



# UNDER ANTARCTICA

Cahier n°6 - Les glaciers et l'eau dans tous leurs états

Heidi

Paco

Matthieu





# Skier, réparer, skier, réparer

*AVANT DE POUVOIR ACCÉLÉRER CES DERNIERS JOURS, HEÏDI, MATTHIEU ET PACO N'ONT PAS PU AVANCER PENDANT 36 HEURES À CAUSE DU MANQUE DE VENT.*

“Comme nous avons été bloqués pendant 36 heures sans pouvoir avancer, malgré les grandes voiles de kite, nous avons profité de ce moment pour réparer notre équipement.

Il y a beaucoup de choses auxquelles on ne pense pas jusqu'à en avoir besoin, comme remettre de l'isolation dans nos thermos ou charger les batteries. On a surtout pu faire le plus important : donner des nouvelles à notre famille et à nos proches, pour les rassurer !”



*Vous vous souvenez du pôle sud d'inaccessibilité ?  
Voici nos braves aventurier.e.s et la star Paco*



*Heïdi doit recoudre les surchaussures  
autour de nos bottes de ski.*

Une petite vidéo d'Heïdi et  
Matthieu dans Télématin sur  
France Télévision



## Inscrivez-vous maintenant pour le visio' avec Heïdi, Matthieu et Paco du 19/12 !



Vendredi 19 décembre à 10h (heure française),  
vous aurez la chance de parler en direct avec Heïdi Sevestre  
et Matthieu Tordeur depuis leur expédition en Antarctique.

Le moment idéal pour leur poser toutes vos questions sur le quotidien  
d'une expédition scientifique, l'Antarctique et les diverses thématiques  
abordées lors des cahiers. Ils ont hâte de vous rencontrer !

**Voici le lien d'inscription à l'appel vidéo, n'oublie pas de  
le remplir pour recevoir le lien Zoom pour le Jour-J.**





Ça y est !! Nous voilà devant la chaîne Transantarctique  
Wow regarde, Paco ! Ces montagnes s'étirent d'un océan à l'autre comme un gigantesque mur de glace !

Péninsule antarctique

Novolazarevskaya

Antarctique Est

Pôle Sud d'inaccessibilité

Pôle Sud géographique

Union Glacier

Antarctique Ouest

Le mont Kirkpatrick est tellement haut qu'il a souvent la tête dans les nuages : 4 528 mètres ! Il est bien entouré, 20 autres cousins l'accompagnent dans le club privilégié des sommets de +4 000m.



La chaîne  
Transantarctique

La chaîne sépare d'un côté, l'Antarctique de l'Est, un haut plateau de glace très froid au bilan de santé stable. De l'autre, l'Antarctique de l'Ouest, qui perd plus de glace, donc plus fragile.

Tu parles de moi là ?

Fragile comme un bébé manchot qui ne sait pas nager ?

Un poussin manchot empereur

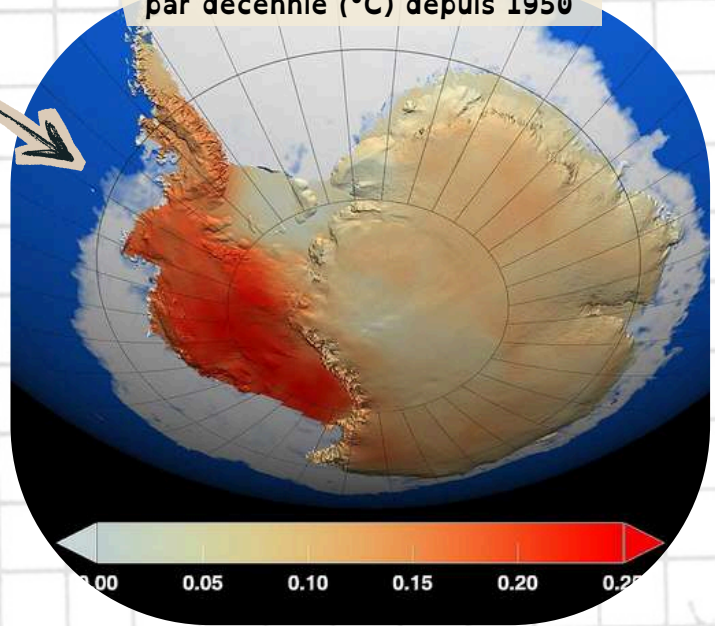






Regarde en image,  
l'Ouest se réchauffe  
plus que l'Est !

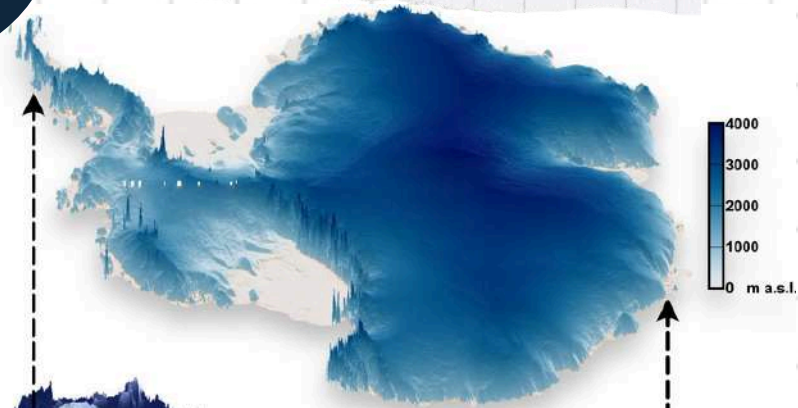
Réchauffement de la surface  
par décennie (°C) depuis 1950



Les raisons sont complexes, mais on peut  
retenir que l'Est constitue une véritable  
forteresse froide, avec une calotte  
glaciaire plus épaisse et plus élevée.

À l'inverse, l'Ouest  
présente un relief très  
découpé : montagnes,  
profonds bassins et  
nombreuses îles, qui le  
mettent davantage en  
contact avec l'océan et  
favorisent ainsi son  
réchauffement.

Carte d'élévation de la surface  
glaciaire de l'Antarctique



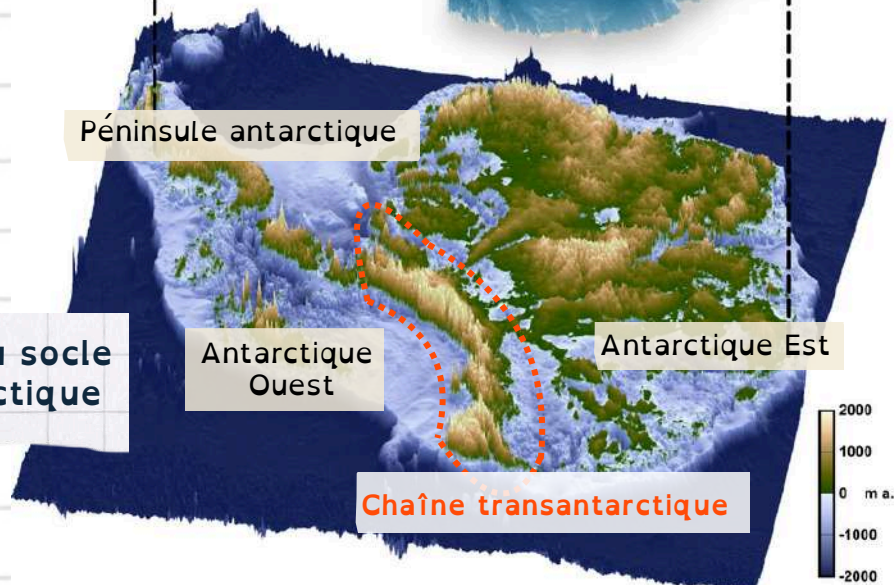
Péninsule antarctique

Antarctique  
Ouest

Antarctique Est

Chaîne transantarctique

Carte d'élévation du socle  
rocheux de l'Antarctique



Oh, c'est comme si  
on lui avait enlevé son  
bonnet de glace !



Au-dessus du  
niveau de la mer

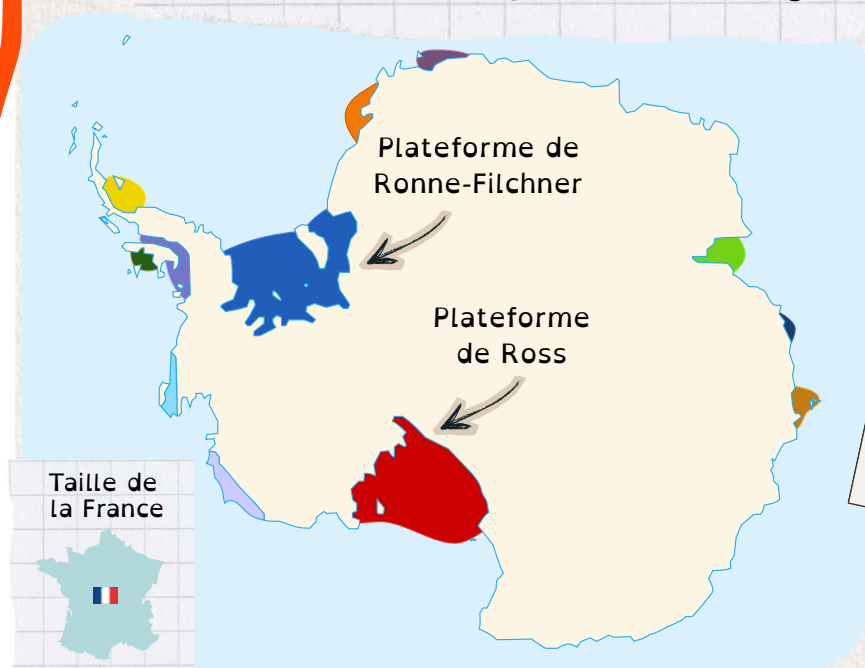


En-dessous du  
niveau de la mer



Également, on trouve à l'ouest des glaciers qui s'étendent sur la mer, et forment ce qu'on appelle des **plateformes de glace**. Puisque la glace est moins dense que l'eau, elles flottent, mais sont toujours rattachées à la terre ferme.

Carte de l'Antarctique  
avec en couleur les plateformes de glace



Le dérèglement climatique réchauffe l'air, mais il **réchauffe aussi l'océan**, et modifie ses courants ! Comme les courants se réchauffent, les plateformes de glace fondent encore plus par leur dessous.



Plateforme de glace

Attendez, je veux pas finir sur un **iceberg** à la dérive moi !

Formation d'iceberg

Crevasses

L'eau vient grignoter la glace par dessous.

Dans l'eau, la glace fond beaucoup plus rapidement.

Par exemple, dans une pièce à 20°C, un glaçon qui fond en 1 heure dans l'air peut fondre en 2 à 5 minutes dans l'eau. L'eau conduit la chaleur environ 20 à 25 fois mieux que l'air.



Oups, c'est quoi déjà  
un courant marin ?

Ils sont comme de  
gigantesques rivières  
dans l'océan.

Ils transportent bien plus que  
de l'eau : chaleur, plancton,  
nutriments... et même des  
animaux !



Les courants marins bougent  
grâce à 5 **moteurs** : la chaleur, le  
sel, le vent, le relief sous-marin  
et la rotation de la Terre.

Grâce à eux, les océans restent  
vivants et en **mouvement**, notre  
Terre garde ses climats équilibrés.



T'es encore là toi ?  
Mais tu viens d'où et  
comment tu sais tout ça ?

**Aide Paco !**

D'après la vidéo, peux-tu  
retrouver le nom du courant  
marin qui circule entre  
l'Amérique et l'Europe ?



Vidéo sur les  
courants marins



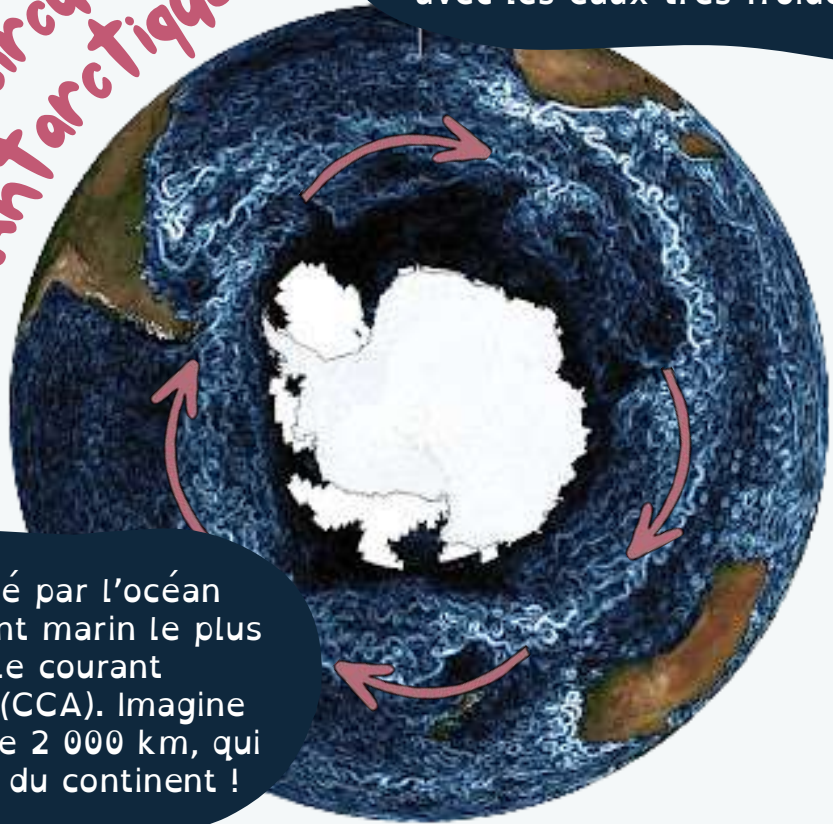




Tu sais, moi aussi je m'y connais, t'es pas le seul manchot qui s'y connaît... Je me suis trop éloigné de mes parents et je me suis perdu. D'ailleurs, je m'en vais. Allez, CIAO VIEUX MANCHOT !

Le courant circumpolaire Antarctique

Le courant circumpolaire antarctique forme une ceinture protectrice en isolant l'Antarctique des eaux chaudes du Nord, leur évitant de se mélanger facilement avec les eaux très froides du Sud.



L'Antarctique est entouré par l'océan Austral, qui abrite le courant marin le plus puissant du monde : le courant circumpolaire antarctique (CCA). Imagine une rivière géante, large de 2 000 km, qui tourne sans cesse autour du continent !

Aujourd'hui, le changement climatique perturbe son "comportement". La fonte des glaciers y déverse de l'eau douce, moins dense que l'eau salée, qui le ralentit et affaiblit son rôle de "barrière" protectrice. Pendant ce temps, les eaux plus chaudes rongent par en dessous les plateformes de glace dont je te parlais tout à l'heure.

Euh... oui, merci Heïdi, c'était très intéressant. Mais il est passé où le gros poussin malpoli ?

De quel poussin tu parles ? Je n'ai pas vu de poussin moi !







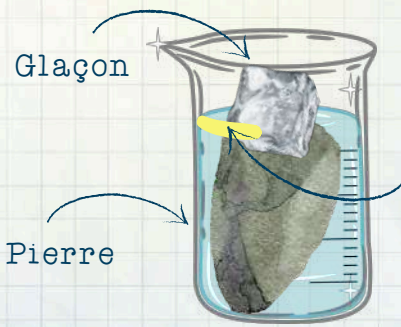
Quand une plateforme de glace ou la banquise fond, cela n'ajoute pas d'eau supplémentaire dans l'Océan car ils sont déjà dans l'eau. À l'inverse, les glaciers posés sur la terre ferme, en fondant, rajoutent de l'eau aux océans et les font monter.

Paco, concentre-toi et arrête de repenser au poussin. Toi qui veux être glaciologue, réalise cette expérience pour vérifier ce que je te raconte !

1

Pour réaliser l'expérience, suis ce protocole en prenant 2 verres chez toi

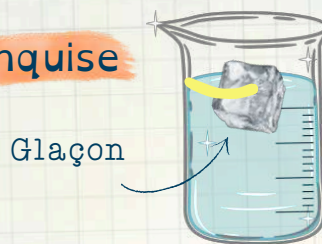
### Glacier



2

Après avoir rajouté le glaçon, l'un sur la pierre, l'autre dans l'eau, mets un élastique à la hauteur de l'eau

### Banquise



3

Maintenant, attends que ça fonde et observe ce qu'il s'est passé !

## Une montée du niveau de la mer...

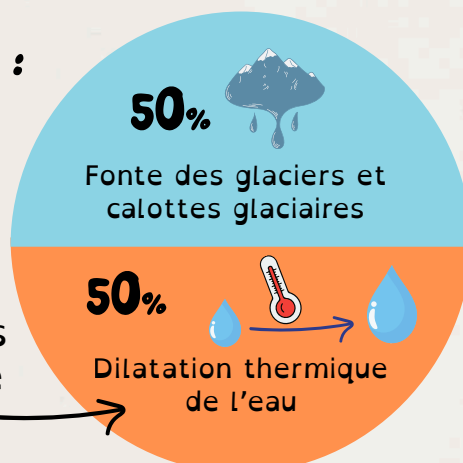
➔ +23 centimètres depuis 1880

## ... qui s'accélère

Aujourd'hui, il monte de presque 6 millimètres par an, alors qu'entre 1901 et 1971 il montait d'environ 1 millimètre par an.

## Les causes :

Quand l'eau de l'océan chauffe, elle se dilate et prend plus de place. Le niveau de la mer monte.



Je ne pensais pas que les glaciers et l'océan étaient aussi étroitement liés !





Je vais te raconter l'histoire d'une immense plateforme de glace au doux nom de Larsen B.

Lorsque celle-ci s'est décrochée en quelques semaines en 2002, elle a agi comme un bouchon de bouteille de champagne qu'on aurait secoué : les glaciers qu'elle retenait ont accéléré vers la mer, s'y jetant et faisant monter les eaux.

Larsen B se situe ici, sur la péninsule Antarctique



31 janvier 2002

La plateforme de glace (à gauche) est marquée de lignes parallèles de points bleus. Ces points sont des flaques d'eau de fonte.

Le bord avant de la plateforme en forme de C a déjà reculé d'environ 10 kilomètres. On observe les premiers gros icebergs qui se sont décrochés.

17 février 2002

7 mars 2002

La plateforme s'est presque totalement désintégrée en un mélange bleuté de neige fondue et d'icebergs. Entre le 31 janvier et le 7 mars, la plateforme a perdu 2,717 km<sup>2</sup> de glace, soit la taille de l'île de La Réunion.

Le 17 mars, on voit les icebergs s'éparpiller jusqu'à sortir de l'image.

17 mars 2002

Retrouve la date associée à chaque image satellitaire :



A

\_\_\_\_\_



B

\_\_\_\_\_



C

\_\_\_\_\_



D

\_\_\_\_\_

Conséquences de cet effondrement sur les glaciers qui étaient retenus par la plateforme Larsen B:

x3 vitesse

x10 en perte de glace



L'Antarctique de l'Est est stable  
et l'Ouest, plus sensible au réchauffement.

Tu te souviens quand on parlait des périodes  
**glaciaires** et **interglaciaires** ? Il y a 130 000 ans, la  
terre était dans une période chaude, elle était  
presque aussi chaude qu'elle pourrait l'être en  
2100. Avec notre radar, on se demande : la glace  
de l'Antarctique de l'Ouest a-t-elle tenu...  
Ou s'est-elle effondrée ?

### Mission du radar



Si notre radar de  
profondeur retrouve des  
couches de glace plus  
vieilles que 130 000 ans :  
La calotte glaciaire a  
survecu.



Sinon, cela signifiera  
qu'elle s'est déjà  
effondrée... Et qu'avec le  
réchauffement actuel, ça  
pourrait se reproduire à  
long terme.



Radar de profondeur

La réponse est cruciale : si cette immense masse de  
glace disparaissait, le niveau des mers monterait de  
plusieurs mètres. Les recherches scientifiques en  
Antarctique, comme notre expédition, permettent  
d'**anticiper** ce qui pourrait aussi arriver à la **calotte**  
**polaire** et son impact sur la montée des eaux.







Matthieu, quelles sont les conséquences de la montée des eaux ?



L'eau salée peut contaminer les eaux douces souterraines



Des espèces de poissons, oiseaux et plantes perdent leur habitat.



Des populations littorales sont contraintes de se déplacer.



## La montée des eaux

Les risques de submersion marine vont augmenter lors des tempêtes



Les terres agricoles submergées deviennent inutilisables.



Les côtes s'érodent

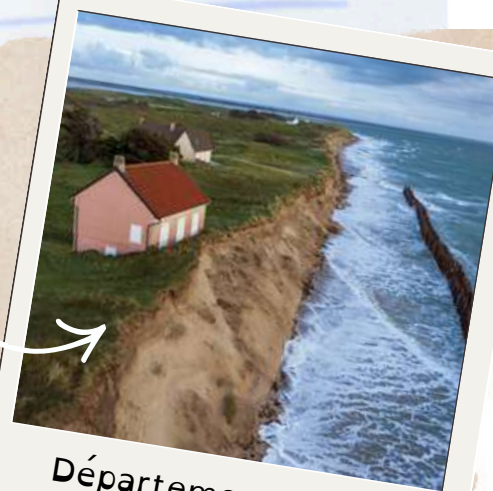


## Aide Paco !



Activité interactive sur les liens entre la montée du niveau de la mer, la cryosphère et les activités humaines

Cette photo illustre deux conséquences de la montée des eaux, sauras-tu trouver laquelle ?



Département de la Manche, France



Aujourd'hui, 110 millions de personnes vivent à moins d'1 mètre d'altitude de la mer : c'est comme la population de la France et de l'Espagne réunies. Environ 680 millions vivent à moins de 10 mètres d'altitude : presque autant que toute l'Europe. En 2050, avec le **scénario climatique** actuel, les zones en rouge sur ces cartes seraient submergées au moins une fois par an.

### Delta du Gange-Brahmapoutre-Meghna (Bangladesh et Inde)



- Zone densément peuplée
- Culture agricole intensive
- Biodiversité exceptionnelle

### Mer du Nord (Pays-Bas, Belgique, France, Allemagne)



- Grandes villes : Amsterdam, Rotterdam, Bruges, La Haye
- Zone économique et portuaire majeure

Conseil des ministres aux Maldives en 2009 pour alerter sur les conséquences de la montée des eaux dans leur pays.



D'accord, on sait mesurer la montée des eaux, mais concrètement, qu'est-ce qu'on peut faire pour limiter les dégâts ?

### Aide Paco !

En 2022, l'Indonésie décide de déplacer sa capitale, Jakarta, vers une nouvelle ville appelée Nusantara, en partie à cause de la montée des eaux.

Quel est le lien entre cette décision et les glaciers ?

Regarde ce qu'il se passera dans ton pays et ta région en 2050 et au-delà.





Le plus important, c'est d'agir sur les causes et de réduire nos émissions de gaz à effet de serre. Ainsi, on pourra limiter le réchauffement de la Terre.

Réduire nos émissions de gaz à effet de serre

C'est ainsi que l'on protège le mieux les glaciers et les territoires touchés par la montée du niveau de la mer.

C'est l'**action** la plus importante qui répond au problème à sa source ! Agir dès maintenant coûtera moins cher aux pays que de laisser les dégâts s'aggraver.

Mais que faire quand la montée des eaux impacte déjà les territoires ?

S'adapter aux changements

Il faut trouver des **solutions adaptées** à chaque côte. Comme la montée de la mer n'a pas les mêmes effets partout, chaque endroit a besoin d'une réponse spéciale. Parfois, on doit déplacer des habitations pour être en sécurité. Souvent, la nature nous aide : les dunes et les plantes du bord de mer freinent les vagues et les zones humides absorbent l'eau comme des éponges. Et surtout, il faut éviter de construire dans les endroits qui pourraient être inondés plus tard.

À toi !

Imagine que les habitants du village imaginaire de Pacoville te demandent conseil pour protéger leur territoire des vagues de tempête qui submergent souvent la route principale. Que leur conseillerais-tu ? (Plusieurs réponses possibles)

- a. ☐ Enlever le sable et la végétation du bord de mer.
- b. ☐ Interdire l'accès à cette route en fonction de la météo.
- c. ☐ Renforcer et protéger les dunes avec des plantes adaptées au bord de mer.





La lutte contre le changement climatique, c'est un peu comme notre expédition aujourd'hui : on rencontre des obstacles, mais il faut toujours avancer. Regarde autour de nous, le décor est particulièrement chaotique !

Oh c'est vrai ça, surtout ces horribles vagues de neige qui nous secouent sans arrêt !

Ces vagues sculptées par le vent, ce sont des **sastrugis**. La calotte antarctique est loin d'être uniforme : regarde, j'ai pris plusieurs photos de tout ce qu'on peut y rencontrer. Avant de partir, nous avons étudié notre parcours avec soin pour les éviter. Mais dans la réalité, on doit nous adapter au jour le jour, en fonction du vent et des nouveaux obstacles rencontrés.



Zones de glace bleue  
(très glissante)



Crevasses



Sastrugis



Nunataks  
(montagnes émergées)



Lacs et rivières  
supraglaciaires





Sastrugi ou pas, on doit avancer. Et même si c'est parfois pénible, toujours avec le sourire !

Zzzzzzz.....

Allez Paco, arrête de faire le mort. Je sais que tu as envie de te reposer mais tu peux le faire dans la Pulka, on doit repartir... En plus tu as ta lettre à écrire !

Coucou mes petit.e.s potes !

Cette semaine était folle en action. J'ai découvert la chaîne Transantarctique, cet immense mur de montagnes qui sépare l'Antarctique de l'Est et l'Antarctique de l'Ouest.

J'ai aussi vu les mouvements des glaciers vers la mer et les courants marins. Ça m'a fait comprendre que la fonte des glaciers impacte la montée du niveau des mers. Et ça, ça a des conséquences sur les animaux, les humains et leurs habitats. Mais ensemble, les humains peuvent **atténuer** le problème en réduisant le réchauffement et **s'adapter** localement en nous aidant de la nature.

Allez,  
à très vite  
les amis..

**Paco**  
Glaciologue en formation



D'ailleurs Paco, on a un joli petit mot pour toi en cette fin d'année...

Voilà déjà six semaines que nous glissons ensemble sur l'immensité blanche. Qui aurait cru qu'un petit manchot du Cap deviendrait un compagnon de route aussi indispensable ?

Avec toi, le froid nous chatouille plus qu'il ne nous effraie, même l'attente interminable du vent pour gonfler nos kites finit par nous faire rire. Ensemble, nous formons une sacrée équipe : deux humains un peu givrés et un manchot toujours partant pour voir ce qu'il y a derrière le prochain sastrugi.

Petit Paco, merci pour ton courage à toute épreuve, ta curiosité insatiable et ta capacité à nous rappeler qu'explorer, c'est aussi s'émerveiller.

Nous sommes convaincus que tu auras toutes les qualités nécessaires pour siéger au conseil des manchots et y apporter une aide précieuse.

Sans toi, l'Antarctique serait beaucoup plus silencieux... et nettement moins drôle.

Avec toute notre amitié polaire !

**Heidi et Matthieu**





# Les Jeux des petits scientifiques



Coucou toi, est-ce que tu veux bien compléter mes notes ? Je garderai précieusement ton travail pour m'en servir au Conseil des Manchots.

Merci !!!



## L'Antarctique



Colorie la calotte glaciaire en bleu clair, l'océan en bleu foncé et au moins une plateforme de glace en rouge

Les plateformes de glace sont importantes car :

- a. ☐ Elles ralentissent l'écoulement des glaciers vers l'océan
- b. ☐ Elles servent d'habitat à la végétation d'Antarctique



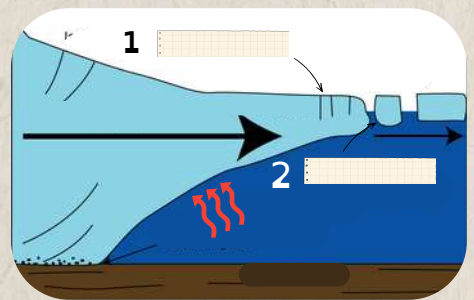
## La montée des eaux

A ton avis, quelle ville sera impactée par la montée du niveau de la mer ?

- ☐ Bogotá (Colombie) : 2 640 mètres au dessus du niveau de la mer
- ☐ Venise (Italie) : 1 mètre au dessus du niveau de la mer



## Les plateformes de glace



Complète le schéma et cette phrase.

L'eau fait fondre la glace par \_\_\_\_\_



## Les courants marins

1 - A quoi servent les courants marins ?

- ☐ Décorer l'océan
- ☐ Transporter l'eau, la chaleur, le plancton et des animaux.

2 - L'océan Austral est le seul océan au monde à entourer entièrement un continent.

- ☐ Vrai
- ☐ Faux

## BONUS

Et toi, écris trois choses que nous pourrions faire pour limiter la fonte des glaciers et la montée des eaux ?





# Lexique



**Densité:** Un matériau est dit moins dense qu'un autre si, pour la même taille (le même volume), il est plus léger. C'est le cas pour la glace par rapport à l'eau, c'est pourquoi la glace flotte sur l'eau.



**Érosion :** processus qui use, fragmente et déplace les roches, les sols ou les côtes sous l'effet du vent, de l'eau, de la glace ou des activités humaines.



**Lac supraglaciaire:** étendue d'eau temporaire qui se forme à la surface des glaciers ou des calottes glaciaires lors de la fonte estivale.



**Plancton :** l'ensemble des organismes microscopiques ou minuscules (végétaux, animaux, bactéries) qui flottent dans les océans ou les eaux douces, formant la base de la chaîne alimentaire aquatique et jouant un rôle clé dans la production d'oxygène



**Trajectoire climatique :** Projection des évolutions futures du climat en fonction des niveaux d'émissions de gaz à effet de serre et des actions humaines. Dans la trajectoire climatique actuelle, la température en 2100 serait de +2,9 °C par rapport à l'année 1850.



**Relief :** ensemble des formes et irrégularités (montagnes, vallées, plateaux, plaines, etc.) qui sculptent la surface de la Terre.



**Submersion marine :** l'inondation temporaire ou permanente des zones côtières par la mer, c'est-à-dire de l'eau salée, causée par des marées hautes, des tempêtes, la montée des eaux et/ou des tsunamis.

## Pour aller plus loin







Pssst !  
Tu veux nous soutenir  
dans ce projet ?

# UNDER ANTARCTICA

**PARTICIPEZ À NOTRE CAMPAGNE DE CROWDFUNDING  
ET DOUBLEZ VOTRE IMPACT !**



Ce programme 100% gratuit est conçu avec amour par l'équipe de Témoins Polaires :  
Charlotte, Marc, Corentin, Théo, Marguerite, Matthieu et nos relecteur.ices expert.es .

Pour nous soutenir, participez à notre campagne de crowdfunding  
en partenariat avec 1% for the planet avant le 31 décembre 2025 !

À propos de l'association Témoins Polaires :

Témoins Polaires vise à donner les clefs de compréhension du climat et les moyens d'agir, à travers l'émerveillement et les connaissances scientifiques des régions polaires. Toute l'année, des ateliers gratuits de sensibilisation à destination des élèves du primaire au lycée, sont proposés dans des lieux atypiques ou à bord de trois-mâts polaire Le Français. Depuis 2021, ce sont plus de 60 000 jeunes qui ont été sensibilisés à la richesse et la fragilité des milieux polaires et qui ont ainsi pris le relais des grands explorateurs et scientifiques qui ont permis de mieux comprendre ces environnements éblouissants.

scanner & donner



## Votre générosité est récompensée :



### Soutien du projet

**10 € donnés**  
(3,40 € après réduction fiscale)

**= 20 € reversés**



votre nom sur  
notre site internet



### Ami.e des pôles

**30 € donnés**  
(10,20 € après réduction fiscale)

**= 60 € reversés**



votre nom sur notre site et notre newsletter

1 carte postale  
de remerciement



### Partenaire de l'aventure

**50 € donnés**  
(17 € après réduction fiscale)

**= 100 € reversés**



votre nom mentionné  
1 carte postale



1 message de l'Antarctique  
de Heidi et Matthieu



### Membre engagé.e

**100 € donnés**  
(34 € après réduction fiscale)

**= 200 € reversés**



8 x cahiers imprimés



1 t-shirt de l'asso



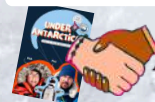
### Bienfaiteur.rice des glaces

**500 € donnés**  
(170 € après réduction fiscale)

**= 1 000 € reversés**



rencontre avec l'équipe



1 t-shirt + 1 veste de l'asso





Mer d'Amundsen

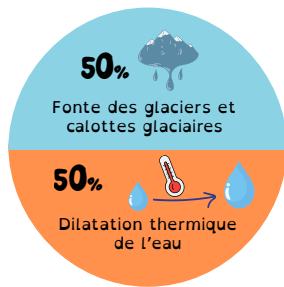
Antarctique Ouest  
une calotte instable

Antarctique  
70%  
réserve d'eau douce

Quand les glaciers  
fondent  
la mer monte



# Les images à découper



Le courant circumpolaire Antarctique



# COMPÉTENCES CYCLE 3

Je suis capable d'identifier des enjeux liés à l'environnement
Je suis capable de mettre en relation différentes informations (mise en relation de plusieurs supports comme des schémas, des tableaux, des textes...).
Je peux expliquer mes choix et mes actes : la responsabilité de l'individu et du citoyen dans le domaine de l'environnement, de la santé.
Je comprends que l'état physique d'un échantillon de matière dépend de conditions externes, notamment de sa température.
Je prends en charge des aspects de la vie collective et de l'environnement et développe une conscience citoyenne, sociale et écologique.

## CORRIGÉ DES EXERCICES

### Page 9

A → 7 mars

C → 17 mars

B → 31 janvier

D → 17 février

### Page 11

- Des populations littorales sont contraintes de se déplacer.
- Les côtes s'érodent

### Page 12

Réponses b. et c.

### Page 17



Réponse a.



1 → Crevasse

2 → Iceberg

L'eau fait fondre la glace par dessous



1. Transporter l'eau, la chaleur, le plancton et des animaux.

2. Vrai



Venise, car la ville se situe sur la côte et à très faible altitude

### Page 13

Le lien entre ce démenagement et les glaciers est la suivante :

Lorsque les glaciers et les calottes glaciaires fondent, ils contribuent à la montée des eaux, et ce partout dans le monde. L'Indonésie est le plus grand archipel du monde (formé d'îles) et donc l'un des pays les plus exposés à la montée des eaux.

Jakarta risque d'être partiellement submergée, en partie à cause de cette montée des eaux, ce qui a poussé le gouvernement à déplacer la capitale vers une zone plus sûre. Cet exemple illustre le fait que ce qu'il se passe loin (dans les glaciers d'Antarctique) peut avoir des conséquences chez nous.