

3 Eaux tempérées et polaires
Fondation des mers

TEMPERATE AND
POLAR WATERS —
THE OCEAN'S FOUNDATION

Chapitre troisième

Eaux polaires et tempérées

Productivité océanique

La vie entre les marées

Les forêts de laminaires

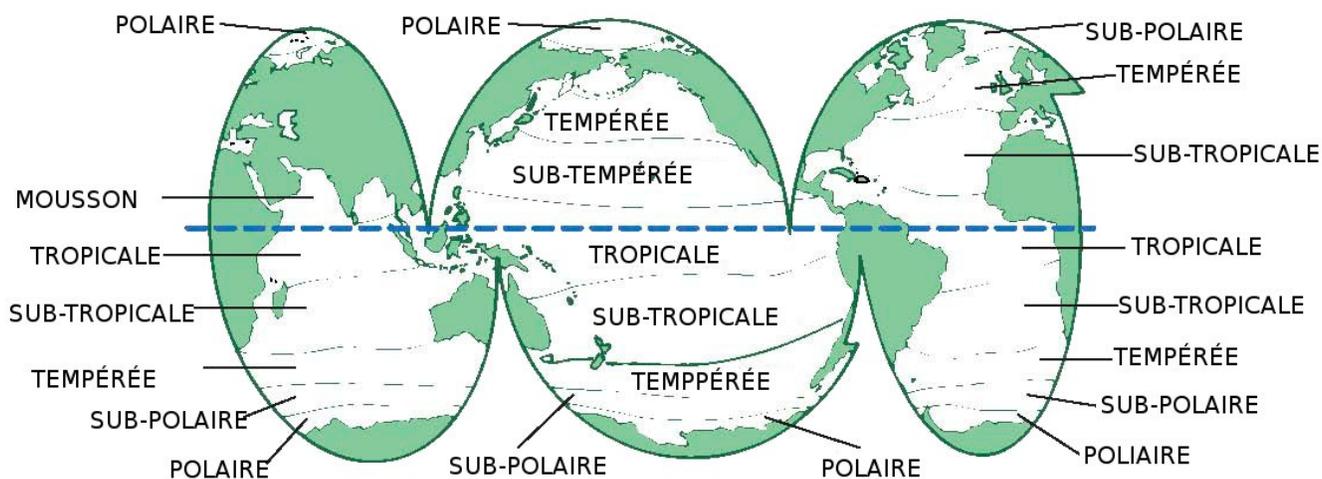
Les régions polaires

Contenu essentiel

Soulignez ou surlignez les réponses aux questions suivantes :

1. Qu'est-ce que la *productivité primaire* et quelle est la principale source de productivité océanique?
2. Pourquoi les eaux tempérées atteignent-elles leurs sommets de productivité au printemps et en automne?
3. Quel est le plus grand danger qui menace les organismes des zones intertidales?
4. Qu'est-ce que la *zonalité* des espèces intertidales?
5. Quels sont les trois facteurs déterminant la zonalité intertidale en milieu rocheux?
6. Pourquoi les forêts de laminaires sont-elles si importantes?
7. Qu'est-ce qu'une *espèce-clef*?
8. Pourquoi la productivité de l'océan Antarctique est-elle si grande?
9. Pourquoi l'océan Arctique supporte-t-il des espèces plus grandes que ne le fait l'océan Antarctique?

Zones climatiques maritimes du monde



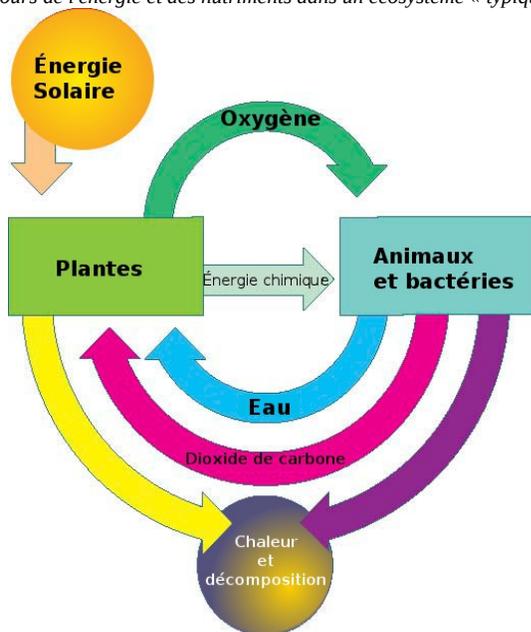
Les zones tempérées sont situées entre les parallèles 23,5 et 66,5. Ceci dit, rappelons que les océans n'ont pas de frontière et que les eaux sont en constant mouvement. Mieux vaut alors définir les zones *polaire* et *tempérée* en fonction de la température de leurs eaux.

Les eaux polaires sont rarement plus chaudes que 10°C / 50°F et peuvent être aussi froides que -2°C / 28°F. Pour leur part, les eaux tempérées sont à environ 10°C / 50°F en surface. Cette zone est particulièrement importante parce qu'elle constitue la base de toutes la chaîne alimentaire.

PRODUCTIVITÉ OCÉANIQUE

La *productivité primaire* est la conversion de l'énergie solaire en énergie chimique, ou – simplement – la production végétale. Ce procédé est appelé *photosynthèse*. Pratiquement toutes les chaînes alimentaires majeures sont basées sur ce type de productivité primaire. La principale source de productivité des océans est le *phytoplancton*. Sur la terre ferme, la productivité varie grandement. En mer, elle est beaucoup plus stable et constante.

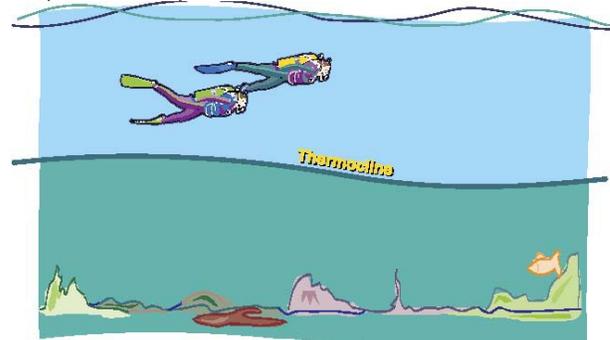
Parcours de l'énergie et des nutriments dans un écosystème « typique »



Les mers tempérées

Dans les eaux des mers tempérées, la quantité de lumière solaire qui entre varie au gré des saisons. Ceci entraîne une variation de la *zone photique*. Comme dans les écosystèmes d'eau douce, la température aussi varie et altère la structure de l'eau et sa stratification. Durant l'été, il y a plus de soleil et la chaleur des couches supérieures augmente. Cette eau plus chaude et moins dense couvre la masse d'eau plus froide et plus dense des profondeurs. L'écart de densité entre l'eau chaude et l'eau froide amène la stratification thermique, ce que

Stratification thermique de l'eau



les plongeurs ressentent et nomment *thermocline*.

Cette stratification crée une barrière entre les couches et empêche le mélange. Elle empêche aussi les nutriments de remonter à la surface et permettre la production primaire. La couche chaude, près de la surface, perd en productivité. Lorsqu'arrive l'automne, avec ses jours plus courts et sa chaleur moindre, la stratification se dissout progressivement. La couche superficielle perd de la chaleur, gagne en densité et la différence entre les couches est moindre. Le mélange est de nouveau possible. Le vent qui se fait plus fort à l'automne contribue lui aussi au brassage. En hiver, avec les tempêtes, l'eau uniformément froide se fait mélanger encore plus profondément. Au retour du printemps, avec l'allongement des jours et l'augmentation de la chaleur, la colonne d'eau sera de nouveau stratifiée en couches superficielle chaude en surface et froide en profondeur.

Dans les mers tempérées, la productivité varie au gré des saisons. En général, le maximum de productivité surviendra au printemps (efflorescence de plancton) et à moindre échelle à l'automne. Les creux de productivité sont en été et en hiver. Le creux estival s'explique par la stratification, le creux hivernal par le raccourcissement des jours. Ainsi les mers sont plus productives en hautes latitudes, près des pôles.



Productivité des eaux côtières

La productivité des eaux côtières ne s'explique pas aussi facilement. Plusieurs facteurs locaux entrent en jeu. Elle est influencée par la résurgence (ou non) de nutriments venant du fond et par l'apport de nutriments des rivières, des baies et fleuves s'y jetant. De plus, les eaux couvrant le plateau continental (la zone néritique) se trouvant dans la zone photique permettra la photosynthèse. En outre, les eaux peu profondes ne connaissant pas de grandes variations de température ne verront pas non

plus les nutriments emprisonnés par une stratification.

Tout cela entraîne une productivité stable, voire même haute, même durant l'été. Elle est même supérieure à la productivité de l'océan. Les plantes benthiques, les écosystèmes près des côtes comme les champs d'herbe, les marais salés ou les mangroves stimulent encore plus la production primaire près de la rive.

LA VIE ENTRE LES MARÉES

Toutes les régions côtières ont une zone intertidale. Son expansion dépend de la hauteur des marées. La zone des marées (tidale) est un des environnements les plus difficiles de la planète puisque les organismes s'y accrochant doivent être aptes à survivre aussi bien dans l'eau qu'au sec et à subir ces changements deux fois par jour. En région tempérée, plusieurs régions côtières connaissent de fortes marées (jusqu'à 12 mètres / 40 pieds dans la baie de Fundy au Canada). La zone intet-tidale en est d'autant plus grande et la survie difficile.



Les plantes et animaux de la zone intertidale doivent compter sur de nombreuses adaptations pour survivre. Parmi celles-ci, notons la capacité à s'arrimer fermement au substrat rocheux (comme les patelles le font); l'aptitude à fermer de façon vraiment étanche sa coquille (comme l'escargot); l'agilité de se réfugier dans les bassins d'eau (comme l'écrevisse) ou à s'enliser pour s'abriter du vent et de la chaleur. Au retour de la marée, ces organismes doivent encore survivre aux vagues et au milieu aquatique. Pour survivre, les algues marines comptent sur de solides structures appelées *grappins* pour s'attacher aux rochers. Certains organismes comptent sur des organes spécialisés, comme les moules et son byssus. Les huîtres et les balanes génèrent leur propre adhésif pour s'attacher à une roche.

Les habitants de la zone intertidale doivent aussi se prémunir contre les prédateurs,

ceux de haute marée, ceux de basse marée. À marée basse, la zone intertidale devient un terrain de chasse prisé par les oiseaux et les mammifères.



Comment les marées sont-elles générées

Les organismes de la zone intertidale sont adaptés à de grandes variations, mais d'où viennent ces variations?

Les *marées* sont des mouvements périodiques brefs du niveau de la surface des mers. Ces mouvements sont dus aux forces gravitationnelles combinées du soleil et de la lune, de même qu'à la rotation de la terre sur son axe. Puisque la lune est plus près de la terre que le soleil, sa force d'attraction est prépondérante. C'est elle qui régule le cycle quotidien. La lune attire les eaux vers elle, créant un « renflement » du côté de la lune. De l'autre côté, un autre renflement est créé, celui-ci par manque de gravité. À l'équerre de ces deux renflements se trouvent les étals de marée basse. Puisque les renflements vis-à-vis de la lune appellent les eaux, celles-ci viennent à manquer ailleurs, d'où les marées basses. Puisque la terre tourne, un point donné de sa surface se trouve

alternativement en situation de « renflement » et de « manque ». Pour un observateur, l'eau monte lorsque son point d'observation se trouve dans le « renflement » et l'eau descend lorsqu'il est dans la zone de « manque » (dépression).

Le soleil a aussi son rôle à jouer sur la hauteur des marées. Lorsque soleil, lune et terre sont en ligne, les forces gravitationnelles s'additionnent et attirent une plus grande masse d'eau. C'est le cas des marées printanières. Au contraire, lorsque la lune et le soleil sont à l'équerre, les marées sont plus faibles.

Pour tout dire, il faut aussi ajouter les influences des masses terrestres et de la forme des bassins. À cause de cela, les marées sont dites semi-diurnes (2 hautes, 2 basses de même ampleur), diurnes (1 haute, 1 basse par jour), ou mixtes (haute et basse successives sont de différentes amplitudes).

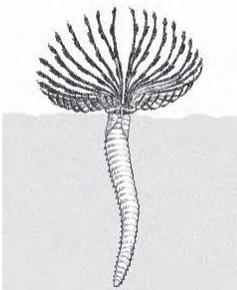


Dans la zone intertidale, les conditions varient d'un milieu sec (là où ne vont que les éclaboussures des vagues) à un milieu aquatique (au point de la plus basse marée). La plupart des organismes y vivant se sont spécialisés dans la survie d'une partie de cette zone. C'est ce qu'on appelle la *zonalité*. Les algues montrent clairement les différentes parties de la zonalité. Les lichens (une combinaison de champignon et de bactéries) jaunes, blancs ou gris vivent dans la zone aspergée de vagues. Les algues vertes sont communes dans la partie de haute marée alors que les algues brunes (comme *ubiquitous Fucus sp.*) se tiennent plus près des eaux. Les algues rouges se retrouvent plus bas que les brunes. Finalement, les longs laminaires restent dans la partie immergée (sub-tidale).

La vie juste en-dessous

Bien que plusieurs n'y voient que des roches et de la boue, la zone intertidale peut être un lieu riche et prolifique. Le mouvement restreint des vagues sur une rive boueuse permet à un riche substrat organique de s'accumuler. Celui-ci supportera un luxuriant jardin de plantes marines. Ces plantes peuvent être des algues ou des herbes. Contrairement aux algues, les herbes fleurissent (elles sont *angiospermes*) comme leurs ancêtres terrestres. Une des herbes prolifiques et importantes des zones tempérées est la zostère, qui abrite et nourrit les animaux qui broutent. Ces plantes à croissance rapide constitue la base d'une riche et productive chaîne alimentaire.

La faune des berges meubles se divise en deux groupes : l'*épifaune* (qui ne reste pas là) et l'*infaune* (qui passe sa vie entière dans les sédiments). Dans l'*épifaune*, on compte les animaux opportunistes comme les oiseaux ou les vidangeurs comme les crabes. Plusieurs espèces animales utilisent cette zone pour la croissance



de leurs petits, d'où son appellation de *pépinière*. Nombreux poissons trouvent dans la zone intertidale un lieu sécuritaire pour passer leurs premières années de vie. La boue est certes très riche en nutriments, mais ses particules fines et tassées laissent peu de place à l'oxygène. Les



animaux y vivant ont développé diverses stratégies pour s'alimenter en ce gaz précieux. Par exemple, des animaux fouisseurs comme la palourde disposent d'un genre de tuba pour aspirer l'air au-dessus de la boue. D'autres créent des canaux pour que l'eau riche en oxygène entre dans leur cachette.

Lorsqu'on vit enfoui dans la boue, il faut à la fois savoir construire son logis et développer les stratégies nécessaires à l'alimentation. Certains de ceux-ci extraient leur nourriture à l'aide d'un tentacule extensible, d'autres labourent la boue comme s'ils étaient des vers. Certains habitants de la zone intertidale sont si petits qu'ils se mêlent aux particules de boue, utilisant même la fine couche se formant autour de celles-ci pour s'abriter. Ces petits organismes (souvent microscopiques) mangent, généralement, des détritits ou des bactéries.

Les plages de sable déplacent souvent leurs zones d'énergie, ce qui pose problème à leurs locataires. D'ailleurs, les herbes marines n'arrivent pas à s'installer, car le substrat est trop instable pour s'y arrimer. Les petits organismes, eux, arrivent à se glisser entre les grains de sable. De plus grands



organismes fouisseurs ou filtreurs – palourdes, crabes ou vers – arrivent aussi à prospérer dans les côtes sablonneuses.

La partie rocheuse de la zone intertidale

L'étendue des berges rocheuses et leur grande accessibilité a permis de faire de nombreuses recherches et d'approfondir notre connaissance de ces zones intertidales grâce à des expériences à court et long termes. Cela en fait l'écosystème marin le mieux connu.

La caractéristique la plus remarquable des berges rocheuses est le regroupement, selon certains schémas bien marqués, des organismes y vivant. Cette zonalité est typique des zones intertidales, mais leurs spécificités dépendent de leur localisation et de leur exposition aux vagues. Bien sûr, la zonalité est plus facilement repérable chez les espèces sessiles (accrochées, comme les algues, balanes, moules) que chez les organismes mobiles.

Dans la partie arrosée par les embruns, on trouvera davantage les lichens encroûtants noirs, les grandes algues bleu-verts et quelques insectes primitifs. C'est la zone supralittorale. Un peu plus bas, on peut trouver une forte densité de bigorneaux, jusqu'à dix mille par mètre carré / 8361 individus par verge carrée. Encore un peu plus bas s'attachent les balanes, jusqu'à milliers par mètre carré / par verge carrée. Viennent ensuite, un peu plus bas, les colonies de moules. Toutes ces espèces compétitionnent pour l'espace. La densité entraîne la compétition, mais offre aussi des avantages. La forte proximité de ces organismes fait en sorte que l'eau soit emprisonnée dans le secteur et pallie ainsi aux sécheresses des marées basses. La surpopulation facilite aussi la reproduction, un partenaire se trouvant toujours près.

On remarque que ce n'est pas seulement la variation des marées qui favorise la zonalité, plusieurs autres éléments l'influencent. La hauteur d'un organisme par rapport à l'eau est tributaire de la capacité de cette organisme à vivre longtemps exposé à l'air, aux changements



de température et aux fluctuations de la salinité. L'accès aux aliments peut aussi faire en sorte qu'un organisme se trouvera plus haut ou plus bas, de même que la présence des consommateurs de cet organisme. La limite basse d'une espèce est généralement plus influencée par des

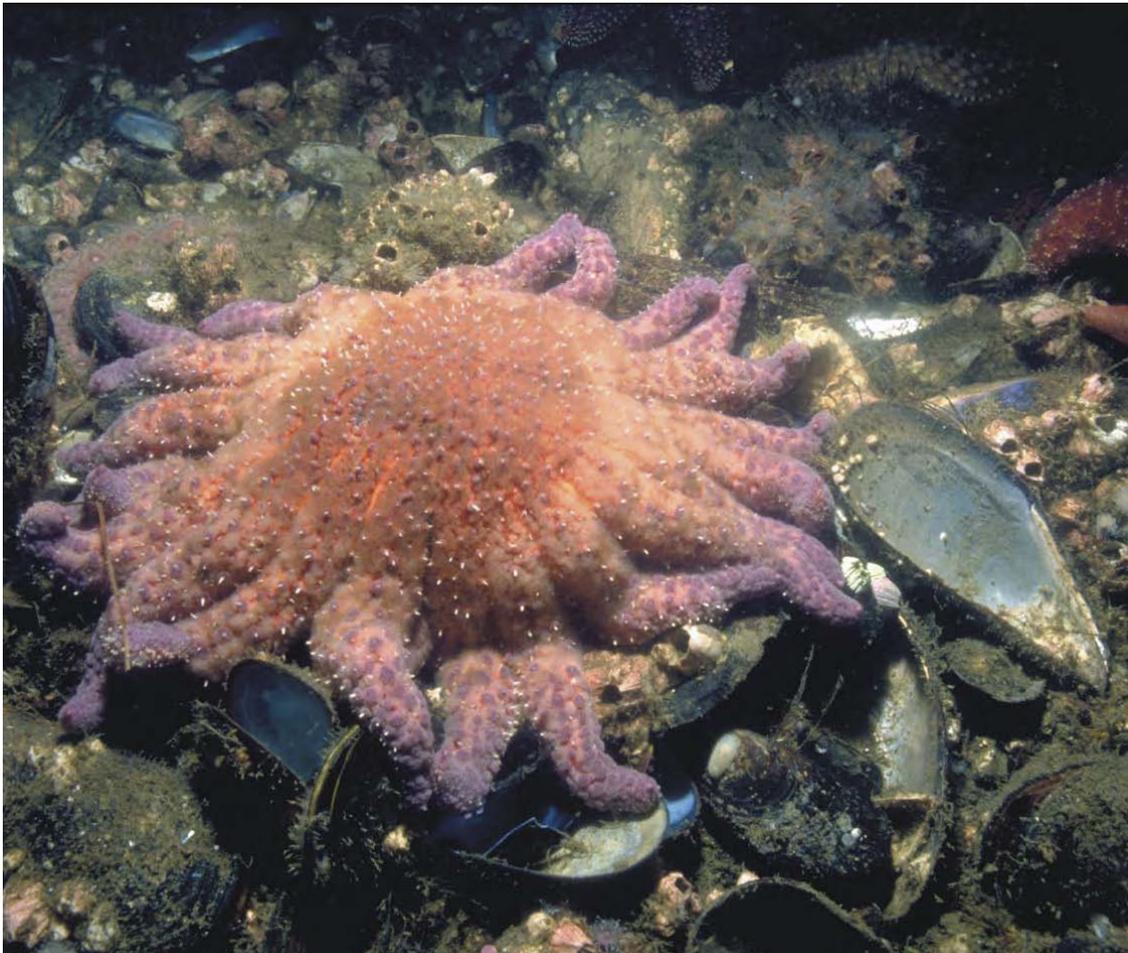
facteurs biologiques. Les producteurs primaires de la zone intertidale sont aussi présents en zone benthique. Ce sont des algues, du phytoplancton. Il faut être fait solide pour survivre en ce milieu! En plus des vagues et de l'air, il y a les glaces et l'abrasion qu'elles exercent.

Tout cela limite la production d'algues dans les zones intertidales polaires. Les algues benthiques, pour leur part atteignent leur plein potentiel dans les climats tempérés.

Devant compétitionner à la fois pour la lumière et pour l'espace les facteurs biologiques et physiques interviennent dans la zonalité des algues benthiques. La limite supérieure est imposée par la capacité de ces algues à tolérer des périodes sèches (à l'air), mais aussi au

pâturage. L'humain peut aussi faire partie de l'équation. Par exemple, les mollusques mangeant les herbes sont disparus après l'échouage de la *Torry Canyon*. Ceci fit en sorte que les algues roses gagnèrent, beaucoup de terrain. Quand les mollusques sont revenus, la zonalité a repris ses proportions d'avant le naufrage.

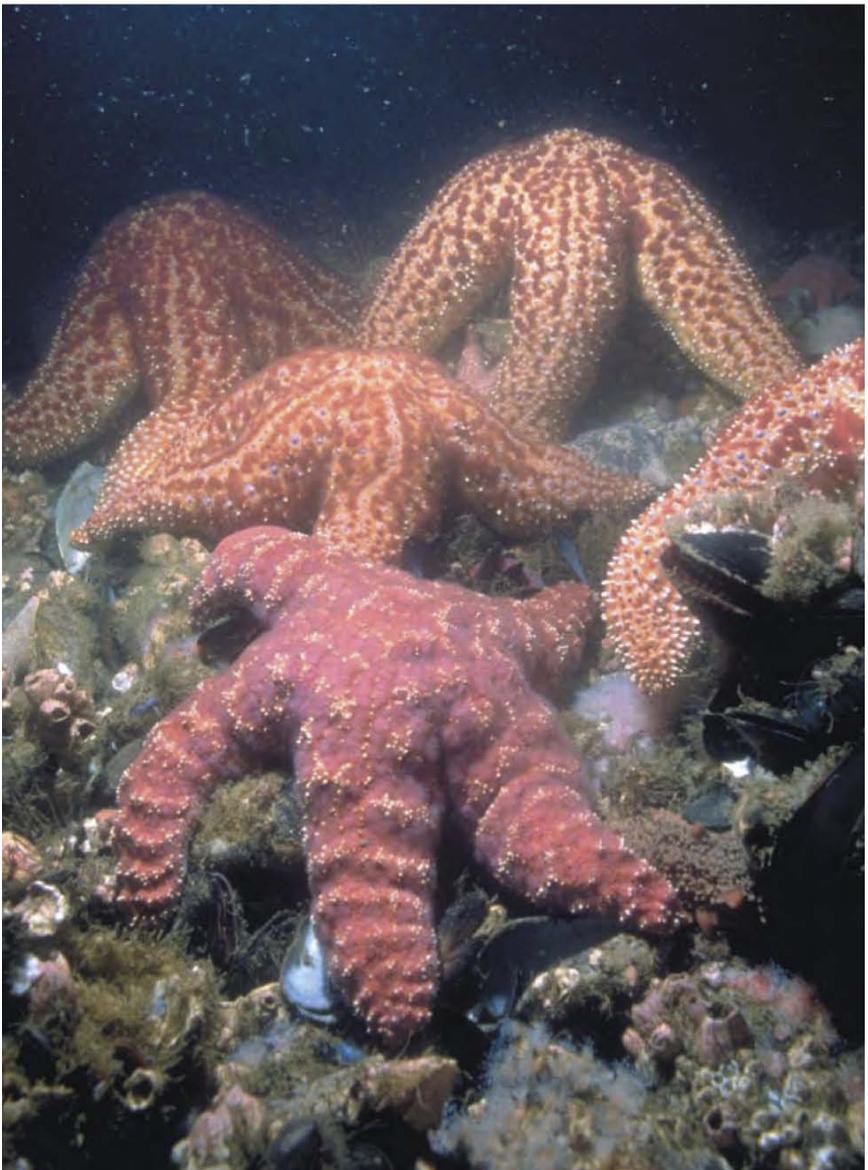
La zone intertidale rend complexes les relations de prédation. Les patelles, les chitons et les oursins de mer mangent des plantes arrimées au substrat. Moules, balanes, palourdes, ascidies, éponges et vers tubicoles filtrent l'eau et dépendent du plancton pour s'alimenter. Les carnivores comme les étoiles de mer mangent les patelles, buccins, balanes, moules et huîtres. Les mollusques comme les



buccins, lunaties ou limnées mangent à leur tour une variété de proies comme des palourdes, des moules, des balanes. Les anémones de mer s'en prennent aux crevettes, petits poissons et vers mais aussi aux détritits. Les organismes exposés à l'air doivent aussi compter les oiseaux parmi les menaces importantes. Les oiseaux mangent beaucoup durant les marées basses.



La prédation joue également un rôle de contrôle des populations sur les producteurs primaires et sur les algues benthiques. Des expériences ont démontré qu'une diminution du nombre de balanes ou d'oursins entraîne une hausse de la production primaire et modifie l'équilibre des espèces présentes.



Les espèces animales présentes et le nombre de leurs individus sont aussi influencés par la prédation et la compétition. Les moules, les palourdes et les étoiles carnivores (*Pisaster ochraceus*) dominent les côtes rocheuses de la zone intertidale nord-américaine du Pacifique. Ces étoiles mangent une grande variété de mollusques et de palourdes. Lorsqu'on a expérimentalement retiré *Pisaster*, les mollusques présents sont passés d'une trentaine de variétés à une seule dominante. On voit bien que *Pisaster* opère une sélection, mangeant l'espèce dominante, permettant à d'autres espèces de s'installer. C'est ce qu'on appelle une *espèce-clef*. Sa présence influence le nombre des espèces

présentes et le nombre de leurs individus.

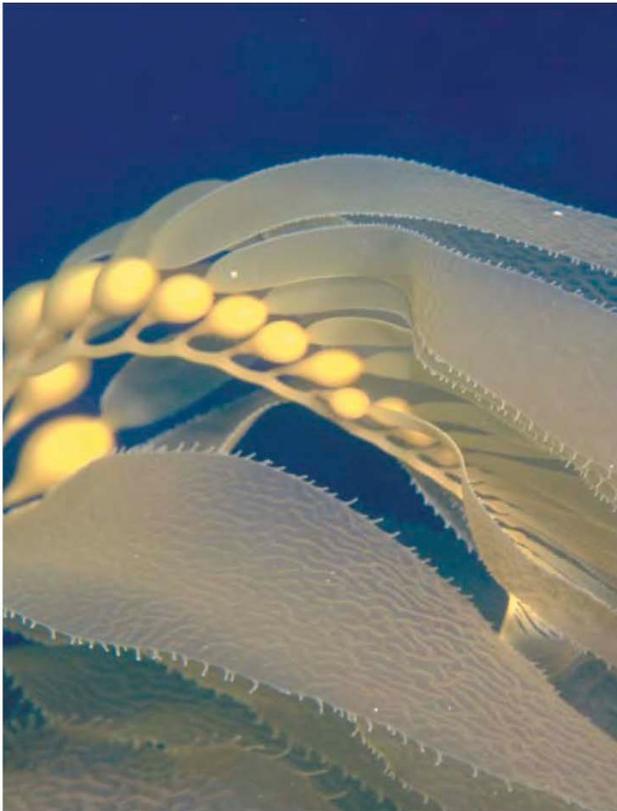
LES FORÊTS DE LAMINAIRES



Dans les régions froides, les côtes rocheuses de la zone intertidale font place aux laminaires dans la zone sub-tidale. « *Laminaire* » réfère à une gamme d'algues brunes à larges folioles qui croissent lorsque les eaux estivales atteignent une température voisinant les 20°C / 68°F. Il leur faut un ancrage solide, du roc, et forment des colonies différentes selon qu'elles sont exposées à de forts courants ou du ressac important. Elles s'installent là où la profondeur est entre 20 et 40 mètres / 65 – 130 pieds. Les laminaires sont répandues. Dans le Pacifique, on trouve des laminaires au large de l'Amérique (Nord ou Sud), au Japon, au Nord de la Chine, en Corée. Dans l'Atlantique, on trouve de grandes colonies sur la côte Est canadienne, au

Groenland, en Islande et au Nord de l'Europe. Au Sud, les laminaires croissent au-delà des côtes d'Amérique du Sud, des îles Falkland, en Georgie du Sud, aux îles Sandwich comme en Nouvelle-Zélande, en Australie (Sud), en Afrique du Sud.

Puisque les laminaires sont des algues (non des plantes à fleurs comme celles de surface), elles n'ont pas de racine. Elles s'attachent au substrat à l'aide de crampons. On ne parle pas de tronc ni de de feuilles, mais de stipe (tige principale) et de lames. Certaines espèces développent aussi de pneumatocystes, qui sont des poches d'air gardant la plante

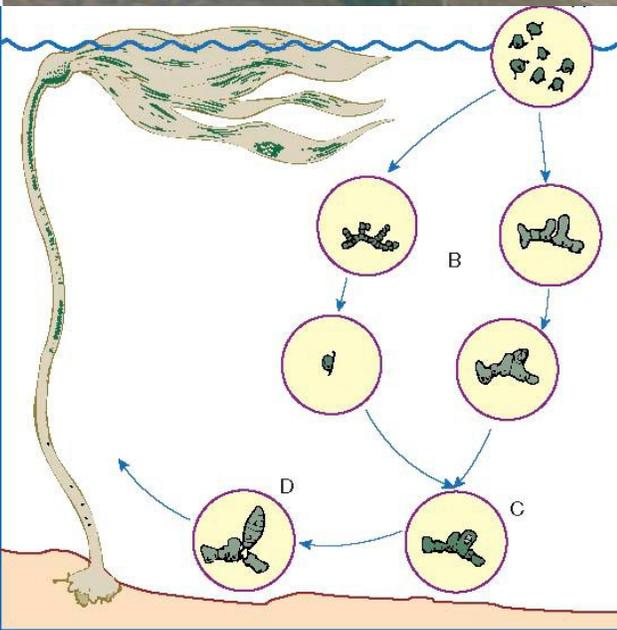


orientée vers la surface. S'élevant ainsi vers la lumière, les algues munies de pneumatocystes peuvent opérer la photosynthèse. Les colonies de laminaires sont très productives car les lames sont larges, produisent donc beaucoup d'énergie par photosynthèse, mais aussi parce qu'elles s'implantent dans des eaux agitées, donc riches en nutriments.

Les laminaires sont les plus grandes algues connues, mais aussi les plantes à la plus rapide croissance de la planète. Plusieurs croissent de 6 à 25 cm / 2,5 à 10 pouces par jour, voire même 50-60 cm / 20-24 pouces par jour.

Le cycle de croissance des laminaires, comme celui d'autres plantes, est assez complexe. Il compte deux phases. Durant la phase asexuée (où il n'y a ni mâle ni femelle), un *sporophyte*. Les sporophytes sont alors nombreux et se dispersent sur une surface nue et croissent jusqu'à devenir adultes.. Ces sporophytes amorceront la reproduction sexuée en produisant des *gamètes* (équivalent à des spermatozoïdes ou des ovules) mâles et femelles. C'est alors que les gamètes se jumellent et forment un œuf fécondé appelé *zygote*. La reproduction sexuée demande beaucoup d'énergie, mais permet aussi – à long terme – la diversification génétique.

Les colonies de laminaires sont très productives, notamment de grandes colonies comme celles de l'Aslaka (et îles Aléoutiennes) où on trouvait la fameuse vache marine boréale (race éteinte) qui s'en nourrissait. Ce gargantuesque animal herbivore était une sirène moderne (famille des dugongs et lamantins) pouvant atteindre huit mètres / 26 pieds de long. La chasse pour sa fourrure a exterminé l'espèce après seulement 27 ans. On l'avait découvert en 1741; en 1748 il n'y en avait plus. Les laminaires alimentent aussi l'humain, à raison de plus de 20 000 tonnes / 22 046 tonnes impériales de laminaires séchées par année en Californie. On l'utilise pour fertiliser, pour son iode, son algin (un populaire épaississant alimentaire – crème fouettée – et industriel – peinture).



Cycle de vie d'une algue géante: A) Spores libérés par la plante adulte
 B) Spores deviennent gamètes ou oeufs
 C) Fertilisation externe et arrimage de l'embryon au fond marin
 D) Croissance de l'embryon jusqu'au stade adulte sporophyte



On parle généralement – et c'est approprié de le faire – de « forêt de laminaires ». En effet, les colonies de laminaires partagent plusieurs caractéristiques communes aux forêts terrestres : un ancrage au sol et une croissance verticale en quête de lumière solaire, la formation d'une canopée par les lames (équivalent des feuilles) empêchant la lumière d'atteindre le fond. Ceci forme un habitat auquel s'adaptent d'autres espèces, comme dans un sous-bois. Au sein même de la forêt prolifèrent une



multitude d'autres espèces (comme en forêt) dont de petites algues, des diatomées, des bryozoaires,



des hydroïdes. Nombre de vers, crustacés et mollusques trouvent sur ces larges lames leur habitat idéal. Limaces et escargots s'accrochent aux larges lames pour manger les laminaires elles-mêmes ou grignoter les champignons qui croissent sur leurs lames. Les laminaires alimentent les herbivores comme les oursins mais hébergent aussi des poissons qui s'en alimentent ou s'y cachent. Même si on trouve parfois des laminaires dans des estomacs de poisson, on croit que ceux-ci ont plutôt avalé accidentellement l'algue en mangeant autre chose s'y trouvant.

La loutre de mer est considérée comme l'*espèce-clef* des forêts de laminaires du Pacifique nord. Comme le fait *Pisaster* dans les parties rocheuses de la zone intertidale, la loutre s'alimente de diverses espèces – crabes, oursins, ormeaux, mollusques, poissons lents, lents, etc. – à raison de

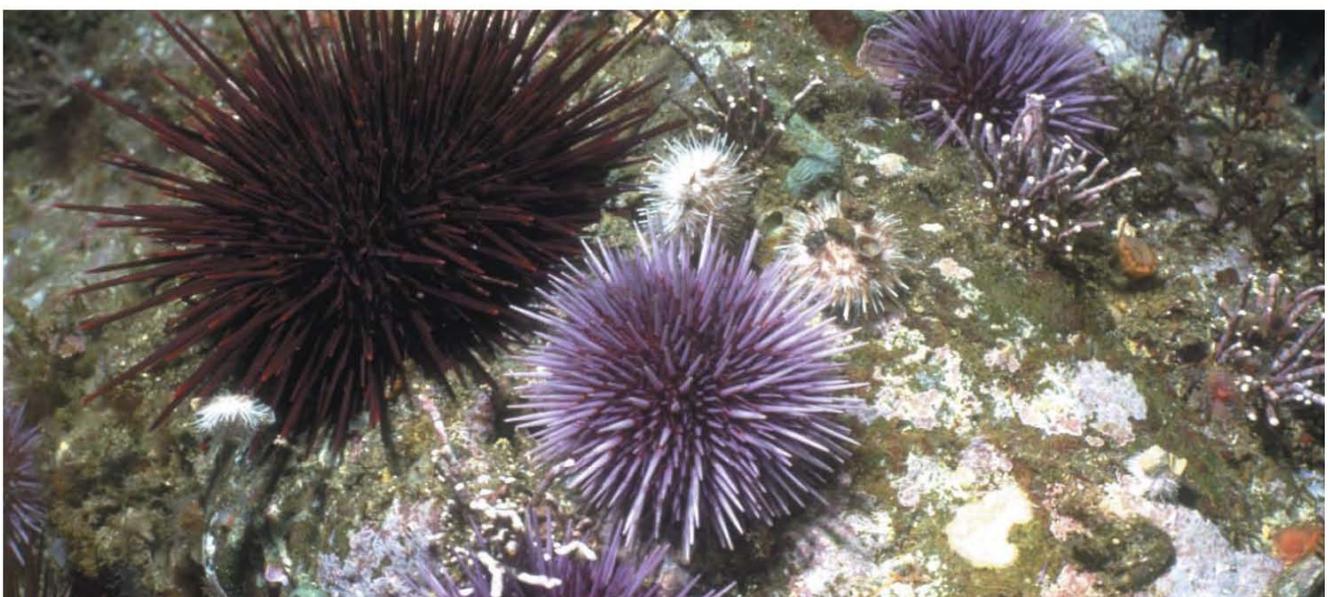


9 kg / 20 livres par jour. Ainsi, jusqu'à 20-30 loutres par kilomètre carré / 52-78 loutres par mi² consomment 35 000 kg / 77 000 livres par année dans les Aléoutiennes. En collaboration avec les oursins, les loutres contrôlent ainsi la distribution des laminaires dans le Pacifique nord.

L'oursin, du genre *Strongylocentrotus*, s'alimente directement sur le fond marin. Il mange l'ancrage des longues algues. Celles-ci sont alors emportées par le courant. Les loutres

mangent les oursins et freinent ainsi la dispersion des algues par les oursins.

On a cru un moment que les homards (*Homerus americanus*) jouaient un rôle semblable dans les forêts de laminaires atlantiques. On a finalement compris que ce sont plutôt les variations de l'environnement qui régissent là les fluctuations des populations d'oursins et de laminaires. Même s'il reste des éléments à comprendre, il est clair que les oursins prennent une part active dans la régulation des populations de laminaires.



LES RÉGIONS POLAIRES

La production primaire des régions polaires est nulle ou massive. C'est en bonne partie à cause de l'absence de stratification thermique et – par conséquent – par manque de remontée des nutriments. De plus, cette productivité est saisonnière, cantonnée dans la période estivale et son ensoleillement continu (24 heures par jour). Durant l'été c'est une explosion de plancton et de nutriments qui anime les eaux. Néanmoins, cette surabondance saisonnière ne peut compenser les mois hivernaux improductifs. La productivité de l'Océan Arctique est limitée par les terres qui coupent la circulation des eaux et les résurgences. Autour de l'Antarctique, les eaux circulent bien et l'eau froide plus dense qui s'enfonce près du continent fait continuellement place à de l'eau plus chaude, ce qui entretient un mouvement de remontée des nutriments. Ce riche mélange est brassé par le courant circumpolaire. Tout cela rend la région polaire du sud beaucoup plus productive que la région équivalente du Nord.



L'océan des régions septentrionales



L'océan du sud est vraiment intéressant. Bien qu'il constitue près du quart des eaux océaniques, il n'enferme que le dixième de sa chaleur (température moyenne de 2°C / 36°F). Durant l'hiver, ce sont 20 millions de km² / 8 millions de milles carrés de l'Océan Antarctique qui soient couverts de glace. Cette couverture modifie les échanges d'humidité entre l'atmosphère et l'océan. La fonte des glaces aura donc un impact direct sur ces échanges et, par conséquent, sur les climats locaux, sur la circulation océanique et atmosphérique.

Il ne fait plus de doute que la hausse de la température atmosphérique moyenne a un effet sur la calotte antarctique. C'est un souci de tous instants. Si la calotte antarctique fond trop, le niveau de tous les océans du globe montera. Au contraire, certains scientifiques pensent que l'augmentation des précipitations en neige pourrait compenser, voire renverser l'effet.

Un souci encore plus grand est celui de l'agrandissement du trou dans la couche d'ozone au-dessus des pôles. L'ozone est un gaz réactif fait d'oxygène. Il forme une couche protectrice tout autour de la terre en bloquant certaines radiations solaires. Les chlorofluoro-carbones qui furent – durant un certain temps –

fort répandus dans le monde des aérosols réagissent avec l'ozone. Depuis, la couche d'ozone s'est amincie (jusqu'à disparaître aux pôles) exposant les organismes vivants à des rayons ultra-violets dangereux. Ces rayons affectent spécialement les plantes, le phytoplancton, les laminaires qui sont les bases de la chaîne alimentaire.

L'Antarctique est une place unique. Même si c'est le désert le plus aride de la planète (avec 5 cm / 2 pouces de précipitations par an), sa calotte renferme 80% de toute l'eau douce de la planète. Au-delà du plateau continental antarctique, le fond marin plonge à 600 mètres / 2000 pieds de profondeur comparativement à la moyenne de 150 mètres / 500 pieds ailleurs. Cette grande profondeur est le fruit du poids colossal qu'exerce la calotte glaciaire sur le continent, enfonçant

celui-ci dans le manteau. L'eau autour de ce continent est différent d'ailleurs. En profondeur, elle est la plus dense du monde. Ceci facilite sa congélation près du continent. Quand l'eau gèle et

Changements climatiques et disparition des glaces

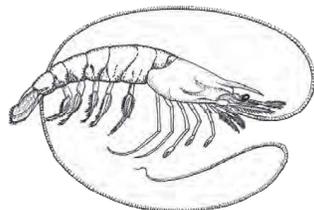
Depuis la révolution industrielle, l'humain n'a cessé de produire plus de dioxyde de carbone. Ce gaz est libéré dans l'atmosphère et agit comme une couverture chauffante. Comme dans une serre, l'énergie solaire peut atteindre la surface terrestre, mais ne peut plus s'échapper dans l'univers comme elle le ferait normalement. Les gaz suivants contribuent à réfléchir l'énergie solaire vers la terre : dioxyde de carbone, chlorofluorocarbonate (CFC), méthane. Cet effet de serre contribue à faire fondre les calottes glaciaires. Si cet effet se continue, ça pourrait augmenter le volume des eaux et hausser le niveau des mers. Les parties terrestres bas-ses, les îles, les côtes en seraient inondées, peut-être disparaîtraient-elles. Si la hausse est trop rapide, peut-être le milieu corallien n'aura pas le temps de s'ajuster. Ça interromprait la circulation de nutriments essentielle à la chaîne alimentaire planétaire.



se cristallise, les sels en sont expurgés et forment une saumure. Ces eaux denses s'enfoncent et se dispersent sur le fond marin. Ils peuvent mettre jusqu'à un million d'années avant de se retrouver dans l'hémisphère nord. Même si elles bougent lentement, les eaux antarctiques de fond ce sont tout de même 20 à 50 millions m³ / 26 à 65 verges-cubes qui s'enfoncent ainsi chaque seconde.

Ce n'est donc pas surprenant que l'Antarctique soit si froid et détienne le record de froid enregistré sur la planète avec ses -89.2°C / -128.6°F (en 1983). Ce froid intolérable et l'absence de végétation sur le continent oblige donc toutes les espèces animales à s'en remettre à l'océan pour survivre. Seul le manchot empereur (*Aptenodytes forsteri*) peut hiverner en Antarctique.

À l'opposé du continent, l'océan Antarctique regorge de ressources. La clef de cet écosystème est le krill, un crustacé de la taille d'un doigt. Durant l'été, cet herbivore se gave de phytoplancton. Ce sont ensuite toutes les autres espèces qui festoieront à la



Krill (*Euphausia superba*)

providentielle abondance de krill : oiseaux, calmars, poissons, baleines. L'océan Antarctique produit de 500 à 750 millions de tonnes / 551 à 827 tonnes impériales de krill chaque année, principalement dans les résurgences de secteur de la mer de Weddell. Même s'il est considéré comme zooplacton le krill se tient en bancs (comme le poisson) et se déplace surtout à l'horizontal (plutôt qu'à la vertical comme du zooplancton). Une équipe de recherche a pu suivre pendant 14 jours un banc de krill sur une distance aussi grande que 278 km / 172 milles.



On trouve de grandes quantités de ressources minérales et biologiques en Antarctique, mais aucun accord international sur leur utilisation. Les espèces marines – spécialement les baleines – ont longtemps fait l'objet de surexploitation. On y a surtout chassé la baleine noire (*Balaena glacialis*) et le grand cachalot (*Physeter catodon*) ont tout juste subsisté au carnage du XIX^e siècle, quand on a commencé à produire des substituts. Les bateaux modernes et les harpons à pointe explosive ont ensuite pris à partie les baleines



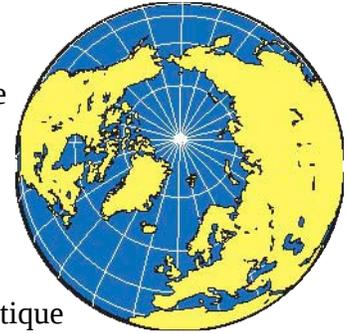
bleues (*Balaenoptera musculus*) et le rorqual commun (*Balaenoptera physalus*). Dans les années 1930, on tuait jusqu'à 43 000 baleines par saison. Aujourd'hui, leurs populations ne sont encore qu'au sixième, voire au dixième (selon les espèces) de ce qu'elles étaient avant la chasse. En chiffre, le quart de million de baleines bleues est passé à 500 individus aujourd'hui. D'autant de baleines à bosses, elles sont passées à quelques milliers d'individus aujourd'hui.

Aujourd'hui, quelques traités internationaux permettent de mieux gérer la ressource. Le *Traité de l'Antarctique* a été signé en 1961 par 12 pays. Il interdit les activités militaires sur le continent, promeut la coopération scientifique et élimine les querelles territoriales. Depuis, 44 pays ont signé l'entente qui n'a pas de date de péremption. Cinq autres ententes ont été signées, venant renforcer les dispositions du *Traité de l'Antarctique* initial : Agreed Measures for the Conservation of Antarctic Fauna and Flora; Convention for the Conservation of Antarctic Seals ; Convention on the Conservation of Antarctic Marine Living Resources; Convention on the Regulation of Antarctic Mineral Resource Activities; Protocol on Environmental Protection to the Antarctic Treaty. Ces traités sont connus sous le nom global de *Système de traités de l'Antarctique* et visent à protéger autant que possible le continent.

L'océan Arctique

Alors que l'Antarctique est un continent ceinturé d'eau, l'Arctique est un océan ceinturé de continents. La calotte glaciaire arctique est épaisse de 3 mètres / 10 pieds en moyenne, mais le vent et les forces d'expansions peuvent créer des crêtes de 10 mètres / 33 pieds de haut, 40

mètres / 130 pieds de profond. C'est sous l'océan Arctique que se trouve le plus grand plateau continental du monde. C'est là aussi qu'on trouve les eaux les plus froides du monde. L'eau de l'Arctique sont moins salées que celles de l'Antarctique parce qu'elles sont arrosées par de grands fleuves sibériens et canadiens. Il n'y pas, au nord, de courant circumpolaire comme au sud. Enchâssés par le Groenland, l'Amérique du Nord et l'Eurasie, les courants de l'océan Arctique sont limités. 80% des mouvements d'eau se font dans la mer du Groenland, une étendue se trouvant entre le Groenland et l'île Spitzbergen. C'est le seul passage profond entre l'Arctique et le grand océan. Les autres 20% circluent par le détroit de Bering et rejoignent l'Arctique au Pacifique.



Puisque l'océan Arctique comporte des secteurs d'eau libre, il est plus hospitalier que son cousin du sud. L'océan Arctique supporte la vie de grands animaux. Les vents et les marées créent des espaces d'eau libre appelés *polynies*. Les polynies servent aux phoques et aux baleines pour respirer. Elles offrent aussi une opportunité aux ours polaires (*Ursus maritimus*) et aux épaulards (*Orcinus orca*) de trouver leur ration de viande fraîche (phoque). C'est ainsi qu'on explique que des phoques et des ours aient été observés aussi loin qu'au pôle lui-même. La calotte est la résidence de quelques espèces d'oiseaux, d'une espèce de lièvre et parfois aussi s'y aventurent les humains.



Ce sont 2% des eaux arctiques qui migrent sous forme d'icebergs. Ils se détachent de la banquise du Groenland et sont emportés par le courant du Labrador qui passe entre l'île de Baffin et le Groenland pour se déverser dans l'océan Atlantique. Les icebergs nordiques ont la forme de montagnes, contrairement aux icebergs septentrionaux qui sont plutôt plats.

Les ressources arctiques sont abondantes : pêche, pétrole, gaz. Comme en Antarctique,

la productivité primaire arctique est saisonnière à cause de la courte période offerte à la photosynthèse. La productivité y est au dixième de celle des eaux tempérées.

Le commerce de fourrure (surtout du phoque) est mené en arctique depuis le XVI^e siècle. Il a cessé récemment. Même si toute chasse commerciale y est désormais interdite, les populations locales indigènes (Amérique du Nord, Sibérie, Groenland) continuent de pratiquer une chasse de subsistance. Ces pratiques ne semblent pas avoir d'effet sur les populations animales marines.

Questionnaire

- Quelle est la principale source de production primaire océanique?
 - Le vent hydro-thermal des profondeurs
 - Les zones aphotiques
 - Le phytoplancton
 - Les récifs coralliens
- Une efflorescence de plancton est un sommet de production de plancton et survient habituellement au printemps. Vrai ou Faux?
- Quels sont les contraintes que doivent surmonter les organismes de la zone intertidale?
 - L'action des vagues
 - La dessiccation
 - La prédation
 - Toutes ces réponses
- La « zonalité » est un processus sélectif qui dispose les espèces en niveaux dans la zone intertidale. Vrai ou Faux?
- De quel(s) facteur(s) dépend la zonalité des organismes en secteur intertidal rocheux
 - Hauteur des marées
 - Facteurs physiques
 - Facteurs biologiques
- Densités des bigorneauxLes laminaires sont des plantes vasculaires qui n'offrent rien aux organismes marins. Vrai ou Faux?
- Un organisme qui influence grandement un écosystème malgré une population peu importante est appelé :
 - Mollusque
 - Bigorneau
 - Espèce-clef
 - Toutes ces réponses
- La clef de toute la chaîne alimentaire antarctique est l'herbivore appelé *krill*. Vrai ou Faux?
- L'arctique supporte des animaux plus gros que l'antarctique parce que :
 - On y trouve plus de terres
 - Plus d'eaux libres et donc plus basses températures
 - L'eau y est moins dense qu'au Sud
 - L'Arctique est près du Groenland

Avez-vous répondu : 1. c; 2. Vrai; 3. d; 4. Vrai; 5. a,b,c; 6. Faux les laminaires sont des algues et les forêts de laminaires abritent de nombreuses espèces; 7. c; 8. Vrai; 9. c.