



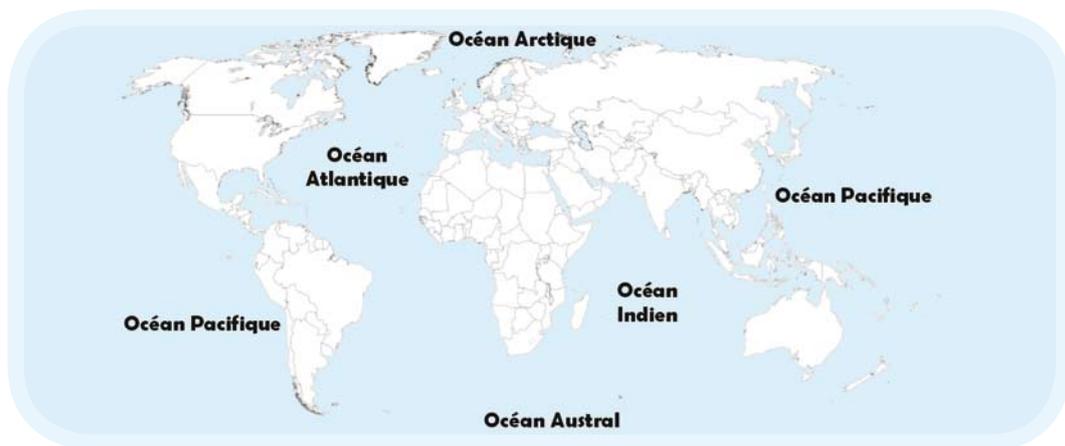
Notice théorique

1. PLANÈTE OCÉAN

En géographie, on appelle océan une **vaste étendue d'eau salée**. Les mers sont différenciées des océans par leur taille (plus petite), par leur enclavement partiel dans un continent, et par un [plateau continental](#) dominant. En géologie, un océan est un plancher océanique délimité par de l'eau.

Il n'existe en réalité sur Terre qu'une seule masse d'eau océanique ininterrompue. Elle entoure toutes les terres émergées. Cependant, l'océan mondial a été divisé en cinq océans :

- L'océan Austral,
- L'océan Atlantique
- L'océan Arctique
- L'océan Indien
- L'océan Pacifique.



Les océans recouvrent près de 71% de la surface terrestre. Ils représentent environ 97% du volume d'eau de la Terre. En moyenne, leur profondeur est de 3800 m et peut atteindre 11 800 m (Fosse des Mariannes).

La planète bleue (crédits : NASA)



A l'échelle humaine, l'océan nous semble être quelque chose de gigantesque. Toutefois si l'on ramène cela à l'échelle planétaire, l'épaisseur de la couche océanique par rapport au diamètre de la Terre est proportionnelle à l'épaisseur de la peau d'une pomme par rapport à la pomme. L'océan semble alors insignifiant et fragile. Pourtant les océans représentent une partie primordiale de la biosphère, et jouent un rôle essentiel dans le fonctionnement de la planète. Petit plongeon dans un monde en bleu...



D'OÙ VIENNENT LES OCÉANS ?

Les études menées à ce jour montrent que lors de sa formation, il y a 4,6 milliards d'années, la Terre primitive était une masse brûlante de roches en fusion. Assez rapidement, les métaux lourds comme le fer et le nickel se sont concentrés au centre de la Terre pour former le noyau. Les silicates sont montés vers la surface pour former le manteau.

Les matériaux plus légers ont formés une fine croûte à la surface de la Terre. L'activité volcanique intense a amené en surface des éléments volatiles comme de la vapeur d'eau et du gaz carbonique qui ont formé l'atmosphère primitive.

Petit à petit, la Terre s'est refroidie. L'eau contenue dans l'atmosphère s'est condensée et est tombée sous la forme de pluies diluviennes. Il y a environ 4 milliards d'années, l'accumulation de ces pluies dans les bas reliefs a formé d'abord des lacs, puis des mers et **des océans primitifs**. Le volume d'eau dans les océans primitifs était le même qu'actuellement. La composition chimique quant à elle a évolué au cours du temps pour arriver à la concentration en sels dissous actuelle (en moyenne : 35g/l).

Depuis la formation des océans primitifs, la répartition des terres émergées et des bassins océaniques s'est modifiée. Les mouvements de convection dans le manteau terrestre provoquent la création de croûte océanique au sein [de rides médio-océaniques](#) et sa disparition dans les [zones de subduction](#). (image carte des zones accréation)

Il y a 200 millions d'années, il n'existait qu'un seul continent entouré d'un océan unique ; ce n'est qu'il y a environ 60 millions d'années que les continents et océans ont pris leur place actuelle. Actuellement, l'Europe et l'Afrique s'éloignent de l'Amérique à une vitesse moyenne de 3,5 cm par an (min : 2 mm max : 15 cm).

OCÉAN :

Source et milieu de vie

Les origines de la vie sur terre restent incertaines. Différentes théories ont été émises ces dernières années. Les premières bactéries seraient apparues après complexification croissante des combinaisons entre les composés carbonés baignant dans la « soupe originelle ». Une autre théorie postule que la vie trouve son origine à grande profondeur, à proximité des sources hydrothermales, là où, en l'absence de la photosynthèse, ce sont des réactions chimiques qui fournissent l'énergie nécessaire aux organismes vivants. Finalement, la présence d'acides aminés dans de très vieilles météorites retrouvées sur Terre laisse supposer que la vie sur Terre peut être venue de l'espace.

[Stromatolites actuels \(Premiers organismes connus\)](#)

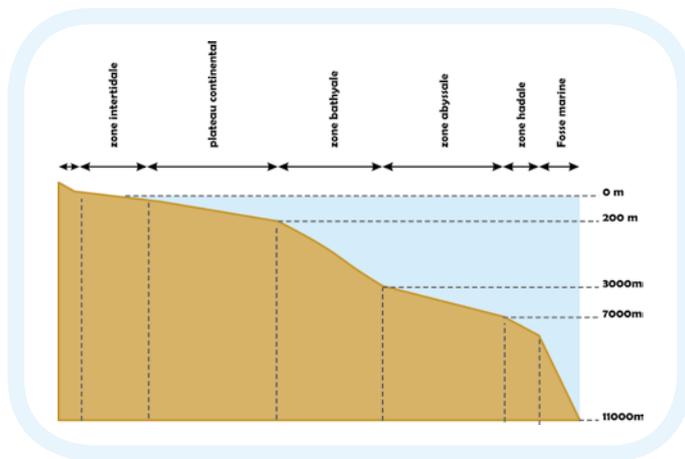


Les scientifiques s'accordent toutefois sur le fait que la vie est apparue sur Terre grâce à la présence d'eau liquide, et que les premières formes de vie sont apparues dans les océans il y a environ 3,8 milliards d'années sous la forme de bactéries. Cette hypothèse s'appuie sur la découverte, au Groenland, de roches contenant des traces d'activités biologiques et datant de 3,85 milliards d'années.



Depuis lors, la vie n'a plus quitté les océans. Elle s'y est même largement diversifiée. Les scientifiques estiment que les océans constituent une réserve de biodiversité équivalente, voire supérieure à celle des forêts tropicales. 274 000 espèces marines ont déjà été recensées dans les océans, et le rythme de description de nouvelles espèces ne faiblit pas. Certains experts évaluent d'ailleurs le total d'espèces marines à 10 millions, voire plus (source : www.ifremer.fr).

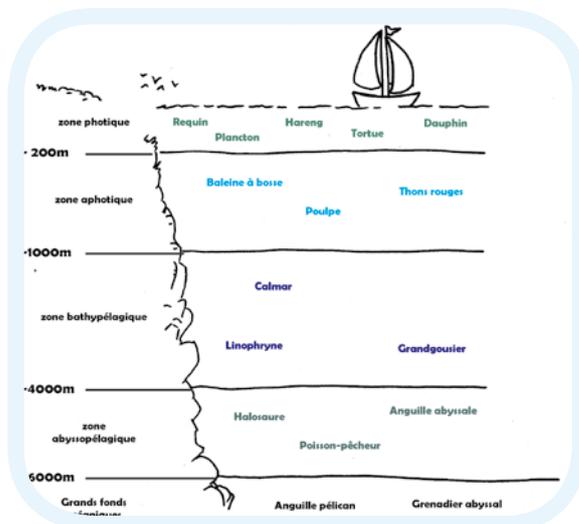
La vie existe à toutes les profondeurs des océans. Toutefois, 90 % de la biomasse marine connue vit le long des côtes, soit dans une zone de 0 à 350 km, à moins de 200m de profondeur. Cette zone correspond à la zone de battements des marées et au plateau continental ([zone intertidale](#) et néritique).



Différentes zones océaniques

La répartition des espèces au sein des océans se fait en fonction de critères écologiques et des sources de nourriture (ou « nutriments »). On différencie les espèces benthiques qui vivent sur le fond marin (crabes, moules, oursins) des espèces pélagiques (méduses, poissons, baleines) qui vivent en pleine eau.

La température de l'eau et la quantité de lumière qui y pénètre sont aussi des paramètres essentiels à la répartition des espèces. On distingue cinq étages dans la zone pélagique en fonction de ces paramètres.



Étages de la zone pélagique

Le maximum de production océanique se situe dans la zone dite éclairée ou zone photique. Elle est maximale dans les zones où les nutriments sont abondants, comme les embouchure des fleuves, les zones de convergence de courant, les [zones d'upwelling](#) (remontée d'eau profonde) et dans les eaux froides des régions polaires.

Comme sur terre, la vie marine dépend tout d'abord des végétaux, en tant que producteurs primaires. Dans les océans, ce sont les algues, et surtout le plancton végétal, ou phyto**plancton**. Ces micro-organismes utilisent l'énergie solaire et



les sels minéraux présents dans l'eau pour croître et se reproduire (photosynthèse). Le plancton végétal est à la base de la chaîne alimentaire. Il est mangé par le zooplancton (plancton animal) et par une multitude d'organismes marins. Ceux-ci sont la proie de petits prédateurs eux-mêmes chassés par de grands prédateurs. Certains mammifères marins comme les baleines à fanon et certains poissons comme le requin pèlerin se nourrissent directement de zooplancton : le krill.

Le phytoplancton a un autre rôle majeur dans l'existence de la vie dans l'océan et sur terre en absorbant le gaz carbonique. Le gaz carbonique est naturellement présent dans l'atmosphère. Mais depuis 150 ans, la production de gaz carbonique a été augmentée par la révolution industrielle et le recours massifs aux carburants fossiles (circulation automobile, industrie, ...) augmentant l'effet de serre sur la planète. Les océans absorbent une grande partie du gaz carbonique naturel ainsi qu'une partie de celui émis par l'homme.

OCÉAN : MASSE EN MOUVEMENT

Les océans ne sont pas des milieux calmes. Que ce soit près des côtes, au large, en surface ou en profondeur, l'eau est en perpétuel mouvement. Il peut s'agir de mouvements induits par le vent comme les vagues ou la houle, par l'attraction gravitationnelle comme les marées, par le rayonnement solaire comme les courants de surface, par des variations de densité comme pour la circulation thermohaline.

Les mouvements océaniques peuvent être subdivisés en deux grandes catégories : les mouvements ondulatoires d'une part et les déplacements horizontaux ou verticaux d'autre part.

Les mouvements ondulatoires

Lorsque le vent souffle à la surface de l'eau, il y a formation de **vagues**. Si les vagues continuent d'exister lorsque le vent s'arrête ou qu'elles perdurent au-delà du champ d'action du vent, on parle alors de **houle**.

Les vagues et la houle sont des mouvements ondulatoires de l'eau, car les particules d'eau qui sont mises en mouvement montent et descendent dans la colonne sans pour autant se déplacer horizontalement. Les vagues et la houle n'affectent que la partie supérieure de la colonne d'eau au large. C'est seulement à l'approche des côtes, lorsqu'il y a friction avec le fond, que les particules d'eau sont projetées en avant par les vagues.

L'autre mouvement ondulatoire perceptible dans les océans, ce sont **les marées**. Le mouvement des marées est dû à la combinaison des forces de gravitation de la lune et du soleil, et de la force centrifuge due à la rotation de la Terre. Il existe plusieurs types de marées qui diffèrent en fonction de la position géographique et de la forme du bassin où a lieu la marée. Les marées sont caractérisées par le nombre de basses mers et de hautes mers par jour. La différence de hauteur d'eau entre la pleine mer et la basse mer est appelée **marnage**. Ce chiffre est important pour les marins, les pêcheurs et les promeneurs, car il change chaque jour et permet de savoir jusqu'à quel niveau se situera l'eau dans le port ou le long de la plage. Dans certains pays, on utilise des coefficients de marée pour indiquer cette variation.

Les **tsunamis** sont aussi des mouvements ondulatoires de la masse d'eau. Ils sont heureusement très ponctuels et généralement associés à un événement catastrophique du type : tremblement de terre, éruption volcanique sous-marine ou glissement de terrain. Cet événement crée un grand déplacement de la masse d'eau. Ce déplacement se propage et crée une vague géante imperceptible au large (de basse amplitude, de grande longueur d'onde), mais qui à l'approche de la côte va mobiliser une énorme quantité d'eau et la projeter sur la côte.

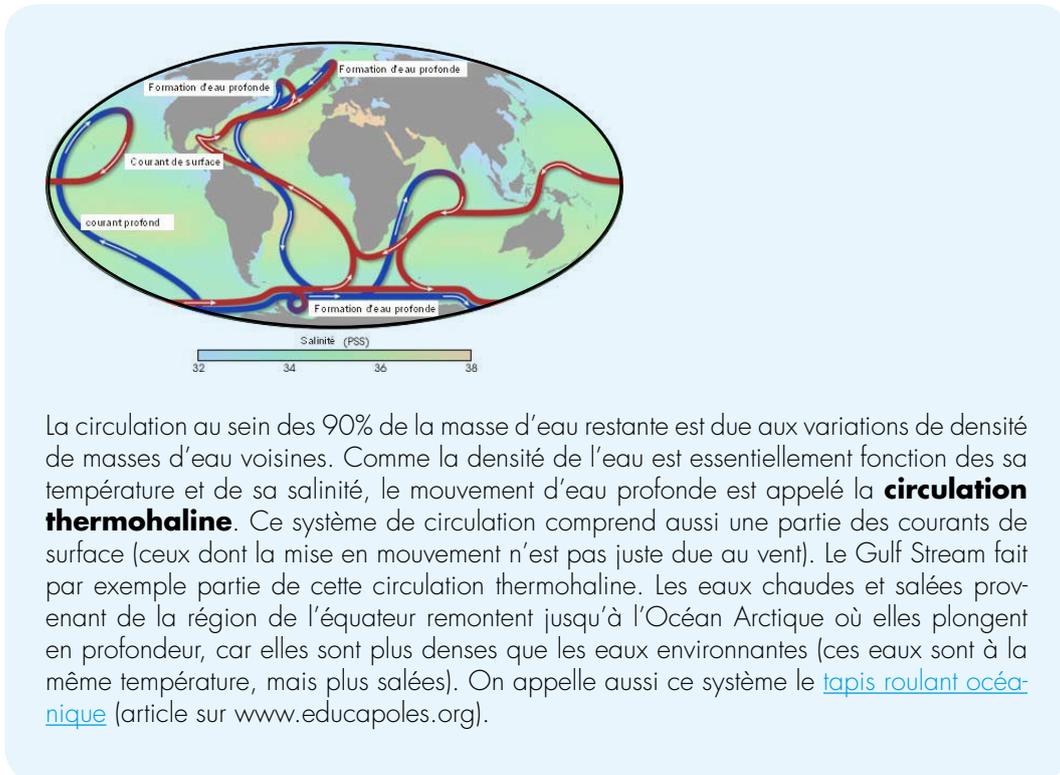




Les déplacements horizontaux et verticaux

Les déplacements horizontaux et verticaux dans la colonne d'eau sont opérés par les **courants**. En surface, ils sont produits par l'association du réchauffement de la masse d'eau superficielle par le soleil et par le vent. Les **courants de surface** affectent les 10% supérieurs de la colonne d'eau. Certains courants de surface sont rapides et bien définis, comme des rivières au milieu de l'océan. D'autres sont lents et diffus. Les courants de surface ont tendance à s'écouler de manière horizontale, mais ils peuvent aussi s'écouler de manière verticale en réponse à un vent qui souffle en direction de la côte, qui joue alors le rôle d'un obstacle, faisant plonger ou remonter le courant. Les courants de surface redistribuent froid ou chaleur selon les cas, influençant le temps et le climat, distribuant les nutriments et le plancton.

Circulation thermohaline mondiale (crédits : earthobservatory.gov)



La circulation au sein des 90% de la masse d'eau restante est due aux variations de densité de masses d'eau voisines. Comme la densité de l'eau est essentiellement fonction de sa température et de sa salinité, le mouvement d'eau profonde est appelé la **circulation thermohaline**. Ce système de circulation comprend aussi une partie des courants de surface (ceux dont la mise en mouvement n'est pas juste due au vent). Le Gulf Stream fait par exemple partie de cette circulation thermohaline. Les eaux chaudes et salées provenant de la région de l'équateur remontent jusqu'à l'Océan Arctique où elles plongent en profondeur, car elles sont plus denses que les eaux environnantes (ces eaux sont à la même température, mais plus salées). On appelle aussi ce système le [tapis roulant océanique](http://www.educapoles.org) (article sur www.educapoles.org).

A l'échelle des temps géologiques, on observe un autre mouvement dans les océans : les **variations du niveau marin**. Comme nous l'avons vu plus haut, la quantité d'eau sur Terre est constante depuis sa création. On la trouve soit sous la forme d'eau liquide, soit sous une forme solide (neige ou glace), soit sous une forme gazeuse (vapeur d'eau). Lors des différentes périodes de glaciations qui ont jalonné l'histoire de la Terre, le niveau des océans a baissé. L'eau était alors « emprisonnée » dans les calottes glaciaires continentales (aux pôles et ailleurs). Lors des interglaciaires, avec le réchauffement de la planète, une partie des calottes a fondu et l'eau « emprisonnée » est retournée dans les océans, augmentant le niveau marin. Plus récemment, le réchauffement climatique lié aux activités humaines et la fonte des calottes polaires et des glaciers de montagne qui en résulte a augmenté le niveau moyen des mers d'une hauteur estimée à 17 cm pour le XX^{ème} siècle (IPCC WGI, 2007). Cette élévation s'est accélérée ces dernières années pour atteindre aujourd'hui 3,1 mm par an (IPCC WGI, 2007).



L'Océan et l'Homme

Les interactions entre l'homme et l'océan sont évidemment très importantes, notamment parce que plus de la moitié des habitants de la planète vivent à moins de 100 km des côtes. Actuellement, les côtes sont des régions dynamiques très importantes sur le plan économique et qui attirent de plus en plus de monde.

Les ressources marines (pêche, aquaculture, extraction de minerai, production d'énergie, stockage de déchets, tourisme) sont devenues indispensables à notre vie et apportent une contribution économique importante au PIB mondial. Bien qu'elles soient régies par un ensemble de lois nationales et internationales, les ressources marines peinent à subvenir à la demande mondiale. Leur gestion sur le long terme est pour le moment assez catastrophique.

Actuellement, les protéines marines (pêche et aquaculture) correspondent à au moins 20% de la consommation en protéines animales pour la moitié de la population sur la planète (FAO, 2006). Pour répondre à cette demande, les pêcheurs ont mis en place de nouvelles techniques de pêche et ont étendu leur domaine de pêche aux grands fonds, provoquant une **surpêche massive**. La FAO¹ estime que 75% des espèces marines étudiées sont pleinement exploitées, surexploitées, ou disparues. Cela signifie que le potentiel maximum d'exploitation des ressources océaniques a déjà été atteint. Un phénomène identique semble se profiler pour l'aquaculture. La demande est si grande que certaines surfaces aquacoles sont étendues dans des zones protégées, perturbant des écosystèmes entiers (comme les mangroves dans le cas des crevettes).

Impact de l'aquaculture sur le Golfe de Fonseca (crédits : UNEP – <http://www.na.unep.net/OnePlanetManyPeople/index.php>)



1. La FAO est l'organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. Elle s'occupe entre autre d'évaluer la situation mondiale des pêches et de l'aquaculture chaque année (www.fao.org).



2. OCÉANS POLAIRES

L'Arctique : un océan gelé entouré de terres

Presque entièrement entouré de terres, l'océan Arctique est le plus petit océan de la planète. Recouvert en grande partie par une banquise (glace de mer) permanente, il recouvre l'ensemble des mers situées entre le pôle nord géographique et les côtes nord de l'Europe, de la Russie et du Canada, soit une surface de 14'090'000 km². Il communique avec l'océan Atlantique via la mer de Barents et avec l'océan Pacifique par l'intermédiaire du détroit de Béring.

Bien que l'extension de la glace de mer varie en fonction des saisons, une banquise permanente compacte recouvre 75 % de l'océan Arctique. Elle est aussi appelée le « pack ». Cette banquise est composée de vieille glace de mer datant de plusieurs années et peut faire jusqu'à 4m d'épaisseur. Cette forte épaisseur est due au glissement de plaques de glace les unes sur les autres. Le chevauchement peut être tel que par endroit, il peut y avoir formation de crêtes de 10 à 20 mètres d'épaisseur. Sous l'influence des vents et des courants, le « pack » dérive. Il peut être entraîné sur plusieurs kilomètres par jour. L'orientation de la [dérive des glaces](#) est principalement contrôlée par l'anticyclone permanent qui sévit au-dessus de l'océan Arctique et par la force de Coriolis.

Toutefois, avec le réchauffement climatique, la banquise a fortement diminué ces dernières années. Les observations scientifiques ont montré qu'en été, l'extension de la banquise a déjà diminué de 15 à 20% depuis 30 ans. Les spécialistes estiment que cette diminution va s'accroître dans les prochaines décennies, permettant une navigation commerciale permanente dans l'océan arctique. (Voir le dossier pédagogique : Impacts des changements climatiques pour l'homme, www.educapoles.org)



Extension de la glace de mer en été et en hiver.

Sous sa couche de glace, l'océan Arctique est un océan peu profond, étant donné la grande largeur du plateau continental. La moyenne du plateau abyssal se situe à 4'000m de profondeur. Il est séparé par une chaîne montagneuse qui s'étend des plateaux continentaux sibériens jusqu'au voisinage du Groenland en passant par le pôle nord géographique : la dorsale de Lomonosov. La température des eaux arctiques est comprise entre 2°C et -2°C, température à laquelle elle gèle. (Le sel contenu dans l'eau fait baisser sa température de gel). La salinité de l'eau de mer arctique est moins importante que la moyenne mondiale à cause du déversement des fleuves arctiques tout autour du bassin océanique et des apports d'eau douce de la glace et de la neige.



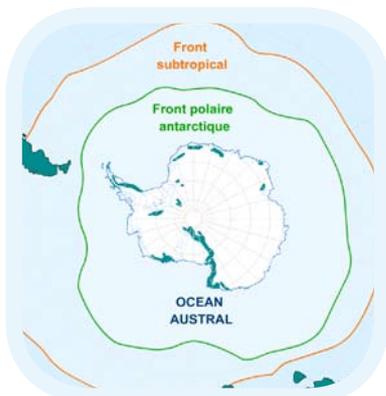
La plupart des eaux de l'Arctique sont riches en nutriments. Le phytoplancton y est donc présent en abondance, même sous la banquise, servant de base à la chaîne alimentaire arctique. Aux limites de la banquise se trouve une zone de vie très active qui va du phytoplancton à l'ours polaire en passant par le capelan (poisson), les guillemots de Brunnich (oiseaux de mer), les bélugas, les narvals ou les baleines du Groenland. De nombreuses espèces de phoques (phocidés) vivent aussi dans cet environnement, une espèce (phoque marbré) passe même l'hiver sous la glace en utilisant de petits trous dans la glace pour pouvoir respirer. Le morse est un habitant spécifique à l'océan arctique. On le trouve sur les icebergs, sur les îles et sur la banquise.

L'océan Arctique joue un rôle primordial dans la stabilité du climat de la Terre. Les masses d'eau océaniques interagissent avec l'atmosphère sus-jacente par des échanges thermiques, radiatifs et gazeux. L'eau conserve la chaleur plus facilement que l'air. Cela implique que lorsqu'un courant chaud se déplace, il réchauffe aussi l'air environnant. Si cet air passe ensuite sur le continent, il réchauffe aussi le climat local de celui-ci. C'est le cas, par exemple, du Gulf Stream qui réchauffe le nord de l'Europe. L'avenir de ce courant chaud pourrait se jouer au sein de l'océan Arctique dans les prochaines années. Certains chercheurs pensent que le réchauffement de la planète a une influence directe sur la salinité des océans, ce qui pourrait modifier la circulation océanique dite thermohaline (température – salinité). Les eaux chaudes et salées provenant de la région de l'équateur remontent jusqu'à l'océan Arctique où elles plongent en profondeur, car elles sont plus denses que les eaux environnantes (ces eaux sont à la même température, mais plus salées). Un apport d'eau douce supplémentaire dû à plus de précipitations pourrait ralentir le Gulf Stream, ce qui perturberait l'ensemble du [tapis roulant océanique](http://www.educapoles.org) (article sur www.educapoles.org).

L'océan Austral : un océan autour d'un continent gelé

Contrairement à son petit frère du nord, l'océan Austral n'est pas entouré de continents, mais s'enroule autour d'un continent – l'Antarctique – qu'il sépare du reste du monde.

Limite de la convergence antarctique





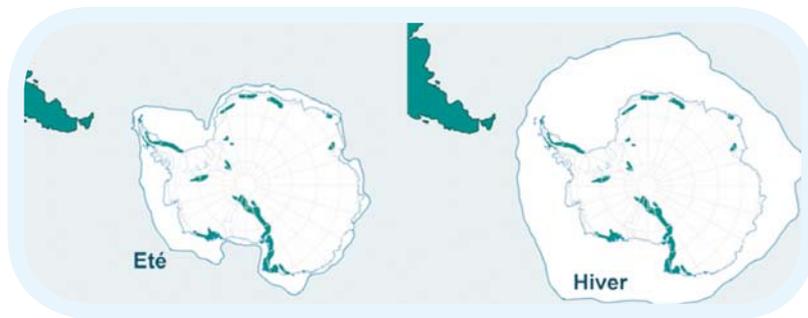
L'océan Austral est délimité au nord par la **convergence « antarctique »**, qui serpente entre le 60^{ème} et le 50^{ème} degré de latitude sud. Cette barrière hydrologique a été définie par l'organisation hydrographique Internationale en 2000. D'un point de vue océanographique, l'océan Austral est défini comme l'océan parcouru par le **courant circumpolaire antarctique**, qui serpente lui aussi entre le 50^{ème} et 60^{ème} degré de latitude sud.

Entre les côtes de l'Antarctique et le 60° de latitude sud, les vents dominants viennent de l'est et poussent les eaux de surface vers l'ouest. Au nord du 60° de latitude sud, les vents dominants soufflent de l'ouest et poussent les eaux de surface vers l'est. La force de Coriolis vient se surimposer à ce phénomène ; elle dévie les courants marins provoqués par les vents sur leur gauche, formant le courant circumpolaire antarctique.

Les variations de densité de l'eau (variations de la salinité et de la température) créent la convergence antarctique. Le long de cette ligne imaginaire, les eaux froides et salées de l'océan australes plongent sous les eaux plus chaudes et moins salées provenant des basses latitudes de l'hémisphère sud. Ce courant vertical provoque la remontée d'eaux profondes venant des profondeurs des autres océans. C'est une zone complexe caractérisée par des tourbillons et des dépressions. La température de l'eau de surface y passe de -1°C à 3,5°C en été et de -1,8°C à 0,5°C en hiver.

La surface totale de l'océan Austral est d'environ 28 millions de km². Cela inclut les petites mers proches du continent comme la mer de Weddell et la mer de Ross. La majorité du fond océanique se situe entre 3'000 et 5'000 m de profondeur. Les zones de faible profondeur sont limitées.

En hiver, l'océan Austral est recouvert par la glace de mer, et forme une gigantesque banquise qui peut atteindre 20 millions de km², ce qui empêche la plupart des navires (à l'exception des brise-glaces les plus puissants) d'atteindre la côte durant l'hiver. En été, il n'y a plus qu'une étroite banquise côtière autour du continent, qui prend la forme d'une ceinture discontinue.



Extension de la banquise en été et en hiver

Les vents qui tournent sans trouver d'obstacle autour de l'Antarctique, engendrent un puissant courant océanique autour du continent : le « *Courant Antarctique Circumpolaire* ». Ce courant marin d'une largeur de 200 à 1000 km ondule sur 24 000 km et charrie à une vitesse moyenne de 2 km/h entre 130 et 180 millions de m³ d'eau par seconde (environ 1000 fois le débit de l'Amazone). C'est le plus gros courant marin de la planète.

Malgré ce courant qui peut complètement isoler l'Antarctique, l'océan Austral est le siège d'importants échanges entre les eaux littorales froides et les eaux plus chaudes qui viennent des moyennes latitudes. Ces échanges ont des effets importants sur la productivité biologique de l'Antarctique. De plus, la formation hivernale de glace de mer fait de l'Antarctique l'autre grande source de production d'eau froide de fond pour la circulation thermohaline.



On a longtemps représenté l'écosystème marin antarctique par une «courte chaîne alimentaire des géants», soit les trois échelons suivants : phytoplancton -> krill -> baleines. Mais les recherches des dernières décades ont montré que le réseau alimentaire antarctique est plus complexe que cela. Le phytoplancton est effectivement la source primaire. Bien que ralentie en hiver, la croissance du phytoplancton redémarre dès les premières heures du printemps. La photosynthèse s'appuie sur les nutriments présents en quantité abondante de l'océan Austral, surtout dans les zones d'upwelling comme la long de la convergence antarctique. A tel point que de nombreux chercheurs pensent qu'il s'agit de l'océan le plus productif de la Terre.

Le zooplancton est largement représenté par le krill. Il nourrit aussi bien les espèces benthiques (i.e. des fonds), que les poissons, les calamars, de nombreuses espèces de mammifères marins et d'oiseaux. Aux côtés du krill, les autres « brouteurs » importants du phytoplancton sont les copépodes (crustacés microscopiques), ainsi que les salpes, organismes gélatineux (comme le sont les méduses).



La faune et la flore marine antarctique sont caractérisées par un endémisme élevé (désigne l'appartenance exclusive d'une espèce à une région spécifique plus ou moins étendue). En ce qui concerne les oiseaux et les mammifères, les espèces sont peu nombreuses, mais les populations peuvent être très importantes.

Parmi les 38 espèces d'oiseaux, sept sont des manchots et vingt-quatre appartiennent au groupe des albatros et pétrels. On recense aussi six espèces de phoques dont 4 étroitement adaptés à la banquise.

On dénombre 120 espèces de poissons dont 90% sont des espèces endémiques. Les trois quarts des espèces sont des espèces benthiques, ce qui signifie qu'elles vivent en contact avec le fond. Certaines espèces sont particulièrement bien adaptées au froid : sans hémoglobine ou capables de produire un antigel.

Enfin, parmi les différentes espèces de baleines et de dauphins qui vivent dans les eaux antarctiques, certaines n'y sont présentes que pendant la période libre de glace de l'été, alors que d'autres se débrouillent pour passer d'une zone libre de glace à l'autre (polynies, fissures) même pendant l'hiver.



DOSSIER PÉDAGOGIQUE SUR LES OCÉANS

NOTICE PÉDAGOGIQUE

Notice didactique

Beaucoup d'élèves ont de nombreuses connaissances sur les mers et les océans de notre planète. Ces connaissances sont cependant lacunaires et la plupart du temps très fragmentaires. De plus, de nombreux phénomènes physiques, chimiques, géologiques ou encore biologiques, sont inconnus des élèves de l'école primaire ou du secondaire. Les auteurs de ce dossier ont donc pris le parti, d'une part, de mettre l'accent sur la découverte de quelques phénomènes importants pour la dynamique des océans et, d'autre part, de privilégier une approche systémique permettant de faire des liens entre les concepts étudiés et la complexité des océans.

Par ailleurs, les élèves d'âge scolaire ont fréquemment de fausses représentations sur les océans, par exemple:

Les océans tels qu'ils sont ont toujours existé. Le fond des océans est plat et recouvert de sable. La température de l'eau des océans est identique à toutes les profondeurs. La composition chimique des océans (notamment la salinité) est pareille partout sur la planète.

De plus, certaines connaissances fondamentales à propos des océans sont fréquemment écartées en faveur d'une étude purement «géographique» des océans, ce qui est largement réducteur.

Ainsi, par exemple, les courants océaniques sont souvent méconnus ou leur importance est sous-estimée. Les interactions entre l'hydrosphère et les autres compartiments de la Terre (atmosphère, biosphère, cryosphère, lithosphère) sont rarement évoquées. Les caractéristiques de l'eau et des masses d'eau sont étudiées trop rapidement. Or l'eau se charge de particules, dissout certaines matières, participe à l'érosion, joue un rôle important dans les échanges thermiques et dans l'absorption du CO₂. L'eau est, par ailleurs, source de vie et est d'ailleurs le constituant principal de tous les êtres vivants.

On le voit, pour comprendre les océans, les connaissances à aborder sont illimitées. Des choix sont donc inévitables. Les activités proposées dans ce dossier mettent l'accent sur une approche scientifique permettant de construire quelques outils et concepts scientifiques, mais surtout, dans une perspective systémique, d'établir des liens entre des phénomènes naturels et la dynamique océanique.





Propositions d'activités

Avoir compris et retenu :

- Le nombre d'océans dans le monde, leurs différences (océans chauds et froids) et similitudes
- Certains événements de l'histoire géologique de votre région
- L'apport des sciences dans les croyances populaires

Être capable de :

- Mener une recherche documentaire
- Rechercher des informations pertinentes sur un sujet précis et les mettre en forme
- Pratiquer un raisonnement logique sur la base de questions
- Réaliser des expériences pour comprendre et identifier des phénomènes océaniques
- Communiquer le résultat d'une recherche à un groupe



Dossier « [Expériences en Sciences de la Terre](#) »

- Le cycle de l'eau
- La formation des icebergs



Dossier « [La dérive des glaces](#) »

- Activité proposée en classe

Questions de recherches et pistes de travail

Quels sont les océans du monde ?

Combien y a-t-il d'océans sur Terre ? Lesquels sont chauds, lesquels sont froids ? Y a-t-il plus d'animaux dans certains océans ? Ont-ils tous la même profondeur ?

- Poser ces questions aux élèves. Essayer de tracer les limites des océans grâce à la réponse des enfants, puis de déterminer les océans chauds et froids de la même manière. Proposer aux enfants de poser ces mêmes questions à leurs parents. Sur une autre carte, délimiter les limites et océans chauds et froids grâce aux réponses des parents.
- Proposer ensuite aux enfants de faire une brève recherche sur chaque océan et sur ses spécificités soit à l'aide d'Internet, soit à l'aide de livres. Ils peuvent faire un panneau ou une petite fiche de synthèse.

Un océan vers chez moi ?

Pensez-vous qu'il y a eu autrefois une mer ou un océan à la place où se trouve actuellement notre école (ou notre ville, notre région) ? Comment peut-on le savoir ? Que devons-nous chercher pour en être certain ?





Il y a plusieurs démarches possibles pour répondre à ces questions avec les élèves.

- Scénario 1 : Un élève mentionne l'existence de fossiles ou de traces d'anciens rivages dans la région, cela permet de travailler sur ce qu'est un fossile, comment il se forme, comment les paléontologues l'utilisent pour retracer l'histoire d'une région. Une sortie sur le terrain peut même être envisagée, pour aller à la recherche de fossiles ou d'autres indices. Certains fossiles sont facilement identifiables pour déterminer si ils ont été déposés dans des eaux profondes ou plutôt au niveau de la plage. Il peut être intéressant de faire venir un paléontologue ou un géologue en classe pour qu'il discute avec les élèves de leurs trouvailles.
- Scénario 2 : Les élèves doivent trouver dans un premier temps quel type d'indice peut les aider à répondre à la question. Ils peuvent choisir de contacter les scientifiques d'une université ou d'un musée de la région, ou faire une enquête auprès de la population (il sera alors intéressant de voir combien de personnes ont la notion de la possibilité de telles variations dans le paysage). Puis, une fois que le type d'indice a été identifié, on poursuit l'enquête avec le scénario 1.

Comment protège-t-on les milieu aquatique vers chez moi ?

- Réfléchir avec les enfants sur les différentes sources de pollution du milieu aquatique de votre région. En faire la liste sur une feuille
- Contacter la mairie (ou l'agence qui s'occupe de l'environnement dans votre région) et lui demander ce qui est mis en place pour protéger ce milieu. Faire le lien avec la liste.
- Se rendre au bord du lac, rivière, marais et faire une journée de ramassage des détritius
- Organiser une ou deux journées consacrées à la sensibilisation de ce milieu. Pourquoi est-ce important de le protéger ? Que contient-il ? Qu'est-ce qui est déjà mis en place et qu'il faut respecter ? Que peut-on faire d'autre ?

Monstre ou pas ?

Pensez-vous que les contes avec des monstres marins (sirènes) qui effrayaient (enchantaient) les gens auparavant peuvent encore effrayer (enchanter) les gens aujourd'hui ? Pourquoi ?

- Choisir un conte de la mer où il est question d'un monstre marin, d'un animal imaginaire ou d'une sirène (par exemple : [La petite sirène](#), [Sindbad le marin](#)). Lire le conte avec les enfants en classe.
- Proposer une réflexion aux enfants sur l'image du « monstre ». Le conte a été certainement rédigé à une époque où l'on ne connaissait pas bien les fonds marins. A l'époque, ce « monstre » a dû effrayer le gens. Car cela pouvait faire partie de leur réalité. Est-ce encore le cas aujourd'hui ? (On peut aussi utiliser la représentation des grecs d'une terre plate)
- Discuter avec les élèves sur notre représentation actuelle d'un tel « monstre ». Pourquoi notre représentation a-t-elle changé ? Les découvertes scientifiques et l'exploration marine ont permis d'explorer des endroits inconnus, de mieux comprendre le monde qui nous entoure et de mieux appréhender certaines espèces marines qui faisaient peur autrefois (par exemple la pieuvre).



SÉQUENCE D'APPRENTISSAGE : « A LA DÉCOUVERTE DES PHÉNOMÈNES OCÉANIQUES »

Avoir compris et retenu :

- L'océan est un milieu dynamique
- Les processus océaniques sont de différentes natures (biologiques, physiques, anthropiques)

Être capable de :

- Se poser des questions et s'interroger
- Mettre en place une démarche scientifique
- Faire des liens entre l'expérimentation et la réalité

Cette séquence d'apprentissage propose de découvrir l'environnement marin et ses processus par le biais d'un certain nombre d'activités de recherche et d'expériences scientifiques.

Le but est de comprendre que l'océan est dynamique de différentes manières (activité biologique, processus physiques, dynamique humaine) sur l'ensemble de la colonne d'eau, mais que la majeure partie des activités ont lieu à proximité de la côte.

Pour ce faire nous proposons de modéliser l'océan sur papier et de compléter une frise schématique après chaque activité, pour obtenir au final un schéma assez complet de la dynamique océanique.

Point de départ (10 minutes)

Présenter une carte du monde aux élèves et leur demander de l'observer pour définir ce qui est le plus présent. L'objectif est de mettre en évidence la surface couverte par les océans. La carte restera visible toute au long de la séquence d'apprentissage pour la compléter avec les éléments acquis.

Discussion (30 minutes)

Sur la base de leur réponse, leur demander de délimiter ou nommer les différents océans. Essayer de trouver les océans « chauds » et « froids » en utilisant leur vécu de vacanciers. Développer la discussion autour de leur représentation de l'océan : Qu'est-ce que c'est ? Que s'y passe-t-il ? Qu'y trouve-t-on ? Est-ce important ? Pourquoi ? Faire une liste avec leurs réponses. Elle sera réutilisée à la fin pour vérifier leurs hypothèses et comme base de discussion de leurs acquis.

Mise en place (45 minutes)

Avec l'ensemble de la classe, modéliser la profondeur d'un océan fictif sur une bande de papier en conservant au maximum les proportions, modéliser aussi le profil bathymétrique d'un océan (profil horizontal de la côte aux abysses). Afficher les deux profils sur un mur de la classe. Ils seront complétés après chaque activité menée en classe.



Donner aux enfants les étiquettes avec les différents termes à placer le long des profils. Leur demander de chercher la signification des termes pour les placer au bon endroit. (Voir matériel à la fin du dossier.)

Spécialisation 1: biologie (90 minutes ou 2x45 minutes)

Discuter avec les élèves de la présence de la vie dans les océans. Qu'en connaissent-ils ? Sous quelle forme est-elle présente ? Est-elle présente dans tous les océans de la même manière ? A quelle profondeur ? Pourquoi ? Comment le sait-on ?

Trouver sur Internet 20 photos d'organismes marins et fabriquer des cartes pour les élèves. Proposer ensuite aux élèves de placer un certain nombre d'espèces sur la carte du monde ; puis sur le profil de profondeur et finalement sur le profil bathymétrique. Le but est ici de montrer que certaines espèces ont besoin de conditions précises pour vivre et que la vie se trouve même dans les endroits où l'on s'y attend le moins.

(Vous pouvez vous aider de l'animation sur la [faune polaire](http://www.educapoles.org) www.educapoles.org)

Discussion (30 minutes)

Utiliser le nouvel aspect de la frise comme base de discussion. Faire prendre conscience aux enfants que dans les océans, la vie se trouve partout, que certaines espèces sont endémiques (comme l'ours polaire), et ne peuvent vivre ailleurs qu'à l'endroit où ils se trouvent, alors que d'autres (comme les baleines) ont besoin de migrer.

Vous pouvez utiliser des images des bathyscaphes si vous souhaitez aborder le « comment savons-nous cela ? ». (Voir www.ifremer.fr)

Spécialisation 2: la dynamique des océans (15 minutes + durée de chaque expérience)

Discuter avec les enfants des processus physiques qu'ils arrivent à discerner dans l'eau (salinité, vagues, courants, flottabilité, courants chauds et froids,...) :

Proposer aux élèves les protocoles des expériences proposées ci-dessous qui vont mettre en évidence la circulation océanique:

;
La température de l'océan est-elle la même à toutes les profondeurs ?

Question de départ : pensez vous que la température de l'eau est la même à toutes les profondeurs dans une mare, un lac ou un océan ?

Matériel :

Un contenant transparent suffisamment profond (50 cm), deux thermomètres à alcool, de la ficelle, du ruban adhésif, une montre, suffisamment d'eau pour remplir le contenant aux $\frac{3}{4}$. Attention, il est important d'avoir une moitié d'eau très froide et une autre moitié d'eau très chaude

Remplir le récipient avec l'eau. Mettre d'abord l'eau très froide, puis l'eau très chaude. Attendre 5 minutes. Mesurer la température de l'eau en surface et en profondeur. Pour ce faire, appliquer le thermomètre le long de la paroi. Accrocher le thermomètre qui ira au fond avec de la ficelle pour pouvoir le plonger sans mettre la main dans l'eau et éviter de créer des remous.

Faire noter leurs observations aux élèves. Calculer une moyenne et en tirer les conclusions qui s'imposent.

Observation :

La température est plus élevée à la surface qu'en profondeur.



Explication scientifique :

La stratification² de l'eau est due à la différence de densité entre l'eau chaude et froide. Les molécules de l'eau chaude sont plus espacées et agitées que celle de l'eau froide. Il y a donc moins de molécules dans un même espace. Le rapport poids/volume (densité) de l'eau chaude est moins élevé que pour l'eau froide. On dit que l'eau est moins dense. L'eau chaude plus « légère » flotte donc sur l'eau plus froide.

Application dans la réalité:

Dans les océans, les eaux de surface sont chauffées par le soleil. La colonne d'eau est si importante qu'à partir d'une certaine profondeur, la lumière et, par conséquent, la chaleur du soleil ne pénètre plus (zone photique). Les eaux chaudes restent donc en surface

Après cette expérience, vous pouvez montrer un profil en profondeur des températures en un point fixe de la colonne d'eau à différentes saisons dans un lac ou dans l'océan.

; Est-ce que l'eau de surface aux pôles est plus lourde que l'eau de surface d'un océan tropical (sans tenir compte du sel) ?

Question de départ :

L'eau chaude et l'eau froide ont-elles la même densité ?

Matériel :

Deux contenants en plastique, deux petits récipients (avec un goulot) en verre, deux bols en 3) Remplir un des deux bols avec l'eau chaude, puis déposer dessus un des deux glaçons. Remplir l'autre bol avec l'eau froide et déposer dessus l'autre glaçon. Demander aux enfants d'observer, puis de dessiner ce qu'il se passe.

Observation :

- 1) L'eau chaude va monter pour se mettre à la surface
- 2) L'eau froide va descendre pour rester dans la partie basse du contenant
- 3) Dans le bol contenant l'eau chaude, l'eau de fonte du glaçon va directement au fond du bol. Dans le bol contenant l'eau froide, l'eau de fonte du glaçon reste en surface (pour autant que la température de l'eau soit suffisamment proche de celle du glaçon)

Explication scientifique :

La stratification de l'eau est due à la différence de densité entre l'eau chaude et froide. Les molécules de l'eau chaude sont plus espacées et agitées que celle de l'eau froide. Il y a donc moins de molécules dans un même espace. Le rapport masse/volume (densité) de l'eau chaude est moins élevé que pour l'eau froide. On dit que l'eau est moins dense.

Quand on met de l'eau chaude dans l'eau froide, elle va se déplacer verticalement jusqu'à ce qu'elle trouve une couche d'eau d'une densité inférieure à la sienne (plus chaude). S'il n'y en a pas, elle va alors se mettre sur le dessus. Quand on verse de l'eau froide dans de l'eau chaude, la masse d'eau froide va descendre jusqu'à ce qu'elle rencontre une couche d'eau d'une densité plus élevée que la sienne (plus froide). S'il n'y en a pas, elle ira se mettre sur le fond.

2 Stratification : fait d'être composé de couches



Application dans la réalité :

Dans l'océan, les courants chauds sont généralement en surface. Lorsque l'eau atteint les pôles et se refroidit suffisamment, elle plonge en profondeur. Ce phénomène est aussi valable dans les lacs suffisamment grands, comme le lac Léman ou les Grands Lacs (USA-Canada)

NB : Dans le cas des courants océaniques, il ne faut pas oublier que la salinité joue également un rôle très important.

Après cette expérience, vous pouvez montrer un profil en profondeur des températures de l'eau dans l'océan Atlantique et indiquer des températures relatives dans la frise de la colonne d'eau.

; Est-ce qu'on flotte mieux dans la Mer Morte ou dans l'océan arctique ?

Question de départ :

Un objet flotte-t-il mieux dans l'eau douce, à salinité inférieure à la moyenne ou à salinité supérieure à la moyenne?

Matériel :

Des petits bateaux en plastique, trois boules de pâte à modeler de poids identique, plusieurs récipients transparents, un stylo indélébile, du sel (2,5 kg), de l'eau, une balance, du colorant alimentaire (deux couleurs distinctes).

Préparer une solution d'eau salée plus ou moins équivalente à l'eau de l'océan arctique : dissoudre 30g de sel dans 1L d'eau. Préparer une solution d'eau salée plus ou moins équivalente à l'eau de la Mer Morte : dissoudre 300g de sel dans 1L d'eau. Verser les deux préparations dans des récipients différents. Remplir un troisième récipient avec de l'eau douce.

- 1) Essayer de faire flotter les boules de pâte à modeler dans les trois récipients. Faire flotter les petits bateaux en plastique dans l'eau douce, indiquer le niveau de l'eau le long de la coque avec le stylo indélébile. Les faire flotter dans « l'eau de l'Océan Arctique », indiquer la ligne de flottaison. Les faire flotter dans « l'eau de la Mer Morte », indiquer la ligne de flottaison. Comparer les trois lignes de flottaison.
- 2) Peser 1 litre d'eau douce, puis un litre « d'eau de l'océan arctique », puis un litre « d'eau de la Mer Morte ».
- 3) Colorer l'eau douce et « l'eau de la Mer Morte » avec des couleurs distinctes. Les verser délicatement dans « l'eau de l'océan Arctique ». Faire dessiner ce qui se passe aux enfants.

Observation :

- 1) Plus l'eau est salée, plus les objets flottent.
- 2) Plus l'eau est salée, plus elle est lourde.
- 3) L'eau douce reste en surface alors que l'eau fortement salée descend dans le fond du récipient.

Explication scientifique :

La densité de l'eau augmente avec l'augmentation de la salinité (quantité de sel dissous dans l'eau). Plus l'eau est salée, plus elle est dense. Plus la différence entre la densité de l'eau et la densité de l'objet est faible, plus celui-ci flotte.



La densité de l'eau douce est moins élevée que celle de l'eau de mer. Elle va donc rester à la surface. Par contre l'eau à plus forte salinité est plus dense, elle va donc plonger sous l'eau moins salée.

Application dans la réalité :

Dans les océans, les courants marins sont aussi régulés par leur salinité.

Un système océanique complet

Discuter avec les élèves des différentes expériences et de ce qu'ils ont retenu et compris. Les noter au tableau et voir avec eux s'ils pensent que ces phénomènes sont indépendants les uns des autres dans l'océan. Leur proposer une dernière expérience qui combine l'ensemble des expériences vues précédemment.

Matériel :

Un grand récipient (genre aquarium), de l'eau, du colorant alimentaire, du sel de mer, un pichet, une bouteille d'eau congelée.

Remplir le récipient d'eau chaude légèrement salée (30 g pour 1 litre). Dans le pichet, préparer une solution d'eau froide colorée fortement salée (50g pour 1 litre). (Attention, le sel a de la difficulté à se dissoudre s'il s'agit de sel de carrière. Soit dissoudre au préalable dans de l'eau chaude, soit bien remuer). Mettre la bouteille d'eau congelée à une extrémité du récipient. Verser l'eau froide et colorée sur la bouteille doucement et en petite quantité. Demander aux élèves de prendre des notes sur ce qui se passe.

Observations :

L'eau froide et plus salée descend, puis se déplace lentement jusqu'à l'autre extrémité du bac mais reste au-dessous du reste de la masse d'eau. Petit à petit, elle se réchauffe et se mêle à l'eau chaude située au-dessus. Elle commence alors à remonter.

Application dans la réalité :

Dans les océans, il existe une circulation dite thermohaline, qui associe donc l'effet des températures et de la salinité. C'est cette circulation qui est mise en évidence ici. Aux pôles, l'eau plus dense plonge et ne remonte que lorsqu'elle trouve une eau de même densité.

Après cette expérience, vous pouvez compléter la carte mondiale des océans en mettant en évidence la circulation thermohaline. Mettre en évidence sur les frises les courants de surface engendrés par les vents et les courants de retour plus en profondeur.

Discussion (20 minutes)

Demander aux élèves de regarder les frises et de mettre en évidence les éléments qu'ils ont pu apporter suite aux différentes réflexions ou expériences. Discuter avec eux de la répartition spatiale des différents éléments. Les noter au tableau.

Recherche (45 minutes)

A partir des éléments mis en avant ci-dessus, demander aux élèves de réfléchir aux moyens techniques qui ont permis d'acquérir ces connaissances. Leur demander de faire une recherche pour valider leurs idées. Leur faire présenter le résultat de leur recherche à leurs camarades.



Discussion finale (30 minutes)

Discuter avec eux de l'ensemble du système océanique en se basant une nouvelle fois sur les frises et sur les nouveaux acquis. Arriver à la conclusion que c'est un système entièrement dynamique (dans les profondeurs et au large), mais qui est très fragile et qui peut être facilement dérégler par l'homme.

PROLONGATIONS POSSIBLES

Les océans polaires

- A la découverte des icebergs (30 minutes)

Observer des [photos d'icebergs](#) et demander aux enfants d'où ils viennent et comment ils peuvent flotter sur l'eau. Leur proposer l'expérience suivante :

Matériel :

Un sac en plastique, un récipient transparent

Verser de l'eau dans le sac en plastique. Le fermer et le mettre au congélateur une nuit. Le lendemain, remplir le récipient avec de l'eau. Retirer le glaçon du sac. Le mettre dans l'eau et observer. Demander aux enfants de dessiner ce qu'il se passe. Leur demander d'estimer la proportion immergée et émergée de l'iceberg.

Observation :

La majorité du volume de l'iceberg se trouve sous l'eau, ce qui ne l'empêche pas de flotter, ni de se déplacer dans l'eau.

Explication scientifique et application :

La plupart des icebergs se détachent des glaciers dans les régions polaires. Il s'agit d'immenses blocs d'eau douce gelée, qui dérivent au gré des courants. Hors de l'eau, nous n'apercevons que 20% du volume total de l'iceberg. Même si la majorité de l'iceberg est sous l'eau, celui-ci flotte, car la densité de la glace est plus faible que celle de l'eau. Vous pouvez aussi regarder [l'animation sur les icebergs](http://www.educapoles.org) (www.educapoles.org).

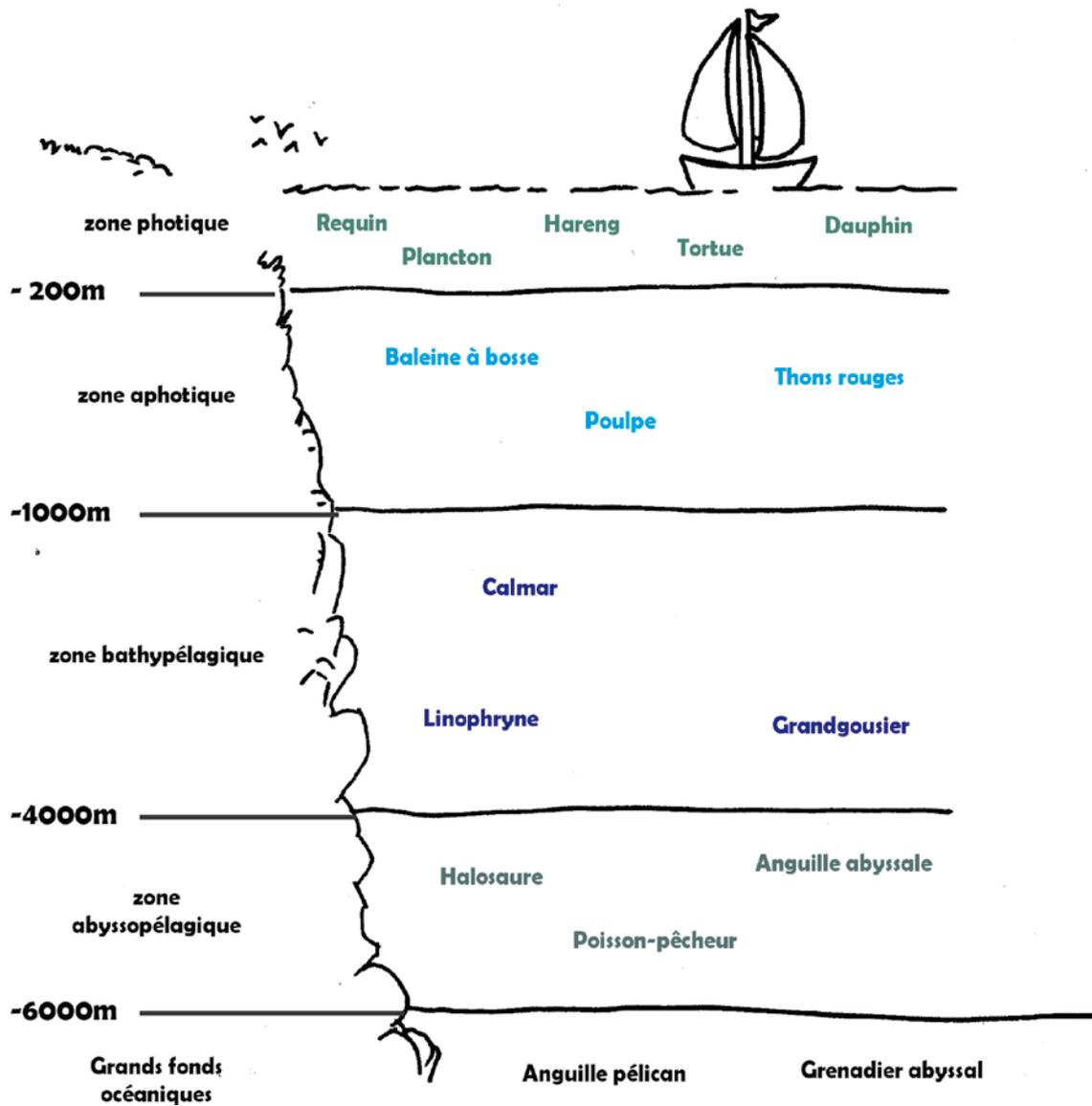
Réfléchir avec les élèves sur les dangers que peuvent représenter les icebergs en racontant par exemple [l'histoire du Titanic](#).





FICHE ENSEIGNANT

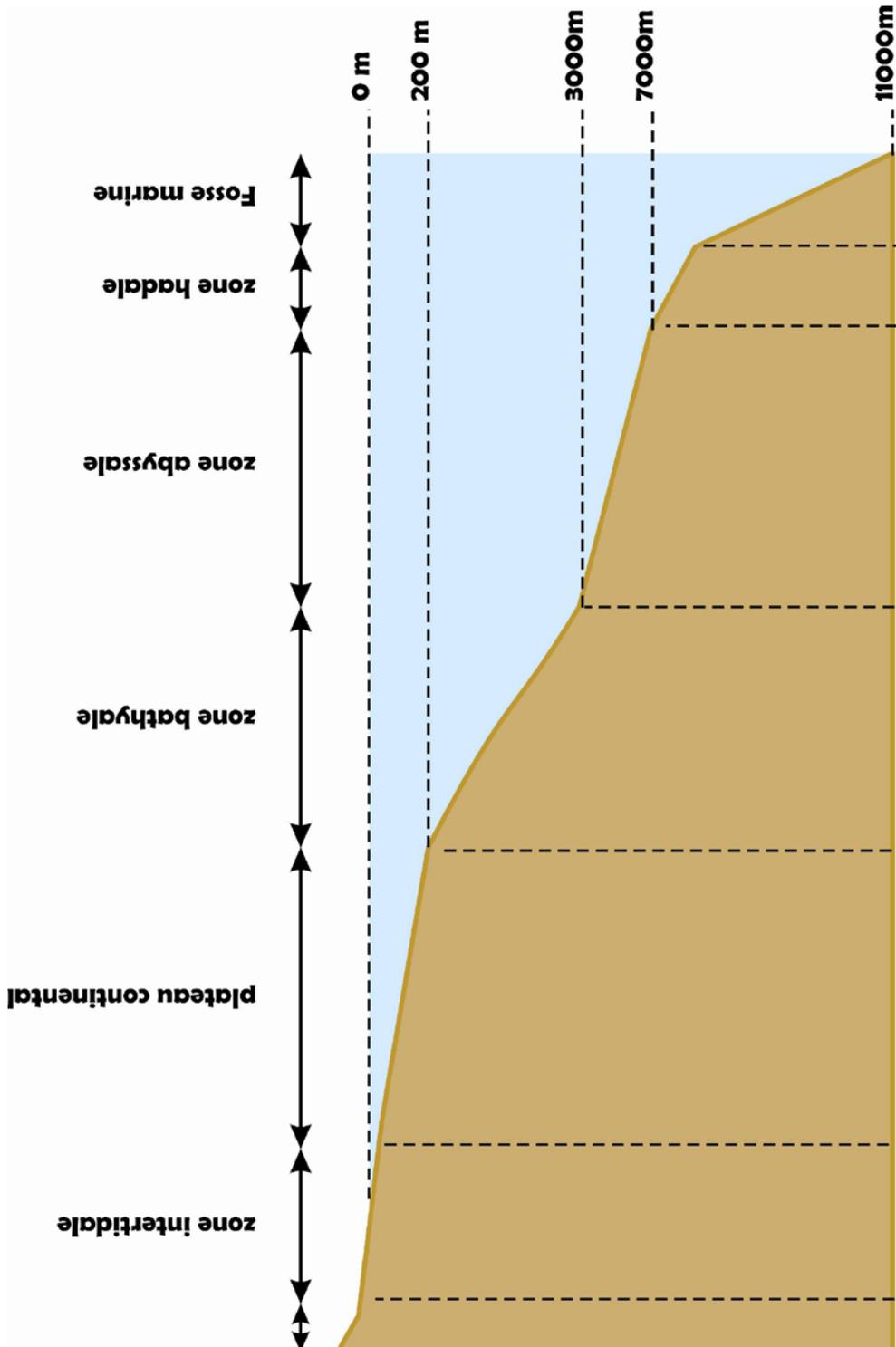
Étages océaniques profil vertical





FICHE ENSEIGNANT

Profil bathymétrique





FICHE ÉLÈVE

1. Étage océaniques

zone photique	zone aphotique
zone néritique	zone bathypélagique
zone abyssopélagique	grands fonds océaniques

2. Profil bathymétrique

zone intertidale	plateau continental
zone bathyale	zone abyssale
zone hadale	Fosses océaniques



RESSOURCES

SITE WEB

- www.educapoles.org Educapoles, le site éducatif de la Fondation Polaire Internationale propose des activités pédagogiques sur les régions polaires et le réchauffement climatique.
- www.ifremer.fr Site de l'institut français de recherche en mer, contient tout un volet pédagogique sur les océans, leur fonctionnement et leurs réserves
- http://www.dfo-mpo.gc.ca/canwaters-eauxcan/bbb-igb/index_f.asp Site éducatif de Pêches et Océans Canada
- <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/SeaWiFS/TEACHERS/> Site éducatif de la NASA (en anglais)
- <http://www.oceanexplorer.noaa.gov/> Exploration des océans avec l'agence national atmosphérique et océanique des États-Unis (en anglais)

BIBLIOGRAPHIE

- Oceanography**, Tom Garrison, Brooks Cole 6th edition, 2007 (seulement en anglais).
Planète Mer, Jean-Baptiste de Panafieu, Gallimard Jeunesse, 2004.
Planète Terre, Les petits Débrouillards, Albin Michel, 2006.
Problèmes de sciences et de technologie pour le préscolaire et le primaire, Marcel Thouin, Editions Multimondes, Québec, 1999.
Raconte-moi les océans, Patricia Chairopoulos, Editions UNESCO Nouvelle Arche de Noé Éditions, Paris 2003.

MOYENS D'ENSEIGNEMENTS

- **Guide pédagogique - Sciences et technologie - Les savoirs de l'école**, Jack Guichard et Brigitte Zana, collection dirigée par Jean Hébrard, Hachette Education, Paris 2002, **pp. 8 à 22, 49-53, 54-60, et 72 à 74.**
- **Livre de l'élève - Sciences et technologie - Les savoirs de l'école**, Jack Guichard et Brigitte Zana, collection dirigée par Jean Hébrard, Hachette Education, Paris 2002, **pp. 8-12, 28-31, 34-37 et 44-47.**
- **Cahier d'expériences CE2 - Sciences et technologie - Les savoirs de l'école**, Jack Guichard et Brigitte Zana, collection dirigée par Jean Hébrard, Hachette Education, Paris 2002, **pp. 4 à 15 et 30 à 32.**
- **Cahier d'expériences CM1 - Sciences et technologie - Les savoirs de l'école**, Jack Guichard et Brigitte Zana, collection dirigée par Jean Hébrard, Hachette Education, Paris 2002, **pp. 7 à 12, et 28 à 30**
- **Cahier d'expériences CM2 - Sciences et technologie - Les savoirs de l'école**, Jack Guichard et Brigitte Zana, collection dirigée par Jean Hébrard, Hachette Education, Paris 2002, **pp. 4 à 6 et 9 à 13.**
- **Problèmes de sciences et de technologie pour le préscolaire et le primaire**, Marcel Thouin, Editions Multimondes, Sainte-Foy 1999.

