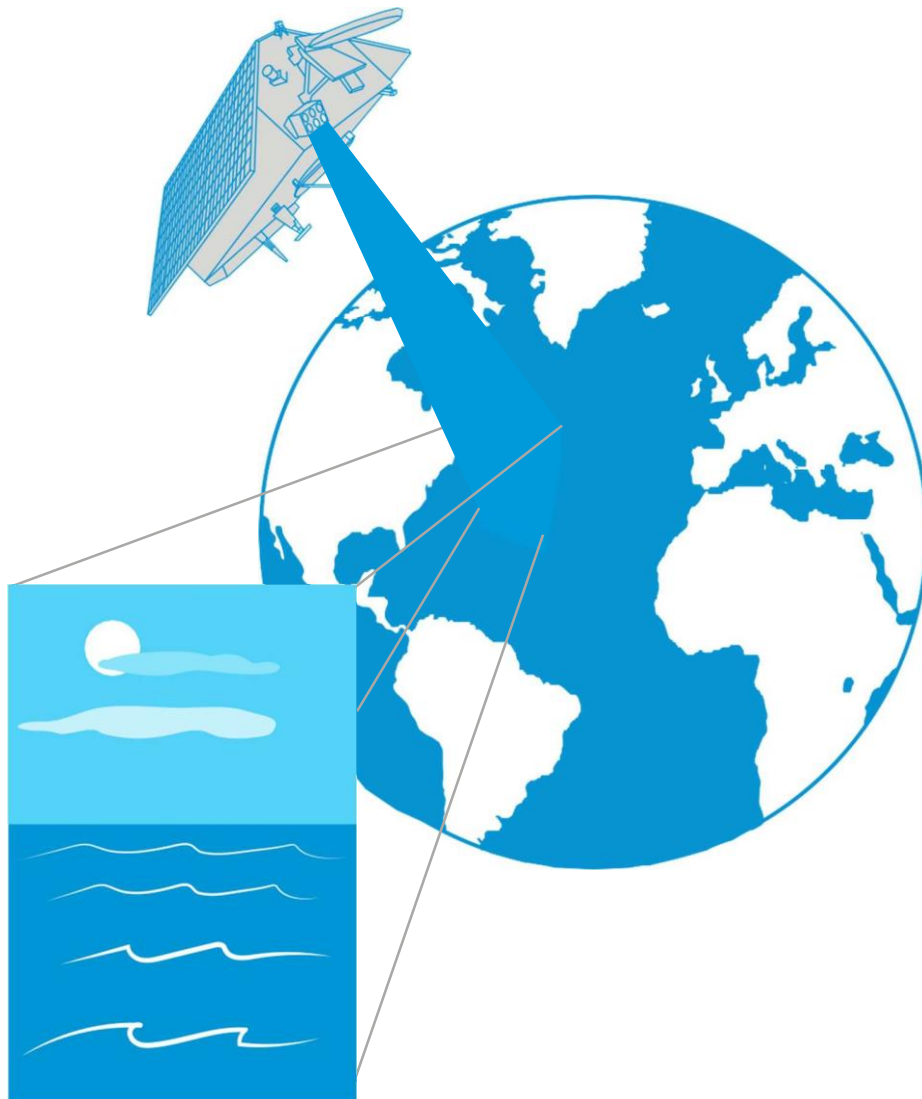


L'espace en classe

→ Les océans : t'es au courant ?

Les courants marins et leur impact sur le climat



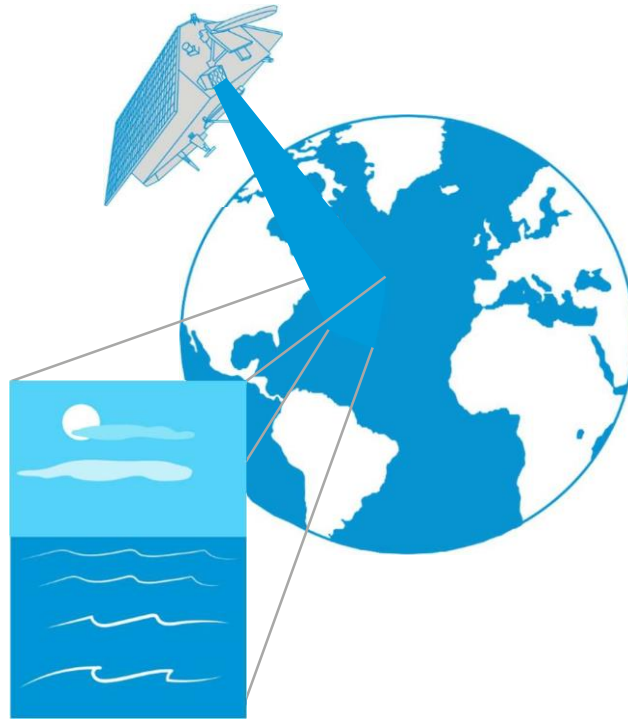


Table des matières

Quelques faits	3
Résumé des activités	4
Introduction.....	5
Activité 1 : Océan en mouvement.....	6
Activité 2 : Comment l'eau coule-t-elle ?.....	9
Activité 3 : Ressentir la température	11
Fiches élève.....	13
Liens utiles.....	25

→ Les océans : t'es au courant ?

Les courants marins et leur impact sur le climat

→ Quelques faits

Informations générales	Description
<p>Matières : Géographie, Science, Physique</p> <p>Age : 12-15 ans</p> <p>Type : activité d'étudiant</p> <p>Difficulté : facile</p> <p>Temps requis : 45 minutes pour chaque activité</p> <p>Coût : faible (0 -10 euros)</p> <p>Lieu : intérieur</p> <p>Utilisation de : outil multimédia, ordinateur et internet</p> <p>Mots-clés : Observation de la Terre, Courants marins, Température de surface de la mer, Climat, Géographie, Science, Physique</p>	<p>Dans cette série d'activités, les élèves utiliseront un outil multimédia pour en savoir plus sur les courants marins, les « autoroutes des océans » et leur importance pour la compréhension des climats locaux. À l'aide d'une activité pratique, ils étudieront les causes des courants océaniques. Ils utiliseront également des images satellites pour analyser la température de la surface de la mer et comprendre pourquoi les observations par satellite sont utiles pour surveiller les courants marins.</p>

Objectifs d'apprentissages

- Analyser les courants océaniques et atmosphériques mondiaux et discuter de leur impact sur le climat.
- Identifier les processus météorologiques et les phénomènes climatiques locaux et mondiaux ainsi que leurs causes.
- Utiliser les outils disponibles sur Internet pour collecter et analyser les données satellitaires.
- Comprendre comment l'observation de la Terre peut être utilisée pour surveiller les océans.
- Interpréter les cartes de température de surface de la mer.

→ Résumé des activités

Résumé des activités					
	Titre	Description	Objectifs	Prérequis	Temps
1	Océan en mouvement	Etude des courants océaniques et de la façon dont ils relient des endroits éloignés sur la planète. « La grande poubelle du Pacifique. »	Identifier les principaux courants océaniques. Comprendre ce qui régit les courants océaniques et comment ils ont une influence planétaire.	Aucun	45 minutes
2	Comment l'eau coule-t-elle ?	Expérience pratique pour modéliser les mouvements de l'eau et étudier la façon dont les courants océaniques profonds sont créés.	Comprendre que les courants océaniques profonds sont déterminés par les différences de densité de l'eau, contrôlées par la température et la salinité.	Activité 1	45 minutes
3	Ressentir la température	Analyse des mesures de la température de surface de la mer prises par les satellites.	Décrire et comprendre la répartition générale des températures de surface de la mer.	Aucun	45 minutes

→ Les océans : t'es au courant ?

Les courants marins et leur impact sur le climat

→ Introduction

Couvrant 71% de la planète, les océans sont intrinsèquement liés à notre météo et à notre climat. Essentiels au transport mondial, ils fournissent une grande quantité de ressources et ont un impact direct sur les sociétés du monde entier.

Les courants océaniques sont entraînés par les vents de surface, par la rotation de la Terre et par les différences de densité de l'eau dues à la salinité et à la variation de température. La circulation océanique et la capacité de l'océan à accumuler et à libérer lentement l'énergie qu'il reçoit du Soleil jouent un rôle crucial dans la modération du climat.

Les océans absorbent directement la plus grande partie de la chaleur solaire, la retenant pendant des périodes beaucoup plus longues que la terre ou l'atmosphère. Les grands courants océaniques, ainsi que le vent, contribuent à redistribuer cette énergie dans le monde entier.

Les satellites combinés aux instruments in-situ fournissent des informations importantes pour comprendre et surveiller les océans. Grâce à l'observation de la Terre, les scientifiques ont pu, au cours des dernières décennies, modéliser et surveiller les températures mondiales de la surface des mers avec un niveau de détail sans précédent. Étant donné que les océans sont de vastes réservoirs de chaleur, la mesure de la température de la surface de la mer peut améliorer notre compréhension du réchauffement planétaire et du changement climatique.

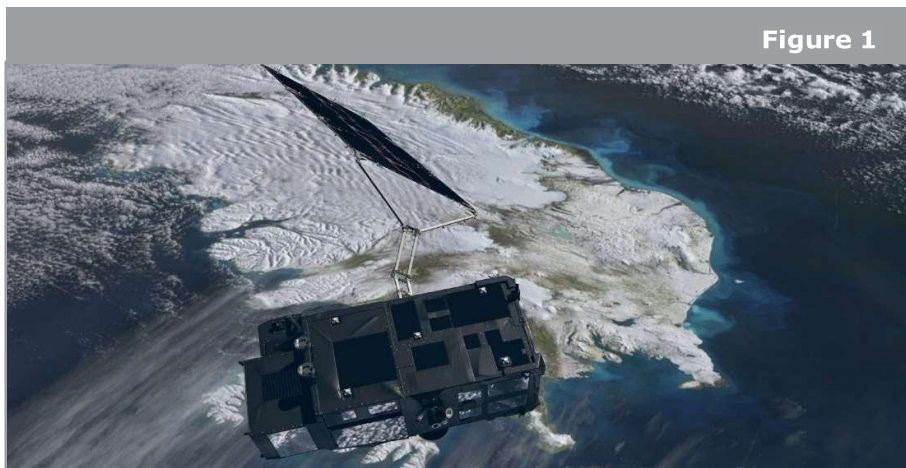


Figure 1

↑ Le satellite européen Sentinel-3 transporte une série d'instruments de pointe, dont un radiomètre infrarouge qui fournit des cartes mondiales de la température de la surface de la mer pour la surveillance du changement climatique, des océans et des prévisions météorologiques.

→ **Activité 1 : Océan en mouvement**

Dans cette activité, les élèves analyseront un outil multimédia pour en savoir plus sur les courants marins et sur la façon dont ils relient les endroits éloignés de notre planète. Les élèves apprendront que les vents et la rotation de la Terre sont les principales causes des courants de surface. À la fin, les élèves discuteront de la pollution des océans et débattront des actions possibles pour la diminuer.

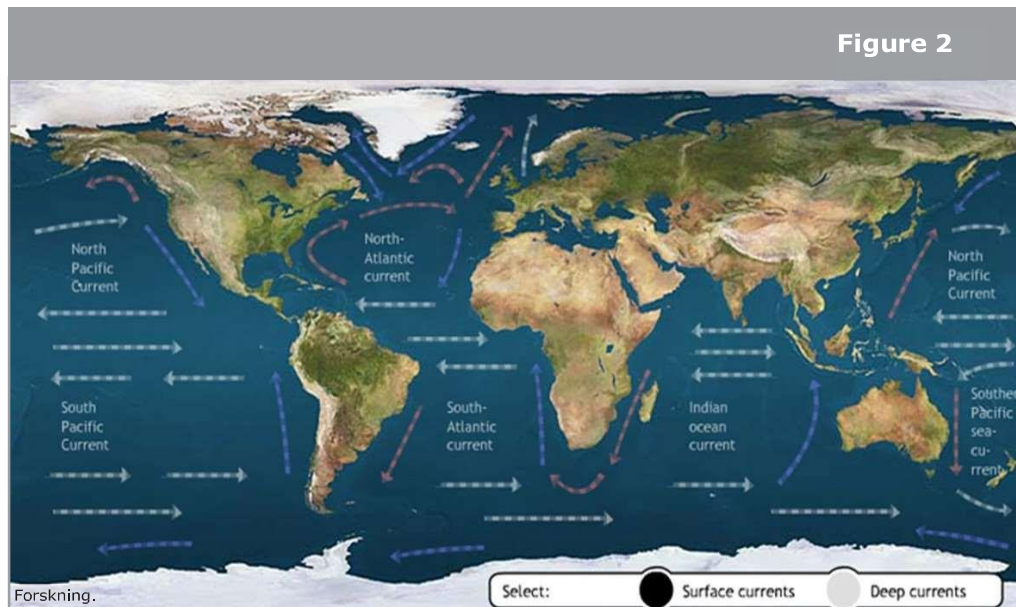
• **Matériel**

- PC et outil multimédia [ArcGIS](#) (Carte : Ocean Surface Currents), [Ocean Virtual Laboratory](#) et/ou autres sources d'information

• **Exercice**

Pour introduire le sujet, demandez aux élèves de s'imaginer en train de déposer un message dans une bouteille dans l'océan à un endroit donné. Les élèves doivent ensuite répondre à la question 1 de la fiche de travail de l'élève. Discutez en petits groupes de l'endroit où, selon eux, la bouteille serait rejetée par les courants océaniques. Lorsque la bouteille est jetée dans l'océan Atlantique en Floride, le Gulf Stream la transportera vers l'est, en direction de l'Europe et de l'Afrique du Nord. Ensuite, elle suivra soit le courant des Canaries au sud, soit le courant atlantique norvégien au nord. La bouteille atteindra la destination 2 ou 4.

Les étudiants travaillent ensuite avec le module multimédia, soit par groupes de deux, soit indépendamment. Les enseignants peuvent également analyser le module avec toute la classe à l'aide d'un projecteur. Les élèves répondent à la question 2 de leur fiche de travail tout en explorant les diapositives 1 (figure 2) à 3 du module.



↑ Courants marins, outil multimédia

• Exercice 2 : Réponses

2. a. Identifiez deux pays/villes qui sont touchés par les courants : un lié à un courant chaud (flèches rouges), et un autre à un courant plus froid (flèches bleu foncé).

- Royaume-Uni - Courant de l'Atlantique nord - Courant chaud
- Floride (USA) - Gulf Stream - Courant chaud
- Iles Canaries - Courant des Canaries - Courant froid

2. c. Comment les courants de surface sont-ils alimentés ?

Les courants de surface dans l'océan sont principalement déterminés par le vent.

2. d. Identifiez un courant de vent et notez-le ou les courants de surface de la mer qu'il alimente.

- Ceinture de vent d'ouest (vents d'ouest de l'hémisphère nord) : courant de l'Atlantique nord.
- Alizés du nord-est : courant nord équatorial.

2. e. Essayez de répondre à la question de la diapositive 3 : pourquoi les vents et les courants océaniques sont-ils déviés vers la droite dans l'hémisphère nord ?

La Terre tourne sur son propre axe et, de ce fait, l'air en circulation est dévié. Au lieu de circuler en ligne droite entre les pôles (zones de haute pression) et l'équateur (zone de basse pression), l'air est dévié vers la droite dans l'hémisphère nord et vers la gauche dans l'hémisphère sud. Cet effet est appelé l'effet de Coriolis. L'effet de Coriolis dévie l'air circulant qui provoque le mouvement de la surface de l'eau. Par conséquent, il dévie également les courants océaniques de surface vers la droite dans l'hémisphère nord et vers la gauche dans l'hémisphère sud.

- **Discussion**

Les millions de tonnes de plastique qui se retrouvent dans les océans chaque année constituent un défi mondial. Les enseignants peuvent utiliser l'exercice sur un message dans une bouteille pour faire une analogie avec le transport du plastique et des déchets par les courants océaniques. En petits groupes, les élèves étudient où le plastique se retrouverait sur la plage la plus proche de leur ville en se basant sur les connaissances qu'ils ont acquises sur les courants océaniques et étudient la zone de déchets du Grand Pacifique.

Les élèves discutent de leurs attentes et répondent aux questions a) et b) de la discussion. Dans la section "Saviez-vous que", les élèves peuvent découvrir quelques exemples de ce que fait l'Agence Spatiale Européenne pour répondre à ce défi mondial.

→ **Activité 2 : Comment l'eau coule-t-elle ?**

Les vents entraînent les courants de surface de l'océan. Cependant, les courants océaniques circulent également à des milliers de mètres sous la surface. Dans cette activité, les élèves étudieront comment ces masses d'eau s'enfoncent pour former les courants océaniques profonds.

• **Matériel**

- Deux béciers de 250 ml
- Des glaçons colorés
- Une cuillère à café
- Sel
- Eau

Santé et sécurité

- Les élèves doivent se mouiller les doigts avant de toucher des glaçons.
- L'eau/la glace colorée peuvent tacher les doigts/les vêtements/les tables.

• **Exercice**

On le sait, l'eau de l'océan coule pour former des courants océaniques profonds. Comme point de départ, les élèves discutent en petits groupes et mettent en évidence les raisons qu'ils pensent être responsables de ce phénomène. Après avoir répondu à la question 1, les élèves mettent en place l'expérience. Les instructions pour réaliser l'expérience sont fournies dans la fiche de travail de l'élève.

• **Discussion**

Le bécier 1 contient de l'eau salée, qui a une densité plus élevée que l'eau douce du bécier 2. Par conséquent, l'eau colorée des glaçons qui fondent s'accumule en une couche sur l'eau du bécier 1 (voir figure 3). Dans le bécier 2, l'eau de fonte est plus froide que l'eau du bécier, et les élèves peuvent donc voir que l'eau colorée coule. Cela crée une turbulence et un mélange, ce qui entraîne la coloration de toute l'eau dans le bécier. Les élèves doivent comparer leurs attentes à la question "Comment l'eau de mer coule-t-elle pour former des courants océaniques profonds" à leur réponse à la question 4 de la discussion.

Figure 3



↑ Résultats expérimentaux : l'eau douce colorée et fondante s'accumule sur le dessus de l'eau salée plus dense dans le bécher 1 (à gauche).

• Pour aller plus loin – Le Gulf Stream

Les enseignants peuvent utiliser l'exemple du courant du Gulf Stream et demander aux élèves de répondre à la question de la diapositive 9 de l'outil multimédia : "Comment les courants océaniques peuvent-ils être affectés par la fonte des glaces ?", et explorer les impacts possibles sur le climat.

Le courant du Gulf Stream, qui transporte les eaux chaudes de surface vers le nord, du golfe du Mexique à l'océan subpolaire à l'est du Groenland, est très important pour le climat en Europe. Les eaux côtières de l'Europe sont quelques degrés plus chaudes que les eaux à la latitude équivalente du Pacifique Nord. Ces eaux chaudes se mélangent aux eaux environnantes, se refroidissent et coulent en atteignant l'Arctique. Si ce schéma de circulation était perturbé par la fonte des glaces dans l'Arctique, il pourrait y avoir un effet profond sur la force et la direction de ce courant. Ce courant pourrait devenir plus faible ou même s'arrêter.

Les élèves doivent pouvoir expliquer que la glace est constituée d'eau douce et que, lorsque la glace fond, il y a un afflux d'eau douce dans l'océan environnant. Cela réduit la salinité et, par conséquent, la densité de l'eau. Les élèves doivent également pouvoir expliquer pourquoi, par conséquent, le réchauffement climatique peut affecter les courants marins et les impacts que cela peut avoir. Ils comprendront alors que la combinaison de mesures par satellite et de mesures au sol peut produire une vue unique de la circulation à la surface de l'océan, nous aidant à prédire comment notre planète réagira à un changement de climat.

→ **Activité 3 : Ressentir la température**

Dans cette activité, les élèves utiliseront des images satellites pour analyser la température de la surface de la mer. Les élèves étudieront la relation entre les courants océaniques et la température de la surface de la mer (TSM), et comprendront l'importance de surveiller la température des océans.

- **Matériel**

- PC et accès internet

- **Exercice**

Pour introduire le sujet, demandez aux élèves de répondre à la question 1 de leur fiche de travail. Les élèves doivent être capables d'identifier le soleil comme le principal mécanisme responsable de la répartition de la température de la mer.

Ensuite, les élèves analysent les mesures de la surface de la mer. Pour cela, ils téléchargent la dernière image de la température de surface de la mer sur le site web du Centre des sciences et de l'ingénierie spatiales de l'Université du Wisconsin-Madison (voir la section Liens). Guidez les étudiants pour qu'ils concluent que la température varie en fonction de la latitude, de la région chaude le long de l'équateur aux régions froides près des pôles. Les grandes zones de glace de mer autour de l'Antarctique apparaissent dans des tons de gris, ce qui indique qu'aucune donnée n'a été recueillie.

Les élèves peuvent identifier les côtes occidentales de l'Amérique du Sud, et de l'Afrique ainsi que la côte norvégienne comme des zones qui s'écartent du comportement général de la répartition de la température de la mer. Sur la côte occidentale de l'Amérique du Sud et de l'Afrique du Sud, l'eau est plus froide en raison du courant de Humboldt et du courant de Benguela, respectivement. La température de l'eau de la côte norvégienne est plus élevée que celle d'autres endroits situés à la même latitude en raison de l'influence du Gulf Stream.

Les enseignants peuvent montrer à nouveau l'outil multimédia de l'activité 1 (diapositive 1) pour que les élèves puissent identifier les effets des courants océaniques dans l'image SST qu'ils ont téléchargée.

Comme dernier exercice, les étudiants analysent la saisonnalité des températures de surface de la mer. Avant de commencer l'exercice, les élèves doivent discuter de leurs attentes concernant les changements de la température de la surface de la mer en fonction des saisons. Afin de compléter l'exercice, les élèves téléchargent une image SST pour chaque saison. Les enseignants peuvent choisir de télécharger les images à l'avance et de faire l'exercice avec toute la classe, ou en petits groupes avec une version imprimée des images.

Les élèves peuvent également analyser l'animation de l'ESA sur le changement climatique (voir la section Liens) qui montre les changements de la température de la surface de la mer entre 1991 et 2010. Ils peuvent étudier la saisonnalité ainsi que les changements possibles de la température de la surface de la mer.

Les étudiants concluent que la saisonnalité des températures de surface de la mer est la plus importante aux latitudes moyennes et la plus faible dans l'océan tropical, près de l'équateur. Cette saisonnalité est due aux changements des conditions atmosphériques, comme les vents et la température. Comme la surface de la mer est en contact direct avec l'atmosphère, sa température suit les tendances saisonnières de l'atmosphère. Les enseignants peuvent également demander aux élèves de comparer les saisons océaniques par rapport à leurs équivalents atmosphériques, et de discuter de la grande capacité thermique de l'eau.

Fiches élève

→ Les océans : t'es au courant ?

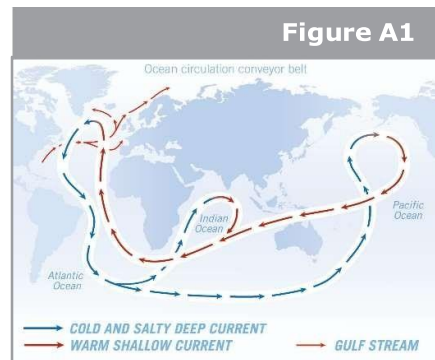
Les courants marins et leur impact sur le climat

Les courants océaniques transportent de l'eau chaude et froide sur d'énormes territoires. Ces courants ont pour la plupart une influence majeure sur le climat terrestre. Les satellites sont des outils importants pour la surveillance des océans, l'étude des changements de courant et la contribution à une meilleure connaissance de la configuration des courants océaniques.

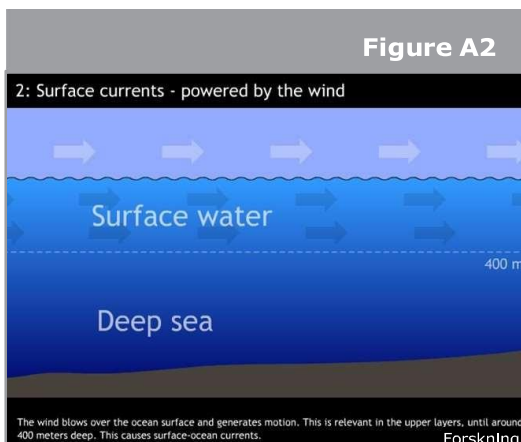
Les océans : un mouvement continu

L'océan couvre environ 71% du globe et est donc essentiel à l'environnement et à la vie sur Terre. Ces énormes quantités d'eau sont en circulation constante et transportent la chaleur et l'énergie d'une région du globe à une autre, par exemple le long des côtes européennes.

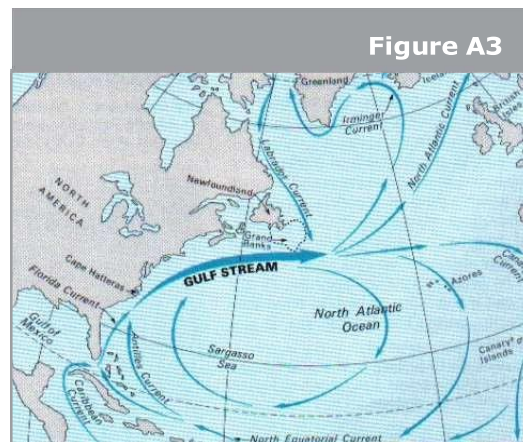
Les systèmes de courants océaniques sont principalement déterminés par l'effet combiné du vent, de la pression atmosphérique à la surface et des différences de densité entre les diverses masses d'eau. Cette densité dépend de la température et de la salinité de l'eau. Par conséquent, de nombreux effets définissent les "autoroutes des océans".



↑ Les courants océaniques jouent un rôle clé dans le climat



↑ Courant profonds et de surface



↑ Gulf Stream

→ Activité 1 : Océan en mouvement

Dans cette activité, vous utiliserez un outil multimédia pour en savoir plus sur les courants marins - les autoroutes des océans - et sur la façon dont ils relient des endroits complètement isolés de notre planète. Vous apprendrez également ce qui alimente les courants de surface et discuterez de l'importance de ces « autoroutes ».

Le saviez-vous ?

Lors de ses voyages, Christophe Colomb a utilisé le courant du Gulf Stream pour pouvoir atteindre l'Amérique en partant des îles Canaries. Dans le passé, l'exploration et la navigation à travers l'Atlantique ont permis de découvrir ce courant chaud. Aujourd'hui, les satellites d'observation de la Terre offrent une vue d'ensemble fréquente de notre planète entière - couverte principalement par l'eau - et fournissent des données précieuses pour surveiller et comprendre ce courant et d'autres courants océaniques. Les mesures des courants océaniques de surface sont fondamentales pour un certain nombre d'applications pratiques, telles que la recherche et le sauvetage en mer et les interventions d'urgence, le routage des navires et la surveillance de la pollution de l'eau.




• Matériel

- PC et outil multimédia [ArcGIS](#) (Carte : Ocean Surface Currents), [Ocean Virtual Laboratory](#) et/ou autres sources d'information

- **Exercice**

1. Dans cet exercice, vous allez explorer les courants océaniques. Avant de commencer, réfléchissons aux courants :

Imaginez que vous êtes en Floride, aux États-Unis, marqué d'un  dans la figure A4, et que vous voulez envoyer un message à l'intérieur d'une bouteille. Où pensez-vous que ce message puisse aller ? Cochez la bonne réponse possible. Tenez compte du fait qu'il peut y avoir plusieurs réponses correctes. Discutez avec vos collègues dans la classe.

- Nous la trouverons sur la côte sud-est de l'Amérique du Sud (Brésil ou Argentine).
- Nous la trouverons dans les îles Canaries.
- Nous la trouverons sur la côte sud-ouest de l'Afrique.
- Nous la trouverons dans le nord de la Norvège.
- Après un certain temps, la bouteille retournera sur la plage en Floride.



↑ Où la bouteille se trouvera-t-elle ?

2. Vous allez maintenant commencer à explorer l’outil multimédia : analysez les figures 1 à 3 et répondez aux questions suivantes :

a) Identifier deux pays/villes qui sont affectés par des courants : un lié à un courant chaud (flèches rouges), et un autre à un courant plus froid (flèches bleu foncé).

b) Suivez le courant de l'Atlantique Nord. Repensez à l'expérience de la bouteille de la question 1 et revoyez quelle(s) zone(s) la bouteille peut atteindre.

c) Comment les courants de surface sont-ils générés ?

d) Identifier un courant de vent et noter le(s) courant(s) de surface de la mer qu'il alimente.

e) Essayez de répondre à la question de la figure 3 : pourquoi les vents et les courants océaniques sont-ils déviés vers la droite dans l'hémisphère nord ?

• **Discussion**

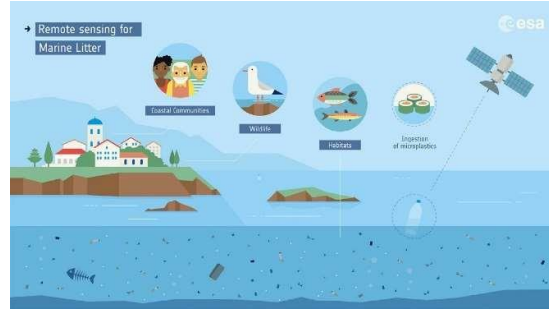
a) Nous parlons depuis le début d'une bouteille à la mer. Mais les courants font aussi bouger tous les déchets que nous jetons à la mer, et c'est énorme ! En raison des courants, le plastique parcourt de grandes distances et d'énormes quantités peuvent s'accumuler à certains endroits. Choisissez la côte maritime la plus proche de votre région. Où pensez-vous que les déchets plastiques qui y sont jetés s'accumuleront ?

b) Avez-vous déjà entendu parler de la décharge du Grand Pacifique ? C'est une île flottante massive de plastique entre la Californie et Hawaii. Faites des recherches en ligne pour trouver plus d'informations sur cette "île" et discuter des mesures possibles pour limiter le problème.

Le saviez-vous ?

L'Agence spatiale européenne (ESA) étudie une technologie qui permettrait aux satellites d'identifier la concentration, le mouvement et l'origine des débris de plastique dans les océans du monde. Les plastiques dans l'océan peuvent être identifiés par les satellites grâce à la façon dont les débris flottants reflètent différentes longueurs d'onde de la lumière solaire, de la même manière que les satellites actuels peuvent repérer les concentrations de phytoplancton, de sédiments en suspension et de pollution de l'eau.

Les mesures par satellite ont le grand avantage d'avoir une couverture mondiale qui offre des indications importantes aux scientifiques pour leur permettre de comprendre et de suivre le problème.

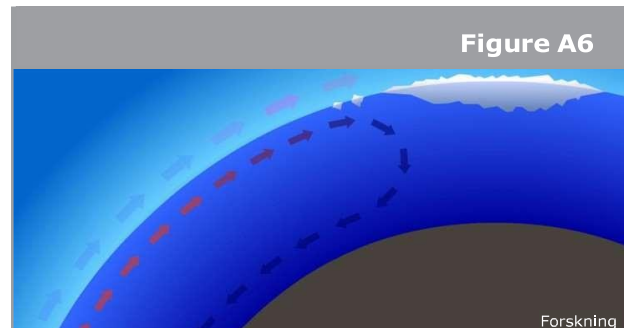


→ Activité 2 : Comment l'eau coule-t-elle ?

Les océans du monde sont constitués de deux types de courants océaniques : les courants de surface et les courants d'eau profonde. Dans cette activité, vous découvrirez pourquoi certaines de ces masses d'eau s'enfoncent pour former les courants océaniques profonds.

• Matériel

- Deux béciers de 250 ml
- Des glaçons colorés
- Une cuillère à café
- Sel
- Eau



↑ Courants marins : les flux d'eau

• Exercice

1. Déterminez l'origine des courants d'eau profonde en répondant à la question suivante :

Comment l'eau des océans coule-t-elle pour former les courants d'eau profonde ?

2. Vous allez maintenant modéliser les mouvements de l'eau et étudier comment les courants océaniques profonds sont causés. Remplissez deux béciers avec environ 200ML d'eau du robinet.
3. Mélangez trois cuillères à café de sel dans un des béciers (le bécier 1) et laissez reposer jusqu'à ce que l'eau soit claire. En attendant, répondez à la question suivante :

Que se passera-t-il lorsque vous mettrez les glaçons dans les béciers et qu'ils commenceront à fondre ?

4. Faites tomber doucement un glaçon dans chacun des gobelets.
5. Lorsque la glace commence à fondre, observez et enregistrez le comportement des fluides. Ne perturbez pas les béciers.

• **Discussion**

1. Décrivez les différences entre ce qui s'est passé dans le bécher 1 et le bécher 2.

2. Vos résultats sont-ils similaires à vos prévisions ? Expliquez pourquoi ou pourquoi pas.

3. Que pouvez-vous conclure sur la densité de l'eau dans les béchers par rapport à l'eau froide libérée par les glaçons qui fondent ?

4. Sur la base de vos observations, quelles sont, selon vous, les causes principales des courants océaniques profonds ?

5. Comparez vos observations et conclusions avec ce qui est montré dans l'outil multimédia (figures 5 et 6). Sont-elles similaires ?

• **Pour aller plus loin – Le Gulf Stream**

En vous référant à toutes les figures de l’outil multimédia sur les courants marins, répondez en petits groupes aux questions suivantes :

1. Que pourrait-il arriver au courant du Gulf Stream si la glace de mer continue à fondre, et pourquoi ?

2. Cela aura-t-il un impact sur le climat ?

3. Comment cela pourrait-il affecter l'économie de la région ? Par exemple, la côte nord de la Norvège est très riche en pêcheries qui fournissent un revenu important à de nombreuses familles.

4. Comment peut-on suivre la santé du courant du Gulf Stream ?

Le saviez-vous ?

L'Agence Spatiale Européenne développe une famille de missions satellitaires innovantes - les Sentinelles - pour comprendre et surveiller notre planète. Sentinel-6/Jason-CS permettra de cartographier jusqu'à 95 % des océans libres de glace de la Terre tous les 10 jours, fournissant des informations essentielles sur la variabilité du niveau de la mer, la vitesse du vent et la hauteur des vagues pour la sécurité maritime. Les instruments embarqués sur Sentinel-6 mesureront également la topographie de la surface de l'océan - les collines et les vallées de l'océan - pour nous aider à cartographier les courants océaniques.

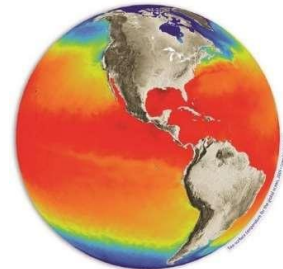


→ Activité 3 : Ressentir la température

Dans cette activité, vous utiliserez des images satellites pour analyser la température de la surface de la mer, une mesure essentielle pour les climatologues. C'est un paramètre très important pour comprendre la santé de notre planète. Il donne également des indications sur les courants marins. Les mesures de la température de surface de l'eau sont effectuées à partir de divers systèmes de satellites. Ces types d'images de la température de surface sont appelés images SST - Sea Surface Temperature.

Le saviez-vous ?

Pour mesurer la température de la surface de la mer, les satellites enregistrent différents types de lumière que nous ne pouvons pas voir avec nos yeux. L'un de ces type de lumière (ou rayonnement) est appelé infrarouge thermique. Il s'agit du même rayonnement que celui enregistré par les caméras de vision nocturne. Le capteur infrarouge du satellite Sentinel-3 Satellite fournit des cartes mondiales précises de la température de la surface de la mer. Ces informations sont utilisées pour surveiller les océans et le changement climatique, ainsi que pour les prévisions météorologiques.



• Matériel

- PC et accès internet

• Exercice

1. Avant de commencer à analyser les mesures de la température de la surface de la mer prises par les satellites, répondez en petits groupes des questions suivantes :
 - a) Quels sont, selon vous, les principaux mécanismes responsables de la répartition de la température de la mer ? Cochez-la ou les bonnes réponses.
 - Chaleur du soleil
 - Pollution
 - Les nuages
 - Le niveau de CO₂

b) Où pensez-vous trouver de l'eau chaude ? Consultez la figure 7 et identifiez les plages dont l'eau est plus chaude (en les classant du plus chaud au plus froid).

1. Belem (Brésil)	2. Bleik (Norvège)	3. Floride (USA)	4. Tenerife (Espagne)	5. Lisbonne (Portugal)
-------------------	--------------------	------------------	-----------------------	------------------------



↑ Emplacement des plages de l'exercice 1

2. Vous allez maintenant analyser les dernières mesures de la température de surface de la mer prises par les satellites et les comparer avec vos attentes.

a) Ouvrez le lien suivant de l'Université du Wisconsin-Madison Space Science and Engineering Center :

www.ssec.wisc.edu/data/sst

Cliquer sur "Latest Sea Surface Temperature image" pour agrandir et enregistrez la photo.

b) Analysez l'image de la surface de la mer que vous avez téléchargée. En regardant la planète, décrivez la distribution générale des températures. Où est-il plus chaud et où est-il plus froid ?

L'échelle indique la température en Fahrenheit (°F). Pour la convertir en Celsius (°C), souvenez-vous que $T(^{\circ}\text{C}) = (T(^{\circ}\text{F}) - 32) \times 5/9$.

- c) Comparez votre réponse à la question 2.b. et comparez-la à votre réponse à la question 1.b. Vos prédictions sont-elles identiques aux observations de l'image SST ? Expliquez pourquoi ou pourquoi pas.
-
-
- d) Certaines zones s'écartent du comportement général de la répartition de la température de la mer. Repérez deux d'entre elles sur la carte et décrivez en quoi elles diffèrent.
-
-
3. Vous allez maintenant analyser et comparer les images SST de différentes saisons.
- a) Ouvrez le lien suivant : www.ssec.wisc.edu/data/sst/archive . Les images SST que vous voyez sont triées par date. Téléchargez une image SST pour chaque saison.
- b) Observez et comparez les images. Identifiez deux zones où vous détectez des changements de température à la surface de l'océan et deux zones où la température est constante pour les différentes saisons.
-
-
4. Les différences de température de la surface de la mer en fonction des saisons sont-elles similaires à vos attentes ? Expliquez pourquoi et comparez votre réponse à vos attentes dans la question 1a).
-
-
-
-

→ Liens utiles

- **Ressources de l'ESA**

ESA classroom resources:

esa.int/Education/Classroom_resources

- **Ressources d'ESERO France**

<https://esero.fr/ressources/>

- **Projets de l'ESA**

ESA's Earth Observation missions

esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/ESA_for_Earth

Sentinel-3

esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-3

Sentinel-6

esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-6

ESA's Climate Change Initiative

<http://cci.esa.int>

- **Autres informations**

ArcGIS Mapmaker pour les courants marins

<https://www.arcgis.com/apps/instant/atlas/index.html?appid=0cd1cdee853c413a84bfe4b9a6931f0d>

Ocean Virtual Laboratory <https://tinyurl.com/ocean-virtual-laboratory>

University of Wisconsin-Madison Space Science and Engineering Center -
Sea Surface Temperature Data

www.ssec.wisc.edu/data/sst

Animation showing changes in global sea-surface temperature between
1991 and 2010, by ESA's Climate Change Initiative

esa.int/spaceinvideos/VIDEOS/2018/05/Global_seasurface_temperature_1991_2010

Video Sentinel- 3 for oceans

esa.int/spaceinvideos/VIDEOS/2016/02/Sentinel-3_For_oceans

Videos and animations related to ocean's research within ESA

esa.int/Our_Activities/Preparing_for_the_Future/Space_for_Earth/Oceans/ESA_and_Oceans_videos

Science Education through Earth Observation for High Schools (SEOS)
Project

lms.seos-project.eu/learning_modules/oceancurrents/oceancurrents-c00-p01.html