



Avec le soutien financier de



Stage « météo et climat »

Découvrez les secrets du système climatique !

Guide de l'encadrant de stage

Cette fiche pédagogique propose une série d'activités à réaliser lors d'un stage de 5 jours avec des enfants de primaire. Le but est de comprendre les différents phénomènes climatiques ou météorologiques, savoir les distinguer et cerner les enjeux climatiques actuels. Les activités sont basées sur l'expérimentation.

Vue d'ensemble de l'activité

Public

8 – 12 ans

Matières

Sciences, Mathématiques,
FMTTN

Durée

5 journées

Résumé

Lors de ce stage, les élèves apprendront la différence entre la météo et le climat. Ils découvriront lors des expériences les causes et conséquences du changement climatique. Le stage démarre sur une vue d'ensemble, avec la distinction climat / météo, ainsi que la réalisation de la fresque du climat. Puis, les activités se focalisent sur les aspects suivants : fonte des glaces, dilatation de l'eau, acidification des océans, albédo, circulation thermohaline. Au total, les élèves réaliseront une dizaine d'activités.

En plus de ces activités guidées, une visite de l'Institut Royal de Météorologie est prévue sur une demi-journée, l'occasion pour les élèves de rencontrer des experts.

Enfin, le dernier jour du stage est consacré à la réalisation d'une exposition (le matin), avec l'ouverture au public (familles des élèves) l'après-midi.

Objectifs d'apprentissage

- Comprendre la différence entre la météo et le climat
- Identifier les éléments et facteurs climatiques (vent, température, pression atmosphérique, précipitations)
- Comprendre les causes et les conséquences du changement climatique sur la fonte des glaces, le niveau des océans, l'albédo, l'acidité des océans, etc.
- Apprendre à réaliser des expériences scientifiques
- Réaliser une exposition pour partager les résultats des différentes expériences réalisées

Matériel

- Thermomètre
- Calculatrice
- Accès à Internet
- Cartes de la fresque du climat, papier
- Eau, glaçons, verres, papier
- Pot, capillaires, patafix, colorants, bouilloire
- Crayons, feutres

Auteurs : ESERO Belgium

Date de publication : Décembre 2024

Table des matières

VUE D'ENSEMBLE DE L'ACTIVITÉ	2
INTRODUCTION.....	4
ACTIVITÉ 1 : MÉTÉO OU CLIMAT	8
ACTIVITÉ 2 : LA FRESQUE DU CLIMAT.....	10
ACTIVITÉ 3 : LA FONTE DES GLACES	12
ACTIVITÉ 4 : DILATATION DE L'EAU ET CONSTRUCTION D'UN THERMOMÈTRE	15
ACTIVITÉ 5 : MANIPULATIONS AUTOUR DU DIOXYDE DE CARBONE CO₂.....	18
ACTIVITÉ 6 : LA SOLUBILITÉ DU DIOXYDE DE CARBONE CO₂.....	22
ACTIVITÉ 7 : L'ALBÉDO	25
ACTIVITÉ 8 : LA CIRCULATION THERMOHALINE	27
ACTIVITÉ 9 : « FLOTE / COULE ? »	32
ACTIVITÉ 10 : JEU DU CARBONOMÈTRE.....	34
ANNEXE 1 – ACTIVITÉ « BRISE-GLACE »	36
ANNEXE 2 : EFFET DE LA FONTE DES GLACES SUR LE NIVEAU DES MERS – FICHE ÉLÈVE	41
ANNEXE 3 – DÉCOUVERTE DU COMPORTEMENT DE L'EAU EN FONCTION DE SA TEMPÉRATURE – FICHE ÉLÈVE	45
ANNEXE 4 – MANIPULATIONS AUTOUR DU DIOXYDE DE CARBONE CO₂ – FICHE ÉLÈVE	47
ANNEXE 5 – QUIZZ « EFFET DE SERRE »	51
ANNEXE 6 : SOLUBILITÉ DU CO₂ EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE DE L'EAU – FICHE ÉLÈVE	53
ANNEXE 7 – ALBEDO – FICHE ÉLÈVE.....	54
ANNEXE 8 – CIRCULATION THERMOHALINE.....	55
ANNEXE 9 – FLOTE / COULE – MATÉRIEL À IMPRIMER	59
ANNEXE 10 – CARBONOMÈTRE	60

INTRODUCTION

Ce stage d'une semaine propose une exploration de la thématique de la **météo et du climat**. Ces sujets, largement médiatisés et omniprésents dans la société actuelle, relèvent d'une science particulièrement complexe à appréhender et à maîtriser pleinement.

À travers des activités exploratoires et expérimentales, il s'agit de fournir aux enfants des outils objectifs pour mieux comprendre ces concepts, tout en stimulant leur réflexion et en les aidant à se forger une vision éclairée des enjeux liés à la météo et au climat. L'objectif est de **développer un esprit critique** permettant de mieux saisir les différentes dimensions des enjeux climatiques.

Contexte

La météo et le climat sont souvent confondus bien qu'ils désignent des phénomènes très différents. La météo, ou le temps, fait référence à l'état de l'atmosphère à un moment précis et dans un lieu donné, défini par des paramètres comme la température, l'humidité, les précipitations, le vent et la pression atmosphérique. En revanche, le climat décrit les caractéristiques météorologiques d'une région sur une longue période, généralement au moins 30 ans, en s'appuyant sur des moyennes et des données statistiques.

Selon le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) et l'Organisation météorologique mondiale (OMM), le climat se réfère à une description statistique des grandeurs météorologiques pertinentes sur des périodes allant de quelques mois à plusieurs milliers, voire millions d'années. Par exemple, les zones climatiques diffèrent selon la latitude, l'altitude ou la proximité d'un grand plan d'eau, et peuvent être classées selon le système de Köppen en climats polaire, continental, tempéré, sec et tropical.

Les prévisions météorologiques, quant à elles, concernent des périodes plus courtes – heures, jours ou semaines – et s'appuient sur des superordinateurs pour analyser d'innombrables données collectées par des satellites en orbite et des stations au sol. Ces observations permettent de modéliser l'évolution de l'atmosphère et d'anticiper le temps qu'il fera.

Les satellites jouent un rôle essentiel, non seulement dans la prévision météorologique, mais aussi dans l'étude du climat. Depuis le lancement de Météosat en 1977, l'Agence spatiale européenne (ESA) a utilisé plusieurs générations de satellites météorologiques pour collecter des données cruciales. L'initiative sur le changement climatique (CCI) de l'ESA exploite ces données pour suivre les variations climatiques, comprendre les mécanismes à l'œuvre et modéliser des projections climatiques.

Ces modèles, vérifiés en reproduisant des climats passés, combinés aux archives naturelles – comme les glaciers, les fossiles ou les anneaux des arbres – et aux observations récentes, permettent aux chercheurs de reconstruire l'histoire climatique de la Terre et de mieux prévoir son évolution future.

Comprendre ces distinctions et ces méthodes est essentiel pour appréhender les enjeux liés au changement climatique et mieux anticiper ses impacts.



↑ Les satellites Météosat troisième génération (MTG) garantiront la continuité des données pour les prévisions météorologiques au cours des prochaines décennies et fourniront également d'autres services, tels que l'amélioration de la qualité de l'air ou du rayonnement UV et les avertissements en cas de tempêtes violentes.

Planning

Pour introduire la distinction entre climat et météo, il est pertinent de commencer par une activité de type « brise-glace ». Par la suite, la réalisation collective d'une fresque du climat peut servir de point de départ pour aborder en profondeur plusieurs concepts clés illustrés dans cette fresque.

À l'issue de ce stage, les enfants présentent aux parents le fruit de leurs réflexions et les expériences menées tout au long de la semaine, sous la forme d'une petite **exposition**.

Séance	Titre de l'activité	Durée	Fiches activités (numérotation)	Fiche élève et matériel en annexe
JOUR 1 am	Accueil + Brise-glace	30 min		Annexe 1
	Définitions météo/climat	30 min	Activité 1	
	Fresque du climat 1/2 → Découverte des cartes	1h	Activité 2	
JOUR 1 pm	Fresque du climat 2/2 → Coller les cartes sur le papier, les relier entre elles, illustrer la fresque	1h		
	Expérience fonte des glaces	45 min	Activité 3	Annexe 2
	Debriefing de fin de journée « qu'as-tu retenu ? »	15 min		
JOUR 2 am	Expériences sur la dilatation de l'eau et construction d'un thermomètre	2h	Activité 4	Annexe 3
JOUR 2 pm	Petites expériences sur le CO2	1h30	Activité 5	Annexe 4
	Quiz « effet de serre »	30 min		Annexe 5
JOUR 3 am	Expériences sur la solubilité du CO2	1h30	Activité 6	Annexe 6
	Expériences sur l'albedo	1h	Activité 7	Annexe 7
JOUR 3 pm	Visite IRM et rencontre d'experts	Toute l'après-midi		
JOUR 4 am	Circulation thermohaline	2h00	Activité 8	Annexe 8
	Expériences Flotte/coule?	30 min	Activité 9	Annexe 9
JOUR 4 pm	Jeu du « carbonomètre »	1 h	Activité 10	Annexe 10
JOUR 5 am	Préparation de l'expo	Toute la matinée		
JOUR 5 pm	EXPOSITION	Toute l'après-midi		

Règles du stage

En début de stage, l'animateur et les élèves établissent ensemble les règles qui vont les aider à remplir leurs objectifs. Les règles peuvent être formulées de la façon suivante :

« On est là pour :

- Apprendre en s'amusant
- Apprendre à avoir un raisonnement scientifique
- S'écouter
- Parler chacun à son tour
- Observer
- Vérifier
- Etc... »

Activité « brise-glace »

Afin que les élèves fassent connaissances et commencent à aborder le thème « météo et climat » une courte activité « brise-glace » est proposée. A partir des cartes disponibles en annexes, l'encadrant distribue au hasard une image et un texte contenant la définition d'un terme à chaque élève. Chaque élève doit s'adresser aux autres élèves afin de retrouver le texte correspondant à son image. Par exemple, l'élève ayant l'image d'un cirus devra retrouver la définition « CIRUS : Nuage formé de cristaux de glace qui ne cause pas de précipitations ». Cette activité dure environ 20 minutes.

ACTIVITÉ 1 : Météo ou climat

Introduction

Dans cette activité, les élèves apprendront la différence entre la météo et le climat en analysant différentes affirmations. Pour finir, les élèves observeront des images de différents endroits sur Terre et les relieront à différentes zones climatiques.

Durée

Environ 30 minutes

Matériel

- Cartes à imprimer et plastifier (en annexe)

Exercice 1

Distribuez des cartes avec différentes affirmations et demandez aux jeunes de préciser pour chaque affirmation si elle concerne la météo ou le climat.

A C'est ce que nous voyons et enregistrons d'après nos informations quotidiennes	B L'année dernière le jour de mon anniversaire il faisait beau et nous sommes allés à la plage
C C'est ce qui est déterminé à partir des données recueillies pendant 30 ans	D Les hivers en Suède sont plus froids qu'en Espagne
E Il devrait faire beau samedi je vais donc aller jouer au football	F Innsbruck en Autriche a une température moyenne de 9,1 °C
G La semaine dernière il faisait beaucoup trop froid pour aller dehors pendant la récréation	H Les îles Canaries sont connues pour être chaudes et arides pendant l'été
I Bergen en Norvège est la ville la plus pluvieuse d'Europe	J Cet été à Bruxelles il a plu très souvent

Exercice 2

Pour présenter les concepts de météo et de climat, vous pouvez ensuite réaliser un brainstorming sur les mots associés à la météo et au climat.

Étude des phénomènes atmosphériques (température, pression atmosphérique, pluviométrie, vitesse et direction des vents...) à un endroit précis sur une courte période de quelques heures à quelques jours.

METEO
ou **météorologie**

Étude des variations météorologiques (température, pression atmosphérique, pluviométrie, vitesse et direction des vents...) dans une région donnée sur une période assez longue (au minimum 30 ans).

CLIMAT
ou **climatologie**

L'animateur divise un tableau en 2 colonnes et les élèves proposent des concepts associés au climat et/ou à la météo, et proposent de les répertorier dans l'une ou l'autre colonne.

Exemple de tableau réalisés lors du stage :

Météo	Climat
Observable directement Court Vent Orage Pluie Soleil Saisons Chaleur Ciel Nuages Grêlons Thermomètre Pluviomètre Girouette Baromètre Instruments de mesure Vapeur Climatologue Ou météorologue cumulonimbus	Longue durée Assemblage de plusieurs météos Climat tempéré/polaire Réchauffement climatique Chaud Froid Tornades Climatisation Degré Anticyclone des Açores

ACTIVITÉ 2 : La fresque du climat

Introduction

La Fresque du Climat est un excellent point de départ pour ce stage car elle présente de nombreux concepts qui seront approfondis tout au long de la semaine. La climatologie étant une science complexe, il est important d'avoir une approche claire et structurée pour en saisir les bases. Cet atelier introductif permet d'explorer les notions essentielles qui seront ensuite développées. La Fresque sert ainsi de fil conducteur, orientant les activités suivantes et facilitant la compréhension des enjeux climatiques.

Durée

2 heures

Matériel

- Un jeu de cartes par groupe de 6. L'encadrant pourra choisir entre le jeu adulte (42 cartes) ou junior (23 cartes)
 - PDF imprimable des cartes : [Lien](#).
- 2 m² de papier par équipe, crayons, gomme, feutres, scotch

Contexte

La Fresque du Climat est un atelier collaboratif et ludique conçu pour sensibiliser les participants aux défis du changement climatique en leur donnant un rôle actif dans la compréhension des causes, des conséquences et des solutions. Ses principaux objectifs sont :

1. **Sensibilisation aux causes du changement climatique** : Permettre aux participants de prendre conscience des activités humaines responsables des émissions de gaz à effet de serre (GES), comme l'utilisation des énergies fossiles, l'agriculture intensive, la déforestation ou encore la surconsommation.
2. **Compréhension des impacts** : Mettre en lumière les effets du réchauffement climatique, notamment les phénomènes extrêmes (vagues de chaleur, inondations, sécheresses), la perte de biodiversité, la montée du niveau des océans, et les risques pour les sociétés humaines.
3. **Encouragement à l'action collective** : Favoriser la coopération et le dialogue pour inciter à une prise de responsabilité collective face à la crise climatique.

4. **Éducation à la transition écologique** : Sensibiliser aux enjeux de la transition écologique en insistant sur la nécessité de repenser les modes de vie, de consommation et de production afin de construire un avenir durable et résilient.

Chaque fresque est unique, fruit des discussions du groupe, et reflète les perspectives des participants.

Les notions explorées incluent : température, réchauffement climatique, transport et mobilité, gaz à effet de serre, dilatation, cycle de l'eau, production et consommation d'énergie, et biodiversité.

Déroulé de l'activité

1. Introduction (30 minutes)

- Présentation des objectifs : comprendre les enjeux climatiques et identifier des solutions.
- Explication rapide des notions abordées (causes, conséquences, solutions).

2. Phase de création (1 heure)

- Répartition en groupes. Les participants travaillent sur les cartes représentant différents aspects du changement climatique.
- Chaque groupe relie les cartes pour construire une fresque illustrant les interactions entre causes, impacts et solutions.
- Les cartes sont distribuées par lots successifs afin de structurer le travail et favoriser les échanges collaboratifs.

3. Restitution et discussion collective (30 minutes)

- Chaque groupe présente sa fresque et explique les liens établis.
- Une discussion guidée par l'animateur permet de clarifier certains points et de renforcer la compréhension collective.
- Si besoin, la correction est disponible ici : <https://prezi.com/view/tJJYWcXs12lz9cXCngmH/>

ACTIVITÉ 3 : La fonte des glaces

Introduction

Dans cette activité, les élèves mèneront une expérimentation afin d'examiner de manière pratique les effets de la fonte des glaces terrestres et marines sur le niveau des mers, ce qui les conduira à comprendre pourquoi la fonte des glaces terrestres contribue à faire monter le niveau de la mer alors que la fonte des glaces marines est sans incidence.

Durée

1 heure

Matériel

- 2 gobelets en plastique
- 2 assiettes en plastique
- 2 gros glaçons
- De l'eau en quantité suffisante pour remplir les deux gobelets
- Pâte à modeler (qui supporte d'être mouillée sans coller sur les doigts)

Santé et sécurité

Les élèves veilleront à se mouiller les mains avant de saisir les cubes de glace pour qu'ils ne restent pas collés à leurs doigts.

Contexte

Les glaces terrestres

Ce sont des calottes glaciaires formées et posées sur les continents. On peut distinguer les grandes calottes glaciaires (inlandsis) telles que l'Antarctique et le Groenland, les petites calottes glaciaires, telles que dans l'Arctique canadien ou l'Islande et les glaciers de montagne. Elles se forment via l'accumulation de neige. Un glacier terrestre est constitué d'eau douce gelée.

Il existe deux types de glaciers :

→ **Les calottes glaciaires** : elles couvrent une grande superficie et aucun élément du relief ne freine leur développement. Exemples : Le Groenland et l'Antarctique

→ **Les glaciers qui dépendent du relief** : le développement du glacier, qui dépend du relief, varie selon les éléments présents dans le relief.

Le volume des glaces continentales est de plus de 30 millions de kilomètres cubes. Si tous les glaciers continentaux fondent, les 30 millions de kilomètres cubes de glace élèveraient le niveau de la mer d'environ 84 mètres.

Si on laisse fondre un glaçon placé de façon suspendue au-dessus d'un verre, il sera observé une augmentation du niveau d'eau dans le verre.

Dès lors, la fonte des glaciers provoque une élévation du niveau des mers, car il y a une arrivée d'eau supplémentaire dans les océans.

Les glaces marines.

Il s'agit des banquises (vaste étendue de glace) composées d'eau (salée) de mer qui flottent sur les océans (Arctique, Antarctique) près des pôles Sud et des pôles Nord. Elles se forment via la congélation de l'eau salée et prennent une forme de plaques de glace de mer. La glace doit être assez épaisse pour résister aux vagues et forme ainsi des banquises.

Deux sortes de banquises existent :

→ **Les banquises permanentes** : elles ne fondent pas durant l'été. Une partie des océans est toujours couverte d'une banquise épaisse. Il y a celle qui se situe au centre de l'océan Arctique.

→ **Les banquises côtières** : elles disparaissent au printemps et se reforment lors du refroidissement en hiver.

Puisque les glaces de mer flottent, elles déplacent un volume d'eau de mer dont le poids est égal au poids de la glace. Si la glace océanique fond, l'eau fondue occupe le volume d'eau de mer que la glace occupait. Ainsi, le niveau marin ne change pas ou que très peu lorsqu'une banquise fond. Ceci s'explique par la poussée d'Archimède.

Expérimentation

Demandez aux élèves de répondre à la question 1 de leur fiche élève qui consiste à essayer de prédire la conséquence de la fonte de la glace.

Formez ensuite des groupes de quatre élèves pour effectuer les expériences pratiques. Remettez-leur le matériel en leur expliquant que l'eau symbolise la mer.

Demandez d'abord aux élèves d'imaginer une expérimentation qui leur permettrait de comparer les conséquences de la fonte des glaces terrestres et marines. Les élèves peuvent réaliser des schémas de leurs idées d'expérimentation. Proposez une mise en commun et une discussion des différentes idées.

Proposez ensuite aux élèves de suivre les instructions de leurs fiches élève.

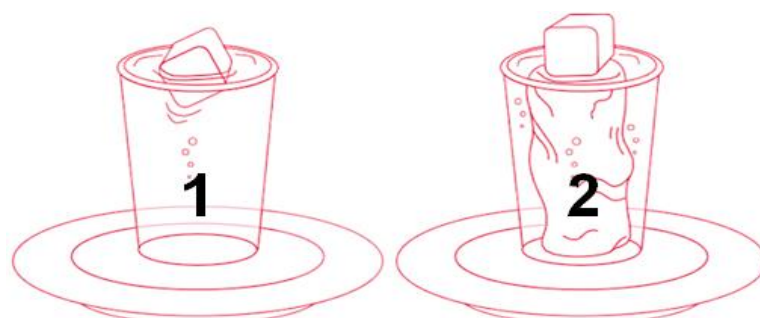


Figure 1 - Dispositif expérimental

Notez que la fonte de la glace peut prendre un certain temps. Il est préférable d'utiliser de l'eau tiède afin que le processus ne prenne pas trop de temps. Notez également qu'il faut utiliser des glaçons suffisamment gros pour que l'eau puisse déborder.

Résultat

Le niveau de l'eau dans le gobelet 1 ne devrait pas changer alors que le gobelet 2 devrait déborder.

Discussion

- La fonte des glaces marines ne fait pas monter le niveau des mers, alors que c'est le cas pour la fonte des glaces terrestres.
- Sous leur forme de glace, les glaces marines ont déjà ajouté leur volume à celui des océans. Si cette glace fond, elle ne fera pas augmenter le volume des océans.
- Sous leur forme de glace, les glaces terrestres ne s'ajoutent pas au volume des océans. Si elles fondent, l'eau s'écoulera dans l'océan et fera augmenter le volume général.
- Il n'est pas assez précis d'affirmer que la fonte des glaces a généralement pour conséquence de faire monter les niveaux des mers. C'est la fonte des glaces terrestres qui fait surtout monter les niveaux des mers. Attention, la dilatation des eaux marines est aussi un des facteurs majeurs de la fonte des glaces, comme nous le verrons dans l'activité 5.
- On notera que la fonte des glaces marines peut indirectement faire monter le niveau des mers en changeant certaines propriétés comme la salinité, la densité et les courants. Mais ces effets sont moins marquants et moins mesurables que le changement de volume résultant de la fonte des glaces terrestres.
- La glace est l'un des rares matériaux qui soit moins dense sous sa forme solide que liquide, raison pour laquelle elle flotte. Cela signifie que sous forme de glace, les glaces marines occupent plus d'espace que sous forme liquide.

ACTIVITÉ 4 : Dilatation de l'eau et construction d'un thermomètre

Introduction

Cette activité permettra aux élèves de comprendre que le réchauffement des océans est aussi responsable de l'élévation du niveau des eaux

Durée

2 heures

Matériel

- De l'eau chaude (bouilloire électrique)
- De l'eau très froide (à laisser quelques heures au frigo)
- 1 paille (la plus transparente et la plus fine possible)
- 1 bouteille **en verre** (pas en plastique, car elle ne sera pas assez rigide !)
- De la Patafix
- 1 bocal qui peut contenir la bouteille

Contexte

Pour faire comprendre à vos élèves en quoi le réchauffement des océans est responsable de l'élévation du niveau des eaux, ils réaliseront une expérimentation mettant en évidence le concept de dilatation de l'eau.

Sur les trois dernières décennies, les trois facteurs principaux de l'augmentation du niveau des mers ont été les suivants (GIEC, 2021) :

- La dilatation des eaux marines : 45,9 %
- La fonte des glaces terrestres : 43,2 %
- Le prélèvement de l'eau des nappes phréatiques et son transfert dans les océans : 10,9 %

Le phénomène de dilatation thermique des océans (4^e activité) est donc la cause principale de l'élévation du niveau des mers, tant que l'on raisonne à court terme sur une augmentation de température « modérée » (3 à 6 degrés, comme c'est prévu pour la fin du 21^e siècle). Sur le long terme (après plusieurs siècles), la fonte des glaces (2^e activité) prendra le dessus !

La dilatation des eaux marines

L'augmentation de la concentration en gaz à effet de serre dans notre atmosphère a un effet sur la température terrestre, mais cela se répercute aussi sur la température des océans !

En effet, les océans stockent une très grande partie de l'énergie qui est accumulée dans l'atmosphère. Cette augmentation de température a un effet important sur l'eau : elle se dilate.

La dilatation de l'eau, de quoi s'agit-il ?

Lorsque l'eau est chauffée, elle se dilate. Pour une masse égale d'eau, le volume est plus important si l'eau est chaude que si elle est froide. Pour comprendre ce phénomène, il faut réfléchir à ce qu'il se passe à l'échelle des molécules : lorsqu'on augmente la température, on apporte de l'énergie aux molécules. Elles sont alors beaucoup plus agitées et s'entrechoquent plus souvent, ce qui a tendance à les éloigner les unes des autres. Elles occupent plus d'espace et augmentent le volume de la matière qu'elles composent.

C'est ainsi que l'augmentation de la température des océans induit aussi une augmentation du volume de ces derniers et donc une hausse du niveau marin.

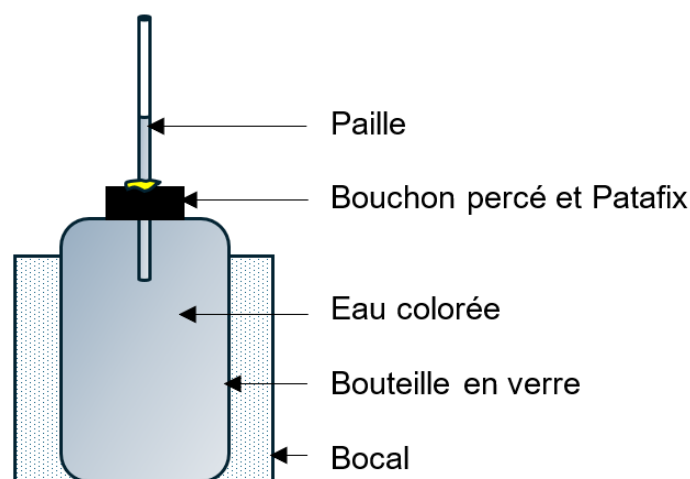
Expérience

Avant l'activité, percez le bouchon de la bouteille de manière à pouvoir y insérer la paille.

Demandez aux élèves de suivre le protocole expérimental de leur fiche élève :

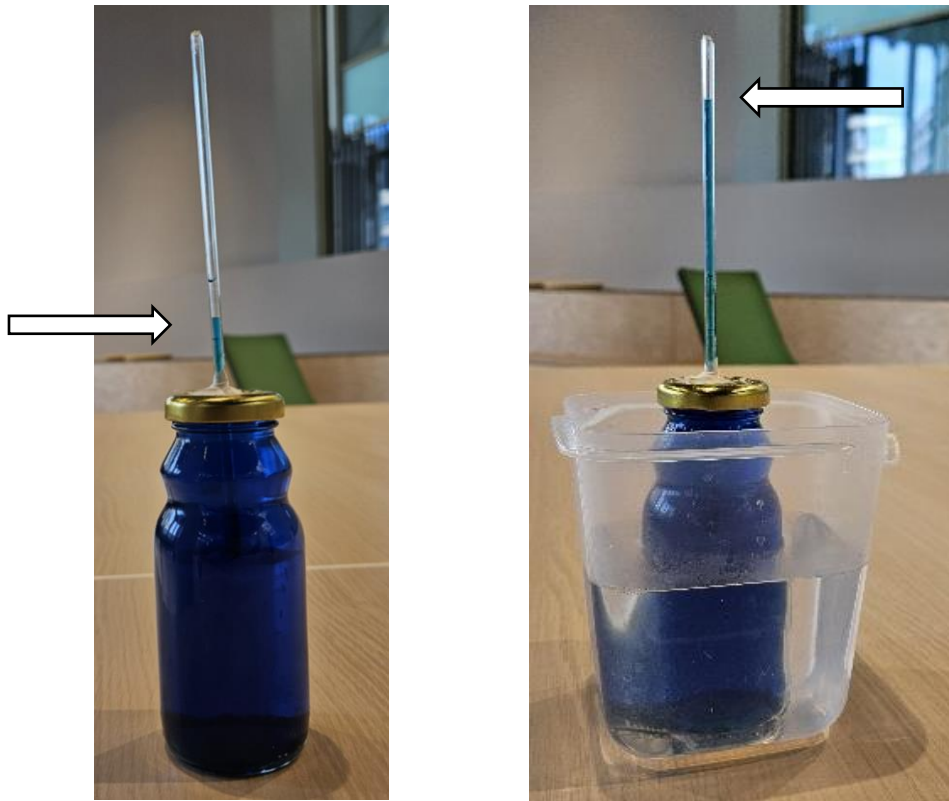
- 1 - Remplir la bouteille avec de l'eau froide **à ras bord** et fermer la bouteille.
- 3 – Insérer la paille dans le bouchon et fabriquer, à l'aide de Patafix, un joint au niveau du trou. Il sert à étanchéifier et à empêcher l'eau de sortir ou à l'air de rentrer dans la bouteille.
- 4 – Poser la bouteille dans le bocal.
- 5 – Verser de l'eau chaude dans le bocal.
- 6 – Observer l'évolution du niveau d'eau dans la paille.

Montage expérimental



Observation

L'eau monte dans la paille jusqu'à sortir de la bouteille au bout de quelques secondes lorsque la bouteille est placée dans de l'eau chaude.



Laissez les élèves réfléchir à ce qu'ils viennent d'observer et tenter de l'expliquer.

Explication

Lorsqu'on verse l'eau chaude dans le bocal, la chaleur est transférée vers l'eau froide de la bouteille. En chauffant, les molécules d'eau s'agitent et elles prennent plus de place dans la bouteille. Ainsi, le volume de liquide augmente, d'où la montée de l'eau dans la paille.

Exemple dans la vie de tous les jours : quand on achète une boisson au magasin, on peut voir qu'il y a toujours un espace vide dans le goulot de la bouteille. Le but est de permettre la dilatation du liquide au cas où celui-ci serait chauffé. Si la bouteille est remplie complètement, elle risque d'exploser si on la chauffe trop car contrairement à notre expérience, celle-ci n'a pas de trou pour laisser s'échapper le volume supplémentaire.

ACTIVITÉ 5 : Manipulations autour du dioxyde de carbone CO₂

Introduction

Cette activité propose 3 expériences autour du dioxyde de carbone. La première expérience met en évidence la production de CO₂ dans la respiration. La seconde, lors de la combustion. Et enfin la troisième expérience permet de constater qu'une eau riche en CO₂ est plus acide.

Durée

2 heures

Matériel

- un bécher
- tube plastique
- bougie
- cloche
- eau pétillante

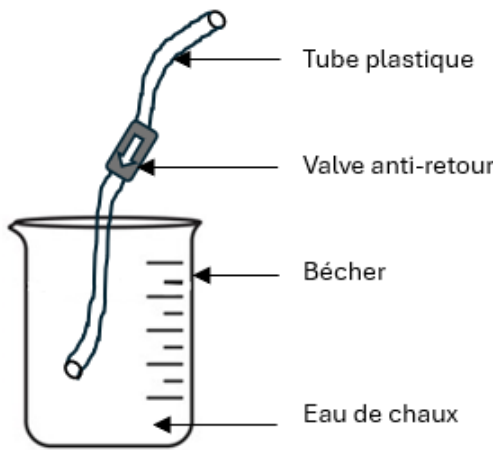
Contexte

Le dioxyde de carbone, ou CO₂, est un gaz invisible et inodore qui joue un rôle important dans notre vie quotidienne et dans le climat de la Terre. Il est produit naturellement par des phénomènes comme la respiration des êtres vivants, les éruptions volcaniques ou la décomposition des plantes. Cependant, il est aussi émis en grande quantité par les activités humaines, comme la combustion du charbon, du pétrole et du gaz pour produire de l'énergie ou encore par la déforestation.

Le CO₂ est un gaz à effet de serre, ce qui signifie qu'il retient la chaleur dans l'atmosphère. Cela aide à maintenir la Terre suffisamment chaude pour que la vie puisse exister. Mais lorsqu'il y a trop de CO₂, comme c'est le cas aujourd'hui, la planète se réchauffe trop vite, ce qui provoque le changement climatique.

Dans ces activités scientifiques, nous allons découvrir comment le CO₂ interagit avec son environnement. Nous observerons comment il est produit, comment il peut être détecté, et pourquoi il est si important pour comprendre le climat. En comprenant mieux ce gaz, nous pourrons mieux agir pour protéger notre planète.

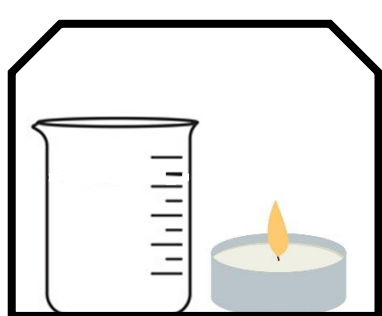
EXPERIENCE 1

PROTOCOLE EXPERIMENTAL	MONTAGE EXPERIMENTAL
<ol style="list-style-type: none"> 1. Versez, avec une pipette, 5mL d'eau de chaux dans un bécher. 2. Placez le tube plastique fourni dans le bécher de telle sorte que la flèche placée sur la valve anti-retour soit dirigée vers le bécher. 3. Soufflez dans le tube plastique. 4. Observez l'eau de chaux. 5. Dessinez le résultat de l'expérience observé ci-dessous. 6. Proposez une conclusion répondant à la question. 	

Lorsque l'on souffle dans de l'eau de chaux avec une pipette, le dioxyde de carbone (CO_2) contenu dans le souffle réagit avec l'eau de chaux, une solution de calcium (hydroxyde de calcium, $\text{Ca}(\text{OH})_2$). Cette réaction forme du carbonate de calcium (CaCO_3), un solide blanc qui rend l'eau de chaux trouble.

Le trouble observé indique la présence de dioxyde de carbone dans l'air expiré. Si l'on souffle longuement, une partie du carbonate de calcium peut se dissoudre et la solution redevient claire en formant du bicarbonate de calcium.

EXPERIENCE 2

PROTOCOLE EXPERIMENTAL	MONTAGE EXPERIMENTAL
<ol style="list-style-type: none"> 1. Versez, avec une pipette, 5mL d'eau de chaux dans un bécher. 2. Allumez une bougie et placez-la à côté du bécher. 3. Placez la cloche au-dessus de la bougie et du bécher. 4. Observez l'eau de chaux. 5. Dessinez le résultat de l'expérience observé ci-dessous. 6. Proposez une conclusion répondant à la question posée. 	

Lorsque l'on place une bougie allumée à côté d'un bécher, contenant de l'eau de chaux, sous une cloche, plusieurs phénomènes se produisent :

1. **Combustion de la bougie :**

La flamme consomme l'oxygène (O_2) présent sous la cloche et produit du dioxyde de carbone (CO_2) ainsi que de la vapeur d'eau (H_2O).

2. **Réaction avec l'eau de chaux :**


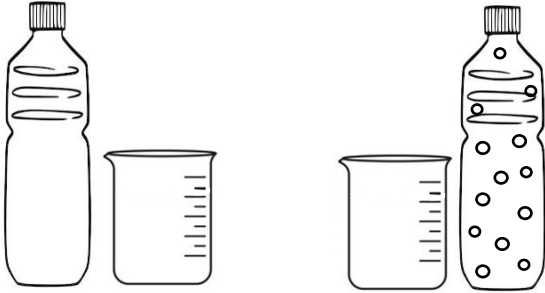
Le dioxyde de carbone libéré se diffuse dans l'air sous la cloche et réagit avec l'eau de chaux. Cela entraîne la formation de carbonate de calcium ($CaCO_3$), qui rend l'eau de chaux trouble. La réaction chimique est la même que lorsqu'on souffle dans l'eau de chaux.

3. **Extinction de la bougie :**

Une fois l'oxygène presque entièrement consommé, la flamme s'éteint.

L'expérience montre que la combustion consomme de l'oxygène et produit du dioxyde de carbone, ce qui est mis en évidence par le trouble de l'eau de chaux.

EXPERIENCE 3

PROTOCOLE EXPERIMENTAL	MATERIEL
<ol style="list-style-type: none"> Versez de l'eau « sans bulle », pauvre en dioxyde de carbone, dans un bécher. Découpez un morceau de papier pH et trempez-le dans l'eau du bécher. Sortez le papier de l'eau et repérez avec les indications, présentes sur la boîte de papier pH, la valeur du pH de l'eau. Réalisez la même expérience avec de l'eau gazeuse, riche en dioxyde de carbone. Indiquez vos résultats dans le tableau ci-dessous. Expliquez ce qui se passe pour l'eau lorsqu'elle s'enrichit en dioxyde de carbone. 	<p>Papier pH : </p> <p>Béchers, eau sans bulle et eau gazeuse :</p> 

Lorsque l'on compare le pH de l'eau gazeuse et de l'eau non gazeuse à l'aide de bandes test :

1. **Eau non gazeuse :**

Le pH est généralement proche de la neutralité, autour de **7**, car elle ne contient pas de dioxyde de carbone dissous ou en quantité très faible. Les bandes test indiquent un pH correspondant à une eau neutre ou légèrement alcaline, en fonction de la composition minérale de l'eau.

2. **Eau gazeuse :**

Le pH est plus bas, généralement entre **3 et 5**, ce qui indique une acidité plus élevée. Cela s'explique par la dissolution du dioxyde de carbone (CO_2) dans l'eau, formant de l'acide carbonique (H_2CO_3). L'acide carbonique se dissocie partiellement en ions hydrogène (H^+), responsables de l'acidité.

3. **Conclusion :**

Les bandes test révèlent un pH plus acide pour l'eau gazeuse par rapport à l'eau non gazeuse, en raison de la présence de dioxyde de carbone dissous.

Quizz sur l'effet de serre (30 minutes)

Pour finir l'après-midi, un quizz sur l'effet de serre permettra aux élèves et à l'encadrant de vérifier que les connaissances ont bien été acquises. Ce quizz est disponible en annexe.

ACTIVITÉ 6 : La solubilité du dioxyde de carbone CO₂

Introduction

Les participants auront déjà abordé la question de l'effet de serre et du réchauffement des océans, mais nous allons ici mettre en évidence que ce dernier génère à son tour une augmentation des gaz à effet de serre. En effet, le gaz carbonique est moins soluble dans de l'eau chaude. Ainsi, si les océans se réchauffent, ils seront moins en mesure de garder le CO₂, qui sera réémis dans l'atmosphère, augmentant encore un peu plus l'effet de serre, etc., créant ainsi un « cercle vicieux ».

Dans cette activité, nous allons observer comment le CO₂ se dissout dans l'eau et comment la température influence ce processus. Les élèves pourront ainsi mieux comprendre l'importance de la température des océans pour le climat.

Durée

2 heures

Matériel

- 2 bouteilles d'eau gazeuse
- Des tubes flexibles et étanches à l'air
- 2 verres gradués
- 1 bassine remplie d'eau à température ambiante
- 1 bassine remplie d'eau froide + glaçon
- 1 bassine remplie d'eau chaude

Contexte

Le dioxyde de carbone (CO₂) est un gaz que l'on trouve dans l'atmosphère et qui peut se dissoudre dans l'eau. Cette capacité du CO₂ à se mélanger avec l'eau a des effets importants, notamment sur les océans et les eaux des rivières. La quantité de CO₂ qui peut se dissoudre dans l'eau dépend de plusieurs facteurs, mais l'un des plus importants est la température de l'eau. En effet, plus l'eau est froide, plus elle peut contenir de dioxyde de carbone dissous. À l'inverse, lorsque l'eau est chaude, sa capacité à retenir le CO₂ diminue.

Cela a des conséquences importantes pour notre planète. Par exemple, dans les océans, le réchauffement de l'eau réduit la quantité de CO₂ que les mers peuvent absorber, ce qui aggrave le changement climatique. De plus, ce phénomène affecte la vie marine, car certains organismes, comme les coraux, dépendent de l'absorption du CO₂ par l'eau pour leur développement.

Expérience

L'expérience consiste à mesurer la quantité de gaz qui s'échappera de 2 bouteilles d'eau gazeuse, placées chacune dans des bacs plus ou moins chaud, puis de relever la quantité de gaz émis en fonction du temps et de la température. La bouteille placée dans de l'eau chaude libérera plus rapidement le CO₂.

Un protocole (annexe 1) est distribué aux participants avec les instructions et schémas pour réaliser le montage.

PROTOCOLE EXPERIMENTAL

1. **Réalisez** le montage expérimental présenté ci-dessous en respectant les étapes suivantes :
 - a) Plongez les 2 verres gradués dans le bac d'eau à température ambiante pour qu'ils se remplissent entièrement d'eau
 - b) Remplissez les 2 bouteilles avec de l'eau enrichie en dioxyde de carbone
 - c) Fermez les bouteilles avec les bouchons reliés aux tubes en plastique
 - d) Placez chaque tube en plastique dans un verre gradué comme sur le schéma du montage expérimental
 - e) Démarrez un chronomètre
2. **Mesurez** le volume de dioxyde de carbone recueilli dans chaque verre gradué au démarrage de l'expérience puis toutes les 30 secondes pendant 5 minutes **et complétez** le tableau des résultats au fur et à mesure.
3. **Proposez** une conclusion répondant à la question posée.

MONTAGE EXPERIMENTAL

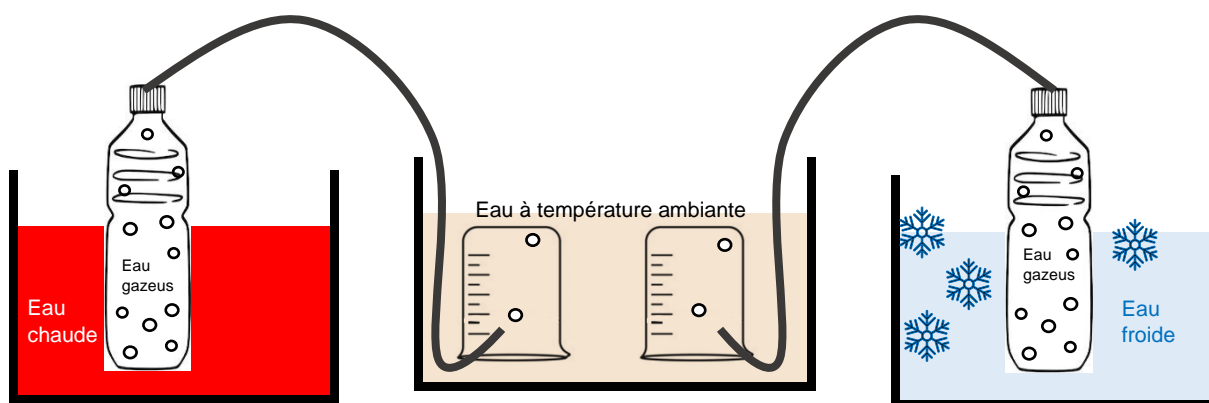
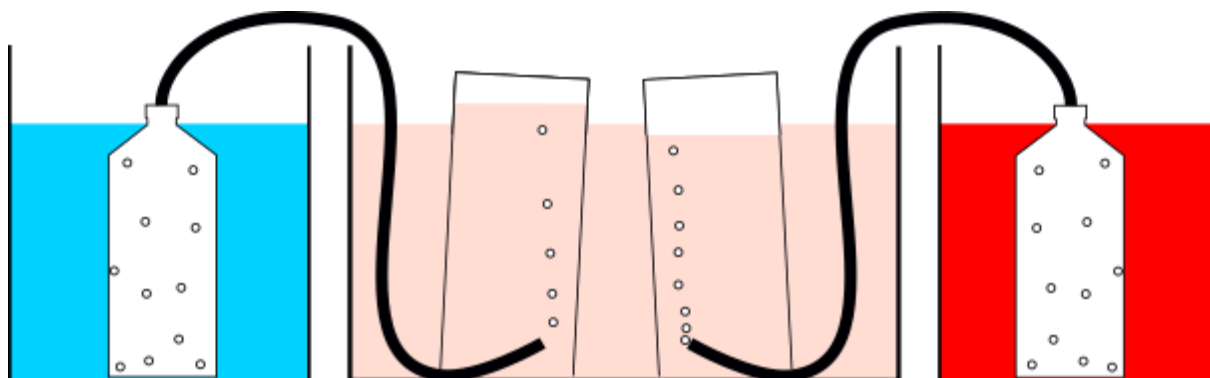


Tableau de suivi de l'évolution du volume de CO₂ recueilli dans chaque verre gradué au cours du temps :

Temps Volume de CO ₂ mesuré	Temps											
	Début de l'expérience	30 s	1 min	1min 30 s	2 min	2 min 30 s	3 min	3 min 30 s	4 min	4 min 30 s	5 min	
Dans le verre gradué relié à la bouteille d'eau gazeuse placée au froid												
Dans le verre gradué relié à la bouteille d'eau gazeuse placée au chaud												

Résultat



Dans cette expérience, nous avons utilisé deux bouteilles de boissons gazeuses, l'une froide et l'autre chaude, pour mesurer la quantité de dioxyde de carbone (CO₂) libérée en fonction de la température. Pour obtenir une mesure précise de la production de CO₂, nous avons récupéré le gaz dans un verre gradué inversé, placé sous l'eau, afin de mesurer le volume de gaz libéré.

Pour la bouteille froide, la production de CO₂ était relativement faible. L'eau froide peut dissoudre une grande quantité de CO₂, ce qui empêche une libération rapide du gaz. Ainsi, une petite quantité de CO₂ a été libérée, et nous avons observé une faible augmentation du volume de gaz dans le verre gradué.

À l'inverse, pour la bouteille d'eau chaude, la production de CO₂ a été beaucoup plus importante. L'eau chaude ne peut pas retenir autant de CO₂ dissous, ce qui fait que le gaz se libère beaucoup plus rapidement. En conséquence, nous avons observé une grande quantité de CO₂ captée dans le verre gradué, avec un volume de gaz beaucoup plus élevé que pour la bouteille froide.

Ces résultats confirment que la température influence directement la quantité de CO₂ dissous dans l'eau. Plus l'eau est chaude, moins elle peut retenir de CO₂, ce qui provoque une libération plus rapide et plus importante de gaz. Cette expérience montre également de manière précise comment les changements de température peuvent affecter la capacité des océans et des rivières à absorber le dioxyde de carbone, un facteur important du changement climatique.

ACTIVITÉ 7 : L'albédo

Introduction

Dans cette expérience, nous allons explorer l'albédo en observant comment différentes surfaces réfléchissent la lumière du soleil. Vous verrez comment la couleur des matériaux influencent la quantité de chaleur qu'ils absorbent ou qu'ils renvoient.

Durée

1 heure 30

Matériel

- Une chaussette blanche
- Une chaussette noire de même composition et épaisseur
- Une lampe
- 2 Thermomètres

Contexte

L'albédo, c'est un mot qui décrit la capacité de la Terre à réfléchir la lumière du soleil. Plus une surface est claire, plus elle renvoie de lumière et reste fraîche. Par exemple, la neige a un albédo élevé, car elle est très brillante et renvoie une grande quantité de lumière, tandis que la terre sombre, elle, l'absorbe. Lorsque la lumière du soleil frappe la Terre, elle peut être réfléchiée ou absorbée. L'albédo mesure cette réflexion, ce qui peut avoir un grand impact sur la température de notre planète.

Si la Terre réfléchit davantage la lumière, elle reste plus froide, mais si elle l'absorbe, elle se réchauffe. C'est pour cela que les glaciers et les océans, avec leurs albedos différents, influencent le climat de manière importante. Dans des régions comme l'Arctique, l'albédo joue un rôle crucial pour réguler la température, mais avec la fonte des glaces, cette réflexion diminue, ce qui accélère le réchauffement.

Les surfaces de la Terre, comme les forêts, les déserts ou les océans, ont des albedos variés, et ces différences contribuent à la chaleur que nous ressentons. Comprendre l'albédo permet aussi aux scientifiques de mieux prévoir les changements climatiques à venir. C'est donc un élément clé pour comprendre comment notre planète fonctionne et comment elle réagit aux changements.

Expérience

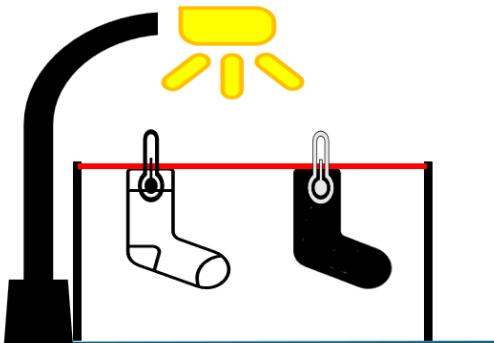
PROTOCOLE EXPERIMENTAL	MONTAGE EXPERIMENTAL
<ol style="list-style-type: none"> Accrochez une chaussette blanche et une chaussette noire sur le fil à linge. Sélectionnez 2 thermomètres indiquant la même température. Notez la température relevée sur les 2 thermomètres dans le tableau des résultats ci-dessous (dans la case « début de l'expérience ») Placez ensuite un thermomètre dans chaque chaussette. Allumez la lampe qui éclaire les chaussettes. Relevez la température dans chaque chaussette toutes les 2 minutes pendant 20 minutes et complétez le tableau des résultats au fur et à mesure. Proposez une conclusion répondant à la question. 	

Tableau du suivi de l'évolution de la température dans chaque chaussette au cours du temps

Temps Température	Début de l'expérience	2 min	4 min	6 min	8 min	10 min	12 min	14 min	16 min	18 min	20 min
Chaussette blanche											
Chaussette noire											

Résultat

Les résultats montrent que la chaussette noire est plus chaude que la chaussette blanche. Cela s'explique par le fait que la couleur noire a un albedo plus faible, ce qui signifie qu'elle absorbe davantage de lumière et donc plus de chaleur. En revanche, la chaussette blanche, avec un albedo plus élevé, réfléchit une grande partie de la lumière, ce qui la garde plus fraîche. Ce phénomène illustre bien l'importance de l'albedo dans le contrôle de la température des objets en fonction de leur couleur. Plus une surface est sombre, plus elle capte de chaleur, tandis que les surfaces claires restent plus fraîches.

Le lien entre l'albedo et la banquise est très important pour comprendre le climat. La neige et la glace, présentes sur la banquise, ont un albedo très élevé, ce qui signifie qu'elles réfléchissent une grande quantité de lumière solaire. Cela aide à garder la Terre plus fraîche en renvoyant la chaleur dans l'espace. Cependant, à mesure que la banquise fond à cause du réchauffement climatique, des surfaces plus sombres, comme l'eau ou la terre, apparaissent, absorbant davantage de chaleur. Ce phénomène crée un cercle vicieux, où la fonte de la glace réduit l'albedo et contribue à accélérer le réchauffement de la planète.

ACTIVITÉ 8 : La circulation thermohaline

Introduction

Cette activité propose quatre manipulations pour observer comment des eaux aux propriétés différentes, notamment en termes de température et de salinité, interagissent entre elles. Ces expériences permettent de comprendre la circulation thermohaline. Ensuite, un lien sera établi avec les courants océaniques, mettant en lumière l'impact du réchauffement des océans et illustrant, une fois de plus, la complexité des phénomènes climatiques.

Durée

2 heures

Matériel

- Bac rempli d'eau
- Thermomètre
- Pipette
- Colorants
- Récipients

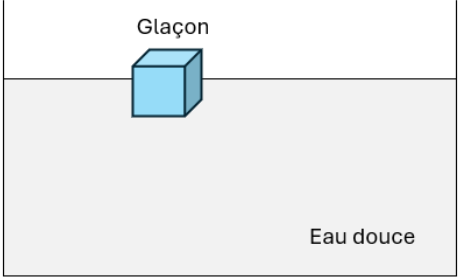
Contexte

La circulation thermohaline est un immense courant qui traverse tous les océans de la planète, parfois appelé le "tapis roulant" des océans. Elle fonctionne grâce aux différences de température et de salinité de l'eau, qui influencent sa densité. L'eau froide et salée, plus dense, a tendance à couler vers le fond des océans, tandis que l'eau chaude, moins dense, remonte vers la surface. Ce mouvement lent mais constant aide à transporter la chaleur à travers le globe, régulant ainsi le climat terrestre. Par exemple, le courant du Gulf Stream amène de l'eau chaude des tropiques vers l'Europe, rendant son climat plus doux. La fonte des glaces arctiques, en ajoutant de l'eau douce dans les océans, peut perturber cette circulation. Cela ralentit le courant et affecte la façon dont la chaleur est distribuée, ce qui peut avoir des impacts importants sur le climat. Comprendre la circulation thermohaline, c'est comprendre une pièce essentielle du puzzle climatique de notre planète. Elle montre à quel point les océans, l'atmosphère et les glaces sont interconnectés dans un équilibre complexe.

Expériences

Dans la fiche élève (en annexe), la première étape consiste à formuler une hypothèse sur l'origine des courants océaniques. Même si certains élèves auront peut-être des idées ou des éléments de réponse, l'objectif de l'expérience est de vérifier si leur hypothèse est correcte.

Expérience 1 : L'eau froide coule

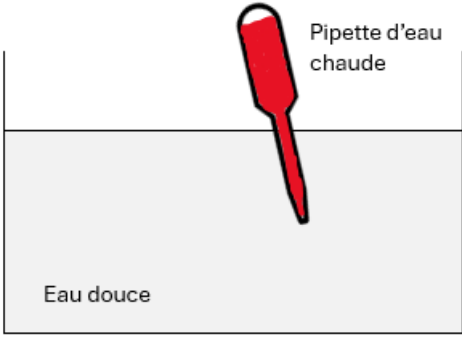
PROTOCOLE EXPERIMENTAL	MONTAGE EXPERIMENTAL
<ol style="list-style-type: none"> 1. Remplissez un bac avec de l'eau à température ambiante. 2. Déposez dans l'eau un glaçon d'eau colorée. 3. Observez les mouvements de l'eau froide dans le bac. 4. Complétez le schéma ci-dessous pour présenter le résultat de l'expérience. 5. Proposez une conclusion présentant l'origine possible des mouvements d'eau. 	 <p>Le schéma illustre un bac rectangulaire. À l'intérieur, il y a une couche d'eau douce, représentée par un rectangle gris. Au-dessus de cette couche, un glaçon coloré est représenté par un cube bleu. Le glaçon est partiellement immergé dans l'eau douce. Les étiquettes 'Glaçon' et 'Eau douce' sont placées respectivement au-dessus du cube et à droite de la zone d'eau.</p>

Cette première expérience est simple : placez un glaçon coloré dans de l'eau. Vous observerez un filet coloré descendant vers le fond du récipient. Cela montre que l'eau froide coule parce qu'elle est plus dense. Insistez sur l'idée que cette densité dépend de la température : par exemple, de l'eau à 10 °C coulera dans de l'eau à 30 °C, tout comme de l'eau à 1 °C coulera dans de l'eau à 15 °C.

Pour expliquer ce phénomène, il est utile de parler de la densité, qui est le rapport entre la masse et le volume. Vous pouvez utiliser des objets de tailles similaires mais de masses différentes (par exemple, des billes et des balles de matériaux variés) pour illustrer cette notion de manière concrète.

Les élèves pourraient se demander pourquoi la glace flotte si l'eau froide coule. C'est une exception liée à la structure moléculaire de l'eau : en se solidifiant, les molécules forment une structure où il reste beaucoup d'espace libre, ce qui rend la glace moins dense que l'eau liquide.

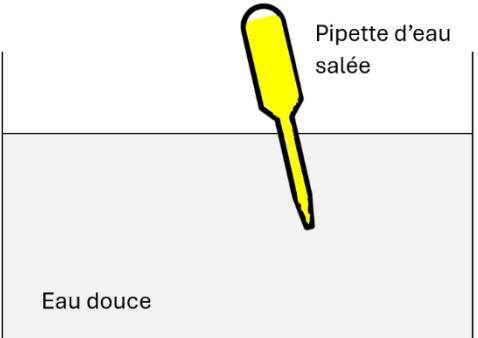
Expérience 2 : L'eau chaude monte

PROTOCOLE EXPERIMENTAL	MONTAGE EXPERIMENTAL
<ol style="list-style-type: none"> 1. Utilisez du colorant rouge et de l'eau chaude pour faire de l'eau chaude colorée dans un petit pot. 2. Remplissez une pipette plastique avec l'eau chaude colorée puis déposez cette eau chaude au centre du bac utilisé dans l'expérience 1. 3. Observez les mouvements de l'eau chaude dans le bac. 4. Complétez le schéma ci-dessous pour présenter le résultat de l'expérience. 5. Proposez une conclusion présentant l'origine possible des mouvements d'eau. 	

La deuxième expérience explore l'effet inverse : l'eau chaude, moins dense, monte dans l'eau froide. Pour cela, placez délicatement de l'eau chaude colorée au milieu d'un aquarium d'eau froide.

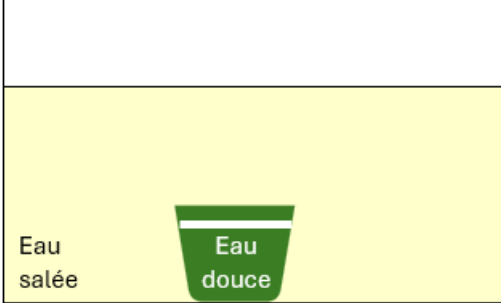
Cette manipulation demande un peu plus de soin : utilisez une pipette pour déposer doucement l'eau chaude sans créer de mouvement qui pourrait fausser les observations. Assurez-vous également de déposer une quantité suffisante d'eau chaude, sinon elle refroidira trop vite et le déplacement sera difficile à voir.

Expérience 3 : L'eau salée coule

PROTOCOLE EXPERIMENTAL	MONTAGE EXPERIMENTAL
<ol style="list-style-type: none"> 1. Remplissez un 2^{ème} bac avec de l'eau douce à température ambiante. 2. Dans un petit pot, déposez quelques gouttes de colorant jaune puis une cuillère de sel. 3. Remplissez ensuite le pot avec de l'eau douce puis mélangez. 6. Remplissez une pipette plastique avec l'eau salée colorée puis déposez cette eau salée au centre du bac préparé à l'étape 1. 7. Observez les mouvements de l'eau salée dans le bac. 8. Complétez le schéma ci-dessous pour présenter le résultat de l'expérience. 9. Proposez une conclusion présentant l'origine possible des mouvements d'eau. 	

Dans cette expérience, c'est la salinité qui influence la densité. Déposez quelques gouttes d'eau salée et colorée à la surface d'un bac d'eau douce. Vous verrez ces gouttes descendre vers le fond, car l'eau salée, plus dense, coule dans l'eau douce. Pour un résultat clair, lâchez les gouttes très délicatement pour éviter tout effet dû à la chute libre.

Expérience 4 : L'eau douce monte

PROTOCOLE EXPERIMENTAL	MONTAGE EXPERIMENTAL
<ol style="list-style-type: none"> 1. Ajoutez 10 grosses cuillères de sel dans le bac de l'expérience 3. 2. Mélangez jusqu'à ce que tout le sel soit dissout. 3. Dans un petit pot, déposez quelques gouttes de colorant pour obtenir une couleur verte. 4. Remplissez ensuite le pot avec de l'eau douce jusqu'au bord. 5. Fermez le pot avec du film plastique et un élastique. 6. Percez le film plastique avec un pic à brochette en faisant un trou de 0,5 cm environ. 7. Déposez le pot au fond du bac rempli d'eau salée. 8. Observez le déplacement de l'eau verte. 9. Présentez le résultat de l'expérience en complétant le schéma ci-dessous 10. Proposez une conclusion présentant l'origine possible des mouvements d'eau. 	

La dernière expérience inverse la situation : l'eau douce, moins dense, remonte dans l'eau salée. Remplissez un petit récipient avec de l'eau douce, couvrez-le de papier film, et placez-le au fond d'un bac d'eau salée. Percez délicatement le papier film et observez. Soyez patient : le mouvement peut être lent, surtout si les trous sont petits. Veillez également à ne pas créer de courants artificiels en manipulant trop brusquement le papier film.

Ces expériences permettent de comprendre comment les différences de température et de salinité influencent la circulation des eaux, un phénomène clé dans la dynamique des courants océaniques.

Résultats

On constate que la température et la salinité de l'eau peuvent engendrer des mouvements, un phénomène appelé circulation thermohaline. Ce mécanisme est à l'origine des courants marins et océaniques, qui jouent un rôle crucial dans la régulation des climats à travers le monde. En Europe occidentale, par exemple, un courant chaud, comme le Gulf Stream,

permet de bénéficier d'hivers relativement doux. Cependant, l'effet de serre influence directement cette circulation. Si la température globale augmente, cela modifie la façon dont l'eau se réchauffe et se refroidit. L'impact sur la salinité est tout aussi important, bien que moins évident, et pourrait également perturber cet équilibre essentiel.

La formation de la banquise est un phénomène complexe, mais ce qu'il faut retenir ici c'est que quand de l'eau salée se solidifie, elle relâche une grande partie du sel qu'elle contenait. Ainsi, quand de l'eau arrive jusqu'aux pôles, elle y refroidit d'une part, mais se charge également en sel. Elle devient alors beaucoup plus dense et se précipite vers le fond.

Or la circulation thermohaline fonctionne comme un cycle et fait des sortes de boucles autour du monde. Les pôles sont des points de passages indispensables à ce phénomène, et si la température y est trop élevée pour que de la glace puisse s'y former, les courants marins en seront fortement impactés.

ACTIVITÉ 9 : « Flote / coule ? »

Introduction

Dans cette expérience, les enfants prédisent et vérifient la flottabilité d'objets dans l'eau. Ils découvrent la complexité de la situation et font varier quelques paramètres qui leur paraissent importants. Les buts sont d'énoncer des hypothèses à partir d'une situation et d'identifier les caractéristiques qui influencent la flottabilité des objets dans l'eau.

Durée

1 heure 30

Matériel

Pour chaque groupe (les enfants sont répartis par groupe de 2 ou 3) :

- un bac transparent rempli d'eau
- des fruits et légumes: pomme, banane, raisin, raisin sec, pâtes, riz, lentilles, haricots secs, noix, tomate, tomate cerise...
- divers objets : aluminium, plasticine, bouchon de liège, plastique, métal...
- Eponges et papier absorbant
- des balances
- cylindres en Polyéthylène (rouges, coulent), PVC (bleus, flottent), aluminium (coulent) de différentes tailles

Expérience 1

L'animateur propose aux enfants un assortiment de fruits et légumes. Ils les nomment et l'animateur écrit leurs noms au tableau.

Il propose le défi suivant : « Vous allez prédire si ces fruits et légumes flottent ou coulent dans l'eau et vous vérifierez ensuite dans une cuvette d'eau si vos prédictions sont exactes ». On peut à ce niveau, engager une discussion avec les enfants sur ce que signifie le terme flotter (par exemple, avoir une partie à l'air) et celui de couler (toucher le fond de la baignoire).

En groupe, les enfants discutent et se mettent d'accord sur la flottabilité de chaque objet et notent leurs prédictions sur un tableau :

Objets qui flottent	Objets qui coulent

Lorsqu'ils ont fini, l'animateur leur donne une bassine remplie d'eau et ils vérifient leurs hypothèses.

Les groupes expriment ce qui les a étonnés, puis formulent des hypothèses.

- Est-ce que l'orange a de l'air à l'intérieur qui lui permettrait de flotter ?
- Est-ce que ce qui est rond flotte ou coule ?
- Est-ce que les fruits à jus flottent tous ?
- Est-ce que plus le fruit est gros plus il a tendance à couler ?
- Est-ce une question de taille, de poids, de couleur ?
- Est-ce que ce qui est long flotte entre deux eaux comme la banane et la carotte ?

Poser aux enfants la question :

« Le poids est-il important pour prédire si l'objet coule ou flotte ? »

Les enfants prennent un cylindre rouge en PVC, le pèsent. Ils prélèvent ensuite la même masse de plasticine, plongent le cylindre et la plasticine dans l'eau : la plasticine coule, alors que le cylindre flotte.

Ce n'est donc pas parce qu'un objet est « lourd » qu'il va couler !

Le volume est-il important pour prédire si l'objet coule ou flotte ?

Les enfants prennent un cylindre rouge et un bleu de même volume, les plongent dans l'eau : le cylindre rouge flotte, le bleu coule.

Ce n'est donc pas parce qu'un objet est « gros » qu'il va couler !

La masse ou le volume seuls ne vont pas nous permettre de déterminer si un objet va flotter ou couler. Le critère important est le rapport des deux, c'est-à-dire leur densité. Un objet volumineux et léger flottera.

Résultats

La flottaison des aliments dépend de leur densité comparée à celle de l'eau. Un objet ou un aliment flotte si sa densité est inférieure à celle de l'eau, car il déplace un volume d'eau équivalent à son poids avant de couler. Par exemple, une pomme flotte car elle contient de l'air dans ses cellules, ce qui réduit sa densité. En revanche, une pomme de terre coule, car elle est plus dense que l'eau et ne contient presque pas d'air. Ce principe repose sur la poussée d'Archimède, une force qui s'exerce vers le haut et qui compense le poids des objets immergés, en fonction du volume d'eau déplacé.

ACTIVITÉ 10 : Jeu du carbonomètre

Introduction

Le carbonomètre est un outil pour évaluer l'empreinte carbone et mieux comprendre l'impact environnemental de nos activités quotidiennes. Il quantifie les émissions de gaz à effet de serre associées à nos modes de vie, nos déplacements et nos choix de consommation. En classant différentes activités selon leurs niveaux d'émissions, il sensibilise efficacement à leur impact écologique.

Durée

1 heure 30

Matériel

Le matériel est disponible en ligne (<https://educlimat.fr/Carbonometre-general>). Il est possible d'imprimer ou d'acheter les cartes. Le matériel comprend :

- **guide d'animation**
- **29 cartes** imprimées recto/verso avec des activités humaines (plusieurs catégories) :
 - Alimentation
 - Consommation
 - Transport
 - Chauffage/Habitat

Contexte

L'équivalent carbone est une façon de mesurer les gaz à effet de serre (GES), qui réchauffent notre planète. Ces gaz, comme le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄) ou encore le protoxyde d'azote (N₂O), ne se ressemblent pas, mais ils ont tous un impact sur le climat. Pour simplifier, on exprime leur effet en « équivalent carbone » ou « équivalent CO₂ ». Cela permet de comparer leur impact avec une unité commune. Par exemple, 1 kg de méthane réchauffe environ 25 fois plus que 1 kg de CO₂, donc il est compté comme 25 kg d'équivalent CO₂. Le Carbonomètre est un outil pratique qui aide à comprendre combien de carbone est produit par différentes activités (comme manger, se déplacer, ou chauffer sa maison). En apprenant à mesurer cela, on peut mieux agir pour protéger notre planète !

Activité

Étape 1 : Introduction, définition de ce qu'est un kgCO₂eq.

Le kgCO₂eq est une unité de mesure simplifiée qui permet de comparer les différents gaz à effet de serre en les plaçant sur la même échelle. Il correspond à la quantité de dioxyde de carbone équivalente émise lors d'une activité.

Le kgCO₂eq d'une activité va dépendre de la nature de celle-ci (nourriture, chauffage, transport) et du type d'énergie qui est derrière (gaz, pétrole, ...)

Les différentes valeurs utilisées dans le Carbonomètre ont été calculées à partir de la base carbone de l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie).

Le détail des calculs est disponible dans la ressource sur internet.

Étape 2 : Jeu de placement et hiérarchisation des cartes

Les joueurs vont devoir constituer une frise avec les cartes. Le but est d'avoir une frise avec des activités en ordre croissant de kgCO₂eq. Une carte prise au hasard dans le paquet est mise au milieu de la table avec la face révélant le kgCO₂eq.

A chaque tour, une carte du paquet est prise avec la face où le kgCO₂eq n'est pas affiché (face avec l'image). On discute alors d'où on souhaite la positionner sur la frise. Tout le monde donne son avis sur pourquoi et où on doit placer la carte.

On révèle ensuite le kgCO₂eq de la carte et on lit le texte associé. Si la carte n'est pas au bon endroit dans la frise, on essaie de comprendre ce qui peut expliquer le résultat, puis on place la carte au bon endroit. On répète le processus avec toutes les cartes du paquet jusqu'à obtenir une frise complète.

Une fois la frise terminée, on repasse dessus et l'on essaie de commenter les ordres de grandeur (chiffres qui surprennent, quels sont les meilleurs modes de transports d'un point de vue écologique, types de nourriture, etc.). On peut rassembler les cartes par thématiques (couleurs) pour faciliter les échanges.

Étape 3 : Réflexions sur les poids des différentes cartes les façon d'agir pour réduire son empreinte

Demandez aux participants de comparer les cartes entre elles en identifiant celles qui ont le poids carbone le plus élevé et en réfléchissant aux raisons derrière ces différences. Encouragez-les à repérer les cartes qui les surprennent : certaines activités peuvent sembler légères ou lourdes de manière inattendue. Posez des questions pour les amener à réfléchir aux raisons de ces écarts, par exemple l'énergie ou les matériaux nécessaires. Orientez ensuite la discussion vers les actions individuelles possibles : quelles activités pourraient être modifiées pour réduire leur empreinte carbone ? Amenez-les à imaginer des alternatives, comme utiliser moins d'énergie, consommer autrement ou privilégier le local. Enfin, invitez-les à se demander quelles actions seraient les plus faciles à mettre en place dans leur quotidien, pour que chacun reparte avec une idée concrète d'amélioration.

ANNEXE 1 – Activité « brise-glace »



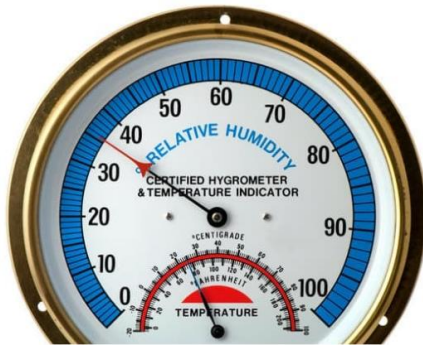
UN ANEMONETRE

Appareil permettant de mesurer la vitesse du vent



UN BAROMETRE

Appareil permettant de mesurer la pression atmosphérique



UN HYGROMETRE

Appareil permettant de mesurer l'humidité de l'air



UN THERMOMETRE

Appareil permettant de mesurer la température



UN PLUVIOMETRE

Appareil permettant de mesurer la quantité de précipitations tombée pendant un intervalle de temps donné en un endroit donné



UN CUMULONIMBUS

Nuage annonciateur de pluie



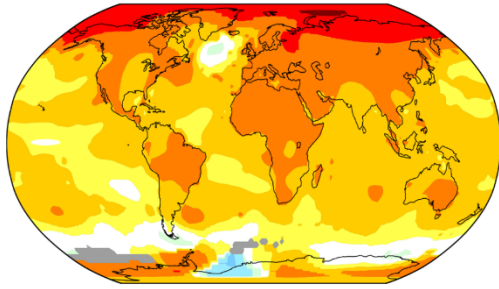
UN CIRUS

Nuage formé de cristaux de glace qui ne cause pas de précipitations



UN SATELLITE ARTIFICIEL

Objet fabriqué par l'Homme et envoyé dans l'espace en orbite autour d'une planète pour accomplir une mission
Ex: les satellites météorologiques recueillent des données utilisées pour la surveillance du temps et du climat de la Terre.



moyenne 2011-2020 vs référence 1951-1980

-0.5 -0.2 +0.2 +0.5 +1.0 +2.0 +4.0 °C



-0.9 -0.4 +0.4 +0.9 +1.8 +3.6 +7.2 °F

**EVOLUTION DE LA
TEMPERATURE
à la surface du globe
lors des 50 dernières années**



UNE INONDATION

**Présence anormale d'une
grosse quantité d'eau dans un
lieu donné**



LA SECHERESSE

**Longue période de temps
pendant laquelle les quantités
de précipitations sont en
dessous des normes dans une
région donnée**



LA BANQUISE

**Couche de glace présente à la
surface de l'eau de mer**



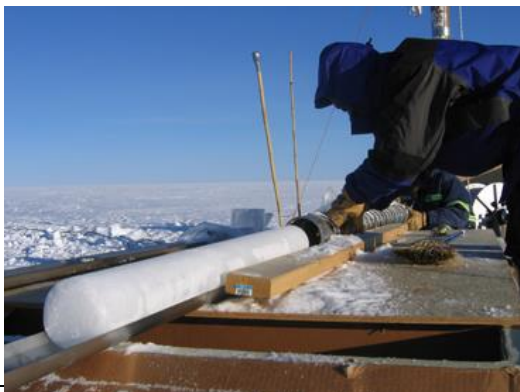
LE DESERT

Zone géographique au niveau de laquelle il ne pleut presque jamais



LA ZONE TROPICALE

Zone géographique autour de l'équateur au niveau de laquelle le climat est humide et chaud ce qui permet le développement de forêts luxuriantes



UNE CAROTTE DE GLACE

Echantillon de glace prélevé aux pôles ou dans un glacier et permettant aux scientifiques de reconstituer le climat passé



DU CORAIL

Animaux marins regroupés en colonies qui fabriquent un squelette calcaire rigide à l'origine des récifs coraliens.

Ces animaux sont sensibles au réchauffement climatique actuel



UN GLACIER

Glace qui se forme sur les continents par le tassement de couches de neige qui se sont accumulées au cours du temps



UN CYCLONE

Phénomène météorologique qui se forme entre les tropiques et l'équateur et caractérisé par des vents tourbillonnants



LA PLANETE TERRE

Planète du système solaire, recouverte à 70% par les océans, et surnommée la planète bleue



UNE CRUE

Forte augmentation du débit et de la hauteur d'eau d'un fleuve, d'une rivière ou d'un cours d'eau

ANNEXE 2 : Effet de la fonte des glaces sur le niveau des mers – fiche élève

Sais-tu ce qui se passe sur la planète Terre quand les glaces terrestres fondent ? Et quand les glaces marines fondent ?

Dans cette activité, tu vas travailler en groupe pour réaliser une expérience et trouver les réponses à ces questions.

1 | Décris ci-dessous ce qui peut se passer pour le niveau des mers si les glaces fondent.

Prédiction

2 | Précise si tu penses que la fonte des glaces marines aura un effet différent sur les niveaux des mers que sur celles des glaces terrestres.

Expérience

Matériel

- 2 petits gobelets en plastique ou en carton
- 2 petites assiettes en plastique ou en carton
- 2 glaçons
- De l'eau en quantité suffisante pour remplir les deux gobelets
- Pâte à modeler

Déroulé

Gobelet 1

- Place** un gobelet sur une assiette.
- Mouille** tes mains et **place** un glaçon dans le gobelet.
- Remplis** le gobelet à ras bord avec de l'eau.



Gobelet 2

- Place** le deuxième gobelet sur une autre assiette.
- Fabrique** un cylindre de pâte à modeler puis **place**-le dans le gobelet en veillant à ce que le haut de la pâte à modeler dépasse à peine le bord du gobelet. Enfonce légèrement le dessus de la pâte à modeler pour pouvoir y déposer le glaçon.
- Place** un glaçon sur le haut de la pâte à modeler.
- Remplis** le gobelet à ras bord avec de l'eau.



Attends quelques minutes et pendant que l'expérience se réalise, **réponds** aux questions suivantes.

- 2 | **Entoure** le type de glace que le gobelet 1 représente selon toi.

**Glace
TERRESTRE**

Glace MARINE

- 3 | **Entoure** le type de glace que le gobelet 2 représente selon toi.

**Glace
TERRESTRE**

Glace MARINE



Que va-t-il se passer dans chacun des gobelets ?

- 4 | **Explique** ce qu'il peut se passer dans **le gobelet 1** concernant le glaçon et le niveau de l'eau.

Le glaçon va _____ et le niveau de l'eau dans le gobelet 1 va

5

Explique ce qu'il peut se passer dans le **gobelet 2** concernant le glaçon et le niveau de l'eau.

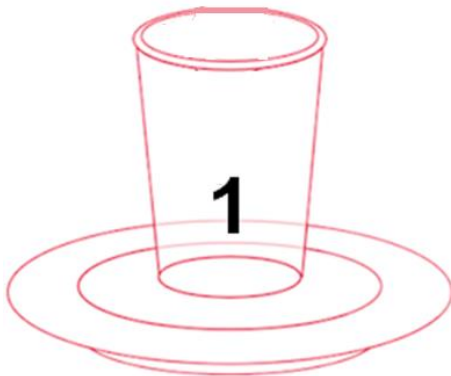
Le glaçon va _____ et le niveau de l'eau dans le gobelet 2 va

6

Après dix minutes, **examine** tes gobelets puis **dessine et décris** ce que tu observes pour chaque expérience.

Résultats

Résultat de l'expérience avec le gobelet 1



Résultat de l'expérience avec le gobelet 2



7

En t'appuyant sur tes réponses précédentes, **précise** ci-dessous si tu penses que le niveau des mers monterait si les glaces marines devaient fondre ? **Explique** pourquoi ci-dessous.

Interprétation et conclusion



Le sais-tu ?

Si les glaces du Groenland fondaient, le niveau des mers monterait de **7 mètres en moyenne** sur toute la planète. Cette valeur serait plus importante à certains endroits et moins à d'autres. De nombreuses villes et localités sur les côtes seraient inondées par les eaux. Dans le cas très improbable où toutes les glaces terrestres fondraient, le niveau des mers monterait de **70 mètres en moyenne sur tout le globe !**

ANNEXE 3 – Découverte du comportement de l'eau en fonction de sa température – fiche élève

Avec le réchauffement climatique actuel, les scientifiques ont observé que le niveau des mers s'élevait.

Cette élévation est due à la fonte des glaces terrestres mais elle est aussi liée à la température de l'eau.

Dans cette activité tu vas découvrir ce qui se passe lorsque l'eau change de température, en réalisant une expérience.

Expérience

Matériel

- De l'eau chaude (prévoir une bouilloire électrique)
- De l'eau très froide (à laisser quelques heures au frigo)
- 1 paille (fine et transparente)
- 1 bouteille **en verre** (pas en plastique, car elle ne sera pas assez rigide !) avec un bouchon qui se visse
- De la Patafix
- 1 bocal qui peut contenir la bouteille

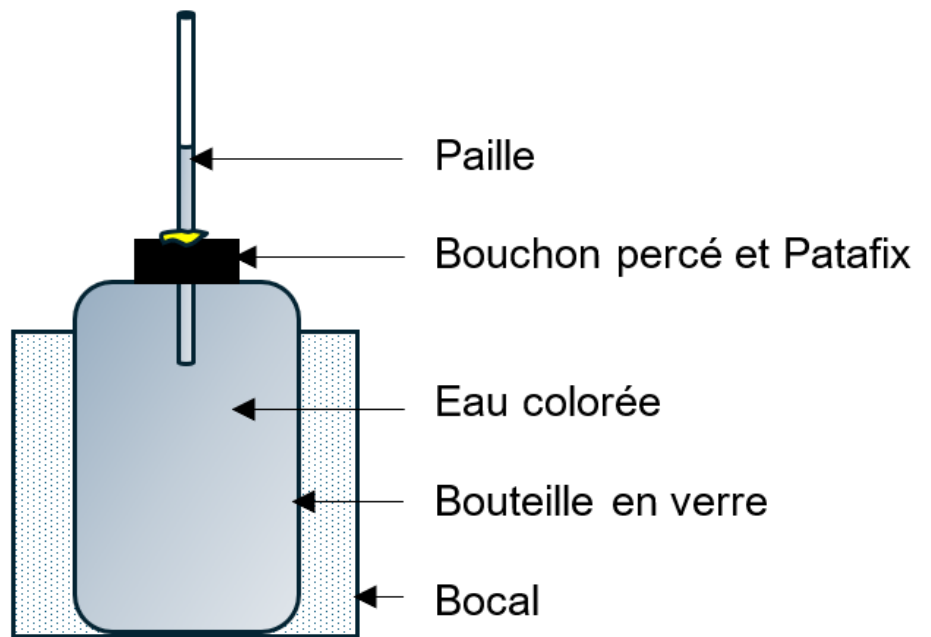
1

Réalise l'expérience suivante en respectant les différentes étapes proposées ci-dessous.

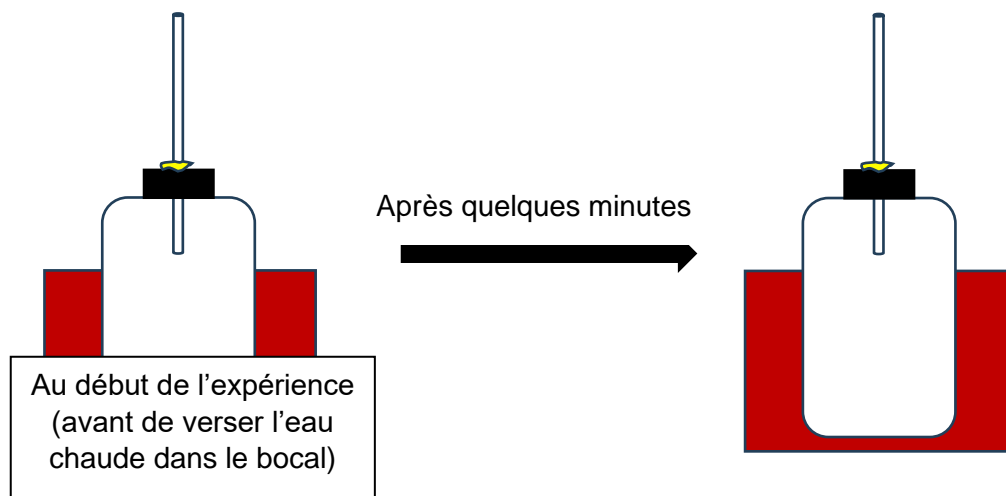
Déroulé

Protocole expérimental

1. **Insère** une paille dans le bouchon de la bouteille (que ton enseignant a percé avant l'activité).
2. **Remplis** la bouteille avec de l'eau froide **à ras bord** et **ferme** la bouteille avec le bouchon.
3. À l'aide de ta Patafix, **fabrique** un joint au niveau du trou où se situe la paille. *Il servira à empêcher l'eau de sortir ou à l'air de rentrer dans la bouteille.*
4. **Pose** la bouteille dans le bocal.
5. **Verse** de l'eau chaude dans le bocal.
6. **Observe** l'évolution du niveau d'eau dans la paille.

Montage expérimental attendu

- 2 **Précise** sur le schéma ci-dessous ce que tu as observé après avoir versé de l'eau chaude dans le bocal. Tu peux colorier l'eau dans la bouteille et dessiner une flèche à côté de la paille pour préciser si le niveau de l'eau a augmenté ou diminué dans la paille.



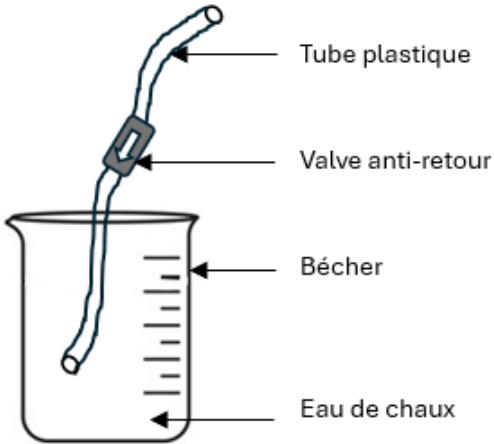
- 3 **Propose** une explication concernant l'évolution du niveau de l'eau de ta bouteille.

ANNEXE 4 – Manipulations autour du dioxyde de carbone CO₂ – fiche élève



Notre corps humain produit-il du dioxyde de carbone ?

EXPERIENCE 1

PROTOCOLE EXPERIMENTAL	MONTAGE EXPERIMENTAL
<ol style="list-style-type: none"> 1. Versez, avec une pipette, 5mL d'eau de chaux dans un bécher. 2. Placez le tube plastique fourni dans le bécher de telle sorte que la flèche placée sur la valve anti-retour soit dirigée vers le bécher. 3. Soufflez dans le tube plastique. 4. Observez l'eau de chaux. 5. Dessinez le résultat de l'expérience observé ci-dessous. 6. Proposez une conclusion répondant à la question. 	

Résultat observé :

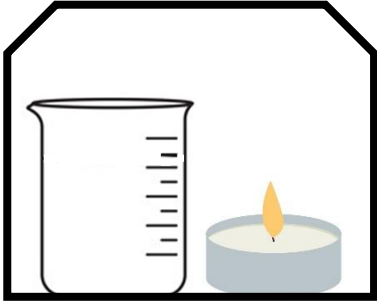


Les activités humaines nécessitent de l'énergie obtenue par la combustion du pétrole, du charbon et du gaz.

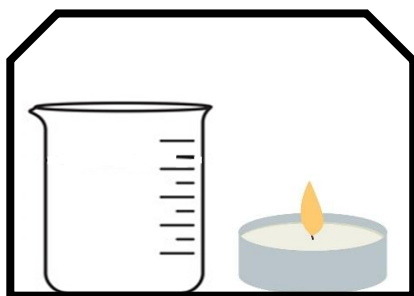


La combustion produit-elle du dioxyde de carbone ?

EXPERIENCE 2

PROTOCOLE EXPERIMENTAL	MONTAGE EXPERIMENTAL
<ol style="list-style-type: none"> 1. Versez, avec une pipette, 5mL d'eau de chaux dans un bécher. 2. Allumez une bougie et placez-la à côté du bécher. 3. Placez la cloche au-dessus de la bougie et du bécher. 4. Observez l'eau de chaux. 5. Dessinez le résultat de l'expérience observé ci-dessous. 6. Proposez une conclusion répondant à la question posée. 	

Résultat observé :



Conclusion :


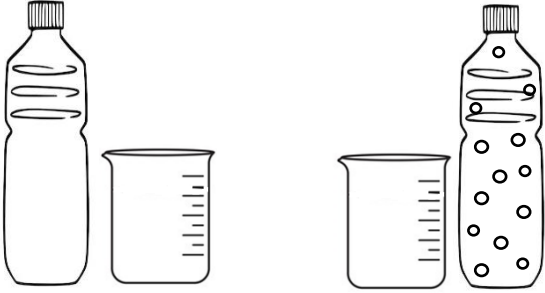
La combustion du pétrole, du gaz et du charbon produit du dioxyde de carbone dans l'atmosphère.

Ce dioxyde de carbone peut ensuite être dissout dans l'eau (exemple dans les nuages ou dans les océans).



La présence de dioxyde de carbone dans l'eau a-t-elle des conséquences sur l'eau ?

EXPERIENCE 3

PROTOCOLE EXPERIMENTAL	MATERIEL
<ol style="list-style-type: none"> Versez de l'eau « sans bulle », pauvre en dioxyde de carbone, dans un bécher. Découpez un morceau de papier pH et trempez le dans l'eau du bécher. Sortez le papier de l'eau et repérez avec les indications, présentes sur la boîte de papier pH, la valeur du pH de l'eau. Réalisez la même expérience avec de l'eau gazeuse, riche en dioxyde de carbone. Indiquez vos résultats dans le tableau ci-dessous. Expliquez ce qui se passe pour l'eau lorsqu'elle s'enrichit en dioxyde de carbone. 	<p>Papier pH :</p>  <p>Béchers, eau sans bulle et eau gazeuse ;= ;!</p> 

Résultat observé :

	Eau non gazeuse pauvre en dioxyde de carbone	Eau gazeuse riche en dioxyde de carbone
pH de l'eau		

Conclusion :


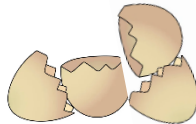
Dans l'océan vivent de nombreux animaux avec des coquilles ou des squelettes calcaires. On trouve par exemple :

Des nautilus	Des coraux	Des huitres	Des coccolithophoridés (algues microscopiques) C'est l'accumulation de leurs coquilles qui forme la craie
			



L'acidification des océans peut-elle avoir des conséquences sur les coquilles et les squelettes calcaires des animaux ?

EXPERIENCE 4

PROTOCOLE EXPERIMENTAL	MATERIEL
<ol style="list-style-type: none"> Versez quelques gouttes de vinaigre (acide) sur les morceaux de coquilles d'œuf riches en calcaire. Dessinez le résultat de votre expérience ci-dessous. Précisez quelles conséquences une augmentation de l'acidité de l'eau de l'océan pourrait avoir sur les animaux possédant des coquilles ou des squelettes calcaires. 	  <p>Vinaigre (acide)</p> <p>Coquilles d'œufs</p>

Résultat observé :

Conclusion :

ANNEXE 5 – Quizz « effet de serre »

1. L'enveloppe du globe qui permet à la Terre d'avoir un effet de serre est :

Coche la seule réponse exacte dans la liste des propositions ci-dessous

- l'hydrosphère (l'eau présente sur Terre)
- la lithosphère (les roches présentes sur Terre)
- l'atmosphère (les gaz entourant la Terre)
- la biosphère (les êtres vivants)

2. Grâce à l'effet de serre, la température moyenne sur la planète Terre est de :

Coche la seule réponse exacte dans la liste des propositions ci-dessous

- 18°C
- +18°C
- 15°C
- +15°C

3. Lorsque la Terre est réchauffée par les rayons du Soleil, elle émet des rayons appelés :

Coche la seule réponse exacte dans la liste des propositions ci-dessous

- Des rayons UV (ultra violet)
- Des rayons gamma
- Des rayons IR (infra rouge)
- Des rayons X

4. Les principaux gaz à effet de serre sont :

Coche la seule réponse exacte dans la liste des propositions ci-dessous

- L'ozone, le dioxyde de carbone et le méthane
- L'ozone, le dioxygène et le méthanol
- L'eau, le dioxygène et le méthane
- L'eau, le dioxyde de carbone et le méthane

5. Les gaz à effet de serre ont pour rôle de :

Coche la seule réponse exacte dans la liste des propositions ci-dessous

- Retenir la chaleur autour de la Terre
- Bloquer les rayons du Soleil arrivant sur Terre
- Renvoyer dans l'espace la chaleur produite par la Terre
- Détruire les rayons du Soleil arrivant sur Terre

6. Différents phénomènes naturels produisent des gaz à effet de serre :

Coche la seule réponse exacte dans la liste des propositions ci-dessous

- Les éruptions volcaniques, la respiration des êtres vivants et l'évaporation de l'eau
- La photosynthèse des plantes vertes et la respiration des êtres vivants
- Les éruptions volcaniques et la photosynthèse des plantes vertes
- L'évaporation de l'eau et la photosynthèse des êtres vivants

7. Les activités humaines comme l'industrie, les transports ou encore l'élevage provoquent :

Coche la seule réponse exacte dans la liste des propositions ci-dessous

- Une baisse de la production de gaz à effet de serre qui déclenche une augmentation de l'effet de serre
- Une augmentation de la production de gaz à effet de serre qui déclenche une augmentation de l'effet de serre
- Une augmentation de l'effet de serre qui déclenche une production de gaz à

effet de serre

- Une baisse de l'effet de serre qui déclenche une production de gaz à effet de serre

8. L'effet de serre aujourd'hui sur Terre :

Coche la seule réponse exacte dans la liste des propositions ci-dessous

- diminue et la Terre refroidit
- augmente et la Terre refroidit
- reste stable et la température reste identique
- augmente et la Terre se réchauffe

9. L'augmentation de l'effet de serre est à l'origine des phénomènes climatiques extrêmes comme :

Coche la seule réponse exacte dans la liste des propositions ci-dessous

- Des tremblements de terre et des éruptions volcaniques
- Des inondations et des éruptions volcaniques
- Des tremblements de terre et des ouragans
- Des inondations et des ouragans

POUR ALLER PLUS LOIN... et aborder les solutions pour réduire les gaz à effet de serre et l'effet de serre peuvent être :

→ Echanges autour des solutions possibles pour réduire les GES

- se déplacer à vélo, en skate
- se déplacer en avion
- augmenter sa consommation d'eau potable
- réduire sa consommation d'eau potable
- laisser son ordinateur, sa tablette et sa télé allumés en permanence
- débrancher son ordinateur, sa tablette et sa télé
- recycler ses déchets

ANNEXE 6 : Solubilité du CO₂ en fonction de la température de l'eau – fiche élève

Le dioxyde de carbone présent dans l'atmosphère est soluble dans l'eau. La quantité de dioxyde de carbone soluble dans l'eau va dépendre de la température de l'eau.



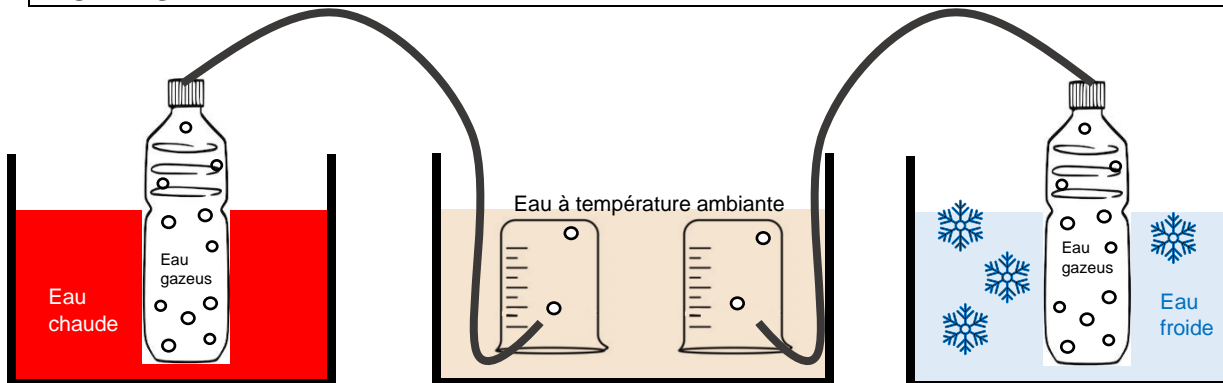
Le dioxyde de carbone est-il plus soluble dans l'eau froide ou dans l'eau chaude ?

EXPERIENCE

PROTOCOLE EXPERIMENTAL

- Réalisez** le montage expérimental présenté ci-dessous en respectant les étapes suivantes :
 - Plongez les 2 verres gradués dans le bac d'eau à température ambiante pour qu'ils se remplissent entièrement d'eau
 - Remplissez les 2 bouteilles avec de l'eau enrichie en dioxyde de carbone
 - Fermez les bouteilles avec les bouchons reliés aux tubes en plastique
 - Placez chaque tube en plastique dans un verre gradué comme sur le schéma du montage expérimental
 - Démarrez un chronomètre
- Mesurez** le volume de dioxyde de carbone recueilli dans chaque verre gradué au démarrage de l'expérience puis toutes les 30 secondes pendant 5 minutes **et complétez** le tableau des résultats au fur et à mesure.
- Proposez** une conclusion répondant à la question posée.

MONTAGE EXPERIMENTAL



Résultat : Evolution du volume de CO₂ recueilli dans chaque verre gradué au cours du temps

Volume de CO ₂ mesuré \ Temps	Début de l'expérience	Temps										
		30 s	1 min	1 min 30 s	2 min	2 min 30 s	3 min	3 min 30 s	4 min	4 min 30 s	5 min	
Dans le verre gradué relié à la bouteille d'eau gazeuse placée au froid												
Dans le verre gradué relié à la bouteille d'eau gazeuse placée au chaud												

Conclusion :

ANNEXE 7 – Albedo – fiche élève

Les rayons du soleil qui arrivent sur une surface peuvent être :

- absorbés par cette surface (ce qui réchauffe la surface),
- ou renvoyés dans l'atmosphère (ce qui réchauffe moins la surface). On dit dans ce cas que les rayons sont réfléchis.

L'albédo correspond à la capacité d'une surface à réfléchir les rayons qu'elle reçoit.

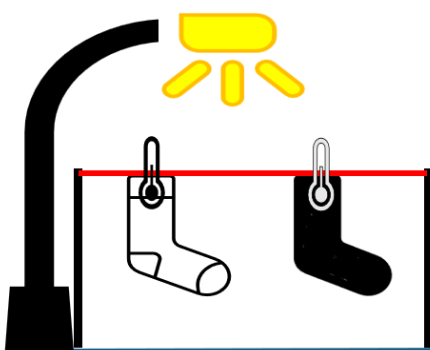
→ Plus l'albédo est faible, plus la quantité de rayons réfléchis est _____ et plus la surface recevant les rayons _____

→ Plus l'albédo est élevé, plus la quantité de rayons réfléchis est _____ et plus la surface recevant les rayons _____



Quelles sont les surfaces qui réfléchissent beaucoup les rayons solaires et celles qui les réfléchissent moins ?

EXPERIENCE

PROTOCOLE EXPERIMENTAL	MONTAGE EXPERIMENTAL
<ol style="list-style-type: none"> 1. Accrochez une chaussette blanche et une chaussette noire sur le fil à linge. 2. Sélectionnez 2 thermomètres indiquant la même température. 3. Notez la température relevée sur les 2 thermomètres dans le tableau des résultats ci-dessous (dans la case « début de l'expérience ») 4. Placez ensuite un thermomètre dans chaque chaussette. 5. Allumez la lampe qui éclaire les chaussettes. 6. Relevez la température dans chaque chaussette toutes les 2 minutes pendant 20 minutes et complétez le tableau des résultats au fur et à mesure. 7. Proposez une conclusion répondant à la question. 	

Résultat : Evolution de la température dans chaque chaussette au cours du temps

Temps	Début de l'expérience	2 min	4 min	6 min	8 min	10 min	12 min	14 min	16 min	18 min	20 min
Température											
Chaussette blanche											
Chaussette noire											

Conclusion :

ANNEXE 8 – Circulation thermohaline

Les courants océaniques interviennent dans le climat actuel en transportant des eaux chaudes ou froides vers les continents.

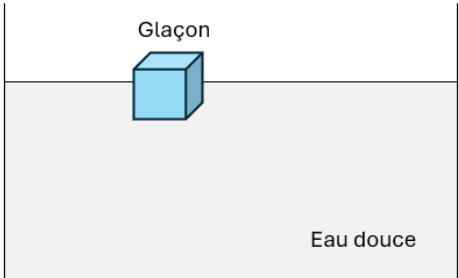
Le changement climatique actuel perturbe ces courants océaniques et impacte donc le climat dans certaines régions du globe.



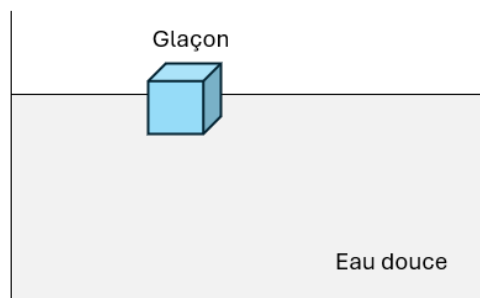
Quelle est l'origine des courants océaniques ? Quels sont les facteurs qui mettent l'eau en mouvement dans les océans ?

Hypothèses :

EXPERIENCE 1

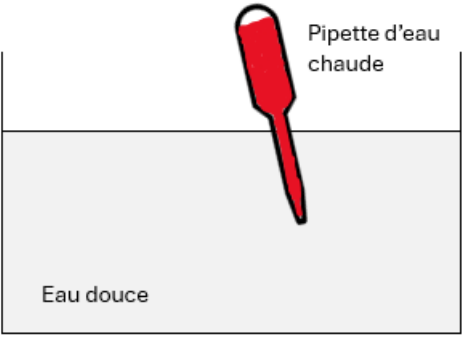
PROTOCOLE EXPERIMENTAL	MONTAGE EXPERIMENTAL
<ol style="list-style-type: none"> Remplissez un bac avec de l'eau à température ambiante. Déposez dans l'eau un glaçon d'eau colorée. Observez les mouvements de l'eau froide dans le bac. Complétez le schéma ci-dessous pour présenter le résultat de l'expérience. Proposez une conclusion présentant l'origine possible des mouvements d'eau. 	

Résultat :

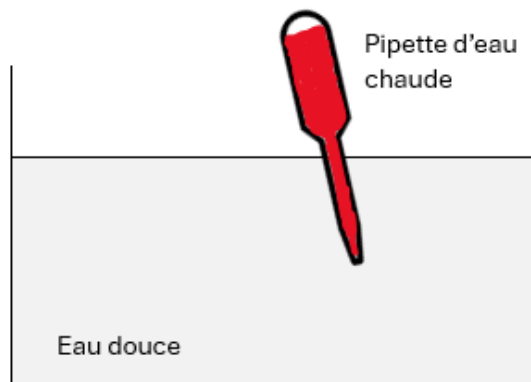


Conclusion :

EXPERIENCE 2

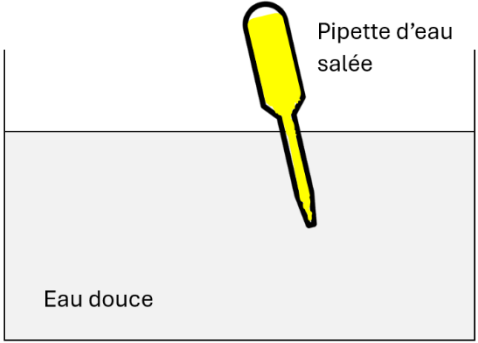
PROTOCOLE EXPERIMENTAL	MONTAGE EXPERIMENTAL
<ol style="list-style-type: none"> 1. Utilisez du colorant rouge et de l'eau chaude pour faire de l'eau chaude colorée dans un petit pot. 2. Remplissez une pipette plastique avec l'eau chaude colorée puis déposez cette eau chaude au centre du bac utilisé dans l'expérience 1. 3. Observez les mouvements de l'eau chaude dans le bac. 4. Complétez le schéma ci-dessous pour présenter le résultat de l'expérience. 5. Proposez une conclusion présentant l'origine possible des mouvements d'eau. 	

Résultat :

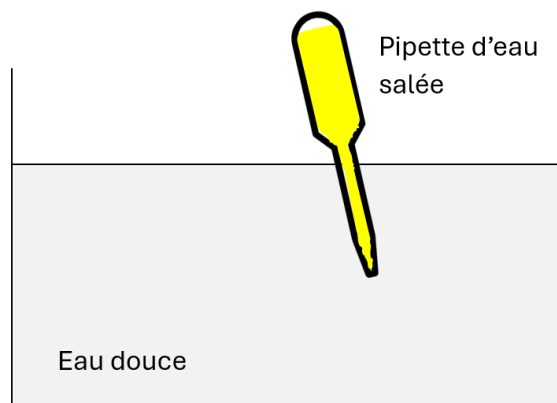


Conclusion :

EXPERIENCE 3

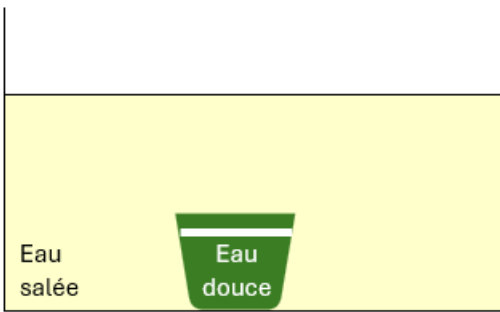
PROTOCOLE EXPERIMENTAL	MONTAGE EXPERIMENTAL
<ol style="list-style-type: none"> 1. Remplissez un 2^{ème} bac avec de l'eau douce à température ambiante. 2. Dans un petit pot, déposez quelques gouttes de colorant jaune puis une cuillère de sel. 3. Remplissez ensuite le pot avec de l'eau douce puis mélangez. 6. Remplissez une pipette plastique avec l'eau salée colorée puis déposez cette eau salée au centre du bac préparé à l'étape 1. 7. Observez les mouvements de l'eau salée dans le bac. 8. Complétez le schéma ci-dessous pour présenter le résultat de l'expérience. 9. Proposez une conclusion présentant l'origine possible des mouvements d'eau. 	

Résultat :

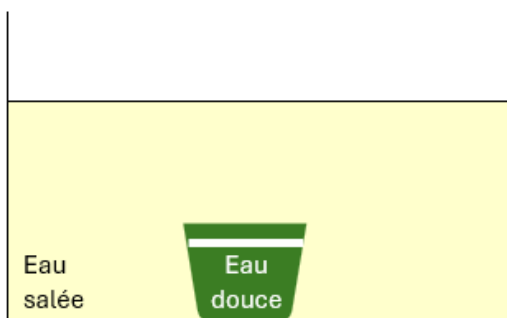


Conclusion :

EXPERIENCE 4

PROTOCOLE EXPERIMENTAL	MONTAGE EXPERIMENTAL
<ol style="list-style-type: none"> 1. Ajoutez 10 grosses cuillères de sel dans le bac de l'expérience 3. 2. Mélangez jusqu'à ce que tout le sel soit dissout. 3. Dans un petit pot, déposez quelques gouttes de colorant pour obtenir une couleur verte. 4. Remplissez ensuite le pot avec de l'eau douce jusqu'au bord. 5. Fermez le pot avec du film plastique et un élastique. 6. Percez le film plastique avec un pic à brochette en faisant un trou de 0,5 cm environ. 7. Déposez le pot au fond du bac rempli d'eau salée. 8. Observez le déplacement de l'eau verte. 9. Présentez le résultat de l'expérience en complétant le schéma ci-dessous 10. Proposez une conclusion présentant l'origine possible des mouvements d'eau. 	

Résultat :

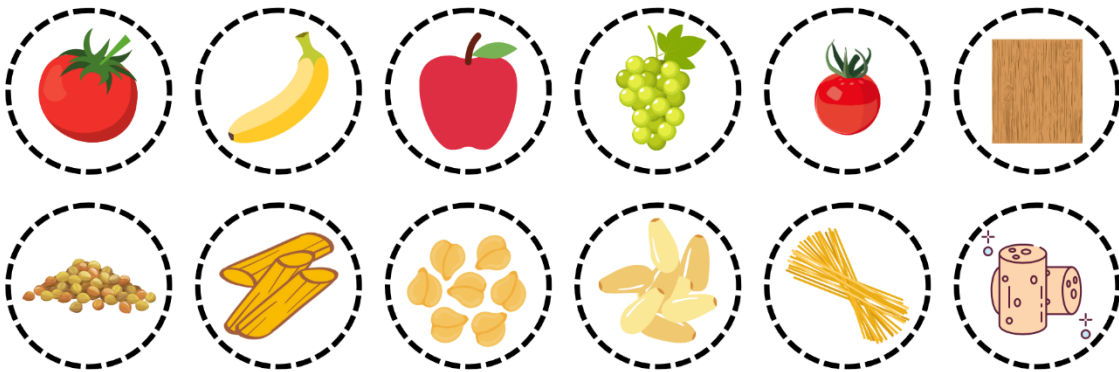
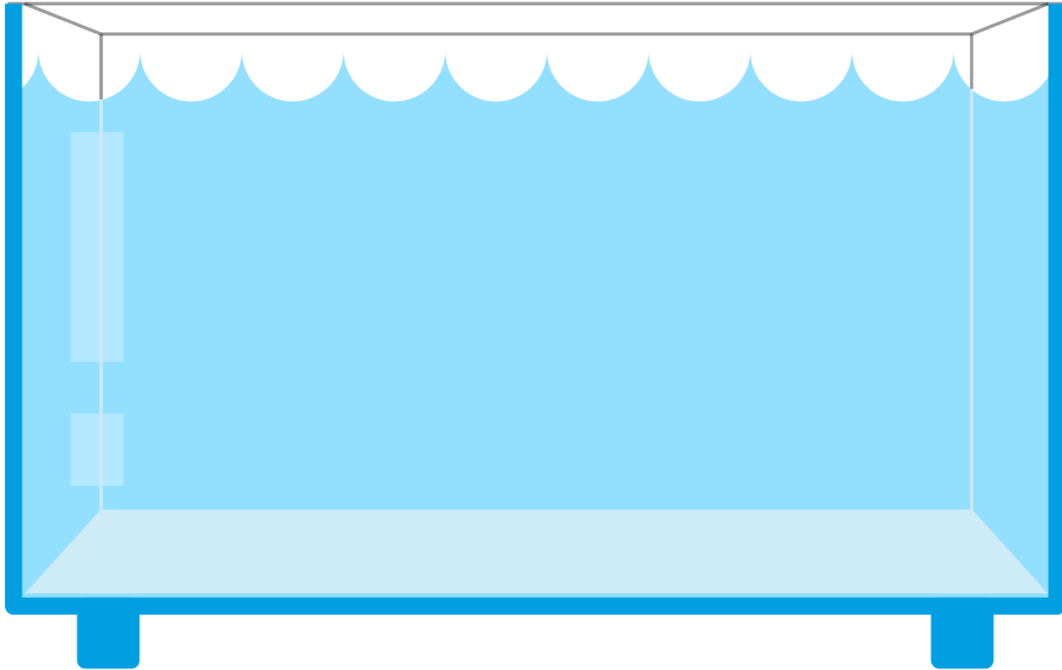


Conclusion :

ANNEXE 9 – Flote / coule – matériel à imprimer

FLOTTE - COULE?

Coupe et place les images au bon endroit



ANNEXE 10 – Carbonomètre

Titre de la carte	Source et calcul
Aller-retour Paris - New York en avion	5790 km (https://fr.distance.to/Paris/New-York,NY,USA) x 2 A/R x 0,158 (Long courrier 2018 avec traînées)
Aller-retour Paris - Toulouse en TGV	Indication SNCF : 1,4 kgCO ₂ e x2 (A/R). 793 km(https://www.rome2rio.com/map/Toulouse/Paris) x2(A/R) x 0.00173 (TGV 2019)
Aller-retour Paris - Toulouse en avion	588 km en avion (site https://fr.distance.to/Paris/Toulouse) x2 (A/R) x 0,258 kgCO ₂ e/peq.km (court courrier, avec traînées, 2018)
Aller-retour Paris - Toulouse en voiture	675 km en voiture (site https://fr.distance.to/Paris/Toulouse) x2(A/R) x 0,193 kgCO ₂ /km (moyenne parc toutes motorisation 2018)
Aller-retour Paris - Toulouse en autocar	675 km (site https://fr.distance.to/Paris/Toulouse) x2(A/R) x 0,0352 kgCO ₂ /km (Autocar Gazole)
30 km/jour en voiture pendant 1 an	30 km x 364,25 x 0,193 kgCO ₂ /km (moyenne parc toutes motorisation 2018)
30 km/jour en covoiturage 3 personnes pendant 1 an	30 km x 364,25 x 0,193 kgCO ₂ /km (moyenne parc toutes motorisation 2018) /3 (3 personnes en covoit)
30 km/jour en voiture électrique pendant 1 an	30 km x 364,25 x 0,103 kgCO ₂ /km (Voiture particulière coeur de gamme véhicule compact électrique)
5 km/jour en tramway pendant 1 an	5 km x 364,25 x 0,00472 kgCO ₂ /km (métro tramway trolleybus, 100 à 250 000 habitants 2018)
5 km/jour en autobus pendant 1 an	5 km x 364,25 x 0,146kgCO ₂ /km (autobus moyen, 100 à 250 000 habitants 2018)
5 km/jour en voiture pendant 1 an	5 km x 364,25 x 0,193 kgCO ₂ /km (moyenne parc toutes motorisation 2018)
5 km/jour en vélo électrique pendant 1 an	5 km x 364,25 x 0,005 kgCO ₂ e/km (vélo mécanique, European Cyclist Federation, sans prise en compte de l'effort)
5 km/jour de marche à pied pendant 1 an	facteur d'émission = 0 : non prise en compte de l'effort
2 repas végétariens par jour pendant 1 an	2 x 364,25 x 0,51 (repas végétarien))
2 repas avec du boeuf par jour pendant 1 an	2 x 364,25 x 6,29 (repas classique (avec boeuf))
2 repas avec du poulet par jour pendant 1 an	2 x 364,25 x 1,35 (repas classique (avec poulet))
1 ampoule allumée 24h/24 pendant 1 an	364.25 x 24h x 0,020 kW x 0,0823 kgCO ₂ /kwh (electricité 2018 usage : éclairage résidentiel - consommation)
Chauffage gaz d'une maison pendant 1 an	200 kWh/m ² /an x 100 m ² x 0,227 kgCO ₂ e/kWh (gaz naturel mix moyen consommation 2015) / 82% (rendement gaz standard ecorecover.org)
Chauffage fioul d'une maison pendant 1 an	200 kWh/m ² /an x 100 m ² x 0,324 kgCO ₂ e/kWh (fioul domestique) / 82% (rendement fioul standard ecorecover.org)
Chauffage électrique d'une maison pendant 1 an	200 kWh/m ² /an x 100 m ² x 0,147 kgCO ₂ e/kWh (electricité 2018 usage : chauffage résidentiel) / 100% (rendement moyen de chauffage)
Chauffage par réseau de chaleur d'une maison pendant 1 an	200 kWh/m ² /an x 100 m ² x 0,107 kgCO ₂ e/kWh (contenu moyen en 2019, tous réseaux confondus) / 83% (rendement moyen de chauffage)
Chauffage au granulé de bois pendant 1 an	200 kWh/m ² /an x 100 m ² x 0,0304 kgCO ₂ e/kWh (granulés bois 8% humidité) / 80% (rendement poêle granulés ecorecover.org)
Chauffage gaz d'une grande maison pendant 1 an	200 kWh/m ² /an x 120 m ² x 0,227 kgCO ₂ e/kWh (gaz naturel mix moyen consommation 2015) / 82% (rendement gaz standard ecorecover.org)

Chauffage gaz d'une petite maison pendant 1 an	200 kWh/m ² /an x 80 m ² x 0,227 kgCO ₂ e/kWh (gaz naturel mix moyen consommation 2015) / 82% (rendement gaz standard ecorenover.org)
Chauffage électrique d'une maison pendant 1 an	300 kWh/m ² /an x 100 m ² x 0,147 kgCO ₂ e/kWh (electricité 2018 usage : chauffage résidentiel) / 100% (rendement moyen de chauffage)
Achat d'un habit par semaine pendant 1 an	Jean : 23,2 kgCO ₂ e x 52
Achat d'un habit par trimestre pendant 1 an	Jean : 23,2 kgCO ₂ e x 4
Achat d'un appareil électroménager par 1 an	Gazinière : 163 kgCO ₂ e
Achat d'un appareil électroménager tous les 5 ans	Gazinière : 163 kgCO ₂ e /5
Achat d'un appareil numérique par mois	Tablette : 63,2 x12
Achat d'un appareil numérique par an	Tablette : 63,2