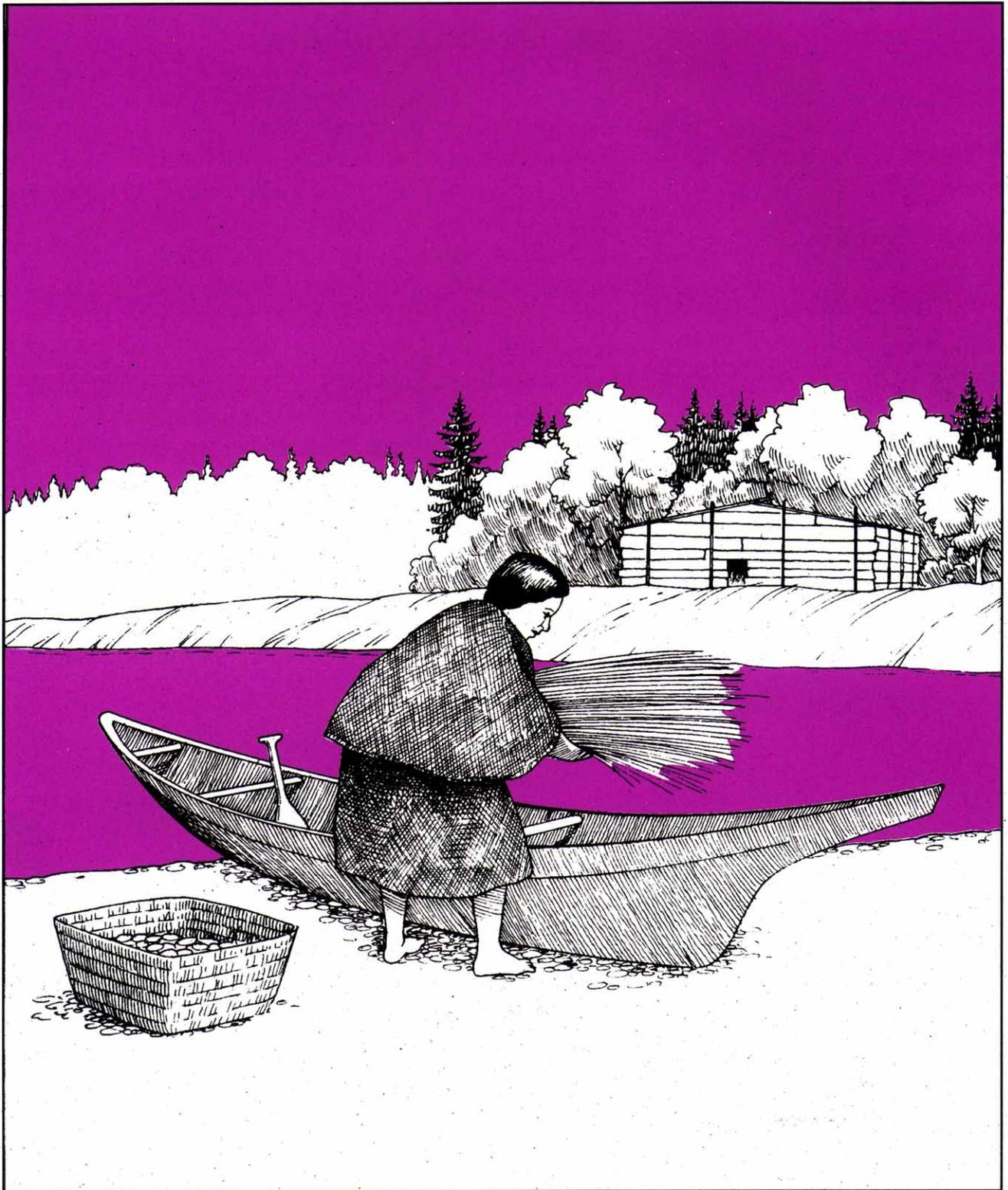
Les libellules : l'hélicoptère gracieux des marais

L'éclat métallique d'une grosse libellule passant comme un éclair au-dessus d'un marais estuarien suscite la surprise et l'étonnement. On peut voir les libellules pourchasser sans relâche les insectes dont elles se nourrissent.

Même si les libellules ne piquent pas et ne mordent pas les humains, elles possèdent néanmoins un appétit féroce. Avec leurs gros yeux composés de 30 000 lentilles distinctes qui les aident à repérer leurs proies et leurs pattes couvertes d'épines, qui leur servent de panier, les libellules sont parfaitement équipées pour chasser, capturer et dévorer leurs proies en plein vol. En plusieurs heures, elles peuvent consommer l'équivalent de leur poids en moustiques et en moucheron.

Vers la fin de l'été, les libellules s'accouplent et pondent leurs œufs. La femelle dépose ses œufs en plein vol sous des feuilles de plantes aquatiques, en plongeant de façon rythmique son long abdomen effilé dans l'eau. Les œufs se transforment en nymphes (*Odonates*, figure 2-35) qui séjournent dans l'eau pendant une période qui peut durer de un à trois ans, avant d'émerger à l'état d'adulte volant. Cherchez les membranes extérieures laissées sur les plantes des marais par les nymphes lorsqu'elles se transforment en adultes.

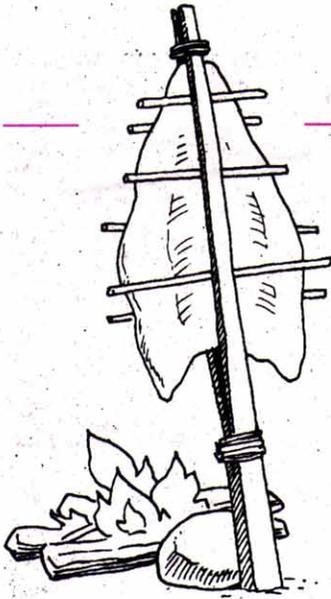




3. LE PATRIMOINE HUMAIN

La majeure partie de ce que l'on voit dans l'estuaire du fleuve Fraser est le fruit de l'activité humaine. Dans le présent chapitre, nous discuterons des différents usages que l'homme a faits de l'estuaire, depuis les temps les plus anciens jusqu'à nos jours.

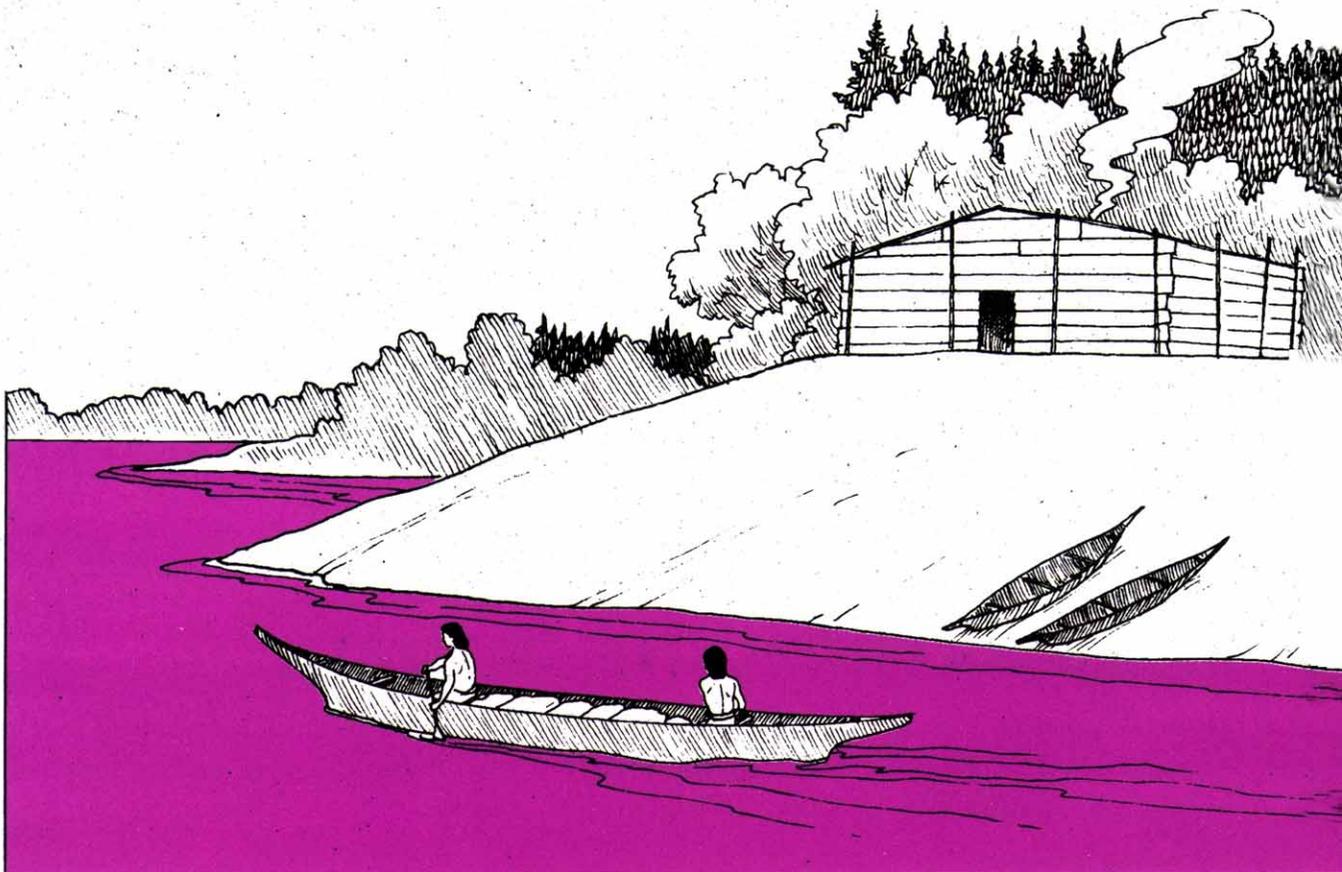
La longue occupation de l'estuaire par les Amérindiens



Reculons de 3 000 ans. Nous descendons en canot le bras Nord de l'estuaire du fleuve Fraser. Tout près au sommet d'un escarpement surplombant la rive droite, près de l'emplacement actuel de l'extrémité nord du pont Arthur Laing, se trouvent trois villages de la tribu Musqueam. De longues maisons en cèdre, faites de poutres et de planches taillées avec des coins en bois d'animaux, se dressent au-dessus du cap, face à l'Ouest. Dans les maisons, les familles font rôtir des saumons fermement maintenus au-dessus du feu par des branches fourchues. Les enfants trempent des œufs de poissons dans des coquilles de myes remplies d'huile de phoque et savourent un condiment fait à partir de pousses de ronce élégante.

Des membres de la tribu partent dans leurs canots de cèdre pour pêcher les eulakanes abondants qui sont en pleine période de remontée. Certains de ces poissons seront mangés, les autres serviront à produire de l'huile.

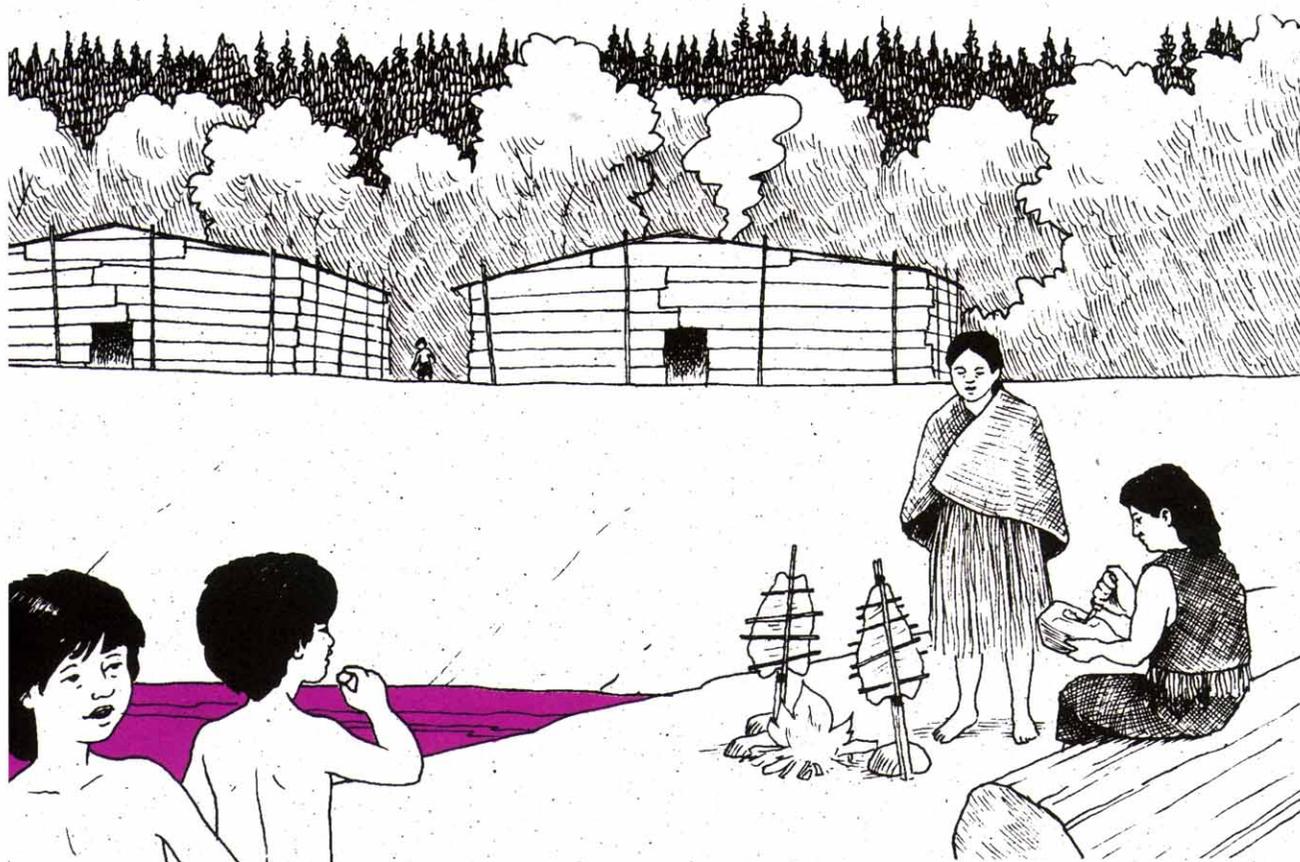
FIGURE 3-1 Village musqueam



Pendant ce temps, des chasseurs préparent leurs harpons pour les phoques et les marsouins qui suivent inévitablement les eulakanes dans l'estuaire.

Les longs harpons sont aussi utilisés pour sonder les eaux troubles du fond du fleuve afin de trouver de gros esturgeons pouvant peser des centaines de kilogrammes. D'autres membres de la tribu s'affairent à installer des trappes dans les battures peu profondes. Ils profitent du flux et du reflux des marées qui amènent dans leurs trappes de nombreux poissons plats, comme la plie étoilée.

L'été progresse et les Musqueam paient pour se rendre à leurs campements estivaux sur les rives du fleuve. Ils quittent le bras Nord pour aller établir leurs campements sur l'artère principale du fleuve, à l'endroit où Steveston se trouve présentement, puis ils se préparent pour l'arrivée prochaine d'une quantité phénoménale de saumons dans les eaux du fleuve. D'autres tribus, à l'invitation de la tribu hôte lorsque la remontée est abondante, obtiennent leur nourriture, leur hébergement et leur vêtements à partir des ressources de l'estuaire. Les tribus voisines; vivant dans les régions du cours supérieur du Fraser, de la vallée du bas Fraser, les régions côtières au nord et au sud, ainsi que de l'île de Vancouver, se déplacent jusqu'à l'estuaire du Fraser pour y établir leurs campements en prévision du grand rassemblement du saumon sockeye (ou saumon rouge).



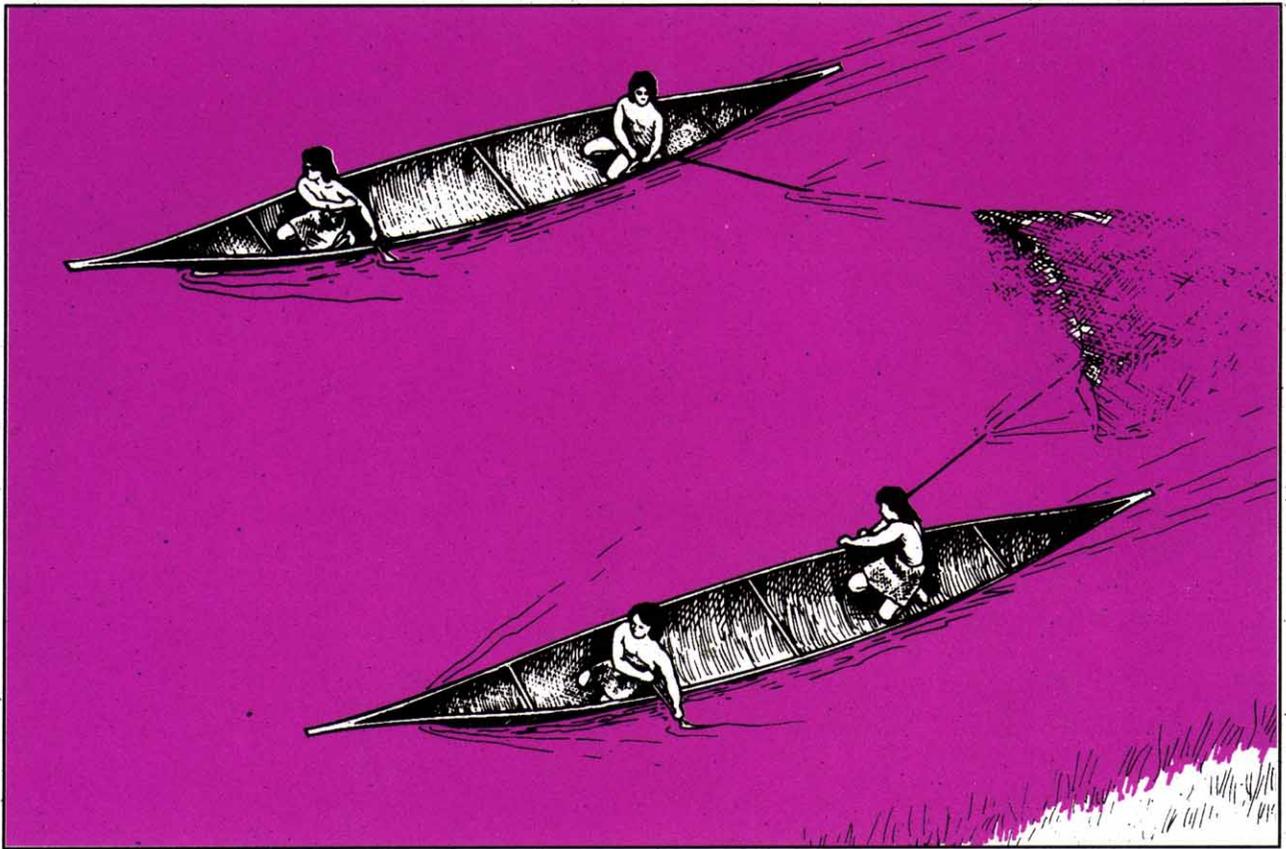


FIGURE 3-2
Pêche au saumon rouge
dans le fleuve Fraser

Lorsque les saumons rouges entrent dans le fleuve Fraser, les Musqueams pagaient jusque dans le bras principal du fleuve et, entre deux canots, tirent un filet traînant fait d'écorce déchiquetée ou de racines de genévrier rouge (figure 3-2), en chantant tranquillement et respectueusement des chants dédiés aux poissons car le saumon rouge a pour eux une valeur spirituelle autant qu'alimentaire.

Durant la première moitié de la saison, ils ne gardent ni les saumons femelles, ni les oeufs, afin d'assurer le renouvellement des populations de sockeye. Malgré cela, les Musqueams et les autres tribus de la vallée du bas Fraser et de l'île de Vancouver ont du saumon en quantité plus que suffisante. Quelque temps après, les Musqueams et les membres des autres tribus amènent leurs prises sur la rive, où elles sont éventrées, éviscérées et tendues sur des séchoirs. Les saumons séchés constitueront une source de nourriture abondante qui sera conservée dans les longues maisons pour l'hiver. Les écailles des saumons sont colorées avec des teintures végétales et utilisées pour décorer les vêtements et les articles utilitaires. Les peaux des poissons sont séchées et cousues ensemble pour confectionner des mocassins, des sacs et des petites habitations temporaires imperméables.

Les marais en périphérie des eaux calmes des faux chenaux du fleuve Fraser regorgent de prêles et de quenouilles. Les prêles sont cueillies puis utilisées pour

tresser des paniers, pour laver les cheveux une fois bouillies et le liquide recueilli est utilisé comme bain oculaire. Les racines de quenouilles fournissent un aliment de plus, alors que ses feuilles sont tressées pour faire des tapis et des chapeaux.

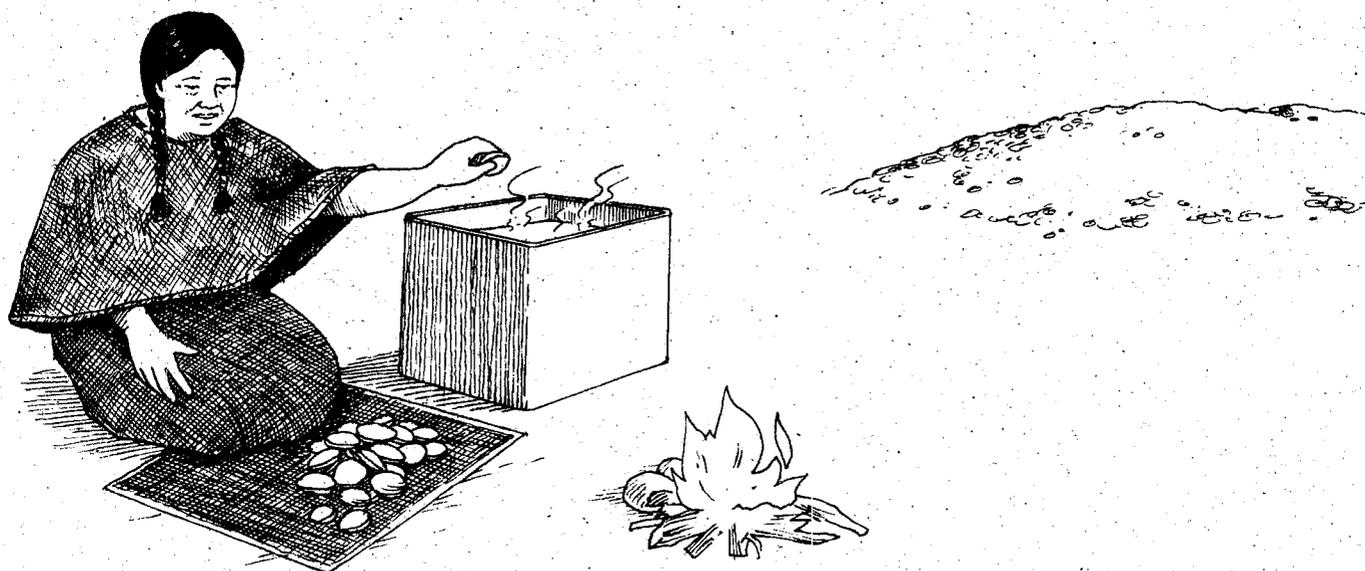
L'île Lulu a toujours été dotée d'une grande variété de baies, comme les fraises et les mûres. Les grandes étendues tourbeuses où l'on retrouve des canneberges et des bleuets sont facilement accessibles à partir des rives du fleuve. Les femmes et les autres membres de la famille remplissent leurs paniers faits de prêles ou de quenouilles. De retour au campement, les baies sont écrasées, séchées et conservées pour l'hiver.

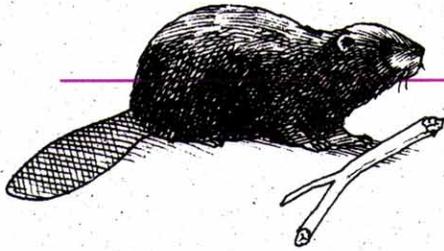
Au-delà des marais intertidaux et loin des battures, les Amérindiens creusent la boue à l'aide de simples bâtons pour avoir accès à une source intarissable de myes. Les coquilles restantes des festins de myes sont empilées autour du village Musqueam et sont restées là où elles avaient été laissées. Ces anciens amoncellements de débris, appelés tertres, constituent maintenant une découverte convoitée par les archéologues creusant les anciennes couches de terrain. Des établissements humains ont été découverts à Beach Grove et à Crescent Beach; le site le plus vieux, situé à un kilomètre du pont Alex Fraser, remonte à 9 000 ans.

Malgré les prélèvements effectués par les tribus voisines, et ceux faits par les visiteurs estivaux de l'île de Vancouver, les ressources de l'estuaire se sont renouvelées pendant des milliers d'années. Les tribus utilisant l'estuaire du Fraser ont toujours considéré ce milieu comme un endroit très important en raison des grandes quantités de ressources comestibles qu'il renferme et, jusqu'à ce jour, les Amérindiens continuent de pratiquer la pêche de subsistance.

FIGURE 3-3

Origine d'un tertre





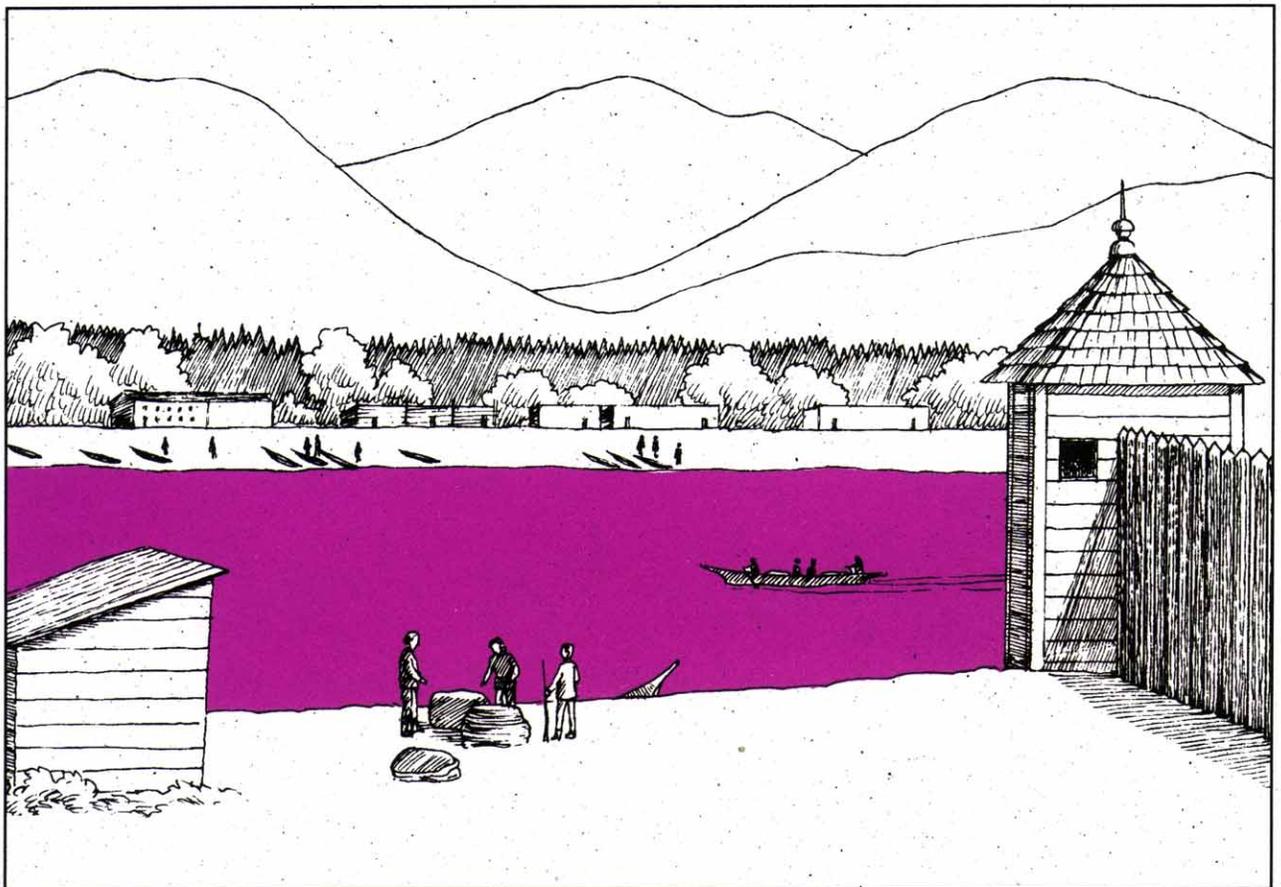
La colonisation par les Européens

Les premiers Européens qui ont vu l'estuaire l'ont jugé sans intérêt. Les marins espagnols qui sont venus de leurs ports d'attache californiens n'ont pas exploré l'endroit et le capitaine Vancouver, qui est passé tout près, pensait que la région n'était qu'un marécage. Finalement, en 1808, Simon Fraser, explorateur de la Northwest Fur Company a visité le grand fleuve; mais même lui a été déçu lors de son arrivée dans l'estuaire car il avait espéré atteindre le fleuve Columbia, au lieu de se retrouver à plus de 300 kilomètres au nord.

L'exploration de Simon Fraser changea toutefois l'importance qu'on accordait à l'estuaire d'une manière inimaginable pour lui à l'époque. Lorsque des colons des États-Unis commencèrent à s'installer dans l'estuaire du fleuve Columbia, la Compagnie de la Baie d'Hudson décida de déménager son poste de traite des fourrures de Fort Kamloops, à Fort Langley, près de l'embouchure du fleuve Fraser, endroit plus commode pour les envois maritimes. Le déménagement s'effectua après la construction d'une route qui traversait les montagnes et qui reliait Fort Kamloops à Fort Langley, dont la fondation remonte à 1827.

FIGURE 3-4

Fort Langley



Peu après, les fourrures provenant de l'intérieur furent transportées par des bateaux partant de Fort Langley et transitant par l'estuaire, avant de gagner l'océan Pacifique. Par suite du déclin du commerce des fourrures, Fort Langley se convertit dans l'exportation du saumon salé vers Hawaii et le continent asiatique. Fait historique intéressant, des travailleurs hawaïens, les « Kanakas », sont venus avec la Compagnie à Fort Langley. La rivière Kanaka Creek, qui se jette dans le fleuve Fraser, en face de Fort Langley, porte le nom de ces travailleurs hawaïens.

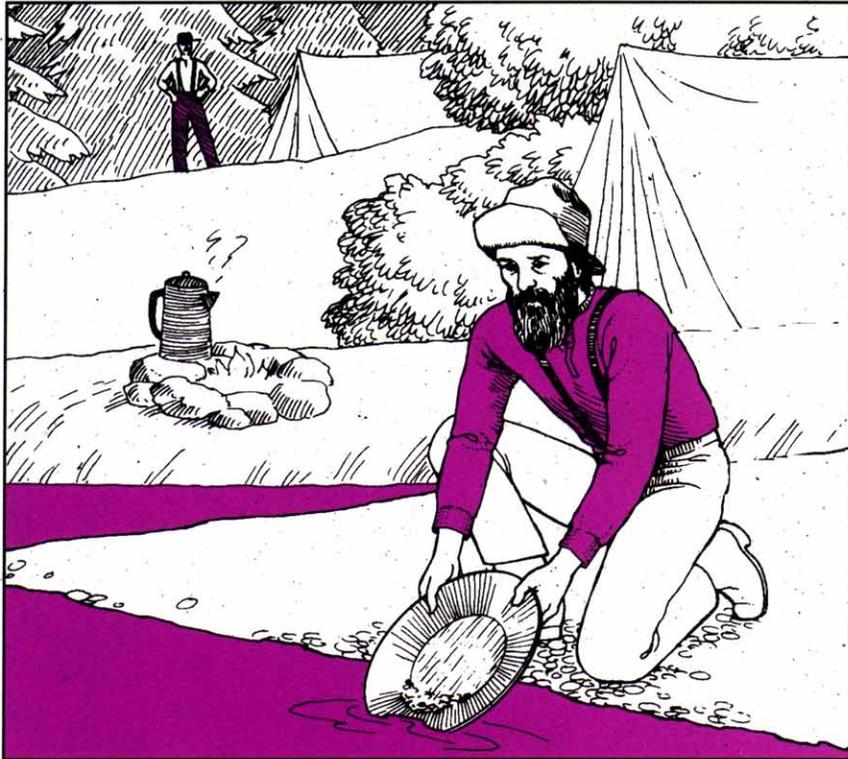
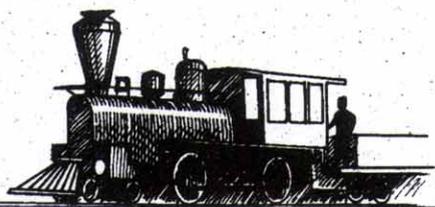


FIGURE 3-5

Lavage d'alluvions aurifères à la batée

Quelques années plus tard, un autre événement important allait marquer l'histoire de l'estuaire du fleuve Fraser. En 1856, un commerçant de Fort Kamloops eu vent de la découverte d'une pépite d'or par un mineur amérindien dans le lit d'un cours d'eau tributaire de la rivière Thompson. Le mot « or » se répandit comme une traînée de poudre dans la région du Fraser, et bientôt des milliers de prospecteurs, dont plusieurs des États-Unis, arrivèrent dans l'estuaire, puis remontèrent le Fraser à la recherche de dépôts d'or (figure 3-5). En fait, il y eu bientôt tellement d'arrivants des États-Unis qui travaillaient dans les dépôts d'or du fleuve Fraser que le gouverneur Douglas de la colonie de l'île de Vancouver pensait qu'il devait affirmer son autorité sur le bassin du fleuve Fraser. Le premier ministre canadien, Sir John A. Macdonald, savait dès lors que la nouvelle colonie devrait rapidement intégrer la Confédération canadienne.



En moins de dix ans, la Colombie-Britannique intégra la Confédération en échange de la promesse d'installer un chemin de fer qui longerait le Fraser à travers les montagnes pour se rendre jusqu'à la côte. Environ 9 000 ans après l'arrivée des Amérindiens, l'estuaire du fleuve Fraser était sur le point d'être transformé par l'arrivée massive d'immigrants de pays étrangers.

Vers la fin de la deuxième partie du XIXe siècle, les Européens commencèrent à coloniser et à établir des fermes dans la vallée du Fraser avec, au début, une population d'à peine 300 personnes (1861). Pareillement à plusieurs autres colons, les frères Ladner arrivèrent dans la vallée pour se rendre aux dépôts aurifères, avant de revenir dans l'estuaire pour y cultiver les riches terres arables qu'ils y avaient trouvées. En 1868, ils construisirent les premières digues, puis ils commencèrent à drainer et à cultiver la terre.

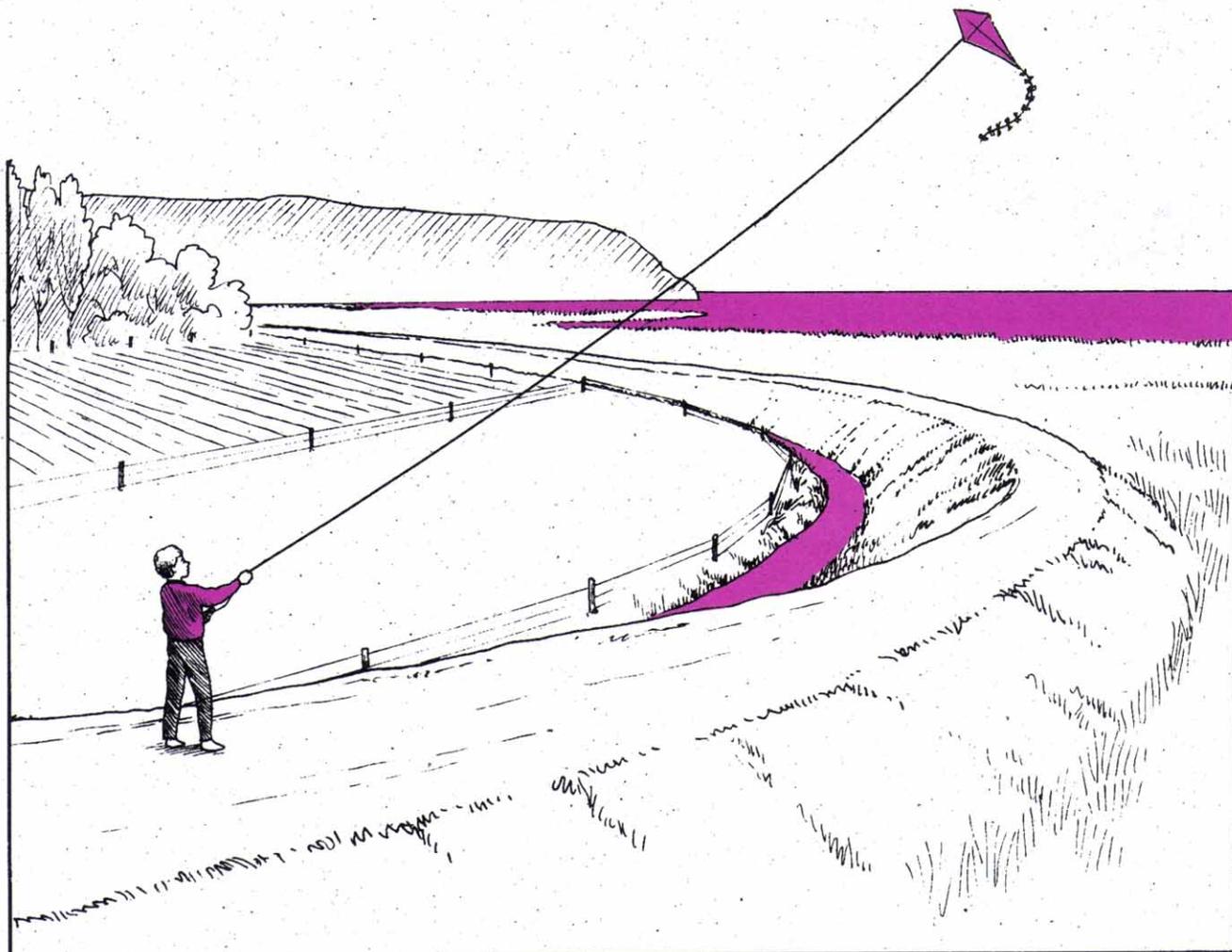
Pour les fermiers, les digues étaient absolument essentielles, surtout en raison des fortes possibilités d'inondation qui menaçaient la vallée. De plus, les fermiers avaient besoin de se protéger contre les tempêtes hivernales qui pouvaient pousser les marées hautes loin dans les terres.

FIGURE 3-6

La Grande inondation de 1894



Les efforts en vue de la construction des digues s'intensifièrent après l'inondation catastrophique de 1894 qui submergea la vallée du Fraser jusqu'à l'océan, en plus de la totalité de Richmond et de Delta. L'inondation fut tellement importante que Point Roberts fut séparée du continent, pour redevenir une île, comme elle l'était 5 000 plus tôt. Après l'inondation, on construisit des digues, avec l'aide du gouvernement, de façon à contenir les terres du delta et on évacua l'eau au moyen de fossés de drainage et de pompes.

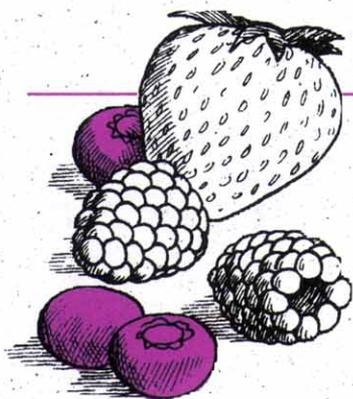


Ces travaux d'endiguement eurent des répercussions environnementales considérables. L'apparence de l'estuaire est bien différente de celle d'il y a à peine cent ans. L'étendue des terres du delta est bien sûr à peu près la même, et le fleuve charrie encore une quantité similaire de sédiments. Toutefois, avec les digues mises en place pour protéger les terres agricoles, le fleuve Fraser et les marées ne peuvent plus déverser les eaux de crue et les sédiments vitaux dans les marais et les prairies humides du delta.

Au cours du dernier siècle, environ la moitié des terres humides originales ont été converties en terres agricoles ainsi qu'en sites urbains et industriels. Presque toutes les prairies humides saisonnières ont disparu, tout comme la plupart des tourbières et des forêts de plaines inondables. Il ne reste que les terres humides saumâtres situées en périphérie qui sont trop difficiles à endiguer et les marais salants dont le degré de salinité est trop élevé pour permettre l'agriculture.

FIGURE 3-7
Digue sur l'estran

Utilisation présente du fleuve



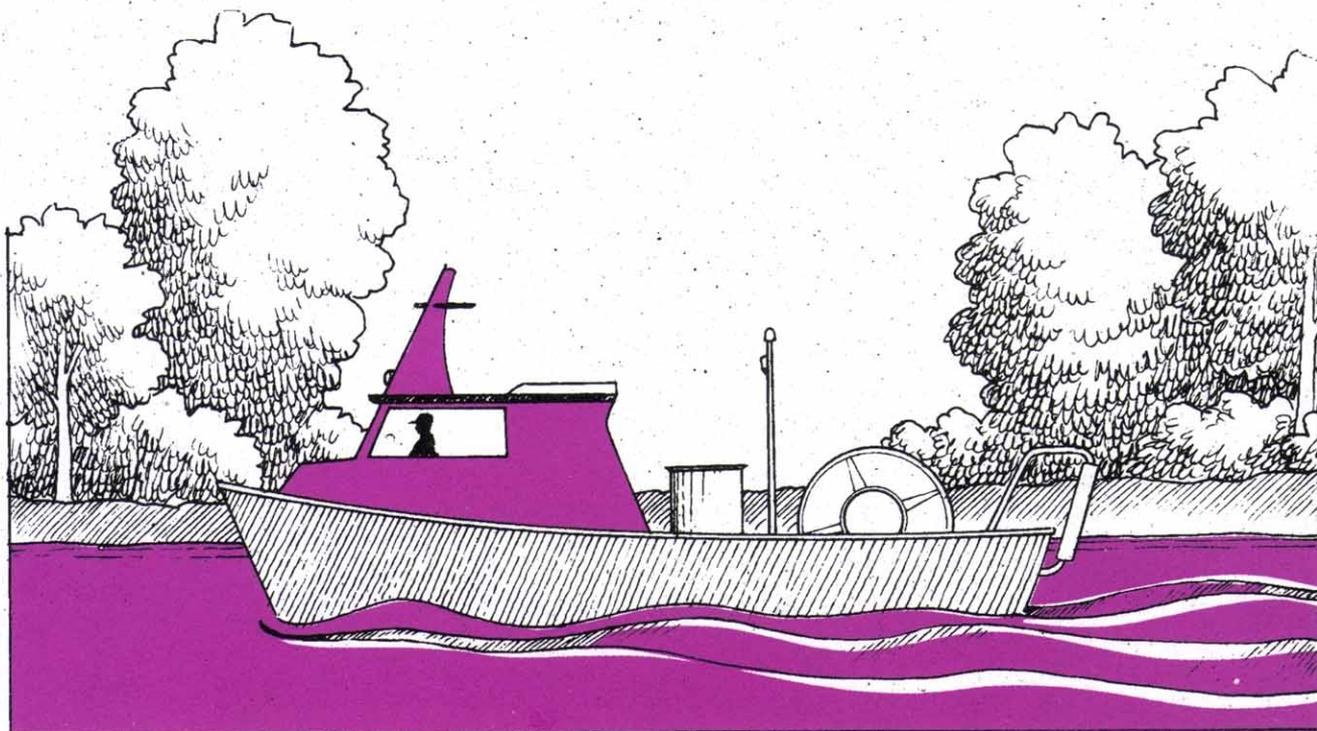
Là où se trouvaient les terres deltaïques de Surrey, de Tsawwassen et de Delta, il y a aujourd'hui des autoroutes, des aéroports, des zones industrielles et des terres agricoles. L'étendue des terres agricoles s'est agrandie considérablement depuis que les terres du delta sont protégées des crues et des marées. Ces terres comptent parmi les terres agricoles les plus productives du Canada.

La cueillette traditionnelle des baies par les Amérindiens a fait place à la culture commerciale des framboises, des bleuets, des fraises et des canneberges. Toutefois, il n'y a pas de nouvelles terres agricoles qui s'ajoutent au parc existant. La population de la vallée du bas Fraser s'accroît rapidement et la majeure partie de cette croissance urbaine a lieu sur les terres du delta, situées à Richmond, Delta et Surrey.

En dépit de la croissance de la population, l'estuaire du fleuve Fraser supporte encore une grande quantité de saumon, de harengs et de crustacés. Environ un quart des captures de crabes effectuées en Colombie-Britannique proviennent de l'estuaire du Fraser. À l'embouchure du fleuve Fraser, des centaines de bateaux de pêche à filet maillant profitent de la remontée estivale du saumon rouge et capturent 70 % de tous les saumons rouges de la Colombie-Britannique. Plus de 50 % du saumon de la Colombie-Britannique provient du fleuve Fraser.

FIGURE 3-8

Bateau de pêche à
filet maillant



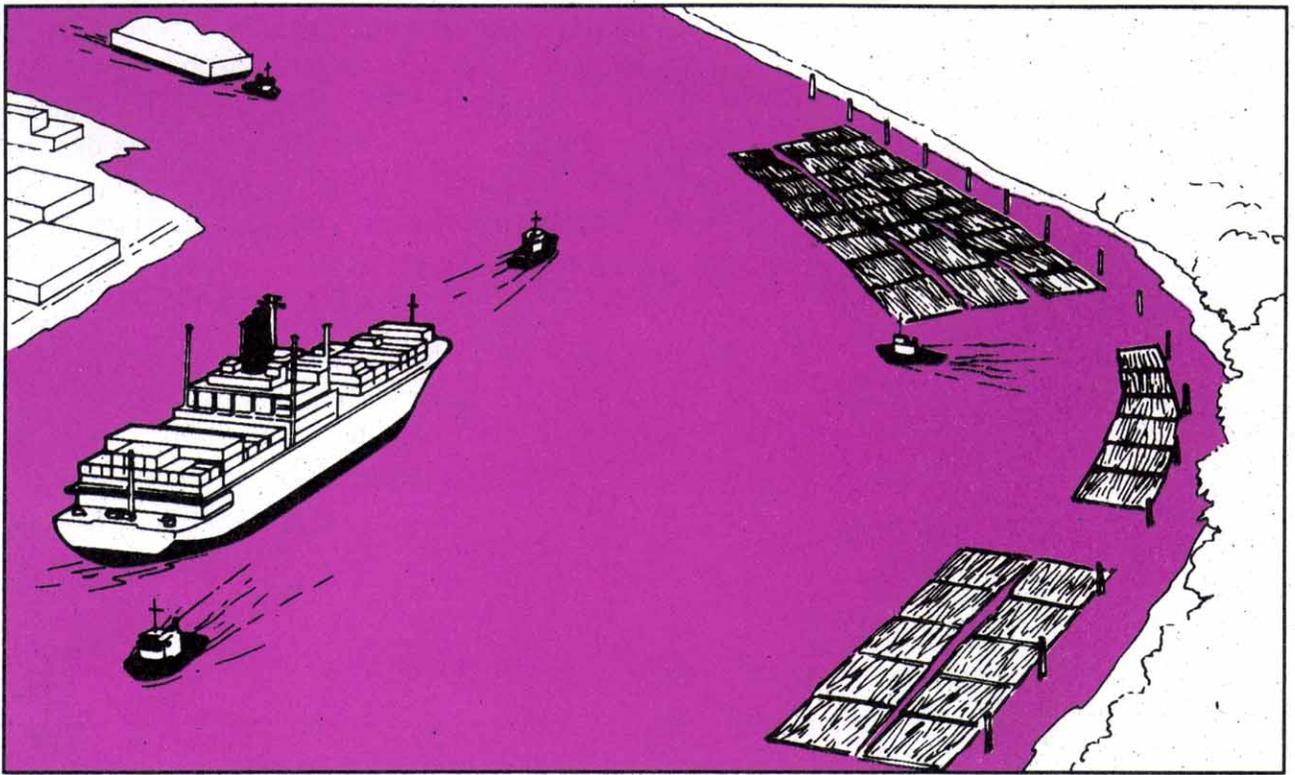


FIGURE 3-9

Trains de flottage du bois, remorqueurs, cargos et barge utilisant l'estuaire de Fraser

L'estuaire du Fraser est aussi utile au commerce et à l'industrie, en particulier à l'industrie forestière. La circulation sur le fleuve est toujours très intense avec les remorqueurs qui tirent d'énormes trains de flottage du bois et des barges remplies de copeaux. Le long du fleuve, des scieries produisent du bois de sciage, des bardeaux de fente, des bardeaux et des panneaux de contreplaqué pour construire des maisons, et des usines de papier fabriquent du carton d'emballage, du papier journal et le papier pour produire ce livre.

Presque toutes ces usines produisent et entreposent des copeaux de bois qui sont ensuite chargés sur des barges, dont certaines seront tirées jusqu'à des usines de pâtes et papiers où les copeaux seront transformés en papier. Les copeaux sont aussi chargés sur des cargos pour leur transport jusqu'au Japon, où ils seront aussi transformés en papier.

En raison de la présence de fjords et du littoral très accidenté, il n'y a pas d'autoroute le long de la côte. Les grumes sont donc mises à la mer où on les rassemble pour former des trains de flottage qui seront remorqués par des barges, pour être ensuite gardés dans l'estuaire du fleuve Fraser, où ils seront protégés contre les tempêtes, et les xylophages marins (invertébrés qui forent le bois) jusqu'à ce que les usines puissent les utiliser.

On peut aussi apercevoir sur le fleuve d'énormes cargos qui remontent l'estuaire jusqu'aux quais de Annacis Island et

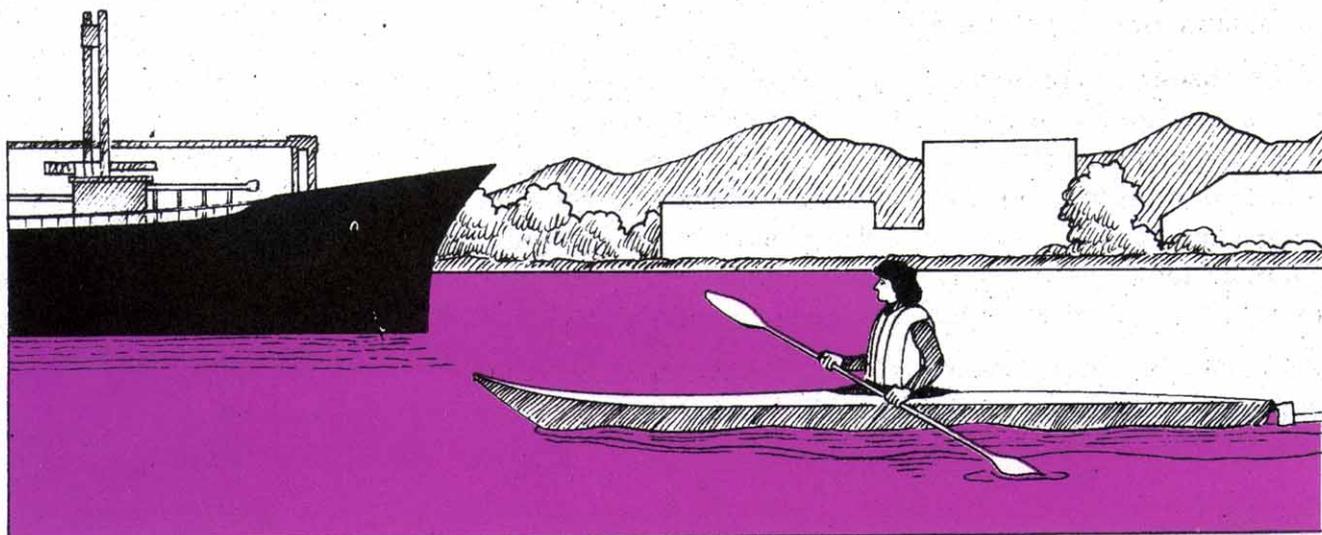
de Surrey-Fraser, situés de l'autre côté du fleuve. Les navires venant du Japon sont chargés d'automobiles qui sont rapidement déchargées et garées dans les immenses stationnements de Annacis et de Lulu Island. Aux quais de Surrey-Fraser, d'autres navires chargés de copeaux de bois, de bois de sciage et d'autres produits empruntent l'artère principale du fleuve pour se diriger vers l'océan, en destination de divers ports situés aux États-Unis et dans les pays riverains du Pacifique.

À la gare maritime de Tsawwassen, des camions et des voitures, attendent dans l'aire de stationnement pour monter à bord du traversier en direction de l'île de Vancouver ou des îles dites « du Golfe ». Juste au nord de la gare maritime, se trouve la jetée du port en eau profonde de Roberts Bank, qui s'avance profondément dans la mer. Les trains avancent sur la jetée, vers les quais. Les wagons sont remplis de charbon provenant des mines de charbon du sud-est de la Colombie-Britannique. D'énormes navires charbonniers accostés au bout de la jetée attendent leur chargement de charbon.

Peu importe l'endroit de l'estuaire du Fraser où notre regard se pose, il semble toujours y avoir un va-et-vient de bateaux de pêche commerciale, de remorqueurs et de barges, de trains de flottage de bois, de dragues, de patrouilleurs de police, de patrouilleurs de la Commission portuaire, de voiliers et d'embarcations de plaisance, de navires hauturiers provenant de partout dans le monde, ainsi que de navires côtiers transportant des produits ligneux.

Les propriétés en bordure du fleuve sont de plus en plus prisées pour les projets domiciliaires et commerciaux. Ces nouveaux usages se substituent ou s'ajoutent aux installations établies en ces lieux depuis longtemps, comme les usines de sciage, les parcs de flottage du bois, les ports de pêche, les usines de transformation du poisson et les terminaux pour les barges.

FIGURE 3-10



ACTIVITÉ 8 :

L'ESTUAIRE : UN MILIEU EN ÉVOLUTION

Les deltas fertiles ont de tout temps été des sites d'occupation humaine. Au cours des siècles, les terres humides, les forêts de plaine inondable, les chenaux et les faux chenaux ont été utilisés à différentes fins par l'homme.

L'objet de cette activité est d'associer différentes périodes historiques avec le type d'activités non-récréatives auxquelles a servi l'estuaire du fleuve Fraser.

Placer les chiffres des activités humaines énumérées ci-dessous avec la période historique correspondante présentée à la figure 3-11. Une activité peut être associée à plus d'une période historique.

1. Développement industriel
2. Défrichage
3. Exploration
4. Cargos
5. Arpentage
6. Pêche au filet maillant
7. Exploitation forestière dans les plaines inondables
8. Exploitation forestière dans les hautes terres
9. Traite des fourrures
10. Cueillette des aliments
11. Chasse
12. Construction de routes
13. Endiguement
14. Pêche
15. Bateaux à vapeur
16. Dragage
17. Construction du port
18. Construction du premier chemin de fer
19. Développement urbain
20. Construction de l'aéroport
21. Agriculture
22. Mise en conserve du poisson
23. Ruée vers l'or
24. Ajoutez quelques activités de votre cru.

Réponses à l'annexe 1, page 111.

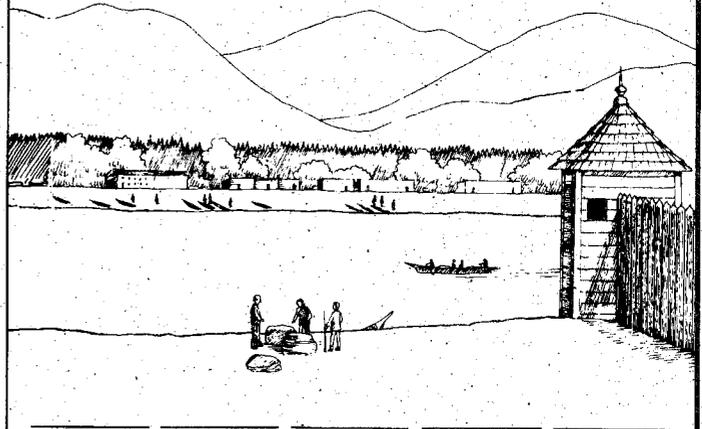
Période précédant l'arrivée de l'homme blanc

L'occupation de l'estuaire par les Salishs de la côte remonte à plus de 8 000 ans.



De 1820 à 1830

En 1827, établissement de Fort Langley sur les rives du fleuve Fraser.



De 1840 à 1860

La ruée vers l'or de 1858 attire beaucoup de monde dans l'estuaire; plusieurs d'entre eux décident de s'établir dans la région.



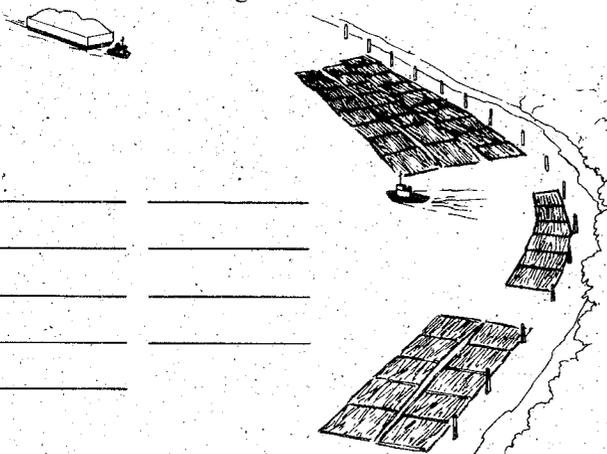
De 1870 à 1890

Des colons commencent à cultiver les riches terres du delta et à former de petites communautés.



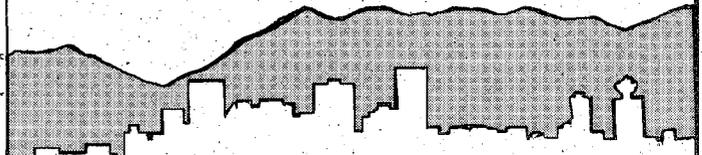
De 1900 à 1940

L'estuaire devient un important centre d'agriculture et de sciage du bois.



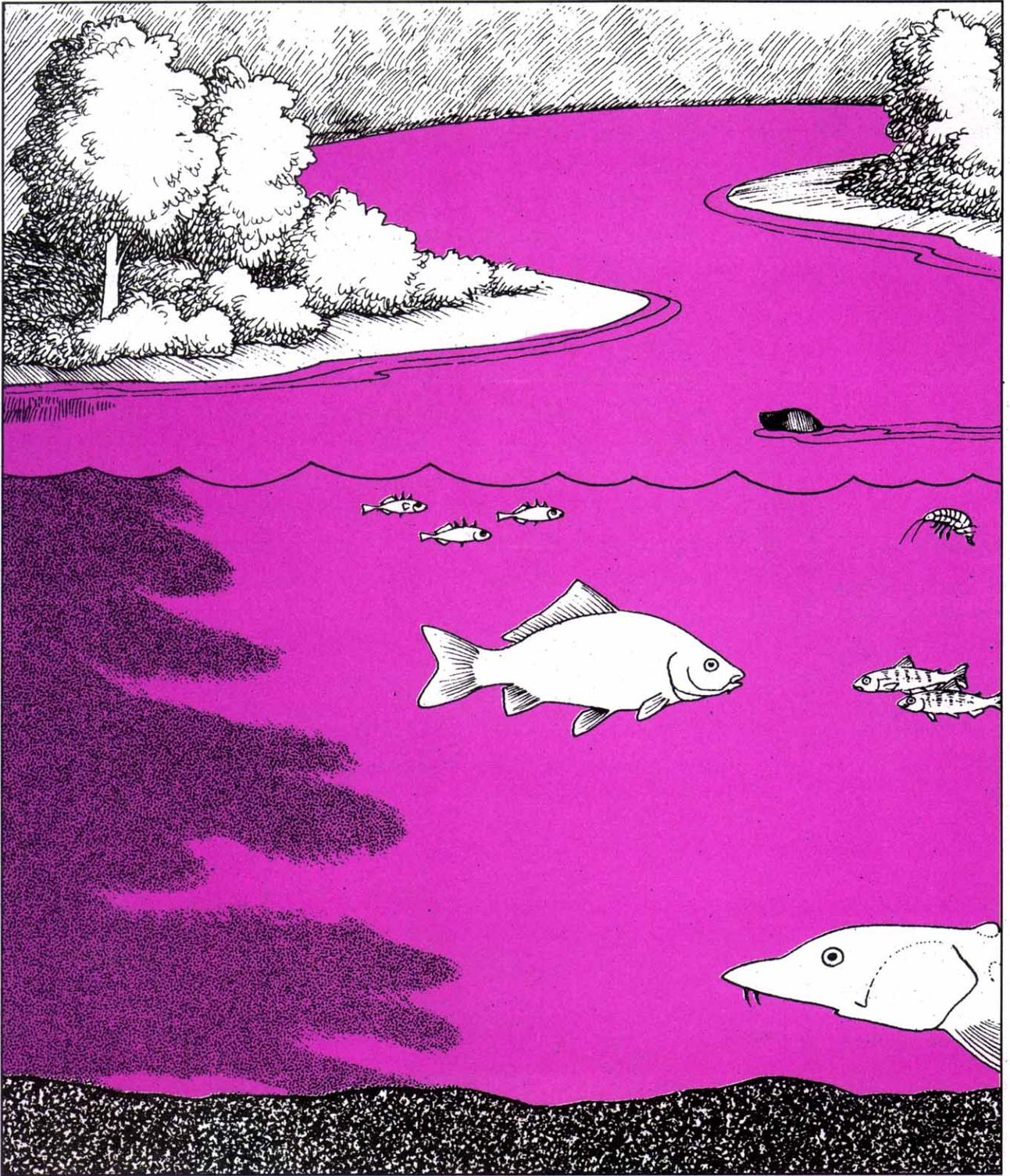
De 1950 à nos jours

La population croissante de la vallée du bas Fraser empiète sur les terres du delta.



Une fois que vous avez associé les activités humaines aux périodes historiques correspondantes, réfléchissez aux importantes questions suivantes :

1. Quel est l'impact de ces activités humaines sur l'estuaire?
2. Selon vous, quels sont les habitats les plus affectés?
3. Quels ont été les bénéfices de ces activités pour l'homme?
4. Que pensez-vous que l'homme a fait lors de chaque période historique pour protéger le poisson, la faune et l'habitat?
5. Quelles sont les activités qui, à notre époque, sont une source de problèmes pour l'estuaire et quelles sont celles qui ne le sont pas?



4. LA POLLUTION AQUATIQUE

L'eau est un élément essentiel pour les habitats des estuaires car elle fournit plusieurs des substances chimiques nécessaires aux plantes aquatiques et aux animaux. Pour cette raison, nous devons nous inquiéter des effets potentiels de la pollution sur l'habitat aquatique de l'estuaire. Ce chapitre décrit quelques-unes des caractéristiques des agents de pollution, ou polluants.

Qu'est-ce que la pollution aquatique?



Lorsque nous parlons d'un polluant, nous parlons d'une substance normalement absente dans l'environnement ou qui est présente en quantité suffisante pour entraîner des dommages. Il peut y avoir de la pollution dans l'eau, dans les sédiments et même dans les poissons et les autres créatures aquatiques.

Certains polluants présents dans un estuaire sont toxiques pour la vie aquatique, même en quantité infime. Par exemple, une quantité de cuivre (métal toxique) de la taille d'un grain de sel dissoute dans un bain plein d'eau est suffisante pour affecter le poisson. La même quantité de dioxine (contaminant organique toxique souvent produit par les usines de pâtes) dans une piscine représenterait un danger pour les humains, s'ils devaient boire cette eau. Il y a plusieurs substances chimiques inorganiques et organiques différentes, sans compter les nombreuses substances biologiques, qui peuvent dégrader la qualité de l'eau d'un estuaire.

FIGURE 4-1

Échantillonnage de la qualité de l'eau



Les polluants inorganiques

Les polluants inorganiques peuvent comprendre des nutriments chimiques tels que l'ammoniac et des métaux tels que le cuivre, le plomb, le zinc, le chrome, le cadmium, l'arsenic et le mercure. Les nutriments et même les métaux se trouvent à l'état naturel dans l'eau douce et dans l'eau de mer, et leur présence, en quantité adéquate, est essentielle au maintien de la vie aquatique. Cependant, lorsque les concentrations deviennent trop élevées, ces substances chimiques peuvent être très nocives. Le cuivre, par exemple, qui un élément essentiel dans le sang des crabes et des crevettes, peut causer leur mort lorsque les concentrations sont trop élevées. Certaines concentrations d'ammoniac dissoutes dans l'eau peuvent être fatales au poisson dans certaines conditions.

Les particules de sédiments en suspension dans l'eau peuvent servir de sites d'attachement pour les métaux dissous. Cela signifie que les polluants métalliques comme le plomb ou le mercure peuvent se concentrer sur des particules en suspension. Les métaux s'accumulent à l'endroit où ces sédiments contaminés cessent d'être charriés par le courant et se déposent sur le fond, en l'occurrence dans les battures et les autres endroits où se déposent les sédiments.

Les polluants organiques

La matière organique se trouve à l'état naturel sous forme de particules ou sous forme dissoute, et elle provient de plantes ou d'animaux vivants ou morts. Normalement, elle ne cause pas de problèmes, car elle est rapidement recyclée dans l'estuaire par des micro-organismes et de petits invertébrés nécrophages (voir Chaînes alimentaires et Réseaux trophiques au chapitre 1). Toutefois, même la matière organique peut causer de la pollution lorsqu'elle s'accumule en trop grande quantité et que la capacité naturelle de recyclage de l'estuaire est dépassée.

Trop de matière organique stimule la croissance et l'activité d'un grand nombre de bactéries et d'autres organismes. En se nourrissant de matière organique, les bactéries consomment une part trop grande de l'oxygène disponible dans l'eau. Cette baisse d'oxygène peut gêner la respiration des poissons, voire causer leur asphyxie.

Cu
CUIVRE

Pb
PLOMB

Zn
ZINC

Cr
CHROMIUM

O₂
OXYGÈNE

Hg
MERCURE

Cd
CADMIUM

NH₄⁺

AMMONIAC

As
ARSENIC

Certains polluants organiques produits par l'homme sont particulièrement inquiétants lorsqu'ils ne peuvent pas se décomposer aisément dans l'environnement. Les BPC (biphényles polychlorés contenus dans l'huile de refroidissement des gros transformateurs), certains pesticides (utilisés pour éliminer les ennemis des plantes des cultures commerciales et des jardins) ainsi que les dioxines et les furannes (sous-produits chimiques provenant des usines, notamment des usines de pâtes) sont des polluants organiques toxiques qui, une fois dans l'environnement, se décomposent difficilement en éléments inoffensifs.

Les dioxines constituent un danger particulier pour l'environnement non seulement en raison de leur toxicité, mais aussi en raison de leur rémanence (ou persistance dans le milieu environnant). Les procédés de recyclage naturels ne produisent pas de très bons résultats avec les dioxines. Au lieu de se fractionner en produits inoffensifs une fois dans l'estuaire, elles sont souvent absorbées et concentrées dans des organismes aquatiques. Cette concentration de substances toxiques dans les plantes et les animaux aquatiques est appelée « bioaccumulation », et elle est potentiellement un sérieux problème pour tout écosystème.



Les polluants biologiques

Les polluants biologiques sont des bactéries, des virus et des parasites provenant de déchets pathogènes produits par l'homme ou par des animaux. Lorsque ces polluants parviennent dans l'estuaire, ils représentent un danger pour les personnes qui entrent en contact avec l'eau. Les polluants biologiques peuvent causer toutes sortes de problèmes de santé: problèmes intestinaux (par exemple, la gastro-entérite), maladies du sang (par exemple, les hépatites), infections parasitaires (par exemple, le ver solitaire). Pour éviter la propagation des organismes pathogènes, les égouts sont chlorés (procédé de désinfection) avant d'être déversés dans l'estuaire durant l'été.

Les amateurs d'huîtres, de myes (palourdes) et de moules doivent aussi se préoccuper des polluants biologiques. Ceci en raison du mode d'alimentation de ces animaux, qui consiste à filtrer de grandes quantités d'eau de l'estuaire à travers leurs branchies. Si l'eau est contaminée avec des polluants biologiques, ceux-ci vont se concentrer dans le corps du mollusque, qui le transmettra par le fait même à la personne qui le mangera. C'est la raison précise pour laquelle on a imposé dans la zone de Boundary Bay, ainsi que dans tous les autres endroits de l'estuaire, il y a longtemps déjà, une interdiction touchant la cueillette des mollusques.

La bioaccumulation

Comme nous l'avons mentionné au sujet des dioxines, nous utilisons le terme « bioaccumulation » pour décrire l'absorption et la rétention des contaminants chimiques que les plantes et les animaux aquatiques trouvent dans la nourriture, l'eau et les sédiments. Les organismes des fonds marins comme les vers, les myes et les poissons de fond qui se nourrissent à même le fond du fleuve peuvent facilement absorber les polluants qui se sont déposés dans les sédiments. Les polluants organiques toxiques qui ne se décomposent pas facilement par des moyens naturels ont tendance à demeurer dans l'organisme des animaux des fonds marins.

Prenons pour exemple une substance chimique toxique déversée dans l'estuaire. Elle peut parvenir à l'estuaire de différentes façons : par un tuyau de drainage, par un fossé, avec les eaux de surface ou souterraines, ou même par l'air. Une fois la substance dans l'eau, elle est habituellement dissoute à une concentration trop infime pour être détectée, même au moyen des instruments les plus sensibles. Toutefois, grâce aux nombreux sites d'attachement qu'offre sa surface (figure 4-2), une particule de sédiment organique peut concentrer la substance chimique toxique.

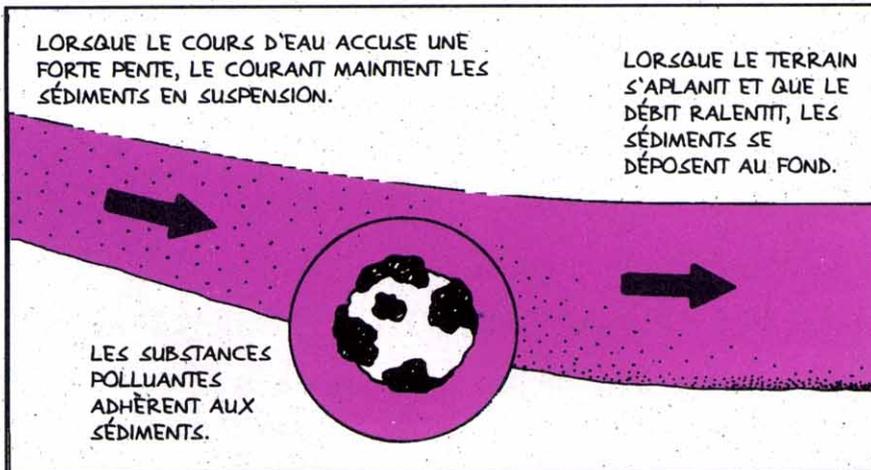


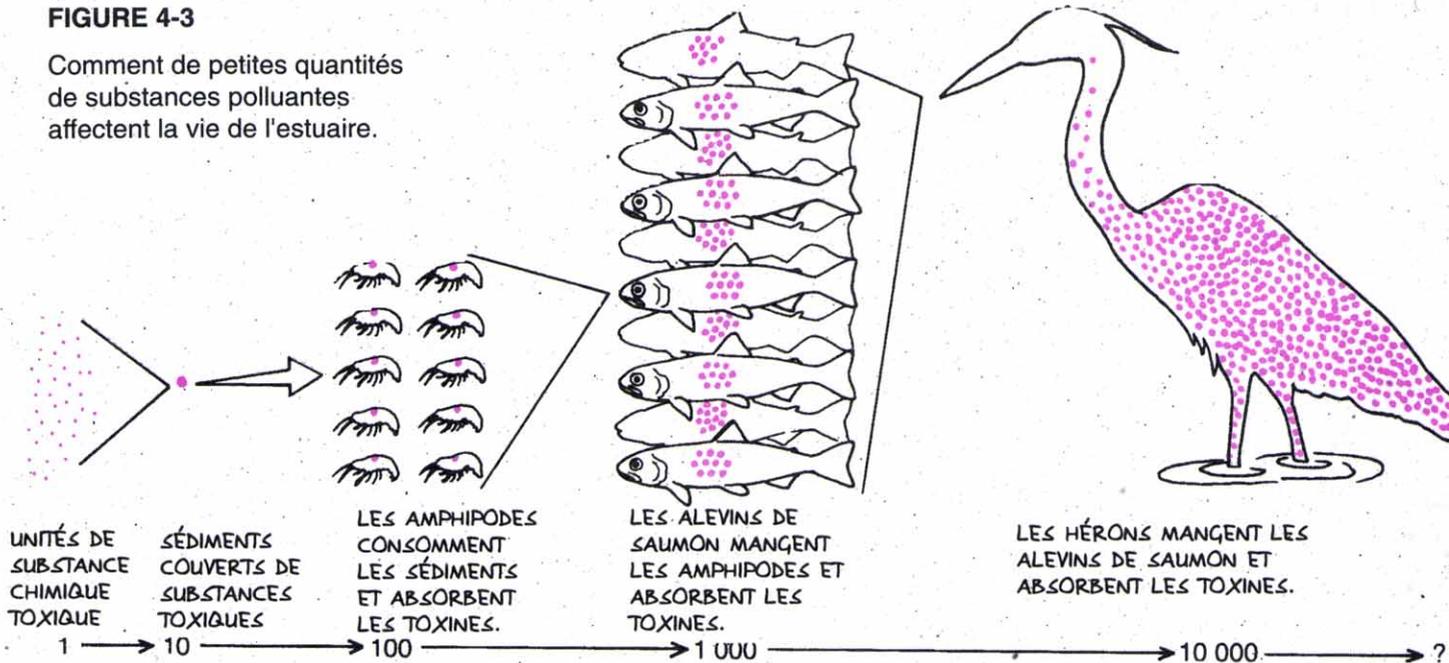
FIGURE 4-2

Pollution des particules de sédiment et du lit d'un cours d'eau

Le processus de bioaccumulation est illustré à la page suivante, figure 4-3. Dans cet exemple, la concentration d'une substance toxique dissoute est multipliée par dix lorsqu'elle s'amalgame à des sédiments organiques qui finiront par se déposer au fond de l'eau. On peut voir qu'à cet endroit, les amphipodes des fonds marins consomment dix des particules contaminées. Un petit poisson se nourrit à son tour de dix des amphipodes contaminés, et finalement, un grand héron mange dix des poissons contaminés.

FIGURE 4-3

Comment de petites quantités de substances polluantes affectent la vie de l'estuaire.



BIOCONCENTRATION

À chaque étape de la chaîne alimentaire, le degré de concentration du contaminant toxique est multiplié par dix. Avant que la substance chimique toxique n'atteigne le grand héron, elle a été bioamplifiée 10 000 fois par rapport à son degré de concentration initiale (infime) dans l'eau. L'animal qui par malheur (ce peut-être un aigle à tête blanche, un corbeau, une mouette ou un coyote) mange un de ces hérons malades ou morts met sa vie en péril.

ACTIVITÉ 9 :

LE FILTRE NATUREL DE L'ESTUAIRE

(D'après l'adaptation du livre : *Discover Wetlands, A Curriculum Guide*, Washington Department of Ecology, 1988)

L'eau des estuaires est le bassin de réception d'une grande variété de polluants. Les marais sont utiles pour garder l'eau de l'estuaire propre et saine car ils filtrent et éliminent les polluants nocifs. Ce filtre naturel possède les propriétés suivantes :

1. Le courant de l'eau est ralenti par les marais, ce qui permet aux sédiments en suspension, avec les contaminants qu'ils transportent, de se déposer au fond. L'eau qui s'écoule du marais en sort plus propre et plus pure.

2. Les plantes des marais sont capables d'absorber la plupart des contaminants toxiques dissous. Certains de ces polluants peuvent être fractionnés en produits inoffensifs à l'intérieur des plantes. D'autres se retrouvent sous terre, dans les racines des plantes. À cet endroit, les polluants se mélangent au sol ou sont neutralisés par l'action des bactéries.

Objectif :

Étudier la capacité stupéfiante qu'ont les plantes d'absorber les substances dissoutes, en faisant l'expérience suivante qui démontre comment les polluants peuvent être absorbés par un organisme vivant.

Méthode :

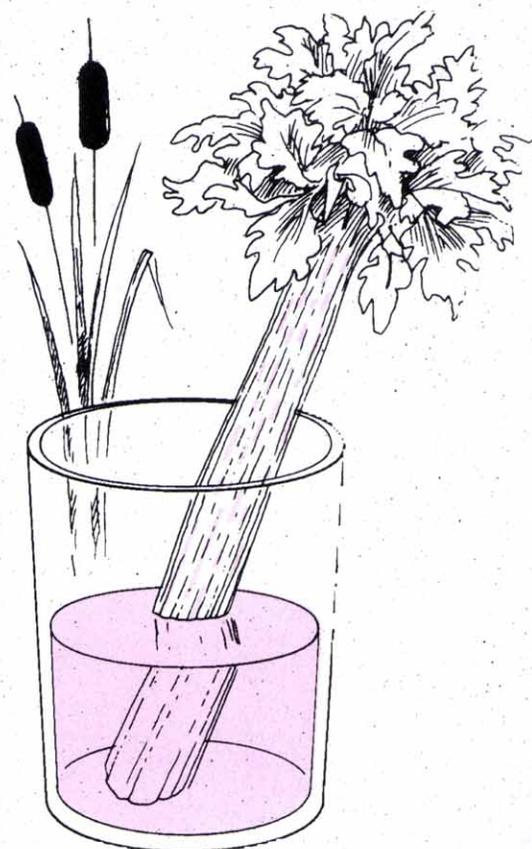
Les étapes 1 et 2 de cette expérience doivent être préparées la veille.

1. Préparez une solution colorée dans un contenant en verre en ajoutant plusieurs gouttes de colorant alimentaire (le rouge convient bien) à de l'eau. Imaginez-vous que le colorant alimentaire représente la pollution par une substance toxique.

2. Coupez un petit morceau de céleri et laissez-le dans l'eau pendant une nuit (figure 4-4). Pendant ce temps, l'eau colorée se déplacera (par un phénomène appelé « osmose ») de manière visible, vers le haut de la tige. Cela montre comment les plantes absorbent les polluants à travers l'eau qu'elles consomment. Si l'eau colorée n'est pas visible de l'extérieur, coupez la tige de céleri pour voir la couleur à l'intérieur.

3. Imaginez que la tige de céleri représente une plante des marais, et que des millions de ces plantes poussant dans un marais intertidal absorbent des polluants provenant de l'eau de l'estuaire.

Ces plantes ont bien sûr des une capacité limitée! Elles ne peuvent emmagasiner et dégrader qu'une quantité limitée de polluants. Certains de ces polluants emmagasinés peuvent retourner dans l'environnement aquatique une fois que la plante meurt et se décompose. Trop de pollution, spécialement celle causée par les substances chimiques toxiques qui persistent dans l'environnement, nuit à la vie dans l'estuaire et la détruit. La meilleure solution consiste à réduire la pollution ou, de préférence, à l'éliminer complètement.



AUTRES FAITS ET CHIFFRES

Tout à l'égout!

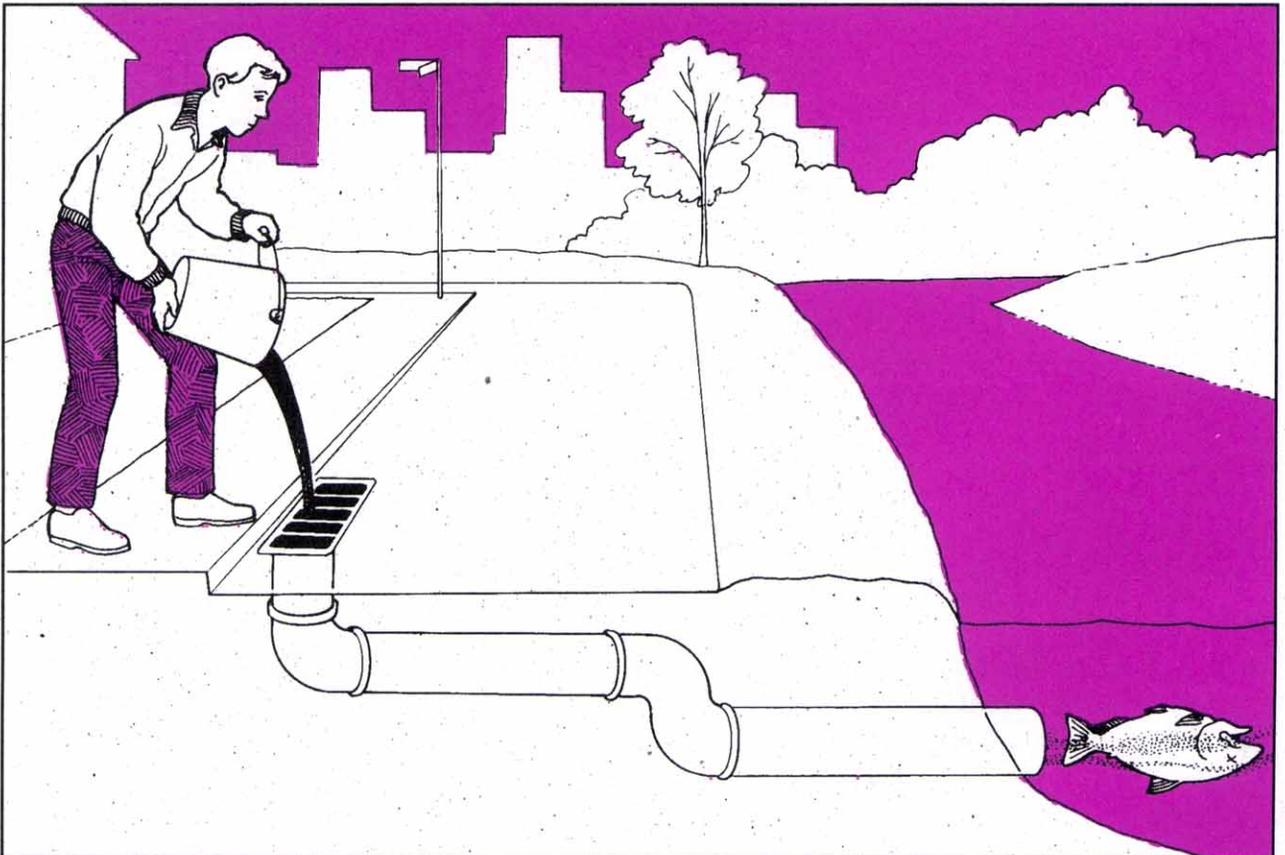
Plusieurs produits domestiques communs contiennent des substances nocives pour la vie aquatique. Les substances chimiques ménagères comme les produits nettoyants pour les toilettes et les fours, l'eau de javel, la peinture et les solvants, les insecticides, les combustibles pour le camping et l'antigel contiennent tous des substances chimiques toxiques.

Beaucoup de gens ne réalisent pas que ces produits sont toxiques pour la vie aquatique, et la majorité ne savent pas comment se débarrasser de ces matières dangereuses une fois qu'elles ont été utilisées. Comme vous le voyez à la figure 4-5, la pire façon d'éliminer les restes de ces produits est de les jeter dans la cuvette, dans l'évier ou dans les canalisations d'égouts. En agissant ainsi, nous envoyons ces produits toxiques dans l'estuaire, où ils nuisent à la vie aquatique.

Si vous ne voulez pas que les produits chimiques toxiques contenus dans les produits ménagers nuisent à l'estuaire, éliminez-les de manière adéquate. Renseignez-vous auprès de votre municipalité ou contactez le numéro sans frais du service Recycling Hotline (voir l'annexe 3) afin de connaître les meilleures façons d'éliminer vos produits chimiques domestiques.

FIGURE 4-5

Ne jamais utiliser un collecteur d'eaux pluviales pour jeter vos déchets!



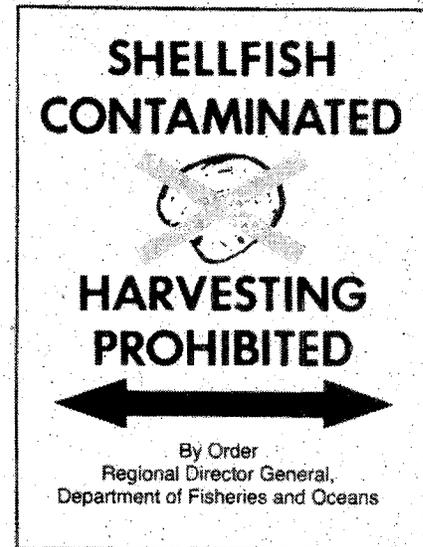
N'abusons pas des bonnes choses

C'est un fait reconnu que le fumier est un excellent fertilisant pour le sol car il fournit aux plantes les substances nutritives nécessaires à leur croissance. Toutefois, une surabondance de fertilisants dans les écosystèmes aquatiques entraîne généralement des problèmes. C'est ce qui s'est produit dans les années 1980, lorsque de fortes précipitations ont transporté de grandes quantités d'engrais (fumier et autres fertilisants agricoles) dans les fossés et les faux chenaux qui alimentaient les rivières Nicomekl et Serpentine. L'arrivée de ces matières nutritives a provoqué une surprolifération d'algues. La mort des algues à l'automne a occasionné une grande demande biologique en oxygène qui s'est traduite par une baisse soudaine du taux d'oxygène dissous dans l'eau, provoquant la mort de nombreux poissons dans les rivières Serpentine et Nicomekl.

Lorsque du fumier est transporté dans les canaux de drainage locaux, il peut introduire une grande quantité de coliformes dans les zones voisines de l'estuaire. Les rivières Serpentine et Nicomekl se jettent toutes deux dans la baie Boundary Bay. L'apport continu d'une grande quantité de coliformes dans l'estuaire, chaque année, dans Boundary Bay, a entraîné la contamination chronique des mollusques par les bactéries. En raison de cette contamination, il est interdit, depuis 1962, de récolter les mollusques à cet endroit, ce qui prive la Colombie-Britannique de l'une de ses zones de production d'huîtres les plus importantes.

**CRUSTACÉS ET COQUILLAGES
CONTAMINÉS =
SHELLFISH CONTAMINATED**

FIGURE 4-6



**RÉCOLTE INTERDITE =
HARVESTING PROHIBITED**

**DIRECTEUR GÉNÉRAL
RÉGIONAL DU MINISTÈRE DES
PÊCHES ET DES OCÉANS =**

**BY ORDER REGIONAL
DIRECTOR GENERAL,
DEPARTMENT OF FISHERIES
AND OCEANS**

ACTIVITÉ 10 :

ASSOCIER LES POLLUANTS À LEURS SOURCES

Les différents types de pollution décrits dans ce chapitre peuvent provenir de plusieurs sources différentes de l'estuaire. La nature des polluants fournit généralement des indices sur leur provenance. Il est essentiel de pouvoir identifier les sources de pollution si l'on veut préserver la qualité des eaux de l'estuaire.

Le but de cette activité est d'associer les différents polluants à leurs sources potentielles, tel qu'indiqué au tableau 4-7. Inscrivez un X dans toutes les cases du tableau où un polluant est associé à une source potentielle de pollution. Une fois le tableau rempli, réfléchissez aux questions suivantes:

Comment ces polluants sont-ils transportés de la source à l'estuaire?

Comment pourrait-on prévenir ou réduire cette pollution?

Pouvez-vous nommer d'autres sources potentielles de pollution?

Quels types de polluants ces sources pourraient-elles rejeter?

Réponse fournie à l'annexe 1, page 112.

FIGURE 4-7

Diagramme pour associer les polluants et leurs sources

POLLUANTS	SOURCES DE POLLUANTS			
	Maisons	Usine de pâtes	Champs agricoles	Automobile
Bactéries				
Cuivre				
Dioxines				
Herbicides				
Plomb				
Huile				



5. FAIRE SA PART

Ce chapitre propose des idées et des suggestions pour sensibiliser les citoyens ou groupes de citoyens aux façons de participer activement à la protection, à la préservation et à la gestion de leur estuaire.

Sensibilisation du public



Nous devrions tous nous sentir concernés par l'état de salubrité général de l'estuaire, tout particulièrement si l'on considère les points suivants :

1. Nous faisons tous partie de la biosphère. La propreté du sol, de l'eau et de l'air est essentielle à notre survie. La salubrité de notre estuaire est une bonne indication de la façon dont nous protégeons et gérons notre environnement et, à long terme, de la manière dont nous préservons notre santé et celle des générations futures.
2. L'estuaire du Fraser supporte nos précieuses ressources en saumon, représentant une industrie de plusieurs centaines de millions de dollars par année, provenant de la pêche commerciale et récréative, de même que de la pêche de subsistance autochtone. En fait, le fleuve Fraser est le cours d'eau qui produit le plus de saumons au monde.
3. Les terres humides de l'estuaire sont d'une importance vitale pour la survie de millions d'oiseaux migrateurs. Encore là, l'estuaire du Fraser jouit d'une renommée mondiale en ce qui a trait à ses habitats aviaires et à sa situation stratégique sur la voie migratoire du Pacifique.
4. D'un point de vue global, nous sommes extrêmement privilégiés d'avoir un patrimoine naturel tel que l'estuaire du Fraser, près d'une zone urbaine (le district régional de Vancouver) de plus de 1,5 million d'habitants.

Que peut-on faire, en tant qu'individu, pour contribuer à la protection, à la préservation et à l'amélioration de l'environnement aquatique de l'estuaire du fleuve Fraser? La présence d'une grande quantité de substances polluantes est due à nos propres actions. Pour commencer, nous pouvons donc changer nos habitudes personnelles qui, collectivement, auront un impact significatif sur la quantité de polluants déversés dans le milieu.

Ensuite, nous pouvons nous regrouper pour exercer des pressions afin que soient améliorés les lois et les règlements gouvernementaux régissant la protection et la gestion de l'écosystème de l'estuaire.

Actions individuelles

Des centaines de bonnes idées sur la façon d'améliorer l'état de l'environnement sont présentées dans diverses publications gouvernementales, comme celle du ministère de l'Environnement qui s'intitule : *Ce que nous pouvons faire pour l'environnement: des centaines d'idées pratiques.* Renseignez-vous auprès des bureaux des ministères de l'environnement fédéral et provincial de votre municipalité pour obtenir ces publications gratuites. Ces publications, conjointement à toutes celles nouvellement publiées, présentent des idées simples et applicables sur le champ, par tout le monde :

- Comment conserver l'eau
- Comment conserver l'énergie
- Comment se débarrasser des déchets domestiques dangereux
- Comment trouver des substituts inoffensifs aux substances dangereuses
- Comment prévenir et réduire la pollution de l'air
- Comment réutiliser, réparer, recycler et se débarrasser des matériaux et articles usagés
- Comment choisir des produits sans danger pour l'environnement
- Comment se renseigner et en savoir plus sur les sujets précités.

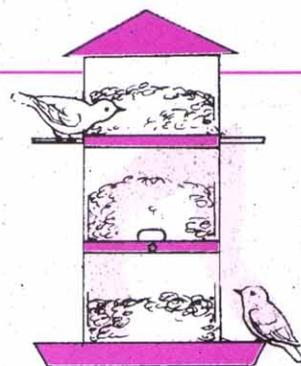


FIGURE 5-1

Maintenant, il est du devoir de chacun de recycler





Actions collectives

Les groupes et les associations de citoyens constituent une force grandissante en ce qui concerne la protection et la préservation des ressources naturelles de l'estuaire du fleuve Fraser. Il peut s'agir de groupes de jeunes, de groupes d'entreprise, de groupes municipaux, d'organisations civiques, d'organismes confessionnels, d'organisations syndicales, de groupements féminins, d'associations de quartier ou communautaires et de groupes d'intérêt particulier.

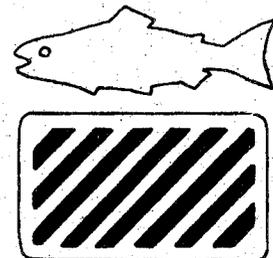
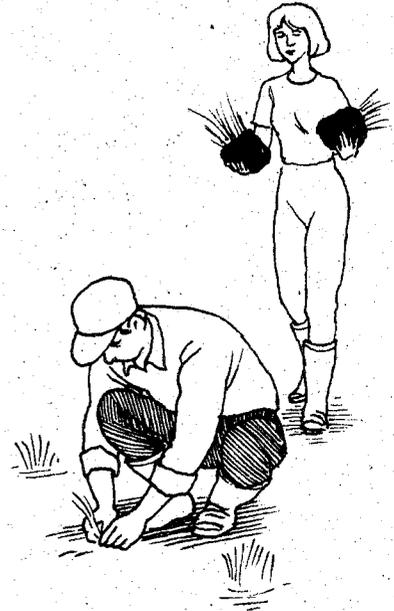


Une bonne façon de commencer est de rallier, d'appuyer ou, au besoin, de former une association qui s'occupe de projets ou d'actions visant à protéger et à préserver les ressources naturelles de l'estuaire.

Voici des suggestions de projets et d'activités de groupe :

1. On peut entreprendre des projets de nettoyage des berges des rives de l'estuaire. Beaucoup d'ordures ménagères et d'autres déchets sont jetés illégalement dans les cours d'eau et aboutissent éventuellement sur les rives de l'estuaire. En plus d'être une source de pollution visuelle, ces déchets peuvent nuire aux habitats des marais et des battures. Choisissez un ou plusieurs endroit(s) de l'estuaire où vous pourriez organiser une campagne de nettoyage.

2. Les gouvernements et le secteur public restaurent présentement les habitats des marais dégradés. Ces projets sont intéressants et ils requièrent la transplantation de végétation provenant des marais à des sites dénudés. Avec l'appui technique du ministère des Pêches et des Océans (MPO) ou d'un expert-conseil dans le domaine de l'environnement, une école ou tout autre groupe de personnes peut fournir une aide manuelle à la réalisation d'un projet de restauration de marais. Mesurer le taux de croissance des végétaux du marais pourrait constituer un bon projet d'activité.
3. Le programme fédéral ACTION 21 a des fonds disponibles pour les projets environnementaux de dépollution et de restauration à frais partagés 50-50. Le programme Public Conservation Assistance Fund est un programme similaire parrainé par le ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs de la Colombie-Britannique.
4. Les groupes environnementaux ont toujours besoin de ressources financières. Votre groupe peut organiser une levée de fonds au profit d'une organisation locale qui s'occupe d'un projet quelconque relié à l'estuaire.
5. Augmenter les connaissances et la sensibilisation de votre groupe en organisant des présentations qui seront données par des experts dans le domaine de l'environnement provenant des milieux gouvernementaux et universitaires, de groupes d'experts-conseils, etc. Vous pouvez obtenir des publications et des vidéos gratuits des ministères gouvernementaux. Le programme Atout-Faune, programme éducatif qui met l'accent sur la sensibilisation, l'appréciation et la compréhension de la faune et des ressources naturelles, peut aider votre groupe (communiquez-vous avec le ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs de la Colombie-Britannique). Organisez des visites dans des industries riveraines de l'estuaire, et dans des sanctuaires d'oiseaux, des parcs municipaux et des parcs régionaux qui abritent des habitats estuariens.
6. Utilisez vos connaissances de l'écologie de l'estuaire, de ses problèmes de pollution et de la façon donc le public peut aider à sa préservation et sa remise en état pour sensibiliser ceux qui sont moins bien renseignés. Le programme Storm Drain Marking Program, parrainé par la British Columbia Conservation Foundation, le ministère des Pêches et des Océans et le ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs de la Colombie-Britannique est une bonne initiative pour sensibiliser de votre communauté aux problèmes de pollution l'estuaire. Les collecteurs d'eaux pluviales ont été marqués pour empêcher les gens d'y déverser leurs déchets dangereux pour les poissons et les autres formes de vie aquatique.



Si vous avez besoin d'information technique sur un produit commercial, industriel ou domestique en particulier, renseignez-vous auprès de l'Association canadienne des fabricants de produits chimiques (1-800-267-6666).

7. Votre groupe peut mettre sur pied un programme de surveillance de la pollution. Vous pouvez signaler aux autorités n'importe quel rejet, déversement de déchets illégaux, cas de vandalisme ou mortalité de poissons qui vous semble suspect. Les numéros suivants peuvent être utiles en cas d'urgence ou de problème environnemental :

Provincial Emergency Program

Pour signaler des déversements de produits pétroliers ou de produits chimiques et obtenir des conseils sur l'élimination des matières dangereuses.

1-800-663-3456

B.C. Environment Hotline

Observez, notez et signalez toute infraction aux règlements ayant rapport au poisson et aux animaux sauvages.

1-800-663-9453

8. Vous pouvez communiquer directement avec les entreprises et les industries irrespectueuses de l'environnement. Faites valoir l'influence du nom de votre groupe et du nombre de membres qu'il comporte, lorsque vous envoyez des lettres à leur direction. La majorité des entreprises détestent la mauvaise publicité et elles font généralement preuve de compréhension et de coopération si on les aborde d'une façon polie et objective.
9. Faites travailler votre groupe sur les questions environnementales qui peuvent vous concerner. Tous les grands projets de développement, et la majorité des petits, doivent subir une étude d'impact environnemental. Les études d'impact environnemental des projets de développement concernant l'estran et le fleuve, par les agences gouvernementales, sont maintenant coordonnées par le bureau du Programme d'aménagement de l'estuaire du fleuve Fraser (PAEFF). Le PAEFF s'occupe également de recueillir les avis du public en ce qui a trait à ces études d'impact. Le meilleur moment pour faire part de ses préoccupations est durant la période qui précède l'approbation du projet. Les questions touchant le « côté terre » des digues peuvent habituellement être traitées plus efficacement par l'intermédiaire de votre conseil de ville local.



Le Programme d'aménagement du bassin du Fraser, qui reçoit l'appui des gouvernements fédéral et provincial et des administrations locales, encourage et offre au public et aux autres groupes intéressés, l'opportunité de participer à la gestion du bassin du fleuve Fraser. Pour obtenir des renseignements complémentaires sur ce programme, contactez :

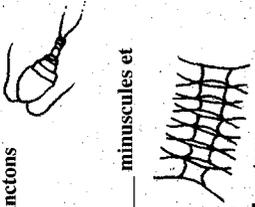
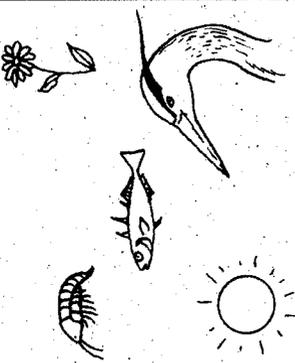
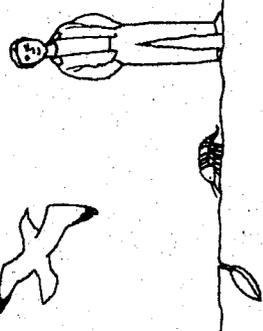
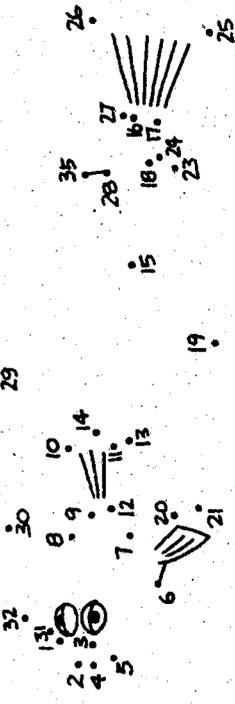
Environnement Canada
Plan d'action du Fraser
1200, 73^e avenue ouest, suite 700
Vancouver
V6P 6H9
Téléphone: (604) 664-9198



ACTIVITÉ 11: JEU-QUESTIONNAIRE SUR L'ESTUAIRE DU FLEUVE FRASER

Je m'appelle: _____

(Tiré de : The Estuary Program - Level II)

<p>1. L'endroit où une rivière entre en contact avec l'océan est un _____.</p> 	<p>2. L'eau _____ et l'eau _____ se mélangent dans l'estuaire pour donner de l'eau _____.</p>	<p>3. Les zooplanctons sont des _____ minuscules et les _____ planctons sont des plantes minuscules.</p> 	<p>4. Reliez les points pour former la chaîne alimentaire de base:</p> 	<p>5. Encerclez les créatures qui se nourrissent de débris organiques:</p> 												
<p>6. Combien pouvez-vous trouver d'organismes estuariens dont le nom débute par la lettre S?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>7. Quelles plantes poussent dans un estuaire?</p> <p>_____ épinard _____ algue _____ roses _____ quenouilles _____ zostère marine _____ papaye _____ distichlis</p>	<p>8. Quelles plantes parmi les suivantes sont des arbres ou des arbustes?</p> <p>_____ scirpe _____ symphorine _____ thé du Canada _____ foin plat _____ peuplier de l'Ouest</p>	<p>9. RELIEZ:</p> <table border="0"> <tr> <td>Animal</td> <td>Habitat</td> </tr> <tr> <td>Plancton</td> <td>Zostère marine</td> </tr> <tr> <td>Crabe</td> <td>Faux Chenal</td> </tr> <tr> <td>Saumon</td> <td>Estran</td> </tr> <tr> <td>Escargot</td> <td>Canal</td> </tr> <tr> <td>Bécasseau</td> <td>Marais</td> </tr> </table>	Animal	Habitat	Plancton	Zostère marine	Crabe	Faux Chenal	Saumon	Estran	Escargot	Canal	Bécasseau	Marais	<p>10. Qu'y a-t-il d'anormal sur cette photo?</p>  <p>_____</p> <p>_____</p>
Animal	Habitat															
Plancton	Zostère marine															
Crabe	Faux Chenal															
Saumon	Estran															
Escargot	Canal															
Bécasseau	Marais															
<p>11. Vrai ou Faux?</p> <p>Un panache d'eau douce est une espèce de plante des marais. _____</p> <p>Les débris organiques sont la base du réseau alimentaire des estuaires. _____</p> <p>Les crevettes fouisseuses vivent dans des trous creusés dans les battures. _____</p> <p>Les bactéries que l'on retrouve dans les estuaires sont toujours dangereuses. _____</p>	<p>12. Pouvez-vous identifier cet oiseau de l'estuaire?</p>  <p>Réponse: _____</p>	<p>13. Déchiffrez les mots suivants:</p> <p>TTIAAHB INOPLULOT SMAIRA ETRSAÀUM MUASON</p>	<p>14. Reliez les points.</p> 	<p>Qu'est-ce que c'est?</p> <p>_____</p> <p>_____</p>												

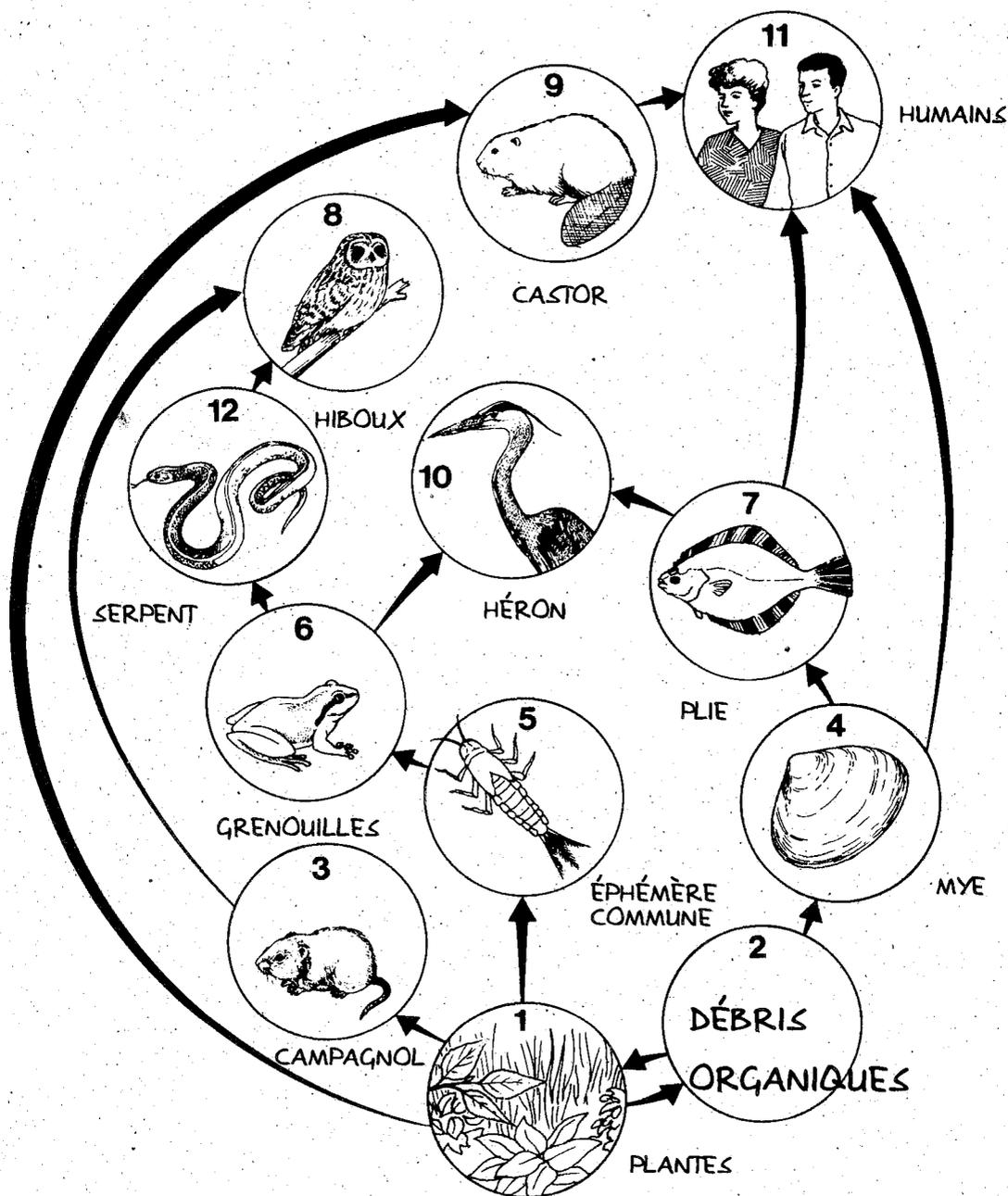
ANNEXE 1:

RÉPONSES

ACTIVITÉ 1: CHAÎNE ALIMENTAIRE DE L'ESTUAIRE

SOLEIL ⇒ PLANTE ⇒ DÉTRITUS ⇒ MYE ⇒ JEUNE MOUETTE ⇒ AIGLE À TÊTE BLANCHE

ACTIVITÉ 2 : RÉSEAU TROPHIQUE DE L'ESTUAIRE



ACTIVITÉ 3 : HAUTEURS CRITIQUES DES MARÉES

Début de l'estran (ou battures) et fin du marais	2,8 m
Début et fin de la zone de scirpe	2,8 m et 3,7 m
Début et fin de la zone de foin plat	3,7 m et 4,5 m
Début et fin de la zone de quenouilles	4,5 m et 4,8 m
Dessus de la digue	5,8 m

Voici une brève explication sur la manière de prévoir les marées en utilisant les Tables des marées et courants du Canada, Volume 5. Nous vous recommandons de lire attentivement les instructions fournies avec ces tables des marées.

Reportez-vous à la section des tables des marées ayant pour titre « POINT ATKINSON ». Cette table prévoit les niveaux des marées pour la zone extérieure de l'estuaire du fleuve Fraser (par exemple, Sturgeon Bank, Roberts Bank et Boundary Bay). Ensuite, choisissez le mois et le jour appropriés dans les colonnes de la table. Pour notre exemple, nous prendrons le mercredi, 26 août 1992, que l'on voit ici tel qu'il apparaît dans la table des marées.

DATE	HEURE	H./PI	MÈTRES	
26	0230	13,4	4,1	Dans cet exemple, les heures et les hauteurs prévues pour les marées hautes et basses sont les suivantes :
	0940	2,1	,6	À 0330 heures, la pleine mer inférieure sera à 4,1 m
WE	1650	14,8	4,8	À 1040 heures, la basse mer inférieure sera à 0,6 m
	2225	9,3	2,8	À 1750 heures, la pleine mer supérieure sera à 4,5 m
ME				À 2325 heures, la basse mer supérieure sera à 2,8 m

Notez que les heures sur les tables des marées correspondent à l'heure normale du Pacifique (HNP). Dans l'exemple ci-dessus, une heure a été ajoutée à l'HNP, pour obtenir l'heure avancée. Pour avoir l'heure avancée, il faut avancer nos montres d'une heure (entre le premier dimanche d'avril et le dernier dimanche d'octobre).

Si vous êtes intéressés aux prévisions des marées pour les endroits situés à l'intérieur de l'estuaire du fleuve Fraser (par exemple, en amont de Steveston), vous devrez utiliser la table « FLEUVE FRASER », habituellement située dans les premières pages des *Tables des marées et courants du Canada*. La table des marées du fleuve Fraser tient compte du débit fluvial (débit de l'eau) et de l'endroit (Steveston, Deas Island, New Westminster). Vous y trouverez des instructions sur l'utilisation de cette table.

ACTIVITÉ 4 : DU PLAISIR AVANT L'EXCURSION

1. Forces qui détruisent les liens naturels entre les organismes (**destructif**)
2. Milieu marin d'eau salée (**mer**)
3. Matière érodée qui est déposée dans un estuaire (**sédiment**)
4. Îles et autres étendues émergées d'un estuaire (**delta**)
5. Être vivant (**organisme**)
6. Endroit où vit un organisme (**habitat**)
7. Cours d'eau de moyenne importance (**rivière**)
8. Se dit de l'eau de mer
9. Eau se retirant lors des changements quotidiens de niveau des eaux (**reflux**)
10. Qui précède dans le temps (**premier**)
11. Le plus grand fleuve de Colombie-Britannique (**fleuve Fraser**)
12. Endroit où l'eau douce d'une rivière se mêle à l'eau salée de la mer (**estuaire**)
13. Les liens entre les organismes (**relations**)
14. Activité humaine reliée au travail (**industrie**)
15. Environnement qui n'est pas pollué (**propre**)
16. Petits organismes qui flottent ou qui nagent (**plancton**)
17. Organismes simples qui contiennent de la chlorophylle (**algue**)
18. Endroit où les bateaux peuvent accoster pour charger ou décharger une cargaison (**port**)
19. Mollusque bivalve vivant dans les fonds marins (**mye**)
20. Une enquête (**étude**)
21. Effet d'une substance rejetée dans le milieu et qui nuit à la vie (**pollution**)
22. Organismes qui habitent le fond des sédiments (**benthique**)
23. Qui se nourrit de matière putrifiée (**nécrophage**)
24. Sous-produit liquide de l'industrie (**effluent**)
25. Unité de poids (**gramme**)
26. Déplacement des organismes d'un endroit à l'autre (**migration**)
27. Marée montante (**flux**)
28. Énorme plan d'eau (**océan**)
29. L'étude des relations entre les organismes vivants et leur environnement (**écologie**)
30. Organisme qui doit en manger un autre pour s'alimenter (**consommateur**)
31. Nécessaire pour déplacer, faire croître et produire de la matière (**énergie**)
32. Organisme qui est le plus grand agent de pollution sur terre (**humain**)
33. Procédé utilisé par les plantes pour fabriquer leur nourriture (**photosynthèse**)
34. Nom communément donné par les chasseurs aux oiseaux qui habitent dans des environnements aquatiques (**sauvagine**)

ACTIVITÉ 8 : L'ESTUAIRE : UN MILIEU EN ÉVOLUTION

La période précédant l'arrivée de l'homme blanc

Cueillette, Pêche, Chasse

De 1820 à 1830

Commerce des fourrures, Cueillette, Chasse, Pêche, Exploration

De 1840 à 1860

Cartographie, Chasse, Ruée vers l'or

De 1870 à 1890

Défrichage, Pêche au filet maillant, Exploitation des forêts de plaines inondables, Construction de routes, Endiguage, Voyage en bateaux à vapeur, Agriculture, Mise en conserve du poisson

De 1900 à 1940

Développement industriel, Défrichage, Pêche au filet maillant, Exploitation forestière dans les hautes terres, Construction de routes, Endiguage, Dragage, Construction portuaire, Agriculture

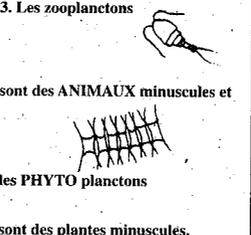
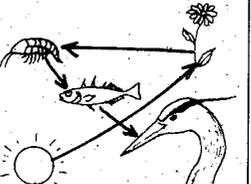
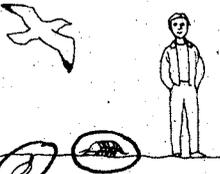
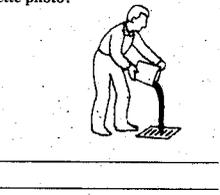
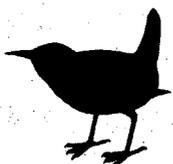
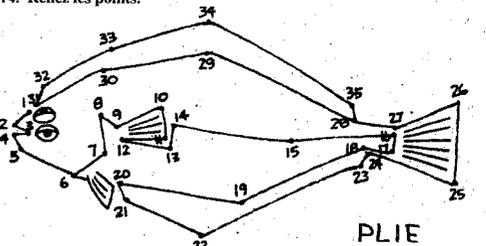
De 1950 jusqu'à présent

Développement industriel, Défrichage, Trafic maritime, Construction de routes, Endiguage, Dragage, Développement des ports, Développement urbain.

ACTIVITÉ 10 : ASSOCIER LES POLLUANTS À LEURS SOURCES

POLLUANTS	SOURCES DE POLLUANTS			
	Maisons	Usine de pâtes	Champs agricoles	Automobile
Bactéries	X		X	
Cuivre	X			
Dioxines		X		
Herbicides	X		X	
Plomb				X
Huile				X

ACTIVITÉ 11 : JEU-QUESTIONNAIRE SUR L'ESTUAIRE DU FLEUVE FRASER

<p>1. L'endroit où une rivière entre en contact avec l'océan est un ESTUAIRE.</p> 	<p>2. L'eau DOUCE et l'eau SALÉE se mélangent dans l'estuaire pour donner de l'eau SAUMÂTRE</p>	<p>3. Les zooplanctons sont des ANIMAUX minuscules et les PHYTO planctons sont des plantes minuscules.</p> 	<p>4. Reliez les points pour former la chaîne alimentaire de base :</p> 	<p>5. Encercele les créatures qui se nourrissent de débris organiques :</p> 
<p>6. Combien pouvez-vous trouver d'organismes estuariens dont le nom débute par la lettre S?</p> <p>SAUMON SCIRPE SAUVAGINE</p>	<p>7. Quelles plantes poussent dans un estuaire?</p> <p>___ épinard ✓ algue ✓ roses ✓ quenouilles ✓ zostère marine ___ papaye ✓ distichlis</p>	<p>8. Quelles plantes parmi les suivantes sont des arbres ou des arbustes?</p> <p>___ scirpe ✓ symphorine ✓ thé du Canada ___ foin plat ✓ peuplier de l'Ouest</p>	<p>9. RELIEZ: Animal Habitat</p> <p>Plancton - Zostère marine Crabe - Faux Chenal Saumon - Estran Escargot - Canal Bécasséau - Marais</p>	<p>10. Qu'y a-t-il d'anormal sur cette photo?</p> 
<p>11. Vrai ou Faux?</p> <p>Un panache d'eau douce est une espèce de plante des marais ___ F ___</p> <p>Les débris organiques sont la base du réseau alimentaire des estuaires ___ V ___</p> <p>Les crevettes fousseuses vivent dans des trous creusés dans les battures ___ V ___</p> <p>Les bactéries que l'on retrouve dans les estuaires sont toujours dangereuses ___ F ___</p>	<p>12. Pouvez-vous identifier cet oiseau de l'estuaire?</p>  <p>Réponse : TROGLodyte des MARAIS</p>	<p>13. Déchiffrez les mots suivants:</p> <p>HABITAT POLLUTION MARAIS SAUMÂTRE SAUMON</p>	<p>14. Reliez les points.</p>  <p>PLIE</p>	

Annexe 2 :

ACTIVITÉS ET LIEUX D'EXCURSIONS

ACTIVITÉ	PAGE
1. LA CHAÎNE ALIMENTAIRE DE L'ESTAIRE (Faites une chaîne alimentaire)	13
2. RÉSEAU ALIMENTAIRE DE L'ESTUAIRE (Casse-tête sur le réseau alimentaire)	14
3. HAUTEURS CRITIQUES DES MARÉES (Apprenez à prédire les marées)	27
4. DU PLAISIR AVANT L'EXCURSION (Mot mystère sur l'estuaire et défi sur le vocabulaire de l'estuaire)	33
5. LA VIE SOUS L'ESTRAN (Étude des formes de vie sur l'estran)	45
6. ÉTUDE DU MICRO-HABITAT D'UNE FORÊT DE PLAINE INONDABLE (Excursion)	61
7. L'EXAMEN DU PLANCTON (Recueillir et étudier des spécimens de plancton)	68
8. L'ESTUAIRE: UN MILIEU EN ÉVOLUTION (Étude du patrimoine humain)	87
9. LE FILTRE NATUREL DE L'ESTUAIRE (Expérience avec une solution)	97
10. ASSOCIEZ LES POLLUANTS À LEURS SOURCES (Jeu-questionnaire sur la pollution)	100
11. JEU-QUESTIONNAIRE SUR L'ESTUAIRE DU FLEUVE FRASER (Jeu-questionnaire général)	108

LIEUX D'EXCURSION

1. RICHMOND DIKE (Les marais d'estran de Sturgeon Bank)	37
2. BOUNDARY BAY (Estran et marais salants)	47
3. RIVERSIDE PARKS (Forêts de plaine inondable)	59
4. DEAS ISLAND PARK (Chenaux et faux chenaux)	71
5. SUGGESTIONS (voir la figure 2-3 et la table 2-3)	30

Annexe 3 :

CONTACTS IMPORTANTS

Organisation	Téléphone
<i>Gouvernement fédéral</i>	
Ministère des Pêches et des Océans	666-6098
Garde côtière canadienne	631-3702
Environnement Canada, Service canadien de la faune	940-4700
Environnement Canada, Conservation de l'environnement	664-9198
Environnement Canada, Protection de l'environnement	666-6805
<i>Gouvernement provincial</i>	
B.C. Environment	582-5200
Recycling Hotline	1-800-667-4321
<i>Administrations municipales</i>	
Richmond	276-4000
Burnaby	294-7944
New Westminster	521-3711
Delta	946-4141
Coquitlam	526-3611
Port Coquitlam	941-5411
Pitt Meadows	465-5454
Surrey	591-4011
Langley	534-3211
Maple Ridge	463-5221
District régional de Vancouver	432-6200
Vancouver City	873-7567
<i>Autres organismes gouvernementaux</i>	
Le Programme d'aménagement de l'estuaire du fleuve Fraser	775-5756
Commission portuaire du Fraser	524-6655
Commission du havre de North-Fraser	273-1866
<i>Organismes environnementaux non gouvernementaux</i>	
B.C. Environmental Network	733-2400

VOCABULAIRE

- Algues:* Terme définissant les minuscules plantes, unicellulaires ou vivant en colonie qui sont privées de système vasculaire.
- Anadrome:* Se dit d'un poisson qui, arrivé à maturité dans l'eau salée, revient frayer dans l'eau douce.
- Bactéries:* Organismes microscopiques vivant dans le sol, l'eau, les sédiments et l'organisme des plantes et des animaux (dont l'homme).
- Batture:* Étendue de terrain plate, habituellement boueuse ou sablonneuse, située entre les marées montantes et les marées descendantes, émergée lors des marées basses et immergée lors des marées hautes.
- Benthique:* Se dit d'un organisme vivant dans ou sur les sédiments d'un fond marin.
- Bioaccumulation:* Processus par lequel les polluants sont absorbés, retenus et concentrés dans des plantes ou des animaux aquatiques.
- Bioindicateur:* Organisme sensible à la pollution et qui de ce fait peut être utilisé pour mesurer le degré de pollution dans son environnement.
- Biosphère:* La zone occupée par l'ensemble des êtres vivants et qui est composée de l'atmosphère, du sol et de l'eau.
- Champignons:* Plante non vasculaire qui pousse sans chlorophylle ni lumière solaire.
- Climax:* État de communauté biologique en équilibre, qui peut continuer à se maintenir ainsi aussi longtemps que le climat local se maintient.
- Crue nivale:* Période d'augmentation soudaine du volume des crues causée par la fonte des neiges et les fortes précipitations printanière.
- Crustacés:* Animaux appartenant à la grande classe des animaux aquatiques dotés d'un exosquelette; les crevettes, les crabes et les bernacles en font partie.
- Décomposition:* Procédé biochimique par lequel des matières biologiques sont fractionnées en des particules plus petites et, éventuellement, en composés et en éléments chimiques.
- Delta:* Dépôt de sédiment (et formant des îles, des bancs de sable, des battures) à l'embouchure d'une rivière se jetant dans la mer.
- Débris Organiques:* Matière organique morte, végétale ou animale.
- Diatomées:* Petite algue microscopique dotée de structures brunes, en forme de plaques composées de silice.
- Digue:* Ouvrage en pierre ou en terre servant à empêcher l'eau d'une rivière de déborder des berges lors de conditions propices aux crues.

<i>Dioxine:</i>	Produit chimique toxique créé lorsque du chlore entre en contact avec des matières organiques, par exemples dans le procédé de blanchiment des usines de pâtes, dans les incinérateurs, et comme un sous-produit de divers produits chimiques industriels.
<i>Écosystème:</i>	Communauté d'organismes qui peut être identifiée et décrite à partir de ses propriétés physiques, chimiques et biologiques particulières (par exemple, un lac, un ruisseau, un marais, une forêt, un désert, etc.).
<i>Effluent:</i>	Déchets liquides (par exemple, les égouts) déversés dans l'environnement.
<i>Estran:</i>	L'espace compris entre la marée haute et la marée basse (syn. batture).
<i>Estuaire:</i>	Partie terminale d'un cours d'eau important, ayant un contact direct avec la mer et au sein duquel l'eau de mer se mélange à l'eau douce.
<i>Esturgeon:</i>	Poisson de fond, recouvert de plaques osseuses et doté d'une grosse tête à bouche ventrale. Les esturgeons, très recherchés pour leurs œufs (caviar), sont les plus grands poissons d'eau douce au Canada.
<i>Eulakanes:</i>	Poisson faisant parti de la famille des lançons, au corps allongé, long d'environ 20 cm et qui renferme un pourcentage d'huile élevé.
<i>Filet maillant:</i>	Filet posé verticalement dans l'eau pour capturer les poissons en prenant leur branchies dans les mailles du filet.
<i>Habitat:</i>	Lieu ou milieu où un organisme vit ou est supposé vivre afin de remplir une fonction importante comme se nourrir ou élever sa progéniture.
<i>Herbivores:</i>	Animaux dont la principale source de nourriture est la matière végétale.
<i>Invertébrés:</i>	Animaux dépourvus de colonne vertébrale (par exemple, les insectes, les vers, les escargots); la majorité des animaux sont des invertébrés.
<i>Coin salé:</i>	Étendue d'eau salée en forme de biseau qui est poussée vers le fond dans un estuaire à chaque marée montante.
<i>Larve:</i>	Forme que prennent certains animaux avant d'attendre l'état adulte.
<i>Marais salant:</i>	Communauté végétale où les plantes tolèrent des niveaux élevés de sel dans la nappe phréatique ou dans les eaux de surface.
<i>Mare vaseuse:</i>	Chenal d'eau morte peu profond relié à un plan d'eau plus grand comme une rivière, un estuaire ou un lac.
<i>Matière organique:</i>	Matière biologique ou produits chimiques composés de carbone et d'hydrogène.
<i>Micro-habitat:</i>	Petit habitat (par exemple, tronc en décomposition) au sein d'un habitat plus vaste (par exemple, une forêt de plaine inondable).

- Mollusques:* Décrit les animaux invertébrés au corps mou qui comprennent la majorité des coquillages (sauf les crustacés).
- Nutriment chimique:* Substance alimentaire contenant du phosphore, de l'azote et du potassium, et qui est essentielle à la santé et à la croissance des plantes.
- Nymphe:* Deuxième stade de métamorphose des insectes.
- Panache:* La quantité d'eau déversée par une rivière dans la mer, et qui conserve certaines des caractéristiques originales de l'eau de la rivière (par exemple, sédiment en suspension).
- Photosynthèse:* Procédé par lequel les plantes utilisent la lumière solaire, en présence de chlorophylle, pour fabriquer leur nourriture (hydrate de carbone) à partir de dioxyde de carbone et d'eau.
- Phytoplancton:* Plantes microscopiques flottantes ou dérivantes.
- Plaine inondable:* Étendue terrestre voisine d'un chenal et sujette à des crues lorsque les eaux atteignent un niveau prédéterminé.
- Polluant:* Substance nocive pour les organismes vivants soit parce qu'elle ne se trouve pas normalement dans l'environnement, soit parce que sa concentration est trop élevée.
- Production primaire:* Matière organique produite par les plantes, qui sert de source d'énergie et d'aliment de base pour les autres consommateurs de l'écosystème (par exemple, les herbivores).
- Protozoaires:* Animal unicellulaire ou colonie d'animaux capables d'ingérer des particules de nourriture microscopique.
- Salinité:* Teneur en sels dissous de l'eau de mer, définie par la quantité totale de solides dissous en parties par millier.
- Saumâtre:* Terme décrivant l'eau dont le degré de salinité est compris entre celui de l'eau douce (0,5 parties par millier) et celui de l'eau de mer (17 parties par millier).
- Sédiment:* Matériau comme le sable, le limon et l'argile, suspendu dans l'eau courante et qui se dépose au fond dans l'eau calme.
- Succession:* Remplacement d'un type de communauté naturelle par un autre à travers un changement progressif de la vie végétale et animale dans le temps.
- Tertre:* Monticule ou tas de déchets qui, à condition d'être ancien et de provenir d'un établissement humain particulier, peut avoir une valeur archéologique.
- Toxique:* Se dit de ce qui est causé par une toxine ou un poison et qui, par une réaction chimique, tue, perturbe ou nuit à un organisme.
- Voie migratrice du Pacifique:* La route empruntée par les oiseaux le long de la côte Ouest de l'Amérique du Nord.

SUGGESTIONS DE LECTURE

Information générale

- Dorcey, A.H.J., et J.R. Griggs. 1991. *Water in Sustainable Development*. Volume II. *Exploring our Common Future in the Fraser River Basin*. Westwater Research Center, University of British Columbia.
- Dorcey, A.H.J. 1976. *The Uncertain Future of the Lower Fraser*. Westwater Research Center, University of British Columbia.
- Hoos, J.L., et G.A. Packman. 1974. *The Fraser River Estuary: Status of Environmental Knowledge to 1974*. Special Estuary Series #1. Environment Canada, West Vancouver, British Columbia.
- Kennett, K. et M.W. McPhee. 1988. *The Fraser River Estuary: An Overview of Changing Conditions*. Fraser River Estuary Management Program.
- Mortimer, G.E. 1981. *Who Will Save the Fraser River?* Reader's Digest, October 1981:69-74.
- White, L.R., J. Jellicoe. 1984. *From Sidewalk to Seashore*. The Federation of British Columbia Naturalists.

Publications éducatives et scolaires

- Anon. *Animal of the Sea and Wetlands*. (Adresse de l'éditeur : Alaska Sea Grant College Program, University of Alaska, Fairbanks, Alaska U.S.A., 99701).
- Anon. *Ocean Related Curriculum Activities (ORCA)*. (Adresse de l'éditeur : Marine Education Project, Pacific Science Center, 200 Second Avenue North, Seattle, Washington, U.S.A., 98109).
- Anon. *The Estuary Program - Level II*. (Adresse de l'éditeur : Padilla Bay National Estuarine Research Reserve, 1043 Bay View - Edison Road, Mt. Vernon, Washington, U.S.A., 98273).
- Anon. *The Estuary Study Program*. (Adresse de l'éditeur : South Slough National Estuarine Research Reserve, P.O. Box 5417, Charleston, Oregon, U.S.A., 97420).
- Byrne, M., et C.J. Anastasiou. 1981. *The Estuary Book*. Pacific Education Press, University of British Columbia, Vancouver, B.C. Canada, V6T 1Z5.
- Lynn, B. 1988. *Discover Wetlands. A Curriculum Guide*. Washington State Department of the Environment. Publication No. 88-16. (Adresse de l'éditeur : Mail Stop PV-11, Olympia, Washington, U.S.A., 98504).

Physique et océanographie

- Claque, J.J., et J.L. Luternauer. 1982. *Where the River Meets the Sea. Studies of the Fraser Delta*. Geos. 11(2): 8-12.
- Dyer, K. 1972. *Estuaries, A Physical Introduction*. John Wiley & Sons, New York.
- Thomson, R.E. 1981. *Oceanography of the British Columbia Coast*. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences #56. Ottawa, Ontario.

Biologie des habitats

- Butler, R.W., et R.W. Campbell. 1987. *The birds of the Fraser River Delta: Population Ecology and International Significance*. Canadian Wildlife Service, Occasional Paper #65, Ottawa, Ontario.
- Fraser River Estuary Management Program. 1991. *Report of the Habitat Activity Work Group*.
- Kistriz, R.U. 1978. *An Ecological Evaluation of Fraser Estuary Tidal Marshes: The Role of Detritus and the Cycling of Elements*. Technical Report No. 15. Westwater Research Centre, University of British Columbia.
- Leach, B.A. 1982. *Waterfowl on a Pacific Estuary: A Natural History of Man and Waterfowl on the Lower Fraser River*. B.C. Provincial Museum, Special Publication No. 5.
- Northcote, T.G. 1974. *Biology of the Lower Fraser: A Review*. Technical Report No. 3. Westwater Research Centre, University of British Columbia.

Guides d'identification des plantes et des animaux

- Clark, L.J. et J.G.S. Trelawny. 1974. *Lewis Clark's Field Guide to Wild Flowers of Marsh and Waterway in the Pacific Northwest*. Grays Publishing Ltd., Sidney, B.C.
- Harbo, R. 1980. *Tidepool and Reef: Marine Guide to Pacific Northwest Coast*. Hancock House Publications Ltd.
- Hart, J.L. 1973. *Pacific Fishes of Canada*. Fisheries Research Board of Canada. Bulletin 180.
- Peterson, R.T. 1990. *A Field Guide To Western Birds*. Houghton Mifflan Co., Boston.
- Publications of the British Columbia Provincial Museum Victoria, B.C., Canada, V8V 1X4, TEL: (604) 387-3701. (Plusieurs guides traitant d'une variété de groupes de plantes et d'animaux spécifiques).
- Scott, W.B., et E.J. Crossman. 1973. *Freshwater Fishes of Canada*. Fisheries Research Board of Canada. Bulletin 184.
- Snively, G. 1978. *Exploring the Seashore in British Columbia, Washington, and Oregon*. Gordon Soules Book Publishers Ltd.

Activités humaines

Environnement Canada. 1990. Ce que nous pouvons faire pour l'environnement maintenant. Travaux publics et Services gouvernementaux Canada.

Fraser River Estuary Management Program. 1990. *Proposed Recreation Plan*. FREMP, Recreation Activity Work Group Report.

Fraser River Estuary Management Program. 1991. *A Recommended Port and Industrial Development Strategy*. FREMP, Port and Industrial Development Activity Work Group Report.

Fraser River Estuary Management Program. 1991. *Navigation, Dredging and Environment in the Fraser River Estuary*. FREMP, Navigation and Dredging Activity Program Work Group Report.

Ward, P. 1980. *Explore the Fraser Estuary*. Lands Directorate, Environment Canada.

Pollution aquatique

Fraser River Estuary Management Program. 1990. *A Recommended Waste Management Activity Plan*. FREMP Waste Management Activity Work Group Report.

Fraser River Estuary Management Program. 1990. *Agricultural Runoff Contamination in the Fraser River Estuary*. Waste Management Activity Work Group, Discussion Paper.

Fraser River Estuary Management Program. 1990. *Potential Groundwater Contamination in the Fraser River Estuary*. Waste Management Activity Work Group, Discussion Paper.

Fraser River Estuary Management Program. 1990. *Potential Surface Water Contamination in the Fraser River Estuary*. Waste Management Activity Work Group, Discussion Paper.

Hume, M. 1989. *Embattled Giant. Pollution Threatens to Destroy B.C.'s Mighty Fraser River*. Equinox.

Cassettes vidéo

Estuaries. 1979. Durée de 11 minutes. Pour obtenir cette cassette, communiquez avec l'Office national du film. 100 - 1045 Howe Street, Vancouver, B.C. Téléphone : 666-0716.

Pacific Estuarie: Where Rivers Join the Sea. 1989. Durée de 28 minutes. Pour obtenir cette cassette, communiquez avec Canards Illimités Canada, 14343 - 44th Avenue, Surrey, B.C. Téléphone : 531-1104.

Time to Choose: Our Common Future in the Fraser River Basin. 1991. Durée de 30 minutes. Pour obtenir cette cassette, communiquez avec le Westwater Research Centre, Université de Colombie-Britannique. Téléphone : 822-4956.

Wetlands. 1987. Durée de 29 minutes. Pour obtenir cette cassette, communiquez avec Canards Illimités Canada. 14343 - 44th Avenue, Surrey, B.C. Téléphone : 531-1104.