

Océan et climat : l'augmentation du niveau des mers

Une séquence du projet *L'océan, ma planète... et moi !*

Résumé

Les élèves réalisent une expérience montrant que la fonte de la banquise ne fait pas monter le niveau des océans, tandis que la fonte des glaciers continentaux entraîne bien une montée des eaux. Une étude documentaire montre la fragilité de certaines régions du globe. Les élèves mettent ensuite en évidence la dilatation de l'eau, sous l'effet de la chaleur ; ils en concluent qu'il s'agit d'un facteur supplémentaire d'augmentation du niveau des mers sous l'effet du changement climatique.

Séance 6 – Fonte des glaces et augmentation du niveau des mers

Résumé	Les élèves réalisent une expérience montrant que la fonte de la banquise ne fait pas monter le niveau des océans, tandis que la fonte des glaciers continentaux entraîne bien une montée des eaux. Une étude documentaire montre la fragilité de certaines régions du globe.
Notions	<ul style="list-style-type: none">• Depuis la révolution industrielle, les activités humaines émettent des grandes quantités de gaz à effet de serre, et en particulier de CO₂.• Depuis plus d'un siècle, la Terre se réchauffe.• La plupart des glaciers continentaux fondent.• Le niveau des mers monte.• L'augmentation du niveau des mers va entraîner des migrations de population. On parle de « réfugiés climatiques ».
Modalités d'investigation	Expérimentation
Matériel	<ul style="list-style-type: none">• Pour chaque groupe :<ul style="list-style-type: none">– eau,– un récipient transparent (saladier par exemple),– des glaçons en quantité (un bac à glaçons par groupe),– (facultatif : du colorant, pour une meilleure visibilité).• Pour la moitié des groupes :<ul style="list-style-type: none">– une boîte fermée et lestée (elle doit couler) ou un poids.• Pour chaque binôme :<ul style="list-style-type: none">– une photocopie de la Fiche 6.
Lexique	Terre immergée, terre émergée
Durée	1 h 30

Conseil préalable

Il est préférable de réaliser l'expérience peu avant la pause méridienne, car la fonte de la glace prend du temps (au moins 2 heures).

Question initiale

Si les élèves ont déjà travaillé le thème du changement climatique, l'enseignant peut partir du constat connu (le climat global se réchauffe, et ce réchauffement vaut aussi bien pour l'atmosphère que pour l'océan). Si ce n'est pas le cas, alors on peut distribuer aux élèves la première partie de la Fiche 6, montrant le réchauffement observé depuis un siècle.

Note scientifique

- Ces graphiques montrent ce que les climatologues appellent « l'anomalie de température », c'est-à-dire l'écart entre la température mesurée et une température de référence. Par convention, cette température de référence est la moyenne des températures observées entre 1960 et 1990.

- On remarque que l'océan aussi se réchauffe... mais moins vite que l'atmosphère. Ceci est dû à la forte inertie thermique des océans (cf. séance précédente).

L'enseignant pose alors la question : *qu'est-ce que ce réchauffement peut avoir, comme impact, sur l'océan ?* En général, les élèves pensent spontanément à la montée du niveau des mers. L'enseignant recueille alors les raisons qui expliquent, selon eux, cette montée. Le plus souvent, les élèves pensent qu'il s'agit de la fonte des glaces, sans faire de différence entre la fonte de la banquise (ou « des » banquises, car il y a également une banquise antarctique, même si elle est moins connue des élèves) et la fonte des glaces continentales.

L'enseignant demande alors où on trouve de la glace en grande quantité sur Terre, et fait remarquer qu'il y a deux cas différents : ces glaces peuvent être posées sur la terre ferme (glaciers continentaux, Antarctique, Groenland...) ou flotter sur l'océan (banquises arctique et antarctique). Il demande alors si la fonte de ces deux types de glace aura le même effet sur la montée du niveau des mers.

Expérimentation

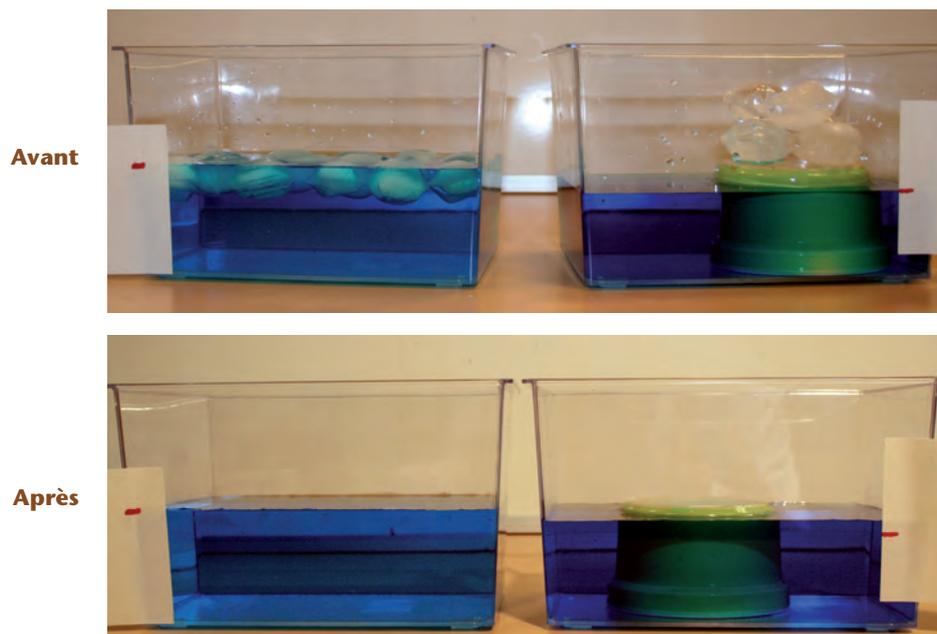
La classe imagine alors un dispositif expérimental permettant de voir si la fonte de la banquise et la fonte des glaciers continentaux font monter, ou non, le niveau des mers.

Une fois le protocole établi, la classe se scinde en plusieurs groupes, la moitié des groupes travaillant sur la banquise, l'autre moitié sur les glaciers continentaux.



Classe de CM1 de Sabine Lanoé (Paris)

L'expérience est très simple : il suffit de placer de l'eau dans deux bacs (cette eau représente les océans). Dans l'un des deux bacs, on verse des glaçons dans l'eau (ce qui représente la banquise). Dans l'autre bac, on pose un objet lourd qui représente un continent et, sur ce continent, des glaçons (qui représentent les glaciers). Si cela n'a pas été évoqué, l'enseignant attire l'attention des élèves sur le résultat hypothétique de leur expérience : *comment saurez-vous que le niveau de l'eau a monté ou bien n'a pas monté ?* Les élèves proposent différentes solutions : tracer un trait avec un feutre indélébile, scotcher un papier, scotcher une règle...



À gauche: la fonte de la banquise ne fait pas monter le niveau de l'eau.
À droite, la fonte des glaces continentales fait monter le niveau de l'eau.

Notes scientifiques

- Le niveau de l'eau doit être noté APRÈS avoir placé les glaçons !
- Pour le groupe « banquise » : prévoir assez d'eau pour que les glaçons ne touchent pas le fond du récipient (la banquise flotte!).

Note pédagogique

- L'activité ci-dessus est une modélisation... qui prend du sens pour les élèves dès lors qu'ils comprennent bien en quoi le modèle représente la réalité.

La glace plongée dans l'eau fond très vite (en quelques minutes), tandis que celle posée sur le « continent » fond beaucoup plus lentement (en quelques heures). Ce premier constat permet de prendre conscience de la fragilité de la banquise, qui fond plus rapidement que les glaciers continentaux.

Mise en commun

Après avoir suffisamment attendu (après la pause méridienne, par exemple), les élèves notent précisément ce qu'ils ont observé et dessinent leur dispositif. C'est l'occasion de travailler sur le dessin d'expérience: titre, date, légende, utiliser le crayon à papier, la règle...

Ils écrivent le résultat de l'expérience et leur conclusion, qui est une interprétation de ce résultat, replacé dans le contexte de l'expérience: Que voulait-on savoir? Notre résultat répond-il bien à la question? etc.

Chaque groupe désigne un représentant chargé d'exposer son travail à la classe. Les résultats sont discutés collectivement et donnent lieu à la formulation d'une conclusion commune, qui pourra être notée dans le cahier d'expériences.

Par exemple: *Le changement climatique entraîne une fonte des glaces. La fonte des glaces continentales fait monter le niveau des mers, tandis que la fonte de la banquise n'a pas d'effet immédiat sur le niveau des mers.*

Notes scientifiques

- Au cours de cette séance, les élèves constatent que la fonte de la banquise ne participe pas à la montée du niveau des mers. Cependant, ce résultat n'est vrai qu'en

première approximation. Les deux séances suivantes permettent d’approfondir cette question et de mieux comprendre le rôle de la banquise :

- Cette banquise est une grande surface blanche, qui agit comme un miroir en renvoyant vers l’espace l’essentiel de l’énergie lumineuse qu’elle reçoit. Par sa présence, elle limite donc la quantité d’énergie que l’océan Arctique peut absorber.
- Si la banquise régresse en partie ou en totalité, l’océan, beaucoup plus sombre, absorbera davantage d’énergie... et se réchauffera en conséquence.
- L’eau des océans, chauffée, se dilate... et le niveau des mers monte. Ainsi, la fonte de la banquise participe indirectement à l’augmentation du niveau des mers!
- La fonte des glaciers continentaux explique 65 % de l’élévation du niveau des mers, les glaciers du Groenland et de l’Antarctique comptant à eux seuls pour moitié. Les 35 % restants sont dus à la dilatation thermique des océans, phénomène étudié à la séance suivante.
- Les différents scénarios prévoient une élévation du niveau des mers allant de 50 cm à 1 m pour la fin du XXI^e siècle... et bien plus au-delà. En effet, le réchauffement d’ores et déjà enclenché devrait conduire, avec quelques siècles de retard lié à l’inertie des océans, à la fonte de toutes les glaces du Groenland, soit une élévation du niveau des mers de 6 m. Si l’Antarctique devait lui aussi finir par fondre en totalité (ce qui est peu probable) au cours du prochain millénaire, l’élévation monterait à 70 m !

Recherche (étude documentaire)

Après cette première conclusion, l’enseignant distribue la suite de la Fiche 6, qui évoque la montée du niveau des mers et ses conséquences sur les populations. Le document est discuté collectivement.

Conclusion

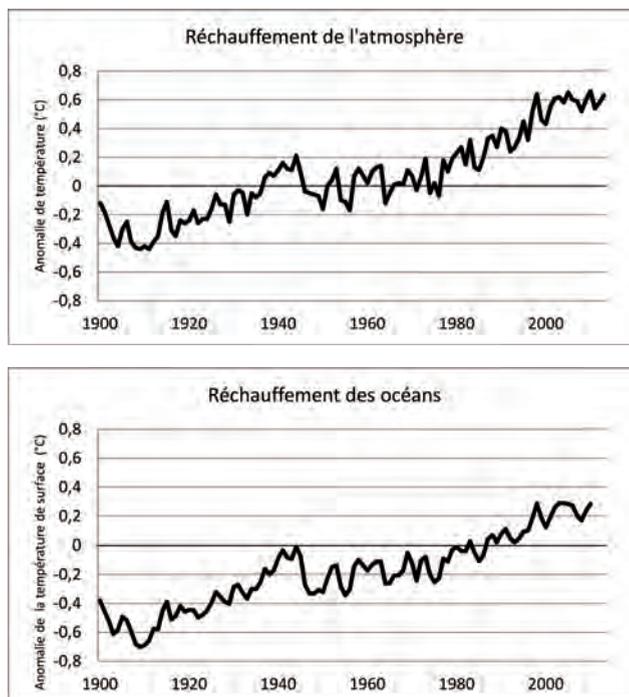
La classe élabore une conclusion collective qui est notée dans les cahiers d’expériences. Par exemple : *La fonte des glaciers continentaux entraîne une montée du niveau des mers. Des millions de personnes seront déplacées au cours du XXI^e siècle : on les appelle les « réfugiés climatiques ».*

Prolongements

- Rechercher quels sont les territoires français les plus concernés par l’élévation du niveau des mers.
- Étudier ce que représente concrètement la vie d’un réfugié (climatique ou non).

FICHE 6

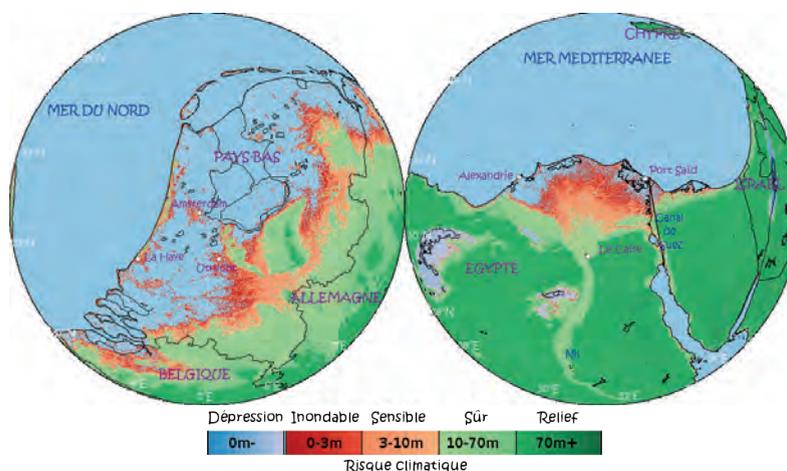
Augmentation du niveau des mers et réfugiés climatiques



Le changement climatique, dû aux émissions de gaz à effet de serre comme le CO₂, a pour conséquence de réchauffer à la fois l'atmosphère et les océans. Les scientifiques prévoient que le niveau des mers va s'élever de 50 cm à 1 mètre d'ici la fin du XXI^e siècle. Cette élévation est due, pour les deux tiers, à la fonte des glaciers continentaux.

Des centaines de millions de personnes sont concernées. Dans certaines régions, une élévation de quelques dizaines de centimètres suffit à polluer les nappes phréatiques ou les terres avec de l'eau salée, voire à inonder les habitations. Privées d'eau douce et de terres agricoles, de nombreuses populations vont devoir être déplacées à cause de l'élévation du niveau des mers. On parle de « réfugiés climatiques ». Où seront-ils accueillis ? dans quelles conditions ? Il est à craindre que ces migrations aggravent l'accès à certaines ressources déjà rares, comme l'eau potable, et favorisent les conflits armés.

Les deux cartes ci-dessous montrent l'inondation fictive des zones situées à moins de 1 mètre d'altitude, aux Pays-Bas (15 millions de personnes concernées) et en Égypte (5 millions de personnes concernées).



Séance 7 – Dilatation des océans et augmentation du niveau des mers

Résumé	Les élèves mettent en évidence la dilatation de l'eau sous l'effet de la chaleur. Ils en concluent qu'il s'agit d'un facteur supplémentaire d'augmentation du niveau des mers sous l'effet du changement climatique.
Notions	<ul style="list-style-type: none"> • L'eau, comme tous les éléments, se dilate quand on la chauffe. • Les océans se réchauffent : <ul style="list-style-type: none"> – le niveau des mers monte. • Sur Terre, plus de 500 millions de personnes vivent à moins d'un mètre d'altitude : <ul style="list-style-type: none"> – l'augmentation du niveau des mers va entraîner des migrations de population. On parle de réfugiés climatiques.
Modalités d'investigation	Modélisation
Matériel	<ul style="list-style-type: none"> • Pour chaque groupe : <ul style="list-style-type: none"> – un flacon, – une paille, – un bouchon, – de la patafix, – de l'eau colorée, mise au réfrigérateur. • Pour la classe : <ul style="list-style-type: none"> – (facultatif) un thermomètre.
Lexique	Réfugié climatique
Durée	1 heure

Préparation

Peu avant la séance, l'enseignant a préparé le dispositif suivant, pour chaque groupe :

- mettre de l'eau colorée dans le flacon, à ras bord ;
- fermer avec un bouchon étanche (la patafix peut être utile!), traversé par une paille.

Question initiale

La classe revient sur les conclusions de la séance précédente (l'atmosphère et les océans se réchauffent; la fonte des glaciers continentaux entraîne une élévation du niveau des mers). L'enseignant revient sur une phrase de la Fiche 6, peut-être passée inaperçue : *Cette élévation est due, pour les deux tiers, à la fonte des glaciers continentaux.*

Il demande à la classe quelle peut être l'autre raison qui ferait que le niveau des mers monte. Certains élèves peuvent penser spontanément à la dilatation de l'eau. Si cela n'est pas le cas, l'enseignant montre un thermomètre et demande à la classe d'expliquer comment il fonctionne (la chaleur fait dilater le liquide, dont le niveau monte).

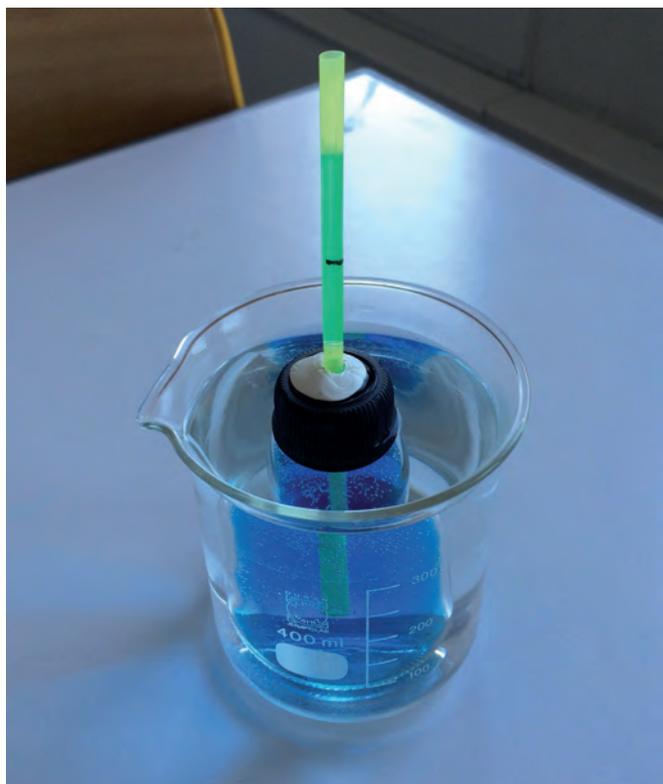
Il leur montre alors les dispositifs préparés à l'avance et leur demande comment s'y prendre pour faire monter l'eau colorée dans la paille.

Expérimentation

Les élèves réalisent l'expérience consistant à réchauffer le flacon, en le prenant dans sa main, en le mettant sur un radiateur ou dans un bol rempli d'eau chaude, etc.

Notes pédagogiques

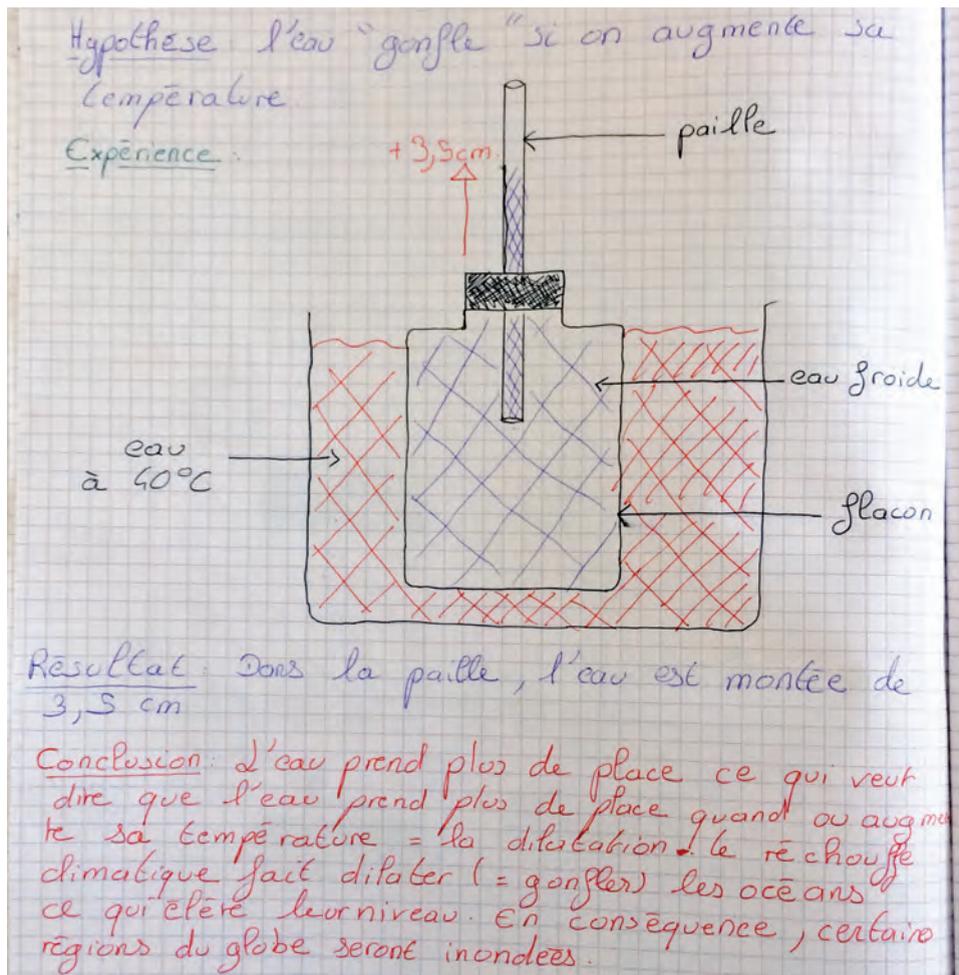
- Bien entendu, si le flacon est en plastique, en le pressant, l'eau va également monter dans la paille, mais cela n'aura rien à voir avec le problème étudié. Il est donc préférable d'utiliser un flacon en verre (de plus, le verre conduit davantage la chaleur que le plastique, ce qui est très utile ici).
- Le flacon doit être rempli à ras bord (quand on introduit la paille, un peu d'eau colorée doit y monter) et la jonction entre paille et bouchon doit être étanche.
- Pour réchauffer l'eau contenue dans le flacon, plusieurs moyens sont possibles (prendre le flacon dans ses mains, le poser sur le radiateur...), le plus efficace consistant à le plonger dans un récipient contenant de l'eau chaude (on n'a pas besoin que l'eau soit brûlante: une température de 40 °C suffit largement!).
- Plus l'eau contenue dans le flacon est froide au début de l'expérience, plus cette expérience est probante. Il est donc conseillé de remplir les flacons avec de l'eau mise au préalable au réfrigérateur.
- Ce dispositif sert à amplifier la variation de volume qui, en soi, est très faible. Rapportée aux océans, l'élévation prévue au cours du siècle prochain est de l'ordre d'un mètre.



Quand on chauffe l'eau (ici, à l'aide d'un bain-marie), le niveau monte dans la paille. Classe de 6^e-EIST d'Anne Louault (Triel-sur-Seine)

Mise en commun et conclusion

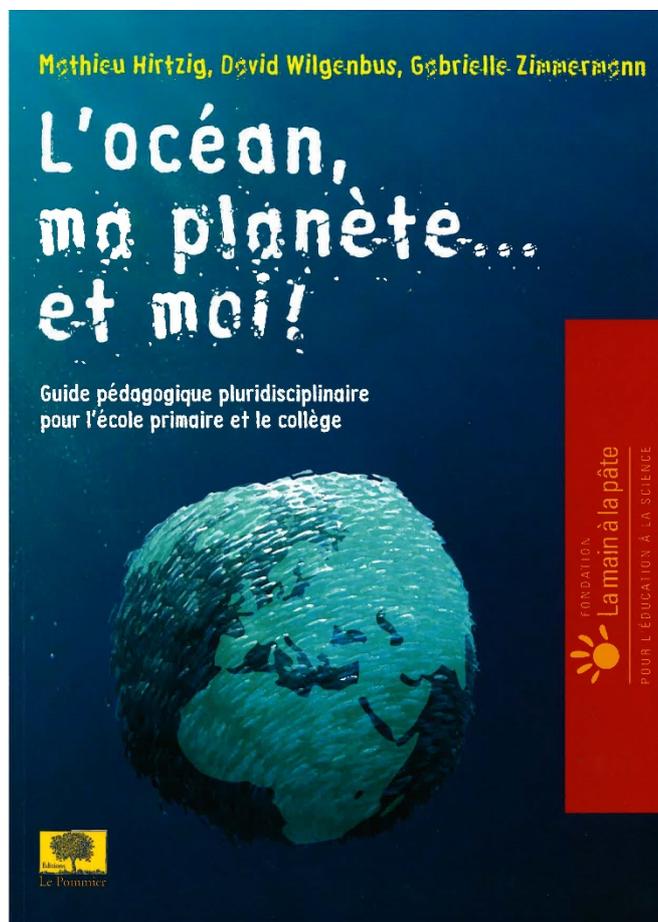
Au cours de la mise en commun, on constate que l'eau prend plus de place quand sa température augmente. Il est alors nécessaire de replacer la situation dans son contexte, en s'assurant que tous les élèves ont compris que le niveau de l'eau dans la paille représente le niveau des océans.



Classe de 6^e-E1ST d'Anne Louault (Triel-sur-Seine)

La classe en conclut, par exemple : Le changement climatique fait « gonfler » (au collège, on pourra dire « dilater ») les océans, ce qui se traduit par une augmentation du niveau des eaux. En conséquence, certaines régions du globe seront inondées.

Cette ressource est issue du projet thématique *L'océan, ma planète... et moi !*, paru aux Éditions Le Pommier.



Un projet d'éducation au développement durable (CM1, CM2, 6^{ème}, 5^{ème})
La menace croissante du changement climatique, la pression accrue sur la biodiversité, la raréfaction des ressources, l'augmentation des échanges... autant de raisons de revoir notre perception de l'océan, et de prendre conscience de son importance et de sa fragilité. Dans cette perspective, la Fondation *La main à la pâte* lance un ambitieux projet d'éducation au développement durable, destiné aux écoles primaires et aux collèges : « L'Océan, ma planète... et moi ! » permet aux élèves de comprendre l'interdépendance des écosystèmes marins et terrestres, ainsi que le rôle central des océans dans la régulation des climats. Les élèves prennent également conscience de l'importance de l'océan dans le développement des sociétés humaines et réalisent l'impact des activités humaines et la fragilité de ce milieu. Ils découvrent enfin les métiers de la mer et les outils d'observation des océans, notamment satellitaires.

Un projet clés en main
Ce guide pédagogique comporte :

- Un module d'activités de classe
 - Des séances clés en main regroupées en 3 grandes séquences (L'océan et le climat ; L'océan, milieu de vie ; L'océan et l'homme)
 - Une conception modulable permettant à chaque classe de se construire son propre parcours, du plus court au plus long, du plus disciplinaire au plus transversal ;
- Des éclairages pédagogiques et scientifiques pour guider l'enseignant dans la mise en œuvre du projet ;
- Des fiches documentaires à photocopier.

Un site Internet (www.ocean-ma-planete-et-moi.fr) propose de nombreuses ressources documentaires complémentaires.

Les auteurs
Mathieu Hirtzig est astrophysicien et médiateur scientifique à la Fondation *La main à la pâte*.
David Wilgenbus est astrophysicien, formateur et responsable des ressources pédagogiques au sein de la Fondation *La main à la pâte*.
Gabrielle Zimmermann est biologiste, formatrice et médiatrice scientifique à la Fondation *La main à la pâte*.

FONDATION
La main à la pâte
POUR L'ÉDUCATION À LA SCIENCE

Lancée en 1996 par Georges Charpak, prix Nobel de physique, avec le soutien de l'Académie des sciences et du ministère de l'Éducation nationale, *La main à la pâte* vise à promouvoir à l'école primaire un enseignement de science et de technologie de qualité <http://www.fondation-lamap.org>.

Avec le soutien de :

9 782746 509313 74650931 19 € Diffusion Belin

Retrouvez l'intégralité de ce projet sur : <https://www.fondation-lamap.org/projets-thematiques>.

Fondation *La main à la pâte*

43 rue de Rennes
75006 Paris
01 85 08 71 79
contact@fondation-lamap.org

Site : www.fondation-lamap.org

FONDATION
La main à la pâte
POUR L'ÉDUCATION À LA SCIENCE