


Institut Maurice-Lamontagne Centre de recherche en sciences de la mer

Pour mieux connaître nos océans...

Le 12 juin 1987, le gouvernement du Canada inaugure un important centre de recherche en sciences de la mer à Mont-Joli, près de Rimouski. L'Institut Maurice-Lamontagne vient s'ajouter au réseau des instituts de recherche du ministère des Pêches et des Océans (MPO). Il est doté des équipements les plus modernes et la flotte de navires scientifiques du MPO lui est accessible.



L'équipe initiale était formée d'une quarantaine de scientifiques et techniciens qui travaillaient au Centre Champlain des sciences de la mer de Québec. En 1992, on y intègre le personnel de la Station de biologie arctique à Sainte-Anne-de-Bellevue près de Montréal. Dix ans plus tard, l'Institut Maurice-Lamontagne (IML) abrite près de 250 chercheurs, professionnels, techniciens, stagiaires et administrateurs dont les efforts conjugués se déploient dans les divers domaines des sciences de la mer. La recherche sur les pêches, l'océanographie, l'étude de l'environnement marin et de l'habitat de la faune aquatique, la production de cartes marines et autres documents nautiques sont au programme.

Krill (Euphausiidae)

Ses équipes de recherche sillonnent, été comme hiver, l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent qui comptent les eaux les plus poissonneuses de l'est du pays. Elles explorent les profondeurs du fjord du Saguenay et les eaux glacées des baies James, d'Hudson et d'Ungava ainsi que du détroit d'Hudson. Elles cartographient les eaux navigables du Québec. Par leur travail, elles contribuent à élargir les connaissances actuelles sur les océans qui couvrent 71% du globe et leurs ressources. Les résultats obtenus, les découvertes inédites dévoilent de nouvelles facettes du merveilleux monde sous-marin qui mérite d'être mieux connu. Place, donc, aux sciences de la mer!

L'art de conjuguer conservation et exploitation

Il n'y a pas si longtemps encore, on pouvait croire que les ressources de la mer étaient inépuisables et les efforts de recherche visaient alors principalement à accroître le rendement des pêches commerciales. L'effondrement de nombreux stocks de poissons de fond, tels la morue et le sébaste, nous a sensibilisés davantage à la fragilité des stocks et à leur susceptibilité aux fluctuations du milieu.

Aussi l'objectif actuel de la recherche sur les pêches est-il d'acquérir une meilleure connaissance de la biologie et de l'écologie des espèces de poissons, d'invertébrés et de mammifères marins exploités commercialement, afin de définir les normes de conservation requises par chacune de ces espèces et de conseiller adéquatement les gestionnaires et l'industrie de la pêche sur la conservation des ressources ainsi que sur les stratégies d'exploitation.

Ainsi, au cours de ces dix ans, les scientifiques ont suivi annuellement l'évolution des populations exploitées en relation avec la performance des pêches. Ils ont entrepris de développer des indices de prévision de l'abondance de la ressource à court ou moyen terme, d'excellents outils permettant à l'industrie de mieux planifier sa stratégie de récolte. Ils ont cherché également à évaluer la condition des individus et des populations, leur structure génétique et démographique, la structure des communautés et les relations avec les autres espèces et leur habitat afin d'ajouter une nouvelle dimension aux estimations quantitatives de l'abondance et ainsi, être en mesure d'évaluer plus complètement l'état des populations.

En 1994, des projets de pêche scientifique ont été instaurés pour permettre aux biologistes de suivre l'état des stocks de morue malgré la fermeture de la pêche commerciale.

Parmi ces projets, certains ont été initiés avec des pêcheurs utilisant des engins commerciaux. Les pêcheurs participants reçoivent une formation donnée au début du projet.

Ils deviennent en quelque sorte des observateurs de la ressource qui fournissent aux biologistes toutes les informations nécessaires pour identifier les tendances de plusieurs variables biologiques importantes. À bord de leur bateau, les pêcheurs

doivent peser et mesurer leurs captures, prélever l'estomac, récolter les otolithes des morues (petits os situés dans la tête des poissons et qui permettent d'en déterminer l'âge) et effectuer des mesures de température de l'eau. Les données

recueillies sont ensuite transmises à l'IML, où elles sont analysées. Les résultats obtenus, combinés avec les données des relevés scientifiques,

fournissent des renseignements précieux sur la taille, la croissance, la condition, l'alimentation des morues et le nombre de poissons capturés (morue, sébaste, turbot et autres espèces) par activité de pêche.



Roy Fowlow



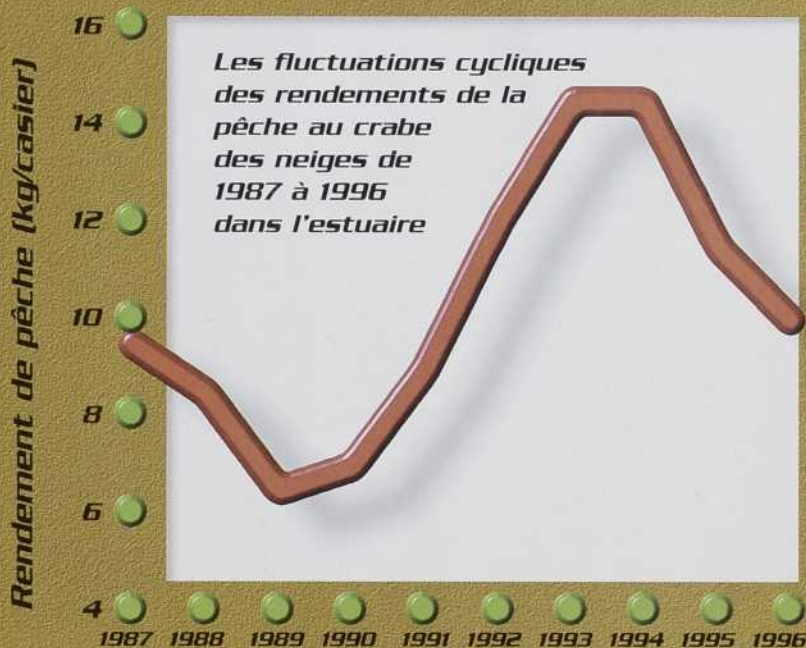
Alain Fréchet

Ces espèces qui nous préoccupent

Les hauts et les bas du crabe des neiges

L'exploitation du crabe des neiges a débuté dans le golfe du Saint-Laurent vers 1965, puis vers 1980 elle a connu une expansion rapide jusqu'à devenir une des plus importantes pêches commerciales. En 1988, des signes de fléchissement des captures sont notés et le programme de recherche multidisciplinaire GROCRABE (Généétique, Reproduction et Ontogénie du crabe des neiges) est alors amorcé. Le programme est basé principalement sur le suivi d'une population exploitée de crabe des neiges dans la Baie Sainte-Marguerite près de Sept-Îles, d'une autre population commercialement inexploitée dans le fjord du Saguenay, ainsi que sur des études expérimentales en bassins.

À partir de ces travaux, l'existence de fluctuations naturelles d'abondance dans les populations de crabe des neiges de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent, selon un cycle d'une période d'environ huit ans, a été démontrée de façon probante. Ce cycle permet d'expliquer les succès et les déboires consécutifs qu'a connus la pêche depuis 1968. Mentionnons d'abord que la portion exploitée de la population de crabes, celle qui est capturée par les pêcheurs, est constituée uniquement de mâles âgés de neuf ans ou plus; les femelles beaucoup plus petites, ainsi que les crabes plus jeunes, s'ils sont présents sur les lieux, se faufilent généralement à travers les mailles des casiers. Ainsi, ce ne serait pas la surpêche qui aurait occasionné l'effondrement de la pêche à partir de 1987. La rareté des gros mâles de neuf ans et plus, nettement perçue dans la pêche de 1987 à 1989, est surtout attribuable à une diminution naturelle de leur abondance. En effet, l'analyse de la structure d'âge des populations vient confirmer qu'il y a eu une baisse du recrutement des juvéniles dans la population dix ans plus tôt, c'est-à-dire en 1977-1979. De même, la diminution de rendement observée en 1995-1997 serait liée au faible recrutement des années 1985-1987. Les relevés au chalut à perche montrent également que 1993-1995 constituent aussi des années de faible recrutement, ce qui laisse entrevoir une autre période de faible abondance du crabe des neiges de taille commerciale en 2003-2005.

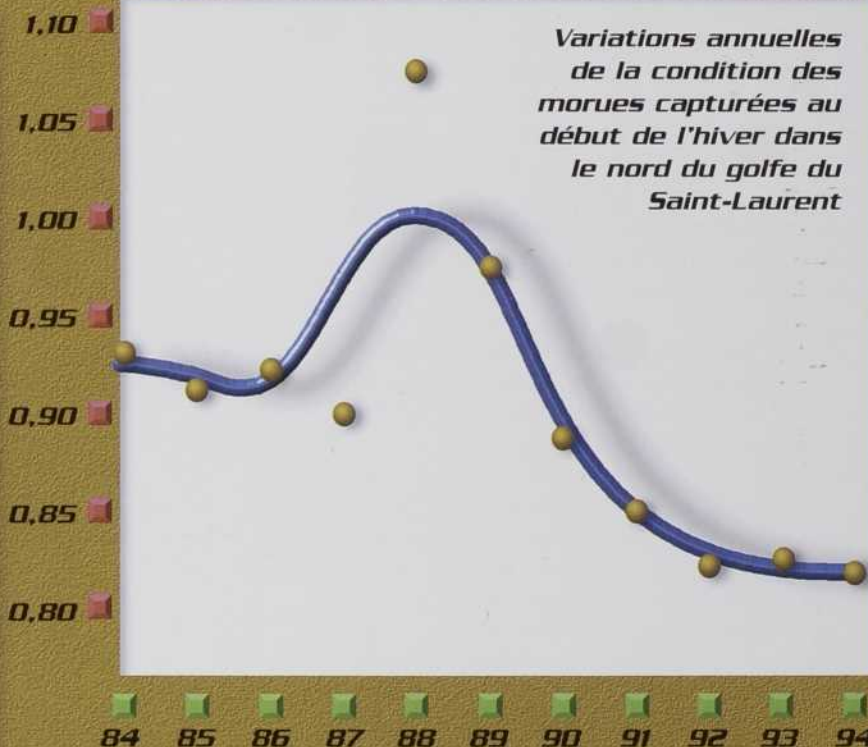


Viviane Haeblerlé

La condition des morues

Une autre équipe de chercheurs s'est penchée sur la question de la diminution dramatique des stocks de morue dans le golfe du Saint-Laurent depuis le milieu des années 1980. Bien que l'exploitation commerciale ait contribué à l'effondrement des stocks, des facteurs environnementaux ont pu accentuer les effets de la surpêche et ralentir le rétablissement des stocks de morue. Sous nos latitudes, la croissance se réalise au cours de l'été; durant l'hiver la morue doit puiser à même ses réserves énergétiques accumulées. Celle-ci n'a donc que quelques semaines pendant lesquelles elle doit migrer du détroit de Cabot vers l'intérieur du golfe, se reproduire, se nourrir et accumuler les réserves énergétiques qui lui seront nécessaires pour passer l'hiver. Si les conditions du milieu lui sont défavorables, la morue devient plus vulnérable, notamment dans un contexte d'exploitation intensive.

En rassemblant les mesures de la température de l'eau de mer récoltées pendant plusieurs années, on a mis en évidence d'importantes fluctuations de la température dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent. Le refroidissement marqué enregistré depuis 1985 pourrait affecter l'alimentation, la croissance et la reproduction des morues. On a effectivement observé que la condition de plusieurs poissons capturés par les pêcheurs durant cette période était très mauvaise, voisine même de celle mesurée chez des morues mortes de faim en laboratoire. Cela laisse supposer que des mortalités naturelles importantes reliées à cette déplorable condition ont dû se produire, ce qui pourrait expliquer partiellement les diminutions de recrutement. De plus, le refroidissement de l'eau est probablement responsable des changements de distribution observés à la même époque chez les juvéniles et les adultes partis à la recherche d'eaux plus propices à leur survie. L'importance relative des effets directs et indirects de ces diminutions de température sur la physiologie et l'écologie de la morue est toujours à l'étude.



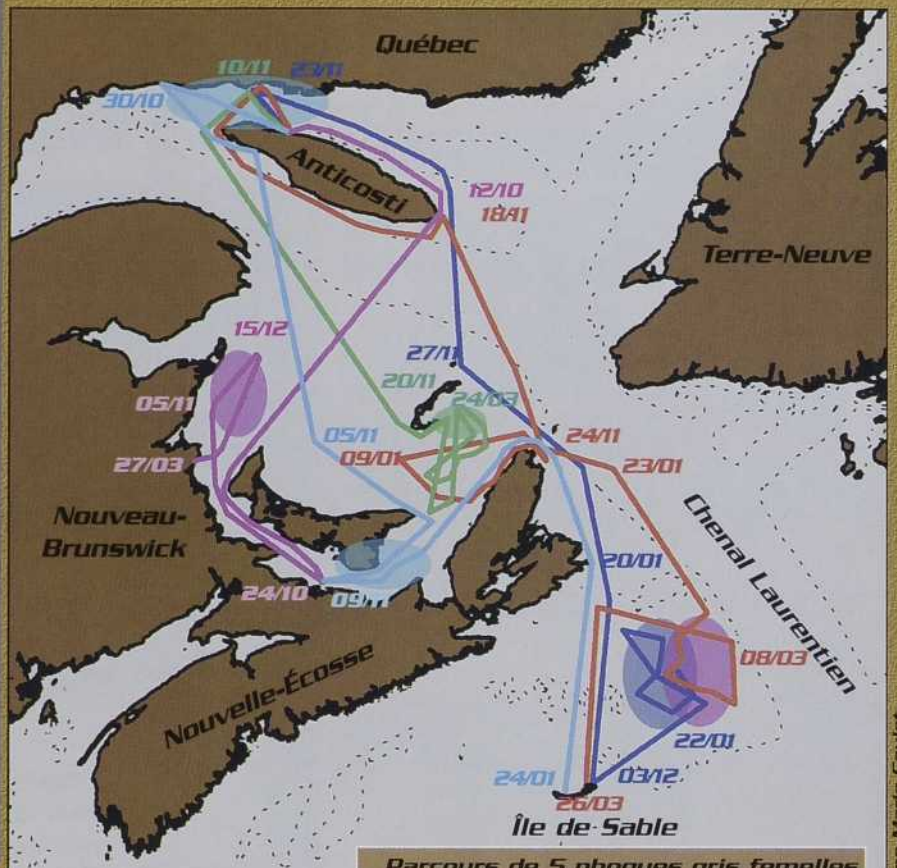
Pendant les années 1990, années du déclin des stocks, les morues qui connaissaient de fort mauvaises saisons estivales de croissance ou des hivers rigoureux, voyaient leurs chances de survie diminuer. En fait, il n'était pas rare de rencontrer, au printemps, des morues presque mortes d'inanition. À la lumière de ces observations, il apparaît que les facteurs qui contrôlent l'accumulation et l'utilisation des réserves énergétiques peuvent limiter la capacité de production des stocks de poisson.



Morue en bonne condition et morue qui a connu 3 mois de jeûne en laboratoire. La condition de cette dernière est comparable à celle des morues du golfe du Saint-Laurent pêchées au printemps du milieu des années 1990.

Les mammifères marins

À la suite des travaux réalisés à l'IML et dans plusieurs laboratoires canadiens, on estime en 1997 à environ cinq millions le nombre de phoques du Groenland dans l'est du Canada, de loin la plus abondante des sept espèces de phoque qu'on y retrouve. À eux seuls, ils consommeraient annuellement près de cinq millions de tonnes de poissons entre le golfe et la côte est de Terre-Neuve, où ils se reproduisent en hiver, et l'Arctique, où ils passent l'été. De la morue certes, mais aussi et surtout des proies, des prédateurs et des compétiteurs de celle-ci. Quelles sont les conséquences réelles d'une prédation de cette envergure et de cette diversité sur l'abondance de la morue et des autres espèces de poissons? Seule une meilleure connaissance de la biologie des phoques et de leur rôle dans l'écosystème permettrait de répondre à cette question, et c'est à cette tâche que se consacrent les chercheurs de l'IML.



Parcours de 5 phoques gris femelles dans le golfe du Saint-Laurent

Les recherches ont également permis de mieux connaître plusieurs espèces de baleines qui fréquentent les eaux côtières. On comprend beaucoup mieux par exemple comment la concentration du zooplancton dans la région de Tadoussac y attire les grands rorquals. On se réjouit de constater que la population menacée de bélugas du Saint-Laurent s'est non seulement stabilisée, mais donne des signes encourageants de rétablissement. D'autres travaux se poursuivent dans le Grand Nord québécois en étroite collaboration avec les communautés inuit et l'équipe du MPO du Manitoba. Ils portent plus particulièrement sur le phoque annelé, le béluga et le morse, espèces dont les Inuit dépendent pour leur subsistance.

Utilisant le monitoring par satellite, les chercheurs peuvent observer la migration des phoques et étudier leur comportement en surface comme à des centaines de mètres de profondeur. Ainsi, cinq femelles de phoque gris capturées à l'île d'Anticosti et munies d'un émetteur satellite ont été suivies entre septembre 1993 et mars 1994. De septembre à novembre, toutes les femelles se trouvaient dans le nord du golfe et plongeaient principalement à des profondeurs inférieures à dix mètres ou entre 20 et 70 mètres. La migration qui a eu lieu au cours de cette période a duré 6 à 10 jours pendant lesquels les individus ont parcouru 350 à 800 km. Les plongées s'effectuaient à des profondeurs de 40 à 70 m, atteignant jusqu'à 100 m. Le comportement de la quête alimentaire, raison première de ces plongées, est relié à la profondeur de l'eau et possiblement à la distribution des proies du phoque gris.



Pose d'un émetteur satellite sur un phoque à capuchon

Garry Stenson

Anne-Marie Goulet

Des outils pour comprendre et voir la mer

Un regard par les ondes sonores

En milieu aquatique, contrairement au milieu terrestre, il n'est pas possible de voir sur de grandes distances. Pour l'oeil humain, la pénétration de la lumière y est limitée à quelques mètres seulement. Afin de contourner cette difficulté, on a recours aux ondes sonores. L'hydroacoustique permet de voir dans la mer. Les hydrographes l'utilisent pour caractériser et cartographier les fonds, et les physiciens pour mesurer les courants et étudier la structure des masses d'eau, la turbulence et l'interface atmosphère-océan. De leur côté, les biologistes s'en servent pour repérer et estimer les agrégations de poissons, de zooplancton ou d'autres organismes présents dans la colonne d'eau ou sur le fond.



L'hydroacoustique permet d'estimer en temps réel la concentration de poisson ou de zooplancton, tel le krill, depuis la surface jusqu'au fond et en continu pendant le parcours du navire. Les échos qui proviennent des poissons ou du zooplancton insonifiés par les ondes que transmettent les échosondeurs sont analysés et traduits en termes de biomasse ou de nombre de poissons. Ces derniers peuvent être visualisés sur l'écran à l'aide de systèmes hydroacoustiques performants, équipés de microprocesseurs et reliés à de puissants ordinateurs à grande capacité de stockage. Parce qu'ils possèdent une signature acoustique propre, on peut distinguer la morue, le sébaste, le capelan juvénile et le krill les uns des autres. Pour valider ces signatures acoustiques, un échantillon est prélevé au moyen de filets ou de chaluts.



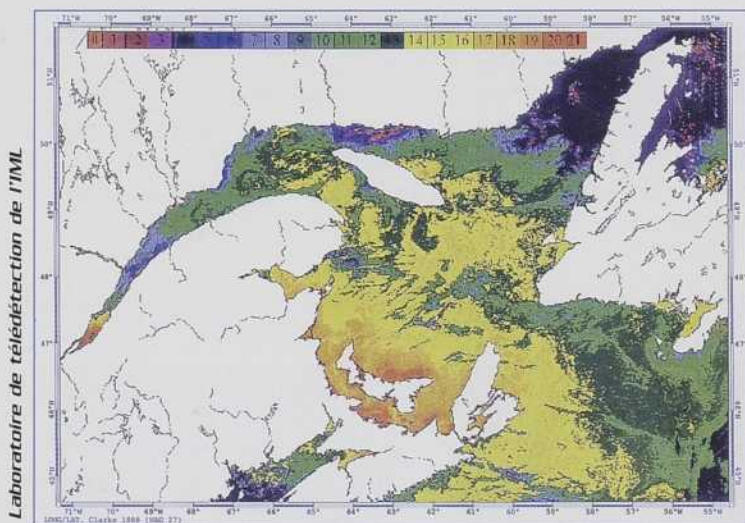
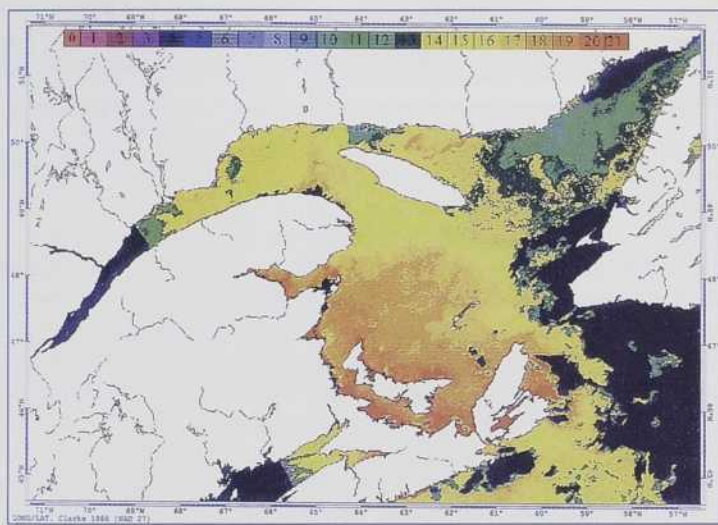
S'éloigner pour mieux voir

De par leur position privilégiée à plus de 800 km d'altitude, les satellites permettent d'observer de vastes portions de l'océan en un temps très court (quelques minutes). De plus, leur intervalle de passage (de quelques heures à quelques jours) permet d'obtenir des vues fréquentes des processus physiques et biologiques s'y déroulant. L'accumulation de telles images au fil du temps permet, par la suite, d'étudier les processus saisonniers et à plus long terme, les changements climatiques. Face aux besoins grandissants d'observation du milieu marin à l'IML, il a été décidé en 1994 d'acquérir une station de réception d'images provenant des satellites météorologiques de la National Oceanic and Atmospheric Administration (États-Unis). Afin de pouvoir bénéficier du plein potentiel d'une telle station, le laboratoire de télédétection a entrepris de développer un système automatique d'analyse permettant de convertir les données brutes acquises en cartes de température de surface de la mer en moins d'une heure après le passage du satellite. Ces images, qui permettent d'observer la structure spatiale du champ de température, peuvent être utilisées à diverses fins, dont la mesure des courants de surface, l'intégration aux modèles numériques et la détection de zones propices à la pêche de certaines espèces de poissons. L'analyse des images satellitaires captées par la station de réception de l'IML permet de suivre l'évolution de méandres et de tourbillons qui se développent fréquemment dans l'estuaire et au large de la Gaspésie ainsi que d'importantes remontées d'eau froide générées par le vent le long de la côte nord du golfe et de la baie des Chaleurs. La télédétection est également utilisée pour observer les changements de couleur de la mer générés par la présence d'algues microscopiques; on peut ainsi mesurer la quantité de plancton végétal dérivant à la surface des océans. Il devient alors possible d'étudier et de mieux comprendre l'influence des phénomènes physiques, telles les remontées d'eau profonde ou les ondes frontales, sur l'abondance des organismes planctoniques et d'un grand nombre de leurs consommateurs, des crevettes jusqu'aux baleines.

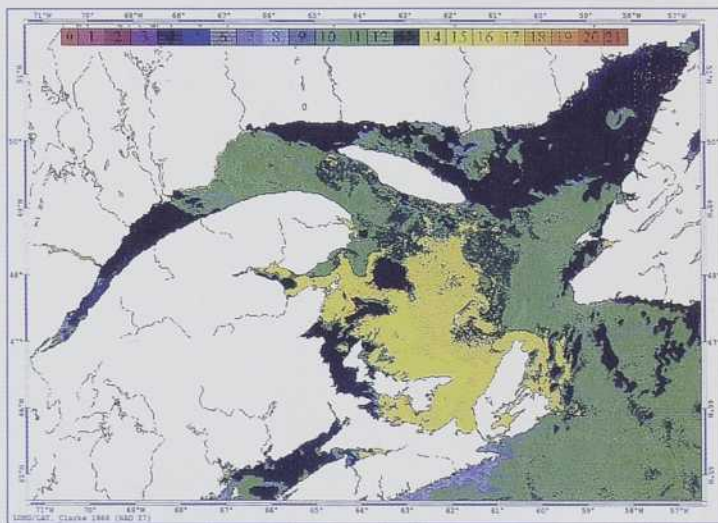
Antenne de réception d'images satellites située sur le toit de l'IML



Denis Chamard



Laboratoire de télédétection de l'IML



Température (°C) des eaux de surface du Saint-Laurent en juillet 1995, 1996 et 1997. En 1995 la température était plus élevée de quelques degrés comparativement aux deux années suivantes. Un plus fort ensoleillement qui a réchauffé plus intensément la couche de surface de l'eau en 1995 explique ces différences. À long terme de telles séquences d'images pourraient permettre d'observer les effets du phénomène de réchauffement global sur les eaux de surface du Saint-Laurent.

Des modèles qui en disent long

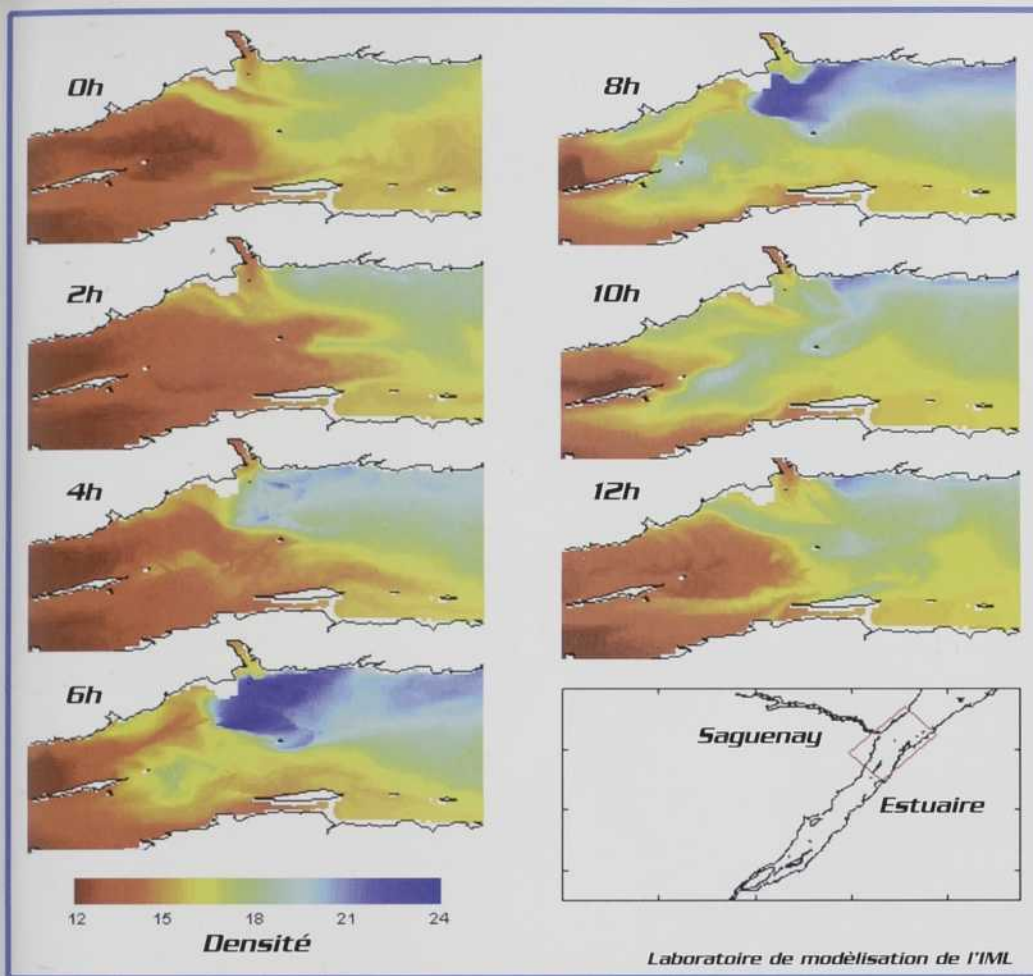
Depuis toujours, les navigateurs savent combien les courants du Saint-Laurent sont forts et variables. Par exemple, dans l'estuaire en amont de Trois-Pistoles, ils atteignent en général quatre noeuds et parfois plus de huit (un noeud est égal à environ 1,8 km/h). Sans oublier que, sous l'influence des marées, ces courants changent de direction environ quatre fois par jour et à des moments différents d'un endroit à l'autre! Dans le but de mieux comprendre et prévoir la circulation des masses d'eau et des glaces du Saint-Laurent, les physiciens de l'IML ont mis au point des modèles numériques qui ont l'avantage de permettre l'intégration de plusieurs informations environnementales aux équations de la physique. Ces informations, toutes reliées de près ou de loin aux courants, concernent les profondeurs, les niveaux d'eau, les courants observés à différentes profondeurs, la température et la salinité, ainsi que les observations météorologiques, hydrométriques et en provenance de satellites. Les cartes de fonds marins et d'évolution de la densité des eaux de surface illustrées ici sont des exemples des produits élaborés par les physiciens. L'atlas des courants dont il sera question ultérieurement en est un autre.

À l'image des modèles de prévisions météorologiques, les modèles utilisés à l'IML servent à prédire les conditions physiques du Saint-Laurent. Ces prédictions renseignent les navigateurs sur les courants, les niveaux d'eau ou les glaces, guident les opérations de recherche et sauvetage en fournissant une trajectoire probable des naufragés, ou encore, orientent les procédures enclenchées à la suite d'un déversement d'une nappe de pétrole. Finalement, ces modèles numériques constituent en quelque sorte un véritable laboratoire virtuel où il devient possible d'étudier la productivité des espèces du Saint-Laurent ou d'observer la réponse du milieu à d'hypothétiques changements climatiques.



La tête du chenal Laurentien, d'une profondeur de 300 m, est précédée d'une plate-forme littorale légèrement inclinée vers le large jusqu'à une profondeur de 150 m. En aval de l'île Rouge près de Tadoussac, le fond marin présente une forte rupture de pente: les profondeurs passent de 25 m à 340 m sur une distance d'à peine 16 km.

Laboratoire de modélisation de l'IML



Évolution aux deux heures de la densité des eaux de surface à la tête du chenal Laurentien dans un cycle de marée semi-diurne typique de la saison estivale. Avec la marée baissante, les eaux saumâtres et chaudes du moyen estuaire et de la rivière Saguenay (en rouge) s'avancent vers l'estuaire maritime. Lorsque la marée monte, ce sont les eaux intermédiaires glaciales et salées (en bleu) provenant du chenal Laurentien qui remontent à la surface et repoussent les eaux saumâtres en sens inverse. À la rencontre de ces deux masses d'eau, se forme une zone de mélange (en jaune et vert).



Le front formé, à la marée montante, par la rencontre des eaux provenant du chenal Laurentien et de celles du fjord du Saguenay est nettement visible sur cette photo aérienne (6h sur la figure ci-haut).

La circulation et le mélange des masses d'eau dans l'estuaire maritime sont fort complexes et influencés par de nombreux facteurs dont la marée, la gravité, la pression barométrique, le relief côtier et la rotation de la terre. Les eaux de surface se déplacent vers l'amont ou vers l'aval au gré des marées. Par contre, les eaux profondes et intermédiaires s'écoulent en général vers l'amont pour remonter vers la surface à l'extrémité du chenal Laurentien à la hauteur de Tadoussac. Cette remontée d'eau profonde à la surface résulte de la conjonction des courants de marée et de la dénivellation topographique des fonds marins. La dynamique des masses d'eau à la tête du chenal Laurentien est à la base d'une diversité et d'une productivité biologique importantes et confère à l'estuaire maritime des caractéristiques qui le distinguent des autres tronçons du Saint-Laurent. Pendant tout l'été, ses eaux de surface sont alimentées à chaque cycle de marée par les remontées d'eau profonde, froide et riche en éléments nutritifs, favorisant la formation de bancs de krill exploités par les grandes baleines à fanons. Les habitats côtiers et les fonds marins de l'estuaire maritime supportent une faune de plus de 880 espèces d'invertébrés benthiques, plus de 80 espèces de poissons et 14 espèces de mammifères marins dont le béluga et le phoque commun.

François J. Saucier

L'importance de ces petits organismes qui forment le plancton

Du phytoplancton pour refroidir le climat

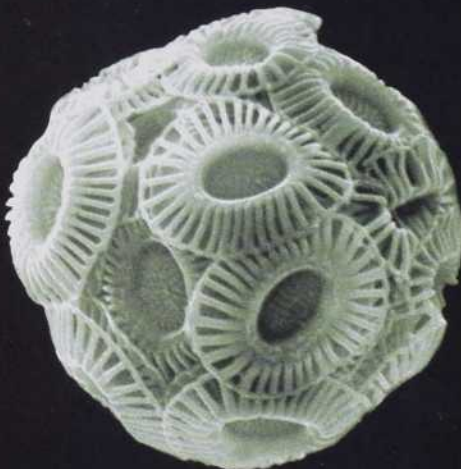
Bien que cela puisse paraître invraisemblable, les algues microscopiques qui croissent près de la surface des océans constituent un élément clé dans la régulation du climat de la planète. Par la photosynthèse, le phytoplancton augmente la capacité des océans à absorber le gaz carbonique, un des principaux gaz à effet de serre contribuant à réchauffer le climat. Les océans représentent un énorme réservoir de carbone et les scientifiques croient que près de la moitié du carbone émis depuis le début de l'ère industrielle s'y retrouverait. Les océans peuvent donc atténuer l'influence néfaste de l'activité de l'homme sur le climat. Les chercheurs de l'IML ont participé au programme international JGOFS (Joint Global Ocean Flux Study) traitant de cet important problème. Leurs études indiquent que sur dix molécules de CO_2 absorbées par le phytoplancton, une molécule se rend dans les eaux profondes où elle peut être emprisonnée pour des décennies, étant ainsi soustraite aux échanges avec l'atmosphère.



Esther Bonneau

*Le coccolithophore **Emilia huxleyi**, une des algues phytoplanctoniques qui produit le précurseur du sulfure de diméthyle (DMS).*

Agrandissement : 15000x



En plus d'avoir ce rôle dans la réduction du gaz carbonique de l'atmosphère, le phytoplancton produit le précurseur du sulfure de diméthyle (DMS), un autre gaz pouvant affecter le climat. Dans l'atmosphère, les produits de photoxydation de ce gaz peuvent en effet stimuler la formation de nuages et, conséquemment, être responsables d'un refroidissement du climat. Dans l'éventualité où un réchauffement de la planète favoriserait la production marine de DMS, les océans pourraient ainsi partiellement contrebalancer le réchauffement dû aux gaz à effet de serre. Cette hypothèse séduisante suggérant l'existence de rétroaction entre le phytoplancton et le climat fait encore l'objet de nombreuses recherches à travers le monde. À l'IML où s'est développée une expertise unique au Canada sur la production marine de DMS, on a cependant démontré qu'une augmentation du rayonnement ultraviolet pourrait amoindrir cette rétroaction en entraînant une réduction de la production marine de DMS.

Algues sous surveillance

Les travaux en taxonomie réalisés à l'IML ont contribué à l'identification d'environ 300 espèces d'algues microscopiques dans le Saint-Laurent. Il en reste cependant beaucoup d'autres à découvrir. Parmi les espèces identifiées, près d'une douzaine sont nuisibles, voire même toxiques. Les mollusques qui se nourrissent de ces algues accumulent des toxines et deviennent impropres à la consommation humaine. Afin de protéger le public, l'IML a instauré un réseau de surveillance des algues toxiques le long du littoral québécois.

*Alexandrium tamarense, une
algue microscopique toxique*
Agrandissement : 4000x

Gregory Doucette



Marée rouge dans le Saint-Laurent (contraste des couleurs accentué)

Maurice Levasseur

Occasionnellement, les concentrations d'algues toxiques deviennent assez élevées pour donner une coloration rougeâtre à l'eau. En août 1996, une telle «marée rouge» s'est produite dans le Saint-Laurent. Il est probable que cette floraison ait été stimulée par les pluies diluviennes et les forts vents qui ont causé des inondations dévastatrices sur la rive nord du Saint-Laurent et au Saguenay pendant cette période. Cette marée rouge a occasionné des mortalités de lançons et de goélands le long de la côte nord de la péninsule de la Gaspésie. Le personnel de l'IML a rapidement confirmé la présence de fortes concentrations de biotoxines dans le plancton et les organismes morts et s'est assuré de l'absence de ces toxines chez les espèces commerciales.

La fragilité du zooplancton

Le zooplancton, constitué principalement de petits crustacés tels le copépode *Calanus* ou les euphausiacés (le krill), représente l'essentiel de la nourriture des jeunes stades de vie de poissons et d'invertébrés. Or l'abondance du zooplancton peut varier énormément d'une année à l'autre, jusqu'à un facteur de 10. Il n'est pas difficile d'imaginer que de telles variations ont des répercussions, notamment sur les pêches. C'est pour comprendre les causes et effets de ces variations que les chercheurs de l'IML se sont fortement impliqués dans des programmes internationaux comme GLOBEC (Global Ocean Ecosystem Dynamics) ou TASK (Trans-Atlantic Study of *Calanus finmarchicus*) qui regroupent près d'un millier de scientifiques de diverses disciplines, intéressés à comprendre comment les modifications globales du climat influent sur les écosystèmes marins et la productivité des organismes qui y vivent.

La dégradation de l'ozone stratosphérique a occasionné une augmentation au sol du rayonnement ultraviolet. Les effets de ces radiations mutagènes sont connus en milieu terrestre, mais qu'en est-il de ces effets sous la surface des océans? Jusqu'où et comment ces radiations supplémentaires pénètrent-elles la couche de surface et jusqu'à quel point les habitants du milieu marin en sont-ils affectés? Dans quelle mesure leur abondance et l'intégrité de leur diversité spécifique seront-elles affectées? Beaucoup de questions pour les scientifiques de l'IML! Pour y répondre, ils ont entrepris, de concert avec Environnement Canada, de mesurer l'intensité de la pénétration du rayonnement UV dans les eaux de l'estuaire et du golfe du St-Laurent, s'intéressant tout particulièrement aux zones et aux périodes de productivité marine intense.



Deufs de morue



Deufs de morue sous un simulateur solaire

*Des études sur la sensibilité des premiers stades de vie des organismes-clés de l'écosystème du Saint-Laurent, dont les oeufs et larves de la morue et ceux d'un copépode du genre *Calanus*, sont menées dans les laboratoires de l'Institut. À l'aide de simulateurs solaires, ces organismes sont soumis à un environnement lumineux comparable à celui qui sera présent dans quelques décennies, selon les modèles prédictifs des experts mondiaux. En utilisant différents filtres plus ou moins transparents aux UV, il devient alors possible d'établir un spectre d'action des radiations pour chacune des espèces et préciser les longueurs d'onde et les doses des radiations qui leur sont mortelles. D'autres expériences en bassins extérieurs sous la lumière naturelle du soleil ont provoqué jusqu'à 60% de mortalité chez les oeufs de morue localisés à faible profondeur. L'analyse de ces résultats pour le moins préoccupants n'est pas terminée. Ainsi, que découvriront les chercheurs à propos des effets beaucoup plus pernicieux de l'augmentation des radiations UV sur la physiologie et la reproduction des habitants du monde marin?*

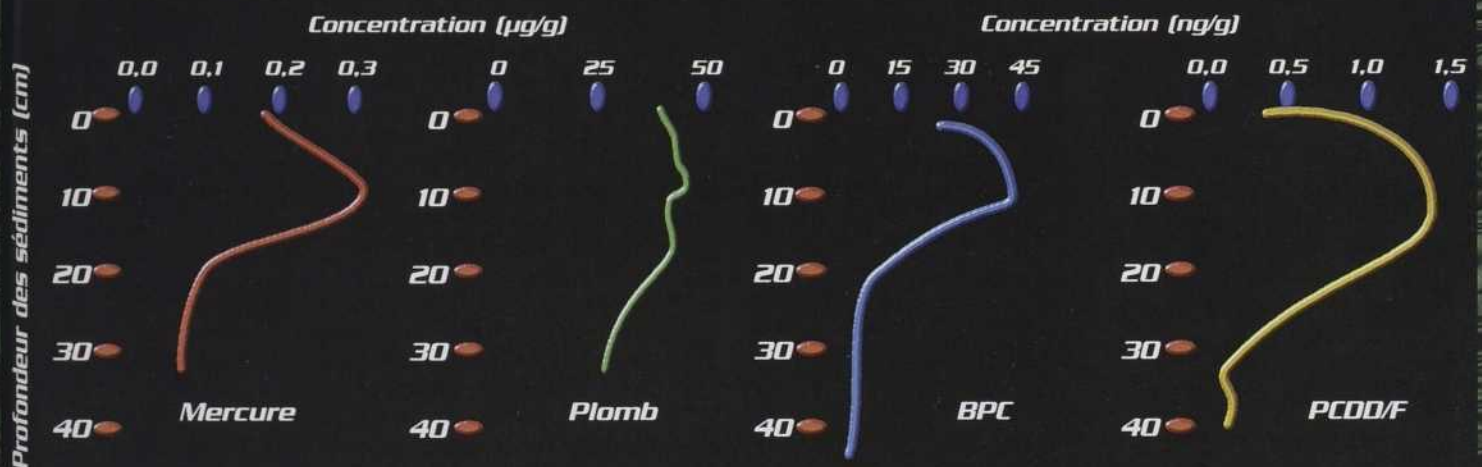
Cap sur l'environnement marin

Les contaminants suivis à la trace

L'Institut Maurice-Lamontagne est doté de laboratoires de pointe pour l'analyse chimique de substances inorganiques et organiques. Au fil des ans, les chercheurs ont perfectionné les techniques de sorte qu'ils sont aujourd'hui capables d'analyser des substances présentes en traces infimes dans les sédiments et les organismes marins. Ces substances peuvent être importantes dans la géochimie des écosystèmes marins (fer et manganèse) ou alors il peut s'agir de composés chimiques qui contaminent les écosystèmes, tels des métaux lourds comme le plomb et le cadmium, ou encore des produits organiques tels les BPC (biphényles polychlorés), les HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques), les PCDD/F (dioxines et furanes polychlorés).

Les chercheurs suivent le transport, la transformation, la distribution et les niveaux de ces principaux contaminants dans le milieu marin. Bien qu'il y ait accumulation de métaux lourds et d'organochlorés à certains endroits, comme dans le chenal Laurentien, le Saint-Laurent marin est loin d'être la zone contaminée qui est souvent présentée au public. Si les problèmes de contamination y sont moins aigus que dans les Grands Lacs ou le fleuve par exemple, c'est partiellement en raison de l'éloignement des grands centres industriels ou urbains ainsi que de l'ampleur du volume des eaux marines. Et nouvelle encourageante, les recherches de l'IML sur les sédiments marins indiquent que la situation s'améliore et que les apports de la plupart des contaminants chimiques seraient en décroissance.

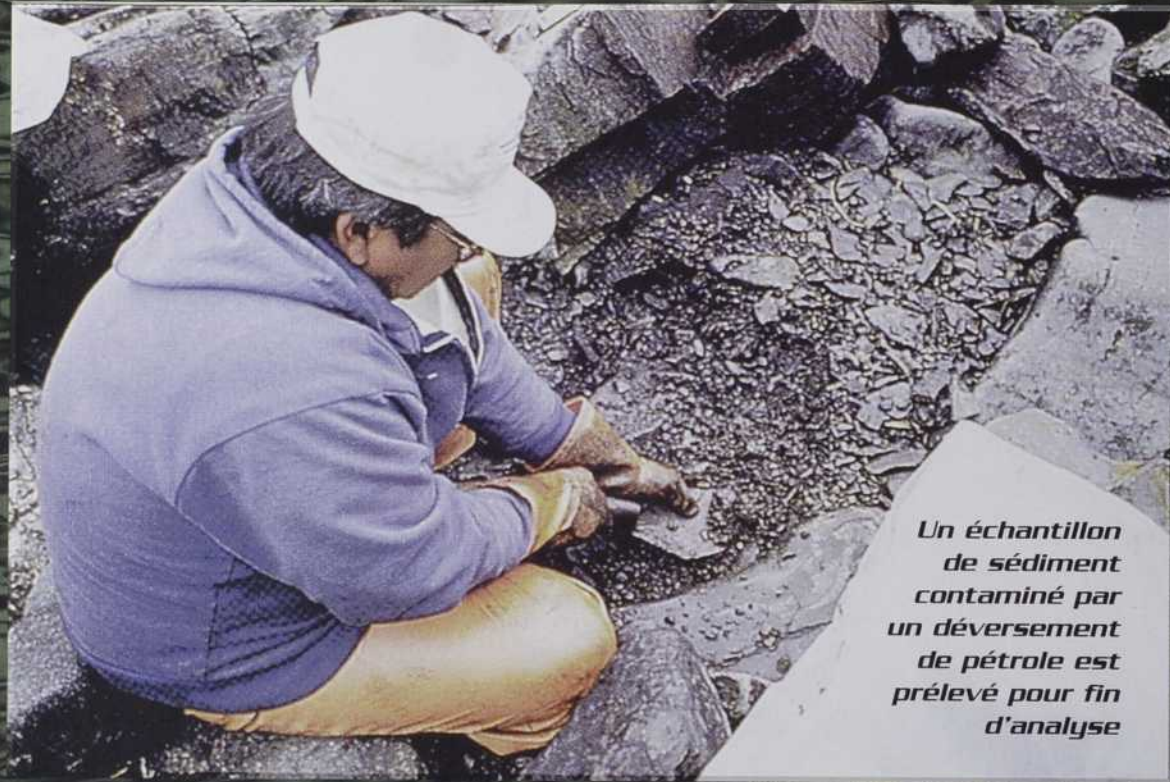
Profils de contaminants dans des sédiments de l'estuaire du Saint-Laurent prélevés en 1990



Les sédiments sont en quelque sorte des empreintes du passé. Comme la plupart des contaminants s'associent aux particules en suspension dans la colonne d'eau et que ces particules se déposent continuellement sur le fond, l'analyse de carottes de sédiments permet de suivre l'évolution temporelle de la contamination de l'environnement marin. Ces carottes sont en fait de véritables archives naturelles. Par exemple, les profils sédimentaires du mercure, du plomb, des BPC et des PCDD/F dans l'estuaire du Saint-Laurent indiquent que les apports ont augmenté depuis le début de l'ère industrielle, ont atteint un sommet, et sont en décroissance ces dernières années. Cette décroissance est survenue suite aux mesures gouvernementales prises pour contrôler les rejets des usines au Canada.

La contamination de certaines populations animales dont celles du béluga et du phoque commun du Saint-Laurent, et de la crevette du fjord du Saguenay intéresse les chercheurs de l'IML. Ceux-ci connaissent maintenant plusieurs des raisons pour lesquelles ces espèces sédentaires sont davantage contaminées. Ainsi, les mammifères marins qui se situent au sommet de la chaîne alimentaire sont victimes de la bioamplification de certains contaminants, tandis que la crevette du Saguenay est affectée en particulier par le mercure accumulé dans les sédiments, résultat de la pollution industrielle antérieure à 1975.

Les scientifiques de l'environnement se sont également penchés sur divers autres problèmes affectant le milieu marin. Ainsi, ils ont aidé à mieux comprendre l'impact des sédiments dragués rejetés en mer sur les organismes du fond et sur leur dispersion. Ils ont contribué à l'évaluation de la menace posée par l'introduction accidentelle d'espèces exotiques transportées dans les eaux de ballast des navires. L'IML sert de conseiller à la Garde côtière canadienne depuis plusieurs années sur ce dernier point.



Susan Cabanil

Un échantillon de sédiment contaminé par un déversement de pétrole est prélevé pour fin d'analyse

La biorestauration des sédiments contaminés par le pétrole

Le milieu marin peut être souillé lors de déversements accidentels de pétrole. L'IML est devenu un leader mondial dans les recherches visant à trouver des solutions douces à la pollution par le pétrole. Les chercheurs de l'IML ont démontré qu'un ajout bien contrôlé de fertilisants fait proliférer les bactéries mangeuses de pétrole déjà présentes dans le milieu marin: cela se nomme la biorestauration. L'IML participe, en association avec des organisations Internationales, à la définition d'un protocole standard d'utilisation de cette technique. D'autres méthodes naturelles, comme le lessivage par les flots, sont également au programme de la recherche des scientifiques de l'IML.

Cette technique est fondée sur l'utilisation, comme agents actifs, des fines particules minérales qui se trouvent sur le littoral et dans les vagues déferlantes. Ainsi, on transporte les sédiments contaminés vers la zone intertidale, où les interactions entre ces particules et le pétrole stimulent l'activité microbienne du milieu naturel.

Kenneth Lee



Des chercheurs effectuent des déversements contrôlés de pétrole sur de petites zones délimitées sur le littoral afin d'évaluer et d'optimiser l'efficacité des procédures de biorestauration.

L'habitat du poisson : un milieu à protéger

Avec sa section de gestion de l'habitat du poisson, l'IML s'implique concrètement dans la gestion des habitats côtiers et dans l'évaluation des impacts environnementaux pouvant les affecter. L'accomplissement de cette tâche est assurée en collaboration avec d'autres ministères fédéraux et provinciaux de même qu'avec des intervenants du milieu. L'objectif ici est de promouvoir la gestion durable des ressources halieutiques et de l'habitat au profit des générations présentes et futures.

Les scientifiques examinent les propositions de projets ou activités en milieu aquatique, en évaluent les impacts sur l'habitat du poisson et les ressources halieutiques et, lorsque requis, proposent des mesures d'atténuation. Ils s'assurent que ces travaux ne causent aucune perte nette de la capacité de production de l'habitat du poisson. Cette responsabilité se fonde sur l'application de la *Loi sur les pêches* ainsi que sur la *Politique de gestion de l'habitat du poisson*. Plus de 300 projets sont analysés par année, aussi bien en eau douce qu'en eau salée. Outre l'évaluation des impacts environnementaux, les scientifiques contribuent à la réalisation de projets de restauration et de mise en valeur des habitats de poisson avec l'implication des collectivités côtières.

Ces mêmes spécialistes de l'habitat du poisson travaillent de concert avec toutes les parties concernées à l'établissement et à la mise en oeuvre de plans de gestion des zones côtières et à l'établissement de zones de protection marines, deux initiatives majeures découlant de la *Loi sur les océans*. Rappelons que la *Loi* attribue au ministère des Pêches et des Océans un rôle de chef de file dans la protection et la gestion des écosystèmes marins et côtiers.



Aquarium des Îles

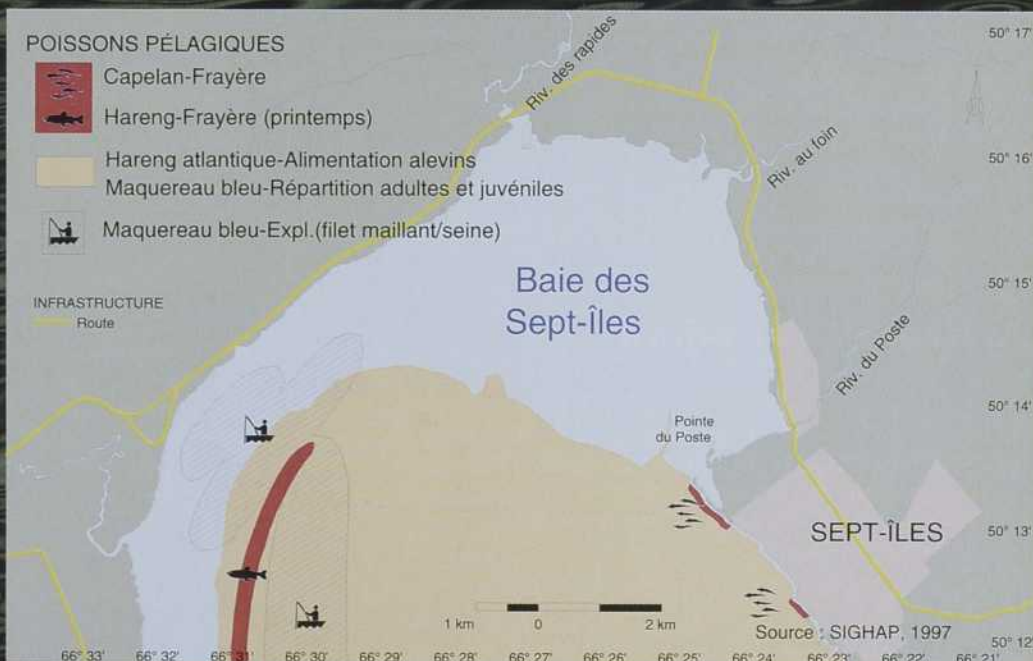
Projet de nettoyage des berges à Havre-Aubert, Îles-de-la-Madeleine, en partenariat avec l'Aquarium des Îles



Dents Chamard

Les ouvrages et entreprises sujets à un examen par le MPO en raison de leurs incidences potentielles sur l'habitat du poisson peuvent être de faible ou moyenne envergure, dans le cas de l'installation d'une rampe de mise à l'eau ou d'un quai, ou encore de l'ordre de mégaprojets, dans le cas d'aménagement de complexes hydroélectriques.

Le Système d'information pour la gestion de l'habitat du poisson (SIGHAP) est un outil indispensable pour les scientifiques. Ce système d'information à référence spatiale contient des banques de données sur les habitats côtiers et leur utilisation. Le SIGHAP permet, par exemple, d'identifier rapidement les ressources marines d'importance et les écosystèmes sensibles lors d'urgences environnementales le long du Saint-Laurent et dans le Nord québécois.



Répartition des aires d'alimentation et de reproduction ainsi que des zones d'exploitation des poissons pélagiques dans la baie des Sept-Îles

La technologie moderne à la barre

Le mandat du Service hydrographique du Canada (SHC), auquel sont rattachés les hydrographes de l'IML, consiste à produire des cartes marines, des publications nautiques et des cartes électroniques pour assurer la sécurité de la navigation. Aussi peut-on avancer que tous, le pêcheur, le plaisancier ou le navigateur commercial, bénéficient du travail qu'accomplissent les hydrographes. La technologie de pointe a permis aux hydrographes de réaliser avec plus de précision les levés, notamment grâce au développement du sondeur multi-faisceaux qui permet d'obtenir une couverture totale du fond marin. On a également automatisé le traitement des données et la cartographie : aujourd'hui, les cartes papier comme les cartes électroniques sont produites à l'aide de techniques de cartographie assistée par ordinateur et par des traceurs automatisés.

Les hydrographes de l'IML ont rapidement vu leur expertise reconnue internationalement. Précurseur dans bien des domaines, le SHC a développé des partenariats très étroits avec le secteur privé ainsi qu'avec d'autres organisations gouvernementales étrangères. L'équipe de l'IML s'est notamment impliquée dans l'élaboration de la norme internationale pour la carte électronique, par le biais de l'Organisation Hydrographique Internationale (OHI). Au cours des dernières années, elle a été sollicitée par des firmes privées dans le cadre de projets en Égypte, en Chine, en Argentine, en Indonésie et ailleurs. Elle a contribué à l'implantation d'un service hydrographique civil sur le Nil. La Commission Géologique des États-Unis (USGS) ainsi que la Marine américaine ont fait appel à son expertise et à son équipement pour effectuer, à l'aide des dernières technologies intégrées, des levés hydrographiques de précision dans les eaux américaines.



*Le NSC Frederick G. Creed,
en mission à Halifax*

Richard Sanfaçon

Naviguer en sécurité

Le Saint-Laurent, l'une des voies navigables les plus utilisées au monde, se caractérise par de forts courants, par des marées importantes et par la formation de glace abondante durant l'hiver. L'information contenue dans les documents nautiques concernant ces caractéristiques est essentielle pour assurer la sécurité de la navigation.

Le Service hydrographique du Canada à l'IML est responsable de 75 cartes marines couvrant le fleuve, l'estuaire, une partie du golfe du Saint-Laurent, ainsi que certains lacs et rivières navigables du Québec. Depuis 1987, ses hydrographes ont réalisé des levés complets et produit de nouvelles cartes pour

les secteurs des Îles de la Madeleine, du port de Montréal, du tronçon Sorel-Trois-Rivières, de la rivière des Prairies et de Blanc-Sablon. Ils ont également joué un rôle de chef de file pour la refonte des livres d'instructions nautiques en proposant des livrets compacts plus utiles pour les navigateurs.

Le niveau d'eau disponible pour naviguer est une information d'une importance capitale pour tout navigateur, et c'est au SHC qu'incombe la responsabilité de mesurer la marée et les niveaux d'eau le long des voies navigables. Le réseau permanent d'enregistreurs de niveaux d'eau a été remplacé, depuis 1990, par un réseau d'enregistreurs de niveaux d'eau numérique de 18 stations qui fournit des données en temps réel sur la situation dans le fleuve et dans l'estuaire du Saint-Laurent.

Les cartes électroniques, lorsqu'elles sont utilisées avec un système de positionnement par satellite (GPS), permettent au navigateur de voir sur écran sa position exacte par rapport au plan d'eau. D'abord testé sur les navires commerciaux, leur usage se généralise et d'ici une décennie, on peut s'attendre à ce que de plus en plus de navigateurs y aient recours. Le SHC a joué un rôle de chef de file dans la production des cartes électroniques et il en a déjà une centaine à son actif. En fait, des cartes électroniques sont déjà disponibles pour une bonne partie du Saint-Laurent.



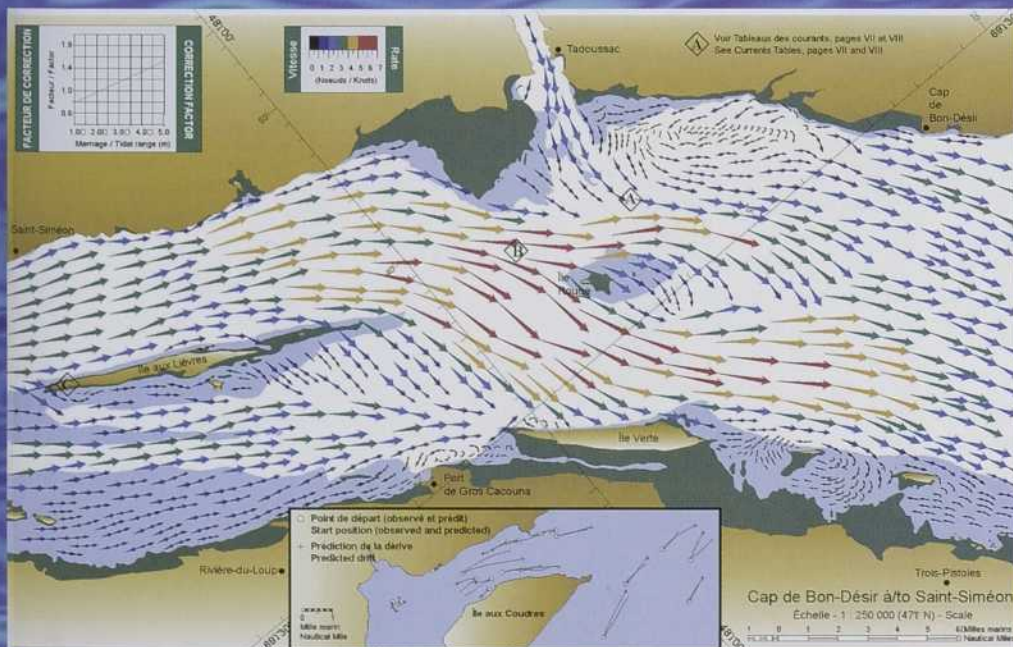
Denis Chamard



La carte électronique contient des informations sur la profondeur de l'eau, le tracé des côtes, la localisation de hauts-fonds, récifs ou tout ce qui pourrait constituer un danger pour la navigation.

Un atlas pour se tenir au courant

La vitesse des courants marins est une information de première importance pour tout navigateur. Les nombreux relevés d'événements physiques récoltés par les hydrographes et les physiciens ainsi que les méthodes de modélisation mathématique liés à l'environnement marin développées par les physiciens ont permis de produire un nouvel atlas des courants. Celui-ci fournit les données horaires des courants pour les divers états de la marée dans le secteur de l'estuaire fluvial et maritime du fleuve Saint-Laurent. Récemment mis en marché, ce produit est déjà très apprécié, que ce soit des plaisanciers ou des organismes de recherche et sauvetage en mer.



Tiré de l'Atlas des courants de marée, 1997

La contribution de l'IML au développement de l'industrie maritime au Québec



L'Institut Maurice-Lamontagne, le plus moderne des instituts de recherche en sciences de la mer au Canada, a nécessité un investissement de plus de 48 millions de dollars, dont une grande partie provenait du Plan fédéral de développement de l'Est-du-Québec instauré en 1983 dans le but de stimuler l'essor économique du Bas-Saint-Laurent et de la Gaspésie. Avec la présence du département d'océanologie de l'Université du Québec à Rimouski (UQAR) et de la division océanologie de l'Institut national de recherche scientifique (INRS) sur son territoire, la région de l'Est-du-Québec est devenue au fil des années un pôle majeur en matière de recherche en sciences de la mer au Canada.

C'est en misant sur ces infrastructures de pointe que le Bureau fédéral de développement régional (Québec) — BFDR(Q), de concert avec Pêches et Océans Canada et d'autres partenaires du milieu, travaille à mettre cette expertise exceptionnelle au service de l'industrie des pêches au Québec. À titre

d'exemple, le Programme fédéral de développement des pêches du Québec (PFDPQ) a été établi au début des années 1990 afin de favoriser la rentabilité à long terme de l'industrie des pêches maritimes du Québec. Au terme de cette initiative dotée d'un budget global de plus de 26 millions de dollars, 146 projets ont vu le jour en vertu des différents volets du programme dont celui de la conservation de la ressource halieutique, par l'identification d'espèces aquicoles potentielles. L'IML a fourni des avis éclairés et essentiels à leur réalisation.

Il faut également souligner le rôle d'avisier important joué par l'IML dans la prestation du Programme d'essai et d'expérimentation halieutiques et aquicoles (PEEHA), une initiative de Pêches et Océans Canada et du BFDR(Q) lancée en 1987 et qui a pris fin en 1994. Découlant d'une volonté commune de susciter l'accroissement des activités du secteur des pêches au Québec, ce programme a misé principalement sur l'appui au transfert et au développement de nouvelles

technologies utilisables dans le domaine. Au cours de cette période, plus de 340 demandes de soutien ont été reçues et analysées. Au total, 215 projets s'inscrivant dans quatre volets d'application — soit les volets: produits à valeur ajoutée, nouvelles technologies, aquaculture, promotion — ont été encouragés et supportés financièrement par une somme de 13 millions de dollars.

Aujourd'hui encore, ce partenariat BFDR(Q) - IML - industrie des pêches maritimes au Québec se poursuit grâce à diverses initiatives dont le Fonds spécial de développement et d'adaptation économique des communautés de pêche du Québec, placé sous la responsabilité du BFDR(Q). Mieux connu sous le nom de *Québec côtier*, ce programme quinquennal doté d'une enveloppe budgétaire de 13,5 millions de dollars vise à soutenir le développement économique des collectivités de pêche les plus affectées par la crise du poisson de fond.

Depuis plusieurs années, tant du côté de l'IML, du Service hydrographique du Canada que de la Garde côtière, il y a une forte demande pour des données précises et en temps réel sur différents paramètres environnementaux tels les niveaux d'eau, la salinité, la température et la pression atmosphérique. Au début des années 1990, une PME de haute technologie, Socomar International inc., s'est impliquée dans le développement d'un marémètre capable de répondre aux besoins des utilisateurs.

Le défi était de taille. Ce projet ne pouvait se concrétiser sans la collaboration étroite de l'entreprise privée et des utilisateurs potentiels, qu'ils soient cher-

cheurs ou responsables de la sécurité sur les voies navigables. Il fallait non seulement développer le marémètre mais aussi le Système d'Information sur les Niveaux des Eaux Côtières et Océaniques (SINECO) qui allait permettre de traiter, valider et diffuser les informations. Socomar International inc. a donc mis son projet de l'avant en liaison étroite avec des scientifiques de l'IML et avec le soutien financier du BFDR(Q). Cet organisme gouvernemental appuie ce type d'initiative où l'entreprise privée, en partenariat avec un centre de recherche canadien, développe des produits de haute technologie générant des retombées économiques appréciables en région tout en contribuant au position-

nement du Canada dans un domaine d'avant-garde.

Socomar International inc. est maintenant devenu un chef de file mondial dans ce secteur d'activités. Après avoir conçu et fabriqué les équipements installés par le Service hydrographique du Canada de la Région Laurentienne et exploités par la société INFOMAR, l'entreprise a obtenu un important contrat pour la mise au point d'un système capable d'effectuer un contrôle systématique des inondations dans le bassin du Lac Tai, en Chine. C'est elle qui est responsable de l'installation et de l'opération de 76 stations d'observation du niveau de l'eau et de la météorologie dans ce bassin.



Enregistreur TMS-1000



Gilles Lebrun

Installation de la station de mesure des niveaux d'eau sur l'îlot Neptune, situé entre l'île d'Orléans et l'île aux Coudres. Les données captées sont transmises via l'antenne par ondes radio à un site de réception situé à Montmagny. L'enregistreur TMS-1000 et ses composantes sont alimentés par des panneaux solaires installés sur un des côtés de la tour.

Pierre Pagé

Un avenir riche en défis scientifiques

Depuis 1987, l'IML a établi sa crédibilité comme centre de recherche et a donné raison à celles et ceux qui y ont cru. Ses chercheurs ont développé des collaborations avec les pêcheurs, les navigateurs et autres usagers de la mer. Ils se sont joints au corps professoral de plusieurs universités. Ils sont aujourd'hui nombreux à travailler au sein d'équipes multidisciplinaires regroupant plusieurs institutions tant au Canada qu'à l'étranger. Ils participent à de grandes conférences et ils contribuent à la formation de la relève scientifique par l'accueil et la direction d'étudiants inscrits aux études avancées.

C'est avec enthousiasme que les équipes de recherche de l'IML se préparent à relever les défis des années 2000. Des connaissances plus approfondies de la biologie des espèces commerciales et de leurs interactions avec le milieu marin seront requises pour assurer conjointement l'exploitation des pêches et la conservation des espèces. Une attention particulière devra être portée aux eaux côtières, plus vulnérables à la pollution et à la destruction physique des habitats, dont dépend la faune marine pour se reproduire et s'alimenter. Il faut également viser une meilleure compréhension des processus océanographiques reliés aux modifications du climat. Le rehaussement du niveau de la mer ou des changements dans les grands courants seraient lourds de conséquences pour les régions côtières habitées de la planète. Enfin, la fréquentation des voies maritimes et fluviales par des navires de plus en plus gros et rapides, transportant des cargaisons potentiellement contaminantes, commande de continuer à favoriser la sécurité et l'efficacité du transport maritime.

On le voit bien, l'Institut Maurice-Lamontagne est devenu un partenaire majeur au Québec, au Canada et sur la scène internationale dans plusieurs projets qui touchent au milieu marin et à ses ressources. Ce tour d'horizon des activités de recherche, tant celles qui ont été réalisées que celles qui sont projetées, aura permis de souligner l'importante contribution de cet Institut entièrement voué au développement des sciences de la mer.

Nous remercions les
organismes qui ont contribué
à la réalisation et au financement
de cette brochure:

Bureau fédéral de développement
régional (Québec)

Ressources naturelles Canada

Pour nous contacter :
Institut Maurice-Lamontagne
Pêches et Océans Canada
Région Laurentienne
850, route de la Mer
C.P. 1000
Mont-Joli (Québec)
Canada G5H 3Z4

Téléphone : (418) 775-0500
Télocopieur : (418) 775-0542
Site Web: <http://www.qc.dfo-mpo.gc.ca/iml>

Papillon de mer
(Gastéropode)

Jean-François Saint-Pierre

