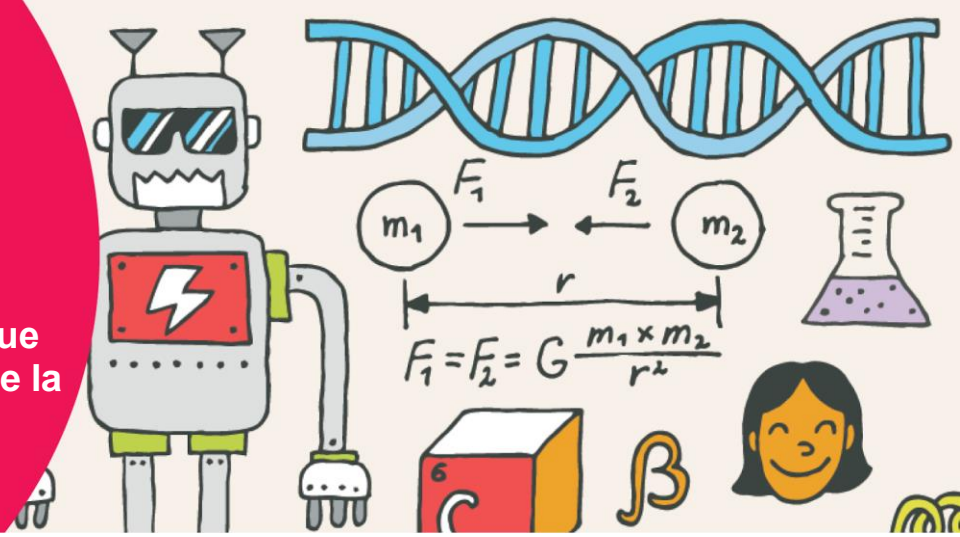


Objectif Terre

Trousse d'apprentissage numérique
Comment interpréter les images de la
Terre prises depuis l'espace



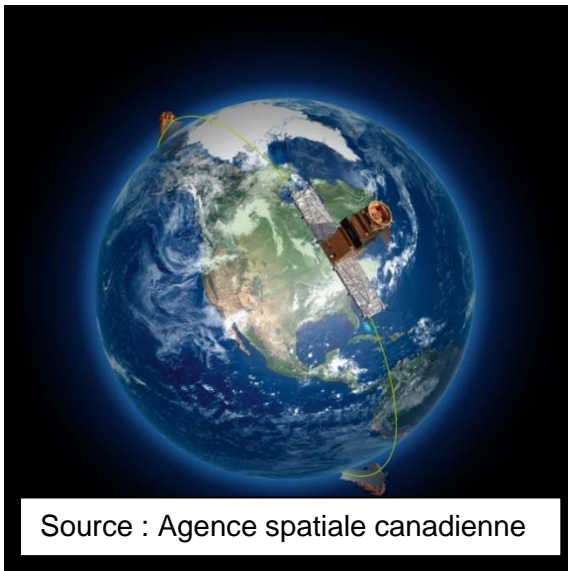
COMMENT INTERPRETER LES IMAGES DE LA TERRE PRISES DEPUIS L'ESPACE

Contexte

Observation de la Terre

Voilà de nombreuses années que l'on observe la Terre depuis l'espace. Les technologies ont changé et se sont améliorées. La toute première photo de la Terre prise depuis l'espace a été prise le 24 octobre 1946 à partir d'une fusée se trouvant à 105 km au-dessus du sol. La tête explosive d'une fusée de la Deuxième Guerre mondiale a été remplacée par un ensemble d'instruments scientifiques, dont une caméra cinématographique 35 mm, réglée pour prendre des photos toutes les 90 secondes. Les images sont ensuite larguées sur Terre dans un robuste contenant de métal.

Nos technologies et nos capacités ont certainement changé depuis cette première photo. L'iconique « The Blue Marble » (bille bleue) prise par les astronautes à bord d'Apollo 17 en 1972 était la première vue complète de la Terre et a été captée pendant que l'engin spatial se dirigeait vers la Lune. Plus récemment, des satellites un peu plus près de la Terre, à environ 824 km au-dessus de nous, prennent des images composites de la Terre qui offrent plus de détails, photographiant la Terre pendant qu'ils orbitent notre planète à intervalles répétés. Depuis le premier satellite lancé en 1957, beaucoup d'autres ont été envoyés dans l'espace pour recueillir des données sur la Terre. Nous sommes passés de la simple prise de photos de la Terre à la collecte d'informations complexes, comme la température, les concentrations de gaz atmosphériques, les élévations exactes de terrain et des niveaux de la mer, et plus encore.



Source : Agence spatiale canadienne

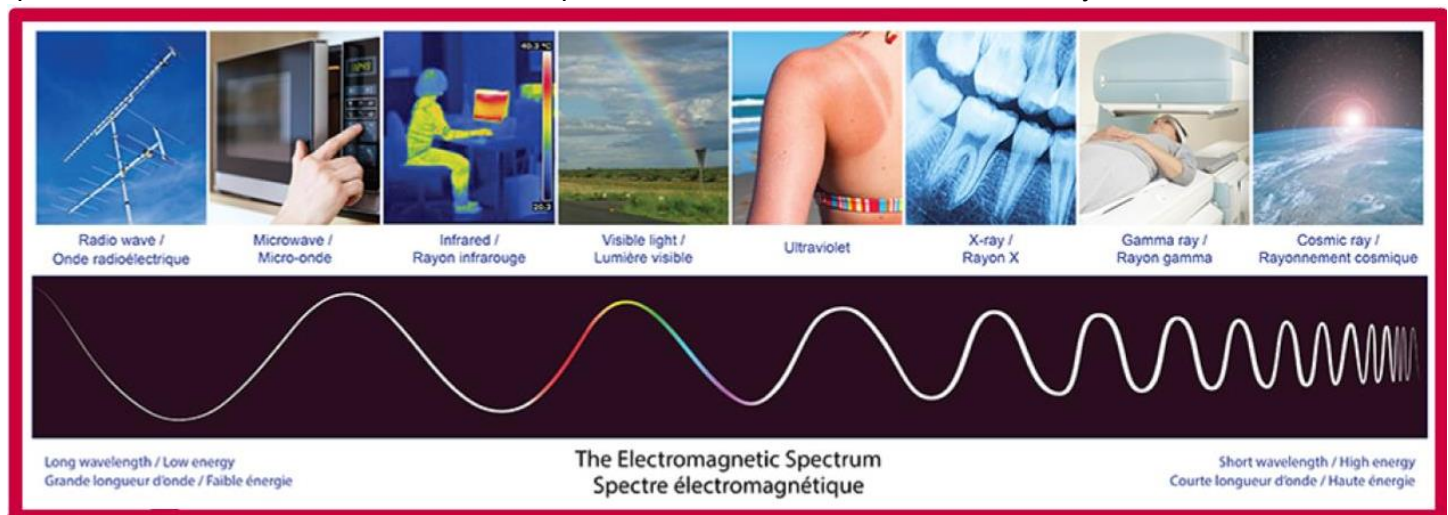
La télédétection fait référence à la collecte de données à distance. De nombreux types de capteurs, sur divers types de plateformes, peuvent être utilisés pour observer la Terre de là-haut. Voici certains des types de plateformes utilisées pour observer la Terre : drones, avions, ballons stratosphériques et satellites. Le terme « télédétection » est plus souvent utilisé lorsqu'on parle d'observation de la Terre à partir d'un satellite.

Le premier satellite d'observation de la Terre était un satellite météorologique nommé TIROS 1 (satellite d'observation par télévision sensible à l'infrarouge). Il a été lancé par la NASA en 1960 et était équipé de caméras pour capter des images de l'atmosphère de la Terre. Cela a conduit au développement de la vidéosurveillance en temps réel pour d'autres fins, comme la géographie et l'action militaire. Ensuite, le premier satellite destiné à la surveillance du terrain, le Landsat 1, a été lancé par la NASA en 1972.

Le terme observation de la Terre (ou OT) est attribué à la collecte d'information sur nos systèmes terrestres à l'aide de technologies de télédétection. L'OT peut compter des données spatiales, terrestres ou aériennes.

Le Canada a lancé son propre satellite d'observation de la Terre (OT), le RADARSAT-1, en 1995, suivi ensuite par son successeur, le RADARSAT-2, en 2007. En 2019, on a lancé la mission de la Constellation RADARSAT (MCR). Elle comprend trois satellites identiques qui travaillent ensemble pour observer la Terre comme jamais auparavant. La MCR est conçue pour offrir des solutions efficaces dans trois principaux domaines : la surveillance maritime (glace, vent de surface, pollution par hydrocarbures et surveillance des navires), la gestion des catastrophes (atténuation, alertes, interventions et rétablissement) et la surveillance des écosystèmes (agriculture, milieux humides, foresterie et surveillance des changements côtiers).

Depuis des années, les chercheurs se posent des questions sur les systèmes terrestres et recueillent des données à partir de satellite dans l'espace pour étudier l'environnement changeant de la Terre. Des ingénieurs aident ensuite à concevoir des instruments visant à obtenir les mesures nécessaires pour répondre à ces questions. Divers instruments sont utilisés pour avoir une vue d'ensemble de nos systèmes terrestres.



Source : Commission canadienne de sûreté nucléaire

Comme il a été mentionné précédemment, différents capteurs sont utilisés pour observer la Terre. Les satellites orbitant la Terre transportent des capteurs qui mesurent les données à l'aide de différentes sections du spectre électromagnétique.

L'énergie électromagnétique se déplace en ondes et couvre une large étendue, allant de très longues ondes radioélectriques à de très courts rayons gamma et cosmiques. Les humains peuvent seulement voir une petite portion du spectre, celle qu'on appelle la lumière visible. Les satellites utilisent une grande section du spectre pour étudier la Terre. La télédétection de la Terre se sert généralement de l'énergie dans les portions visibles, infrarouge (IR) et micro-onde du spectre.

- Rayons gamma ou cosmiques : Ne sont pas utilisés pour étudier l'univers.
- Rayons X : Sont utilisés pour photographier et étudier le Soleil.
- Lumière visible : Est utilisée pour capter des images en couleur naturelle de la Terre et de ses caractéristiques.

- Rayonnement infrarouge : Est utilisé pour voir et suivre le parcours des ouragans et pour mesurer la température de surface du sol et des mers.
 - Portion micro-onde du spectre : Est la plus utile pour la télédétection de l'observation de la Terre. Les instruments micro-ondes peuvent capter des longueurs d'onde beaucoup plus longues. Les micro-ondes peuvent pénétrer les nuages, pouvant ainsi bloquer complètement la vue d'un satellite dans les spectres visible et infrarouge. Ils sont utilisés pour observer les nuages, les précipitations et la vapeur d'eau; surveiller les surfaces terrestre et de la mer; et surveiller le profil atmosphérique de la température et de l'humidité.
 - Ondes radioélectriques : Ont la longueur d'onde la plus longue et la fréquence la plus basse. Les capteurs FR peuvent fournir une couverture continue, jour et nuit, peu importe le couvert nuageux. La télédétection FR fournit, entre autres, des données sur les prévisions météorologiques, les changements climatiques, la gestion des catastrophes.
-

Information supplémentaire

Les satellites peuvent comprendre des capteurs actifs ou passifs. **Les capteurs passifs** détectent l'énergie naturelle émise (relâchée) ou réfléchi par l'objet observé. (Pour l'observation de la Terre, la lumière du soleil serait la source la plus courante d'énergie mesurée par des capteurs passifs.) **Les capteurs actifs** fournissent leur propre source d'énergie pour illuminer les objets qu'ils observent. Le capteur détecte et mesure l'énergie renvoyée par la cible. Différents capteurs sont équipés pour mesurer différentes parties du spectre électromagnétique. Par exemple, nos yeux (capteurs passifs) peuvent détecter des longueurs d'onde qui sont dans le spectre visible (les couleurs d'un arc-en-ciel), mais les capteurs satellitaires peuvent également détecter, entre autres, le rayonnement ultraviolet et infrarouge.

Activité : Comment interpréter les images de la Terre prises depuis l'espace

Objectif d'apprentissage

Pour démontrer aux élèves à quel point il peut être difficile d'interpréter les images de la Terre prises depuis l'espace.

Introduction

Au cours des dernières années, le grand public a eu la chance d'avoir un meilleur accès à des photos prises depuis l'espace et à des images satellites. Google Earth et les agences spatiales de partout au monde nous fournissent des images de la Terre prises depuis l'espace. Nous pouvons voir comment les villes changent, les effets des tempêtes dans des endroits éloignés ou à la maison, et même comment les cultures se développent. Véritablement comprendre les images n'est cependant pas toujours aussi facile que cela peut paraître. Parfois, sans contexte adéquat, nos yeux peuvent nous jouer des tours! Que voyez-vous sur cette photo?



« Ma femme et ma belle-mère », de 1915, est une célèbre illusion d'optique montrant une jeune femme orientée vers l'arrière, regardant par-dessus son épaule droite, et une vieille femme regardant à gauche vers le bas. Le nez de la vieille femme est le côté du visage et le menton de la jeune femme. La bouche de la vieille femme est un collier ras-du-cou sur la jeune femme.

Image : William Ely Hill, Wikipedia

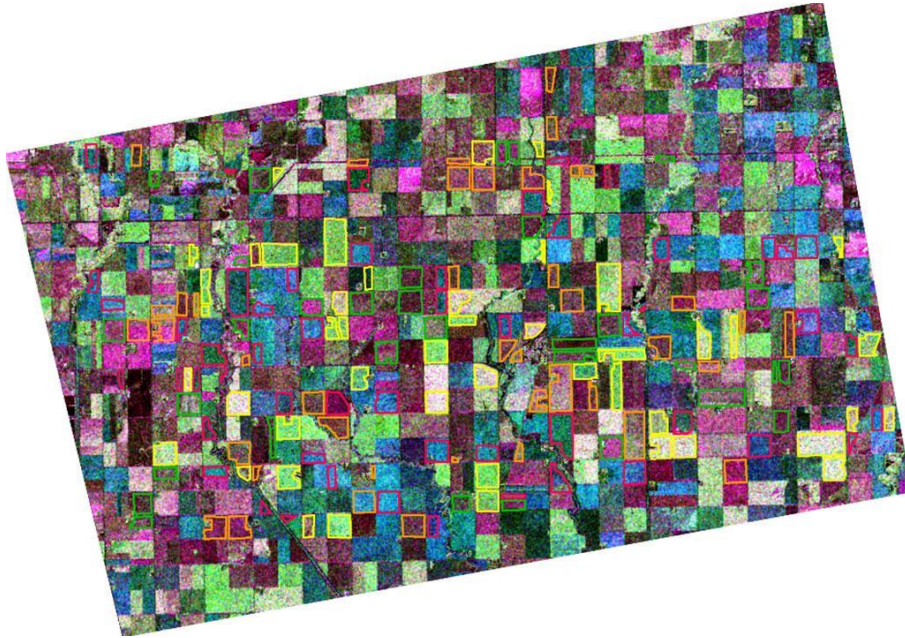
Les astronautes peuvent être désorientés dans l'espace, particulièrement au début de leur mission. Pour cette raison, ils suivent une formation approfondie pour pouvoir s'orienter par rapport à la Terre et identifier des particularités. Savoir comment regarder la Terre leur procure également un avantage psychologique important, car ils peuvent ainsi rester en lien avec leurs proches à la maison. Durant leur formation, on rappelle aux astronautes que ce qu'ils enregistreront sera utilisé à des fins scientifiques et contribuera aux travaux de recherche partout dans le monde.

Voici des trucs qui nous aident à comprendre ce que nous voyons.

- **Cherchez une échelle.** Certaines images peuvent être très détaillées et zoomées sur une zone en particulier, tandis que d'autres sont à l'opposé et montrent tout un écosystème pris avec un grand angle.

Dans cette image, nous pourrions penser que nous regardions un étang dans les Caraïbes alors qu'en réalité c'est une image se concentrant sur une très grande zone avec l'un des Grands Lacs (lac Ontario) au centre et comprend une partie des lacs Huron et Érié et montre Chatham, Londres, Niagara Falls, Toronto, une partie du parc Algonquin, Kingston et au-delà ainsi qu'une partie de l'État de New York, y compris Buffalo, Rochester, Syracuse et Watertown. (Source : NASA)





- **Cherchez des motifs**, des formes et des textures. Les plans d'eau (lacs, rivières, etc.) sont souvent les plus faciles à identifier. Les fermes ont souvent une forme géométrique régulière. Les formes géologiques peuvent être faciles à trouver (volcans et cratères circulaires, longues lignes sinueuses des chaînes de montagnes).

Source : Dr. Jiali Shang, Agriculture et Agroalimentaire Canada

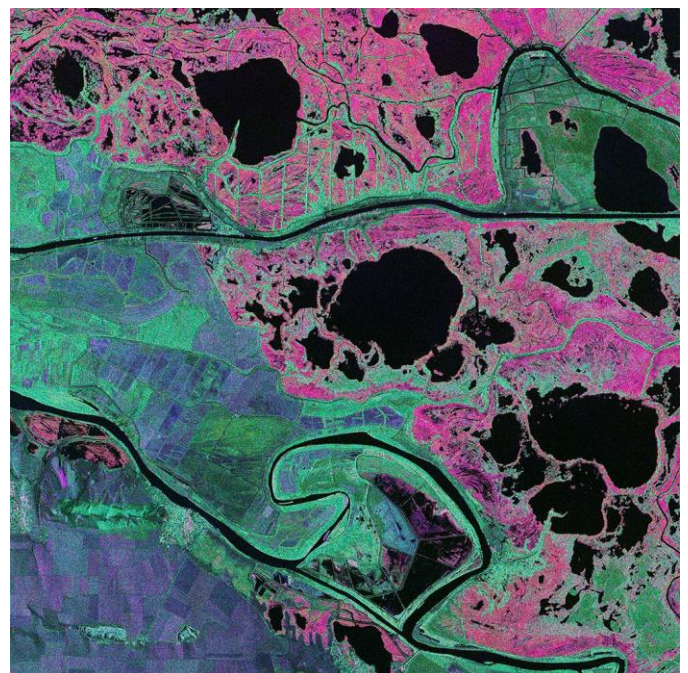
des images dépendra du type de lumière que l'instrument satellitaire a mesurée. Les images en couleur naturelle se servent de la lumière visible et sont semblables à ce qu'on pourrait voir depuis l'espace. Les images en couleurs fausses incorporent la lumière infrarouge et peuvent présenter des couleurs inattendues. Puisque la lumière infrarouge est « invisible » aux yeux humains, on attribue des couleurs visibles à ces types de lumières pour les représenter. Sur une image en couleur naturelle, les plantes sont généralement de différentes teintes de vert, mais les champs agricoles peuvent souvent être beaucoup plus vifs que la végétation naturelle. La lumière du soleil se réfléchissant sur l'eau lui donne une couleur grise, argentée ou blanche.

- **Définissez les couleurs.** La couleur

Parfois, on peut déduire ce que les différentes couleurs signifient et d'autres fois on a absolument besoin d'une légende!

Il serait très difficile de dire ce que l'on regarde sur cette image sans un guide indiquant la signification des couleurs.

	Tourbière		Fen
	Marais		Marécage
	Eau peu profonde / étang		



Source : Agence spatiale canadienne

- **Trouver le nord.** Tentez de découvrir ce que vous regardez en identifiant les particularités et en déterminant si d'autres particularités se trouvent au nord ou au sud, etc.
- **Utilisez vos propres connaissances.** Il s'agit probablement de la compétence la plus utile pour identifier les principales particularités et celle-ci exige de l'apprentissage et de la pratique en continu.

Instructions

- Il existe de nombreuses façons de diriger cette activité et des ajustements peuvent être faits en fonction de l'âge :
- Les activités se trouvent sur les diapositives complémentaires et peuvent être présentées pour être réalisées en classe.
- On peut donner les activités aux élèves en ligne, à l'aide de Google Forms.
- Les questions peuvent être imprimées et les élèves peuvent travailler seuls ou en groupe.
- On peut utiliser les images pour différents types d'activités : décrire l'image, identifier les particularités sur l'image, etc.

Allez plus loin

Pour les élèves plus vieux, des images satellitaires peuvent être utilisées pour déterminer la distance entre les particularités. Les instructions se trouvent sur le site Web de Ressources naturelles Canada.

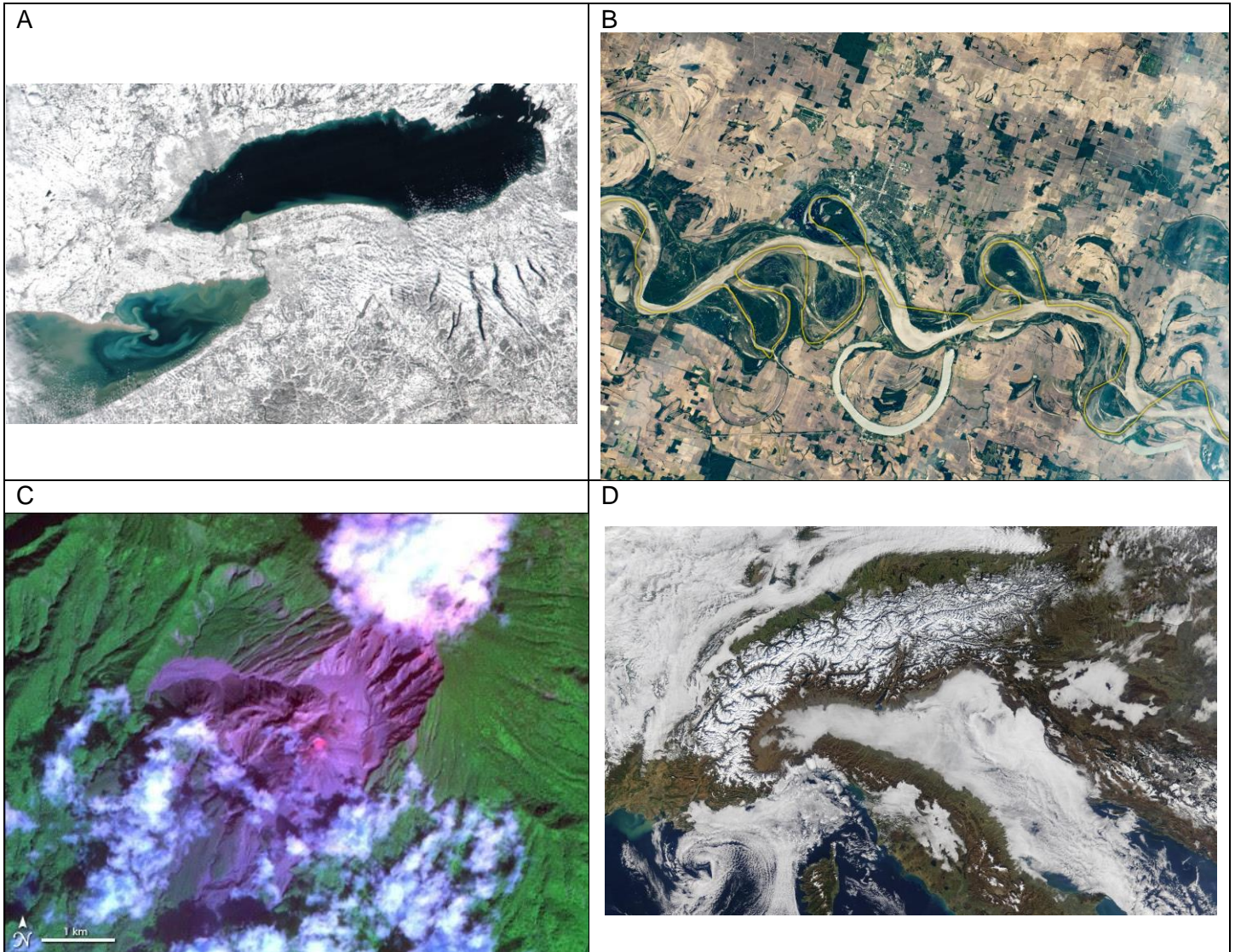
Peux-tu mesurer ceci? (Nord de la Saskatchewan)

https://www.rncan.gc.ca/peux-tu-mesurer-cest-nord-de-la-saskatchewan/9472?_ga=2.123787722.1159213412.1631563821-690584655.1621435633

Interpréter l'image

*Cette activité comprend des descriptions exhaustives des images pour soutenir l'apprentissage des personnes aveugles ou ayant une vision partielle.

1. Quelle image montre une large rivière?



- A : Une large étendue bleue foncée dans le coin supérieur droit est entourée de blanc grisâtre avec une autre large étendue bleu pâle dans le coin inférieur gauche.
- B : Une ligne brune sinueuse traverse la photo de gauche à droite et est entourée d'un paysage brun et vert.
- C : Une protubérance mauve est entourée de collines vertes. Il y a des boules blanches pelucheuses éparpillées dans la portion du bas de l'image avec une densité plus importante de matière pelucheuse blanche au centre du haut de l'image.
- D : Des bandes blanches semblent recouvrir un paysage vert. La portion centrale de blanc se ramifie et ressemble à un long chou-fleur mince.

2. Qu'est-ce qui est présenté sur cette image?



L'image est entièrement dans des tons de gris. Il y a trois petits cercles noirs près du centre de l'image. Chaque trou est entouré de marques de forme arrondie allant en grossissant et est dans différentes teintes de gris à blanc. Deux autres de ces formes circulaires se trouvent dans le coin inférieur gauche de l'image. Il y a des lignes ondulantes adjacentes à certains cercles. À la droite de l'image, il y a une section grise plus pâle, avec des teintes plus pâles et plus foncées à l'intérieur qui semblent suivre une forme ressemblant à un ruisseau.

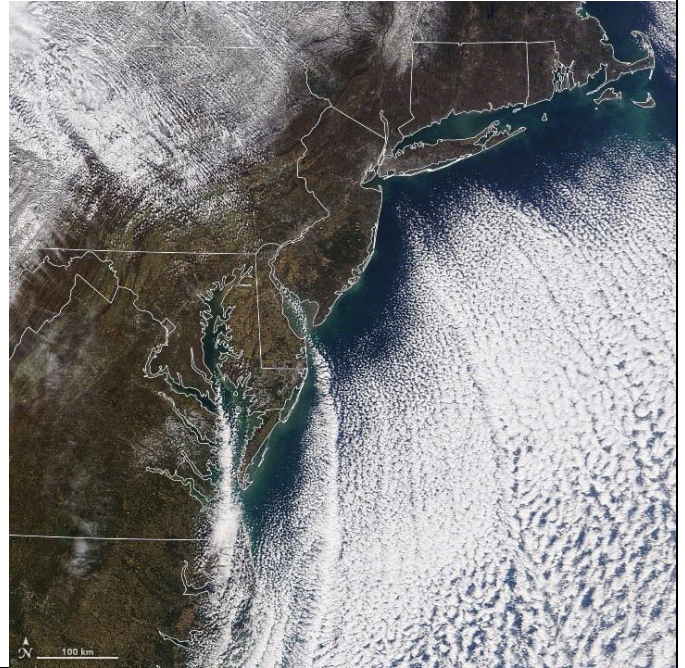
- A. Des blocs de roche inattendus dans le désert
- B. De curieux cercles dans la glace de la mer Arctique
- C. Une couverture nuageuse dense avec des éclaircies inexplicables
- D. Des trous de crabes sur la plage à marée basse

3. Quelle image satellitaire montre de la fumée?

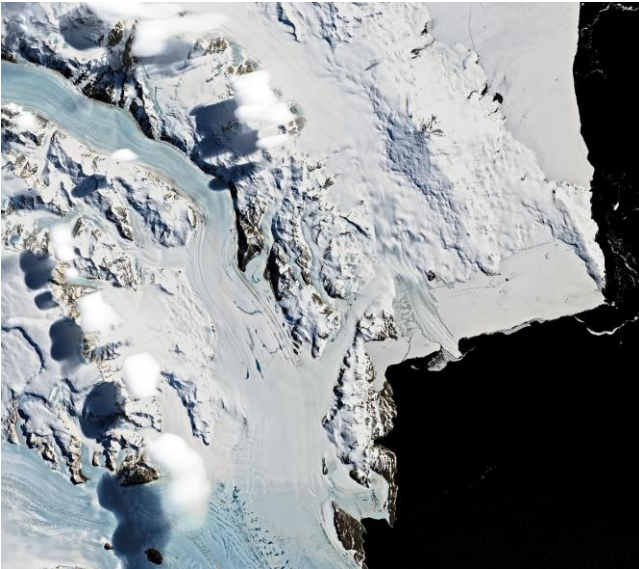
A



B



C



D

Toutes

A: Des panaches de nuages brunâtres émanant de différents points sur un paysage brun s'étendent au-dessus d'une eau bleue.

B : Des panaches de nuages blancs ressemblant à une couverture avec une bande côtière verte visible entre eux. Un des panaches se trouve au-dessus d'une eau bleue et l'autre au-dessus d'un paysage vert.

C : De la neige et de l'eau se rencontrant sur une bande côtière dans des montagnes. On voit ce qui ressemble à des boules de ouate le long du haut des crêtes montagneuses.

D : TOUTES LES RÉPONSES

4. Que représentent les cercles sur cette image?



- A. Un terrain de golf avec plusieurs fosses de sable
- B. Des champs agricoles qui ont subi un brûlage dirigé
- C. Des champs agricoles, dont certains sont irrigués à l'aide d'un arroseur rotatif géant
- D. Des terres qui ont été exploitées à ciel ouvert

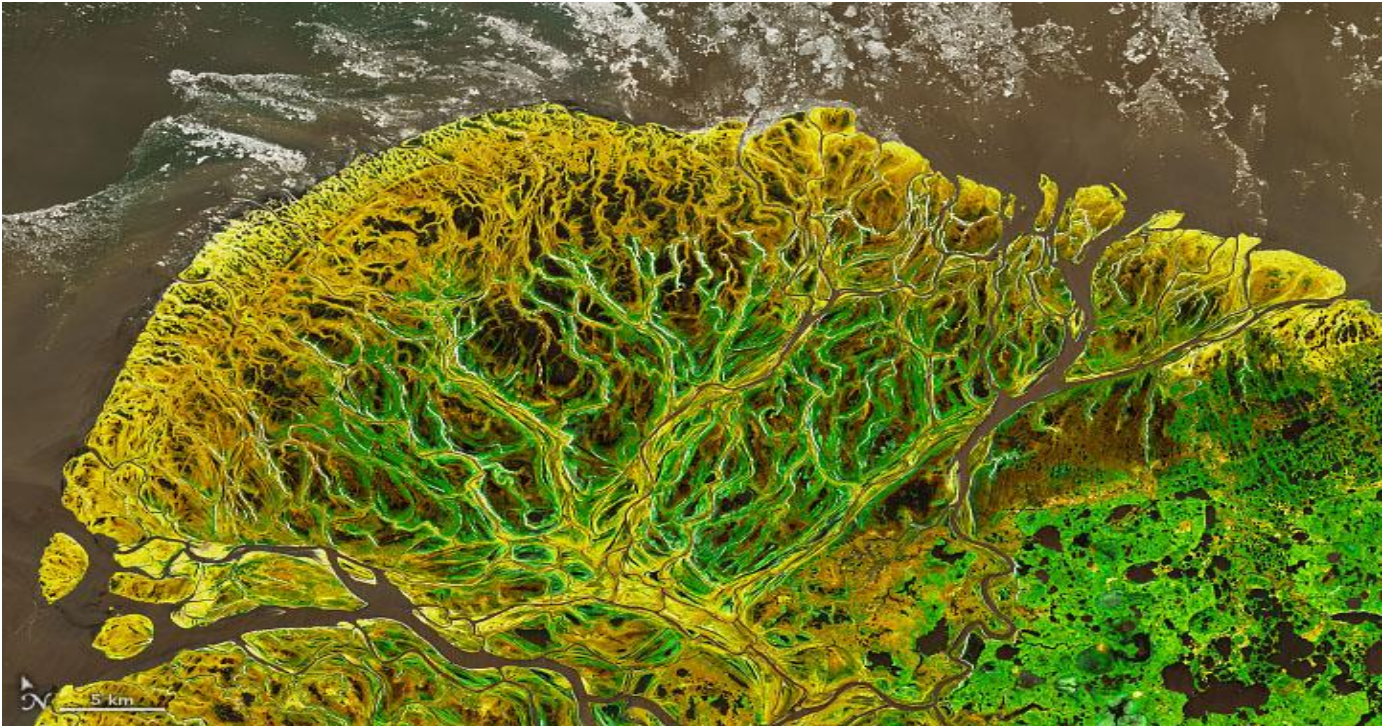
5. Que représente la zone grise/argentée sur cette image?



Une forme en S grise/argentée s'étend de droite à gauche dans la moitié supérieure de l'image. Des branches plus grises/argentées font saillie sous cette forme et se divisent en d'autres branches de plus en plus petites. Au-dessus de la forme en S on voit du brun et en dessous, entre les branches, on voit du vert. Il y a une icône dans le coin inférieur gauche indiquant que le nord se trouve dans le coin supérieur droit.

- A. Du givre au sol
- B. De la glace arctique
- C. De l'eau
- D. Des sédiments d'une inondation

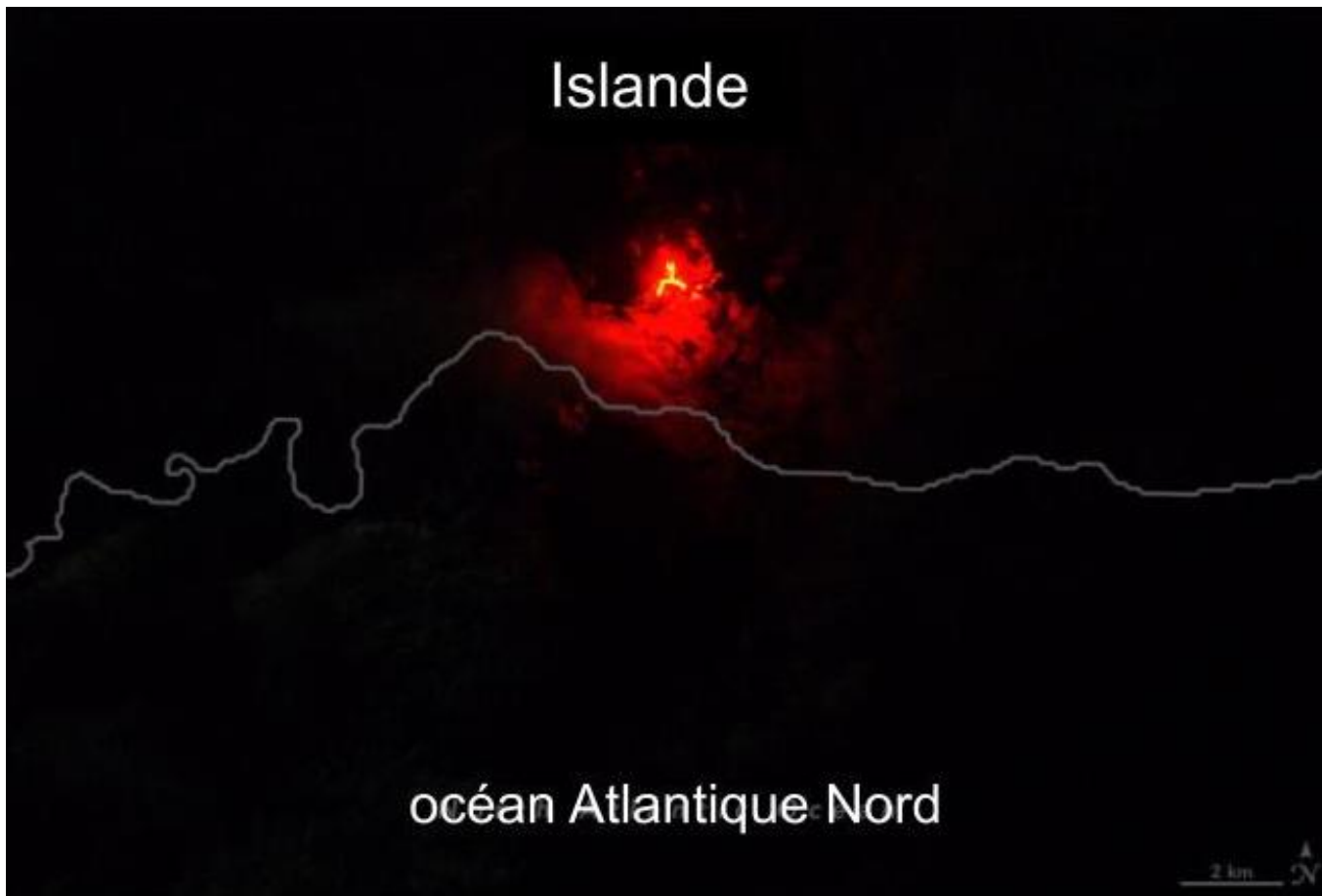
6. Que représentent les couleurs brun pâle/jaunâtre?



Le fond de l'image est d'un brun clair/beige avec des taches de blanc crayeux le long de la bordure supérieure. Une forme occupant la majorité de l'espace ressemble à un fleuron de brocoli. Le fond beige est visible à travers les « branches ». Les couleurs passent de vert éclatant au centre et dans le bas à droite à jaune éclatant sur les pointes des fleurons.

- A. Végétation morte
- B. Spores de champignons
- C. Branches d'arbre
- D. Éponges

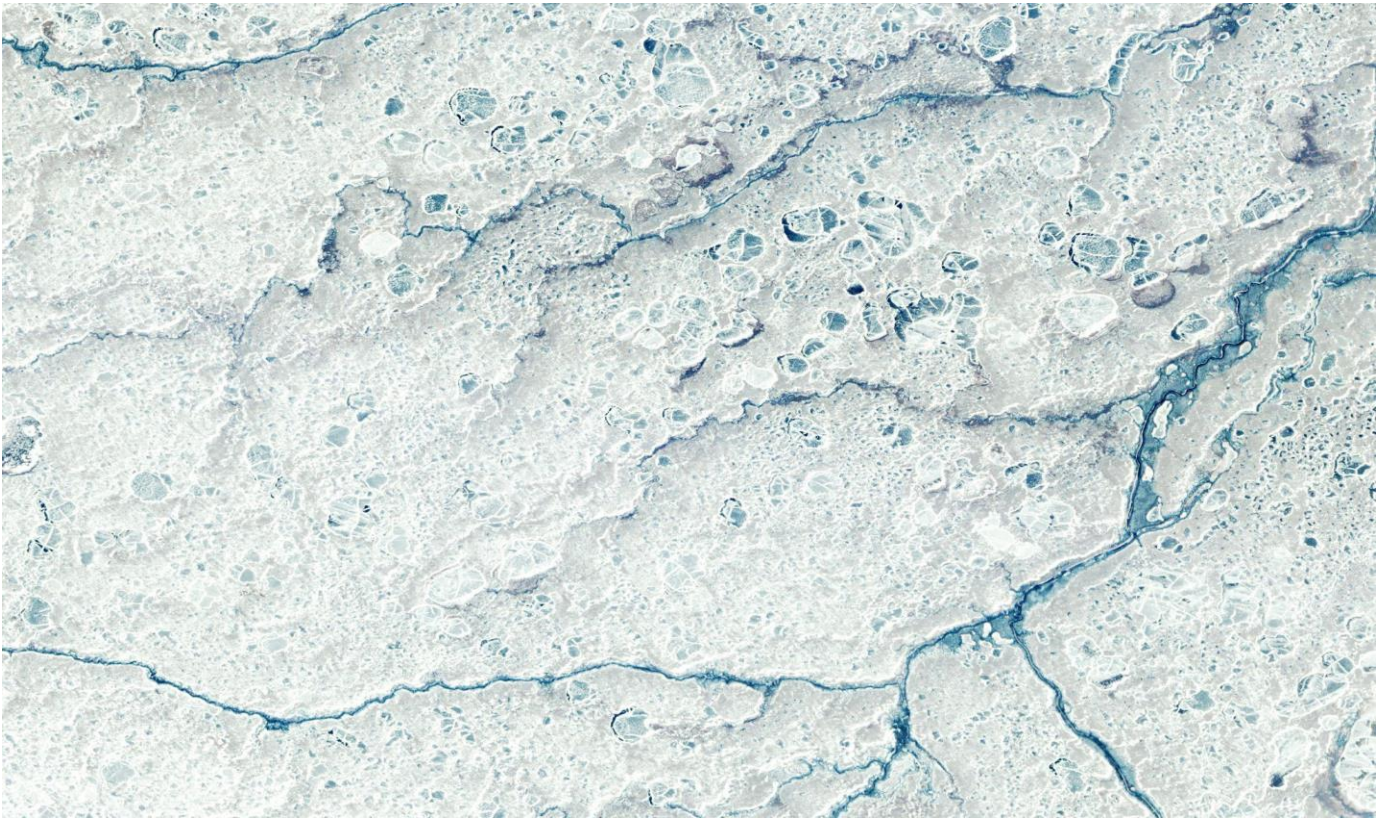
7. Que représente le rouge sur cette image?



Un fond foncé est presque divisé en deux, de haut en bas, par une ligne sinueuse représentant la bande côtière de l'Islande, le long de l'océan Atlantique Nord. Au centre, de gauche à droite, sur la terre près de la côte, se trouve une zone presque circulaire d'un rouge éclatant ressemblant à un nuage. Dans le coin supérieur droit du nuage rouge se trouve une ligne orange éclatant qui ressemble à un Y à l'envers.

- A. Le soleil à travers les nuages
- B. Un volcan en éruption
- C. Un feu incontrôlé
- D. Un éclair

8. Qu'est-ce qui est présenté sur cette image?



Une image principalement blanche avec des veines turquoise/bleues qui la traverse. Quand on regarde de plus près, il y a des zones arrondies ressemblant à des cristaux de sel qui passent du blanc éclatant au même turquoise que celui des veines linéaires.

- A. Du sel de voirie séché
- B. De la glace couvrant des lacs et des marais
- C. Un bonbon de sucre en poudre
- D. De la peau séchée

9. Qu'est-ce qui est présenté sur cette image?



L'image est dominée par une forme circulaire turquoise pâle sur un fond bleu foncé. Le cercle turquoise a une mince bordure brun clair et blanc qui fait presque tout le tour avec une petite portion manquante en bas à gauche. À cet endroit, le bleu foncé file dans le cercle turquoise. En bas à droite, à l'intérieur du cercle turquoise, il y a une petite forme ovale verte/brun clair qui a également une mince bordure brun clair et blanc.

- A. Un cratère causé par un météore
- B. Un iceberg
- C. Un atoll
- D. Une méduse

10. Qu'est-ce qui est présenté sur cette image?



Une masse terrestre, principalement de couleur brune, occupe la majorité de l'image. Il y a de l'eau, dont la couleur varie de verdâtre à une teinte très foncée quasiment noire, autour de presque toute la terre, donnant l'impression qu'il s'agit d'une image représentant plusieurs petites îles de forme irrégulière. Au centre de l'image, on voit une large zone sur la terre qui est beige pâle. Cette zone semble avoir des bâtiments, des aires de stationnement et des routes. Il y a deux énormes trous, un au-dessus de l'autre, dont la profondeur semble presque noire. Ces trous sont sur la terre, près du bord de l'eau, sur le côté supérieur droit de la portion beige pâle.


- A. Un extraterrestre avec un détecteur de métal
- B. Une usine de traitement de l'eau
- C. Un centre de recherche scientifique
- D. Une mine de diamants

Mention de source pour activité : « Interpréter l'image »

1	A	https://earthobservatory.nasa.gov/images/146183/east-coast-snow-and-lake-erie-color
	B	https://earthobservatory.nasa.gov/images/147001/meandering-mississippi-river
	C	https://earthobservatory.nasa.gov/images/7366/santa-maria-volcano-guatemala
	D	https://earthobservatory.nasa.gov/images/91658/snow-and-clouds-around-the-alps
2		https://earthobservatory.nasa.gov/images/92030/curious-circles-in-arctic-sea-ice
3	A	https://earthobservatory.nasa.gov/images/146132/fires-ravage-kangaroo-island
	B	https://earthobservatory.nasa.gov/images/145867/cloud-streets-over-the-atlantic
	C	https://earthobservatory.nasa.gov/images/147772/curious-clouds-in-the-transantarctic-mountains
4		https://earthobservatory.nasa.gov/images/49352/agricultural-fields-near-perdizes-minas-gerais-brazil
5		https://earthobservatory.nasa.gov/images/5988/lake-nasser-egypt
6		https://earthobservatory.nasa.gov/images/148464/yukon-kuskokwim-in-colorful-transition
7		https://earthobservatory.nasa.gov/images/148282/a-curious-case-of-clouds-in-iceland
8		https://www.planet.com/gallery/#!/post/manitoba-20161109
9		https://www.planet.com/gallery/#!/post/kure-atoll
10		https://www.planet.com/gallery/#!/post/diavik-20160921

Réponses à « Interpréter l'image »

- B: Le sinueux fleuve Mississippi** – photo prise par un astronaute. Les lignes jaunes ont été ajoutées pour montrer la frontière étatique actuelle entre l'Arkansas et le Mississippi. 2 avril, 2020
 Autres images:
 A: Le lac le plus bas est le lac Érié et celui du dessus est le lac Ontario. Les tourbillons dans le lac Érié sont dans les zones moins profondes où il est plus facile pour les vagues de dérive de remuer les sédiments du fond et de les amener à la surface. 20 janvier, 2020
 C: L'image est faite d'une combinaison de lumière visible pour les yeux humains et de lumière infrarouge, et montre un point chaud au sommet d'une des cheminées du volcan Santa Maria en Guatemala (accentuée en rouge/rose). 10 janvier, 2007
 D: L'image d'une couverture neigeuse et de nuages inférieurs autour des Alpes. 29 janvier, 2018.
- B: De curieux cercles dans la glace de la mer Arctique**
- A Des incendies ravagent l'île Kangourou en Australie**
 Autres images:
 B : Des rues de nuages au-dessus de l'Atlantique
 C : Des nuages cirrus dans les montagnes transantarctiques
- C: Des champs agricoles, dont certains ont été irrigués à l'aide d'un arroseur rotatif géant**

- 
5. **C: Eau** Sur cette photo prise par un astronaute sur la Station spatiale internationale, l'eau du lac Nasser ressort de ses alentours à cause du scintillement du soleil. La lumière solaire est reflétée sur la surface de l'eau et dans la lentille de la caméra, donnant un éclat iridescent au lac Nasser. 23 janvier, 2005
 6. **A: végétation morte** - Les images sont des composites, mélangeant l'imagerie aux couleurs naturelles de l'eau avec une image en couleurs fausses de la terre. Par exemple, on peut facilement distinguer les zones de végétation vivante (en vert) de la terre dénudée ou qui comporte de la végétation morte (en brun pâle) du réseau de rivières riches en sédiments et d'eaux de crue retenues (en brun foncé).
 7. **B: Un volcan en éruption**
 8. **B: De la glace couvrant des lacs et des marais** Au nord du Manitoba, la glace d'automne recouvre les lacs, les rivières et les tourbières près du rivage de la baie d'Hudson. 9 novembre, 2016
 9. **C: Un atoll** Kure Atoll est l'atoll de corail le plus au nord dans le monde. Il s'agit d'un ancien volcan et de la plus ancienne partie de la chaîne d'îles hawaïenne toujours au-dessus de l'eau. Kure Atoll, Hawaii 12 mai, 2016.
 10. **D: Une mine de diamants** La mine de diamants Diavik exploite en profondeur la toundra subarctique des Territoires du Nord-Ouest, au Canada. 21 septembre, 2016.

Suivre les changements

1. Quel est le changement le plus important que vous voyez dans ces deux images?



August 1986 / août 1986



July 2020 / juillet 2020

La diapositive montre deux images du même endroit pour faire une comparaison. Le dessus du quartier gauche des images sont beiges avec des lignes sinueuses le traversant et semblent être élevées. Autrement, les images sont dominées de blanc. Sur l'image à la droite, une partie du blanc semble morcelé ou avoir disparu. En dessous d'où se trouvait le blanc, on peut voir un bleu turquoise. Dans le coin supérieur droit, une partie du blanc semble s'être détaché et éloigné du reste.

- A. L'érosion du sol causé par les changements climatiques
- B. La fonte de glace d'un glacier
- C. Une large section d'un glacier qui s'est détachée
- D. Des cendres volcaniques qui sont emportées

2. Qu'est-ce qui a causé les changements dans ces deux images?



La diapositive montre deux images du même endroit pour faire une comparaison. À la gauche, il y a une image d'un lac entouré de collines, avec des champs verts sur la rive du côté sud. À la droite, la superficie du lac a réduit de 50 % et le terrain est principalement brun.

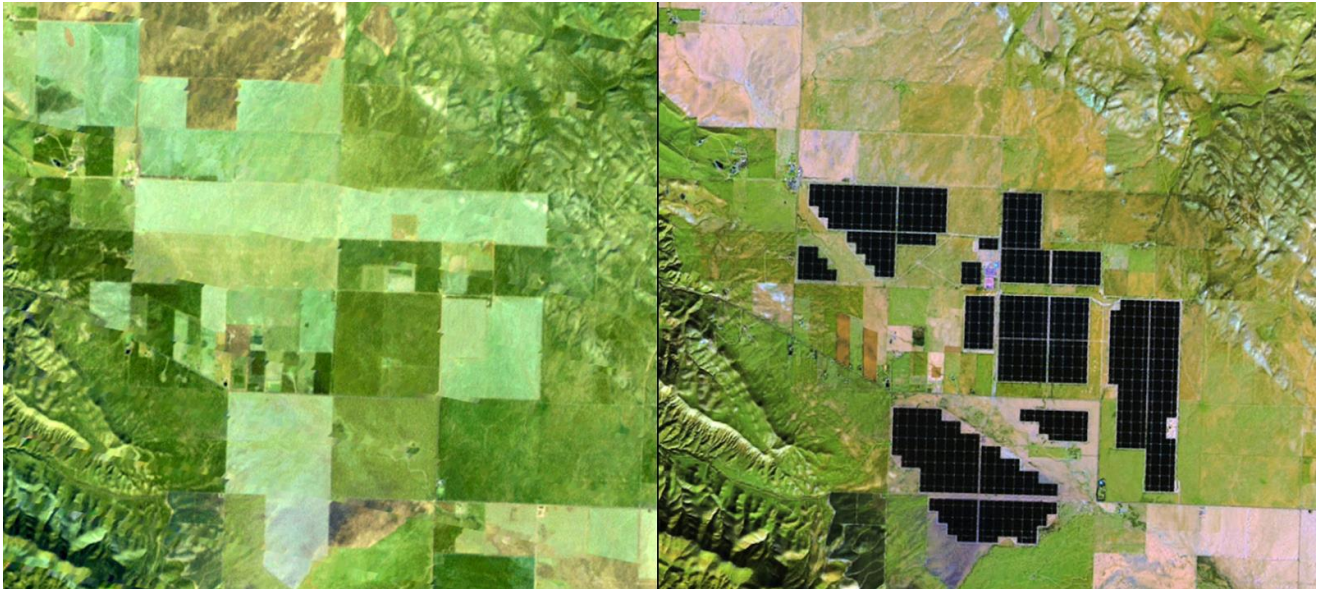
A: Sécheresse

B : Inondation

C : Tempête de grêle

D : Feu

3. Qu'est-ce qui a causé les changements dans ces deux images?



La diapositive montre deux images du même endroit pour faire une comparaison. . L'image de gauche montre plusieurs champs verts, représentés par des rectangles de différentes grosseurs et teintes de vert. À la droite, l'image est partiellement couverte de carrés noirs, lesquels sont rassemblés en cinq groupes, couvrant approximativement 25 % de l'image.

A : Construction d'un aéroport

B : Construction d'une installation sportive

C : Construction de lacs artificiels

D : Construction d'une centrale solaire

4. Qu'est-ce qui a causé les changements dans ces deux images?



La diapositive montre deux images du même endroit pour faire une comparaison. Sur l'image de gauche, on voit une zone vallonnée, partiellement boisée, avec plusieurs petites routes menant à une zone boisée verte foncée. Sur l'image de droite, la zone autour de ces routes n'est plus verte, mais principalement brune.

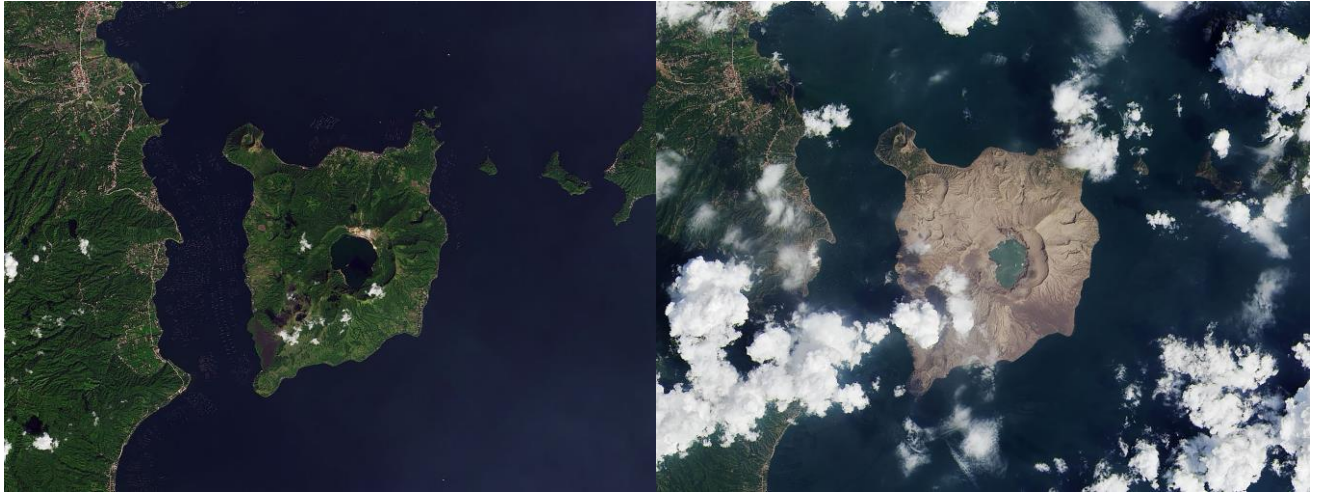
A : Sécheresse

B : Inondation

C : Récolte de sapins de Noël

D : Construction d'une manufacture

5. Qu'est-ce qui a causé les changements dans ces deux images?



La diapositive montre deux images du même endroit pour faire une comparaison. Sur l'image de gauche, au centre du cadre, il y a une île avec un petit lac bleu foncé au milieu. L'île, d'un vert vibrant, est entourée d'eau bleue foncée. On voit plus de terre du côté gauche de l'image, ainsi qu'une autre petite île du côté droit. Sur l'image de droite, l'île n'est plus d'un vert vibrant, mais plutôt brun foncé et le lac au centre de l'île est bleu sarcelle. Il y a aussi de nombreux nuages visibles sur cette image.

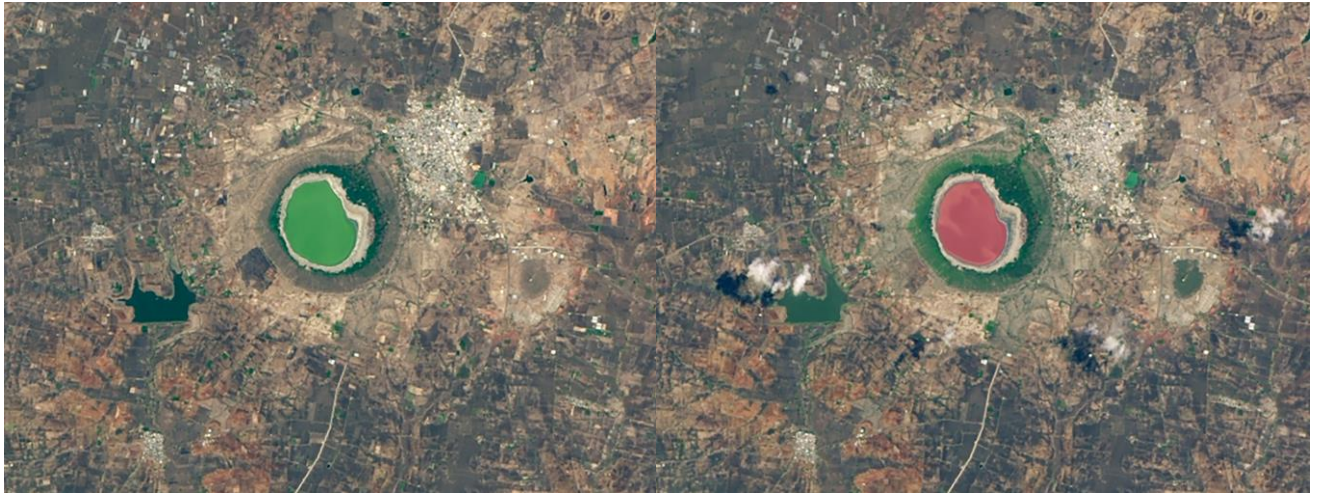
A: Sécheresse

B: Éruption d'un volcan

C : Construction d'une île artificielle

D : Tornade

6. Qu'est-ce qui a causé le changement de couleur du lac?



La diapositive montre deux images du même endroit pour faire une comparaison. Sur l'image de gauche, une zone circulaire verte éclatante est le point central. Elle semble principalement entourée de terre sèche brune, à l'exception de la zone qui l'entoure directement, laquelle est verte de végétation. Sur l'image de droite, la zone circulaire centrale est maintenant rose éclatant.

A: Augmentation de la présence de microorganismes causée par une sécheresse

B : Ajout de produits chimiques pour surveiller les niveaux d'eau

C : Rassemblement de flamants roses en migration

D : Surabondance de crevettes

7. Qu'est-ce qui a causé les changements dans ces deux images?



La diapositive montre deux images du même endroit pour faire une comparaison. Sur l'image de gauche, on voit une bande côtière traversant le cadre en diagonale, à partir du coin inférieur gauche vers le coin supérieur droit. La terre est principalement grise et l'eau est presque noire. Sur l'image de droite, on voit la même bande côtière, mais de nouvelles îles sont visibles, lesquelles ont la forme de palmiers et des continents du monde.

- A: Construction d'un aéroport
- B : Activité extraterrestre
- C : Construction de lacs artificiels
- D : Construction d'îles artificielles

8. Quelle photo représente la rivière à l'automne?



La diapositive montre deux images du même endroit pour faire une comparaison. Cette diapositive montre quatre images du même endroit pour faire une comparaison.

Image en haut à gauche : On voit principalement une couverture neigeuse blanche avec une rivière traversant l'image de façon sinueuse à partir du coin inférieur gauche vers le coin supérieur droit. La rivière est également blanche, probablement parce qu'elle est recouverte de glace.

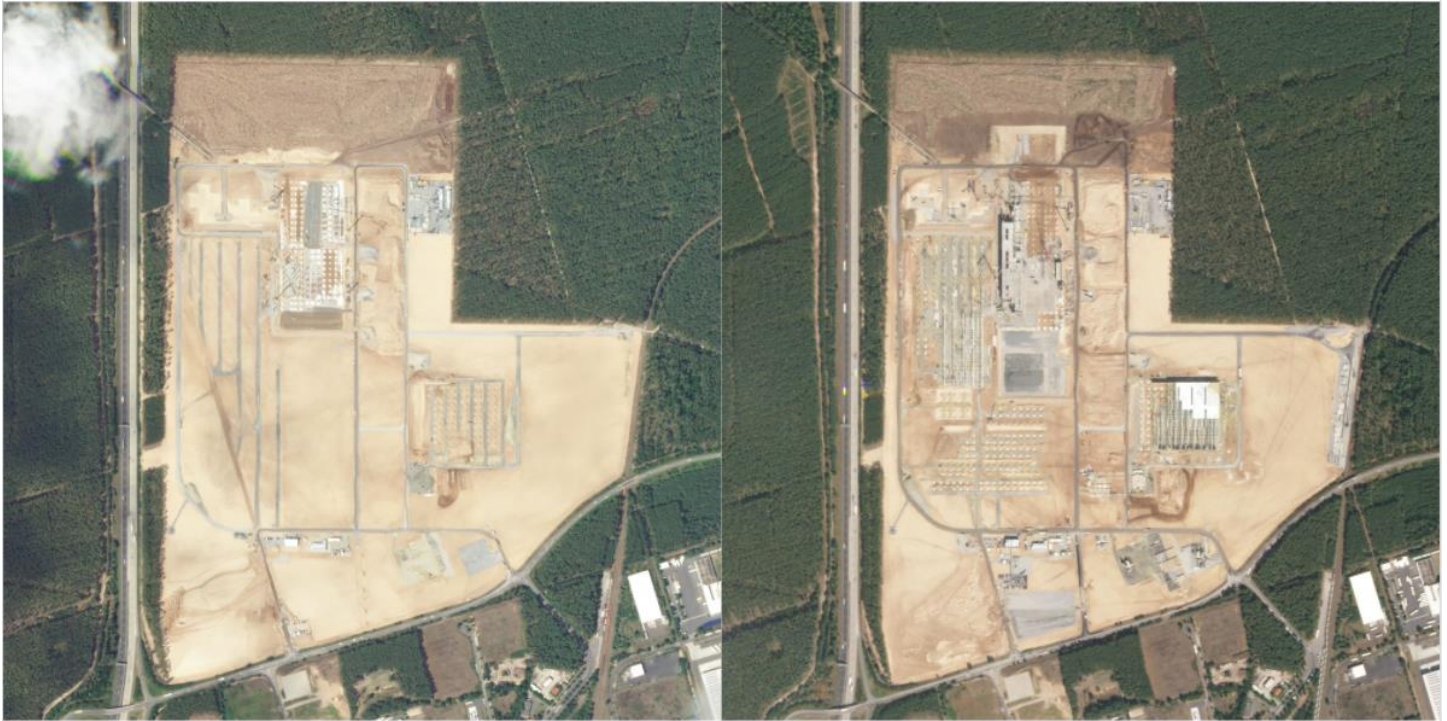
Image en haut à droite : Sur cette image, la terre entourant la rivière est principalement brune avec certaines zones brunes foncées. La rivière est étroite et semble avoir des bancs de sable qui sont visibles au-dessus de l'eau à certains endroits. L'eau est verte.

Image en bas à gauche : Sur cette image, la terre entourant la rivière est principalement brune avec certaines zones d'un brun légèrement plus foncé que d'autres. La rivière est étroite. L'eau est brune.

Image en bas à droite : Sur cette image, il y a de la terre brune, mais les zones plus près de la rivière sont vertes et noires. La rivière est plus large que sur les autres images. L'eau est brune.

- A. A
- B. B
- C. C
- D. D

9. Selon vous, combien de temps s'est écoulé entre ces deux images?



La diapositive montre deux images du même endroit pour faire une comparaison. Les images semblent représenter des champs verts avec des routes qui les traversent. La portion centrale des images est dominée par une zone en forme de L qui a la couleur du sable. Sur l'image de gauche, cette zone semble présenter plusieurs lignes grises qui ressemblent à des routes, environ cinq bâtiments et deux zones rectangulaires avec des points blancs. L'image de droite semble avoir des structures bâties dans les zones où étaient les points blancs et a quatre autres zones présentant des points blancs. Le long du bas de l'image il y a maintenant plus de bâtiments que sur la première image.

- A. Environ six mois
- B. Environ une saison
- C. Environ une semaine
- D. Environ un mois

10. Qu'est-ce qui a causé les changements dans ces deux images?



October 10, 2020 / 10 octobre 2020



April 28, 2021 / 28 avril 2021

La diapositive montre deux images du même endroit pour faire une comparaison. Cette diapositive montre deux images en couleurs fausses du même endroit pour faire une comparaison. Sur l'image de gauche, la rivière, qui est bleu éclatant, a plusieurs îles ainsi que des points de divergence et de convergence. La rivière est sinueuse traversant des terres et elle est colorée rose et rouge. Sur l'image de droite, la rivière ne serpente plus et elle est très pleine. Les îles de terre ne sont plus visibles sur la rivière et elle est beaucoup plus large.

A : Construction d'îles artificielles

B : Sécheresse

C : Feu

D : Fonte de neige provoquant une inondation

Mention de source pour « Suivre les changements »

1	https://earthobservatory.nasa.gov/images/147350/spalte-splits
2	https://climate.nasa.gov/images-of-change/?id=686#686-chiles-lake-aculeo-dries-up
3	https://climate.nasa.gov/images-of-change/?id=541#541-topaz-solar-farm-installation-california
4	https://climate.nasa.gov/images-of-change/?id=709#709-christmas-tree-harvest-in-ashe-county-north-carolina
5	https://climate.nasa.gov/images-of-change/?id=720#720-taal-volcano-ash-coats-philippine-island-of-luzon
6	https://climate.nasa.gov/images-of-change/?id=740#740-indias-lonar-lake-changes-color
7	https://climate.nasa.gov/images-of-change/?id=467#467-artificial-islands-united-arab-emirates
8	https://www.planet.com/gallery/#!/post/four-seasons-on-the-green-river
9	https://www.planet.com/gallery/#!/post/tesla-gigafactory-berlin-construction
10	https://www.planet.com/gallery/#!/post/rise-and-fall-of-the-brahmaputra-river

Réponses à « Suivre les changements »

1. **C : Une large section d'un glacier qui s'est détachée**

Le glacier Spalte (au nord-est du Groenland) après s'être séparé de son glacier principal, Nioghalvfjerdsbrae, lequel est la dernière plateforme flottante de l'Arctique. En 2020, Spalte s'est entièrement détaché de son glacier principal et s'est défait en de nombreux icebergs.


2. **A: Sécheresse** Le lac Aculeo, au Chili, s'est asséché. Cette situation a été causée par un manque de pluie, laquelle est un résultat des changements climatiques et des cycles naturels des modèles de précipitations, en plus des pertes relatives à l'irrigation et à l'augmentation de la consommation d'eau engendrée par la croissance de la population.

3. **D: Construction d'une centrale solaire.** Installation de la centrale solaire Topaz, en Californie. Elle possède neuf millions de panneaux solaires et s'étend sur environ 25 kilomètres.

4. **C: Récolte de sapins de Noël.** Ces images comparent une exploitation d'arbres de Noël dans le comté Ashe, en Caroline du Nord, avant et après la récolte d'un nombre important d'arbres.

5. **B: Éruption d'un volcan.** Le volcan Taal, dans le lac Taal, sur l'île Luzon, dans les Philippines, est entré éruption le 12 janvier 2020. Au cours des semaines qui ont suivi, de lourdes cendres mouillées sont retombées sur Terre, transformant le paysage vert luxuriant (image de 2019) en un brun grisâtre (image de 2020). La cendre durcissait au fur et à mesure qu'elle séchait, passant d'une consistance ressemblant à de la boue à celle du ciment, endommageant la plupart des cultures de l'île ainsi que le reste de la végétation.

6. **A: Augmentation de la présence de microorganismes causée par une sécheresse.** En juin 202, sur une période de quelques jours, le lac Lonar, en Inde centrale de l'ouest est passé du vert au rose. Le temps chaud et sec a causé l'évaporation d'une quantité importante de l'eau du lac, laissant le sel



derrière. Des chercheurs supposent que la concentration de sel accrue a provoqué une augmentation rapide du nombre de microorganismes qui aiment le sel et ceux-ci ont causé le changement de couleur.

7. **D: Construction d'îles artificielles.** La ville de Dubaï est située le long du golfe Persique dans les Émirats arabes unis. En 2001, le travail a commencé pour créer des archipels artificiels le long de la bande côtière de Dubaï. On peut voir les résultats sur l'image de 2012.
8. **B. Automne.** Au cours d'une année, le paysage le long de la rivière Green River dans le nord de l'Utah change de façon dramatique. Au printemps (C), la neige fondante sur l'eau d'amont teinte la rivière de sédiments. Quelques mois plus tard (D), l'eau déborde des berges de la rivière, revitalisant les milieux humides adjacents. L'étiage à l'automne (B) expose les barres de sable, tandis qu'en hiver (A) il y a de la neige sur toute la région.
9. **D. Environ 1 mois .** Construction en dehors de Berlin qui marque le premier important centre de Tesla en Europe. Sur ces deux photos prises les 6 juillet et 17 août 2020, on peut voir la transition entre la construction des fondations et la pose des toits sur les bâtiments.
10. **D. Fonte de neige provoquant une inondation** L'image de gauche montre une rivière en Inde après qu'elle ait commencé à baisser suivant une inondation survenue pendant l'été (le 10 octobre 2020). L'image de droite montre la rivière alors que la neige fondante fait monter le niveau de l'eau (le 28 avril 2021). Le rouge indique une végétation florissante, le gris et le brun représentent des sols exposés et le bleu désigne l'eau.

Réalisez votre propre CubeSat

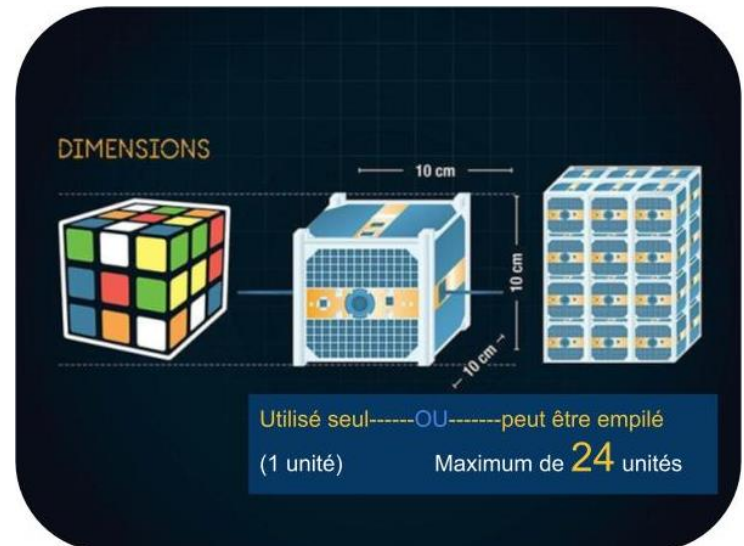
Objectifs d'apprentissage

Dans cette activité, les élèves découvriront les satellites cubiques (CubeSats) et pourquoi on les utilise. Ils travailleront ensuite en groupes pour concevoir et construire le prototype d'un CubeSat, tout en s'assurant que leur modèle respecte les critères et les exigences d'essai afin de garantir la viabilité.

Introduction

Les chercheurs se posent des questions sur les systèmes terrestres depuis plus de 50 ans et recueillent des données à partir de satellite dans l'espace pour étudier l'environnement changeant de la Terre. Des ingénieurs aident ensuite à concevoir des instruments visant à obtenir les mesures nécessaires pour répondre à ces questions. Divers instruments sont utilisés pour avoir une vue d'ensemble de nos systèmes terrestres. Puisqu'un satellite ne peut seulement transporter qu'un nombre limité d'instruments à la fois, en raison de limites de taille et de poids, plusieurs satellites sont utilisés chaque jour pour recueillir des données de partout sur la planète.

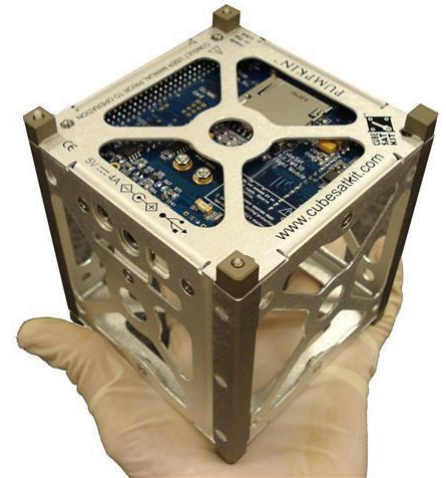
L'initiative canadienne CubeSat a été annoncée en 2017. Elle offre la chance aux élèves de niveau postsecondaire de participer à une véritable mission spatiale. Grâce à un concours national, les équipes gagnantes d'enseignants et d'élèves auront l'occasion de concevoir et de construire leur propre satellite miniature appelé CubeSat. Le but de ce programme vise à accroître l'intérêt des élèves dans les STIM, à développer leur expertise dans ce domaine, à leur donner une expérience pratique et à faire avancer la science ou la technologie spatiale. Malheureusement, le concours n'est offert qu'aux élèves de niveau postsecondaire. Votre classe peut toutefois quand même créer des modèles de CubeSat. Pour plus de renseignements sur l'initiative CubeSats, visitez <https://www.asc-csa.gc.ca/fra/satellites/cubesat/default.asp>.



Source : Agence spatiale canadienne

Un CubeSat est un satellite carré miniature (10 cm x 10 cm x 10 cm) qui pèse environ 1 kg. Un CubeSat peut être utilisé seul ou en groupe de plusieurs unités, jusqu'à 24 d'entre elles.

Les CubeSats sont construits sur mesure, selon les exigences spécifiques de leur mission. La structure principale est faite d'aluminium et sert à tenir les antennes et le système de transmission radio, la source d'alimentation et l'ordinateur en plus des capteurs ou tout autre instrument scientifique. Les antennes et les panneaux solaires peuvent être installés sur l'extérieur de la structure. Les CubeSats sont souvent envoyés dans l'espace supplémentaire sur les fusées. Plus le satellite est petit, plus le coût associé à l'assemblage et au lancement est bas. Ces satellites peuvent être construits rapidement, sont moins chers, se servent d'une technologie simple et sont plus faciles à concevoir. Cependant, leur capacité à transporter des instruments scientifiques est limitée et la durée de leurs missions est plutôt courte (habituellement moins de 12 mois).



Source : Agence spatiale européenne

Essai

Dans la vraie vie, si c'est financièrement viable, les équipes travaillant sur les CubeSats construisent plusieurs unités : deux unités de vol, une unité d'essais technologiques et un FlatSat. L'unité d'essais technologiques est construite comme une unité de vol, mais n'est pas destinée à un lancement. Il s'agit d'une sorte de modèle de pratique. Elle est utilisée pour s'assurer que les pièces s'assemblent correctement ainsi que pour faire l'essai du matériel et des logiciels. Tout test ou essai devant être fait le sera d'abord sur l'unité d'essais technologiques afin de protéger la précieuse unité de vol. Le FlatSat comprend des composantes du CubeSat sans la structure. Typiquement, les composantes sont montées sur un panneau plat, puis les essais et le dépannage peuvent commencer sans avoir à intégrer les composantes dans la structure. Tous les tests préliminaires sont effectués sur l'unité d'essais technologiques et le FlatSat. Ensuite, les essais environnementaux peuvent être réalisés sur les unités de vol. Deux unités de vol sont fabriquées, si possible, pour fournir la chance d'envoyer le meilleur matériel dans l'espace puisqu'il ne peut y avoir deux satellites parfaitement identiques. Avant qu'un CubeSat soit approuvé pour le vol, il doit réaliser un essai de vérification pour prouver qu'il est sécuritaire et solide. L'essai de vérification comprend normalement un essai de vibration et thermique, un essai des composantes électriques et peut compter un essai de résistance aux chocs, statique, en charge, et autres.

Puisque nous n'avons pas la capacité de faire des essais comme ils le font dans l'industrie, nous utiliserons d'autres façons de tester la viabilité des modèles. Les prototypes peuvent être testés pour simuler une défaillance, si souhaité, ou de nombreux essais peuvent être réalisés. Vous pourriez en discuter en classe. Voici certains tests possibles :

- Laissez tomber le CubeSat d'une hauteur de deux mètres. Assurez-vous que le corps mesure encore 10 cm x 10 cm x 10 cm après l'essai, et que la pile et la charge utile sont toujours en place. Si on souhaite faire un essai pour simuler la défaillance, on peut consigner la hauteur maximale de la chute avant la défaillance.
- Placer le poids sur le CubeSat. Le poids recommandé est de 2 kg. Assurez-vous que le corps mesure encore 10 cm x 10 cm x 10 cm après l'essai, et que la pile et la charge utile sont toujours en place. Si on souhaite faire un essai pour simuler la défaillance, on peut placer plusieurs poids sur le modèle jusqu'à ce que se produise la défaillance, puis on peut peser les poids placés sur le modèle avant celui qui a causé la défaillance.

- Le CubeSat peut être placé dans une essoreuse à salade que l'on active ensuite pendant une durée donnée. Assurez-vous que le corps mesure encore 10 cm x 10 cm x 10 cm après l'essai, et que la pile et la charge utile sont toujours en place.
- Tout autre essai pouvant potentiellement fournir des résultats intéressants.

Description de l'activité

Voici certaines directives et idées générales pour la construction et les essais. Selon l'intérêt de votre groupe, ou les matériaux disponibles, vous pourriez ajouter ou omettre certains aspects de la construction ou des essais. Allez-y avec ce qui fonctionne pour vous et votre classe!

Conception du CubeSat

- Le cube doit mesurer 10 cm x 10 cm x 10 cm.
- Vous devez pouvoir ouvrir le cube pour pouvoir placer les capteurs et les instruments scientifiques à l'intérieur.
- Une fois terminé, le cube doit peser moins de 150 grammes.
- Pour tester sa solidité, le cube est soumis à une charge (poids estimé de 2 kg) placée sur le dessus et doit maintenir sa forme.
- Pour également tester sa solidité, on laisse tomber le cube d'une hauteur de deux mètres et il doit de nouveau maintenir sa forme.
- Le modèle peut être recouvert de papier d'aluminium pour simuler le bouclier thermique du satellite utilisé pour protéger les délicats instruments à bord contre les températures extrêmes de l'espace.
- Le prototype du CubeSat doit comprendre une charge utile (celle-ci pourrait être composée d'une pile AA et d'un « panneau d'ordinateur » fabriqué à partir de briques LEGO ou de carton), laquelle doit être fixée à l'intérieur du prototype pour ne pas qu'elle se déplace pas pendant les essais.

Prototype du satellite - matériel suggéré

- Corps : Carton, papier d'aluminium, bâtonnets de bois, pailles, règles, ruban adhésif en toile, ruban-cache, colle chaude
- Charge utile : Pile AA, matériel de simulation de la charge utile (briques LEGO, ficelle, laine, boutons, carton, etc.), et ruban adhésif en toile, fil de fer, colle, etc. pour fixer le matériel.

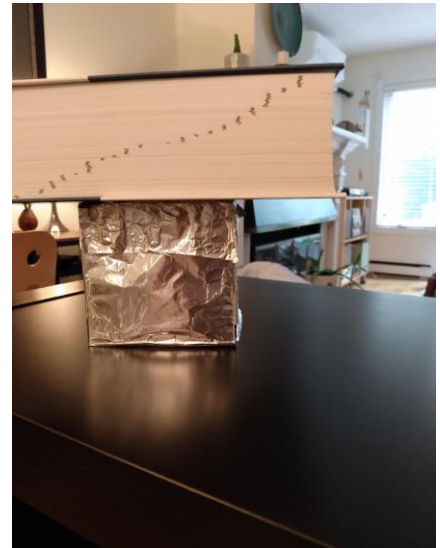
Matériel d'essai

- Échelle numérique
- Poids (gros manuel, bouteilles remplies d'eau sur un plateau, etc.),
- Ruban à mesurer ou mètre
- Autre matériel d'essai selon les essais effectués, comme une table de vibration ou une essoreuse à salade



Procédure d'essai

- Peser le prototype.
- Placer le poids sur le dessus du prototype du CubeSat (en s'assurant que la charge est distribuée sur tout le dessus et non appliquée seulement à un endroit).
- Laisser tomber le prototype d'une hauteur de deux mètres.
- Si à tout moment le prototype ne maintient pas sa forme, les élèves peuvent modifier leur modèle en fonction de ce qui a été observé durant les essais et la discussion avec leurs collègues de classe.
- Un nouveau modèle peut être fabriqué pour l'essai final.



Allez plus loin

Vidéos sur le thème des CubeSats en français :

- Les Nano-Satellites <https://www.youtube.com/watch?v=Pln0lmipKcU> 8 minutes et 54 secondes
- ESA Euronews: Les nanosatellites jouent dans la cour des grands [ESA Euronews: Les nanosatellites jouent dans la cour des grands](#) 8 minutes et 30 secondes

En anglais :

- [JPL's Crazy Engineering CubeSats](#) from NASA's jet propulsion laboratory. 8 minutes et 49 secondes
- TedTalk [Tiny Satellites](#). 8 minutes et 5 secondes

Références

Science and Innovation, A Boeing/Teaching Channel Partnership, CUBESATS Teacher Handbook, TeachingChannel, https://duuciyt57169v.cloudfront.net/uploads/2018/09/cubesats_04-05_lesson.pdf

Engineer a Satellite, NASA Science, Share the Science, <https://science.nasa.gov/engineer-satellite>

Engineer a Satellite, Earth Science Week, <https://www.earthsciweek.org/classroom-activities/engineer-satellite>

Crazy Engineering: CubeSats, NASA JPL video, 3 December, 2015, <https://www.jpl.nasa.gov/videos/crazy-engineering-cubesats>

Tiny satellites that photograph the entire planet, every day, TedTalk by Will Marshall, 18 November, 2014, Youtube video <https://www.youtube.com/watch?v=UHKEbemburs>

Les Nano-Satellites, Proxima Astronomy, 6 mar 2021, vidéo Youtube, <https://www.youtube.com/watch?v=Pln0lmipKcU>

Les nanosatellites jouent dans la cour des grands, ESA Euronews, 22 janvier, 2016, vidéo Youtube [ESA Euronews: Les nanosatellites jouent dans la cour des grands](#)