

Eclairage scientifique

L'océan et l'homme

Cycles 1, 2, 3 et 4

Résumé

Trois milliards d'êtres humains vivent de nos jours à moins de 100 km du littoral (et 3,8 milliards, soit la moitié de la population mondiale, à moins de 150 km des côtes). Pourquoi ? Quels sont les risques ?

L'océan et l'homme

La présence humaine le long des côtes

Trois milliards d'êtres humains vivent de nos jours à moins de 100 km du littoral (et 3,8 milliards, soit la moitié de la population mondiale, à moins de 150 km des côtes). Pourquoi ?

Revenons plusieurs millénaires en arrière. Les premiers villages, les premières cités, les premiers empires se sont créés autour de lieux géographiques particuliers. Une position stratégique, une voie de transport, une ressource facile d'accès.

- Certaines civilisations se sont établies le long de grands fleuves : cela facilitait le transport des hommes et des marchandises, favorisait l'irrigation et l'agriculture, donnait un accès aux ressources halieutiques. Citons l'empire akkadien sis entre le Tigre et l'Euphrate, l'Égypte antique sur le Nil, la dynastie Shang le long du fleuve Jaune...
- D'autres civilisations ont pris pied le long des côtes : les Olmèques sur le golfe du Mexique, les Grecs sur la mer Égée, les Romains sur la mer Tyrrhénienne, etc.
- Il existe évidemment un lien fort entre la mer et certaines civilisations insulaires : la Crète Minoenne, les Tonga...
- Citons enfin quelques cités continentales, sans accès simple à la mer, mais stratégiquement placées : Hattusa, la capitale fortifiée hittite, juchée sur un plateau aride facile à défendre ; Quito, le carrefour commercial inca, etc.

Ainsi, c'est principalement autour des côtes et des fleuves que se sont construites des civilisations durables. Elles ont ensuite conquis les territoires environnants, et, technique et technologie aidant, elles ont pu progressivement coloniser des terrains moins favorables. Pourtant, il reste encore de cette époque un héritage démographique indéniable : les zones fluviales et côtières sont parmi les plus densément peuplées au monde. Le long du Nil, la densité de population dépasse 1 000 habitants/ km². On trouve des densités comparables le long du Gange ou du fleuve Jaune... à titre indicatif, la densité moyenne en France est d'environ 110 hab/ km² (source INSEE). Sur le littoral français, la population est trois fois plus dense qu'à la moyenne, et croît d'année en année, en raison du tourisme et de l'attrait foncier.

Mythes et légendes

Chaque civilisation a tenté d'expliquer la présence des océans, la foison des ressources halieutiques, mais également l'imprévisible danger que représentent tempêtes, inondations et raz de marée. En Europe, l'héritage culturel gréco-romain nous décrit le caractériel Poséidon (Neptune, en latin), ébranleur de la terre et de la mer, sauveur de neufs et naufrageur des aventuriers trop arrogants (cf. *L'Odyssée*). Ce double aspect, protecteur et naufrageur, capricieux et imprévisible, se retrouve chez de nombreux dieux :

- le celtique Manannan Mac Lir ;
- l'aztèque Acuecucycticihuati ;
- les rois-dragons chinois ;
- le dragon japonais Ryujin.

Puisque l'océan finit toujours par se dresser devant le voyageur, où qu'il marche, d'autres mythologies ont postulé que l'océan représentait l'état primordial, d'où jaillirent les terres pour le bien des hommes. Ce n'est pas sans rappeler les théories scientifiques actuelles qui décrivent l'apparition de la vie dans les océans de la Terre primitive avant qu'elle ne colonise les continents. Ce thème se retrouve en Égypte (Noun), chez les Iroquois (le Grand Bleu), au Japon...

Vivre près de l'océan : quels risques ?

Mythes de civilisations englouties

S'il était convenu que les marins s'exposaient de plein gré aux dangers de la « mer inféconde », certains mythes rappellent que sur la terre ferme, nul n'est à l'abri de la colère des océans.

Sans nous attarder sur les légendes de la Lémurie ou du continent perdu de Mu, détaillons le fameux mythe de l'Atlantide. On retrouve une trace de cette légende dans le *Timée*, de Platon. Critias le jeune rapporte à Socrate une histoire qu'il a entendue :

[...] dans le temps qui suivit, il se fit des tremblements de terre violents et des cataclysmes ; dans l'espace d'un jour et d'une nuit funestes qui survinrent, [...] le peuple entier, en masse, s'enfonça sous la terre, et pareillement l'île Atlantide s'enfonça sous la mer et disparut. De là vient que de nos jours encore, là-bas la mer est impraticable et inexplorable, encombrée par les bas-fonds de vase que l'île a déposés en s'abîmant.

Les archéologues et les sismologues reconstituent aujourd'hui cet évènement. L'archipel de Santorin, au sud-est de la Grèce, dans la mer Egée, est un véritable port naturel dont la forme circulaire correspond à une caldeira, effondrement de la partie centrale d'un volcan, qui entra en éruption aux alentours de 1 500 av. J.-C. Cette éruption, l'une des plus importantes de l'Antiquité, provoqua un gigantesque tsunami qui ravagea les côtes méditerranéennes, détruisant ainsi la civilisation minoenne en Crète.

Des risques réels : inondations, tempêtes, raz de marée, tsunamis

Les risques naturels liés aux océans sont de deux types : météorologiques, fréquents, parfois graves, ou alors sismiques, rares mais catastrophiques.

Les risques météorologiques

L'expression « raz de marée » fait référence à une inondation marine dont l'origine est météorologique, comme par exemple la conjonction malheureuse entre une très forte marée et une tempête, à l'instar de la tempête Xynthia qui s'est abattue sur la Vendée et la Charente-Maritime en février 2010.

Même si notre pays n'est pas le plus exposé dans le monde, les conséquences d'événements rares et extrêmes peuvent être catastrophiques. Par ailleurs, le changement climatique doit nous faire anticiper une aggravation de ces phénomènes météorologiques au cours des prochaines décennies.

Le risque tsunami

L'emploi du terme « tsunami » s'est généralisé depuis l'évènement dramatique de décembre 2004 qui fit plus de 280 000 morts en Asie du Sud... Mais sait-on vraiment de quoi il s'agit ? Qu'est-ce qui différencie un tsunami d'un raz de marée ou encore des très grosses vagues de tempête ?

- Tempêtes et raz de marée sont des phénomènes météorologiques. Une tempête ou même une forte houle peut donner naissance à des vagues impressionnantes de plusieurs mètres de hauteur. En revanche, la longueur d'onde de ces vagues est toujours assez courte (quelques dizaines de mètres). On le voit très bien sur la plage : quand une vague est passée, il suffit d'attendre quelques secondes avant que la suivante ne survienne (cette durée s'appelle la « période » de l'onde).

- Un tsunami est souvent causé, lui, par un séisme ou un mouvement de terrain sous-marin. Seconde différence fondamentale : il possède une longueur d'onde très grande, de l'ordre de 100 km au large, et 10 km près des côtes. Entre deux vagues successives, on attend facilement 20 minutes, voire plus. Voilà pourquoi le tsunami est si dangereux : il déplace énormément d'eau ! Imaginons une houle de 1 m de hauteur et de 10 m de longueur d'onde, qui déferle sur une plage de 100 m de large... et faisons l'hypothèse, pour simplifier, que cette onde est en forme de créneau. Le volume d'eau contenu dans la vague qui va déferler est $1 \times 10 \times 100 = 1\,000 \text{ m}^3$.

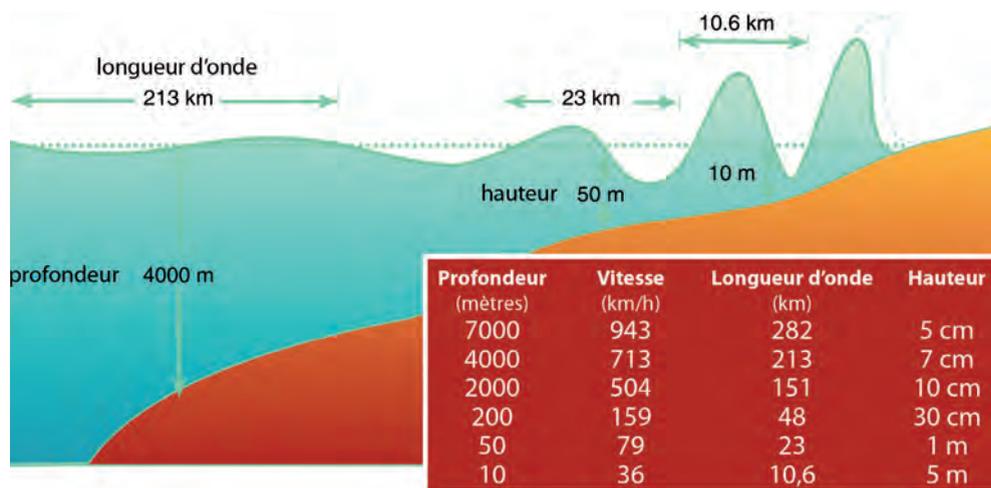
Prenons maintenant un tsunami de même hauteur. Tout est identique, sauf la longueur d'onde, qui vaut cette fois 10 km. Le volume d'eau déplacé est alors $1 \times 10\,000 \times 100 = 1\,000\,000 \text{ m}^3$. Cette masse d'eau, gigantesque, possède une énergie cinétique 1 000 fois plus importante que dans le cas de la houle: rien ne peut y résister.

TSUNAMI (près de la côte)



Le fait qu'un tsunami possède une grande longueur d'onde a une autre conséquence importante: il pénètre loin dans les terres. Une vague « normale » (houle... ou même tempête) peut inonder le littoral sur quelques dizaines de mètres... tandis qu'un tsunami va le faire sur plusieurs kilomètres, multipliant ainsi largement les dégâts occasionnés.

Autre particularité d'un tsunami: sur la rive, sa vague crée un réel mur d'eau. Pourquoi?



Au large, le tsunami se propage très rapidement (900 km/h)... et près du rivage, sa vitesse chute en raison des frottements entre l'eau en mouvement et le fond marin. L'avant de la vague ralentissant très fortement (30-40 km/h), il se trouve rattrapé par l'arrière de la vague: l'onde se resserre. Ainsi, un tsunami de 100 km de longueur d'onde au large n'aura plus que 10 km de longueur d'onde sur le rivage. La conséquence est spectaculaire. La vague s'est resserrée... mais elle contient toujours autant d'eau! Pour conserver cette quantité, il n'y a pas le choix: la vague doit prendre de la hauteur. À titre d'exemple, le tsunami de Sumatra du 26 décembre 2004 a déferlé par endroit avec une hauteur de 35 mètres, soit l'équivalent d'un immeuble de 10 étages! On retrouve cette propriété étonnante dans l'étymologie de « tsunami » (« vague portuaire » en japonais): une vague qu'on ne remarque pas au large, mais qui se révèle en arrivant au port!

La très grande vitesse d'un tsunami rend difficile l'alerte des populations. Même si, depuis 2004, de très gros efforts ont été faits dans la détection des tsunamis et la coordination des centres d'alerte, la prévention passe nécessairement par l'éducation de la population.

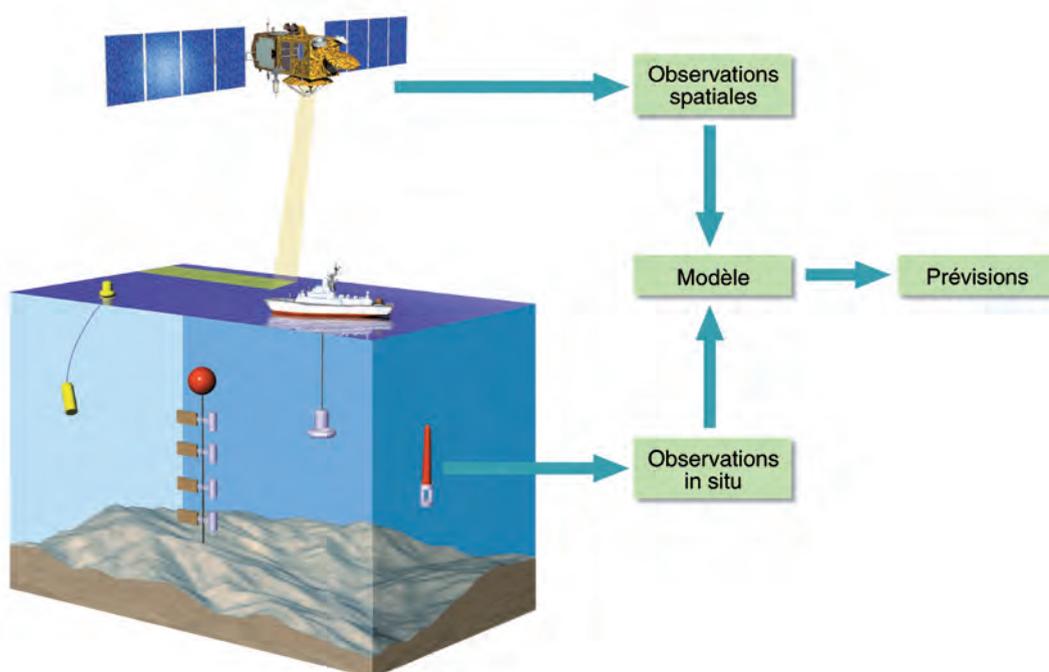
L'arrivée d'un tsunami est le plus souvent précédée de signes avant-coureurs qu'il faut savoir reconnaître :

- retrait de la mer : celle-ci recule sur une distance inhabituelle (des centaines de mètres, voire des kilomètres), en quelques minutes seulement. C'est le creux de la vague : attention, la crête arrive bientôt!
- tremblement de terre ou grondement;
- comportement anormal des animaux (qui fuient vers les terres).

Si l'on observe un de ces phénomènes, il faut immédiatement quitter la côte et se réfugier sur les hauteurs. Quelques minutes après, la première vague arrivera... suivie d'un nouveau retrait de la mer... et d'autres vagues qui vont se succéder parfois pendant plusieurs heures.

L'observation des océans

Afin de protéger les populations, mais également pour approfondir nos connaissances sur les océans, il faut accumuler des informations de plus en plus précises et de plus en plus fréquentes. Cette demande conduit à se poser la question : comment observe-t-on les océans ? Différents moyens et techniques existent, allant des « observations *in situ* » des courants océaniques par les marins aux XVIII^e et XIX^e siècles, mais concentrées sur les grandes routes maritimes, jusqu'à l'utilisation de techniques satellitaires développées depuis quelques décennies. Le lancement des premiers satellites TIROS américains dans les années 1960 a amorcé une révolution en météorologie. Le lancement du premier satellite *Seasat* en 1978, destiné spécifiquement à l'observation des océans, a aussi bouleversé l'état de nos connaissances des processus océaniques physiques et biologiques. Le satellite, en général placé dans une orbite polaire à quelque 800 km d'altitude et embarquant des instruments radar et optiques, permet en effet d'observer de façon continue et répétitive toute la surface des océans de notre planète et, ainsi, d'accumuler des observations fiables dont les scientifiques ont besoin pour alimenter leurs modèles. L'Agence spatiale européenne (ESA), en particulier avec le développement des satellites ERS-1 et ERS-2 puis ENVISAT, a permis de collecter plus de 20 années d'observations de qualité sur les océans, y compris les océans polaires difficiles d'accès : vents, vagues, températures de surface, contenu en chlorophylle ou « couleur de l'eau », élément de base de la production primaire et de la chaîne alimentaire dans



Principe des Observations Satellitaires

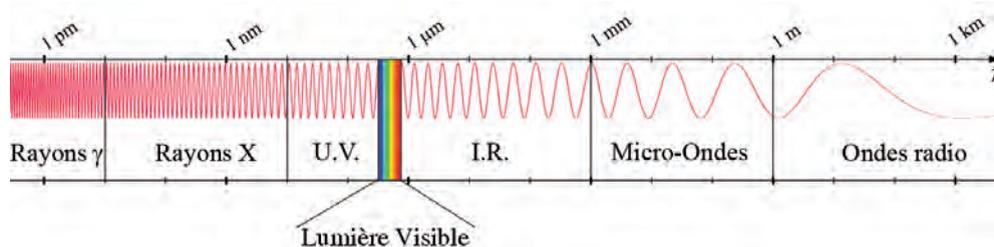
les océans... Ces observations spatiales combinées à des observations par des bouées alimentent aujourd'hui des modèles de prévisions marines et ont permis des avancées scientifiques considérables, par exemple la confirmation et le suivi de l'élévation du niveau des mers.

Les récents satellites *Earth Explorer*, *GOCE*, *Cryosat* et *SMOS* ont continué d'alimenter les scientifiques avec des observations nouvelles de la salinité de surface des océans, des variations des calottes polaires arctique et antarctique ainsi que du Groenland, et de la topographie des océans et des courants marins. Par ailleurs, dans le cadre d'une coopération étroite entre l'ESA et l'Union européenne, le programme Copernicus prévoit de déployer, à partir de 2014, plusieurs familles de satellites opérationnels appelées «Sentinelles» et comprenant une famille, Sentinelle 3, dédiée à l'observation permanente et continue des océans à l'échelle globale.

Les méthodes d'observation à distance

Utiliser la lumière

La lumière visible est une onde électromagnétique que peut détecter notre œil. La longueur de cette onde (la distance entre deux crêtes successives) va de 400 nm (que nous appelons « violet ») à 800 nm (« rouge »). Mais la lumière ne s'arrête pas là, il y a bien d'autres longueurs d'onde que notre œil ne peut pas détecter : l'infrarouge (au-delà de 800 nm), les micro-ondes (au-delà de 30 cm), les ondes radio (au-delà de 10 m), ou l'ultraviolet (en deçà de 400 nm), les rayons X (en deçà de 10 nm), les rayons gamma (en deçà de 10 pm).

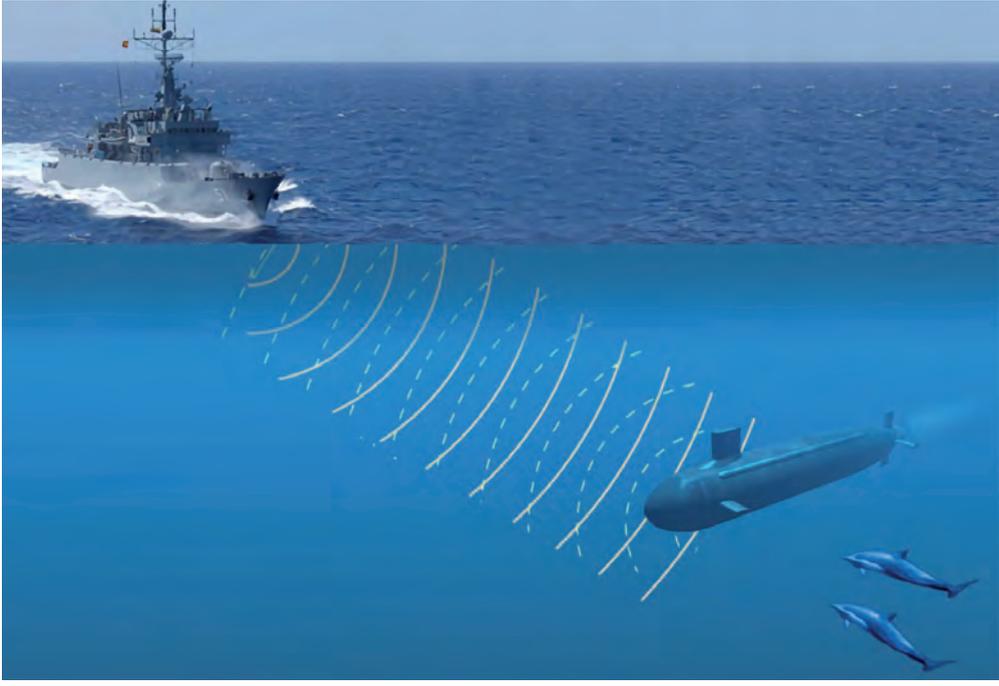


En utilisant des capteurs sensibles à ces différentes longueurs d'onde, les scientifiques peuvent étudier divers aspects des océans. Dans le visible, le satellite MERIS peut regarder la couleur des océans et en déduire les localisations du phytoplancton et des algues. En infrarouge, le satellite peut surveiller la température de la surface de l'eau. Les radars, en ondes radio, analysent les reliefs de la mer et mesurent son altitude : on en déduit la hauteur des vagues, l'épaisseur de la banquise ou l'étendue des marées noires.

Utiliser le son

Le son est, lui, une onde de pression qui se propage dans un milieu (alors que la lumière peut se propager dans le vide). L'onde sonore qui parvient à nos oreilles se propage dans l'air, mais elle se propage bien mieux dans l'eau, ou dans le métal (comme les bandits du Far West qui surveillaient l'arrivée des trains l'oreille sur les rails).

L'écholocation est utilisée naturellement par les chauves-souris pour se mouvoir dans l'obscurité la plus totale, et les scientifiques imitent cette technique pour percevoir les objets situés sous l'eau. Embarqué sur un navire, le sonar permet donc, selon les buts, de localiser des bancs de poissons, de mesurer la profondeur de l'eau ou de cartographier le fond des océans. Le principe est le même : le sonar émet un son (en général des ultrasons inaudibles à l'oreille humaine) et mesure le temps mis par l'écho pour revenir. Connaissant la vitesse de propagation du son dans l'eau, on remonte facilement à la distance de l'obstacle.



Auteurs

Mathieu HIRTZIG, David WILGENBUS, Gabrielle ZIMMERMANN

Cette ressource a été produite avec le soutien des éditions Le Pommier

Date de publication

2015

Licence

Ce document a été publié par la Fondation *La main à la pâte* sous la licence Creative Commons suivante : Attribution + Pas d'Utilisation Commerciale + Partage dans les mêmes conditions.



Le titulaire des droits autorise l'exploitation de l'œuvre originale à des fins non commerciales, ainsi que la création d'œuvres dérivées, à condition qu'elles soient distribuées sous une licence identique à celle qui régit l'œuvre originale.

Fondation *La main à la pâte*

43 rue de Rennes

75 006 Paris

01 85 08 71 79

contact@fondation-lamap.org

Site : www.fondation-lamap.org

