

livret de VOYAGE

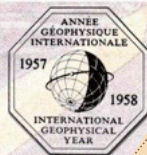


Vers l'aventure !

On recherche jeunes
chercheurs pour
participer aux campagnes
organisées pour l'Année
Géophysique
Internationale

le LORIS
marque demain

TERRE ADÉLIE
Station Charcot
S - 139° 02' E



ANNEE GÉOPHYSIQUE INTERNATIONALE
EXPÉDITION ANTARCTIQUE
1957-1958





FÉLICITATIONS !

Vous voilà parti vers
l'aventure en terres australes.

Nous avons besoin de gens comme
vous pour mener à bien une mis-
sion scientifique de terrain
exigeante
et périlleuse.

Votre mission sera de recueillir
et analyser de précieux échan-
tillons de glace afin de rensei-
gner le climat de l'Antarctique.

Pour cela, après un voyage de
plusieurs mois à travers les
océans du monde, vous traverse-
rez les glaces de l'Antarctique
pour rejoindre l'isolement de la
base Charcot.

Vous y passerez une année en la
compagnie de deux scientifiques
qui vous épauleront tout au long
de la mission.

Bon voyage à vous !



Trajet du brise-glace Norsel, emmenant Claude Lorius du Havre jusqu'en Antarctique

LA GLACE ET LE CIEL

Retour sur une vie
de glaciologue :
Claude Lorius, dont
le nom est associé à
l'Antarctique depuis
déjà soixante ans, a
mêlé durant sa car-
rière le goût de
l'aventure à celui
de la science. De
l'ivresse de l'hiver-
nisme dès ses 25
ans aux inquiétudes
nées de ses observa-
tions scientifiques,
le chercheur s'est
nourri émotionnelle-
ment de la glace.
Scientifiquement
aussi, en découvrant
une propriété des
bulles piégées dans
les glaces
jusqu'alors
insoupçonnée...

Date de sortie

21 octobre 2015
(France)

Réalisateur

Luc Jacquet

Bande originale

Cyrille Aufort

Scénario

Luc Jacquet

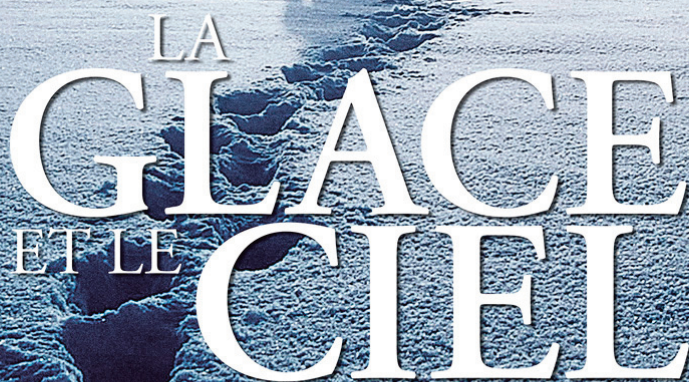
Producteur

Richard Grandpierre

Distribution

Claude Lorius
Michel Papineschi
(narrateur)

LE FILM



LA
GLACE
ET LE CIEL

UN FILM DE
LUC JACQUET

AVEC CLAUDE LORius

[illegible]

ESKWAD



KERING



OCS

ZOEACO

wild bunch

□



LA BASE CHARCOT

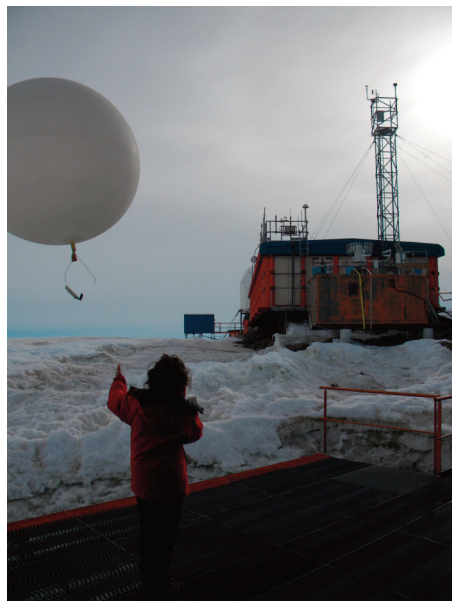
La base Charcot fut fermée en 1959 après l'hivernage de Claude Lorius, Jacques Dubois et Roland Schlich et de leurs successeurs du deuxième hivernage. Aujourd'hui, les hivernages français se font sur les bases permanentes de Concordia ou Dumont D'Urville.



DUMONT D'URVILLE

La station française Dumont D'Urville est située sur une île, proche de la côte antarctique. Elle assure des relevées météorologiques (température, humidité, vent, pression...) essentiels pour la connaissance du climat antarctique.

Différents moyens expérimentaux sont utilisés, comme les lâchers de ballons sondes ou les tirs LIDAR permettant d'étudier l'atmosphère pour déterminer la composition des nuages. Les conditions y sont extrêmes, avec des vents glacés cata-batiques, pouvant frôler chaque année les 200 km/h. Associés à des températures de -35°C l'hiver, les vents rendent le froid ressenti très vigoureux.



CONCORDIA

La station franco-italienne Concordia est située sur le plateau antarctique. Avec plus de 3 km d'altitude, le site est particulièrement inhospitalier par ses températures extrêmes (-20°C l'été, -80°C l'hiver), et sa pression de haute montagne (entre 630 et 660 hPa, l'équivalent de sommets pyrénéens). C'est donc en haute altitude que les scientifiques font ici leurs mesures depuis 2005.

La faible pression peut causer aux nouveaux arrivants maux de tête, insomnies, vomissements, étourdissements... Il est arrivé que des hivernants ne parviennent pas à s'acclimater et soient obligés d'être rapatriés à une station de basse altitude comme Dumont d'Urville.



LES QUESTIONS

QUESTION 1

Combien de mètres de glace se trouvent sous les pieds des hivernants de la station Concordia ?

- A : 3,27 m
- B : 32,7 m
- C : 327 m
- D : 3270 m

QUESTION 2

D'où vient la glace de l'Antarctique ?

- A : Elle a toujours été là
- B : De l'eau de mer qui a gelé
- C : De l'accumulation de neige
- D : De chez le marchand

QUESTION 3

Qu'étudie-t-on dans les carottes de glace ?

- A : La glace
- B : Les composés chimiques présents dans l'eau
- C : Les bulles d'air
- D : Les trois

QUESTION 4

Qui est qui ?

Associe chaque photo à son espèce.

- A : Empereur
- B : Adélie
- C : Phoque de Weddell
- D : Skua



LES QUESTIONS (SUITE)



QUESTION 5

Si la totalité de la glace d'Antarctique fondait, le niveau total des mers augmenterait de :

- A : 50 cm
- B : 5 m
- C : 50 m
- D : 500 m

QUESTION 6

Comment sont conditionnés les aliments consommés par les hivernants ?

- A : En conserve
- B : En poudre
- C : Ils ont des jardins sur place
- D : En gaz liquéfié

LES RÉPONSES

QUESTION 1

Combien de mètres de glace se trouvent sous les pieds des hivernants de la station Concordia ?

A : 3,27 m

B : 32,7 m

C : 327 m

D : 3270 m

3 270 m d'épaisseur de glace séparent le continent de la surface de Concordia. Cette masse colossale de glace pèse sur le socle rocheux, entraînant un enfoncement local du continent d'une trentaine de mètres sous le niveau de la mer. Ce phénomène d'enfoncement se retrouve sur l'ensemble de l'Antarctique, expliquant les élévations négatives à Concordia ou encore sur la majorité de l'Antarctique Ouest.

QUESTION 2

D'où vient la glace de l'Antarctique ?

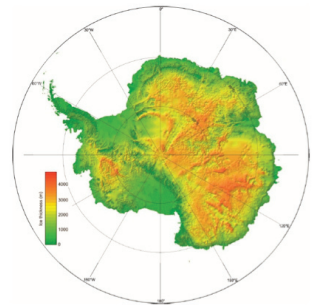
A : Elle a toujours été là

B : De l'eau de mer qui a gelé

C : De l'accumulation de neige

D : De chez le marchand

Les 3 km d'épaisseur moyenne de glace correspondent à l'accumulation de centaines de milliers d'années de neige à la surface de l'Antarctique ! Quand on fait un carottage en Antarctique, la première centaine de mètres d'épaisseur, qu'on appelle le névé, est composée de neige. Plus on va profondément, plus la neige est compressée par le poids de névé au-dessus d'elle. A partir d'environ 100 mètres de profondeur, le poids est si important que la neige s'est complètement transformée en un glaçon, et a emprisonné des bulles d'air de l'atmosphère. Un forage d'une profondeur de 3270 m a par exemple permis d'extraire une carotte de glace retraçant 800 000 ans de notre histoire. Il s'agit de la plus longue chronologie de l'environnement basée sur les glaces.



*Epaisseur calotte antarctique.
Echelle de couleur du vert (0m) au
rouge (4000m)*

LES RÉPONSES (SUITE)

QUESTION 3

Qu'étudie-t-on dans les carottes de glace ?

A : La glace

B : Les composés chimiques présents dans l'eau

C : Les bulles d'air

D : Les trois

Pour renseigner au mieux le climat passé, rien n'est laissé de côté. On analyse donc dans les glaces :

- **La glace !** L'eau peut avoir une forme chimique différente selon les conditions de sa formation (température, niveau de la mer). On étudie donc les différentes formes de l'eau, qu'on appelle isotopes, pour reconstruire les climats passés.
- **Les composés chimiques présents dans l'eau.** Deux critères sont étudiés : leur nature (sels marins, continentaux, suies, sulfates, nitrates,...) et leur abondance. Les abondances de chaque composé chimique varient dans le temps en fonction de l'évolution de leurs émissions : d'éventuelles éruptions volcaniques ; le type de végétation dans les régions les plus proches (Afrique et Amérique du Sud, Australie) ; les feux de forêts ; la présence plus ou moins importante de déserts, l'étendue de la banquise antarctique...
- **Et enfin les bulles d'air :** on mesure bien sûr les gaz à effet de serre (CO_2 , méthane, N_2O), mais aussi d'autres paramètres, comme le rapport de concentrations entre O_2 et N_2 (notamment pour dater les carottes), ou encore les isotopes de l'azote et de l'argon atmosphériques. Ces gaz nous permettent d'imaginer l'atmosphère passée, mais aussi les températures ou la pluviométrie passée.

LES RÉPONSES (SUITE)

QUESTION 4

Qui est qui ?

Associe chaque photo à son espèce.

- A : Empereur (2)
- B : Adélie (4)
- C : Phoque de Weddell (3)
- D : Skua (1)



QUESTION 5

Si la totalité de la glace d'Antarctique fondait, le niveau total des mers augmenterait de :

- A : 50 cm
- B : 5 m
- C : 50 m**
- D : 500 m

La quantité d'eau stockée par l'Antarctique est si importante que sa fonte complète ferait monter le niveau de la mer de plus de 52 mètres ! Si toutes les glaces du monde fondaient, le niveau des mers serait supérieur de 70 m à celui d'aujourd'hui.

Actuellement, à la perte de glace du Groenland, de l'Antarctique et des glaciers de montagne, s'ajoute la dilatation thermique des océans. Toutes ces contributions causent une élévation du niveau marin d'environ 3 mm par an, soit 30 cm par siècle. Si ces chiffres semblent peu importants, ils correspondent à une perte nette de masse de glace de 110 milliards de tonnes chaque année pour l'Antarctique*.

Ce rythme s'accélère, et en 2013, les scientifiques estimaient une augmentation entre 40 cm et 60 cm pour la fin du XXIème siècle. Cependant, une accélération plus rapide et importante de l'élévation est envisagée, notamment à cause de l'instabilité de certaines glaces d'Antarctique.

* moyenne sur la période 1992-2017

LES RÉPONSES (SUITE)

QUESTION 6

**Comment sont conditionnés
les aliments consommés
par les hivernants ?**

- A : En conserve
- B : En poudre
- C : Ils ont des jardins sur place
- D : En gaz liquéfié

C'était une question piège ! Vous pourrez demander à notre correspondante antarctique Coline Bouchayer de plus amples informations sur la vie quotidienne des hivernants, leurs habitudes, leurs contraintes alimentaires dans quelques minutes !



Voici quelques sites permettant de découvrir les observations scientifiques de la Terre les plus récentes : images de la Terre par satellite en temps réel, surveillance des concentrations atmosphériques de gaz à effet de serre ou encore de l'évolution des températures mondiales. La plupart de ces sites sont anglophones, mais ce petit guide vous aidera à vous y retrouver !

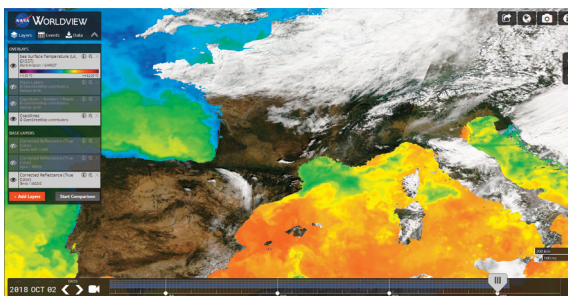
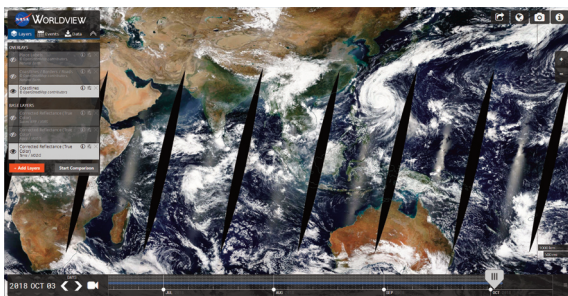
COMMENT VA MA PLANETE ?

QUELQUES SITES POUR ALLER PLUS LOIN

<https://worldview.earthdata.nasa.gov/>

Ce site de la NASA américaine s'ouvre sur l'image du jour prise par un satellite défilant. Ce satellite prend des photos de la Terre chaque jour, depuis près de vingt ans ! La bande sous les images permet de sélectionner une date et créer des animations tandis que les icônes dans le coin supérieur droit permettent de partager ou de télécharger les images en haute résolution, ou encore de centrer la carte sur le pôle nord ou le pôle sud.

Dans le coin à gauche, on choisit ce qui s'affiche (oeil barré = visuel caché ; oeil non barré = visuel affiché). En orange, la case « Add Layers » (ajouter des couches) permet d'ajouter sur la carte de nombreuses informations scientifiques : détection de feux de forêt, images de la Terre la nuit, températures de surface des océans, etc.



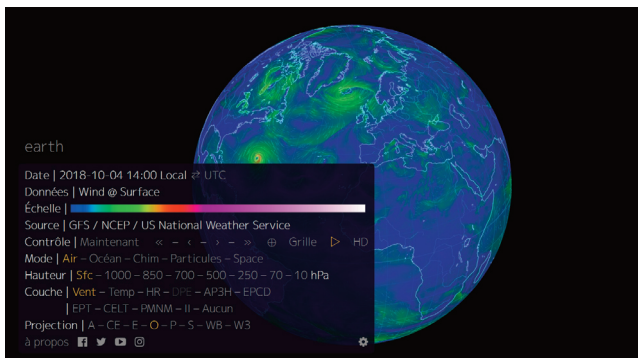
COMMENT VA MA PLANETE ?

QUELQUES SITES POUR ALLER PLUS LOIN

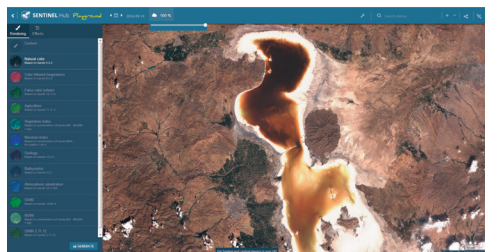
<https://earth.nullschool.net/fr/> (français inclus !)

Ce site développé par un amoureux de météorologie, rassemble les résultats de travaux de la communauté scientifique internationale, visualisables sur un globe terrestre interactif. On a ainsi sur toute la Terre :

- les variables météorologiques passées, actuelles et leurs prévisions (vitesses et directions des vents, température de l'air et des océans, nuages, humidité...),
- la pollution atmosphérique (particules fines et grossières, poussières désertiques, CO₂, monoxyde de carbone, dioxyde de soufre),
- les courants océaniques de surface et les hauteurs de vagues,
- ... et les chances d'observer des aurores polaires !



<https://apps.sentinel-hub.com/sentinel-playground/>



Les satellites scientifiques Landsat et Sentinel produisent des images parmi les plus belles et les plus précises de la Terre ! Sentinel-Hub permet d'observer les dernières images enregistrées par ces satellites sur toute la Terre.

COMMENT VA MA PLANETE ?

QUELQUES SITES POUR ALLER PLUS LOIN

<https://earthengine.google.com/timelapse/>

Comment la Terre change-t-elle de visage ? L'outil Google Earth Engine est composé d'images de la planète prises de 1984 à 2016 par les satellites du programme américain Landsat. En 30 ans d'observations seulement, des métamorphoses de la surface terrestre peuvent être vues depuis l'espace.

Voici quelques exemples que vous pouvez entrer dans la barre de recherche de la carte Google Earth Engine. Que voyez-vous ?

- Jammu Island, Bengale-Occidentale, Inde
- Lac d'Ourmia, Iran
- Sadat City, Égypte
- Athabasca Drive, Fort McKay, Alberta, Canada
- Mer d'Aral
- Novo Progresso - Pará, Brésil
- Langgam, Kabupaten de Pelalawan, Riau, Indonésie
- Le Grand Lac Salé, Utah, États-Unis



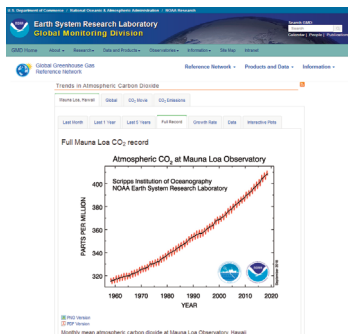
COMMENT VA MA PLANETE ?

QUELQUES SITES POUR ALLER PLUS LOIN

<https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/full.html/>

Ce site rapporte notamment les dernières mesures de concentrations atmosphériques en différents gaz à effet de serre :

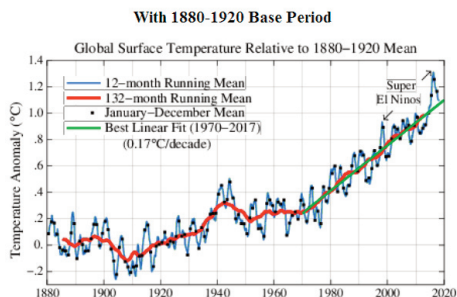
- CO₂ (lien ci-dessus),
- Méthane : https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends_ch4/
- N₂O, CFCs, ... : <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/hats/data.html>



<http://www.columbia.edu/~mhs119/Temperature/>

La courbe de l'accord de Paris : l'augmentation des températures mondiales par rapport aux valeurs pré-industrielles.

L'accord international accepté lors de la conférence sur le climat « COP21 » vise à ce que cette courbe ne dépasse pas les 2°C (voire 1.5°C) d'ici 2100. Sur ce site de la chercheuse Makiko Sato de la NASA, les courbes et cartes de températures mondiales sont mises à jour chaque mois.



COMMENT VA MA PLANETE ?

QUELQUES SITES POUR ALLER PLUS LOIN

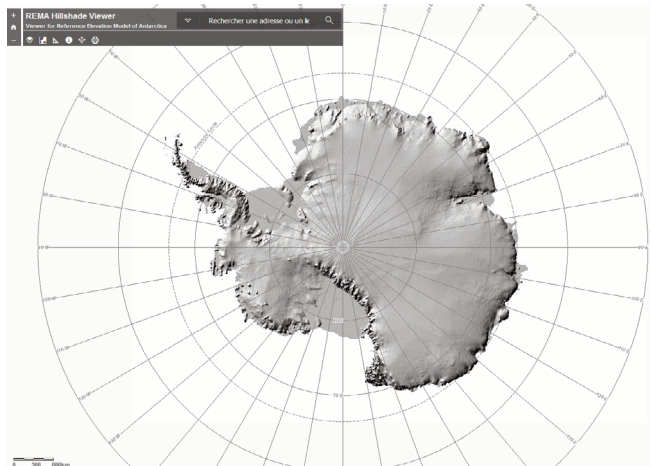
<http://www.maps.arcgis.com/apps/View/index.html?appid=86a9728459aa4d18b4444b74d330832e>

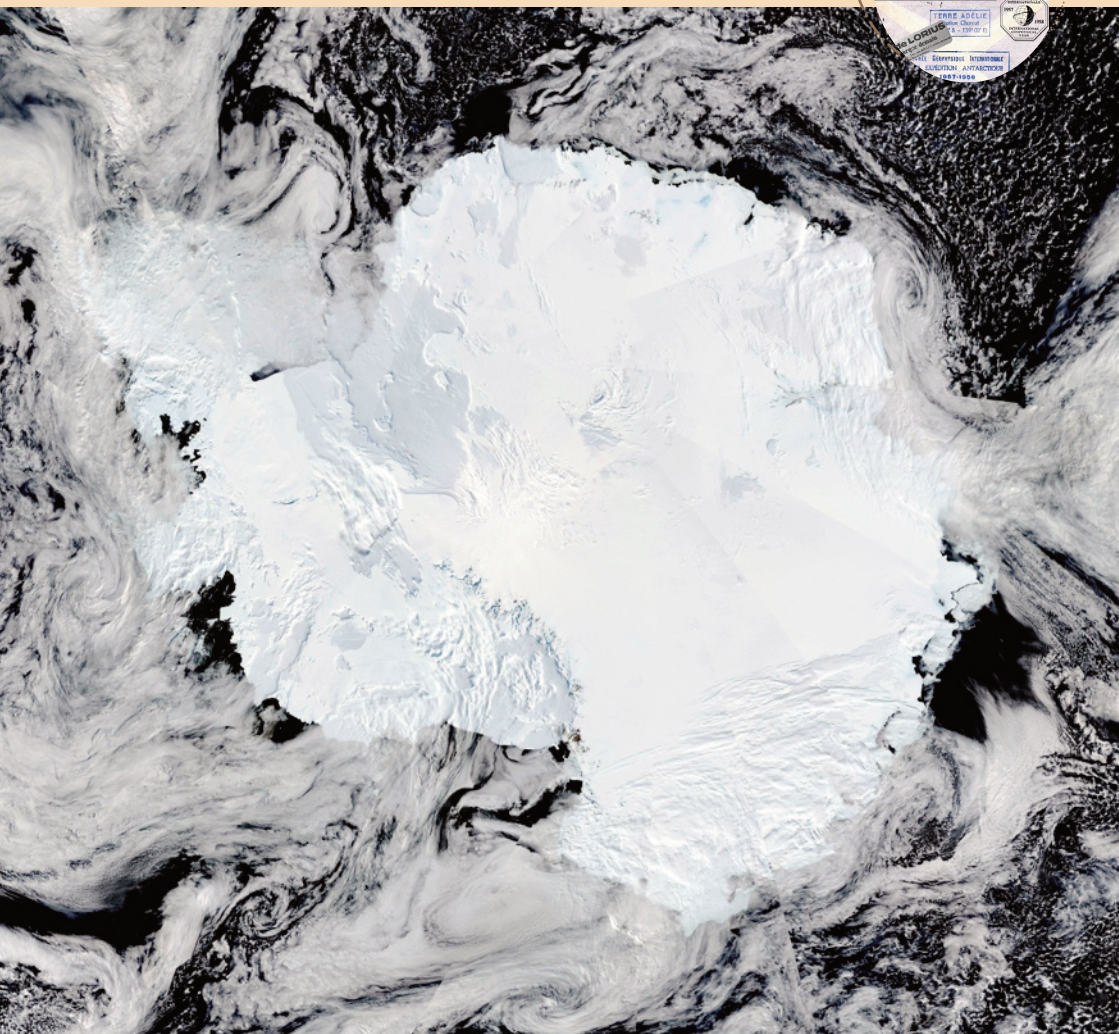
Alors que Claude Lorius est encore en plein hivernage à la base Charcot, l'URSS met en orbite autour de la Terre le tout premier satellite artificiel le 4 octobre 1957 : Sputnik-1.

Sans observations satellites, l'Antarctique reste alors très mal connu.

Aujourd'hui, le continent blanc est étudié par tous les moyens disponibles.

Complétée en 2018, REMA est la première carte à haute résolution du relief de l'Antarctique, obtenue grâce aux mesures de plusieurs satellites.





Le Livret de Voyage a été conçu par Mélodie Trolliet et Benoît Tournadre, doctorants au centre de recherche O.I.E. (Observation, Impacts, Energie) de MINES ParisTech à Sophia Antipolis en accompagnement de la projection du film "La Glace et le Ciel de Luc Jacquet, précédée d'une discussion en duplex avec la station Concordia, le 11 octobre 2018 à Mouans Sartoux

Crédits photos : Marco Buttu (pages 2 et 8), <http://www.claude-lorius.com> (page 6); Claudio Durán-Alarcón (page 7) ; NASA (4ème de couv.); Carmen Possnig (pages 8 et 14); Bruno Jourdain/CNRS (phoque de Weddel) ; Cyprien Verseux (manchot Adélie) ; Wikimedia Commons (manchots empereur); carte p.11 : Bedmap 2 ; photos page "Base Charcot" : site <http://www.claude-lorius.com/>