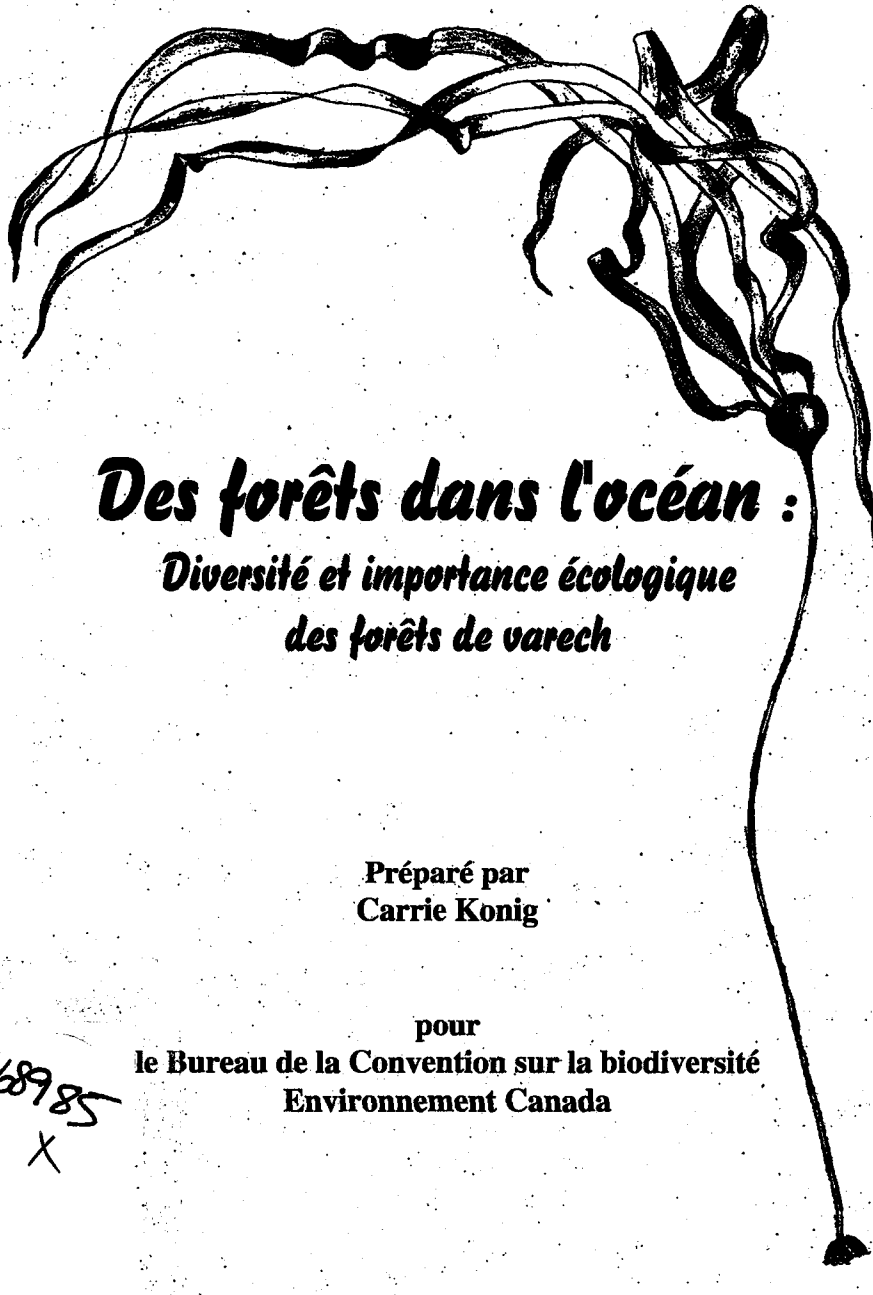


Des forêts dans l'océan :

Diversité et importance écologique des forêts de varech

Préparé par
Carrie Konig

pour
le Bureau de la Convention sur la biodiversité
Environnement Canada

68985
X

Rapport des Associés de la biodiversité **1**

Canada

Produit du Programme des Associés de la biodiversité
d'Environnement Canada

Préparé sous la direction de

Don E. McAllister, Musée canadien de la nature (Ottawa)

avec l'aide de

Louis Druehl, Bamfield Marine Station (Colombie-Britannique)
et
Carole Lemay, maquettiste et graphiste
Lucie Bérubé, éditique

Also available in English as

Ocean Forests : The Diversity and Value of Kelp Forest Ecosystems

On peut se procurer gratuitement des exemplaires du rapport en s'adressant au :

Bureau de la Convention sur la biodiversité
Environnement Canada
351, boul. Saint-Joseph
Place Vincent Massey
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3
Tél. : (819) 953-4374; Téléc. : (819) 953-1765
Adresse électronique : bcodocs@cpits.1.am.doe.ca

N° de cat. En 40-514/196F

ISBN 0-662-81056-2 (édition française)
ISBN 0-662-24395-1 (édition anglaise)

Imprimé sur du papier recyclé avec de l'encre à base d'huile végétale

CSL-6053 SC 46 K65f
6517

Table des matières

Quelques faits importants concernant le *varech* 1

Qu'est-ce que le *varech*? 2

À quoi ressemble le *varech*? 3

Où le *varech* pousse-t-il? 4

Qu'est-ce qu'une forêt de *varech*? 5

Pourquoi les écosystèmes de *varech* sont-ils importants? 5
- Invertébrés 5
- Poissons 6
- Oiseaux 7
- Mammifères marins 7

Réseau trophique 8

Productivité 9

Valeurs économiques 9

Quelles menaces pèsent sur les écosystèmes du *varech*? 9
- Changements climatiques 10
- Urbanisation des côtes, perturbations des terres et pollution 10

Que peut-on faire pour préserver les écosystèmes du *varech*? 11

Pour en savoir plus 11

Bibliographie 12

CENTRE DE DOCUMENTATION CSL
105, McGill, 21ème étage
Montréal (Québec) H2Y 2E7
Tél.: (514) 283-2762
Fax: (514) 283-7166

Des forêts dans l'océan : Diversité et importance écologique des forêts de varech

Quelques faits importants concernant le *varech*

- Le varech, groupe d'algues brunes le plus important et le plus complexe structuralement, forme des forêts sous-marines vastes et diversifiées.
- Beaucoup d'espèces de varech vivent dans les zones intertidales et subtidales rocheuses de la côte ouest de l'Amérique du Nord, depuis l'Alaska jusqu'à la Basse-Californie.
- Les écosystèmes de varech de la Colombie-Britannique comptent parmi les plus riches et les plus diversifiés au monde.
- Des centaines d'espèces, notamment des microorganismes, d'autres algues, des invertébrés, des poissons, des oiseaux et des mammifères marins, habitent les écosystèmes de varech.
- Les forêts de varech sont écologiquement importantes; elles se caractérisent par une communauté structurée et un réseau trophique offrant protection, nourriture et lieu de croissance.
- Les écosystèmes de varech sont menacés par les impacts de l'activité humaine, comme les changements climatiques, l'accroissement du rayonnement ultraviolet, la pollution et les perturbations foncières.

Le nombre de créatures vivantes de tous ordres dont l'existence dépend étroitement du varech est impressionnant... Je ne pourrais comparer ces grandes forêts aquatiques... qu'avec les forêts terrestres des régions intertropicales. D'ailleurs, si l'on détruisait les forêts d'un pays tout entier, je ne crois pas qu'autant d'espèces périraient que si l'on anéantissait le varech.

—Charles Darwin

Qu'est-ce que le *varech*?

Il existe sur cette planète des forêts luxuriantes et colorées où ne pousse aucun arbre ni aucune fleur. De telles forêts parsèment le littoral de la Colombie-Britannique, qui recèle certaines des communautés de varech les plus riches et les plus diversifiées au monde.

Photosynthèse : Création de glucides à partir de l'eau du g z carbonique, qui [illegible] la lumière comme source d'énergie, grâce à la [illegible] l'oxygène comme sous-produit.

Le varech appartient à l'ordre des Lam arial . E viron 75 % des **genres** de cet ordre sont indigènes sur [illegible] côt [illegible] u P cifiqu [illegible], l [illegible] us grande diversité spécifique se trouvant autour de l'île de Vancouver. Bien que sa couleur varie du vert olive pâle au brun foncé, le varech appartient à la classe des algues brunes parce que ses pigments bruns abondants masquent les pigments verts responsables de la **photosynthèse**.

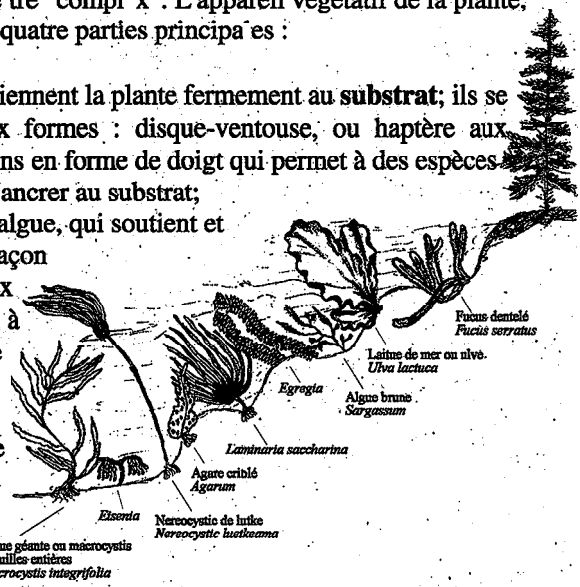
Le varech domine dans les zones subtidales et intertidales inférieures sur presque toutes les côtes rocheuses de l'océan Pacifique dans la région tempérée. Des espèces comme le néréocystis de lutke (*Nereocystis luetkeana*) et le macrocystis à feuilles entières (*Macrocystis integrifolia*) y forment des forêts sous-marines vastes et diversifiées dont la structure ressemble à celle des forêts terrestres. Bien qu'il recoure à la **photosynthèse** et utilise l'énergie du soleil à la façon des plantes à fleurs, le varech ne possède pas de feuilles, de tiges ou de racines véritables. Pour survivre, il doit absorber sur toute sa surface les substances nutritives et les gaz présents dans le milieu aquatique.

On ne sait pas grand-chose sur la taxonomie et l'écologie des nombreuses espèces de varech qui se trouvent sur la côte du Pacifique. Voilà pourquoi certaines n'ont pas encore reçu de nom commun, tandis que d'autres n'ont toujours pas été découvertes, nommées et classifiées par les taxonomistes.

À quoi ressemble le *varech*?

L var ch a un tructure trè compl x . L'appareil végétatif de la plante, ou thalle, se compose de quatre parties principa es :

- des **crampons** qui retiennent la plante fermement au **substrat**; ils se présentent sous deux formes : disque-ventouse, ou haptère aux nombreuses projections en forme de doigt qui permet à des espèces comme l'égrégia de s'ancrer au substrat;
- un **stipe**, ou tige de l'algue, qui soutient et oriente les lames de façon à optimiser l'accès aux substances nutritives, à l'oxygène, au dioxyde de carbone et à la lumière; le stipe, dont la structure varie selon les espèces, peut être long, court, rigide, ligneux flexible solide ou creux;



- une **fronde**, ou **lame**, qui ressemble à une feuille et capte la lumière et les substances nutritives requises pour la photosynthèse; la fronde, qui peut porter les organes reproducteurs de l'algue, se présente sous diverses formes : lame unique et large, lame divisée en plusieurs parties, ou lames multiples;
- des **flotteurs**, chambres ou vésicules creuses remplies de gaz, dont le rôle est de faire en sorte que les parties de la plante responsables de la photosynthèse flottent et s'orientent vers la lumière; les laminaires de grande taille, comme le néréocystis et le macrocystis à feuilles entières, en possèdent.

> **Genre :** Dans la classification linnéenne, groupe d'espèces étroitement apparentées au sein d'une famille.
>
> **Gamétophyte :** Stade ou génération où les gamètes sont produits.
>
> **Substrat :** Fond de l'océan.

La reproduction et les cycles biologiques du varech sont très complexes et parfois mystérieux. La plupart de ces algues se reproduisent par voie sexuelle ou asexuelle et alternent entre un stade microscopique à **gamétophyte** et un

stade macroscopique sporifère. Bien que le néréocystis et le macrocystis à feuilles entières puissent atteindre de 25 à 30 mètres de longueur, leurs cycles de vie varient énormément à cause de leurs habitats différents. Le second, qui se rencontre dans des zones relativement abritées, peut vivre huit ans, tandis que le premier, qui se trouve dans des zones plus exposées aux vagues, ne vit en moyenne qu'un an.

Où le *varech* pousse-t-il?

Le varech croît et vit sur des côtes rocheuses, formant un étagement distinct appelé zonation. Il habite la zone subtidale, c'est-à-dire sous le niveau des plus basses marées, et la zone intertidale, espace situé entre les limites extrêmes des hautes et des basses marées. Le varech qui vit dans la zone intertidale est exposé à l'air pendant certaines périodes, tandis que celui qui se trouve dans la zone subtidale n'y est jamais exposé longtemps.

Bien que chaque espèce de varech présente sur la côte du Pacifique demande un habitat et des conditions environnementales particuliers pour survivre, le facteur le plus important est le degré d'exposition à l'air à marée basse. Les autres facteurs abiotiques ou physiques sont l'exposition aux vagues, la lumière, la topographie, la température, la salinité, les substances nutritives disponibles, la sédimentation ainsi que la pente du rivage et son substrat. Ainsi, les forts vents de terre et l'action des vagues peuvent accroître le nombre d'espèces en favorisant la remontée des substances nutritives. Des facteurs biotiques, comme la compétition avec d'autres espèces et l'incidence du broutage exercé par les oursins, peuvent également jouer. L'effet de ces facteurs varie géographiquement, ce qui forme des communautés intertidales uniques différant légèrement d'une région à l'autre.

Plusieurs espèces de varech vivent sur la côte ouest de l'Amérique du Nord depuis le cercle polaire arctique jusqu'à la Basse-Californie. Cependant, beaucoup sont confinées à une zone particulière car leurs tolérances écologiques à des facteurs tels que la température ne sont pas aussi grandes. Par exemple, le macrocystis à feuilles entières, *Pleurophycus gardneri*, *Cymethere triplicata* et le postelsia palmiforme se rencontrent tout le long du Pacifique-Nord (au nord de San Francisco), mais ne dépassent pas le sud de la Californie. Par contre, certaines espèces, comme *Hedophyllum sessile*, vivent de l'Alaska au Mexique. La diversité spécifique du varech est élevée sur la côte de la Colombie-Britannique, surtout à cause des multiples habitats qui

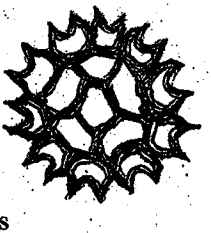
s'y trouvent - depuis des côtes rocheuses avancées et exposées jusqu'à des zones relativement calmes et abritées.

Qu'est-ce qu'une forêt de *varech*?

Les forêts de néréocystis et de macrocystis à feuilles entières de la zone subtidale forment des communautés distinctes en eau profonde. Ces forêts sous-marines présentent, à l'instar des forêts terrestres, des strates où vivent différentes espèces. Ces strates se distinguent par les caractéristiques morphologiques suivantes :

- un **couvert flottant**, formé de macrocystis à feuilles entières et de néréocystis dont les frondes viennent se positionner à la surface de l'eau ou tout près pour se procurer la lumière, le dioxyde de carbone et d'autres substances nutritives pour la photosynthèse;
- un **sous-étage stipité et dressé**, formé par *Pterygophora californica, Eisenia arborea* ou *Laminaria setcheli* dont les frondes, supportées par le stipe, s'élèvent au-dessus du substrat;
- une **strate couchée**, formée par *Dictyoneurum* dont les frondes reposent sur le substrat ou juste au-dessus;
- une **pelouse** d'algues coralliennes et d'algues rouges filamenteuses;
- un **trottoir** d'algues coralliennes encroûtantes.

Pourquoi les écosystèmes de *varech* sont-ils importants?



Les communautés de varech sont importantes parce qu'elles se composent de plusieurs espèces d'algues, d'invertébrés, de poissons, d'oiseaux et de mammifères marins, toutes intimement reliées les unes aux autres par les chaînes trophiques. Les espèces de varech qui aident à constituer ces communautés comprennent *Laminaria setcheli*, *Eisenia arborea* et *Alaria marginata*. Les autres herbes marines comprennent des plantes à fleurs des genres *Zostera* et *Phyllospadix*, ainsi que d'autres algues comme les fucus.

Invertébrés

Les invertébrés (animaux dépourvus d'épine dorsale ou de colonne vertébrale) sont nombreux dans les communautés de varech. Diverses espèces cherchant

protection ou nourriture peuvent être observées sur les plants de varech ou autour. Les crampons attirent une foule d'éponges, de vers, de crustacés et de [illegible]aire, et certains invertébrés peuvent se développer sur les crampons sans être associés au varech à une fréquence [illegible]. D'autres espèces, comme des nudibranches, des gastéropodes et des limaces de mer, peuvent se trouver [illegible] les frondes. Les forêts de varech [illegible] m[illegible] brouteurs, tels des gastéropodes et des isopodes, ainsi que des suspensivores, comme les araignées de mer et les [illegible]ormeaux, qui se nourrissent [illegible] ma[illegible]è[illegible] p[illegible]o[illegible]e[illegible]es é[illegible]ri[illegible]us fournis par le varech. Chitons, ophiures, anémones de mer et crabes de varech [illegible]im[illegible]nt fréquent [illegible] les forêts de varech.

Un des invertébrés les plus abondants et malfamés des communautés de varech est l'oursin rouge qui, par ses habitudes de broutage dans de nombreuses zones tempérées, réduit la quantité d'algues charnues reposant sur le substrat. Toutefois, cet oursin joue un rôle important dans la dispersion du varech en maintenant les éléments reproducteurs des algues assez longtemps en contact avec le substrat pour permettre aux spores de s'établir, notamment sur les crêtes et les hauts-fonds.

Poissons

Les communautés de varech non seulement créent un habitat pour les espèces qui en font partie mais augmentent aussi la diversité et l'abondance des [illegible] p[illegible]n[illegible]u, [illegible]z[illegible]a[illegible]e. Plus de 20 espèces sont [illegible]é[illegible]n[illegible]ant [illegible] peuplements de varech et beaucoup d'autres y sont des visiteurs réguliers. Cependant, la majorité des poissons associés à ces peuplements n'en ont besoin que pour des aspects particuliers de leur cycle biologique, par exemple pour se nourrir, s'abriter ou se reproduire. Certains poissons, tels que [illegible]éba[illegible]e[illegible] e[illegible] ba[illegible]s, les [illegible]tils[illegible]nt comme refuge ou lieu de ha[illegible]e. Comme leur forme et leur couleur les font ressembler aux lames du varech, ils peuvent plus facilement se cacher et

s'embusquer pour chasser. Le chabot trilobé, le hareng du Pacifique, le requin blanc et le merlu du Pacifique peuvent aussi être présents dans les forêts de varech ou autour. Le hareng pond parfois sur le varech.

Oiseaux

Une quinzaine d'espèces d'oiseaux fréquentent trois habitats distincts dans les peuplements de varech : le couvert superficiel, la zone de la mi-profondeur au fond, et la limite des algues. L'habitat utilisé par chaque espèce dépend du type de nourriture que celle-ci recherche et de la manière qu'elle l'obtient. Par exemple, le grand héron visite fréquemment le couvert superficiel, se servant des flotteurs du néréocystis comme perchoir lorsqu'il pêche. Le chevalier errant, le goéland de Heermann, la marmette de Troïl, la macreuse à ailes blanches et le cormoran de Brandt sont d'autres oiseaux associés au varech.

Mammifères marins

La baleine grise de Californie, l'épaulard, le phoque commun du Pacifique, la loutre de mer et l'otarie de Californie forment le sommet de la pyramide alimentaire de l'écosystème marin côtier. L'épaulard rôde autour des forêts de varech à la recherche de phoques et de baleines grises pour se nourrir. La baleine grise suit aussi la lisière extérieure de ces forêts lors de ses migrations et y entre pour échapper aux attaques de l'épaulard et se nourrir de petits invertébrés, comme les crevettes mysidées. Le phoque commun du Pacifique fréquente ces forêts pour y capturer les poissons, comme les ditrèmes, qui composent son menu et pour se reposer parmi les frondes du varech.

Biomasse : Masse totale de toutes les espèces présentes dans une communauté.

Remontée : Courant ascendant qui transporte les substances nutritives des zones océaniques profondes vers les zones supérieures.

Turbidité : Condition d'une étendue d'eau qui contient des matières en suspension, par exemple des particules d'argile et de limon.

Sédimentation : Processus de dépôt de matières, telles que particules d'argile et de limon, au fond des eaux.

Le mieux connu des résidants des forêts de varech est sans doute la loutre de mer qui y trouve nourriture, protection et habitat. Elle y met bas, s'y repose et s'y nourrit; d'ailleurs, il n'est pas rare d'apercevoir des loutres nager avec des algues accrochées à elles. Presque éliminée de son habitat de la côte du Pacifique au XVIIIe siècle à cause du commerce des fourrures, la loutre de mer a été réintroduite à certains endroits le long de la côte de la Colombie-Britannique, et ses populations sont maintenant en hausse.

Réseau trophique

Les membres de la communauté de la forêt de varech sont reliés entre eux par leurs besoins nutritionnels et leurs dépendances alimentaires dans un réseau trophique. La **photosynthèse** procure aux algues l'énergie dont elles ont besoin pour croître. Les invertébrés, comme les oursins rouges et les ormeaux, consomment les frondes des algues. Les poissons, tels que ditrèmes et bars, se nourrissent des petits invertébrés (isopodes et crabes) qui vivent parmi le varech ou l'utilisent. Les oiseaux, comme le grand héron, mangent les poissons et les invertébrés, tandis que les mammifères marins, comme la loutre de mer, l'épaulard et la baleine grise, consomment les poissons, les invertébrés ainsi que d'autres mammifères marins. Les humains aussi utilisent les ressources du varech dans des exploitations de diverses espèces de poissons, de varech et d'invertébrés (l'ormeau, p. ex.).

Même après sa mort, le varech participe au réseau trophique. Des espèces **benthiques**, ou espèces vivant sur les fonds océaniques, y compris des micro-organismes et des espèces des grands fonds, se nourrissent des frondes en décomposition, et, ce faisant, produisent des aliments pour d'autres espèces et retournent des substances nutritives dans l'eau. Le **varech d'épave** déposé sur les plages procure à des invertébrés, tels les orchesties et les phlébotomes, nourriture et habitat, notamment pour leur croissance; puis, ceux-ci sont mangés à leur tour par des oiseaux terrestres et marins.

Productivité

Les forêts de varech, composante majeure de l'écosystème côtier marin, sont plus productives que les forêts humides tropicales. La **productivité** se mesure par la vitesse de fixation du carbone dans la matière organique grâce à la photosynthèse, qui contrôle la vitesse de production de nourriture accessible aux animaux. Les forêts de varech de la Colombie-Britannique fixent 2,5 kilogrammes de carbone par mètre carré annuellement, par comparaison à 2,0 kilogrammes par mètre carré pour les forêts humides tropicales. Cette forte productivité signifie que les peuplements de varech peuvent nourrir un grand nombre d'animaux – oursins, poissons et crabes notamment.

Valeurs économiques

Le varech contient de l'**algine**, substance naturell qui est extraite de ses frondes et sert à fabriquer des vêtements, à épaissir et gélifier des produits comme les crèmes glacées et les vinaigrettes, ainsi qu'à assurer l'onctuosité de certains cosmétiques. Le varech trouve également des utilisations comme engrais et aliments des animaux dans les fermes, et l'on a commencé à s'en servir récemment pour les pansements dans les hôpitaux. Ces pansements, qui r_ssembl_nt à d_s tamp_ns d_ coton doux p__m__ent d'éliminer les bactéries nocives, de calmer la douleur et d'accélérer la guérison. Par ailleurs, la diversité de la vie marine dans les forêts de varech et la beauté naturelle de ces forêts représentent un attrait pour les adeptes de la plongée sous-marine, les photographes, les pêcheurs sportifs et les observateurs d'oiseaux et d'autres animaux. Les dépenses des touristes attirés par ces forêts peuvent être très profitables pour les économies locales.

Quelles menaces pèsent sur les écosystèmes du *varech*?

Même si le littoral rocheux de la Colombie-Britannique abrite diverses espèces de varech et d'autres algues, c'est aussi un écosystème perturbé où la biomasse et la diversité des plantes marines devraient être plus élevées. Cet écosystème est menacé par les impacts des activités humaines, y compris les changements climatiques, l'intensification du rayonnement ultraviolet, la pollution, l'urbanisation et les perturbations des terrains.

Changements climatiques

Le réchauffement du climat peut avoir des répercussions très graves sur les forêts de varech en augmentant les effets et la fréquence des perturbations océaniques-atmosphériques d'ampleur mondiale ou régionale associées au courant El Niño – depuis la hausse des températures à la surface de la mer jusqu'à l'altération du régime des pluies. Le réchauffement marqué de l'eau et la diminution importante des **remontées** de substances nutritives causés par les événements El Niño ont pour effets de réduire la productivité du varech et de tuer les algues plus vieilles. Plus intenses que les tempêtes régulières, les événements El Niño peuvent aussi causer une grande destruction en arrachant les algues de leur substrat et en les emmêlant avec d'autres plantes, qui sont à leur tour arrachées. Dans certains cas, plus de 50 % de la superficie d'une forêt de varech a été décimée par un événement El Niño, phénomène le plus meurtrier pour le varech.

L'intensification du rayonnement ultraviolet cause la formation de cloques sur les frondes. Celles-ci se fendent ensuite sous l'action des vagues et vont mourir plus rapidement.

Urbanisation des côtes, perturbations des terres et pollution

L'urbanisation des côtes et les perturbations des terres affectent les forêts de varech en augmentant les concentrations des substances nutritives, la **turbidité** et la **sédimentation** à cause des apports d'eau de ruissellement et des rejets d'eaux usées. La sédimentation et la turbidité peuvent réduire la croissance des jeunes algues en diminuant la quantité de lumière qui atteint les strates d'eau plus profondes.

Des substances toxiques présentes dans les eaux de ruissellement et les rejets d'eaux usées affectent aussi le varech. Le cuivre réduit la croissance et la reproduction du macrocystis à feuilles entières, tandis que le DDT peut altérer tout l'écosystème. Comme ce dernier se concentre le long de la chaîne alimentaire, les oiseaux, les mammifères marins et les humains qui consomment des animaux contaminés reçoivent une dose beaucoup plus forte que les organismes situés plus bas dans la chaîne.

Que peut-on faire pour préserver les écosystèmes du *varech*?

Éducation, conservation et protection sont nécessaires pour préserver la diversité des écosystèmes des forêts de varech. Les chercheurs et les gestionnaires de la biodiversité sont encouragés à étudier en détail ces écosystèmes et les changements qui touchent les plantes et les animaux qui en font partie. L'amélioration des connaissances à ce chapitre permettra d'élaborer des plans de conservation soutenables afin de protéger efficacement les forêts de varech et de préserver la diversité de leurs habitants. Les gouvernements peuvent aider en établissant des aires marines protégées. Les citoyens, peu importe où ils vivent, devraient prendre le temps de s'informer sur les écosystèmes marins et les valeurs et préoccupations s'y rattachant. Ceux que cette question intéresse davantage peuvent se joindre à un groupe de défense de l'environnement et promouvoir activement l'utilisation durable et la protection des écosystèmes des forêts de varech. La survie des espèces marines et celle de l'humanité tout entière dépendent des efforts que nous ferons pour conserver et protéger la diversité biologique de ces écosystèmes.

Pour en savoir plus

Les ouvrages suivants renferment d'autres renseignements sur les écosystèmes de varech et les écosystèmes marins en général :

Hawkes, Michael. 1994. Benthic Marine Algal Flora of British Columbia: Diversity and Conservation Status. In *Biodiversity in British Columbia: Our Changing Environment*. Edited by Lee Harding and Emily McCullum.

Norse, Elliott (editor). 1993. *Global Marine Biodiversity: A Strategy for Building Conservation into Decision-making*.

Luning, Klaus. 1990. *Seaweeds: Their Environment, Biogeography and Ecophysiology*.

McConnaughey, B. and Evelyn McConnaughey. 1985. *Pacific Coast: An Audubon Nature Guide*.

Ricketts, E.F., J. Calvin and J.W. Hedgepeth. 1985. *Between Pacific Tides*. 5th edition.

Sanders, Dale and Diane Swanson. 1993. *The Emerald Sea: Exploring the Underwater Wilderness of the North Pacific Coast.*

Bibliographie

Bold, Harold and Michael J. Wynne. 1985. *Introduction to the Algae.* Englewood: Prentice-Hall

Clark, John R. 1977. *Coastal Ecosystem Management: A Techniques Manual for the Conservation of Coastal Zone Resources.* New York: John Wiley and Sons.

Coon, Michael L. 1983. *Marine Plants in British Columbia: Management and Development Strategies and Constraints.* British Columbia Marine Resources Branch, Paper No. 2.

Coon, M.L. 1982. *Kelp Inventory, 1978 Northwest Coast of Vancouver Island.* Fisheries Development Report No 28, British Columbia: Ministry of the Environment.

Dayton, Paul. 1985. *Ecology of Kelp Communities.* Annual Review of Ecology and Systematics **16**: 215-245.

Dayton, Paul and Mia Tegner. 1982. *The Importance of Scale in Community Ecology: A Kelp Forest Example with Terrestrial Analogs, A New Ecology: Novel Approaches to Interactive Systems.* New York: John Wiley and Sons.

Dayton, P.K. *et al.* 1984. *Patch Dynamics and Stability of Some California Kelp Communities.* Ecological Monographs **54** (3): 253-289.

Dewreede, Robert, P. Ewanchuk and F. Shaughnessy. 1992. *Wounding, Healing and Survivorship in Three Kelp Species.* Marine Ecology Progress Series **82**: 259-266.

Druehl, L.D. 1978. *The Distribution of Macrocystis integrifolia in British Columbia as Related to environmental Parameters.* Canadian Journal of Botany **56**: 69-79.

1980. *The Development of an Edible Kelp Culture Technlogy for British Columbia: Second Annual Report.* Fisheries Development Report No. 26, British Columbia: Ministry of Agriculture and Fisheries.

1981. *The Development of an Edible Kelp Culture Technology for British Columbia: Third Annual Report*. Fisheries Development Report No. 26, British Columbia: Ministry of Agriculture and Fisheries.

Hawkes, Michael. 1991. Les algues de la Colombie-Britannique : Biodiversité, écologie et conservation. Dans *Bulletin canadien de la biodiversité*, vol. 1, n° 3, pp. 4-12, Musée canadien de la nature.

Luning, Klaus. *Seaweeds: Their Environment, Biogeography and Ecophysiology*. Toronto: John Wiley and Sons.

McConnaughey, B. and Evelyn McConnaughey. 1985. *Pacific Coast: An Audubon Nature Guide*. NewYork; Alfred Knopf.

McPeak and Glanz. *Harvesting California's Kelp Forests*. Oceanus **27** (1): 19-26.

North, Wheeler. 1981. *Kelp!* Chemptech, May, pp. 294-298.

North, Wheeler. 1994. *Review of Macrocystis Biology, Biology of Economic Algae*. Edited by I. Akatsuka, The Hague, Netherlands: SPB Academic Publishing.

Ricketts, E.F., J. Calvin and J.W. Hedgepeth. 1985. *Between Pacific Tides*. 5th edition. Revised by D.W. Phillips, Stanford: Stanford University Press.

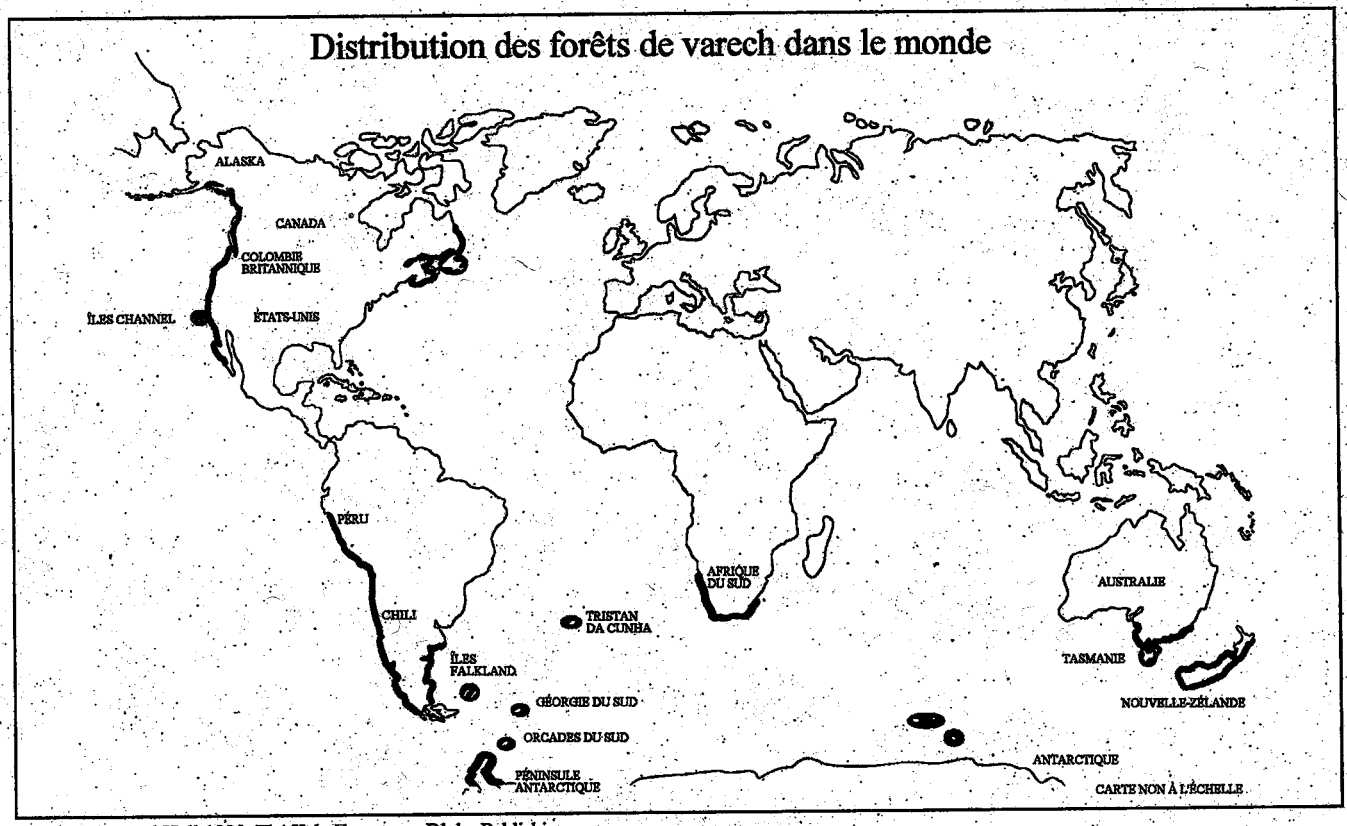
Scagel, Robert. 1967. *Guide to Common Seaweeds of British Columbia*. British Columbia: British Columbia Provincial Museum, Department of Recreation and Conservation.

Sutherland, I.R. 1989. *Kelp Inventory, 1988*. Fisheries Development Report No. 35, British Columbia Ministry of Agriculture and Fisheries.

Tegner, M.J. and P.K. Dayton. 1987. *El Nino Effects on Southern California Kelp Forest Communities*. Advances in Ecological Research **17**: 243-279.

Waaland, J. Robert. 1977. *Common Seaweed of the Pacific Coast*. Vancouver: J.J. Douglas Ltd.

Watson, Jane. 1993. *The Effects of Sea Otters* (Enhydra lutris) *Foraging on Rocky Communities of Northwestern Vancouver Island, British Columbia*, PhD Dissertation, University of California Santa Cruz.



Source : Howard Hall 1990, The Kelp Forest par Blake Publishing.

CENTRE SAINT – LAURENT
CSLM008837

Carrie Konig, étudiante inscrite au programme d'études environnementales de l'université de Waterloo, a fait un stage au Bureau de la Convention sur la biodiversité en 1995.