



Échos de la recherche

Une tribune pour les sciences naturelles, culturelles et sociales

Les modèles d'écosystème en fonction du climat

Un nouvel outil pour comprendre la variabilité des écosystèmes marins côtiers



*Long Plage, Pacific Rim
Photo : Andrew Dickinson*

Clifford L.K. Robinson

On ne devinerait pas, en observant la surface sans relief de l'océan, les interactions incroyablement complexes des centaines d'espèces qui l'habitent. En effet, ces écosystèmes mystérieux sont extrêmement dynamiques, dans le temps comme dans l'espace. Parcs Canada a besoin d'outils qui permettent de prendre ce que l'on sait des principaux processus écologiques et environnementaux et d'utiliser ces connaissances pour gérer les incidences de l'activité humaine sur la structure et la fonction des écosystèmes. L'élaboration et la mise en application de modèles d'écosystème en fonction du climat (ECC) font partie d'une nouvelle démarche permettant de gérer de manière intégrée la conservation et l'utilisation durable des ressources polyvalentes dans les aires marines nationales de conservation (AMNC; voir l'encadré à la page 6).

Afin de comprendre les interactions écologiques propres à la mer littorale, nous devons reconnaître que le milieu océanique naturel (le climat océanique) est le facteur qui

exerce la plus forte influence sur la structure et la fonction des écosystèmes littoraux. La température de l'eau, la remontée des nutriments le long des côtes et le brassage de l'eau par les vents sont les éléments clés du climat océanique. Au large de la Colombie-Britannique, le climat océanique subit l'influence de processus atmosphériques-océaniques dans l'espace à des échelles locales (<10 km) et régionales (centaines de km), et sur la totalité du bassin (milliers de km), ainsi que dans le temps à l'échelle saisonnière, interannuelle-décennale (p. ex., l'El Niño) et de 20-30 ans (Robinson, à l'impression).

À titre d'exemple, les températures superficielles de la mer mesurées au large de la côte de la Colombie-Britannique au cours des 70 dernières années révèlent une forte variabilité interannuelle ainsi que des températures supérieures à la moyenne durant les 23 dernières années (figure 1). En effet, un réchauffement marqué a été noté à compter de 1977 et ce n'est que récemment (1999 et 2000) que ces températures se sont refroidies. Bien que les températures de l'eau n'aient pas dépassé la moyenne à long terme de plus de un

ou deux degrés Celsius durant les années 1980 et 1990, Ware et MacFarlane (1995) ont estimé que chaque hausse d'un degré Celsius de la température de l'eau en été correspondait à une augmentation moyenne de 40 % de la population de merlus du Pacifique (*Merluccius productus*) au large de la côte ouest de l'île de Vancouver. Cette augmentation de la biomasse de merlus est importante parce que cette espèce est le principal prédateur (parmi les poissons) du hareng du Pacifique (*Clupea harengus pallasii*) et des euphausiacés (zooplancton). Le hareng et les euphausiacés sont les principales proies de nombreuses espèces de poissons, d'oiseaux de mer et de cétagés à fanons.

Les modèles d'ECC peuvent aider les gestionnaires à comprendre la variabilité naturelle des écosystèmes et à évaluer les conséquences de la pollution et d'activités comme la pêche et l'exploitation forestière sur la structure et la fonction des écosystèmes marins côtiers. L'élaboration des modèles d'ECC dépend des renseignements sur le

- suite à la page 6 -

ARTICLES

- 1 [Les modèles d'écosystème en fonction du climat - Un nouvel outil pour comprendre la variabilité des écosystèmes marins côtiers](#)
[Clifford Robinson](#)
- 3 [Recherche marquante : Le balbuzard pêcheur dans les Rocheuses](#)
[Mark Wayland](#)
- 4 [Déplacements en masse et mortalité des salamandres tigrées sur la route transcanadienne dans le sud-ouest de l'Alberta](#)
[Anthony Clevenger, Mike McIvor, Diane McIvor, Bryan Chruszcz et Kari Gunson](#)
- 5 [Programme de biodiversité des espèces marines pour Gwaii Haanas](#)
[Norm Sloan et Pat Bartier](#)
- 11 [Les assemblages de poissons dans le sud des îles Gulf en C.-B. — Analyse des données extraites des registres de plongée en scaphandre autonome](#)
[Tomas Tomascik et Clifford Robinson](#)
- 14 [Une fenêtre sur le passé — Recherche paléocéologique dans les réserves de parc national côtières de la Colombie-Britannique](#)
[Marlow Pellatt](#)
- 18 [Foudre, Incendies dus à la foudre et fréquence des incendies dans les Rocheuses centrales](#)
[Kiyoko Miyanishi, Edward Johnson, Sheri Gutsell, Matthew Dickinson et Richard Revel](#)

RUBRIQUES

- 1 [Éditorial](#)
- 3 [Correction](#)
- 21 [Parutions récentes](#)
- 22 [TRIBUNE : Observation de la faune marine — Trop, c'est trop?](#)
[Peter Clarkson](#)
- 24 Réunions d'intérêt

PROCHAINES DATES LIMITES

ÉTÉ/AUTOMNE 2001 – 30 mars 2001
HIVER 2001 – 27 juillet 2001

ÉDITORIAL

La responsabilité de Parcs Canada relativement à la gestion des parcs nationaux et des lieux historiques nationaux s'étend dorénavant aux milieux marins des réserves de parc national côtières et des aires marines de conservation proposées. Nos écosystèmes marins sont loin d'avoir livré tous leurs secrets, mais grâce à de nouveaux outils et aux recherches continues, les politiques, les méthodes de planification et les processus décisionnels sont de plus en plus efficaces.

L'application de méthodes fondées sur l'écosystème dans les milieux côtiers est une approche relativement nouvelle; dans bien des cas, les recherches de base (comme l'identification des espèces, l'analyse de distribution et l'établissement de cartes de l'habitat) n'ont pas été effectuées. Les démarches conjointes avec le gouvernement provincial, d'autres ministères fédéraux (MPO, EC, MDN), les universités, les musées et les Premières nations sont essentiels aux résultats et à la réussite de ces méthodes. Le développement de nouveaux outils sera d'une importance critique pour les gestionnaires, qui devront disposer de moyens rentables pour les activités de recensement et de surveillance dans les zones côtières.

Échos de la recherche présente dans ce numéro plusieurs articles sur différentes stratégies de collecte et d'analyse de données marines et côtières. Cliff Robinson se sert de modèles d'écosystème en fonction du climat pour illustrer la complexité et la variabilité des écosystèmes marins. Des connaissances approfondies sur ces processus seront essentielles à l'élaboration de démarches fondées sur les écosystèmes pour les besoins de gestion des parcs nationaux côtiers et des aires marines de conservation. Norm Sloan et Patrick Barter décrivent de quelle façon le programme de biodiversité des espèces marines de Gwaii Haanas assure un cadre définitif qui permettra de répertorier les plantes, les invertébrés, les oiseaux et les poissons de Gwaii Haanas. La base de données est un premier pas vers l'acquisition de connaissances sur les écosystèmes marins en vue d'établir la description de la forme et de la fonction de ces écosystèmes.

De nouvelles données nous parviennent d'une variété de sources. Ainsi, la recherche paléocéologique dans les réserves de parc national côtières de la Colombie-Britannique permet aux scientifiques et aux gestionnaires de prendre connaissance de l'évolution à long terme des communautés végétales et animales. Marlow Pellatt interprète les résultats d'analyses polliniques et montre comment la compréhension des changements subis par la structure d'anciennes communautés végétales peut nous aider à prédire les changements climatiques futurs. Pour se préparer à l'étude de faisabilité de l'aire marine de conservation, Tom Tomascik et Cliff Robinson ont analysé les données relevées par des plongeurs en scaphandre autonome pour en tirer des renseignements sur l'abondance et la distribution des espèces dans le détroit de Georgia. Ils en sont venus à la conclusion que les gestionnaires peuvent extraire des données écologiques utiles des registres de plongée et les utiliser pour évaluer l'état d'une espèce ou limiter la récolte.

La recherche dans les milieux marins doit également porter sur les utilisateurs et les effets de leurs activités. Dans son article sur l'observation de la faune marine, Peter Clarkson se penche sur la surveillance de l'écotourisme et l'efficacité des lignes directrices facultatives. L'évaluation plus complète des incidences de l'écotourisme sur les populations de faune marine constitue un des objectifs à plus long terme.

Le long voyage vers la compréhension du milieu marin ne fait que commencer. Sylvia Earle, anciennement scientifique en chef de la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) et aujourd'hui exploratrice pour le compte de *National Geographic*, a fait remarquer récemment que 75 % de notre milieu marin demeure inexploré. Parcs Canada a entrepris de modifier les méthodes de gestion de nos paysages culturels et naturels. Peut-on en dire autant de notre environnement marin et côtier?

*Brian MacDonald**Gestionnaire, Services des écosystèmes - Côte, Centre de services de l'Ouest canadien, Parcs Canada, Vancouver (B.-C.)*

Le balbuzard pêcheur dans les Rocheuses

Mark Wayland

Il ne fait aucun doute que de nombreuses espèces d'oiseaux d'Amérique du Nord ont profité des règlements stricts imposés sur notre continent à compter de 1970 pour bannir, ou du moins fortement freiner, l'utilisation de polluants organochlorés rémanents tels que le DDT. Le balbuzard pêcheur est une de ces espèces. Dans l'est de l'Amérique du Nord, elle a été largement décimée par les organochlorés au cours des années 1960. Les niveaux d'organochlorés ayant fortement baissé depuis sur l'ensemble du continent, le balbuzard pêcheur effectue un retour en force. Certains faits récents donnent à penser toutefois que le problème n'est pas entièrement réglé. L'analyse d'échantillons cylindriques glaciaires datés indique que la pollution aux organochlorés est en hausse à haute altitude dans les parcs des Rocheuses et, dans certains cas, se traduit dans les poissons par des niveaux de pollution supérieurs aux plafonds établis pour la protection de la faune ichtyophage. Ces polluants proviendraient de pays où la réglementation n'est pas aussi stricte que la nôtre. Ils sont transportés par les vents dominants vers les régions aux températures plus froides; d'abord emprisonnés dans la neige, ils sont libérés dans l'écosystème environnant au moment de la fonte. Il y a quelques années, à deux endroits dans le centre-sud de la Colombie-Britannique, on a constaté dans des œufs de balbuzard la présence de DDE, un métabolite du DDT, pesticide notoire, à des niveaux proches du point auquel la reproduction est compromise.

Qu'est-ce qui explique cette situation? Personne ne le sait vraiment. Il se peut que des polluants soient absorbés dans le tissu adipeux de ces oiseaux migrateurs lorsqu'ils hivernent au Mexique ou en Amérique du Sud, pour être déposés dans les œufs après le retour aux aires de reproduction en Amérique du Nord. Il est également possible que la pollution croissante à haute altitude dans l'Ouest de l'Amérique du Nord aggrave le problème.

En 1999, Environnement Canada, en collaboration avec Parcs Canada et Alberta Fish and Wildlife, a entrepris de déterminer dans quelle mesure le balbuzard pêcheur des Rocheuses était menacé par ces polluants. Deux biologistes contractuels, Mike Miller et Jonathan Keating, avec l'aide des alpinistes Paul Vidalin et Peter Amman, ont recueilli un

œuf de chacun de neuf nids trouvés dans des parcs de montagne de l'Alberta ou à proximité de ces parcs. Les résultats préliminaires sont encourageants : les niveaux de contaminants dans ces œufs étaient beaucoup moins élevés que les concentrations qui empêchent la reproduction. Les concentrations de contaminants présents dans des échantillons de sang prélevés d'oisillons plus tard durant l'été étaient également très faibles.

Au cours de l'été de 2000, les biologistes et les alpinistes ont prélevé des échantillons dans quatre autres nids qui se trouvaient respectivement aux endroits suivants : le parc provincial Peter Lougheed, le parc provincial du mont-Robson, le lac Bow dans le parc national Banff et le lac Pyramid dans le parc national Jasper. Comme le balbuzard se nourrit exclusivement de poisson, les biologistes ont recueilli des poissons de tous les lacs et rivières dans lesquels des échantillons avaient été prélevés en 1999. Les échantillons de balbuzard et les poissons seront analysés dans les mois à venir. Les données recueillies permettront aux biologistes d'examiner les relations entre les niveaux de contaminants dans le balbuzard et le régime alimentaire de cet oiseau. Une fois ces relations déterminées, il sera peut-être possible de prédire les niveaux de contaminants dans le balbuzard à partir des contaminants trouvés dans les poissons.

Les résultats de cette étude, jumelés à une étude parallèle effectuée simultanément en Colombie-Britannique, aideront les biologistes à établir dans quelle mesure les polluants sont dangereux pour le balbuzard des montagnes de l'Ouest canadien.

Mark Wayland est biologiste de la faune à Environnement Canada, Saskatoon. Il étudie les niveaux de polluants dans les espèces sauvages, et leurs effets dans les provinces des Prairies et les Territoires du Nord-Ouest.



Photo: Heather Dempsey

Petit balbuzard

Par inadvertance, les auteurs de « Avons-nous franchi le seuil critique? Mise en valeur des lieux historiques et incidences cumulatives sur les lieux historiques nationaux » (*Échos de la recherche 8[2]*) ont omis de citer l'étude de cas traitée dans leur article. Elle s'intitule comme suit :

Downie, P. et P. Priess. 1998. Cumulative impact on Cultural Resources at St. Andrew's National Historic Site, Manuscrit versé dans les dossiers du Centre de services de l'Ouest canadien, Parcs Canada Ouest canadien, Winnipeg (Manitoba).

Les auteurs s'excusent de cette omission.

- David Hems et Paul Downie

MISE À JOUR...

L'Agence Parcs Canada a publié le rapport de 1999 sur l'état des aires protégées :

Agence Parcs Canada. 2000. Rapport sur l'état des aires patrimoniales protégées - 1999. 75 p. ISBN : 0-662-29503-X Cat. : R61-15/1999E

Disponible sur le site Web de Parcs Canada :

http://parksCanada.pch.gc.ca/library/SOP/main_f.htm

Déplacements en masse et mortalité des salamandres tigrées sur la route transcanadienne dans le sud-ouest de l'Alberta

Anthony Clevenger, Mike McIvor, Diane McIvor, Bryan Chruszcz et Kari Gunson

La salamandre tigrée (*Ambystoma tigrinum*) est, en Amérique du Nord, l'amphibien dont l'habitat est le plus étendu. On en trouve des populations en Alberta, au sud d'Edmonton, du versant oriental des contreforts jusqu'à la frontière avec la Saskatchewan (Russell et Bauer 1993). Il peut y avoir accouplement presque tous les mois de l'année, selon l'espèce, le degré de latitude et l'altitude (Petranka 1998), mais plus au nord, il survient habituellement après la migration vers les aires de reproduction au début du printemps. En dehors de leur période de reproduction, les salamandres tigrées ne se manifestent que rarement à découvert, étant surtout nocturnes et, en Alberta, actives du début du printemps au début de l'automne.

Le tracé des déplacements des salamandres du genre *Ambystoma* est particulièrement nébuleux étant donné qu'elles vivent surtout sous terre et qu'elles ne se rassemblent que brièvement dans des aires de reproduction en milieu aquatique (Duellman et Trueb 1986). Les voies de migration saisonnières pour se rendre de la terre ferme jusqu'aux aires de reproduction sont bien connues (Semlitsch 1985), mais on ne sait que peu de choses des déplacements après la période de reproduction (Hairston 1987; Whiteman *et al.* 1994). Nous avons donc étudié les déplacements et la mortalité, en milieu de saison, des salamandres tigrées à l'intérieur d'un important couloir de transport à la périphérie du parc national Banff, en Alberta. Ces recherches faisaient partie d'une étude de plus grande envergure visant à quantifier la mortalité de petits et moyens vertébrés sur la route.

MÉTHODES

Le périmètre étudié se situait à l'intérieur de l'écorégion montagnarde de la vallée de la Bow, où le terrain est relativement peu accidenté. Un petit étang et un lac (Chilver) se trouvent du côté sud de la route transcanadienne tandis qu'un autre lac (Middle) est situé du côté nord (figure 1). La distance séparant les lacs Chilver et Middle est d'environ 1,7 km. Des salamandres tigrées ont récemment été observées dans ces trois étendues d'eau (A. Clevenger, chercheur dans le domaine de la faune, observation personnelle; *mais voir* Salt 1979).

Entre les mois d'avril et de novembre 1997, 1998 et 1999, nous avons systématiquement sillonné, en véhicule motorisé, certaines routes dans le parc national Banff et la région de Kananaskis, recueillant des données au sujet de la mortalité de petits et moyens vertébrés. L'une des deux routes ainsi étudiée était la transcanadienne, entre la ville de Banff et l'intersection avec l'autoroute 40. Ces inspections, menées en alternance, sur une route un jour et l'autre le lendemain, commençaient moins d'une heure après le lever du soleil et étaient effectuées par deux observateurs, l'un conduisant le véhicule à une vitesse inférieure de 10 km/h au maximum permis tandis que l'autre relevait les endroits où des salamandres et autres vertébrés avaient été victimes de la route. Nous avons observé des salamandres tigrées mortes sur la route transcanadienne à l'ouest de Seebe (51° 04' N, 115° 04' O; figure 1) en juillet 1998 ainsi qu'en août et septembre 1999. Toutes les victimes ont été repérées le long d'un segment d'une distance de 1,05 km, à un endroit où la route compte quatre voies de circulation divisées par une bande de terrain gazonnée (largeur totale de 43 m).

Nous avons étudié les zones où les mortalités étaient concentrées, sur les voies en direction est comme en direction ouest, afin de savoir si les salamandres se déplaçaient dans une direction particulière. La distribution spatiale des victimes a été décrite au moyen d'un logiciel de statistiques spatiales (Levine 1999). Une analyse par regroupement a été effectuée pour établir les endroits, dans les deux sens de la route, où la majorité des victimes ont été heurtées. Des échantillons de 92 victimes (direction est) et de 19 autres (direction ouest) ont permis de constituer deux groupes. Nous avons tracé une ligne entre le point central de chacun des deux regroupements pour évaluer la direction dans laquelle les salamandres se dirigeaient alors qu'elles traversaient la route.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Nous avons trouvé et recueilli une salamandre tigrée victime de la route sur les voies en direction ouest (côté nord) de la route transcanadienne, à l'ouest de Seebe, le 28 juillet 1998. L'année suivante, au moins 183 victimes ont été comptées à ce même endroit, sur huit jours entre le 11 août et le 11 septembre 1999. Le nombre total de salamandres victimes de la route cette année était de toute évidence beaucoup plus élevé. Alors que nous comptions les victimes et les dégagements de la route, nous avons pu observer d'autres salamandres tigrées s'en approchant et tentant en vain de la traverser. Toutes les salamandres vivantes qui ont été observées traversaient la route en direction nord. En outre, il semble que les victimes se déplaçaient dans la même direction avant d'être heurtées par des véhicules. La circulation dense en ce point de la transcanadienne pendant l'été (volume quotidien moyen de 21 450 véhicules) rend cette traversée particulièrement périlleuse pour les salamandres, qui se déplacent lentement.

Les déplacements des salamandres tigrées en fin de saison étaient erratiques lorsqu'ils ont été observés dans le contexte de la traversée d'une autoroute au Michigan, mais il n'y avait ni étangs, ni lacs dans la région (Duellman 1954). Ceux que nous avons pu observés sur la route transcanadienne étaient principalement en direction nord, vers le lac Middle. Nous fondons cette conclusion sur nos observations ainsi que sur le nombre élevé de victimes de la route du côté sud (83 %, $n=111$) par rapport au côté opposé.

Des victimes ont été trouvées des deux côtés de la route, principalement concentrées sur une distance de 300 m (figure 1). La concentration des déplacements dans un secteur précis et une

- suite à la page 8 -



Programme de biodiversité des espèces marines pour Gwaii Haanas

Norm A. Sloan et Pat M. Bartier

En préparation de l'acquisition d'une aire marine, un programme de recensement des espèces marines dans la région mal connue de Gwaii Haanas (Sloan et Bartier, *présenté*) est en cours. La série sur le « legs des espèces marines » sera constituée de plusieurs volumes publiés par Parcs Canada et regroupant toutes les données historiques de base sur la biodiversité des espèces marines pour Haida Gwaii (Îles de la Reine-Charlotte), avec références géographiques. Des volumes distincts sur les plantes (Sloan et Bartier 2000 – Volume I), les invertébrés (II), les oiseaux (III) et les poissons (IV) sont en production alors que d'autres sur les mammifères, le plancton et l'océanographie sont prévus. À l'occasion de la préparation de chacun de ces volumes, nous avons cherché à tirer le maximum de l'application de notre système d'information géographique (SIG) à l'intérieur de la base de données spatio-temporelles des dossiers historiques. Ces volumes comprennent aussi d'autres types d'information comme une bibliographie complète, une histoire des sciences naturelles de la région, les connaissances acquises par les premières nations (Haida) occupant les lieux, des données sur l'extraction des ressources marines et des renseignements sur des problèmes de gestion particuliers comme dans le cas des espèces à risque. Toutes les bases de données seront éventuellement accessibles sur Internet.

Dans le contexte de la politique de Parcs Canada (Parcs Canada 1994), l'envergure du projet est régionale (Haida Gwaii plutôt que simplement Gwaii Haanas). Nous avons utilisé au maximum toutes les sources d'information à notre portée en dépit des variations au niveau de leur fiabilité. Dans le sens strict du terme, la diversité des espèces de Haida Gwaii est limitée à celles pour lesquelles on retrouve des spécimens catalogués dans les musées ou les herbiers. Nous avons eu recours à l'ensemble de la documentation « non officielle », publiée ou non. Les espèces dont des spécimens se trouvent dans des collections d'établissements reconnus sont notées de façon particulière dans la base de données.

La base de données est un point de départ en vue de la compréhension des éléments constituant les écosystèmes régionaux. De tels recensements permettent de tenir compte des objectifs de gestion car ils :

- renseignent sur l'état des connaissances (y compris les lacunes) au sujet de la biodiversité des espèces;
- permettent de disposer de références fiables et

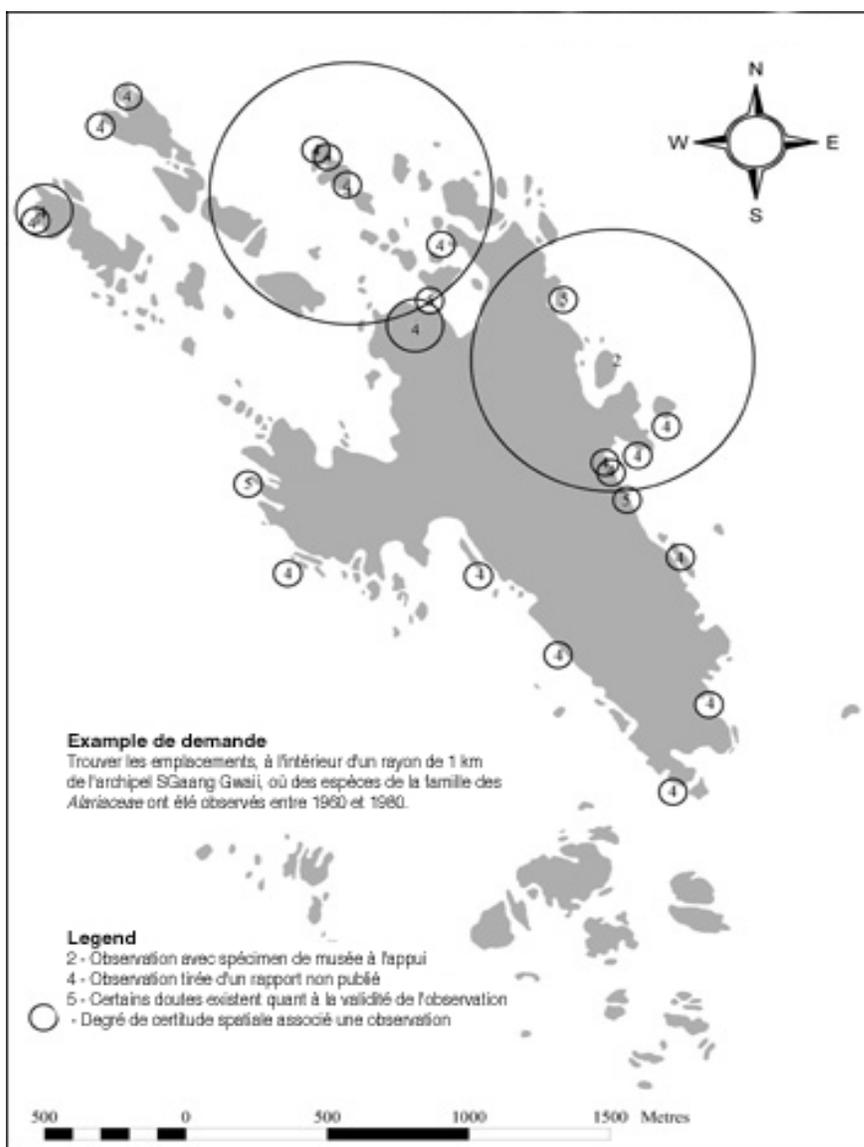


Figure 1. Exemple de demande, à partir de la base de données, au sujet d'une algue brune de la famille des Alariaceae sur l'archipel SGAang Gwaii (île Anthony).

accessibles dont l'élargissement est ouvert à tous;

- rendent possible des comparaisons de la biodiversité régionale dans le Pacifique Nord par des scientifiques.

Les listes d'espèces intéressent les spécialistes, mais un recensement est plus attrayant lorsqu'il s'agit de discuter d'applications pratiques, en termes de gestion, conformément au mandat de Parcs Canada, puis de faire des recommandations. L'envergure de chaque volume permet de s'en tenir à cette « source unique », tant dans le cas des organismes gouvernementaux que dans celui de

l'industrie, des ONG, du grand public et des Premières nations. En outre, la base de données électronique est structurée de façon à pouvoir être utilisée par des personnes ayant des intérêts divers. L'établissement éventuel de zones sera le produit de négociations complexes que des références scientifiques communes faciliteront. Par exemple, il faudra absolument s'assurer de la coexistence, à long terme, de certaines espèces marines dans le contexte d'une capture

- suite à la page 10 -

Renseignements sur les aires marines nationales de conservation (AMNC)

En 1986, Parcs Canada adoptait une politique sur la protection et la conservation des aires marines nationales qui revêtent une grande importance pour le Canada. Ces aires représentent les trois milieux marins du pays ainsi que les Grands Lacs. Cette politique incite la population à comprendre et apprécier le patrimoine marin ainsi qu'à en tirer jouissance. Elle a donné lieu au programme d'aires marines nationales de conservation (AMNC), qui englobe 29 régions marines canadiennes, y compris cinq sur la côte du Pacifique. Parcs Canada a l'intention d'établir une AMNC dans chacune de ces régions conformément au plan du réseau d'AMNC - D'un océan à l'autre (Mondor et Mercier 1995). L'AMNC proposée attenante à la réserve de parc national Gwaii Haanas (RPNHG), en Colombie-Britannique, occupe deux régions naturelles marines.

Une différence importante entre la politique de Parcs Canada sur les AMNC et sa politique sur les parcs terrestres est que les AMNC seront *utilisées et gérées de manière durable* de façon à répondre aux besoins de la population actuelle et des générations futures, sans que la structure et la fonction des écosystèmes soient compromises. Ces conditions signifient que les activités d'extraction des ressources renouvelables, telles que la pêche, seront permises dans les AMNC. Les écologistes du Centre de services de l'Ouest canadien à Vancouver tentent de comprendre la variabilité naturelle des écosystèmes pélagiques et benthiques à proximité du rivage et d'isoler les effets de l'activité humaine dans les océans (p. ex., la pêche) et dans le milieu terrestre (p. ex., la coupe du bois) de cette variabilité de fond. Il est important que cette distinction soit établie pour que Parcs Canada puisse poursuivre sa mission, soit de veiller à ce que la durabilité ou la viabilité écologique des écosystèmes marins côtiers ne soit pas compromise par l'activité humaine.

Les modèles d'écosystème en fonction du climat

- suite de la page 1 -

cycle de vie d'espèces clés (p. ex., les taux de croissance), et des idées générales sur les réactions de ces espèces au climat océanique. Les observations sur le cycle de vie et sur les interactions alimentaires sont intégrées dans un modèle de simulation informatisé et reliées à des données en séries chronologiques sur le climat océanique. Un modèle d'ECC permet d'estimer, sur une base hebdomadaire, saisonnière ou annuelle, les changements qui surviennent dans la biomasse, la production, la croissance et la mortalité des principaux niveaux trophiques supérieurs. Une fois que les sorties du modèle concordent avec les observations actuelles, on peut exécuter le modèle rétrospectivement pour constater de quelle façon les sorties varient en fonction de modifications connues au niveau des facteurs océaniques, telles que les épisodes d'El Niño (voir les losanges à la figure 1). Les techniques d'avant-garde de modélisation des écosystèmes ne permettent pas encore de prévoir avec précision comment la structure interne et la productivité d'un écosystème marin seront modifiées à la suite d'un changement important du climat océanique, de la disparition d'espèces clés ou de l'introduction réussie d'une espèce exotique. Toutefois, à mesure que des connaissances écologiques

empiriques seront intégrées dans des modèles d'ECC toujours plus perfectionnés, il est prévu que l'efficacité prédictive de cette méthode augmentera radicalement.

Des écologistes du Centre de services de l'Ouest canadien et du ministère des Pêches et des Océans ont mis au point un modèle d'ECC opérationnel pour les écosystèmes pélagiques attenants à la réserve de parc national Pacific Rim; ils élaborent en outre un modèle conceptuel d'ECC pour les écosystèmes marins de l'AMNC de la réserve de parc national Gwaii Haanas (proposée). Robinson et Ware (1999) traitent en détail du développement et des sorties d'un modèle d'ECC qui a été utilisé pour étudier les liens entre la variabilité du climat océanique et la production de zooplancton et de poissons pélagiques près de la RPNPR. Les interactions des espèces et les processus océaniques importants inclus dans le modèle d'ECC sont présentés à la figure 2. Le modèle donne une estimation des valeurs quotidiennes de la biomasse et de la production de phytoplancton, de copépodes et d'euphausiacés selon l'évolution qui s'opérerait à la suite de changements hebdomadaires

- suite à la page 7 -

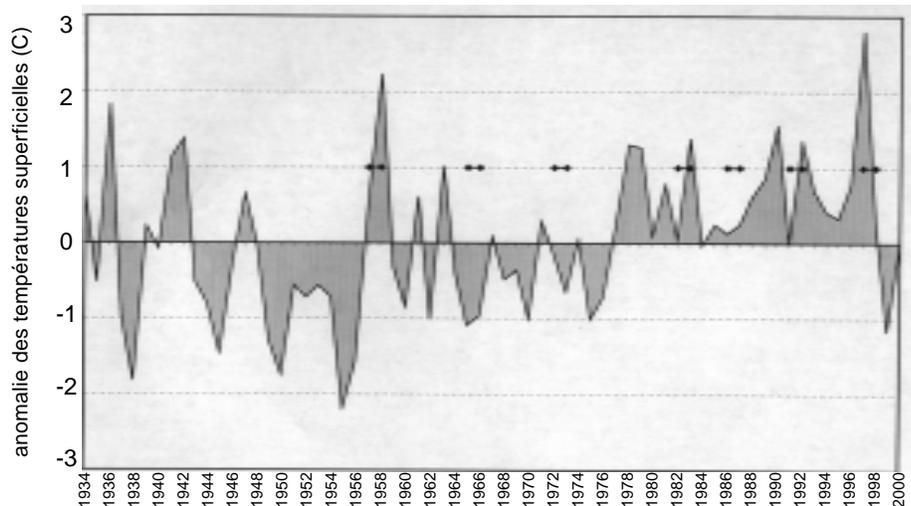


Figure 1 (ci-dessus). L'anomalie des températures superficielles, telle que calculée à partir de mesures prises au phare Amphitrite, situé près de la réserve de parc national Pacific Rim (RPNPR), au large de la côte ouest de l'île de Vancouver au cours des 70 dernières années. On calcule l'anomalie en soustrayant la moyenne des températures superficielles de juin à septembre sur 70 ans de la température superficielle calculée pour une année donnée, et en divisant le résultat par l'écart-type de 70 ans. Les anomalies positives indiquent des températures de l'eau supérieures à la moyenne, et les anomalies négatives, des températures inférieures à la moyenne. Les losanges représentent les années où d'intenses épisodes d'El Niño (réchauffement à la surface) ont été enregistrés dans le nord-est du Pacifique (consulter <http://www.ogp.noaa.gov/enso/> pour des renseignements complémentaires sur les épisodes d'El Niño).

Les modèles d'écosystème en fonction du climat

- suite de la page 6 -

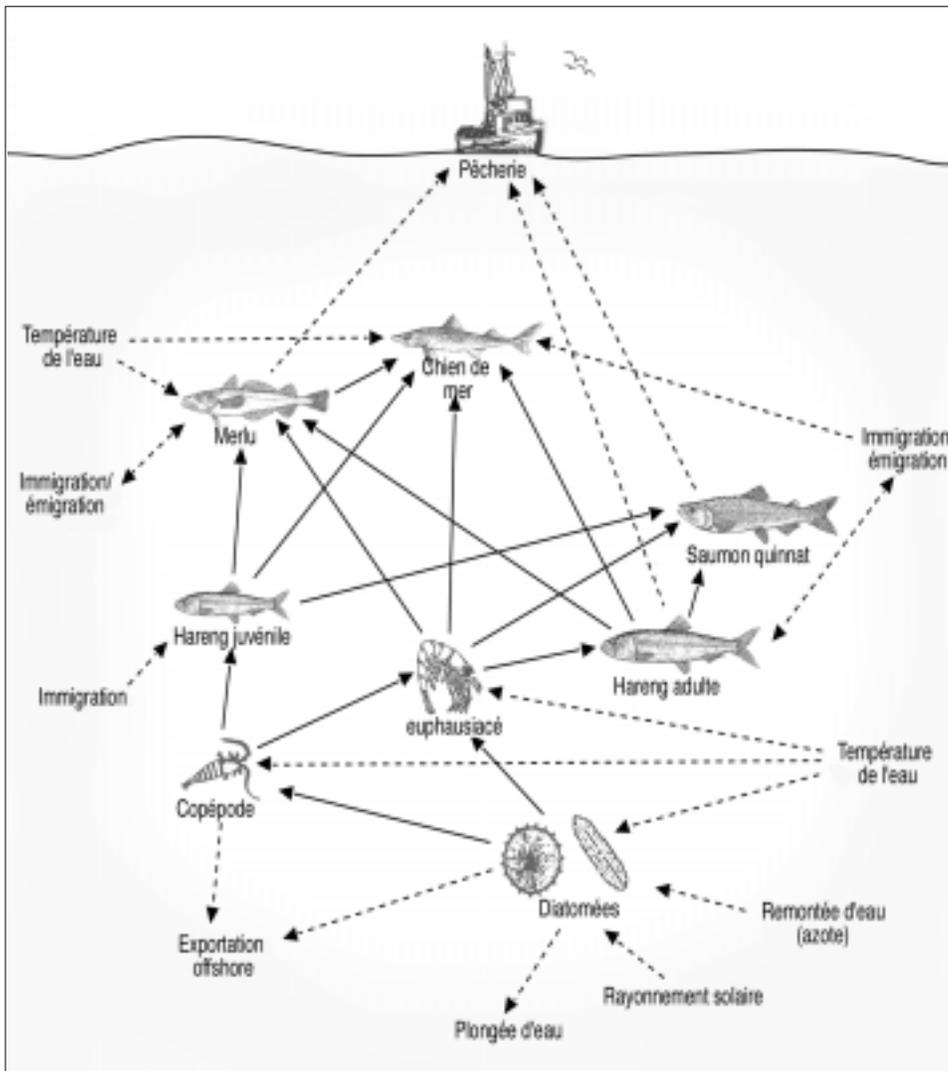


Figure 2. Vue conceptuelle d'un modèle d'écosystème en fonction du climat visant les écosystèmes marins pélagiques attenants à la réserve de parc national Pacific Rim. Les traits continus indiquent les interactions alimentaires de groupes trophiques clés, tandis que les traits discontinus indiquent les interactions non alimentaires telles que l'influence de la température de l'eau sur les migrations.

dans la température de l'eau, le rayonnement solaire et les conditions de remontée d'eau, ainsi que de changements saisonniers dans la biomasse ichthyologique. Des comparaisons, effectuées récemment, entre des résultats de simulations et des données empiriques, révèlent que le modèle peut rendre compte des changements interannuels relatifs subis par la biomasse de copépodes, la biomasse et la production d'euphausiacés; de la consommation de hareng par le merlu du Pacifique; et du facteur des conditions de croissance du merlu du Pacifique. La mesure du rendement global du modèle d'ECC donne à penser qu'il fonctionne en périodes de forte aussi bien que de faible remontée d'eau (Robinson et Ware 1999).

Comment les sorties d'un modèle d'ECC peuvent-elles servir aux gestionnaires de parc? La surveillance des réactions de l'écosystème à la variabilité naturelle du climat océanique est un exemple d'application. Elle permet de

comprendre comment la structure et la fonction de l'écosystème auraient réagi uniquement sous l'effet du changement climatique, comparativement à la réaction sous l'effet de l'activité humaine. La description des changements temporels au niveau des euphausiacés est un bon exemple de sortie de modèle. Les euphausiacés sont habituellement la plus importante proie de la plupart des espèces de poissons (Robinson 2000), des oiseaux de mer et de certaines baleines telles que le rorqual à bosse que l'on trouve au large de la côte ouest de l'île de Vancouver. D'après certaines données empiriques, les fortes concentrations d'euphausiacés sont causées par les remontées d'eau et elles attirent en conséquence des prédateurs en grand nombre. Le modèle d'ECC de Pacific Rim a produit un indice annuel de biomasse et de production d'euphausiacés, tel que déterminé par les interactions climatiques de l'océan et les

interactions prédateurs-proies (figure 3). La biomasse d'euphausiacés simulée a été corroborée au moyen des données recueillies dans la baie de Barclay par Ron Tanasichuk (Pêches et Océans Canada, Nanaimo, C.-B.), et nous avons constaté une relation statistiquement significative entre la biomasse d'euphausiacés observée et la simulation de cette biomasse pour le mois d'août de chaque année de 1991 à 1997 ($r = 0,87$; $p < 0,01$). L'exécution rétrospective du modèle donne aux gestionnaires de parc une idée de l'étendue de la variabilité de la production d'un prédateur principal sur une durée de 30 et indique les anomalies de production au cours d'une année quelconque. Il y a lieu de noter la production extrêmement faible d'euphausiacés en 1997, qui correspond au plus intense épisode d'El Niño jamais

- suite à la page 16 -

Déplacements en masse et mortalité des salamandres tigrées

-suite de la page 4 -

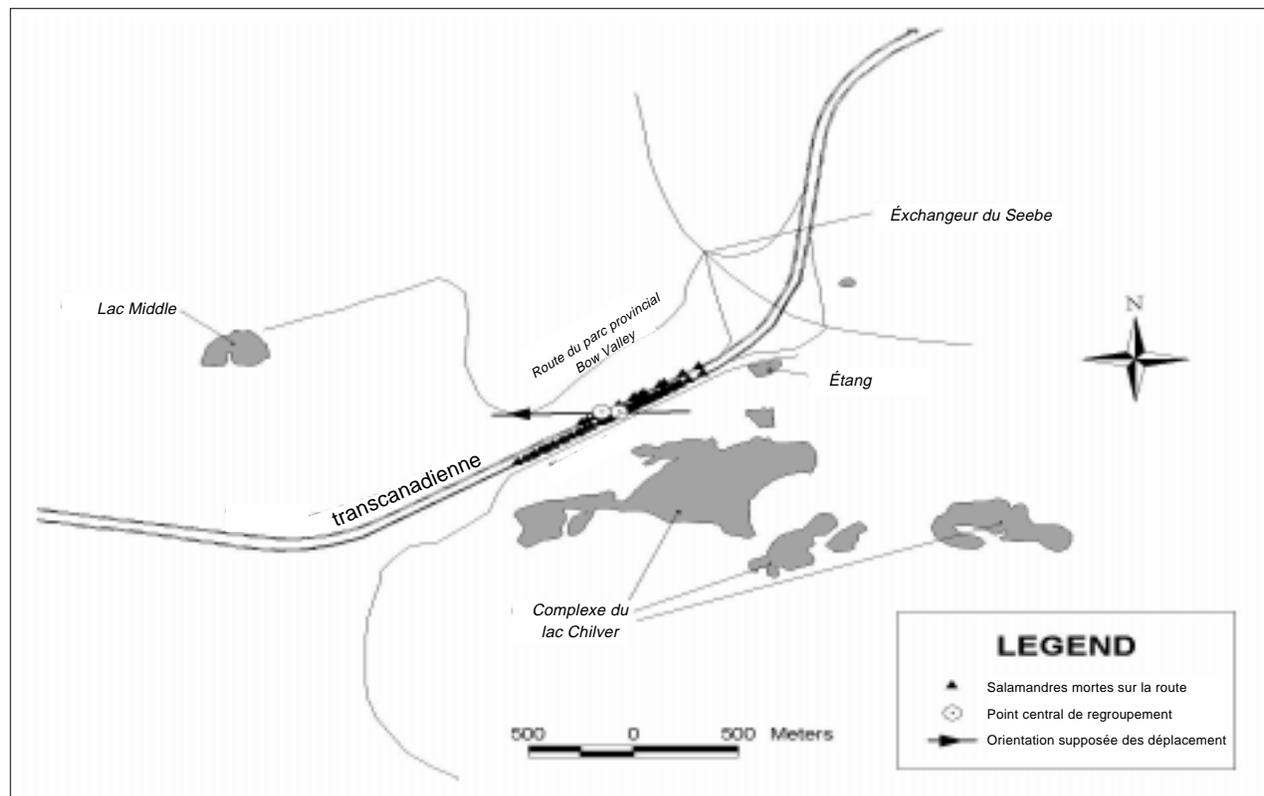


Figure 1. Emplacement des salamandres tigrées victimes de la route le long de la transcanadienne, région de Kananaskis, en Alberta.

direction déterminée donne à penser qu'il s'agissait là d'une migration saisonnière, pour la reproduction ou autre. Des études antérieures ont permis de démontrer que de tels déplacements des salamandres tigrées étaient occasionnés par des facteurs environnementaux, en particulier les précipitations et la température (Petranka 1998; Whiteman *et al.* 1995; Duellman et Trueb 1986; Semlitsch 1983). S'il s'était agi de déplacements en vue de la reproduction, ils auraient dû avoir eu lieu plusieurs mois auparavant et auraient normalement été décelés à l'occasion de rondes précédentes sur cette route. Un déplacement en milieu de saison entre deux étangs pourrait expliquer ce phénomène, mais il demeure difficile d'expliquer les raisons pourquoi il se produit une année plutôt qu'une autre.

Le point central du regroupement de victimes en direction est et celui en direction ouest étaient décalés, ce qui semble indiquer que les salamandres traversaient la route à un angle plutôt que perpendiculairement. Dans la figure 1, la flèche montre une direction générale des déplacements vers le lac Middle, sans pour autant être parfaitement en ligne avec ce dernier. Il est intéressant de constater que la plus grande concentration des salamandres qui traversaient la transcanadienne se retrouvait au point le plus élevé de la route, à l'endroit où elle se rapproche davantage du lac Chilver.

CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES

Même si tous s'entendent pour dire que certaines conditions météorologiques sont à l'origine de comportements migratoires chez les salamandres tigrées, peu d'études font état de mesures précises par rapport à l'air ambiant, encore moins des liens pouvant exister entre de telles mesures et les déplacements ainsi engendrés (Semlitsch 1983; Duellman 1954). Pour le secteur étudié, pendant la première et aussi

la plus importante vague de déplacement des salamandres d'un côté à l'autre de la route transcanadienne, il y a eu 17 mm de précipitation en moins de 24 heures alors que la température se situait entre 6,5 °C et 17,0 °C (station expérimentale de l'Université de Calgary, région de Kananaskis, Alberta).

En 1999, les déplacements des salamandres tigrées étaient liés à de fortes chutes de pluie et à des températures élevées, mais ces conditions favorables avaient aussi été relevées l'année précédente sans que nous ayons pu déceler pour autant quelque mouvement migratoire que ce soit d'un côté à l'autre de la route. Certaines questions demeurent sans réponse et nous devons recueillir des données supplémentaires à l'occasion de déplacements subséquents dans cette région afin de pouvoir mieux comprendre le phénomène observé.

Nous ne pouvons affirmer avec certitude si les déplacements observés en milieu de saison ont eu lieu avant ou après la période de reproduction. Sous des latitudes relativement élevées, il y a reproduction entre la fin février et le mois d'avril (Petranka 1998). Toutefois, à des étangs en altitude élevée au Colorado et en Utah, la reproduction peut être aussi tardive qu'aux mois de juillet et août (Whiteman *et al.* 1994; Wissinger et Whiteman 1992; Worthylake et Hovingh 1989). Notre étude a été menée près de la limite septentrionale de l'habitat de l'espèce. Si les déplacements annuels sont fonction d'un régime précis de précipitations et de températures, dans le secteur où l'étude a été effectuée, des conditions favorables au cours d'une année donnée ou entre deux années peuvent être rares et variables. S'il s'agissait de déplacements après la saison de reproduction, la raison de cette évacuation massive et soudaine du lac Chilver n'est pas claire. Il se peut qu'il se soit agi d'une migration vers des quartiers d'hiver (Hassinger *et al.* 1970; Fowler 1935) ou d'une dispersion rendue nécessaire pour des raisons

- suite à la page 9 -

Déplacements en masse et mortalité des salamandres tigrées

- suite de la page 8 -

de densité de la population. Certaines données semblent indiquer que les populations d'amphibiens fluctuent grandement en fonction des ressources et que des déplacements en masse peuvent survenir lorsque ces populations atteignent un certain seuil de densité (Langton 1989)

Il n'existe pas de données historiques sur les déplacements des salamandres tigrées dans cette partie de l'habitat de l'espèce, ni sur la fréquence de ces migrations dans le passé, le cas échéant. De façon à pouvoir évaluer les incidences éventuelles de la route transcanadienne sur l'occupation continue de ce site par les salamandres tigrées, il faut établir la valeur de conservation des étangs et lacs de la région. Des renseignements au sujet de la distribution des salamandres tigrées et du degré de connectivité de leur habitat dans cette région nous aideront à mieux comprendre la structure de leur métapopulation ainsi que les conséquences de la présence humaine. À l'échelle locale, de nouvelles données nous permettront de connaître l'importance des lacs Chilver et Middle dans le contexte de la persistance des salamandres.

Les populations d'amphibiens varient naturellement dans le temps, ce qui peut placer un voile sur les effets de la présence humaine. Des études à long terme doivent donc être effectuées pour pouvoir différencier les écarts naturels de ceux causés par cette présence humaine. Nous recommandons de poursuivre l'étude sur la route transcanadienne et d'en élargir la portée de façon à pouvoir mieux

définir la distribution des espèces, confirmer les emplacements de reproduction et étudier les relations qui existent entre les variables biophysiques pouvant être à l'origine des déplacements des salamandres dans le contexte de conflits éventuels avec les couloirs de transport.

Des mesures proactives pourraient être prises sur-le-champ afin de réduire le taux de mortalité des salamandres tigrées, à l'endroit où l'étude a été menée, en leur permettant de passer sans danger sous la route sans entraver les déplacements naturels. Un ouvrage de drainage en métal d'un diamètre de 0,75 cm est situé sous cette route à moins de 50 m du point central où les victimes ont été repérées et, dans son état actuel, grâce à des clôtures de déviation temporaires, il pourrait être adapté, selon la saison, pour le passage des salamandres. Les salamandres tigrées ne concurrencent pas leurs parents dans les étangs où ils sont nés et colonisent rapidement de nouveaux étangs (Petranka 1998). Par conséquent, des mesures visant à réduire la mortalité en créant de nouveaux habitats du côté du lac Chilver pourraient porter fruit en permettant des migrations sans traversée de la route.

Anthony Clevenger est un écologiste chargé de recherches embauché à contrat par Parcs Canada au parc national Banff. Tél. : (403) 760-1371; fax : (403) 762-3240; courriel : tony_clevenger@pch.gc.ca.

OUVRAGES CITÉS

- Duellman, W.E. et L. Trueb. 1986. *Biology of amphibians*. McGraw-Hill, New York.
- Duellman, W.E. 1954. Observations on autumn movements of the salamander *Ambystoma tigrinum tigrinum* in southeastern Michigan. *Copeia*, 1954 : 156-157.
- Fowler, R.L. 1935. A note on the migration of the tiger salamander, *Ambystoma tigrinum*. *Canadian Field-Naturalist* 49 : 59-60.
- Hairston, N.A. 1987. *Community ecology and salamander guilds*. Cambridge University Press, Cambridge, Angleterre.
- Hassinger, D.D., J.D. Anderson et G.H. Dalrymple. 1970. The early life history and ecology of *Ambystoma tigrinum* and *Ambystoma opacum* in New Jersey. *American Midland Naturalist* 84 : 474-495.
- Langton, T.E.S. (Ed.). 1989. *Amphibians and roads*. ACO Polymer Products Ltd., Bedfordshire, Angleterre.
- Levine, N. 1999. *Crimestat: a spatial statistics program for the analysis of crime incident locations*. Ned Levine & Associates : Annandale, Virginie et National Institute of Justice, Washington, D.C.
- Petranka, J.W. 1998. *Salamanders of the United States and Canada*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- Russell, A.P. et A.M. Bauer. 1993. *The amphibians and reptiles of Alberta*. Presses de l'Université de Calgary, Calgary et presses de l'Université de l'Alberta, Edmonton.
- Salt, J.R. 1979. Some elements of amphibian distribution and biology in the Alberta Rockies. *Alberta Naturalist* 9 : 125-136.
- Semlitsch, R.D. 1983. Terrestrial movements of an eastern tiger salamander, *Ambystoma tigrinum*. *Herpetological Review* 14 : 112-113.
- Semlitsch, R.D. 1985. Analysis of climatic factors influencing migrations of the salamander *Ambystoma talpoideum*. *Copeia* 1985 : 477-489.
- Whiteman, H.H., S.A. Wissinger et A.J. Bohonak. 1994. Seasonal movement patterns in a subalpine population of the tiger salamander, *Ambystoma tigrinum nebulosum*. *Journal canadien de zoologie* 72 : 1780-1787.
- Whiteman, H.H., R.D. Howard et K.A. Whitten. 1995. Effects of pH on embryo tolerance and adult behavior in the tiger salamander. *Canadian Journal of Zoology* 73 : 1529-1537.
- Wissinger, S.A. et H.H. Whiteman. 1992. Fluctuation in a Rocky Mountain population of tiger salamanders: anthropogenic acidification or natural variation? *Journal of Herpetology* 26 : 377-391.
- Worthylake, K.M. et P. Hovingh. 1989. Mass mortality of salamanders (*Ambystoma tigrinum*) by bacteria (*Acinetobacter*) in an oligotrophic seepage mountain lake. *The Great Basin Naturalist* 49 : 364-372.

Programme de biodiversité des espèces marines

- suite de la page 5 -

commerciale à Gwaii Haanas.

Les bases de données de recensement des espèces de Gwaii Haanas ont été partiellement adaptées à partir du modèle élaboré par l'organisme Association for Systematic Collections en vue de la gestion des collections de spécimens aux musées et herbiers (CNC 1997). Plutôt que pour la gestion des collections de spécimens, les bases de données de Gwaii Haanas sont conçues pour la gestion des observations, qu'il s'agisse d'un spécimen dans un musée ou d'une information parue dans un rapport non publié. Les bases de données comprennent les caractéristiques suivantes :

- hiérarchie taxonomique – les observations peuvent exister à n'importe quel niveau taxonomique ou être regroupées selon des liens phylogénétiques;

- emplacement – chaque observation comporte des coordonnées spatiales permettant des analyses et l'intégration géographique avec d'autres données;

- dates des observations – les dates permettent d'effectuer des demandes temporelles et des analyses chronologiques;

- références – une citation de la source (bibliographique lorsque possible) pour chaque observation;

- indicateurs – des commentaires comme des estimations sur la précision spatiale et la qualité de l'observation sont fournis dans chaque cas.

La figure 1 illustre une demande spatio-temporelle tenant compte des caractéristiques précitées. Le degré de fiabilité de l'identification des espèces est noté et celui de certitude spatiale est précisé en fonction de la grosseur d'un cercle. L'estimation qualitative du degré de certitude est fondé sur les

descriptions des lieux d'origine (souvent narratives) ainsi que sur l'échelle utilisée (p. ex., un trait de 1 mm sur une carte dont l'échelle est de 1 : 50 000 donne un degré de certitude de ± 50 m au sol).

La conception de notre base de données permet des activités élémentaires comme le recensement des espèces et aussi parfois d'assemblages ou de communautés. Elle pourrait également servir à des démarches plus poussées et complexes comme l'examen de la biodiversité en termes de composition, de structure et de fonction (Noss 1990) ou encore en termes de taxonomie, de génétique et d'écologie (Angermeier et Schlosser 1995). Pour le moment, notre base de données permet de repérer les éléments de composition et de taxonomie dans le cadre de telles démarches. Au fur et à mesure qu'elle évoluera, la base de données pourrait servir, dans la perspective de la fonction et de la structure des écosystèmes, à définir les relations trophiques entre les espèces ou les groupes d'espèces.

De façon pratique, la base de données pourrait par exemple permettre, en tenant compte de la diversité des espèces végétales, de mieux connaître le degré d'exposition dans les zones intertidales. Sloan et Bartier (2000) illustrent des zones intertidales rocailleuses autour de S'Gaang Gwaii (île Anthony), dans lesquelles les espèces de plantes visibles dominantes ont été enregistrées et leur présence mise en relation en fonction de l'exposition aux vagues selon une classification tenant compte de l'orientation, des vents dominants et des analyses morphologiques des berges établie par Harper *et al.* (1994). Les données plus détaillées de Sloan et Bartier sur les espèces visibles ont révélé des variations à l'intérieur de la classification de l'exposition aux

vagues de Harper à certains endroits précis. Un raffinement des données sur la présence ou l'absence d'espèces végétales a permis des améliorations par rapport aux tâches portant sur l'exposition des berges (Sloan et Bartier, *présenté*).

CONCLUSIONS

Nos recensements portent sur la diversité des espèces de la région, respectent les connaissances acquises par les Autochtones, facilitent la présentation de demandes spatio-temporelles élaborées et traitent de questions techniques pertinentes au sujet de la conservation. Par ailleurs, ils favorisent la consultation par le grand public, un élément essentiel, en rendant « plus accessible » l'information scientifique. Les recensements constituent la première étape d'un processus à long terme dans le cadre de l'exécution du mandat de Parcs Canada visant la compréhension de la fonction et de la structure de l'écosystème marin tout en permettant des utilisations durables multiples. Tel que mentionné par Ray (1996), « *l'un des problèmes fondamentaux de la conservation est que l'information sur les liens existant entre la diversité des espèces et la fonction écologique est très rare* ». Nous devons donc évoluer et passer de la phase exploratoire/descriptive actuelle (le *QUOI*) vers une phase procédurale/explicative (le *COMMENT*).

Norm Sloan est écologiste des milieux marins à la réserve de parc national Gwaii Haanas/site du patrimoine Haida, C.P. 37, Îles de la Reine-Charlotte (C.-B.) V0T 1S0. Tél. : (250)559-6342; fax : (250)559-8366; norm_sloan@pch.gc.ca

Pat Bartier est gestionnaire, SIG et base de données, à la réserve de parc national Gwaii Haanas. Tél. : (250) 559-6316; courriel : pat_bartier@pch.gc.ca

OUVRAGES CITÉS

Angermeier, P.L. et I.J. Schlosser. 1995. Conserving aquatic biodiversity: beyond species and populations. American Fisheries Society Symposium 17 : 402-412.

CNC (Computerization and Networking Committee, Association of Systematic Collections). 1997. The Biological Collections Reference Model, Version 6/23/1997, 25 juillet 2000 <http://gizmo.lbl.gov/DM_TOOLS/OPM/BCSL/BCSL.html>.

Harper, J.R. et al. 1994. Ecological Classification of Gwaii Haanas – Biophysical Inventory of Coastal Resources. Rapport préparé pour Parcs Canada, Calgary (Alberta) par Coastal & Ocean Resources Ltd., Sidney, BC. 115 p.

Noss, R.F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. Conservation Biology 4 : 355-364.

Parcs Canada 1994. Principes directeurs et politiques de gestion. Patrimoine canadien, Hull (Québec). 125 p.

Ray, G.C. 1996. Coastal-marine discontinuities and synergisms: implications for biodiversity conservation. *Biodiversity and Conservation* 5 : 1095-1108.

Sloan, N.A. et P.M. Bartier. 2000. Living marine legacy of Gwaii Haanas. I. Marine plant baseline to 1999 and plant-related management issues. Parcs Canada – Technical Reports in Ecosystem Science 27 : 104 p. Halifax (N.-É.) : Parcs Canada.

Sloan, N.A. et P.M. Bartier. *Présenté*. Taking stock: ideas about inventory for Parks Canada's Marine Conservation Areas. Dans : *Learning from the past, looking to the future*. SAMPA IV, Waterloo, mai 2000.

Les assemblages de poissons dans le sud des îles Gulf en C.-B.

Analyse des données extraites des registres de plongée en scaphandre autonome

Tomas Tomascik et Clifford L.K. Robinson

La planification, l'établissement et la gestion d'aires marines nationales de conservation (AMNC) nécessiteront la collecte d'un grand éventail de données et de renseignements sur la diversité des espèces, des communautés et des écosystèmes. Deux facteurs importants restreignent l'efficacité de la collecte de données sur la biodiversité dans les zones marines côtières. Premièrement, les écosystèmes marins sont hautement dynamiques dans le temps et dans l'espace. Par conséquent, l'évaluation de la biodiversité doit s'effectuer rapidement et avec précision. Deuxièmement, l'échantillonnage sur le terrain est extrêmement coûteux de sorte que les méthodes privilégiées devront être utilisées fréquemment et de manière cohérente à un coût relativement bas, et n'entraîner que des incidences minimales, sinon aucune, sur les écosystèmes.

Une des méthodes d'évaluation de la biodiversité du milieu marin qui répond à ces critères est celle de l'analyse des observations enregistrées par les amateurs de plongée sous-marine en scaphandre autonome. Des protocoles normalisés pour les recensements effectués par des plongeurs bénévoles ont été élaborés en 1993 par l'organisation REEF (Reef Environmental Education Foundation) avec l'appui de la Société pour la protection de la nature (Pattengill-Semmens et Semmens 1999). La technique dite Roving Diver employée par REEF est utilisée par des plongeurs en scaphandre autonome ou en plongée libre pour le recensement de chaque espèce de poisson observée (Schmitt et Sullivan 1996). Les participants sont incités à scruter les bordures de récifs et la colonne d'eau. REEF a déjà effectué des recensements en Floride, dans les Caraïbes, en Californie, en Oregon, dans l'État de Washington et en Colombie-Britannique. Cette technique s'est également révélé très efficace lors d'études d'aires marines protégées (Pattengill-Semmens à l'impression, Pattengill-Semmens et Semmens 1998). On utilise actuellement les données recueillies par Reef pour évaluer les effets des aires marines protégées (c'est-à-dire des zones de prise interdite) dans le refuge marin national de la région des Keys en Floride. Des chercheurs ont utilisé les données pour produire des listes de distribution des espèces qui les ont aidés à identifier des variations temporelles dans la distribution d'espèces et à réaliser des analyses d'écart pour la sélection de l'emplacement d'aires marines protégées (Pattengill-Semmens et Semmens 1999). En règle générale, ces méthodes de recensement visuel ne sont pas destructives et permettent d'étudier rapidement la structure de communautés de poissons marins en eau peu profonde.

Le principal objectif de cette étude était d'évaluer dans quelle mesure les recensements visuels de poissons effectués par des plongeurs en scaphandre autonome formés pour les besoins d'identification des espèces peuvent procurer à Parcs Canada de l'information significative sur la biodiversité. Nous avons posé trois grandes questions : les données recueillies par les plongeurs peuvent-elles servir d'éléments d'information historique sur la biodiversité des poissons marins dans les AMNC? Peut-on avoir recours à des plongeurs amateurs pour définir les caractéristiques faunistiques des communautés de poissons locales? Les assemblages de poissons identifiés à partir des recensements des plongeurs sont-ils mis en relation avec d'autres mesures de la diversité de l'habitat, telles que la stratification de la colonne d'eau et le flux maximal des courants de marée.

ZONE ET MÉTHODES D'ÉTUDE

Le sud des îles Gulf, dans la partie méridionale du détroit de Georgia, fait l'objet d'une étude de faisabilité de Parcs Canada en vue de la création d'une AMNC (voir l'encadré). Ces îles sont situées dans la zone à l'abri des précipitations qui englobe l'île de Vancouver. En conséquence, le climat y est beaucoup plus sec et doux que celui du continent. L'apport d'eau douce dans le système marin est relativement peu important. La géologie du sud des îles Gulf est généralement dominée par des roches sédimentaires du groupe de Nanaimo, formé à l'époque du Crétacé, il y a quelque 140 millions d'années. Le relief actuel du sud des îles Gulf remonte à 55 millions d'années, soit au moment de la compression de la plaque Kula contre la plaque nord-américaine (Cannings et Cannings 1999). À l'origine, les îles faisaient partie de l'île de Vancouver, mais se sont détachées

- suite à la page 12 -

AIRE MARINE NATIONALE

DE CONSERVATION

Étude de faisabilité

Au cours de la dernière décennie, l'établissement de zones de protection marine (ZPM) a été minutieusement étudié par les scientifiques, les médias et le grand public (Agardy 1997). Au Canada, trois organismes fédéraux, Environnement Canada, Pêches et Océans Canada ainsi que Parcs Canada, participent activement à la gestion, à la préservation et à la protection de la biodiversité marine. Ils jouent des rôles distincts les uns des autres, mais complémentaires, pour la protection des écosystèmes marins et côtiers. Aux termes de la *Loi sur les océans*, le ministre des Pêches et des Océans joue le rôle prépondérant, soit de coordonner la mise en place d'un réseau de zones de protection marine. En 1995, le Canada et la Colombie-Britannique signaient un protocole d'entente visant un programme intitulé Héritage patrimonial marin du Pacifique (HPMP) pour l'établissement d'un réseau de zones marines et côtières de protection le long de la côte du Pacifique. Les grandes lignes du processus d'établissement de ce réseau font l'objet d'un avant-projet de stratégie de ZPM pour la côte du Pacifique en territoire canadien élaboré conjointement par six organismes fédéraux et provinciaux (Canada et Colombie-Britannique 1998). En 1998, les gouvernements du Canada et de la Colombie-Britannique annonçaient conjointement l'amorce d'une étude de faisabilité sur l'établissement d'aires marines nationales de conservation (AMNC) dans le sud des îles Gulf et le sud du détroit de Georgia. Les AMNC font partie d'un groupe de zones administrées par Parcs Canada pour la protection et la commémoration du patrimoine naturel et culturel du pays. L'objectif du programme d'AMNC est de protéger et de préserver à jamais les aires marines des trois océans et des Grands Lacs qui sont représentatives des 29 régions naturelles du pays, ainsi que d'encourager la connaissance, l'appréciation et la jouissance de ce patrimoine marin au sein de la population, de façon à ce qu'il demeure intact à l'intention des générations futures (Parcs Canada 1995). Il s'agit d'un effort d'harmonisation de la protection de l'écosystème, de la conservation et de l'utilisation durable des ressources naturelles renouvelables. L'accès à ces zones est offert à tous les Canadiens pour leurs besoins de loisirs, de tourisme et d'apprentissage.

Les assemblages de poissons dans le sud des îles Gulf

- suite de la page 11 -

au cours du dernier million d'années sous l'effet de l'avance et du recul des glaciers qui les ont façonnées durant quatre périodes glaciaires (Thomson 1981). La complexité de leur physiographie a un effet marqué sur les processus océanographiques et par conséquent une influence considérable sur la biodiversité marine de la région.

L'étude actuelle est fondée sur des données recueillies par des plongeurs au fil des ans dans le sud des îles Gulf et obtenues par Parcs Canada en 1999 de Andy Lamb, Donna Gibbs et Charlie Gibbs, qui sont associés à Pacific Marine Life Surveys Inc. (PMLSI 1999). Andy Lamb, qui compte plus de 1 880 opérations de plongée à son actif, est l'auteur de *Coastal Fishes of the Pacific Northwest* (Lamb et Edgell 1986), ouvrage fondamental sur l'identification des poissons marins des eaux de la Colombie-Britannique. De plus, Andy Lamb participe aux programmes éducatifs du Marine Science Centre de l'Aquarium de Vancouver. Donna et Charlie Gibbs ont effectué collectivement 1 300 plongées et participent à des programmes éducatifs sur le milieu marin en Colombie-Britannique. Donna Gibbs prête également son concours aux programmes éducatifs du Marine Science Centre de l'Aquarium de Vancouver. Les 408 inscriptions aux registres de plongée obtenues de PMLSI couvrent 32 ans (1967-1999) et ont été classées selon 18 zones de plongée en fonction de leur proximité l'une à l'autre, des descriptions d'habitat extraites des registres de plongée et de discussions avec les membres de PMLSI. Les lieux de plongée représentent une grande variété d'habitats (p. ex., des pentes boueuses, des herbiers, des récifs rocheux, des peuplements d'algues brunes, etc.) dans toutes sortes d'emplacements, abrités ou exposés et baies ou détroits. La technique de recensement utilisée pour la présente étude est semblable à celle dite Roving Diver.

PMLSI a utilisé une technique de recensement différente de la technique dite Roving Diver décrite ci-dessus, c'est-à-dire que les observations faites durant une opération de plongée ont été enregistrées postérieurement à l'opération, au cours d'une séance de compte rendu. Après chaque opération, les espèces présentes ont été enregistrées selon l'abondance relative des individus observés. Sept catégories d'abondance ont été utilisées : 0 - aucun; 1 - peu; 2 - quelques; 3 - grand nombre; 4 - très grand nombre; 5 - abondance; 6 - grande abondance. Les totaux pour chaque espèce, par emplacement, ont été regroupés, multipliés par 100 et divisés par 6 pour obtenir une abondance relative entre 0 et 100.

Afin de déterminer dans quelle mesure nous pouvons nous attendre à une plus grande diversité des espèces à mesure que des études plus approfondies seront réalisées dans la région, nous avons établi une courbe espèces-plongeon semblable à une courbe espèces-région traditionnelle. Nous avons constaté un rapport positif (courbe asymptotique) entre la diversité des espèces et le nombre de plongées effectuées dans chacune des 18 zones de plongée. La courbe marque un palier à compter d'environ 30 plongées, ce qui donne à penser que des plongées supplémentaires révéleraient peu d'espèces additionnelles. Toutefois, puisque moins de 30 plongées ont été effectuées dans la majorité des zones de plongée, nous prévoyons qu'un plus grand nombre d'espèces seront enregistrées à mesure que le nombre de recensements réalisés dans ces zones se rapprochera de 30.

La diversité des espèces dans chacune des 18 zones de plongée a été évaluée selon la diversité spécifique (c.-à-d. le nombre d'espèces dans la communauté) et au moyen de l'indice de Simpson (1-D) (Krebs 1999). L'équitabilité des espèces a été mesurée grâce à l'indice d'équitabilité de Smith et Wilson (Krebs 1999). Les données d'abondance relative obtenues des 18 zones de plongée ont été analysées au moyen de la matrice de dissimilitude de Kulczynski (SYSTAT 1996). Afin d'évaluer les similitudes faunistiques parmi les 18 zones de plongée, et de rechercher des profils spatiaux, une analyse par regroupement de la matrice de dissimilitude de Kulczynski a été effectuée au moyen de la méthode de la distance minimale de Ward (SYSTAT 1996).

La diversité des habitats a été calculée pour chacune des 18 zones de plongée par le comptage des différents types d'habitat compris dans chaque lieu de plongée. Pour les besoins de la présente étude, l'habitat est défini comme étant un lieu d'habitation (c.-à-d. un endroit où une espèce trouve tout ce dont elle a besoin pour survivre) et est caractérisé par des cavernes, des parois verticales, des herbiers, des points d'affleurement rocheux, etc. Mike Foreman (Institut des sciences de la mer, Sidney, C.-B.) a fourni des renseignements sur les courants de marée et la stratification de la colonne d'eau. Des vitesses maximales de courants de marée ont été affectées à chaque zone de plongée, d'après un modèle numérique aux éléments finis et des observations faites durant la période

- suite à la page 13 -

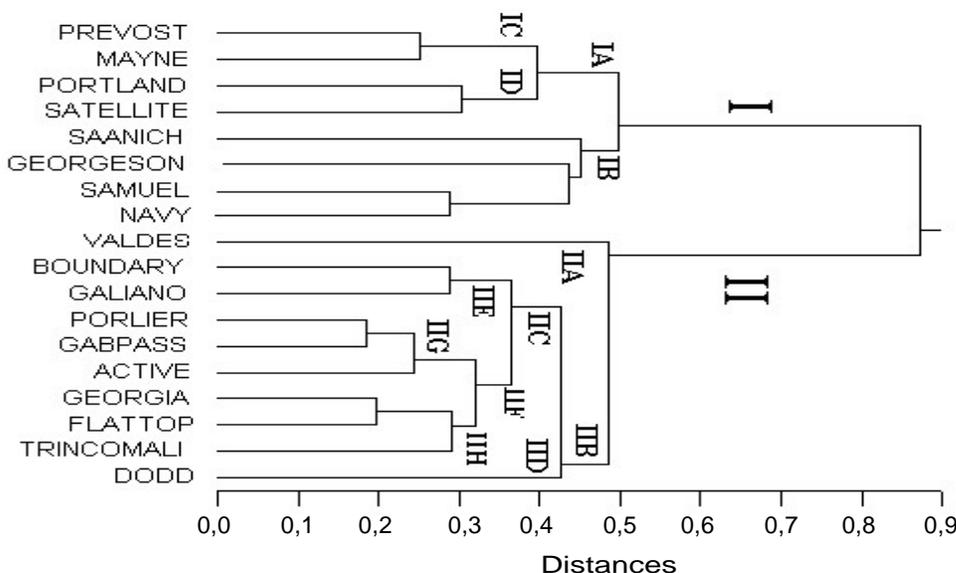


Figure 1. Schéma relationnel des 18 zones de plongée constituant la zone d'étude de faisabilité effectuée dans le cadre du programme HPMP dans le sud des îles Gulf. Les groupes ont été établis au moyen de la méthode de la distance minimale de Ward en fonction de la matrice de dissimilitude de Kulczynski, calculée d'après l'abondance relative selon chaque espèce.

Les assemblages de poissons dans le sud des îles Gulf

- suite de la page 12 -

du 1^{er} au 31 janvier. La stratification de la colonne d'eau dans chaque zone de plongée a été caractérisée par le paramètre de stratification $\log(M) = H/[rC_p <U^3>]$, en fonction de courants de marée dont la moyenne est établie verticalement dans le modèle aux éléments finis mentionné ci-dessus.

Nous avons effectué de simples régressions linéaires pour déterminer la présence éventuelle de rapports entre les caractéristiques faunistiques des communautés de poissons et les conditions environnementales de la zone d'étude. Toutes les analyses statistiques ont été effectuées au moyen de SYSTAT 8.0.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

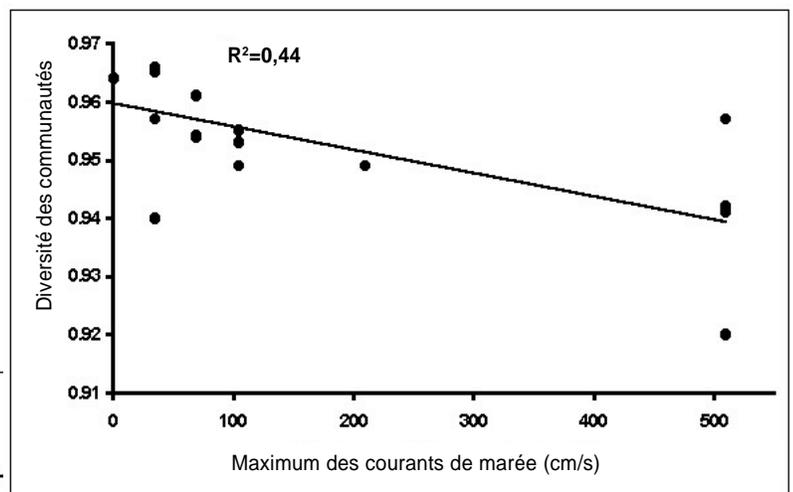
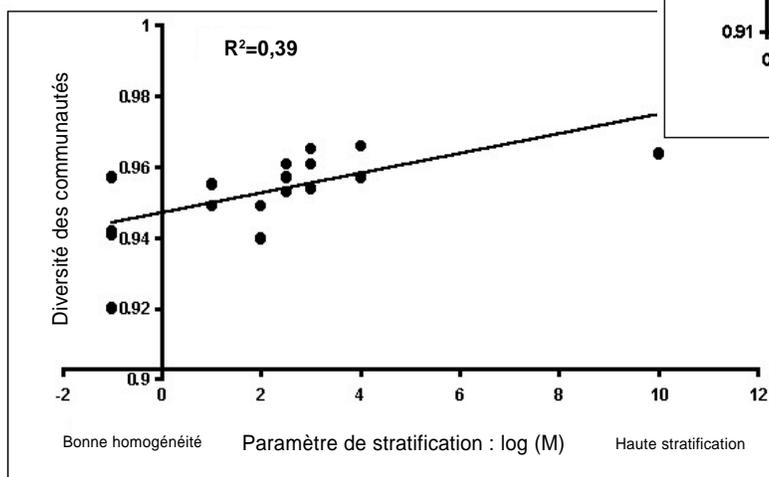
Les plongeurs ont relevé 68 espèces de poissons marins (classe des Ostéichthyens) appartenant à 56 genres et 22 familles. Les deux familles comptant le plus grand nombre d'espèces étaient les chabots (*Cottidae*, 17 espèces, représentant 25 % de la diversité spécifique) et les scorpenes (*Scorpaenidae*, huit espèces). Seulement huit espèces (11,8 %) étaient présentes dans toutes les zones de plongée. Les espèces les plus répandues étaient le sébaste cuivré (*Sebastes caurinus*), le sébaste à dos épineux (*Sebastes maliger*), la gobie aux yeux noirs (*Coryphopterus nicholsi*), le chabot à longues nageoires (*Jordania zonope*), le chabot à tête écailleuse (*Artedius harringtoni*), le sourcil de varech (*Haxagrammos decagrammus*), la morue-langue (*Ophiodon elongatus*) et le ditrème rayé (*Embiotoca lateralis*). Toutes ces espèces ont été relevées dans chacune des 18 zones de plongée au moins une fois durant la période de recensement.

La diversité des espèces de la communauté de poissons, telle que mesurée au moyen de l'indice de diversité de Simpson (1-D) a varié de 0,920 à 0,966, signe d'une diversité relativement élevée dans les 18 zones de plongée. La diversité la plus faible a été notée dans le défilé de Dodd, caractérisé par de puissants courants de marée. L'indice de Simpson est considéré comme une mesure estimative solide de la diversité d'une communauté (Krebs 1999). En revanche, l'équitabilité des espèces (mesurée au moyen de l'indice d'équitabilité de Smith et Wilson), a varié de 0,34 à 0,96. La plus faible équitabilité a été mesurée dans les communautés de poissons vivant dans les défilés, tandis que la plus forte a été notée dans les communautés de poissons des eaux calmes de l'inlet Saanich. Ce rapport semble refléter la plus grande stabilité de la colonne d'eau de l'inlet Saanich comparativement aux zones

généralement turbulentes comme celle de la passe Active.

L'analyse par regroupement des données sur l'abondance relative (au moyen des distances minimales de Ward et des dissimilarités de Kulczynski) a permis de séparer les 18 zones de plongée en deux groupes parfaitement distincts (groupes I et II à la figure 1). Le tableau 1 établit la comparaison de rang des 20 espèces de poissons les plus répandues dans les deux groupes et indique l'écart faunistique entre les deux. Les résultats de l'analyse par regroupement permettent d'observer deux tendances. Le groupe I reflète une tendance est-ouest, et le groupe II, une tendance nord-sud. Il faudra effectuer des recherches supplémentaires pour déterminer l'importance de ces tendances au plan écologique. Dans le groupe I, seul l'inlet Saanich semble constituer une anomalie, puisqu'il s'intègre au groupe IB, dont les zones de plongée sont caractérisées par un plus grand mélange dans la colonne d'eau et des courants plus rapides que ceux de l'inlet Saanich. Dans le groupe II, on note un haut degré de similitude faunistique dans les zones de plongée qui représentent les trois grandes passes (soit Gabriola, Porlier et Active). Les résultats de l'analyse par regroupement révèlent en outre une distribution non aléatoire dans les assemblages de poissons et donnent à penser que la répartition spatiale des communautés de poissons est peut-être fonction de la complexité de l'habitat et des conditions océanographiques. Ces théories ont été examinées plus en profondeur au moyen d'une analyse de régression linéaire. La diversité des espèces (1-D de Simpson) a été mise en relation négativement avec les courants de marée maximaux (figure 2) et positivement avec la stratification de la colonne d'eau (figure 3). Ces résultats révèlent que la

- suite à la page 20 -



↑ Figure 2. Régression linéaire indiquant une relation inverse importante ($P < 0,003$) entre la diversité des communautés [mesurée au moyen de l'indice de Simpson (1-D)] et les courants de marée de vitesse maximale (cm/s) dans le sud des îles Gulf.

← Figure 3. Régression linéaire indiquant une relation positive importante ($P < 0,006$) entre la diversité des communautés [mesurée au moyen de l'indice de Simpson (1-D)] et la stratification de la colonne d'eau [mesurée au moyen du paramètre de stratification $\log(M)$].

Une fenêtre sur le passé

Recherche paléocologique dans les réserves de parc national côtières de la Colombie-Britannique

Marlow Pellatt

L'article qui suit dresse un portrait des travaux de recherche paléocologique qui ont été effectués ou se poursuivent dans la réserve de parc national Gwaii Haanas (Haida Gwaii et île Anthony) et dans le sud de l'île de Vancouver, près de la réserve de parc national des îles-Gulf (proposée) - (voir la carte hors-texte). Ces études montrent comment les données paléocologiques sur la dynamique des communautés végétales peuvent renseigner les scientifiques et les gestionnaires de manière plus précise sur les processus écosystémiques à long terme, et les aider à comprendre l'état actuel de l'intégrité écologique dans les parcs nationaux et les zones protégées.

Les principaux outils employés pour la réalisation de ces enquêtes sont les analyses de microfossiles de pollen et de plantes provenant de sédiments radiodatés extraits de lacs, d'étangs, de tourbe et d'un fjord. Puisant à ces sources, Pellatt et Mathewes (1997) ont étudié les changements de position de la limite des arbres et l'évolution de la végétation subalpine/alpine résultant du changement climatique à Haida Gwaii et dans la région du nord-ouest bordée par le Pacifique. Les modifications à la structure forestière à faible altitude sur l'île Anthony font l'objet d'une enquête visant à relever les perturbations d'origine climatique et peut-être même anthropique (Hebda *et al.*, en voie d'édition; Pellatt et Macmillan 2000). Une étude à forte résolution portant sur les rôles du climat et de l'utilisation éventuelle des terres par l'être humain vient de se terminer près de l'inlet Saanich (Pellatt *et al.*, à l'impression).

PALÉOÉCOLOGIE ET PRÉVISION DES CHANGEMENTS

La paléocologie est l'étude des individus, des populations et des communautés de végétaux et d'animaux disparus depuis des années ou des millénaires, des rapports qu'ils entretenaient entre eux et de leur façon de réagir à l'évolution de leur environnement (Delcourt et Delcourt 1991).

L'ère quaternaire (qui dure depuis deux millions d'années) est un terrain fertile pour la recherche écologique sur les changements relativement récents. Elle nous permet en outre de tester des hypothèses écologiques concernant les processus à long terme pour lesquels il n'existe pas de résultats ou de preuves empiriques (en raison notamment de l'existence relativement récente de l'humanité et des archives historiques limitées). En supposant que les processus physiques qui ont entraîné l'évolution biotique par le passé continuent de le faire aujourd'hui, les scientifiques peuvent mesurer en termes absolus l'étendue et le degré des changements écologiques dans le temps, et même prédire la composition des écosystèmes futurs.

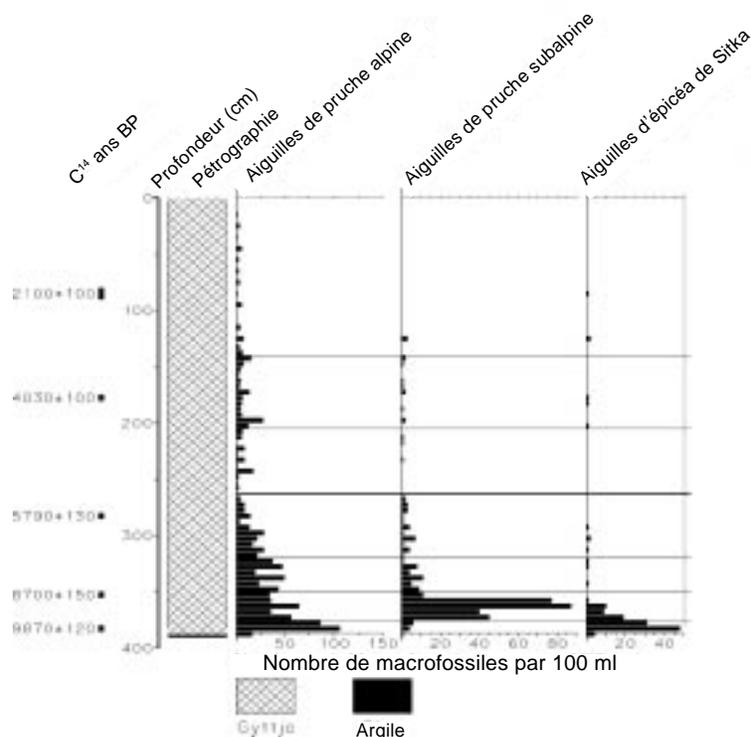
GWAII HANAAS

Haida Gwaii

Les recherches récentes, ou celles qui se poursuivent, dans Haida Gwaii jettent un éclairage nouveau sur différentes questions : le changement climatique, les déplacements de la limite des arbres, les déplacements du niveau de la mer et le peuplement des Amériques. Le changement au niveau de la structure de l'écosystème dans le contexte du changement climatique est un sujet particulièrement intéressant.

Les écosystèmes forestiers de Haida Gwaii ont beaucoup évolué au cours des 10 000 dernières années. La limite des arbres, c'est-à-dire l'altitude au-delà de laquelle les arbres ne peuvent croître, est une zone de transition largement définie par les températures, les précipitations et le manteau neigeux. Puisque les arbres atteignent leur limite écologique au point de séparation entre la zone subalpine et la zone alpine, la limite des arbres convient particulièrement bien à l'étude du changement climatique et de ses effets sur les écosystèmes. La recherche effectuée dans la zone de transition subalpine/alpine de Haida Gwaii a révélé un changement à grande échelle dans la structure de l'écosystème au cours de l'Holocène (10 000 dernières années radiocarbones (ans ¹⁴C avant le présent), Pellatt et Mathewes 1997 : figure 1). Durant l'Holocène ancien (9600 à 6600 ans ¹⁴C avant le présent), le climat était plus chaud et plus sec qu'il ne l'est aujourd'hui. Les analyses du pollen et des macrofossiles végétaux ont permis d'établir que la pruche occidentale (*Tsuga heterophylla*) et l'épicéa de Sitka (*Picea sitchensis*), essences que l'on retrouve normalement à faible altitude, poussaient autrefois à la limite des arbres actuelle. Les écosystèmes subalpins/alpins actuels de Haida Gwaii ont été établis après 3400 ¹⁴C avant le présent. Des estimations quantitatives fondées sur des analyses statistiques (Clague *et al.* 1992; Pellatt *et al.* 2000) révèlent que durant l'Holocène ancien, les températures étaient de 0,65 à 4 °C supérieures à celles d'aujourd'hui. Ces données donnent à penser que si la température devait augmenter de deux degrés Celsius (l'écart affiché par les modèles de changement climatique à l'échelle mondiale), une bonne partie de l'écosystème alpin de la RPN Gwaii Haanas commencerait à disparaître au cours des 50 à 100 prochaines années.

- suite à la page 15 -



← Figure 1. Schéma de macrofossiles végétaux à l'étang Louise; l'âge radiocarbonate est indiqué à droite (les pollens d'autres espèces ont été identifiés et analysés, mais les résultats ne sont pas inclus dans cette figure).

Île Anthony

Les recherches qui se poursuivent actuellement sur l'île Anthony, dans la RPN Gwaii Haanas, ont permis de documenter 12 000 ans d'histoire de la végétation et du climat sur les lieux d'une étude menée à faible altitude (figure 2) (Pellatt and MacMillan 2000; Hebda *et al.* en voie d'édition). Des données polliniques recueillies sur l'île Anthony ont été intégrées dans un modèle statistique multidimensionnel relatif aux zones côtières de la Colombie-Britannique afin de quantifier l'évolution des assemblages de pollen par rapport aux zones de végétation actuelles. Ce modèle s'appuie sur des assemblages polliniques contemporains provenant de sédiments recueillis à la surface de lacs le long de la côte de la Colombie-Britannique. Une analyse de correspondance par dissociation (ACD) est utilisée pour établir le rapport entre les communautés végétales contemporaines et les assemblages polliniques contemporains et, par inférence, la structure de végétation passée (Pellatt *et al.* 1997).

L'analyse et l'ordination polliniques (ACD) permettent de constater que les communautés végétales de l'île Anthony ont subi de vastes changements depuis la déglaciation. Les figures 3 et 4 montrent que l'occupation primitive par les Haïdas pourrait avoir eu des effets importants sur la végétation de l'île entre 450 et 1 000 ans ¹⁴C avant le présent, par la création d'un paysage non analogue au précédent (~ 11 000 à 1 500 ans ¹⁴C avant le présent) et au suivant (présent à 450 ans ¹⁴C avant le présent). Trois tendances particulièrement tenaces sont constatées : les températures étaient plus chaudes qu'aujourd'hui entre ~10 000 et 6 500 ans ¹⁴C avant le présent; un épisode de temps frais et humide du type « Dryas récent » semble être survenu vers ~ 10 900 ans ¹⁴C avant le présent; il est possible de conclure qu'un climat continental froid aurait sévi vers 12 000 ans ¹⁴C avant le présent. Les résultats de

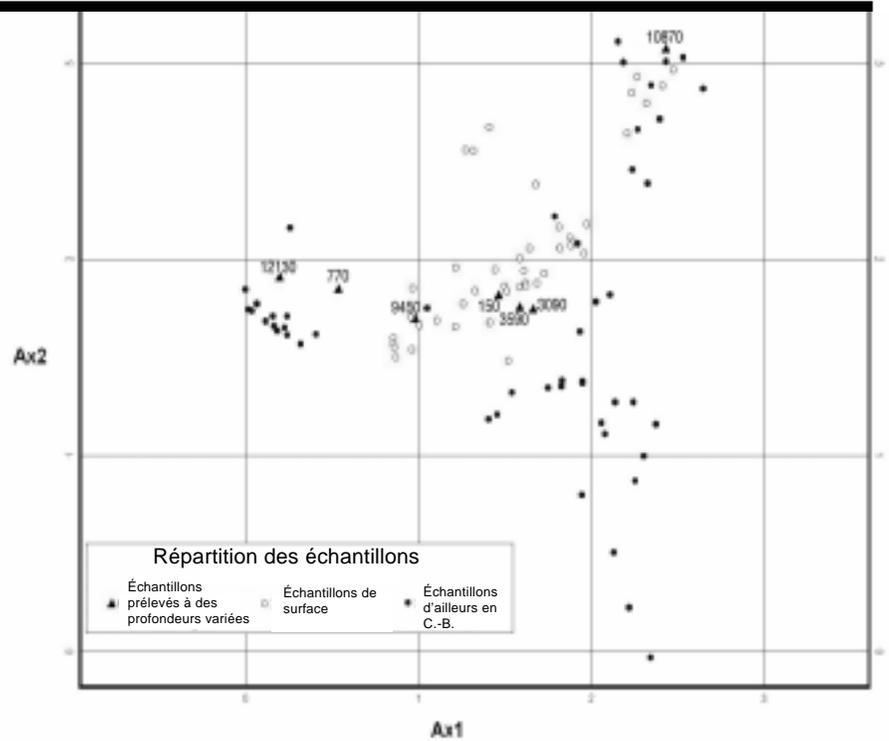


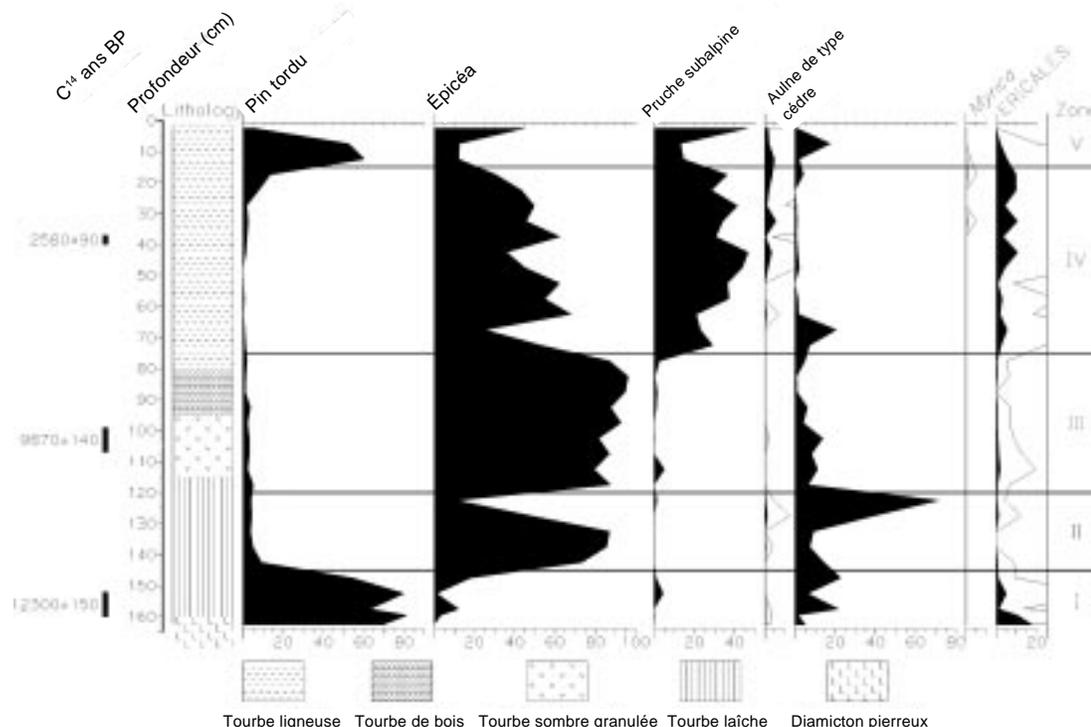
Figure 3. Analyse de correspondance par dissociation (ACD) d'échantillons polliniques contemporains provenant de la côte de la Colombie-Britannique. Des échantillons de pollen des sédiments de la crevasse SgAn'gwa-i prélevés à des profondeurs choisies ont été passivement inclus dans l'analyse des données.

l'ordination ACD donnent à penser que les changements subis par la végétation ont été profonds et ont donné lieu à des assemblages de plantes très différents de ceux que l'on trouve actuellement à Haida Gwaii. On met au point des modèles paléocécologiques à forte résolution pour la RPN Gwaii Haanas afin de dresser un portrait plus précis de ces changements profonds aux niveaux du climat et de la végétation.

Sud de l'île de Vancouver et sud des îles Gulf

Des recherches paléocécologiques sur l'histoire post-glaciaire du chêne de Garry (*Quercus garryana*) aideront Parcs Canada dans sa recherche de solutions aux questions d'intégrité écologique, de gestion du feu et de la gestion en fonction des écosystèmes pour la RPN que l'on propose pour le sud du détroit de Georgia. Le chêne de Garry est une composante distinctive du sud de l'île de Vancouver et du paysage des îles Gulf adjacent; il est représentatif de l'un des écosystèmes les plus menacés au Canada.

- suite à la page 16 -



← Figure 2. Schéma du pourcentage de pollen à la crevasse SgAn'gwa-i; l'âge radiocarbone est indiqué à droite.

Une fenêtre sur le passé

- suite de la page 15 -

L'analyse à forte résolution du pollen provenant de sédiments de l'inlet Saanich permet d'observer que des changements rapides aux niveaux de la végétation et du climat pourraient avoir eu lieu à différents moments au cours de l'Holocène (figure 4). L'évolution de la végétation de 8 700 à 8 300 ans (en fonction de l'année civile) avant le présent, ainsi que 5 600 ans avant le présent suggère que les communautés végétales ont réagi « rapidement » à l'évolution du climat. La réduction des populations de poacées (*Poaceae*) et de fougères aigles (*Pteridium*), ainsi que l'augmentation de celles du chêne (*Quercus*) durant l'Holocène ancien (8700 - 8300 avant le présent), s'est produite en moins de 400 ans, un déclin spectaculaire des populations de poacées et de fougères aigles s'étant produit en moins de 50 ans. Une augmentation marquée du pollen de cupressacées s'est produite en moins de 100 ans vers 5600 avant le présent. Ces résultats indiquent à quel point le changement climatique peut influencer rapidement sur la structure de la végétation, ce qui est particulièrement important lorsqu'on considère l'incidence que le changement climatique à venir aura sur le paysage.

Le pollen du chêne est présent dans l'Holocène ancien, mais ne devient pas une composante dominante du paysage avant 7500 avant le présent. Après une diminution du pollen de chêne entre 6800 et 3800, les taux d'accumulation du pollen (TAP) de chêne et de poacées augmentent légèrement vers 3800 avant le présent (figure 4). Cette augmentation néo-glaciaire correspond à des TAP plus élevés en ce qui concerne les conifères d'ombre tels que les cupressacées, la pruche occidentale, l'épicéa (*Picea*), le Douglas taxifolié (*Pseudotsuga*) et le sapin (*Abies*) (figure 4). Comme le climat régional devenait plus humide, cet accroissement tardif du pollen de chêne donne à penser que des facteurs locaux (c.-à-d. édaphiques ou anthropiques) auraient assuré le maintien de milieux propices au chêne près de l'inlet Saanich. À l'arrivée des Européens, on a observé que des savanes de chêne étaient entretenues par brûlage par les Autochtones (Boyd 1986). Il est raisonnable de supposer que le feu a été utilisé pour l'entretien des savanes au cours des 3 800 dernières années. En fait, les techniques de suppression modernes ont favorisé la conversion de savanes de chêne et de prairies en boisés et forêts qui ont permis aux conifères tels que le Douglas taxifolié d'envahir complètement le paysage (Tveten et Fonda, 1999).

L'influence des Premières nations sur la structure de l'écosystème soulève un point intéressant en ce qui concerne la gestion des zones protégées : nos décisions de gestion sont-elles fondées sur des mesures

objectives d'intégrité écologique? Dans bien des cas, l'intégrité écologique est interprétée en fonction de jugements de valeur : la structure de l'écosystème de telle ou telle zone protégée lorsqu'elle a été établie; les modèles historiques ou préhistoriques d'utilisation du sol préconisés par les Premières nations, importants sur le plan culturel; avant ou après l'arrivée des Européens; environnements pré-industriels. D'autres questions d'extrême importance pour l'intégrité écologique des zones protégées sont celles des régimes de perturbation, des espèces à risque et espèces exotiques et enfin, du réchauffement de la planète.

De nombreuses zones protégées ne font plus l'objet de cycles de perturbation naturelle, le feu par exemple, et peuvent abriter nombre d'espèces à risque ou « exotiques ». Le réchauffement de la planète se traduira certainement par des changements écosystémiques au cours des années à venir : par exemple, les écosystèmes alpins et les espèces qui en dépendent pourraient fortement régresser. D'autres changements pourraient survenir sous l'effet de la redistribution ou de la migration d'écosystèmes et des communautés et espèces qui les composent. Si la fragmentation des écosystèmes nuit à la connectivité et aux couloirs de migration naturelle, les écosystèmes futurs seront complètement transformés. Afin de comprendre les conséquences possibles de notre quête perpétuelle pour le rétablissement et le maintien de l'intégrité écologique dans nos parcs nationaux, nous devons comprendre les écosystèmes en fonction d'échelles qui leur sont pertinentes. La recherche paléocologique jouera sans doute un rôle important dans l'interprétation de ces processus complexes.

Marlow G. Pellatt, Ph.D. est écologiste des régions côtières à Parcs Canada, Centre de services de l'Ouest canadien, à Vancouver, et professeur adjoint à l'école de gestion des ressources et de l'environnement de l'Université Simon Fraser à Burnaby (C.-B.), Canada V5A 1S6. Tél. : (604) 666-2556; marlow_pellatt@pch.gc.ca

OUVRAGES CITÉS

- Boyd, R. 1986. Strategies of Indian burning in the Willamette Valley. Canadian Journal of Anthropology, 5: 65-86.*
Clague, J.J., Mathewes, R.W., Buhay, W.M. et T.W.D. Edwards. 1992. Early Holocene climate at Castle Peak, southern Coast Mountains, British Columbia, Canada. Paléogéographie, Paléoclimatologie, Paléoécologie, 95: 153-167.

- suite à la page 17 -

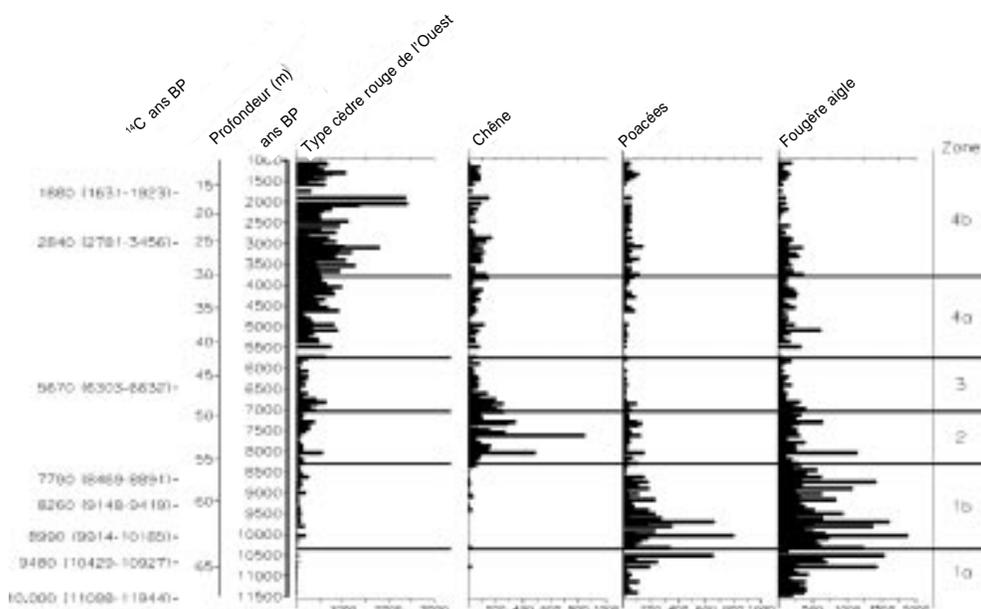


Figure 4. Schéma des taux d'accumulation de pollen à l'inlet Saanich; l'âge radiocarbone est indiqué à droite.

Une fenêtre sur le passé

- suite de la page 16 -

- Delcourt, R.D. et P.A. Delcourt. 1991. Quaternary Ecology: A Paleocological Perspective. Chapman & Hall: London.
- Hebda R.J. et R.W. Mathewes. 1986. Radiocarbon dates from Anthony Island, Queen Charlotte Islands, and their geological and archaeological significance. *Journal canadien des sciences de la terre*, 23: 2071-2076.
- Hebda, R.J., Pellatt, M.G., Mathewes, R.W., Fedje, D. et S. Acheson. En voie d'édition. Vegetation history of Anthony Island, Haida Gwaii and its relationship to climate change and human settlement.
- Pellatt, M.G., Hebda, R.J. et R.W. Mathewes. À l'impression. High-resolution Holocene vegetation history and climate from Hole 1034b, ODP Leg 169S, Saanich Inlet, Canada. *Marine Geology*.
- Pellatt, M.G. et MacMillan, G. 2000. Predicting species distribution on a small island in the north Pacific: application of Geographic Information System and ordination to protected area management. *Proceedings of the 4th International*

- Conference on Integrating Geographic Information System and Environmental Modeling (GIS/EM4): Problems, Prospects and Research needs. Banff (Alberta). <http://www.colorado.edu/research/cires/banff/upload/320/>
- Pellatt, M. G. et R. W. Mathewes. 1997. Holocene tree line and climate change on the Queen Charlotte Islands, Canada. *Quaternary Research*, 48: 88-99.
- Pellatt M.G., Mathewes R.W. et I.R. Walker. 1997. Pollen analysis and ordination of lake sediment-surface samples from coastal British Columbia, Canada. *Revue canadienne de botanique*, 75: 799-814.
- Pellatt, M.G., Smith, M.J., Mathewes, R.W., Walker, I.R. et S. Palmer. 2000. Holocene treeline and climate change in the subalpine and alpine zones of southwestern British Columbia. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 32: 73-83.
- Tveten, R.K. et R.W. Fonda. 1999. Fire effects on prairies and oak woodlands on Fort Lewis, Washington. *Northwest Science*, 73: 145-158.

Les modèles d'écosystème en fonction du climat

- suite de la page 7 -

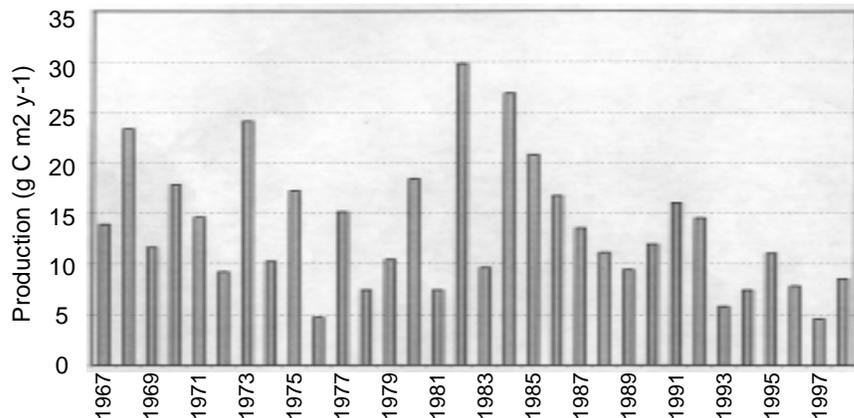


Figure 3.

Indice de production annuelle d'euphausiacés obtenu d'un modèle d'écosystème en fonction du climat (voir la figure 2) pour la côte sud-ouest de l'île de Vancouver.

enregistré. La simulation de la faible production d'euphausiacés en 1997 est conforme aux observations du faible taux de survie et de croissance des espèces qui dépendent des euphausiacés, comme le hareng, le saumon coho juvénile et l'alque. Les jeux de simulation au moyen du modèle d'ECC montrent comment différentes activités humaines telles que la pêche influent sur la dynamique du réseau alimentaire et comment ces effets se répercutent en cascade sur d'autres prédateurs qui dépendent des euphausiacés.

En résumé, les écosystèmes marins côtiers sont extrêmement dynamiques dans le temps et dans l'espace. Les gestionnaires de Parcs Canada ont besoin d'outils qui permettent d'intégrer nos connaissances les plus sûres quant aux principaux processus écologiques et environnementaux si l'on veut que Parcs Canada comprenne de quelle façon l'activité humaine influe sur la structure et la fonction des écosystèmes. L'élaboration et la mise en application de modèles d'ECC constituent une nouvelle démarche en mesure d'améliorer nos connaissances et de favoriser la gestion intégrée de la conservation et de l'utilisation durable des ressources polyvalentes dans les aires marines nationales de conservation.

Clifford L.K. Robinson, PhD, est écologiste des milieux marins au Centre de services de l'Ouest canadien, Parcs Canada, Vancouver (C.-B.), V6B 6B4. Tél. : (604) 666-2374; courriel : cliff_robinson@pch.gc.ca

OUVRAGES CITÉS

Mondor, C. et F. Mercier. 1995. Sea to Sea to Sea. Canada's National Marine Conservation Areas System Plan. Parks Canada. Ottawa. 106 p.

Robinson, C.L.K. et D.M. Ware. 1999. Simulated and observed response of the southwest Vancouver Island pelagic ecosystem to oceanic conditions in the 1990s. *Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques*. Sci. 56:1-12.

Robinson, C.L.K. 2000. The consumption of euphausiids by the pelagic fish community off southwestern Vancouver Island, British Columbia. *Journal of Plankton Research* 22: 1649-1662.

Robinson, C.L.K. à l'impression. Monitoring the ocean climate of coastal regions adjacent to Pacific Rim and Gwaii Haanas National Park Reserves. *Proceedings of the 4th Annual conference on the Science and Management of Protected Areas Association*. Waterloo (Ontario), Mai 2000.

Ware, D.M. et McFarlane, G.A. 1995. Climate induced changes in hake abundance and pelagic community interactions in the Vancouver Island Upwelling System. In : R.J. Beamish ed. *Climate change and northern fish populations*. Publication spéciale canadienne des sciences halieutiques et aquatiques. Sci. 121: 509-521.

FOUDRE, INCENDIES DUS À LA Foudre ET FRÉQUENCE DES INCENDIES DANS LES ROCHEUSES CENTRALES

Kiyoko Miyanishi, Edward A. Johnson, Sheri L. Gutsell, Matthew B. Dickinson et Richard D. Revel

Selon Heathcott (*Échos de la recherche* 7[3]), puisque l'efficacité d'embrasement de la foudre est faible sur les pentes orientales des Rocheuses, la fréquence élevée des incendies au fil des ans doit donc être en grande partie attribuable aux feux d'origine humaine, y compris ceux résultant d'activités culturelles des Autochtones. De plus, il attribue la réduction de la fréquence des incendies au cours du XX^e siècle à la cessation de ces activités culturelles de même qu'à la suppression des incendies. Le présent article a pour but d'expliquer pourquoi la faible corrélation entre les foudroiements et les incendies dus à la foudre ne signifie pas que la foudre n'a pas été une cause majeure des incendies. De plus, nous y citons des études sur les incendies qui laissent supposer que le changement climatique et la variabilité de modes d'utilisation des terres ont été les principaux facteurs de l'évolution de la fréquence des incendies dans le temps.

On sait depuis un certain temps que la densité des foudroiements est moindre dans la chaîne principale et les chaînons frontaux des Rocheuses que dans les régions à l'est des montagnes, soit les contreforts et les prairies de l'Alberta. Cela vient du fait que les vents, en franchissant les montagnes, créent des ondes sous le vent à l'est des Rocheuses (Chung *et al.* 1976). Les densités de foudroiements plus fortes sont associées aux courbes ascendantes des ondes (figure 1) qui culminent à une densité très élevée (>400 foudroiements/100 km²) à environ 100 km à l'est des montagnes et atteignent un second point culminant de densité légèrement moindre à environ 200 km à l'est des montagnes (Nash et Johnson 1996).

Toutefois les incendies causés par les foudroiements ne sont normalement pas plus fréquents dans les zones à très forte densité de foudroiements. En fait, les systèmes de localisation de la foudre permettent d'observer que la probabilité des feux causés par foudroiement est très faible (Latham et Williams 2000). La relation complexe qui existe entre la densité des foudroiements et l'occurrence des incendies dus à la foudre est en grande partie le résultat d'écarts entre la teneur en humidité du combustible résultant de deux sortes de tempêtes : les tempêtes de front et les tempêtes de type convectif. Les tempêtes de front sont celles qui mouillent le combustible et, par conséquent, n'occasionnent pas généralement beaucoup d'incendies. En revanche, durant les tempêtes de type convectif, les précipitations sont hautement localisées, normalement pour de

courtes périodes, et sont souvent associées à des systèmes de haute pression qui produisent un ciel clair et un échauffement intense au sol. Ces conditions entraînent un assèchement du combustible, de sorte que la plupart des incendies dus à la foudre sont causés par des tempêtes de type convectif plutôt que des tempêtes de front (Nash et Johnson 1996).

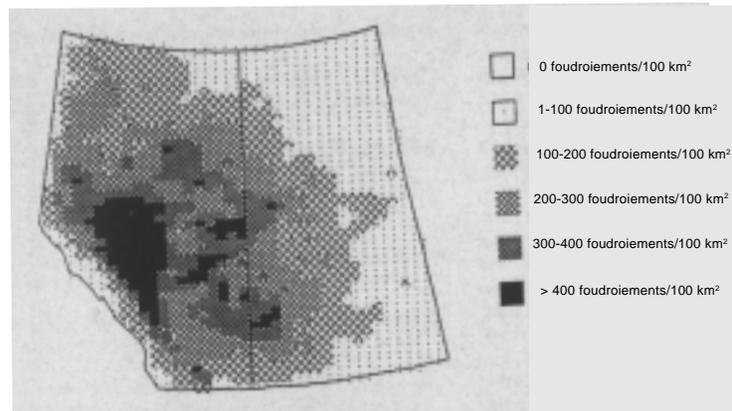
Les systèmes de haute pression sont caractérisés par des températures au-dessus de la normale et des précipitations inférieures à la normale au printemps et en été (Knox et Lawford 1990). Ces conditions peuvent provoquer un assèchement prononcé du combustible. La probabilité d'occurrence d'un incendie dû à la foudre (nombre d'incendies par nombre de foudroiements) est près du zéro jusqu'à ce que la teneur en humidité soit inférieure à 14 % du poids à l'état anhydre, après quoi la probabilité augmente rapidement (figure 2) (Flannigan et Wotton 1991; Nash et Johnson 1996). Les systèmes de haute pression persistants sont donc associés à des incendies de forte intensité qui brûlent sur une très grande superficie (Flannigan et Wotton 1991; Johnson et Wowchuk 1993). Ces systèmes (anticyclones de blocage) sont reliés au régime nord-américain du Pacifique (NAP) ou au système de haute pression de la baie d'Hudson et sont associés à des épisodes de sécheresse (Knox et Lawford 1990).

En l'absence d'un lien de causalité intégral entre le climat et la fréquence des incendies, nous disposons de données sur cette fréquence remontant à plusieurs centaines d'années. Elles ont été extraites d'études historiques sur les incendies dans les forêts boréales ou les forêts à la limite de la zone boréale ainsi que dans les forêts subalpines (p. ex., Yarie 1981; Masters 1990; Bergeron 1991; Johnson et Larsen 1991; Larsen 1997; Weir *et al.* 2000). Ces études démontrent que la répartition du paysage selon l'âge (et par conséquent la fréquence des

incendies) est déterminée avant tout par quelques incendies de grande envergure (c.-à-d. 1 000 à 10 000 ha) et non par les nombreux petits incendies qui, au total, constituent une proportion négligeable de la superficie brûlée (Strauss *et al.* 1989; Johnson *et al.* 1998). Les incendies de grande envergure se produisent pour la plupart durant les périodes où les systèmes de haute pression persistent (Johnson et Wowchuk 1993) et sont habituellement des feux de cimes qui détruisent presque tous les arbres à houppier (Johnson 1992). En dépit des différences au niveau de l'emplacement, de la suppression des incendies et de l'utilisation du feu par les Autochtones, on constate, à la lumière de ces études sur les incendies, une coïncidence remarquable en termes de changements dans la fréquence des incendies. Les similitudes semblent indiquer que le climat est un important facteur déterminant.

Les résultats des études de fréquence dans les Rocheuses centrales (Johnson *et al.* 1990; Masters 1990; Johnson et Larsen 1991) correspondent aux données afférentes à la forêt boréale et dénotent une diminution plus ou moins synchronique de la fréquence des incendies au milieu des années 1700. Des études dendroclimatologiques effectuées dans les Rocheuses canadiennes (Parker et Hensch 1971) donnent à penser que la période allant à peu près de 1500 à 1700 était plus chaude et plus sèche, surtout au printemps et en été. Une deuxième baisse de la fréquence des incendies à la fin des années 1800 semble s'être produite à peu près en même temps dans l'ensemble de la forêt boréale (Yarie 1981; Bergeron 1991; Bergeron et Archambault 1993; Weir *et al.* 2000). Une troisième baisse de fréquence a été enregistrée au milieu des années 1900. Malheureusement, bien que des estimations raisonnables de la fréquence

- suite à la page 19 -



des incendies (limites de confiance de 95 % seulement) peuvent être établies pour des époques précédentes (Reed *et al.* 1998), il est impossible d'établir des estimations raisonnables pour l'époque actuelle puisque les intervalles de confiance de telles estimations sont extrêmement larges (p. ex., Weir *et al.* 2000).

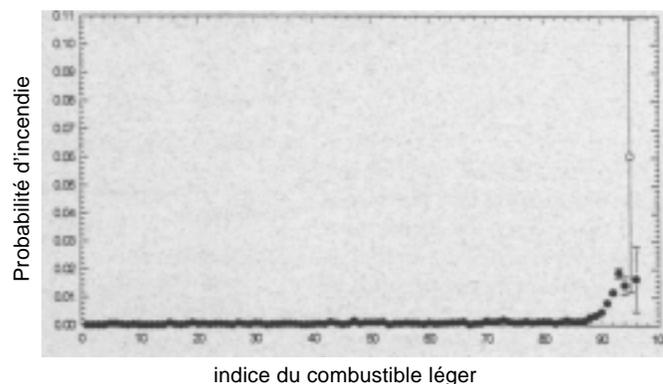
Bien que la diminution de la fréquence des incendies au XX^e siècle ait été souvent attribuée aux activités de suppression, elle a été signalée même dans les régions où de telles activités ont été essentiellement absentes (p. ex., Johnson 1979; Yarie 1981; Suffling *et al.* 1982). Les preuves les plus éloquentes des effets de l'activité humaine sur la fréquence des incendies sont révélées dans les zones de forêt boréale attenantes à des zones de peuplement (p. ex., le parc national de Prince-Albert), où la fréquence des incendies s'est accrue au cours de la période de peuplement (en raison de la propagation involontaire de brûlages en forêt) pour ensuite diminuer une fois que les éclaircies et le peuplement eurent fragmenté la forêt (Weir et Johnson 1998; Weir *et al.* 2000).

Pour terminer, est-ce que les feux allumés par les Autochtones ont influé sur la fréquence des incendies dans les Rocheuses centrales? Il est probable que non. Les feux résultant d'activités humaines ont dû brûler sur des superficies extrêmement vastes (de 1 000 à 10 000 hectares selon Johnson *et al.* 1990) pour avoir une incidence importante sur la fréquence des incendies dans une région donnée. Des études sur les brûlages par les Autochtones (Lewis 1977) révèlent que ces derniers avaient des objectifs précis dans des zones particulières (p. ex., créer des pâturages qui attireraient du gibier de forte taille, gérer le végétation marécageuse). Les brûlages étaient habituellement effectués lorsqu'il était facile de gérer le feu (c.-à-d. lorsque le combustible était moyennement humide); la nature reprenait le dessus lorsque les Autochtones quittaient les lieux. Malheureusement, il est extrêmement difficile de reconstituer des pratiques culturelles préhistoriques telles que les brûlages par les Autochtones en raison du manque de preuves objectives (Forman et Russell 1983).

Kiyoko Miyanishi est professeur agrégé au département de géographie de l'Université de Guelph à Guelph (Ont.), N1G 2W1. Tél. : (519) 82404120, poste 2177/6720; courriel : kmianis@uoguelph.ca

Edward A. Johnson est professeur au département des sciences biologiques et directeur des stations expérimentales de la région Kananaskis, Université de Calgary.
Sheri L. Gutsell est aspirante au doctorat au

Figure 2. La probabilité d'incendies, soit le nombre d'incendies divisé par le nombre de foudroiements en fonction de certains indices du combustible léger. Les barres d'erreur représentent l'erreur-type tandis que les cercles désignent des probabilités en fonction de moins de 100 foudroiements. (De Nash et Johnson 1996).



département des sciences biologiques de l'université de Calgary.

Matthew Dickinson est boursier postdoctoral au département des sciences biologiques de l'Université de Calgary.

Richard Revel est professeur à la faculté de design environnemental de l'Université de Calgary.

OUVRAGES CITÉS

- Bergeron, Y. 1991.* The influence of island and mainland lakeshore landscapes on boreal forest fire regimes. *Ecology* 72:1980-1992.
- Bergeron, Y., et S. Archambault. 1993.* Decreasing frequency of forest fires in the southern boreal zone of Quebec and its relation to global warming since the end of the 'Little Ice Age'. *Holocene* 3:255-259.
- Chung, Y.S., K.D. Hage, et E.R. Reinelt. 1976.* On lee cyclogenesis and airflow in the Canadian Rocky Mountains and the East Asian Mountains. *Mon. Weather Rev.* 104:879-891.
- Flannigan, M.D., et B.M. Wotton. 1991.* Lightning ignited fires in northwest Ontario. *Journal canadien de recherche forestière.* 21:277-287.
- Forman, R.T.T., et E.W.B. Russell. 1983.* Evaluation of historical data in ecology. *Bull. Ecol. Soc. Amer.* 64:5-7.
- Johnson, E.A. 1979.* Fire recurrence in the subarctic and its implications for vegetation composition. *Revue canadienne de botanique.* 57:1374-1379.
- Johnson, E.A. 1992.* Fire and vegetation dynamics: studies from the North American boreal forest. Cambridge University Press, Cambridge.
- Johnson, E.A., et C.P.S. Larsen. 1991.* Climatically induced change in fire frequency in the southern Canadian Rockies. *Ecology* 72:194-201.
- Johnson, E.A., et D.R. Wowchuk. 1993.* Wildfires in the southern Canadian Rocky Mountains and their relationship to mid-tropospheric anomalies. *Journal canadien de recherche forestière.* 23:1213-1222.
- Johnson, E.A., G.I. Fryer, et M.J. Heathcote. 1990.* The influence of man and climate on the fire frequency of the Interior Wet Belt forest, British Columbia. *J. Ecol.* 78:403-412.
- Johnson, E.A., K. Miyanishi, et J.M.H. Weir. 1998.* Wildfires in the western Canadian boreal forests: landscape patterns and ecosystem management. *J. Veg. Sci.* 9:603-610.
- Knox, J.L., et R.G. Lawford. 1990.* The relationship between Canadian prairie dry and wet months and circulation anomalies in the mid-troposphere. *Atmos. Ocean.* 28:189-215.
- Larsen, C.P.S. 1997.* Spatial and temporal variations in boreal forest fire frequency in northern Alberta. *J. Biogeog.* 24:663-673.
- Latham, D. et E. Williams. 2000.* Lightning and forest fires. In E.A. Johnson et K. Miyanishi, eds. *Forest Fires: Behavior and Ecological Effects.* Academic Press, San Diego. In press.
- Lewis, H.T. 1977.* Maskuta: the ecology of Indian fires in northern Alberta. *West. Can. J. Anthro.* 7:15-52.
- Masters, A.M. 1990.* Changes in forest fire frequency in Kootenay National Park, Canadian Rockies. *Can. Revue canadienne de botanique* 68:1763-1767.
- Nash, C.H., et E.A. Johnson. 1996.* Synoptic climatology of lightning-caused forest fires in subalpine and boreal forests. *Can. Journal canadien de recherche forestière.* 26:1859-1874.
- Parker, M.L. et W.E.S. Hensch. 1971.* The use of Engelmann spruce latewood density for dendrochronological purposes. *Journal canadien de recherche forestière.* 1:90-98.
- Reed, W.J., C.P.S. Larsen, E.A. Johnson, et G.M. MacDonald. 1998.* Estimation of temporal variations in historical fire frequency from time-since-fire map data. *For. Sci.* 44:465-475.
- Strauss, D., L. Bednar, et R. Mees. 1989.* Do one percent of forest fires cause ninety-nine percent of the damage? *For. Sci.* 35:319-328.
- Suffling, R., B. Smith, et J. Dal Molin. 1982.* Estimating past forest age distributions and disturbance rates in northwestern Ontario: a demographic approach. *J. Env. Manage.* 14:45-56.
- Weir, J.M.H., et E.A. Johnson. 1998.* Effects of escaped settlement fires and logging on forest composition in the mixedwood boreal forest. *Journal canadien de recherche forestière.* 28:459-467.
- Weir, J.M.H., E.A. Johnson et K. Miyanishi. 2000.* Fire frequency and the spatial age mosaic of the mixedwood boreal forest of western Canada. *Ecol. Applic.* (à l'impression).
- Yarie, J. 1981.* Forest fire cycles et life tables: a case study from interior Alaska. *Journal canadien de recherche forestière.* 11:554-562.

Les assemblages de poissons dans le sud des îles Gulf

- suite de la page 13 -

diversité des poissons augmente en fonction de la baisse de vitesse des marées et de la hausse du degré de stratification. De plus, la diversité des espèces est liée de près à la diversité de l'habitat ($r^2 = 0,67$; $P < 0,0001$). Ces résultats confirment les distributions spatiales relevées au moyen de l'analyse par regroupement et indiquent que les caractéristiques structurales des communautés de poissons des îles Gulf sont directement liées aux caractéristiques océanographiques et à la diversité de l'habitat de la région.

Les résultats de cette analyse préliminaire des registres historiques d'opérations de plongée donnent à penser que les recensements effectués par les plongeurs en scaphandre autonome formés pour identifier les espèces de poissons peuvent fournir des données écologiques utiles aux gestionnaires des AMNC qui doivent se pencher sur des questions de gestion. Les grands recensements réalisés par des groupes de plongeurs bénévoles (comme ceux de REEF) se sont déjà révélés une ressource précieuse pour les gestionnaires d'AMNC d'autres pays (Pattengill-Semmens et Semmens 1998). L'étude des îles Gulf démontre que les plongeurs bénévoles peuvent produire une liste taxonomique relativement complète pour une région donnée, premier pas important vers une planification et une gestion efficaces. Les données recueillies par ces plongeurs permettent de compiler beaucoup de renseignements sur la présence ou l'absence d'espèces, et leur abondance relative, à l'intérieur d'une grande zone géographique donnée. Ces renseignements peuvent ensuite être utilisés pour déterminer la distribution géographique des espèces. Ils sont d'une importance capitale, non seulement pour la caractérisation des emplacements, mais aussi pour l'analyse spatiale des distributions d'espèces, que l'on peut utiliser pour évaluer les similitudes de composition des espèces selon différentes régions. En outre, l'information sur la distribution des espèces, jumelée aux estimations d'abondance, peut servir à l'évaluation de la rareté. Grâce à des listes taxonomiques complètes, on peut outrepasser la simple analyse de similitude et entreprendre des recherches sur les modèles trophiques et les interactions poissons-habitat. Des données de recensement recueillies par REEF ont été utilisées récemment dans les algorithmes de situation de réserves marines (Schmitt *et al.*, accepté) et dans l'application de restrictions de récolte (Pattengill-Semmens 1999).

Tomas Tomascik, PhD, est conseiller principal - Aires marines de conservation, Services de l'écosystème, au Centre de services de l'Ouest canadien, Vancouver (C.-B.), V6B 6B4. Tél. : (604) 666-1182; courriel : tomas_tomascik@pch.gc.ca

Tableau 1. Comparaison de rang des 20 espèces de poissons les plus répandues dans la zone d'étude faisant l'objet du programme HPMP. Les noms en caractères gras désignent les espèces qui ne figurent pas dans l'autre groupe.

| Groupe I | Groupe II | Rang |
|--------------------------------|------------------------------------|------|
| Sebastes caurinus | Sebastes caurinus | 1 |
| Jordania zonope | Hexagrammos decagrammus | 2 |
| Coryphopterus nicholsi | Jordanis zonope | 3 |
| Hexagrammos decagrammus | Coryphopterus nicholsi | 4 |
| Embiotica lateralis | Sebastes maliger | 5 |
| Sebastes maliger | Ophiodon elongatus | 6 |
| Ophiodon elongatus | Embiotica lateralis | 7 |
| Artedius harringtoni | Artedius harringtoni | 8 |
| Sebastes emphaeus | Oxylebius pictus | 9 |
| Aulorhynchus flavidus | Sebastes emphaeus | 10 |
| Cymatogaster aggregata | Sebastes migrocinctus | 11 |
| Oxylebius pictus | Rhacohilus vacca | 12 |
| Rhamphocottus richardsoni | Cymatogaster aggregata | 13 |
| Chirolophus nugator | Brachyistius frenatus | 14 |
| Citharichthys stigmaeus | Scorpaenichthys marmoratus | 15 |
| Rhacohilus vacca | Chirolophus nugator | 16 |
| Pholis clemensi | Hemilepidotus hemilepidotus | 17 |
| Brachyistius frenatus | Clupea pallasi | 18 |
| Hexagrammos stelleri | Rhamphocottus richardsoni | 19 |
| Asemichthys taylori | Enophris bison | 20 |

Clifford L.K. Robinson, PhD est écologiste des milieux marins, Services de l'écosystème, au Centre de services de l'Ouest canadien, Vancouver (C.-B.), V6B 6B4. Courriel : cliff_robinson@pch.gc.ca

OUVRAGES CITÉS

- Agardy, T. M. 1997. Marine Protected Areas and Ocean Conservation. Academic Press, San Diego, Californie.
- Canada et Colombie-Britannique. 1998. Marine protected areas: a strategy for Canada's Pacific Coast; discussion paper. Août 1998, Initiative conjointe des gouvernements du Canada et de la Colombie-Britannique.
- Cannings, C. et R. Cannings. 1999. Geology of British Columbia: A journey through time. Greystone Books, Vancouver.
- Krebs, C.J. 1999. Ecological Methodology. Addison-Wesley Educational Publishers, Melano Park, CA.
- Lamb, A. et P. Edgell. 1986. Coastal Fishes of the Pacific Northwest. Harbour Publishing, 224 p.
- Parcs Canada. 1995. D'un océan à l'autre : plan de réseau des aires marines nationales de conservation. Parcs Canada, Hull.
- Pattengill-Semmens, C.V. (à l'Impression). The reef fish assemblage of Bonaire Marine Park: an analysis of REEF Fish Survey Project data. 52nd Gulf Carrib. Fish. Inst. Proc.
- Pattengill-Semmens, C.V. 1999. Occurrence of a unique color morph in the smooth trunkfish (Lactophrys triqueter) at the Flower Gardens Banks and Stetson Bank, northwest Gulf of Mexico. Bulletin of Marine Science 65(2): 587-591
- Pattengill-Semmens, C.V. et B.X. Semmens. 1999. Assessment and Monitoring Applications of a Community-Based Monitoring Program: The Reef Environmental Education Foundation. Affiche présentée lors d'une réunion du National Coral Reef Institute Meeting, Avril 1999, Ft. Lauderdale.
- Pattengill-Semmens, C.V. et B.X. Semmens. 1998. An analysis of fish survey data generated by nonexperts in the Flower Garden Banks National Marine Sanctuary. Journal of the Gulf of Mexico Science 2: 169-207
- PMLSI. 1999. A Dive Log Species Report and Analysis: Prepared as input to the feasibility study for a proposed marine conservation area in the southern Strait of Georgia. Rapport du CSOC, Parcs Canada, Vancouver.
- Schmitt, E.F. et K.M. Sullivan. 1996. Analysis of a volunteer method for collecting fish presence and abundance data in the Florida Keys. Bulletin of Marine Science 59: 404-416
- Schmitt, E.F., T.D. Sluka et K.M. Sullivan-Sealy. (accepté). Evaluating the use of roving diver and transect surveys to assess the coral reef assemblages off southern Hispaniola. *Coral Reefs*
- SYSTAT. 1996. Statistiques. SPSS Inc., Chicago.
- Thomson, R.E. 1981. Oceanography of the British Columbia Coast. Publication spéciale de Fisheries and Aquatic Sciences 56.



parutions récentes

- Babaluk, J.A., J.D. Reist, V. A. Sahanatien, N.M. Halden, J.L. Campbell et W.J. Teesdale. 1998.* Preliminary results of stock discrimination of charrs in Ivvavik National Park, Yukon Territory, Canada, using microchemistry of otolith strontium. *In: Munro, N.W.P. et J.H. Martin Willison (eds.). Linking Protected Areas with Working Landscapes Conserving Biodiversity, Proceedings of the Third International Conference of Science and Protected Areas, 12-17 Mai, 1997. Wolfville, Canada : SAMPAA*
- Campbell, J.L., J.A. Babaluk, N.M. Halden, A.H. Kristofferson, J.A. Maxwell, S.R. Mejia, J.D. Reist et W.J. Teesdale. 1999.* Micro-PIXE studies of char populations in northern Canada. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 150: 260-266.*
- Clevenger, A.P. et N. Waltho. 2000.* Factors influencing the effectiveness of wildlife underpasses in Banff National Park, Alberta, Canada. *Conservation Biology 14: 47-56*
- Clevenger, A.P. et N. Waltho. 1999.* Dry drainage culvert use and design consideration for small- and medium-sized mammal movement across a major transportation corridor. p. 263-267 *in Proceedings of the Third International Conference on Wildlife Ecology and Transportation. G. Evink et al. (eds.). Florida Dept. of Transportation, Tallahassee, Florida.*
- Coutts, R. 2000.* The Road to the Rapids: 19th Century Church and Society at St. Andrew's Parish, Red River, Parks and Heritage Series, Calgary : Presses de l'Université de Calgary. 283 p., illustrations, ISBN 1-55238-024-6
- Feick, J.L. 2000.* Evaluating Ecosystem Management in the Columbia Mountains of British Columbia. Thèse de doctorat. Université de Calgary, Calgary AB.
- Forshner, A. 2000.* Population dynamics and limitation of wolves (*Canis lupus*) in the Greater Pukaskwa Ecosystem, Ontario. Thèse de maîtrise, Université de l'Alberta, Edmonton, AB. 112 p. + annexes.
- Gloyne, C.C. 1999.* Cougars and roads: their use of wildlife crossing structures on the Trans-Canada Highway, in Banff National Park, through analysis of their tracks. Thèse de MSc (Écologie appliquée et conservation), School of Biological Sciences, University of East Anglia, U.K. 65 pp.
- Halden, N.M., S.R. Mejia, J.A. Babaluk, J.D. Reist, A.H. Kristofferson, J.L. Campbell, W.J. Teesdale. 2000.* Oscillatory zinc distribution in Arctic char (*Salvelinus alpinus*) otoliths: The result of biology or environment? *Fisheries Research 46: 289-298*
- Hobson, K.A., B.N. McLellan et J.G. Woods. 2000.* Using stable carbon ($\delta^{13}\text{C}$) and nitrogen ($\delta^{15}\text{N}$) isotopes to infer trophic relationships among black and grizzly bears in the upper Columbia River basin, British Columbia. *Journal canadien de zoologie 78: 1332-1339*
- MacDonald, G.A. 2000.* Where the Mountains Meet the Prairies: A History of Waterton Country, Parks and Heritage Series, Calgary : Presses de l'Université de Calgary. ISBN 1-55238-014-9
- Munro, R.H. 1999.* The impacts of transportation corridors on grizzly and black bear habitat use patterns near Golden, BC. Thèse de MSc. Université de la Colombie-Britannique, Vancouver BC
- Neale, G. 2000.* Effects of snow depths on seasonal movements and homerange distributions of wolves, moose and woodland caribou in and around Pukaskwa National Park, Ontario, Canada. Thèse de MSc. University of Montana, Missoula. 76 pp.
- Partridge, C. et K.J. MacKay. 1998.* An investigation of the Travel Motives of Bird-Watchers as a Nature-Based Tourist Segment. *Journal of Applied Recreation Research 23(3): 263-287*
- Smith, C.M. 2000.* Survival and recruitment of juvenile Harlequin ducks. Thèse de MSc, Université Simon Fraser, Burnaby BC
- Smith, C.M., F. Cooke et G.J. Robertson. 2000.* Long-term pair bonds in Harlequin ducks. *The Condor 102: 201-205*
- Smith, C.M., F. Cooke et R.I. Goudie. 1998.* Ageing Harlequin duck *Histrionicus histrionicus* drakes using plumage characteristics. *Wildfowl 49:245-248.*
- Welch, D. 1998.* Air Issues and Ecosystem Protection, A Canadian National Parks Perspective. *Environmental Monitoring and Assessment 49: 251-262*
- Woods, J.G., D. Paetkau, D. Lewis, B.N. McLellan, M. Proctor et C. Strobeck. 1999.* Genetic tagging of free-ranging black and brown bears. *Wildlife Society Bulletin 27(3): 616-627*

Pour faire paraître le titre d'un article dans « parutions récentes », veuillez faire parvenir un tirage à part, une copie ou la page titre signée (articles et thèses publiés à compter de 1998) à l'adresse figurant à la page 24.

L'observation de la faune

Peter Clarkson

L'observation de la faune marine est une des activités qui affiche le plus fort taux de croissance dans la réserve de parc national Pacific Rim (RPNPR). Par le passé, les baleines représentaient la cible prisée des visiteurs, mais aujourd'hui, d'autres mammifères marins, les ours noirs (*Ursus americanus*), les oiseaux de mer, tels que le macareux huppé (*Fratercula cirrhata*), et les oiseaux de rivage suscitent tout autant l'intérêt des visiteurs. Pour répondre à la demande, un nombre croissant d'entreprises ont décidé d'offrir des excursions pour l'observation de la faune marine à l'intérieur de la réserve de parc national et dans les environs. Les tendances au sein de l'industrie touristique laissent présager que cette activité continuera de gagner la faveur du public, surtout dans certains secteurs éloignés où la faune est abondante, comme le sentier de la Côte-Ouest.

Cependant, un nombre grandissant d'études suggèrent que l'observation non réglementée de la faune marine risque d'entraîner des conséquences fâcheuses pour les espèces sauvages, en plus de nuire à la qualité de l'expérience de séjour des visiteurs. En effet, les organisateurs d'excursion ne sont régis que par un code de bonne conduite facultatif. L'efficacité de ce code suscite de sérieuses questions : les lignes directrices ne s'appuient sur aucun fondement scientifique, et des recherches menées dans la réserve de parc et les environs révèlent que le public et l'industrie sont loin de s'y conformer intégralement (Hansen 2000).

INCIDENCES SUR LA FAUNE

Un nombre croissant d'études font état des incidences éventuelles de l'écotourisme sur la faune marine. Par exemple, on note que les épaulards (*Orcinus orca*) nagent plus rapidement et se reposent moins souvent à la surface de l'eau en présence de bateaux d'excursion (Kruse 1998). De plus, à Terre-Neuve, on constate que les rorquals à bosse (*Megaptera novaeangliae*) passent moins de temps dans les aires d'alimentation (Lien *et al.* 1992) que fréquentent les bateaux. Les pinnipèdes, les harlequins plongeurs (*Histrionicus histrionicus*), les cormorans (*Phalacrocorax sp.*) et les huîtres de Bachman (*Haematopus bachmani*) délaissent leur habitat privilégié en raison des kayaks de mer qui sillonnent leur territoire (Clarkson 1998; Hazlitt 1999; B. Campbell, com. pers.). Malheureusement, dans bien des cas, ce sont les espèces les plus rares et, par conséquent, les plus recherchées par les observateurs, qui sont les plus sensibles aux perturbations. Enfin, nombre des sites d'observation qui attirent le plus les visiteurs comprennent des colonies d'oiseaux de mer qui, parce qu'elles accueillent un grand nombre d'espèces distinctes, sont susceptibles d'amplifier la sensibilité de la région aux perturbations (Lien *et al.* 1992).

Moins évidents, mais plus pernicious, sont les effets cumulatifs des activités écotouristiques et autres sur les espèces sauvages et leur habitat. L'exploitation des ressources naturelles, l'urbanisation et la dégradation de l'environnement ont des conséquences directes et indirectes sur la faune, causant des stress à nombre d'espèces. Simultanément, l'écotourisme, qui ne cesse de prendre de l'expansion, pourrait éventuellement soumettre ces espèces à des stress encore plus intenses, surtout pendant les périodes vulnérables de leur cycle de vie (p. ex., nidification, alimentation des petits, recherche de nourriture). Cette question ne préoccupe pas que les responsables des parcs nationaux. En effet, dans une publication récente du ministère des Pêches et Océans (MPO), on note que le public se plaint fréquemment du comportement des organisateurs d'excursion en présence de la faune. Les auteurs soulignent que le nombre d'embarcations, leur façon d'agir et la fréquence accrue des rencontres pourraient donner lieu à un certain nombre de scénarios, notamment la perturbation des périodes de nourrissage ou du comportement social ou, à long terme, une modification radicale des déplacements et de l'utilisation de l'habitat (Lochbaum et Malcolm, 1999).

EXPÉRIENCE DE SÉJOUR DES VISITEURS

On convient que l'observation de la faune est une composante à la fois

pertinente et importante de l'expérience de séjour des visiteurs. Il n'en reste pas moins qu'il s'agit d'un « produit » difficile à définir, parce qu'il comporte de multiples facettes : entrevoir un animal n'est qu'un de ces aspects. La réaction de l'animal, le nombre et le type de visiteurs à proximité, ainsi que le milieu physique, sont autant de facteurs qui contribuent à l'expérience de séjour. Plus le nombre de personnes souhaitant vivre cette expérience augmentera, plus l'encombrement, le comportement inopportun des visiteurs et l'accoutumance des animaux sauvages risqueront de nuire beaucoup aux premiers comme aux seconds. Nombre d'organismes d'excursion reconnaissent l'importance d'une démarche axée sur la conservation; toutefois, certains semblent tout mettre en oeuvre pour s'approcher le plus près possible des espèces sauvages. Connus sous le nom de « Boy Howdies », ils forcent ceux qui, habituellement, font preuve de plus de retenue, à rivaliser d'efforts en vue d'offrir « la meilleure » plate-forme d'observation. Trop souvent, proximité est synonyme de qualité — concept que se plaisent à perpétuer les médias et la publicité sur le tourisme d'aventure. En général, les organisateurs d'excursion se prêtent à ce jeu parce qu'ils estiment pouvoir rehausser la qualité de l'expérience offerte, ce qui leur vaudra éventuellement un pourboire plus généreux.

Cependant, de récents reportages dans les médias et le nombre accru de plaintes laissent supposer que ce comportement contribue en fait à diminuer la qualité de l'expérience de séjour des visiteurs. Non seulement un tel comportement risquerait-il de porter atteinte à la satisfaction des autres visiteurs (particulièrement lorsqu'il contribue à chasser l'animal), mais nombreux sont ceux qui se disent choqués lorsqu'on encercle les animaux ou qu'on empiète sur leur espace vital. En réponse aux objections du public, certains organisateurs d'excursion ont modifié leurs forfaits afin d'offrir également des activités d'interprétation visant à favoriser une meilleure compréhension des espèces observées. De plus, certains gestionnaires de parc ont entrepris d'élaborer des normes d'interprétation et des programmes de formation à l'intention des organisateurs d'excursion en plus de préciser l'expérience qu'il est souhaitable d'offrir aux visiteurs. Les recherches dans ce domaine étant limitées, les gestionnaires disposent cependant de peu d'outils pour les guider, et nombre d'employés des parcs hésitent à définir l'expérience de séjour des visiteurs en fonction de leurs valeurs. On peut affirmer à coup sûr que l'expérience de séjour, qu'elle soit offerte par le personnel d'un parc national ou par un organisateur d'excursion indépendant, devrait contribuer à élargir les horizons de ceux et celles qui la vivent en leur donnant non seulement l'occasion de communier avec la nature, mais aussi de comprendre comment leur bien-être est tributaire d'écosystèmes sains. Pour ces raisons, l'observation de la faune a un rôle crucial à jouer. Elle offre au public la possibilité de côtoyer des animaux sauvages, un moyen facile et stimulant de connaître le milieu naturel.

CONTEXTE JURIDIQUE

Les cadres législatif et administratif visant à favoriser la gestion de l'industrie commerciale de l'observation de la faune marine sont peu nombreux, et les guides à l'intention des plaisanciers le sont encore moins. La *Loi sur les parcs nationaux* (LPA) et le *Règlement sur les mammifères marins* établi aux termes de la *Loi sur les pêches* stipulent qu'il est interdit de perturber ces mammifères. Cependant, la plupart des membres du personnel chargé d'appliquer le Règlement s'accordent pour dire que son libellé ambigu en rend l'application difficile. Qu'entend-on par perturbation et comment en fait-on la preuve? En raison d'un nombre limité de lignes directrices, l'industrie exerce ses activités dans la plupart des régions en vertu d'un code de conduite facultatif. Ses membres ont certainement d'excellentes intentions, mais il reste que l'efficacité d'un tel code demeure douteuse. Nombre de scientifiques et d'agents chargés d'appliquer la loi estiment que le cadre actuel ne favorise pas la gestion prudente et judicieuse des activités liées à l'observation de la faune. Par exemple, dans la région de la baie de Robson, réserve écologique créée expressément pour fournir un sanctuaire aux épaulards, on remarque que les organisateurs d'excursion enfreignent fréquemment les lignes directrices facultatives

marine – Trop, c'est trop?

(Lochbaum et Malcom 1999). Les agents des pêches et les gardes provinciaux interviennent régulièrement, mais aucune condamnation n'a encore été infligée. Ce problème touche l'ensemble du pays et, autant que je sache, personne n'a jamais été reconnu coupable d'avoir enfreint les dispositions relatives aux perturbations de l'une ou l'autre loi.

L'application du Règlement suscite des difficultés semblables dans les parcs nationaux. Par exemple, en 1999, dans la RPNPR, on a entrepris de surveiller des organisateurs d'excursion pour l'observation de baleines dans la baie de Grice, zone 1 écologiquement fragile, en vue de vérifier s'ils se conformaient à leurs propres lignes directrices. On a noté que la plupart les enfreignaient quotidiennement (Hansen 2000). Fait intéressant, aucun n'a contesté ces observations et, lorsque confrontés avec les faits, tous ont simplement avoué avoir perdu le contrôle pour de multiples raisons (B. Hansen, com. pers.). Comme la réserve de parc national n'est pas l'objet d'une protection légale, son personnel n'est pas investi des pouvoirs nécessaires pour appliquer la LPN et doit user d'astuces pour assurer la conformité avec le Règlement. Une telle stratégie peut se révéler utile lorsque règne la bonne entente, mais elle est inefficace contre les récidivistes ou le contentieux de grandes entreprises.

EN QUÊTE DE SOLUTIONS

En réponse aux préoccupations que suscitent les activités liées à l'observation des mammifères marins dans le parc marin du Saguenay—Saint-Laurent, le personnel a élaboré un plan d'action polyvalent qui comprend, notamment, un ensemble de règlements détaillés visant à clarifier un certain nombre de zones grises et à préciser exactement ce qu'on entend par « perturbation ». Le MPO, quant à lui, a récemment préparé un avant-projet de règlement sur l'observation des mammifères marins. Toujours à l'étude, le règlement vise à établir des normes nationales concernant la délivrance de permis, les distances à respecter et le comportement à adopter en présence de mammifères marins. Comme il fallait s'y attendre, la réglementation proposée a fait sursauter nombre d'organismes d'excursion et de représentants de l'industrie touristique, lesquels hésitent à l'idée de normes universelles qui ne peuvent certainement pas tenir compte de circonstances uniques ou de la réalité propre à chaque animal ou espèce. De plus, la réglementation proposée ne fait aucun cas des incidences potentielles sur d'autres espèces comme les ours et les oiseaux de mer, ou sur l'expérience de séjour globale des visiteurs.

Dans la RPNPR, les problèmes découlant des activités liées à l'observation de la faune font partie d'un défi encore plus grand pour les gestionnaires de la faune. Les effets cumulatifs de ces activités, tant à l'intérieur de la réserve que dans les environs, contribuent à augmenter le stress chez les animaux. Pourtant, une grande partie de ces conflits pourraient être évités, car ils résultent généralement d'un manque de sensibilisation à l'égard des comportements animal et humain, de l'incidence d'activités connexes et des impératifs des habitats fauniques. Afin de nous attaquer à ces questions, nous avons conçu un programme communautaire de gestion qui vise à encourager les membres de la collectivité à participer à la protection de la faune. Pour ce faire, nous tenons des réunions de discussion sur le comportement de la faune et leur habitat et nous incitons les gens à prendre une part active aux programmes de surveillance de la faune mis en oeuvre dans leur collectivité. Ces occasions d'échange nous permettent de cerner nos valeurs communes et de constater nos lacunes sur le plan des connaissances, afin de pouvoir classer les projets de recherche par ordre de priorité. Nous estimons que ces réunions représentent un moyen efficace de véhiculer des messages uniformes de façon constante dans la collectivité.

Récemment, nous avons organisé un atelier de deux jours afin de passer en revue les lignes directrices sur l'observation de la faune marine et d'étudier les incidences potentielles de l'écotourisme sur l'intégrité écologique de la RPNPR. Organisé conjointement par le MPO, BC Parks et Parcs Canada, l'atelier a rassemblé des intervenants clés de l'industrie de l'observation de la faune.

L'objectif visé était de rehausser le degré de conformité aux règlements et d'élaborer des lignes directrices plus précises sur chaque espèce et site d'observation. L'atelier n'a donné lieu à aucun changement immédiat bien que la plupart des participants aient reconnu la nécessité d'améliorer la conformité et de préciser les règlements. L'industrie écotouristique de la région hésite à embrasser le principe de la prévention, estimant que le fardeau de la preuve revient principalement à Parcs Canada. À la lumière de cette attitude, il semble que nous devons obtenir plus de renseignements à propos des effets de la présence humaine et des niveaux d'utilisation, ainsi que d'autres données sur la satisfaction, la motivation et l'expérience de séjour des visiteurs, avant que la situation actuelle n'évolue positivement.

À maints égards, le dossier de l'observation de la faune relève de la tragédie des biens communs. La ressource n'appartenant à personne en particulier, l'appât du gain à court terme l'emporte souvent sur les objectifs de conservation à plus long terme. Les lignes de conduite facultatives représentent un piètre encouragement à la conformité et, malheureusement, contribuent parfois à augmenter les profits des organisateurs d'excursion non respectueux des règles. L'industrie de l'observation de la faune semble aux prises avec une situation qu'elle n'arrive pas à maîtriser et qui est dominée par les organisateurs d'excursion qui respectent le moins son code de conduite. Plus l'un s'approche, plus les autres doivent faire de même. C'est pourquoi j'estime qu'il importe d'adopter un règlement exécutoire propre à chaque espèce et site d'observation. Comme c'est le cas pour tous les projets réussis, il est essentiel que les parties concernées s'efforcent en premier lieu d'établir de bonnes relations entre elles en vue de partager ouvertement leurs valeurs. En ce sens, l'atelier sur l'observation de la faune marine aura contribué à jeter les bases d'un franc dialogue. Toutefois, il reste encore beaucoup de travail à accomplir afin de faire de l'observation de la faune marine une activité instructive et viable dans la RPNPR.

Peter Clarkson est garde de parc dans la réserve de parc national Pacific Rim. Tél. : (250)726-7165; fax : (250)726-4691; peter_clarkson@pch.gc.ca

OUVRAGES CITÉS

- Clarkson, P. 1998. Evaluating the environmental impacts of sea kayaking on harlequin ducks at Hornby Island, BC. Demande de subvention déposée par la *Harlequin Duck Conservation Society auprès de Mountain Equipment Coop*. Vancouver (C.-B.).
- Campbell, B. Communication personnelle. Barry Campbell occupe le poste d'agent, Évaluation environnementale et ressources culturelles, dans la réserve de parc national Pacific Rim (C.-B.).
- Hansen, B. 2000. Grice Bay – Monitoring of human use and wildlife progress report for 1999. Rapport technique non publié. Parcs Canada. Réserve de parc national Pacific Rim (C.-B.).
- Hazlitt, S. 1999. Territorial quality and parental behaviour of the Black Oystercatcher in the Strait of Georgia, BC. Thèse de MSc. Université Simon Fraser. Burnaby (C.-B.).
- Kruse, S. 1998. The interactions between killer whales and boats in Johnstone Strait, BC. P. 149-159 *in* Pryor, K., Norris, K.S. (eds.) *Dolphin societies discoveries and puzzles*. Univ. of Calif. Press. Berkeley (Calif.).
- Lien, J., Todd, S., Curren, K., Seton, R. 1992. The impact of tour boat activity on humpback whales and seabirds in the Witless Bay Ecological Reserve, Newfoundland, and effects of tour boat experiences on passengers. Rapport à l'intention de la Marine Adventures Association et de l'Agence de promotion économique du Canada atlantique. Saint John's (T.-N.).
- Lochbaum, E. et C. Malcolm 1999. Compte rendu de l'atelier sur l'interaction entre les humains et les mammifères marins. Publié par Pêches et Océans Canada en collaboration avec l'Université de Victoria (C.-B.).

(Season/year)

Volume X • Numéro X

COMITÉ DE RÉDACTION

John Woods

Biologiste de la faune
Parcs nationaux du
Mont-Revelstoke
et des Glaciers

Bob Coutts

Gestion des ressources
culturelles
Centre de services de
l'Ouest canadien,
Winnipeg

Mary Reid

Professeur de sciences
biologiques
Université de Calgary

PRODUCTION

Dianne Dickinson

Chef de production
Graphiste

RÉDACTRICE, PARCS
CANADA

Gail Harrison

Services des écosystèmes
Centre de services de
l'Ouest canadien, Calgary

ADRESSE

Échos de la recherche
Parcs Canada
220, 4^e Avenue S.-E.,
bureau 550
Calgary (Alberta)
T2G 4X3

Adresse électronique
RESEARCH_LINKS@
PCH.GC.CA

RÉUNIONS D'INTÉRÊT

Du 1^{er} au 4 mars 2001

La Conférence du réseau canadien pour la biodiversité : Investissons dans la biodiversité pour l'âge de l'information. Hôtel Westin, Ottawa (Ontario). Cette conférence portera sur la création d'une base de connaissances se rapportant aux ressources biologiques du Canada. Elle comportera des séances plénières et des ateliers sur la biodiversité et l'établissement de contacts utiles dans les domaines suivants : conservation de la faune et des habitats, gestion durable des ressources, occasions de marketing en biologie, enseignement de la biodiversité, biosystématique et bioinformatique. Le but de la conférence est d'élaborer un plan stratégique pour l'investissement dans la science de la biodiversité et la capacité de réseautage du Canada, en créant la volonté politique, les partenariats et les investissements nécessaires pour que le réseau devienne réalité. Communiquer avec Pierre Lamoreaux, directeur de la conférence, Conférence du réseau canadien pour la biodiversité, Conseil national de recherches Canada, Ottawa (Ont.) K1A 0R6. Tél. : (603) 993-9431; fax : (613) 993-7250; courriel : biodiversity@nrc.ca; www.nrc.ca/confserv/biodiversity

Du 5 au 7 mars 2001

Natural Disturbance and Forest Management: What's Happening and Where it's Going. Edmonton (Alberta). Symposium parrainé conjointement par la Forêt modèle de Foothills et le Réseau de centres d'excellence sur la gestion durable des forêts. L'utilisation de modèles naturels pour orienter la gestion des forêts prend de l'ampleur dans l'Ouest canadien en tant qu'un des différents éléments de la gestion des écosystèmes. Cependant, les niveaux de connaissance, d'interprétation et d'engagement varient d'une région à l'autre et ne sont pas les mêmes dans le secteur public et le secteur privé. Ce symposium constituera une vitrine sur l'éventail de travaux de recherche et de mise en valeur, ainsi qu'un forum pour l'échange d'idées et la communication d'exemples d'intégration. L'atelier vise l'apprentissage, la communication et la recherche de vues communes. Personne-ressource : Lisa Risvold à l'adresse Lisa.Risvold@gov.ab.ca

Du 24 au 26 avril 2001

International Conference on Restoring Nutrients to Salmonid Ecosystems. Eugene, Oregon. La section de l'Oregon de l'American Fisheries Society est l'hôte de cette conférence, également commanditée par d'autres sections et agences de l'AFS, dont le but est de mettre en lumière l'information la plus récente au sujet de cette question, une des plus urgentes concernant le rétablissement du saumon du Pacifique et de son écosystème. La séance plénière comprendra des exposés de chercheurs clés de l'écorégion du Nord du Pacifique. Des documents offerts et des affiches décriront des exemples typiques, des hypothèses et des recherches se rapportant au Nord du littoral du Pacifique. Les formulaires d'inscription seront disponibles en octobre 2000. Pour plus de renseignements, communiquer avec : Richard Grost. Tél. : (541) 496-4580; courriel : rgrost@compuserve.com

Du 30 juillet au 1^{er} août 2001

Managing River Flows for Biodiversity: A Conference on Science, Policy, and Conservation Action. Colorado State University, Fort Collins, Colorado. Les objectifs de cette conférence sont de renseigner les participants sur la nature du conflit entre les impératifs écosystémiques et la satisfaction des besoins en eau de la population; d'expliquer l'état de la science écologique en ce qui concerne les débits requis pour protéger la biodiversité; de discuter d'études de cas qui abordent les conflits inhérents à cette question et les solutions possibles en vue d'un dialogue interdisciplinaire. Inscriptions ou renseignements supplémentaires : Office of Conference Services, Colorado State University, Fort Collins, CO 80523-8037; www.freshwaters.org/conference/conf.html

Échos de la recherche en format PDF dans le site principal de Parcs Canada:

<http://parcscanada.pch.gc.ca>
sous Bibliothèque dans Télécharger documents