

Les réservoirs d'eau sur Terre

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

Résumé

La Terre est la « planète bleue », car elle dispose de grandes quantités d'eau. Les élèves réalisent que la presque totalité (97 %) de cette eau est salée, et présente dans les mers et les océans. Une étude documentaire montre ensuite que l'eau passe sans cesse d'un réservoir à un autre : c'est le « cycle de l'eau ». Ce faisant, elle peut également changer d'état, liquide, solide ou gazeuse. La quantité d'eau présente sur Terre reste constante.

Séance 1 – Les réservoirs d'eau

Résumé	La Terre est la « planète bleue » car elle dispose de grandes quantités d'eau. Les élèves réalisent que la presque totalité (97 %) de cette eau est salée et présente dans les mers et océans.
Notions	<ul style="list-style-type: none">• La Terre est la « planète » bleue. L'eau y existe sous ses 3 états : solide, liquide, gazeux.• L'eau présente sur Terre est répartie dans différents « réservoirs ».• La surface de la Terre est occupée à 71 % par des océans.• 97 % de l'eau présente sur Terre se trouve dans les océans (eau liquide salée).
Modalités d'investigation	Étude documentaire
Matériel	<ul style="list-style-type: none">• Pour chaque élève : – photocopie de la Fiche 1.
Lexique	Eau douce, eau potable, eau salée, réservoir, nappe phréatique
Durée	1 heure

Avant-propos

Nous conseillons, avant de démarrer cette première séance sur le thème de l'océan, de prendre ½ heure à questionner les élèves sur ce qu'ils connaissent de ces derniers (qu'est-ce que c'est, comment ça marche, qu'y trouve-t-on, quel est leur rôle pour la planète, le vivant, l'homme...). La classe pourra par exemple produire une affiche présentant :

- Ce que nous savons (... ou ce que nous pensons savoir!).
- Les questions que nous nous posons.

Question initiale

L'enseignant interroge la classe entière : *On dit que la Terre est une « planète bleue » : savez-vous pourquoi ?* Les enfants répondent facilement que cette appellation est due à la grande quantité d'eau sur Terre. Il pose alors la question suivante : *Quels sont les états dans lesquels on trouve cette eau ? Où trouve-t-on ces différents états ?*

La discussion s'oriente sur le fait que l'eau existe sous 3 états différents et qu'on ne trouve pas les 3 états partout :

- eau à l'état solide (glace) : calottes polaires (banquise arctique et antarctique + glaces continentales en Antarctique et au Groenland), glaciers continentaux (montagnes, volcans...);
- eau à l'état liquide (« eau » tout court dans le langage courant) : salée (mers, océans...) ou non (lacs, rivières, nappes phréatiques, nuages, brouillard...);
- eau à l'état gazeux (vapeur d'eau) : humidité de l'air.

Le planisphère de la classe permet à tout le monde de visualiser les océans, calottes polaires, lacs et grands fleuves.

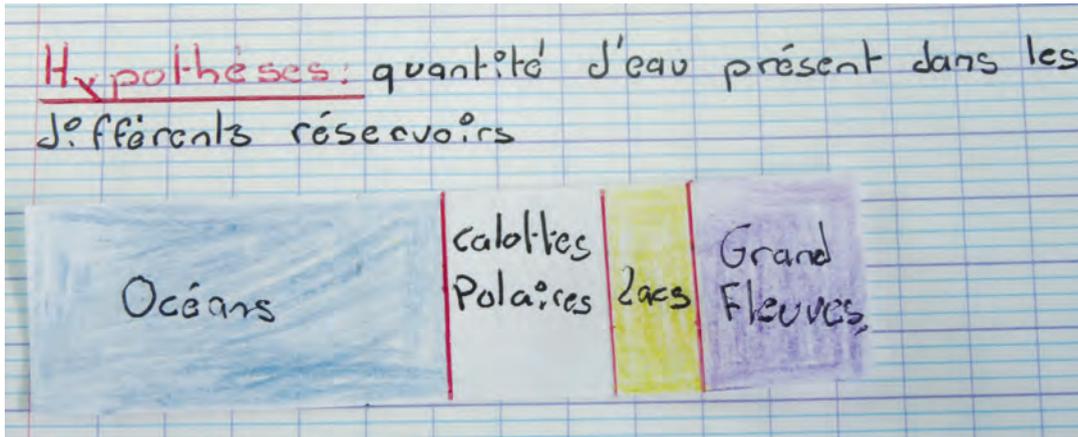
Note scientifique

- Pour cette séance et celles qui suivent, nous négligeons l'eau stockée dans la biomasse (cellules vivantes).
- Les nuages, le brouillard, la buée ne sont pas faits de vapeur d'eau, mais de petites gouttelettes d'eau liquide en suspension dans l'air.

L'enseignant introduit le mot « réservoir » pour évoquer les grandes répartitions de l'eau sur Terre :

- Mers et océans (eau salée liquide)
- Glaciers, banquises (eau douce solide)
- Eaux souterraines (eau douce liquide)
- Eau de surface (eau douce liquide)
- Atmosphère (eau douce liquide + vapeur d'eau)

L'enseignant demande alors aux élèves de représenter, individuellement, les proportions des différents réservoirs telles qu'ils se les imaginent (la consigne peut être, par exemple, « Répartissez 100 litres d'eau entre les différents réservoirs »). Il peut être intéressant de ne pas trop guider le type de représentation attendue : certains élèves produiront des textes, d'autres des graphiques...



Classe de CM2 de Gérard Lefèvre (la Réunion). Cet élève surestime la quantité d'eau douce présente sur terre.

Recherche (étude documentaire)

Après une rapide mise en commun, il distribue la Fiche 1 à chaque élève. Ce document présente les différents réservoirs d'eau sur Terre, ainsi que les quantités correspondantes ramenées à 100 litres d'eau (à peu près la contenance d'une baignoire). Le travail consiste à représenter graphiquement ces quantités.

Réservoirs d'eau sur Terre	Répartition
Océans, mers, lacs salés...	97 %
Glaciers, calottes glaciaires...	2 %
Eaux souterraines	0,9 %
Eau douce de surface (lacs, cours d'eau, humidité du sol...)	0,1 %
Atmosphère (humidité de l'air, nuages...)	0,001 %

Le total dépasse légèrement 100 % en raison des arrondis.

Pour faciliter la comparaison des travaux des différents élèves, il est utile de se donner un code couleur commun à toute la classe.



Classe de CM2 de Cécile Perrin (Le Kremlin-Bicêtre)

Mise en commun et conclusion

La classe prend alors conscience de l'importance des océans, qui représentent 97 % de toute l'eau présente sur Terre (cette eau est de l'eau salée).

Les élèves notent sur leur cahier d'expériences la conclusion élaborée collectivement. Par exemple : *Presque toute l'eau présente sur Terre (97%) est salée et se trouve dans les mers et les océans.*

FICHE 1
Les réservoirs d'eau sur Terre

Les grands réservoirs d'eau sur Terre
(comparaison ramenée à 100 litres d'eau \approx 1 baignoire)

Océans, mers, lacs salés... : 97 litres



Glaciers, calottes glaciaires... : 2 litres



Eaux souterraines: 0,9 litre



Eaux douces de surface (lacs d'eau douce, cours d'eau, humidité du sol...) : 0,1 litre (100 ml)



Atmosphère (humidité de l'air, nuages...) : 0,001 litre (1 ml)



Consigne : En t'aidant du document, colorie les cases ci-dessous en respectant leur répartition sur la Terre. Que remarques-tu ?

Séance 2 – Le cycle de l'eau

Résumé	Une étude documentaire montre que l'eau passe sans cesse d'un réservoir à un autre : c'est le « cycle de l'eau ». Ce faisant, elle peut également changer d'état, liquide, solide ou gazeuse. La quantité d'eau présente sur Terre reste constante.
Notions	<ul style="list-style-type: none">• L'eau passe sans cesse d'un réservoir à un autre : c'est le « cycle de l'eau » :<ul style="list-style-type: none">– l'eau présente dans l'atmosphère et les cours d'eau se renouvelle en quelques semaines ;– l'eau présente dans les lacs se renouvelle en quelques années ;– l'eau présente dans les océans et les glaciers met des milliers d'années à se renouveler.• La quantité d'eau sur Terre reste constante.
Modalités d'investigation	Étude documentaire
Matériel	<ul style="list-style-type: none">• Pour chaque binôme :<ul style="list-style-type: none">– photocopie de la Fiche 2.
Lexique	Cycle de l'eau, précipitation, évaporation, condensation, glacier
Durée	1 heure

Question initiale

Après un rappel des notions abordées lors de la séance précédente (l'eau existe sous différentes formes sur Terre, et elle est stockée dans différents « réservoirs »), l'enseignant demande aux élèves si la quantité d'eau totale sur Terre augmente, diminue ou reste stable.

Cette question permet de discuter des changements d'état de l'eau et du passage d'un réservoir à l'autre. L'océan perd de l'eau par évaporation, par exemple... mais il en gagne aussi par le ruissellement des eaux de pluie.

Après quelques minutes de discussion collective, l'enseignant demande à chaque élève de dessiner, sur une feuille, les « trajets naturels » de l'eau sur Terre.

Note pédagogique

- Les élèves constateront plus tard dans cette séance que la quantité d'eau sur Terre est constante : l'eau circule d'un réservoir à l'autre, mais ne se perd pas (ni ne s'ajoute). C'est cette constance qui permet de parler de « cycle de l'eau » (sous-entendu « cycle fermé »). À ce stade de la séance, cependant, cette connaissance n'est pas construite : il est donc trop tôt pour parler de cycle.
- Ce qui nous intéresse ici, c'est le cycle naturel de l'eau, pas le circuit de traitement/distribution/épuration de l'eau dans les habitations.

Mise en commun

L'enseignant affiche les feuilles au tableau et demande aux élèves de comparer les différentes propositions. À ce stade, il ne s'agit pas de produire une version finalisée du cycle de l'eau, mais de regarder si les propositions des élèves présentent certaines caractéristiques :

- La notion de cycle est-elle présente ?
- Si on étudie un réservoir en particulier, voit-on à la fois des gains et des pertes ?

Recherche (étude documentaire)

L'enseignant distribue la Fiche 2 à chaque binôme, avec la consigne suivante :

- Placer les chiffres des flux annuels sur le schéma, de façon à mieux voir à quoi correspondent ces flux (note : cette étape sera réalisée de préférence en classe entière. On en profitera pour ajouter une flèche correspondant aux précipitations sur les océans. Cette flèche n'a pas été introduite dans le schéma d'origine, par souci de visibilité et pour « forcer » la discussion sur ce sujet, les élèves pensant en général qu'il ne pleut que sur les continents!).
- Calculer le volume total de l'eau qui s'évapore chaque année.
- Calculer le volume total de l'eau qui précipite chaque année.
- Que dire de la quantité d'eau présente dans l'atmosphère ?
- De la même façon, calculer combien d'eau les océans perdent chaque année, et combien ils en gagnent. Que dire de la quantité d'eau présente dans l'océan ?

Pour y répondre, ils peuvent s'aider du dessin du cycle de l'eau et du premier tableau.

Note scientifique

L'eau est présente sous ses trois états sur Terre : gazeux (vapeur d'eau dans l'air), liquide (océans, rivières, nappes phréatiques, pluie, nuages, etc.), solide (glaciers, cristaux contenus dans la neige, la grêle et les nuages). Elle est en perpétuelle circulation entre les océans, l'atmosphère et les continents. Il s'agit du cycle de l'eau :

- L'eau des océans, des lacs, des sols et celle qui provient des plantes s'évapore sous l'effet du rayonnement solaire (on parle d'évapotranspiration pour celle qui provient des plantes).
- La vapeur d'eau présente dans l'air se condense en fines gouttelettes et forme les nuages, puis retombe sous forme de précipitations sur les océans et les continents.
- Une partie de l'eau qui se retrouve sur les continents ruisselle sur les sols et aboutit aux océans. L'autre partie s'infiltre dans le sol et alimente les nappes phréatiques (ce stock superficiel alimente l'évaporation directe et la transpiration des végétaux).

Note pédagogique

- La notion d'évaporation se limite souvent pour les élèves à la disparition des flaques d'eau dans la cour. Pour leur illustrer l'évapotranspiration et l'évaporation de l'eau des continents, faites prélever par les élèves quelques végétaux ainsi qu'une pelletée de terre (idéalement lorsque la météo a été pluvieuse dans les derniers jours). En plaçant ces échantillons dans des sacs plastiques, puis à la chaleur, de la buée apparaîtra rapidement à la surface des sacs.

Mise en commun et conclusion

La quantité d'eau qui s'évapore chaque année est $425 + 71 = 496$ milliards de km^3 . La quantité d'eau qui précipite est $385 + 111 = 496$ milliards de km^3 . Ces deux quantités sont identiques, ce qui signifie que l'atmosphère gagne autant d'eau qu'elle en perd : la quantité d'eau est constante.

De même, la quantité d'eau présente dans les océans est stable. Chaque année, les océans perdent 425 milliards de km^3 d'eau par évaporation, mais en gagnent $385 + 40 = 425$ par les précipitations directes sur les océans et par le ruissellement des eaux continentales.

La mise en commun permet de conclure que l'eau circule perpétuellement d'un réservoir à l'autre, mais que chaque réservoir gagne autant d'eau qu'il en perd : au final, la quantité d'eau présente dans

chaque réservoir est constante. La quantité d'eau présente sur Terre est donc elle-même constante. Pour ces raisons, on parle de *cycle de l'eau*.

Notes scientifiques

- Le fait que la quantité d'eau présente sur Terre soit constante n'est plus valable sur des temps géologiques: la Terre reçoit en effet un apport extérieur en eau par les météorites et les comètes, et un apport interne par les volcans qui dégagent un peu de l'eau piégée dans les roches depuis des millions d'années. La Terre perd également une infime portion de l'eau présente dans son atmosphère qui s'échappe de l'attraction gravitationnelle de notre planète et part dans l'espace.
- De même, le fait que chaque réservoir conserve la même quantité d'eau n'est vrai que si l'on ne tient compte que du cycle naturel de l'eau. Le changement climatique observé depuis un siècle (et dont l'origine humaine ne fait plus de doute aujourd'hui) perturbe ce cycle de l'eau. L'augmentation de la température moyenne et la fonte des glaciers entraînent une diminution progressive de la quantité d'eau stockée sous forme de glace.
- Pour ces raisons, on peut apporter un « bémol » à ce qui a été dit au cours de cette séance, en précisant qu'il s'agit du cycle naturel de l'eau à l'échelle du millénaire, ne tenant compte ni des effets des activités humaines ni des variations aux échelles géologiques.

Note pédagogique

- Certains élèves, en particulier à l'école primaire, pensent que l'homme perturbe le cycle de l'eau en raison de son besoin alimentaire: l'eau que l'on boit est prise des réserves d'eau douce et se trouve donc « perdue ». Il est important de leur faire réaliser que cette eau, absorbée par notre organisme, est rejetée dans l'environnement (urines, transpiration...). Cette eau s'insère dans le cycle naturel de l'eau: de ce point de vue, l'homme (pas plus que les autres espèces vivantes) ne perturbe pas le cycle de l'eau.

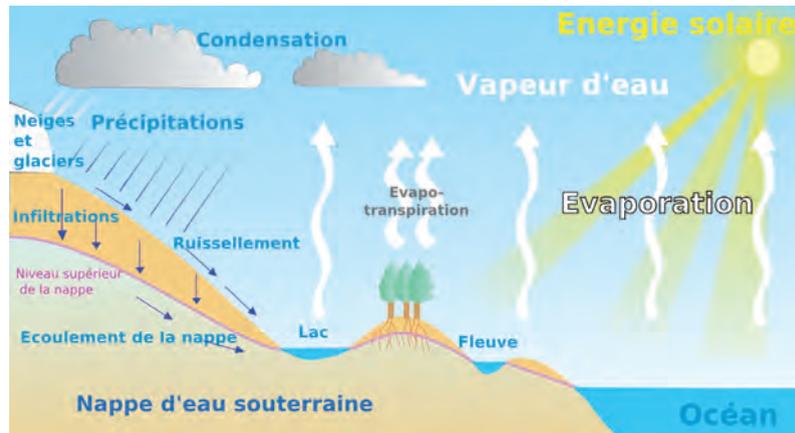
En fonction du temps disponible et du niveau de la classe, on peut prendre quelques minutes pour évoquer le temps de résidence de l'eau dans chacun des principaux réservoirs. Le second tableau de la Fiche 2 indique par exemple qu'une molécule d'eau reste en moyenne 2 500 ans dans les océans, mais seulement 8 jours dans l'atmosphère.

Variante – prolongements

Cette étude du cycle de l'eau peut être complétée par différentes expériences simples montrant que l'eau peut passer d'un état à l'autre: faire geler de l'eau liquide au congélateur (ou dehors, par temps froid), puis laisser la glace fondre, etc. S'agissant du passage de l'état liquide à l'état gazeux (évaporation), il importe de montrer que ce phénomène n'apparaît pas uniquement lorsque l'on fait bouillir de l'eau. On peut, par exemple, humidifier un tissu, puis le laisser sécher. En le pesant avant et après, on constate que sa masse s'est allégée: l'eau s'est évaporée et a quitté le tissu.

Ces notions sont normalement acquises au cycle 2 de l'école primaire, c'est pourquoi nous n'incluons pas de séance dans ce module pour le cycle 3 et le collège. Néanmoins, en cas de difficulté de certains élèves, il peut être bon de revenir dessus.

FICHE 2 Le cycle naturel de l'eau



Flux annuels sur la planète, en milliards de km³

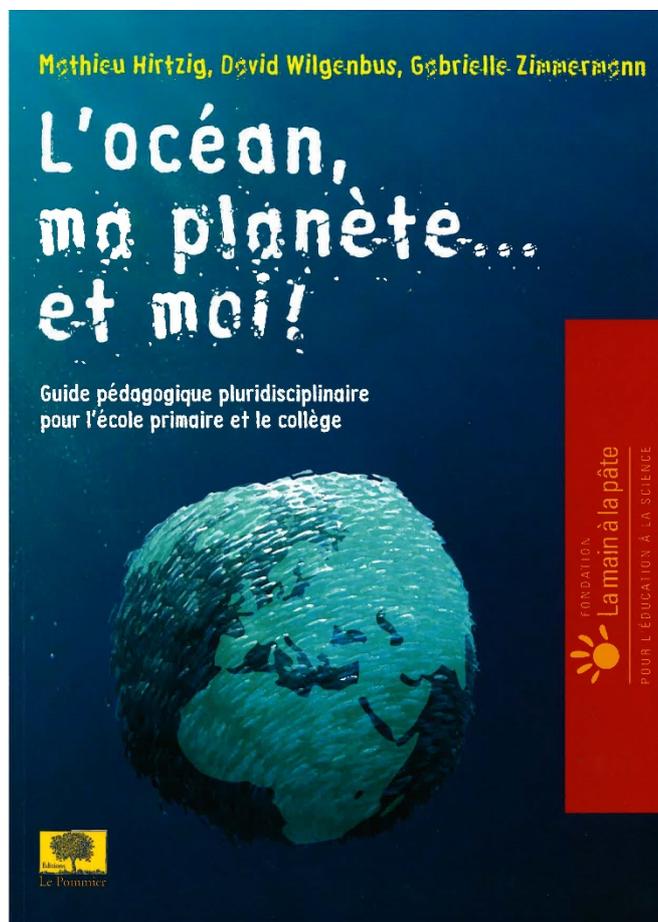
Évaporation sur les océans	425
Évaporation sur les continents	71
Précipitations sur les océans	385
Précipitations sur les continents	111
Apport des cours d'eau aux océans	40

Temps de résidence d'une molécule d'eau dans chaque réservoir

Océans	2 500 ans
Eaux continentales	
Glaciers	1 600 à 9 700 ans
Eaux souterraines	1 400 ans
Mers intérieures	250 ans
Lacs d'eau douce	17 ans pour les grands lacs 1 an pour les autres lacs
Humidité des sols	1 an
Rivières	16 jours
Atmosphère	
Humidité de l'air	8 jours

Source: *L'eau*, Ghislain de Marsily, « Dominos », Flammarion, 1995.

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

