

**Observations de mortalités de sébastes
(*Sebastes* sp.) dans la région de
la baie des Ha! Ha!, fjord du Saguenay :
examen des causes possibles**

Michel Gilbert et Catherine M. Couillard

Direction des sciences du milieu marin
Ministère des Pêches et des Océans
Institut Maurice-Lamontagne
850, route de la Mer
Mont-Joli (Québec)
G5H 3Z4

1995

**Rapport manuscrit canadien des sciences
halieutiques et aquatiques 2278**



Pêches
et Océans

Fisheries
and Océans

Canada

Rapport manuscrit canadien des sciences halieutiques et aquatiques

Les rapports manuscrits contiennent des renseignements scientifiques et techniques qui constituent une contribution aux connaissances actuelles, mais qui traitent de problèmes nationaux ou régionaux. La distribution en est limitée aux organismes et aux personnes de régions particulières du Canada. Il n'y a aucune restriction quant au sujet; de fait, la série reflète la vaste gamme des intérêts et des politiques du ministère des Pêches et des Océans, c'est-à-dire les sciences halieutiques et aquatiques.

Les rapports manuscrits peuvent être cités comme des publications complètes. Le titre exact paraît au-dessus du résumé de chaque rapport. Les rapports manuscrits sont résumés dans la revue *Résumés des sciences aquatiques et halieutiques*, et ils sont classés dans l'index annuel des publications scientifiques et techniques du Ministère.

Les numéros 1 à 900 de cette série ont été publiés à titre de manuscrits (série biologique) de l'Office de biologie du Canada, et après le changement de la désignation de cet organisme par décret du Parlement, en 1937, ont été classés comme manuscrits (série biologique) de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada. Les numéros 901 à 1425 ont été publiés à titre de rapports manuscrits de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada. Les numéros 1426 à 1550 sont parus à titre de rapports manuscrits du Service des pêches et de la mer, ministère des Pêches et de l'Environnement. Le nom actuel de la série a été établi lors de la parution du numéro 1551.

Les rapports manuscrits sont produits à l'échelon régional, mais numérotés à l'échelon national. Les demandes de rapports seront satisfaites par l'établissement auteur dont le nom figure sur la couverture et la page du titre. Les rapports épuisés seront fournis contre rétribution par des agents commerciaux.

Canadian Manuscript Report of Fisheries and Aquatic Sciences

Manuscript reports contain scientific and technical information that contributes to existing knowledge but which deals with national or regional problems. Distribution is restricted to institutions or individuals located in particular regions of Canada. However, no restriction is placed on subject matter, and the series reflects the broad interests and policies of the Department of Fisheries and Oceans, namely, fisheries and aquatic sciences.

Manuscript reports may be cited as full publications. The correct citation appears above the abstract of each report. Each report is abstracted in *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts* and indexed in the Department's annual index to scientific and technical publications.

Numbers 1-900 in this series were issued as Manuscript Reports (Biological Series) of the Biological Board of Canada, and subsequent to 1937 when the name of the Board was changed by Act of Parliament, as Manuscript Reports (Biological Series) of the Fisheries Research Board of Canada. Numbers 901-1425 were issued as Manuscript Reports of the Fisheries Research Board of Canada. Numbers 1426-1550 were issued as Department of Fisheries and the Environment, Fisheries and Marine Service Manuscript Reports. The current series name was changed with report number 1551.

Manuscript reports are produced regionally but are numbered nationally. Requests for individual reports will be filled by the issuing establishment listed on the front cover and title page. Out-of-stock reports will be supplied for a fee by commercial agents.

Rapport manuscrit canadien des
sciences halieutiques et aquatiques 2278

1995

Observations de mortalités de sébastes (*Sebastes* sp.) dans la région de
la baie des Ha! Ha!, fjord du Saguenay : examen des causes possibles

Michel Gilbert et Catherine M. Couillard

Direction des sciences du milieu marin
Ministère des Pêches et des Océans
Institut Maurice-Lamontagne
850, route de la Mer
Mont-Joli (Québec)
G5H 3Z4

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1995
No de catalogue FS 97-4/2278F ISSN 0706-6589

On devra référer comme suit à cette publication :

Gilbert, M. et C.M. Couillard, 1995. Observations de mortalités de sébastes (*Sebastes* sp.) dans la région de la baie des Ha! Ha!, fjord du Saguenay : examen des causes possibles. Rapp. manus. can. sci. halieut. aquat. 2278 : iv + 15 p.

TABLE DES MATIÈRES

	<u>Page</u>
TABLE DES MATIÈRES	iii
RÉSUMÉ	iv
ABSTRACT	iv
1. OBSERVATIONS	1
2. HABITAT ET BIOLOGIE DU SÉBASTE DANS LE FJORD DU SAGUENAY ...	1
3. EXAMEN DES CAUSES POSSIBLES DE MORTALITÉ	3
3.1 Intoxication des sébastes	3
3.2 Maladies infectieuses	5
3.3 Conditions physico-chimiques dans le milieu	6
3.4 Rejet de captures de pêche	10
4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	10
5. REMERCIEMENTS	13
6. RÉFÉRENCES	13

RÉSUMÉ

Gilbert, M. et C.M. Couillard, 1995. Observations de mortalités de sébastes (*Sebastes* sp.) dans la région de la baie des Ha! Ha!, fjord du Saguenay : examen des causes possibles. Rapp. manus. can. sci. halieut. aquat. 2278 : iv + 15 p.

En 1993 et 1994, des mortalités de sébastes ont été rapportées à cinq reprises entre les mois de juillet et octobre dans la région de la baie des Ha! Ha!, dans le fjord du Saguenay. Les circonstances similaires dans lesquelles se sont produites toutes ces mortalités indiquent qu'elles seraient reliées à une seule et même cause. La bioaccumulation à long terme de contaminants ne pourrait avoir causé les mortalités observées, notamment à cause des faibles concentrations de contaminants observées dans la chair des individus examinés. D'autre part, des mortalités résultant d'une maladie infectieuse, de rejets de captures de pêche ou d'une intoxication aiguë causée par la présence de substances polluantes ou d'algues phytoplanctoniques toxiques sont possibles bien que les événements observés ne soient pas typiques de telles causes de mortalité. Toutes les mortalités ont été observées durant la même phase du cycle des marées, mettant en évidence un lien possible avec les conditions physico-chimiques et hydrodynamiques présentes dans la région de la baie des Ha! Ha!. Les mortalités de sébastes pourraient ainsi avoir résulté d'un choc anoxique, osmotique ou thermique causé par les mouvements locaux accrus des masses d'eau durant les marées de vives eaux. Des conditions estivales anormalement plus froides dans la masse d'eau profonde de la région de la baie des Ha! Ha!, suite aux hivers particulièrement rigoureux de 1993 et 1994, auraient alors provoqué les mortalités observées. Cependant, des informations additionnelles sur les conditions environnementales dans lesquelles se produisent des mortalités de sébastes, sur les caractéristiques et l'état de santé des individus affectés, de même que sur les limites de tolérance et d'acclimatation du sébaste aux faibles températures, seraient nécessaires afin de déterminer la cause exacte des mortalités.

ABSTRACT

Gilbert, M. and C.M. Couillard, 1995. Observations de mortalités de sébastes (*Sebastes* sp.) dans la région de la baie des Ha! Ha!, fjord du Saguenay : examen des causes possibles. Can. Manusc. Rep. Fish. Aquat Sci. 2278 : iv + 15 p.

In 1993 and 1994, redbfish mortalities were reported on five occasions between July and October in the area of Baie des Ha! Ha!, in the Saguenay Fjord. The similar circumstances in which all these mortalities occurred indicate that they are related to a single cause. Low concentrations of heavy metals and organochlorines in tissues of individuals examined indicate that a long term bioaccumulation of contaminants is unlikely to have caused the observed mortalities. Mortalities resulting from epizootics, dismissed fisheries catches, or an acute intoxication caused by the presence of pollutants or toxic phytoplanktonic algae are all possible, although the observed events are not typical of such mortality causes. All mortalities were observed during the same phase of the tidal cycle, indicating a possible link with physicochemical and hydrodynamic conditions in the area of baie des Ha! Ha!. Redfish mortalities thus could have resulted from an anoxic, osmotic or thermal stress caused by increased local water mass movements during spring tides. Unusually cold summer conditions in the deep water mass of the baie des Ha! Ha! area, following particularly severe winters in 1993 and 1994, then would have induced the observed mortalities. However, additional information on the environmental conditions in which redbfish mortalities occur, the characteristics and health status of affected individuals, as well as on the tolerance and acclimation limits of redbfish to low temperature, is needed in order to determine with certainty their exact cause of mortality.

1. OBSERVATIONS

Durant l'été et l'automne 1993 et 1994, des mortalités de poissons ont été observées à plusieurs reprises dans la région de la baie des Ha! Ha!, située dans la partie amont du fjord du Saguenay (Tableau 1, Figure 1). En 1993, des mortalités de sébastes ont été rapportées en deux occasions dans la baie des Ha! Ha!, soit le 10 juillet et le 16 septembre, la première observation faisant état de plus de 1000 individus flottant à la surface aux environs de La Grande Baie. En 1994, des sébastes morts ont également été retrouvés à deux reprises dans la baie des Ha! Ha!, soit les 6 et 7 septembre et le 2 octobre, ainsi que les 22 et 23 août dans la région de l'Anse de la Croix, située sur la rive ouest du Saguenay à environ 10 km en aval de la baie des Ha! Ha!. Une enquête téléphonique menée auprès des autorités de la ville de La Baie, des associations touristiques locales et du ministère de l'environnement et de la faune a révélé que de telles mortalités n'avaient jamais été rapportées auparavant.

2. HABITAT ET BIOLOGIE DU SÉBASTE DANS LE FJORD DU SAGUENAY

Trois espèces de sébaste fréquentent le golfe du Saint-Laurent, soit le sébaste atlantique, *Sebastes mentella*, le sébaste acadien, *Sebastes fasciatus*, et le sébaste orangé, *Sebastes marinus* (Scott et Scott 1988). En raison de la grande similitude de leurs morphologies et de leurs habitats respectifs, les trois espèces sont exploitées et gérées conjointement dans l'industrie des pêches. Généralement, on y réfère simplement comme le sébaste, *Sebastes* spp., dans la littérature scientifique (Scott et Scott 1988). Néanmoins, les habitats des trois espèces diffèrent quelque peu en terme de profondeur, notamment celui du sébaste atlantique qui fréquente les eaux plus profondes (Scott et Scott 1988). Dans le golfe du Saint-Laurent, le sébaste est habituellement capturé à des profondeurs de plus de 180 m où la température varie de 2 à 7°C (Atkinson 1984).

En terme d'habitat et de caractéristiques biologiques, le sébaste du fjord du Saguenay diffère quelque peu de celui du golfe du Saint-Laurent. En premier lieu, il semble que les sébastes présents dans le Fjord appartiennent à une seule espèce, soit le sébaste atlantique (Bourgeois

Tableau 1. Cas de mortalités de poissons observés dans la région de la baie des Ha! Ha! en 1993 et 1994.

Date	Lieu	Espèce	Nombre approximatif
10 juillet 1993	Baie des Ha! Ha!	<i>Sebastes</i> spp.	>1000
16 septembre 1993	Baie des Ha! Ha!	<i>Sebastes</i> spp.	~40
22-23 août 1994	Anse de la Croix	<i>Sebastes</i> spp.	~100
6-7 septembre 1994	Baie des Ha! Ha!	<i>Sebastes</i> spp.	?
2 octobre 1994	Baie des Ha! Ha!	<i>Sebastes mentella</i>	~50

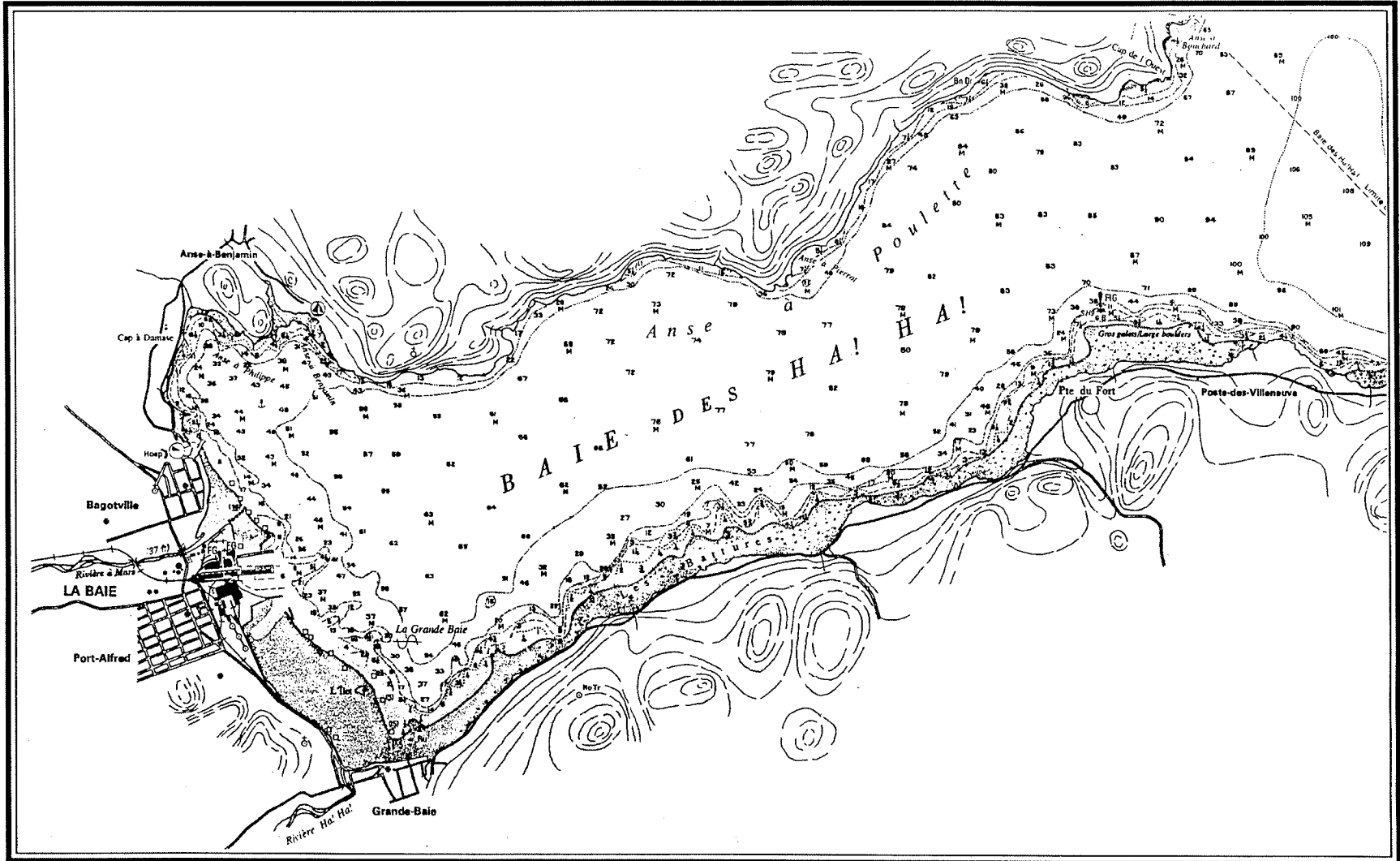


Figure 1. Carte bathymétrique de la baie des Ha! Ha!, située dans la partie amont du fjord du Saguenay. Les profondeurs sont indiquées en brasses. (Échelle approximative 1 : 61 252).

1993, Talbot *et al.* 1994). De plus, la pêche hivernale de cette espèce dans le Fjord s'effectue habituellement à des profondeurs variant de 30 à 50 m (Talbot 1992), lesquelles sont beaucoup plus faibles que celles où le sébaste est habituellement capturé dans le golfe du Saint-Laurent. Enfin, la croissance du sébaste dans le Fjord est plus faible que dans le Golfe, le sébaste du Saguenay prenant en moyenne 11,4 ans pour atteindre une longueur de 20 cm comparativement à environ 7 à 8 ans pour le sébaste du Golfe (Doubleday *et al.* 1984, Bourgeois 1993).

3. EXAMEN DES CAUSES POSSIBLES DE MORTALITÉ

Les circonstances des mortalités observées dans la région de la baie des Ha! Ha! indiquent qu'elles seraient toutes liées à une seule et même cause. En premier lieu, les mortalités n'ont apparemment touché que les espèces appartenant au genre *Sebastes*, vraisemblablement le sébaste atlantique. De plus, elles ont été observées dans la même région et durant la même période en 1993 et 1994, soit à l'intérieur d'un intervalle inférieur à trois mois pour les deux années. Enfin, tous les examens physiques ainsi que les analyses organoleptiques et toxicologiques effectués sur les individus récoltés ont mené à des conclusions similaires, à l'effet qu'ils étaient tous en bonne condition et qu'ils ne présentaient aucun signe apparent de maladie, de lésions ou de contamination supérieure à la normale. Seul le stade de décomposition variait quelque peu parmi tous les sébastes examinés.

Plusieurs causes possibles peuvent être évoquées pour expliquer les mortalités de sébaste observées dans la région de la baie des Ha! Ha! en 1993 et 1994. D'une part, les mortalités observées pourraient être attribuables à une ou l'autre des causes typiques de mortalités massives de poissons, soit : 1) une intoxication par des substances polluantes; 2) une maladie infectieuse; et 3) un stress relié aux conditions physico-chimiques du milieu. D'autre part, les mortalités pourraient faire suite à un rejet massif de captures de poissons lors d'activités de pêche dans la région. Les sections qui suivent examinent chacune de ces causes possibles en regard des circonstances des mortalités de sébaste observées dans la région de la baie des Ha! Ha!.

3.1 Intoxication des sébastes

Les mortalités de sébastes par intoxication, si tel est le cas, pourraient avoir deux origines, soit une exposition aiguë à des concentrations létales de substances toxiques et la bioaccumulation à long terme de contaminants. Cette dernière possibilité est peu probable en raison du caractère soudain des mortalités observées, soit quelques jours tout au plus, et de l'état de santé apparemment normal des individus examinés. De plus, les analyses de certains contaminants potentiellement bioaccumulables dans les tissus des individus examinés, soit des métaux lourds et des composés organochlorés, n'ont pas mis en évidence des concentrations supérieures aux normes acceptées pour la consommation (Tableau 2).

Tableau 2. Concentrations moyennes (ppm) des métaux lourds et des composés organochlorés mesurés dans l'estomac, le foie et le muscle de sébastes récoltés lors des mortalités du 10 juillet 1993, du 16 septembre 1993 et du 2 octobre 1994.

CONTAMINANT	MORTALITÉS			
	10 JUIL. 1993		16 SEPT. 1993	2 OCT. 1994
	ORGANES	MUSCLE	MUSCLE	MUSCLE
Métaux lourds				
Mercure (Hg)	0.07	0.14	0,110	0.1
Cadmium (Cd)	0.46	0.02	< 0,01	0.01
Cobalt (Co)	0.09	0.001	—	—
Chrome (Cr)	0.3	0.09	—	—
Cuivre (Cu)	1.23	0.34	—	—
Manganèse (Mn)	0.88	0.36	—	—
Nickel (Ni)	0.38	0.05	—	—
Plomb (Pb)	0.16	0.11	< 0,01	0.09
Zinc (Zn)	20	6.39	—	—
Composés organochlorés				
α -Hexachlorocyclohexane	0.019	0.004	0,003	—
β -Hexachlorocyclohexane	—	—	0,004	—
Hexachlorobenzène	0.007	0.003	0,004	0.002
p,p'-DDE	0.089	0.038	0,013	0.011
p,p'-DDD	0.041	0.017	0,005	—
p,p'-DDT	0.055	0.024	0,006	—
Aldrine	—	—	0,001	—
Chlordane	0.015	0.006	—	—
Oxychlordane	0.004	0.003	—	—
Dieldrine	0.022	0.008	—	—
Endrine	0.051	—	—	—
Polychlorobiphényles (1254)	0.349	0.177	0,174	0.083

Note : Données absentes pour les mortalités des 22-23 août et 6-7 septembre 1994.

Quant à une exposition aiguë à de fortes concentrations de substances toxiques dans le milieu, cette possibilité existe bien qu'aucun déversement de produits chimiques ou pétroliers n'ait été rapporté dans la région préalablement aux mortalités observées. De plus, les intoxications aiguës causées par des polluants affectent généralement la plupart des espèces présentes dans un site donné, de sorte que le caractère unispécifique des mortalités observées dans la baie des Ha! Ha! n'est pas typique d'une telle cause de mortalité.

Une intoxication aiguë pourrait également avoir été causée par le développement massif et soudain d'une algue phytoplanctonique toxique, *Alexandrium* spp., que l'on retrouve dans le golfe et l'estuaire du Saint-Laurent jusqu'au large de Tadoussac (Huppertz et Levasseur 1993). Le développement de cet algue s'effectue habituellement entre la fin mai et la fin septembre, soit durant la période de l'année où les mortalités de sébaste ont été observées. De plus, la biotoxine produite par *Alexandrium* peut être transférée au zooplancton (White 1980, 1981) dont se nourrit principalement le sébaste (Scott et Scott 1988). Cependant, des analyses d'échantillons d'eau prélevés en surface dans la baie des Ha! Ha! à peine une semaine après les mortalités observées le 16 septembre 1993 n'ont pas révélé la présence de cette algue dans le milieu. Par ailleurs, on a déjà observé un comportement anormal et une perte d'équilibre chez les poissons affectés par le phytoplancton toxique (White 1980), ce qui n'était apparemment pas le cas de mortalités de sébaste rapportées dans la baie des Ha! Ha!.

3.2 Maladies infectieuses

L'apparition épisodique de maladies infectieuses pourrait être la cause des mortalités de sébastes observées dans la baie des Ha! Ha! et à l'Anse de la Croix. Le caractère unispécifique de ces événements et leur coïncidence temporelle d'une année à l'autre concordent avec une telle hypothèse. Bien que les examens physiques et les analyses organoleptiques n'aient pas révélé d'anormalités particulières, la présence de certaines maladies ou infections pourrait passer inaperçue lors de tels examens. L'isolement d'agents infectieux viraux ou bactériens n'est pas possible sur des individus morts et autolysés tels que ceux examinés. De plus, les maladies infectieuses du sébaste sont peu connues et, par conséquent, difficiles à reconnaître.

Toutefois, certaines informations additionnelles laissent supposer que les mortalités observées n'auraient pas été provoquées par des épidémies périodiques au sein de la population. D'une part, les mortalités se sont produites dans la même région bien que le sébaste soit présent et puisse se déplacer dans l'ensemble du fjord du Saguenay. Or, si l'hypothèse d'une épidémie est vraie, des mortalités auraient vraisemblablement été également observées à d'autres endroits du fjord. D'autre part, les symptômes typiques de septicémies tels que des pétéchies cutanées et des hémorragies n'ont pas été observés chez les individus examinés.

3.3 Conditions physico-chimiques dans le milieu

Les circonstances des mortalités de sébastes observées aux environs de la baie des Ha! Ha! indiquent qu'elles pourraient également être liées aux conditions physico-chimiques dans la colonne d'eau, à travers les phénomènes hydrodynamiques locaux qui les influencent. D'une part, les mortalités de sébaste coïncident sur le plan temporel avec des phases précises du cycle des marées (Figure 2). Les observations de mortalité ont été rapportées durant les périodes de marées de vives eaux, lesquelles sont caractérisées par des variations plus importantes du niveau d'eau. De plus, toutes les mortalités observées coïncident à un ou deux jours près avec le passage de la lune à l'équateur, qui est toujours suivi d'une courte période durant laquelle l'amplitude des deux cycles journaliers de la marée devient égale. Il est donc possible que les mortalités de sébaste aient été causées par un stress physico-chimique quelconque, lequel aurait été induit par les mouvements locaux accrus des masses d'eau dans la région de la baie des Ha! Ha!.

D'autre part, les informations disponibles sur les caractéristiques des masses d'eau dans le fjord du Saguenay révèlent la présence de conditions physico-chimiques potentiellement extrêmes pour le sébaste aux environs de la baie des Ha! Ha! en été et à l'automne. Les eaux profondes du fjord du Saguenay sont relativement froides, particulièrement dans la partie

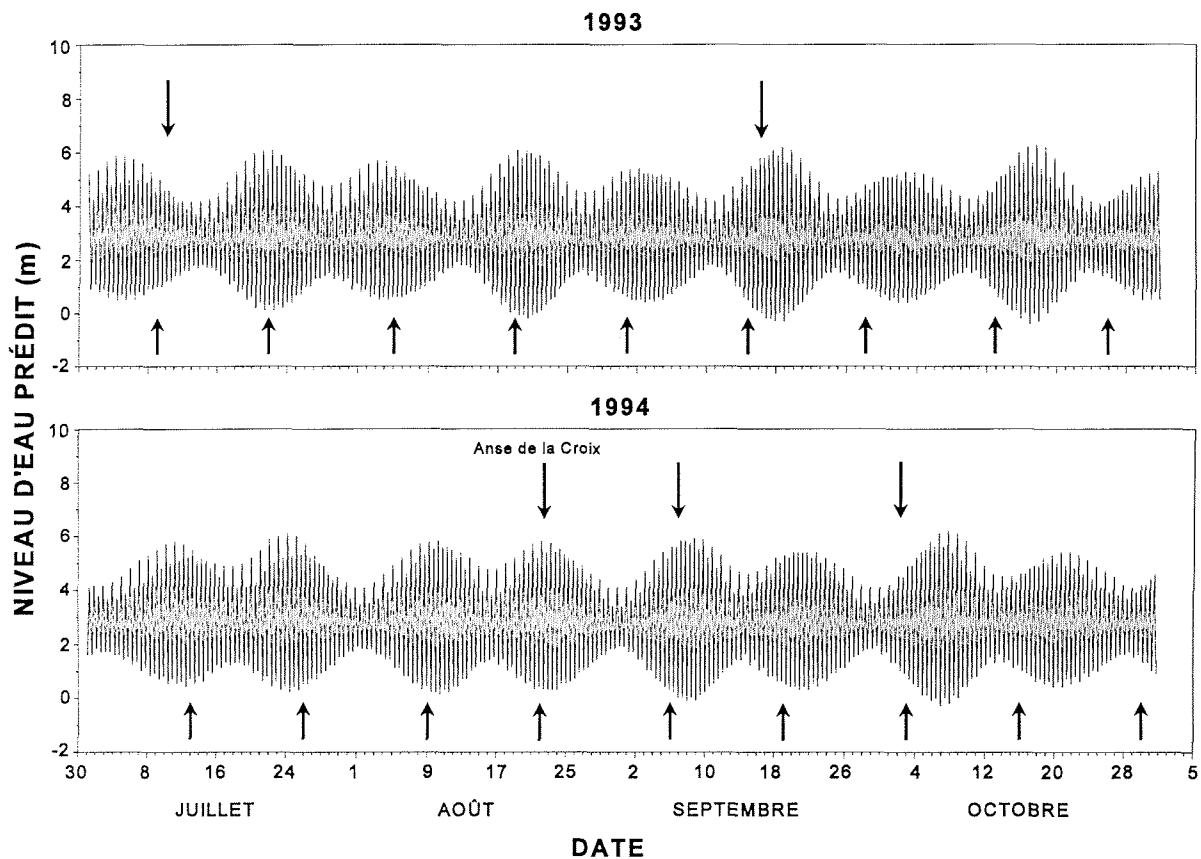


Figure 2. Cycle des marées prédites aux mois de juillet, août, septembre et octobre en 1993 et 1994 à Port-Alfred, dans la baie des Ha! Ha!. Les flèches supérieures indiquent l'occurrence de mortalités de sébaste et les flèches inférieures représentent le passage de la lune à l'équateur.

amont où une masse d'eau présentant des températures inférieures à 2°C persiste durant toute l'année (Drainville 1968, Sundby et Loring 1978; Figure 3). En surface, le Fjord est également caractérisé par un écoulement d'eau douce dont la température dépasse 10°C en été et à l'automne. Des mesures de salinité et de température effectuées aux étés de 1988 et de 1992 de même qu'à l'automne 1994 indiquent la présence de ces deux masses d'eau dans la baie des Ha! Ha! (Figure 4). Bien que les limites thermiques et osmotiques de tolérance du sébaste ne soient pas connues, les captures de cette espèce dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent sont habituellement effectuées à des profondeurs où la température et la salinité varient respectivement entre 2 et 7°C (Atkinson 1984) et entre 30 et 35 ‰ (B. Morin, Ministère des Pêches et des Océans, comm. pers.). Selon ces intervalles, les conditions thermo-halines préférentielles ou optimales pour le sébaste ne seraient pas présentes dans la baie des Ha! Ha! en été ou à l'automne. Cependant, en assumant que le sébaste puisse tolérer des salinités aussi faibles que 20 ‰, de même que des températures situées entre 1 et 10°C, son habitat estival dans la baie des Ha! Ha! serait limité à des profondeurs variant de 10 à 30 m environ. Cet habitat pélagique, lequel est relativement étroit compte tenu de l'amplitude moyenne des marées dans cette région (Figure 2), correspond environ à celui où le sébaste est habituellement capturé durant la pêche hivernale dans le Fjord (Talbot 1992).

Des conditions anoxiques susceptibles de provoquer des mortalités massives de sébaste pourraient également être présentes dans la baie des Ha! Ha!. Bien que les connaissances sur le niveau d'oxygénation des eaux profondes dans le fjord du Saguenay (Drainville 1968, Therriault et Lacroix 1975) n'indiquent pas la présence de concentrations en oxygène typiquement anoxiques, de telles conditions pourraient être rencontrées dans la baie des Ha! Ha! en raison d'une activité locale de flottage de bois, laquelle peut entraîner une dégradation bactérienne accrue dans les sédiments. Toutefois, cette activité ne s'effectue que sur une surface de 0,55 km² dans la zone littorale (Pelletier *et al.* 1990). De plus, les conditions anoxiques découlant de l'activité bactérienne dans les sédiments ne sont habituellement observées que près du fond, où les conditions physico-chimiques dans la baie des Ha! Ha! ne semblent pas propices à la présence du sébaste. Par ailleurs, les sébastes retrouvés morts en 1993 et 1994 n'avaient pas la bouche et les opercules ouverts, lesquelles caractéristiques sont typiques des mortalités de poissons par asphyxie (Möller et Anders 1986).

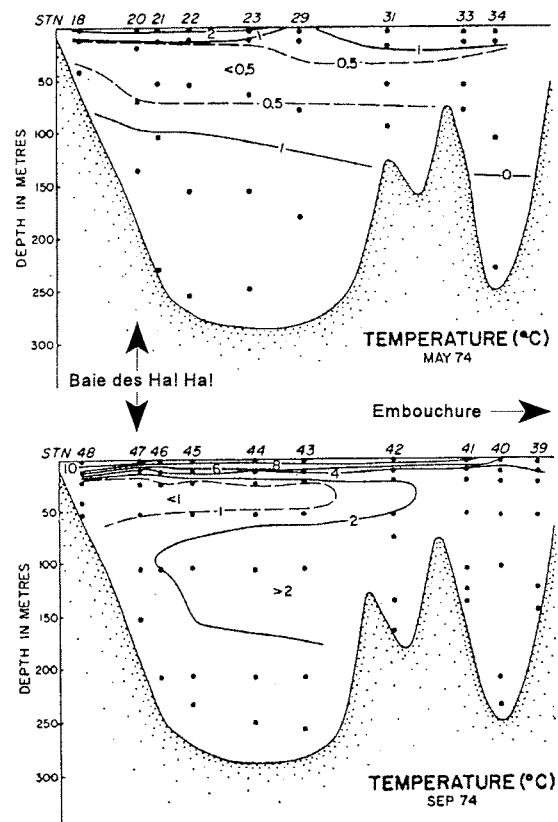


Figure 3. Variations spatiales de la température en fonction de la profondeur dans le fjord du Saguenay aux mois de mai et septembre 1974. (Modifié de Sundby et Loring 1978).

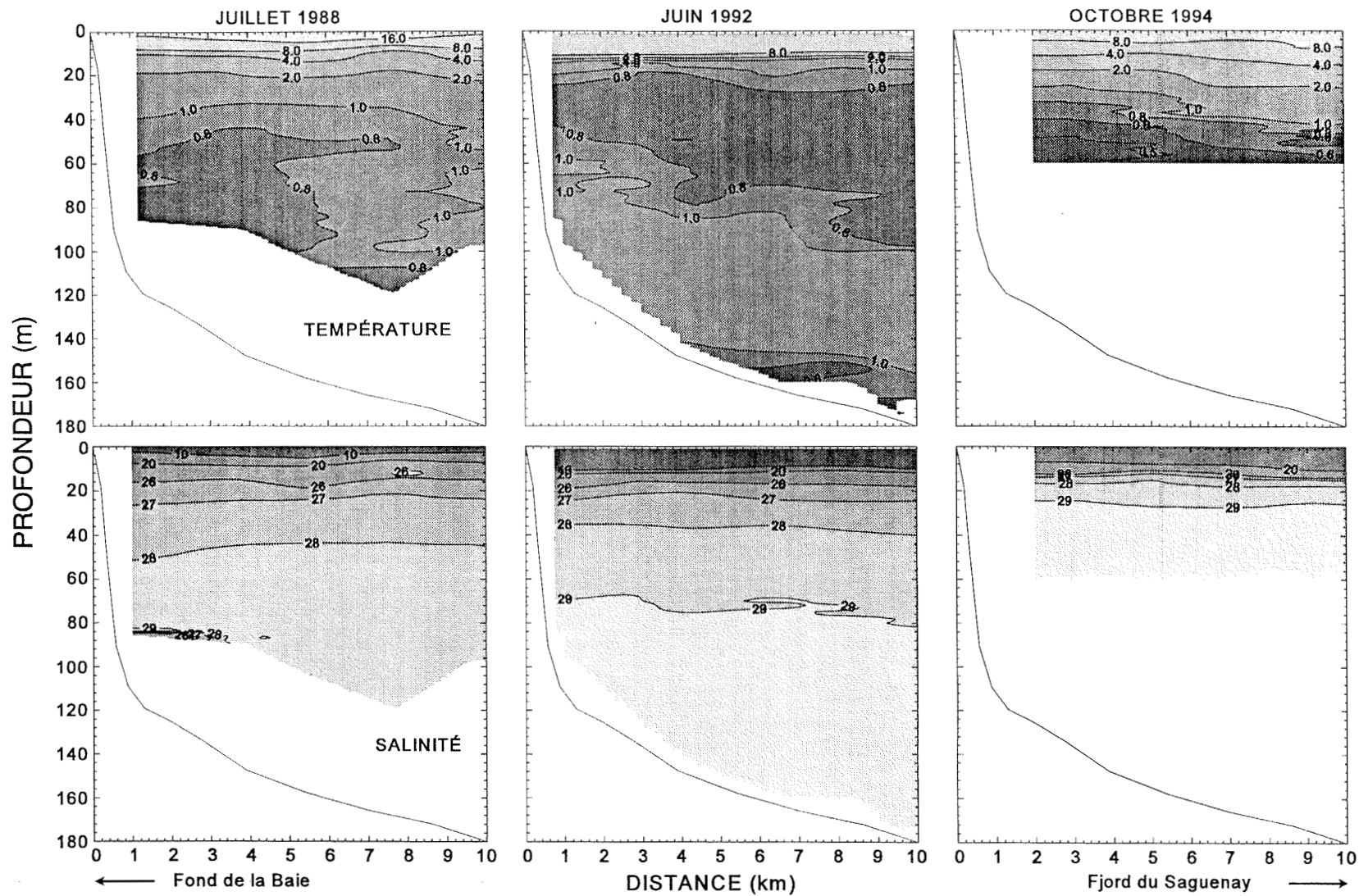


Figure 4. Variations spatiales de la température (°C) et de la salinité (‰) en fonction de la profondeur dans la baie des Ha!Ha! à la fin de juillet 1988, de même qu'au début de juin 1992 et de septembre 1994.

Les caractéristiques hydrodynamiques du fjord du Saguenay et la variabilité interannuelle du climat hivernal au Québec indiquent que, parmi les différents stress physico-chimiques possibles, l'hypothèse d'un choc thermique lié aux températures froides serait la plus plausible pour expliquer les mortalités de sébastes dans la région de la baie des Ha! Ha!. Toutes les mortalités ont été observées dans la partie amont du Fjord où une masse d'eau très froide, apparentée aux conditions physico-chimiques de la couche d'eau intermédiaire dans l'Estuaire au cours de l'hiver précédent, persiste en été en raison du renouvellement incomplet des eaux profondes du Fjord durant cette période de l'année (Drainville 1968, Therriault et Lacroix 1975, Sundby et Loring 1978, Schafer *et al.* 1990; Figure 3). Or, les conditions climatiques observées dans le golfe du Saint-Laurent au cours des dernières années (Environnement Canada 1993, Gratton *et al.* 1994) révèlent que les hivers de 1993 et 1994 ont été parmi les plus froids au cours des 30 dernières années. Si les caractéristiques physico-chimiques de la couche d'eau intermédiaire de l'Estuaire durant l'été sont effectivement représentatives de ces conditions, la masse d'eau profonde et froide du Saguenay dans la région de la baie des Ha! Ha! aurait par conséquent présenté des conditions de température relativement plus extrêmes aux étés de 1993 et 1994, lesquels correspondent aux observations de mortalités de sébastes dans cette région.

Les mesures récentes de température effectuées dans la baie des Ha! Ha! révèlent qu'effectivement, la température de la masse d'eau profonde en 1994 était plus faible que par les années passées (Figure 4). Des températures inférieures à 0,5°C ont été observées à environ 50 m de profondeur en octobre 1994, par rapport à environ 0,8°C en juillet 1988 et en juin 1992. De plus, les mesures d'octobre 1994 ont été effectuées après la période de réchauffement estival de la colonne d'eau, ce qui n'était pas le cas des mesures prises en juillet 1988 et en juin 1992. Un tel écart interannuel de température, bien que faible, pourrait néanmoins s'avérer néfaste pour le sébaste en raison des conditions environnementales extrêmes dans lesquelles la population du Saguenay réussit à se maintenir.

Par ailleurs, des mortalités de sébastes causées par un choc thermique s'apparenteraient à d'autres mortalités massives de poissons qui ont déjà observées dans le golfe du Saint-Laurent et ailleurs dans l'Atlantique nord. Par exemple, des mortalités unispécifiques de sébastes ont été observées à plusieurs reprises dans certains fjords du Groenland suite à des hivers particulièrement froids (Horsted et Smith 1965). Dans le golfe du Saint-Laurent, des mortalités de morue, *Gadus morhua*, d'aiglefin, *Melanogrammus aeglefinus*, et de flétan du Groenland, *Reinhardtius hippoglossoides*, présumément reliées à des températures froides ont également été documentées (Templeman 1965). Le sébaste aurait été apparemment à l'abri des conditions ayant causé ces mortalités en raison des eaux plus profondes auxquelles on le retrouve dans le Golfe (Templeman 1965). Enfin, des mortalités cycliques de sole, *Solea vulgaris*, et d'autres poissons de fond ont été associées à des hivers rigoureux dans la mer du Nord (Cushing 1982).

Il reste possible qu'un choc thermique lié aux températures plus froides ne soit pas la cause des mortalités de sébastes dans la région de la baie des Ha! Ha!. Au printemps, des températures inférieures à 2°C sont présentes partout dans le Fjord (Figure 3). Étant donné que le sébaste est présent et exploité dans le fjord du Saguenay durant la période hivernale,

cette espèce doit être en mesure de tolérer de telles gammes de températures. Cependant, les changements saisonniers de température sont plutôt graduels tandis que les variations locales de températures liées au cycle des marées dans la baie des Ha! Ha! seraient beaucoup plus soudaines. Par conséquent, la survie du sébaste dans le Fjord en hiver pourrait être attribuable à une période d'acclimatation aux températures faibles, laquelle n'est pas possible dans le contexte d'un choc thermique résultant des mouvements locaux des masses d'eaux reliés aux marées. Cette hypothèse ne peut toutefois être vérifiée à l'heure actuelle en raison de l'absence d'informations sur les limites thermiques de tolérance du sébaste de même que sur ses capacités d'acclimatation aux très faibles températures.

3.4 Rejet de captures de pêche

Bien qu'aucune pêche commerciale de grande envergure ne soit pratiquée dans le fjord du Saguenay, des activités de pêche illégale ou sportive à petite échelle pourraient également être à l'origine des mortalités de sébastes observées dans la région de la baie des Ha! Ha!. Des captures trop importantes de sébastes pour être manipulées ou une pêche orientée vers d'autres espèces pourraient avoir entraîné des rejets importants de sébastes en mer, lesquels auraient été subséquemment observés près du littoral. Étant donné les dimensions relativement restreintes de la baie des Ha! Ha! et les préoccupations des résidants vis-à-vis une ressource importante pour l'économie locale et régionale, ces pratiques auraient vraisemblablement été rapportées de sorte que seule une pêche illégale à l'insu des populations locales pourrait être évoquée pour expliquer des mortalités faisant suite à des rejets importants de sébastes.

Cependant, certaines circonstances des mortalités observées ne sont pas en accord avec une telle hypothèse. Tous les individus prélevés lors des mortalités ne présentaient aucune marque ou lésion témoignant de captures au filet (filets maillants, trappes ou chalut), à l'hameçon ou même aux explosifs. Bien que le sébaste présente un comportement grégaire, d'autres méthodes de pêche telles que l'utilisation de verveux ou de cages n'auraient vraisemblablement pas permis de capturer des nombres aussi importants que ceux rapportés lors des mortalités du 10 juillet 1993.

Enfin, la coïncidence temporelle observée entre toutes les mortalités rapportées et des phases précises du cycle des marées (Figure 2) serait très improbable dans le contexte d'une activité illégale de pêche. Dans le cas où un tel hasard résulterait d'une aggrégation plus importante des rejets de poissons près du littoral lors des marées de vive eaux, des mortalités de quelques poissons tout au plus aurait été rapportées en dehors de ces périodes, ce qui n'a pas été le cas dans la région de la baie des Ha! Ha! en 1993 et 1994.

4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Le tableau 3 résume les différentes causes possibles des mortalités de sébaste observées dans la région de la baie des Ha! Ha! en 1993 et 1994. Bien qu'un choc thermique relié aux températures froides et causé par des phénomènes hydrodynamiques et climatiques puisse être

Tableau 3. Circonstances typiques (+) et non typiques (-) des différentes causes possibles des mortalités de sébaste (*Sebastes* sp.) observées dans la région de la baie des Ha! Ha! en 1993 et 1994.

CIRCONSTANCES DES MORTALITÉS	Bioaccumulation de contaminants	Intoxication aiguë		Maladies infectieuses	Choc anoxique	Choc osmotique	Choc thermique	Pêche
		Polluants	Algues toxiques					
Caractéristiques des poissons								
Condition normale des poissons	-	-	-	-	-	+	+	-
Unispécificité		-		+				
Espèce planctivore			+					
Habitat pélagique					-	+		
Cas similaires documentés							+	
Teneur faible en contaminants	-							
Caractéristiques temporelles								
Soudaineté	-	+	+	+	+	+	+	+
Marées de vive eaux	-	-	-	-	+	+	+	-
Période de l'année (automne)			+		+	-	-	
Uniquement en 1993 et 1994					-	-	+	
Pas de déversements rapportés		-						
Algues toxiques absentes (9/93)			-					
Pas de pêche rapportée								-
Caractéristiques spatiales								
Fjord du Saguenay seulement	+	+		+		+		+
Région de la baie des Ha! Ha!	-	+		-	+	-	+	

l'hypothèse la plus plausible, la cause réelle des mortalités observées ne peut être déterminée avec certitude à l'heure actuelle. En effet, plusieurs informations essentielles manquent concernant : 1) les conditions environnementales dans lesquelles se sont produites les mortalités; et 2) l'état de santé et les caractéristiques des sébastes retrouvés morts. Par conséquent, une intoxication aiguë, des maladies infectieuses, un choc physico-chimique et des activités de pêche non rapportées demeurent des causes possibles de mortalité dans le présent contexte.

Il serait toutefois possible de cerner la cause exacte des mortalités de sébastes advenant qu'un tel événement se reproduise. Dans un premier temps, des poissons, à tout le moins moribonds, devraient être récoltés aussitôt que possible lors d'observations de mortalités. Certains de ces individus devraient être fixés dans une solution de formol pour effectuer ultérieurement des coupes histologiques. D'autres individus, vivants ou moribonds, devraient également être prélevés puis congelés afin d'effectuer des autopsies plus poussées en laboratoire. De telles procédures permettraient de détecter la présence d'agents pathogènes létaux tels que les virus, les bactéries ou les parasites qui sont responsables de maladies infectieuses.

Dans un deuxième temps, tous les individus morts et non décomposés, sans égards à la taille, devraient être récoltés afin de caractériser la fraction de la population qui a été touchée par les mortalités. Les mesures de taille, l'estimation de l'âge et la détermination du sexe et du stade de maturité chez tous les individus permettraient alors de comparer la structure des mortalités à celle des populations présentes dans le milieu. Ces informations sont très utiles entre autres lors de l'étude épidémiologique des mortalités et de leurs impacts sur la structure de la population.

Enfin, des informations précises sur les conditions environnementales dans la région devraient être récoltées rapidement lors d'observations de mortalités massives. D'une part, des profils verticaux de salinité, de température et d'oxygène dissous devraient être immédiatement effectués aux environs du site afin de détecter la présence possible de conditions physico-chimiques anormales pouvant avoir entraîné les mortalités observées. D'autre part, des échantillons d'eau devraient être récoltés rapidement à différentes profondeurs afin de vérifier la qualité de l'eau en terme de contaminants et de produits hautement toxiques. Des informations additionnelles sur les conditions météorologiques locales, notamment sur les vents, permettraient également de mieux cerner l'origine du problème. Enfin, il serait intéressant de récolter des données océanographiques durant les périodes d'observations potentielles de mortalités, soit lors des marées de vives eaux à la fin de l'été et au début de l'automne. De telles informations permettraient ainsi de connaître les conditions environnementales avant, pendant et après les mortalités advenant l'observation de tels événements, fournissant ainsi des indices précieux sur leurs causes réelles. Dans l'éventualité qu'un choc thermique puisse être responsable des mortalités observées, il serait essentiel de connaître les limites correspondantes de tolérance du sébaste à différents niveaux d'acclimatation afin d'obtenir une réponse claire sur cette cause possible de mortalité.

Toutefois, la majorité de ces informations seraient inutiles advenant qu'une activité de pêche illégale ou tolérée soit la cause des mortalités observées. En conséquence, un programme local de surveillance et de suivi devrait être mis sur pied durant l'été et l'automne afin : 1)

d'effectuer un suivi de la pêche sportive autorisée dans la région de la baie des Ha! Ha!; et 2) de pouvoir détecter la présence possible d'activités de braconnage durant les périodes d'observations de mortalités de sébaste.

5. REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier les Dr Yves Gratton et Yvan Lambert de même que M. Bernard Morin dont les commentaires et suggestions ont contribué de façon significative à l'amélioration du présent document. Des remerciements s'adressent également à M. Alain Fréchet, au Dr Dominique Gascon et à Mme Louise Savard pour leurs précieux conseils sur la biologie du sébaste de même que sur son exploitation dans le fjord du Saguenay. Mme Diane Archambault, du Ministère des pêches et des océans, le Dr Yves Gratton, de l'INRS-Océanologie à Rimouski, de même que les étudiants au programme de maîtrise en océanographie de l'Université du Québec à Rimouski ont aimablement fourni des données océanographiques sur la région de la baie des Ha! Ha!. M. Bernard Labrecque, du Service hydrographique du Canada, a fourni les données et l'expertise concernant l'interprétation du cycle des marées dans la baie des Ha! Ha!. M. Robin Tremblay, de la Direction de la gestion de l'habitat du poisson, a collaboré à tous les niveaux de l'enquête téléphonique sur les mortalités de sébaste. M. Guy Girard, de la Société touristique du Fjord, et Mme Hélène Gagnon, de la Société touristique de l'Anse de la Croix, ainsi que M. Gaétan Bergeron, de la Ville de La Baie, ont également collaboré à l'enquête téléphonique. Les analyses de contaminants dans les tissus des sébastes récoltés ont été effectuées par le laboratoire de la Direction de l'inspection du Ministère des Pêches et des Océans, sous la supervision de M. Claude Desjardins, et par les laboratoires d'expertises et d'analyses alimentaires du Ministère de l'environnement et de la faune du Québec.

6. RÉFÉRENCES

- Atkinson, D.B. 1984. Distribution and abundance of beaked redfish in the Gulf of St. Lawrence, 1976-81. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.* 5: 189-197.
- Bourgeois, A. 1993. Évaluation et exploitation du sébaste (*Sebastes mentella*) par la pêche sportive hivernale sur le Saguenay, saison 1990-91. Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Chicoutimi, 73 p.
- Cushing, D.H. 1982. *Climate and fisheries*. Academic Press, London, United Kingdom, 373 p.
- Doubleday, W.G., Rivard, D., et W.D. McKone, 1984. Estimation of partial recruitment and yield per recruit for an otter trawl fishery for deepwater redfish. *North Am. J. Fish. Manag.* 4: 15-31.

- Drainville, G. 1968. Le fjord du Saguenay : I. Contribution à l'océanographie. *Naturaliste can.* 95: 809-855.
- Environnement Canada 1993. Perspectives climatiques. *Revue mensuelle et l'hiver*, Vol.15, Février 1993, 20 p.
- Gratton, Y., Pettigrew, B., Pelchat, B., Gilbert, D., Couture, M., et J. Landry, 1994. Overview of the environmental conditions in the Gulf of St. Lawrence in 1993. MPO Pêches de l'Atlantique, Document de recherche 94/55, 45p.
- Horsted, S.A., et E. Smith, 1965. Influence of cold water on fish and prawn stocks in West Greenland. *Int. Comm. NW Atl. Fish. Spec. Publ.* 6: 199-207.
- Huppertz, B., et M. Levasseur, 1993. Monitorage du phytoplancton toxique dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent en 1990. *Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat.* 1922: vii + 51 p.
- Möller, H., et K. Anders, 1986. Diseases and parasites of marine fishes. Verlag Möller, Kiel, 365 p.
- Pelletier, M., Vaillancourt, R., Hébert, S., Greendale, R., et Y. Vigneault, 1990. Habitats côtiers perturbés dans le réseau Saint-Laurent en aval de l'Île d'Orléans. *Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat.* 1754, ix + 61 p.
- Schafer, C.T., Smith, J.N., et R. Côté, 1990. The Saguenay Fjord : A major tributary to the St. Lawrence estuary. In M.I. El-Sabh, N. Silverberg (Eds.) *Oceanography of a large-scale estuarine system, The St. Lawrence system. Coastal and Estuarine Studies* 39: 378-420.
- Scott, W.B., et M.G. Scott, 1988. Atlantic fishes of Canada. *Can. Bull. Fish. Aquat. Sci.* 219: 731 p.
- Sundby, B., et D.H. Loring, 1978. Geochemistry of suspended particulate matter in the Saguenay Fjord. *Can. J. Earth Sci.* 15 : 1002-1011.
- Talbot, A. 1992. Description de la pêche sportive hivernale dans le fjord du Saguenay et de ses effets potentiels sur la ressource, deuxième édition. Groupe de recherche en productivité aquatique, Université du Québec à Chicoutimi, 134 p.
- Talbot, A., Bourgeois, A., et J.-M. Sévigny, 1994. Biologie du sébaste atlantique (*Sebastes* sp.) dans le fjord du Saguenay. Dans Sévigny, J.-M. et C.M. Couillard (éds.) *Le fjord du Saguenay : un milieu exceptionnel de recherche. Rapp. manus. can. sci. halieut. aquat.* 2270: 77-82.
- Templeman, W. 1965. Mass mortalities of marine fishes in the Newfoundland area presumably due to low temperature. *Int. Comm. NW Atl. Fish. Spec. Publ.* 6: 137-147.

Therriault, J.-C., et G. Lacroix, 1975. Penetration of the deep layer of the Saguenay Fjord by surface waters of the St. Lawrence estuary. J. Fish Res. Board Can 32 : 2373-2377.

White, A.W. 1980. Recurrence of kills of Atlantic herrings (*Clupae harengus harengus*) caused by the dinoflagellate toxins transferred through herbivorous zooplankton. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37:2262-2265.

White, A.W. 1981. Marine zooplankton can accumulate and retain dinoflagellate toxins and cause fish kills. Limnol. Oceanogr. 26: 103-109.

