

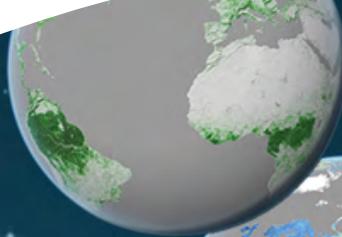
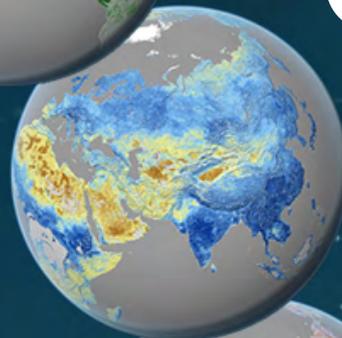
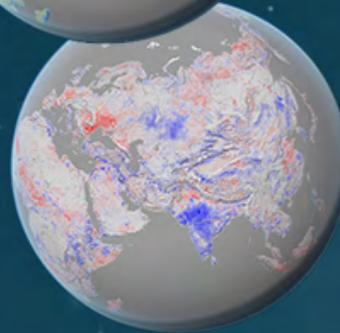
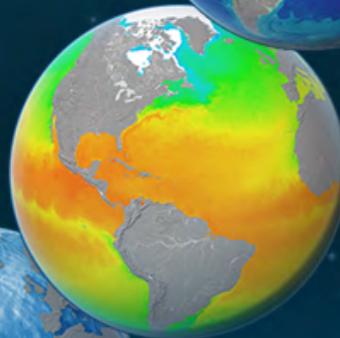
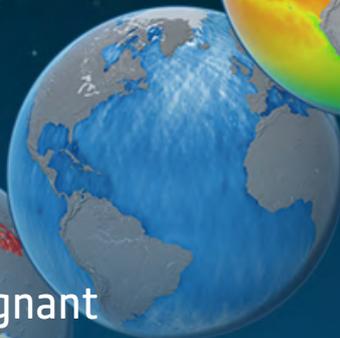
Secondaire
11-14



Dossier pédagogique

PRENDE LE PULS DE LA PLANÈTE

Guide de l'enseignant
et fiches d'activités pour les élèves



| | |
|---|----|
| PRENDRE LE POULS DE LA PLANÈTE : Vue d'ensemble | 4 |
| En bref..... | 4 |
| Description rapide..... | 4 |
| Objectifs | 4 |
| Résumé des activités..... | 6 |
| Notes pratiques destinées aux professeurs..... | 7 |
| Santé et sécurité | 7 |
| L'application web « Climate From Space »..... | 8 |
| Surveillance de la Terre depuis l'espace : informations générales | 9 |
| Utilisation du spectre électromagnétique..... | 9 |
| L'avantage du satellite..... | 9 |
| Activité n° 1 : PRENDRE LE POULS DE LA PLANÈTE..... | 11 |
| Activité n° 2 : VOIR AVEC DE NOUVELLES COULEURS | 13 |
| Activité n° 3 : EXPLORER LE CLIMAT DEPUIS L'ESPACE | 16 |
| Fiche d'activité n° 1 : PRENDRE LE POULS DE LA PLANÈTE..... | 19 |
| Fiche d'activité n° 2 : VOIR DANS DE NOUVELLES COULEURS | 20 |
| Fiche d'activité n° 3 : EXPLORER LE CLIMAT DEPUIS L'ESPACE | 23 |
| Fiche d'information n° 1 : PRENDRE LE POULS DE LA PLANÈTE | 26 |
| Fiche d'information n°2 : VOIR AVEC DE NOUVELLES COULEURS..... | 29 |
| Liens..... | 31 |
| Ressources..... | 31 |
| Projets spatiaux de l'ESA..... | 31 |
| Informations supplémentaires..... | 31 |

Dossier pédagogique, proposé par Climate Change Initiative -
PRENDRE LE POULS DE LA PLANÈTE (niveau collège)

<https://climate.esa.int/fr/education/>

Activités développées par l'Université de Twente aux Pays-Bas et le
Centre National Anglais d'Observation de la Terre.

Merci de laisser vos commentaires au Bureau du climat de l'ESA

<https://climate.esa.int/fr/helpdesk/>

Produit par le bureau climatique de l'ESA

Copyright © Agence spatiale européenne 2020-2021

PRENDRE LE POULS DE LA PLANÈTE : Vue d'ensemble

En bref

Matière(s) : Géographie, Science, Science de la Terre

Tranche d'âge : 11-14 ans

Type : Eléments de base et activités informatiques

Complexité : moyenne à avancée

Durée du cours : 4 heures

Coût : faible (5-20 euros)

Lieu : en intérieur

Nécessite l'utilisation de : Internet, logiciel standard

Mots clés : spectre électromagnétique, rayonnement, longueur d'onde, infrarouge, canal, bande, capteur, pixel, satellite

Description rapide

Dans cette série d'activités, les élèves apprendront comment différents types de rayonnements électromagnétiques sont utilisés pour observer l'évolution de notre planète.

La première activité décrit les régions du spectre électromagnétique en précisant comment les utiliser pour l'observation de la Terre.

Durant la deuxième activité, les élèves découvrent les images en fausses couleurs, puis en créent de nouvelles, à partir des données d'un satellite, afin d'étudier une région de la Terre en cours de mutation.

Dans l'activité finale, les élèves superposent cette technique avec les données climatiques d'autres satellites, afin d'obtenir un rapport détaillé sur une inondation ou une sécheresse majeure.

Objectifs

Travailler sur ces activités apportera aux élèves les capacités suivantes :

Connaître les différentes régions du spectre électromagnétique.

Savoir reconnaître certains types de rayonnement caractéristiques de la Terre.

Expliquer pourquoi il est utile de collecter des informations sur ces caractéristiques de la Terre.

Décrire comment créer des images en couleur, en superposant des séries de données.

Évaluer l'utilité de différentes images en fausses couleurs.

Utiliser des données satellites pour découvrir les changements survenus dans une région.

Utiliser l'application web « Climate From Space » pour constater l'évolution de l'humidité du sol ainsi que d'autres variables.

Réunir les informations provenant d'un type de données afin de générer un rapport sur une catastrophe naturelle récente.

Résumé des activités

| | Titre | Description | Résultat | Pré-requis | Durée |
|---|--------------------------------------|---|--|---|--|
| 1 | Prendre le pouls de la planète | Lecture sur l'utilisation de différentes longueurs d'onde de la lumière, pour surveiller certaines parties du système climatique. | Connaître les différentes régions du spectre électromagnétique. Savoir reconnaître certains types de rayonnement caractéristiques de la Terre. Expliquer pourquoi il est utile de collecter des informations sur ces caractéristiques de la Terre | La notion de longueur d'onde doit être expliquée aux élèves qui ne la connaissent pas. | 30 minutes |
| 2 | Voir à travers de nouvelles couleurs | Créer des images satellites en fausses couleurs et en déduire les changements survenus dans une région. | Décrire comment créer des images en couleur, en superposant des séries de données. Évaluer l'utilité de différentes images en fausses couleurs. Utiliser des données satellites pour rechercher les changements survenus dans une région. | Activité 1 Le mélange des couleurs, doit être expliqué aux élèves qui ne le connaissent pas. | 1½ heures (30-45 minutes pour les activités d'introduction) |
| 3 | Explorer le climat depuis l'espace | Activité de recherche utilisant l'application web « Climate From Space » | Utiliser l'application web « Climate From Space » pour suivre l'évolution de l'humidité du sol ainsi que d'autres variables. Réunir les informations provenant d'un type de données afin de générer un rapport sur une catastrophe naturelle récente. | Activité 2 | 2 heures (30 minutes pour les activités d'introduction) |

Les temps indiqués dans le tableau récapitulatif concernent les exercices principaux, ils supposent un accès complet à l'informatique, et/ou une distribution à la classe des résultats des calculs répétitifs et des graphiques. Ils comprennent le temps nécessaire à la mise en commun des résultats, mais pas celui de leur présentation. Cette étape étant nécessairement liée à l'effectif de la classe et au nombre de groupes. Enfin, d'autres méthodes peuvent prendre plus de temps.

Notes pratiques destinées aux professeurs

En début de section est indiqué le **matériel requis pour** chaque activité, ainsi que des notes sur les éventuelles préparations nécessaires, en plus des photocopies des fiches d'activités et des fiches d'information.

Les **fiches d'activités** sont à usage unique et peuvent être photocopiées en noir et blanc.

Les **fiches d'informations** peuvent contenir : des images plus grandes afin de pouvoir les insérer dans des présentations en classe, des informations supplémentaires pour les élèves, ou des données avec lesquelles ils pourront travailler. Ces documents sont réutilisables, il est donc préférable de les imprimer ou de les copier en couleur.

Les **feuilles de calculs, tableaux de données ou documents supplémentaires** nécessaires à l'activité peuvent être téléchargés sur le lien suivant :

<https://climate.esa.int/fr/educate/climate-for-schools/>

Des idées **pour aller plus loin** et des suggestions de **variation** sont incluses dans la description de chaque activité.

Pour les activités pratiques, les réponses aux feuilles d'activités et les résultats des exemples sont inclus afin d'aider à l'**évaluation**. Des critères pour aider le professeur à évaluer les compétences essentielles, telles que la communication ou le traitement des données, sont indiquées dans la partie correspondante de la description de l'activité.

Santé et sécurité

Dans toutes les activités, nous avons supposé que les consignes de sécurité habituelles continuent d'être appliquées : à savoir l'utilisation des équipements de base (les appareils électriques comme les ordinateurs), les mouvements dans la salle de classe, les déplacements et les renversements, les premiers secours, etc... Comme la nécessité de ces procédures est universelle, mais que les étapes de leur mise en œuvre varient considérablement, nous ne les avons pas détaillées à chaque fois. Au lieu de cela, nous avons mis en évidence les dangers propres à une activité pratique donnée, afin d'éclairer l'évaluation des risques.

Certaines de ces activités utilisent l'application web « Climate from Space » ou d'autres sites web interactifs. Il est possible de naviguer à partir de ces sites vers d'autres parties du site Web de l'ESA « Climate Change Initiative » ou de l'organisation hôte, puis vers des sites Web externes. Si on ne peut pas - ou on ne souhaite pas - limiter les pages que les élèves peuvent consulter, on pourra leur rappeler les règles de sécurité de l'établissement relatives à l'utilisation d'Internet.

L'application web « Climate From Space »

Les satellites de l'ESA jouent un rôle important dans la surveillance du changement climatique. L'application web « Climate From Space » (cfs.climate.esa.int) est une ressource en ligne qui utilise des articles ou « stories » illustrées pour résumer certaines des façons dont notre planète change, et mettre en évidence le travail des scientifiques de l'ESA.

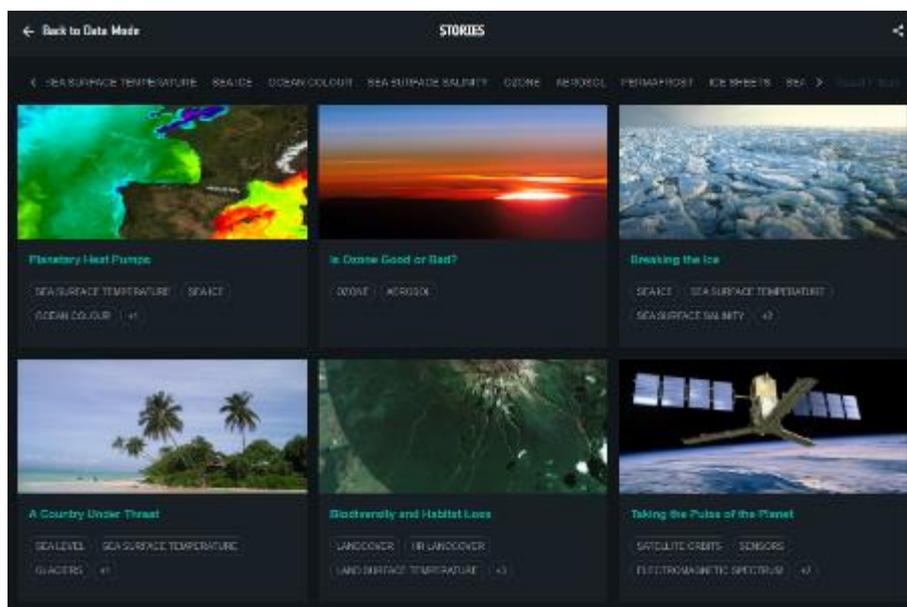


Figure n° 1: Articles ou « Stories » dans l'application web Climate from Space (Source : ESA CCI)

Le programme « Climate Change Initiative » de l'ESA produit des enregistrements mondiaux fiables de certains aspects clés du climat, appelés variables climatiques essentielles (VCE). L'application web "Climate From Space" vous permet d'en savoir plus sur les impacts du changement climatique en observant ces données par vous-même.

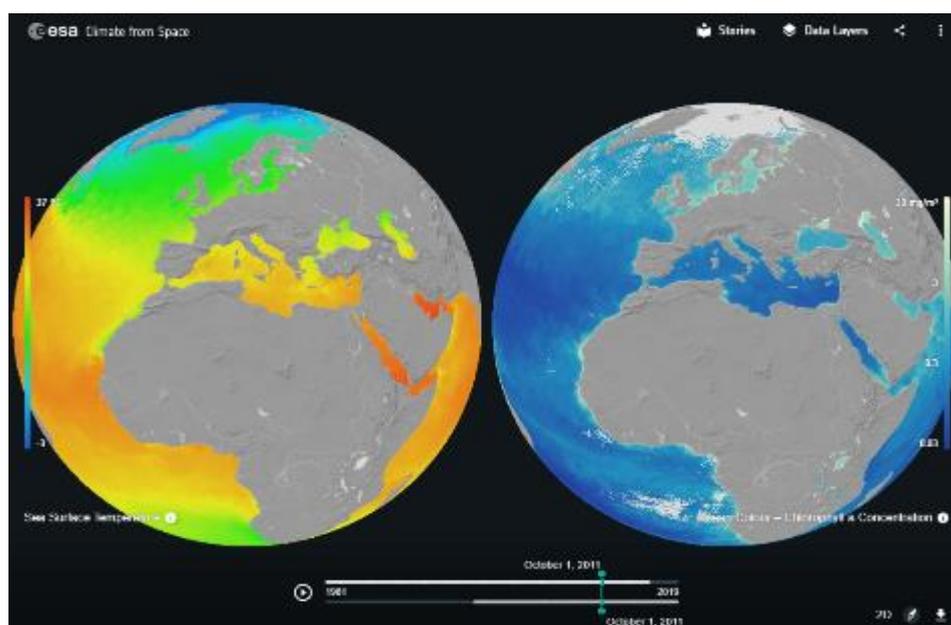


Figure n° 2: Comparaison des températures de l'eau à la surface et de la couleur des océans dans l'application web Climate from Space (Source : ESA CCI)

Surveillance de la Terre depuis l'espace : informations générales

Utilisation du spectre électromagnétique

Nous utilisons les informations recueillies dans une grande partie du spectre électromagnétique, pour surveiller et mesurer de nombreux aspects du système climatique de la Terre, mais ces utilisations sont rarement mentionnées dans les manuels scolaires.

Les satellites en orbite autour de la Terre transportent des instruments qui peuvent détecter la lumière solaire réfléchi, en voyant de la même manière que l'œil humain. Ainsi, comme un médecin utilise une série d'instruments pour examiner les différentes parties du corps du patient, les scientifiques utilisent différents capteurs pour "prendre le pouls" de notre planète.

En plus de détecter la lumière visible, les instruments des satellites peuvent être sensibles au rayonnement infrarouge. Ces instruments peuvent faire la différence entre le rayonnement infrarouge de courte longueur d'onde réfléchi par la végétation, et le rayonnement infrarouge thermique de plus grande longueur d'onde, émis par la surface du sol et des océans, tout en nous renseignant sur leur température. Les instruments de certains satellites découpent le spectre en centaines de morceaux, prenant des mesures distinctes pour chaque bande étroite de longueurs d'onde, nous pouvons ainsi surveiller l'évolution de la composition de l'atmosphère.

Sachant que différentes surfaces, dans différents endroits, reflètent, absorbent et émettent la lumière visible et infrarouge de différentes manières ; la combinaison des informations sur la quantité de rayonnement, d'un ensemble particulier de longueurs d'onde, atteignant un satellite, nous permet de "voir" des détails qui seraient invisibles à l'œil nu. Ces détails incluent la quantité d'humidité dans le sol et la santé de la végétation.

Cette partie se concentre sur le fonctionnement de ces capteurs "passifs" (qui ne font que regarder ce qui se passe), mais il existe également des « instruments radar » qui utilisent le rayonnement micro-ondes de la même manière que le sonar d'un navire utilise le son : ils envoient une impulsion d'ondes et analysent le signal qui revient. Ces capteurs "actifs" nous permettent de "voir à travers" les nuages et de mesurer les hauteurs avec une grande précision. Ils peuvent donc être utilisés pour surveiller les changements du niveau de la mer et des couches de glace, ainsi que pour produire des cartes précises et examiner les effets des tremblements de terre et des volcans.

L'avantage du satellite

Nous pourrions, bien sûr, utiliser ces mêmes instruments sur Terre - et nous le faisons souvent, pas seulement pour vérifier que nous comprenons bien les données envoyées par le satellite, mais aussi pour vérifier que l'instrument fonctionne toujours correctement. Enfin, les satellites nous permettent de voir une grande partie de la Terre en une seule fois, y compris des endroits où il serait impossible de se rendre, et de répéter les mesures régulièrement. Les satellites en orbite basse tournent

autour de la Terre, (presque) de haut en bas, pendant que la planète tourne sous eux, et revisitent le même endroit à la même heure à quelques jours d'intervalle.

Depuis plusieurs décennies que nous utilisons des satellites, nous disposons de mesures fiables à long terme concernant de nombreux indicateurs clés de la santé de notre planète. Ces mesures sont précieuses, non seulement pour les scientifiques qui étudient ce qui se passe actuellement, mais aussi pour les modélisateurs du climat qui tentent de comprendre le système complexe dont nous dépendons tous, et de déterminer comment il pourrait évoluer à l'avenir.

Activité n° 1 : PRENDRE LE POULS DE LA PLANÈTE

Dans cette activité de compréhension, les élèves explorent l'utilisation de différentes longueurs d'onde de rayonnement, pour surveiller différentes composantes du système climatique de la Terre. Elle peut être utilisée comme une introduction au spectre électromagnétique, ou pour soutenir un travail ultérieur sur les utilisations des différentes parties du spectre. Les lecteurs expérimentés peuvent réaliser cette activité comme un exercice autonome à la maison.

Matériel

- Fiche d'information n°1 (2 pages)
- Fiche d'activité n°1
- Application web Climate from Space : article *Prendre le pouls de la planète* (facultatif)
- Accès à Internet pour la recherche (facultatif)

Exercice

1. Lire la fiche d'information n°1 en classe ou demander aux élèves de la lire en groupes. On pourra compléter le texte avec des éléments tirés de l'article de Climate from Space intitulée – *Prendre le pouls de la planète*, en particulier les éléments suivants :
 - La diapositive n°2 est une série d'images historiques de la Terre vue de l'espace, y compris l'image de la bille bleue de la feuille de travail.
 - La diapositive n°4 montre la Terre telle qu'elle est "vue" à travers différentes longueurs d'onde.
 - L'animation de la diapositive n°7 donne plus de détails sur le lien entre les mesures de la couleur des océans et le climat.
2. Demander aux élèves de travailler sur la fiche de travail n°1. Les réponses aux trois premières questions peuvent se faire en utilisant les informations de l'article et de ses illustrations, la réponse à la dernière question nécessitera des recherches supplémentaires.

Les réponses ci-dessous montrent le tableau rempli avec les sections du spectre dans l'ordre où elles apparaissent dans l'article, mais on pourra demander aux élèves de remplir le tableau par ordre croissant ou décroissant de longueur d'onde.
3. En guise d'extension facultative ou de travail à la maison, attribuer aux élèves individuellement ou par groupes, une partie particulière du spectre électromagnétique et leur demander de trouver les noms d'un satellite et d'un capteur qui la détecte, ainsi qu'une image des données produites par ce satellite. Les pages de la section "Projets spatiaux de l'ESA" des liens de la page n° 23 sont un bon point de départ.

Les élèves peuvent partager leurs résultats avec la classe dans le cadre d'une affiche ou d'une présentation à trois diapositives.

Réponses de la fiche d'activité

1.

| Type de rayonnement électromagnétique | Longueurs d'onde | Ce que nous pouvons surveiller en utilisant ce rayonnement |
|---------------------------------------|------------------|---|
| lumière visible | 380-780 nm | couverture terrestre/couleur de l'océan (phytoplancton) |
| Les rayons X et les rayons gamma | <10 nm | (pas d'applications d'observation de la Terre, mais certains étudiants peuvent donner des utilisations médicales) |
| lumière ultraviolette | 10-380 nm | ozone |
| proche infrarouge | ~1 µm | la santé des plantes (productivité agricole - impact des sécheresses) |
| infrarouge thermique | ~10 µm | température (de la terre, de l'océan/du sommet des nuages) |
| micro-ondes | en cm | l'eau (humidité du sol, glace et neige, vapeur d'eau atmosphérique) |

2. Les micro-ondes peuvent pénétrer les nuages, ce qui permet de faire des observations dans l'obscurité et par mauvais temps.
3. Les communications (radio et télévision).
4. Les capteurs actifs envoient une impulsion de rayonnement et détectent quand cette impulsion de rayonnement leur revient et comment elle a changé. Les capteurs passifs, comme nos yeux, constatent la lumière solaire réfléchi (ou le rayonnement thermique émis par la Terre et les objets qui s'y trouvent).

Activité n° 2 : VOIR AVEC DE NOUVELLES COULEURS

Dans cet exercice, les élèves apprennent comment sont créées les images satellites en vraies et fausses couleurs. Ils étudient ensuite un changement dans l'environnement et évaluent le meilleur type d'image en fausses couleurs à utiliser pour surveiller ce changement. La tâche de recherche est ouverte et peut être effectuée individuellement à la maison si l'accès internet le permet, ou par petits groupes en classe.

Équipement

- Accès à Internet
- Fiche d'activité n°2 de l'élève (2 pages)
- Fiche d'information n°2 (2 pages - le premier côté doit être en couleur)
- Logiciels de présentation d'image ou de traitement de texte, que les élèves ont l'habitude d'utiliser.
- Matériel pour la création d'une affiche (facultatif)

Exercice

1. Vérifier que les élèves ont bien compris le mélange des couleurs primaires de la lumière.
Si on utilise un affichage sur écran, on pourra renforcer cela en ouvrant un document, en sélectionnant du texte et en changeant la couleur de la police, en une combinaison personnalisée, en sélectionnant des valeurs pour le rouge, le vert et le bleu.
2. Utiliser la section "Construire une image en couleur" de la fiche d'information n°2.1 pour expliquer ou insister sur le fait que les images peuvent être considérées comme des données rangées dans une grille - un ensemble de données si l'image est en noir et blanc, trois ensembles de données si elle est en couleur - et introduire le terme de "canal".
3. Demander aux élèves de lire ou de parcourir la section suivante de la fiche d'information qui décrit la production d'images en fausses couleurs, puis de répondre aux questions 1 à 3 de la fiche de travail n°2.1, afin de vérifier qu'ils comprennent le processus.
On pourra télécharger une version haute résolution de l'image sur https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2020/05/Southern_Ukraine.
4. Introduire la notion de "bandes", c'est-à-dire de sections du spectre électromagnétique, qui sont détectées par différents types de capteurs dans une caméra ou un instrument satellite (voir fiche d'information n° 2.2).
5. Expliquer aux élèves qu'ils vont explorer certaines combinaisons de bandes à l'aide de Sentinelhub Playground (<https://apps.sentinel-hub.com/> - voir les notes supplémentaires ci-dessous). La fiche d'activité décrit comment accéder au panneau des combinaisons personnalisées et les questions n° 4 à 6 permettent aux élèves de vérifier qu'ils en comprennent le fonctionnement avant de passer à l'activité à durée indéterminée.

6. Les élèves peuvent travailler individuellement ou en binôme pour trouver une combinaison de bandes qui permette de montrer un changement et créer une affiche (physique ou numérique) pour montrer ce changement. La fiche d'activité n° 2.2 les guidera tout au long de ce processus et leur fournira une trace de ce qu'ils ont fait, leurs noms de fichiers pouvant ne pas contenir toutes les informations dont ils ont besoin.

On pourra attribuer des caractéristiques particulières aux élèves et/ou suggérer des domaines à étudier. Quelques suggestions ainsi que des combinaisons de bandes utiles se trouvent dans la section « Réponses aux fiches d'activité » ci-dessous.

7. Les élèves peuvent présenter leurs affiches au reste de la classe. Les groupes ayant étudié des caractéristiques similaires ont-ils pris la même décision quant à la meilleure combinaison de bandes à utiliser ?

Terrain de jeu Sentinelhub

Le site est assez explicite, mais on pourra montrer aux élèves comment il fonctionne ou les orienter vers l'animation à l'adresse www.sentinelhub.com/explore/sentinelplayground/ s'ils ont des difficultés à modifier le lieu ou la date, ou à obtenir des images relativement sans nuages.

La carte de base utilisée est OpenStreetMap, ce qui signifie que la recherche "Go to Place" ne trouve pas toujours les caractéristiques naturelles. Les élèves peuvent utiliser un atlas ou une autre source en ligne pour trouver une zone intéressante, puis la rejoindre en faisant défiler dans Sentinelhub Playground. Cela sera plus facile s'ils désactivent temporairement « dataset layer » à l'aide du menu déroulant accessible par l'icône « satellite » en haut à droite.

Ils devraient s'en tenir au jeu de données par défaut Sentinel-2 L1C, l'autre jeu de données ayant une couverture limitée à 2017. (La correction atmosphérique appliquée aux données « Sentinel-2 » présente des petites différences à ce niveau.)

Réponses à la fiche d'activité

Comprendre les images en fausses couleurs

1. Rouge.
2. Algue vertes ou mauvaises herbes dans un lac verdâtre.
3. Les plantes reflètent beaucoup de lumière (proche) infrarouge.
4. L'image est en noir et blanc car elle ne montre que les informations d'une seule bande.
5. Rouge = 4 Vert = 3 Bleu = 2

Explorer les combinaisons de bandes

Domaines possibles à explorer :

- des lacs saisonniers comme le lac Macleod en Australie occidentale
- des villes en Chine
- la forêt tropicale au bord de l'Amazonie
- une forêt tempérée d'arbres à feuilles caduques (pour les changements de saisons)

- des terres agricoles locales (pour les changements de saisons)
- le glacier Colombia en Alaska.

Combinaisons de bandes utiles (R|V|B) :

- 8|11|4 pour les comparaisons entre la terre et l'eau
- 12|11|4 pour les zones urbaines
- 8|4|3, 11|8|2 ou 8|11|2 pour les zones de végétation naturelle ou agricoles
- 12|8|3 pour les zones de neige et de glace.

Activité n° 3 : EXPLORER LE CLIMAT DEPUIS L'ESPACE

Dans cette activité, les élèves utilisent l'application Web « Climate From Space » pour analyser les mesures satellites de l'humidité du sol et leur évolution dans le temps. Ils doivent utiliser ces données, d'autres informations provenant de l'application Web, ou du site Web utilisé dans l'activité précédente, ou encore d'Internet, afin de produire un rapport sur une sécheresse ou une inondation majeure.

Matériel

- Accès à Internet
- Application web "Climate From Space »
- Fiche d'activité n°3 (2 pages)
- Logiciels de présentation, d'image ou de traitement de texte avec lesquels les élèves ont l'habitude de travailler.
- Matériel pour réaliser une affiche (facultatif)

Exercice

1. Présenter aux élèves l'application web Climate from Space comme un moyen de consulter des données climatiques fiables. Utiliser l'option « Couches de données / Dioxyde de carbone(CO₂) » à titre d'exemple. Les élèves remarqueront que la résolution est beaucoup plus grossière que dans Sentinelhub Playground, chaque pixel faisant plus de 200 km de chaque côté de l'équateur au lieu des dizaines de mètres disponibles dans Sentinel 2. Les raisons de cette différence varient en fonction de la quantité examinée, des différences de sensibilité des capteurs, de la fréquence à laquelle les satellites repassent sur une même zone et de la quantité de données nécessaires pour être sûr que le chiffre donné est fiable. (De la même manière que pour calculer, par exemple, la taille moyenne d'une classe, un échantillon de 30 élèves donnera une meilleure réponse qu'un échantillon de deux élèves).
2. Demander aux élèves, individuellement ou par binômes, d'utiliser l'application web Climate from Space pour analyser l'option « Couches de données / Humidité du sol », puis ensuite d'évaluer le travail d'un autre élève ou binôme en suivant les instructions de la fiche d'activité n° 3. Certains élèves peuvent avoir besoin d'aide pour comprendre les échelles (en particulier celle de l'option « Couche de données / Humidité du sol – Anomalies ») et/ou avec les questions n° 1 et 3. On pourra compléter l'évaluation de ce travail et sa relecture croisée par une discussion en classe sur les mêmes questions.
3. Discuter des problèmes résultant de la sécheresse (la végétation ne pousse pas sans irrigation, la terre devient poussière en s'asséchant et s'envole, les risques d'incendie de forêt augmentent lorsque la végétation se dessèche, *etc.*) et des conditions de saturation en eau des sols, ou des inondations (l'engorgement de la terre empêche les racines de fonctionner et peut donc tuer les plantes, les

glissements de terrain et les inondations perturbent les transports et détruisent les biens, *etc.*)

4. Demander aux élèves de rechercher un événement majeur de sécheresse ou d'inondation qui s'est produit entre fin 2015 et fin 2019. (Ces dates correspondent aux données de Sentinel-2 et de l'option « Couches de données / Humidité du sol » disponibles au moment de la rédaction de ce document). Wikipédia propose des listes d'inondations et de sécheresses majeures qui pourraient constituer un bon point de départ (voir les liens à la page suivante) - passer de l'option « Couche de données » à l'article correspondant, puis aux sources de l'article pour obtenir un reportage cohérent.

https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_floods#1990%E2%80%932000

https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_droughts

Cette activité peut être réalisée individuellement, en binôme ou en groupe, et une partie ou la totalité de la recherche peut être effectuée comme devoir à la maison, si les élèves disposent d'un accès internet suffisant.

4. Les élèves doivent faire un rapport, une présentation ou une affiche afin d'exposer leurs résultats.
La fiche d'activité suggère une structure mais ne donne pas de contrainte sur la nature, la longueur ou le niveau de détail du résultat. Vous pouvez demander à tous les élèves de réagir de la même manière, de se concentrer sur les mêmes sections et/ou imposer des limites sur le nombre de mots, de diapositives, de diagrammes, la taille de l'affiche, en fonction du temps disponible pour la tâche, des capacités des élèves, et du temps disponible pour partager les résultats.
5. Les affiches, les présentations ou les rapports peuvent être partagés avec le reste de la classe et évalués - par le professeur ou par la classe dans son ensemble - en fonction des critères qui auront été déterminés, en matière de compétences de recherche ou de communication, ou en fonction d'une liste de critères pertinents établie en concertation avec la classe.

Réponses aux questions de la fiche d'activité

Interpréter les données sur l'humidité du sol

1. Des idées telles que : le capteur ne peut pas voir à travers les arbres dans les forêts tropicales ; le sol peut être gelé en permanence dans les régions polaires ; les sommets des montagnes sont des rochers nus (ou couverts de glace/neige).
2. Questions ouvertes à faire vérifier par les élèves entre eux.
3. a. L'humidité du sol peut varier d'un mois à l'autre de manière similaire chaque année. La comparaison avec les moyennes annuelles peut seulement montrer cette variation régulière, et la comparaison avec un mois différent peut ne donner aucune information utile. (Etudier plutôt un pays comme l'Inde qui est très humide de septembre à décembre et beaucoup plus sec d'avril à juin.)
b. La végétation (et la conception des bâtiments !) sont adaptées aux niveaux et aux cycles normaux d'humidité du sol, de sorte qu'un sol sec ou humide ne

constitue pas en soi un problème. Cependant, si un endroit est plus humide que d'habitude, il peut être inondé ; s'il est plus sec que d'habitude, il peut connaître une sécheresse.

4. Questions ouvertes à faire vérifier/corriger entre les élèves.

Fiche d'activité n° 1 : PRENDRE LE POULS DE LA PLANÈTE

- Utilisez les idées trouvées précédemment pour remplir le tableau montrant comment différents types de rayonnement électromagnétique sont utilisés pour surveiller la Terre.

| Type de rayonnement électromagnétique | Longueurs d'onde | Ce que nous pouvons surveiller en utilisant ce rayonnement |
|---------------------------------------|------------------|--|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

- Pourquoi les micro-ondes sont-elles très utiles pour surveiller la Terre ?

- Les rayonnements électromagnétiques de très grande longueur d'onde – de l'ordre du mètre ou même du kilomètre - ne sont pas utilisés pour la surveillance de la Terre. A quoi servent-ils ?

Pour en savoir plus

- La plupart des instruments des satellites détectent les rayonnements de la même manière qu'une caméra détecte la lumière. On les appelle des capteurs passifs. Cependant, de nombreux satellites à micro-ondes utilisent des capteurs actifs. Qu'est-ce qui est différent dans leur fonctionnement ?

Fiche d'activité n° 2 : VOIR DANS DE NOUVELLES COULEURS

Comprendre les images en fausses couleurs

Ces questions portent sur l'image du sud de l'Ukraine de la fiche d'information n° 2.1.

1. De quelle couleur serait la zone vert clair dans la vie réelle ?

2. À votre avis, à quoi correspondent les tourbillons bleu vif en bas à droite ?

3. La végétation apparaît en rouge dans ce type d'image.
Qu'est-ce que cela nous apprend sur les plantes et le rayonnement infrarouge ?

Ouvrez Sentinelhub Playground (apps.sentinel-hub.com/sentinel-playground).

Dans le panneau de gauche, sélectionnez "Custom".

Vous pouvez maintenant faire glisser des bandes sur les canaux pour créer des images différentes.

4. Que se passe-t-il si vous faites glisser la même bande sur les trois canaux ?

5. Utilisez le tableau des bandes de Sentinel-2 sur la fiche d'information n° 2.2 pour déterminer quelles bandes doivent être associées à quel canal afin d'obtenir une image en "vraies couleurs", qui corresponde à ce que nous voyons avec nos yeux.

Rouge _____ Bleu _____ Vert _____

Essayer et vérifier si vous aviez raison.

Utiliser le champ de recherche "Go to Place" (en haut à droite) pour vous déplacer vers Kherson, en Ukraine, en conservant la combinaison de couleurs réelles.

Comparer ce que vous voyez avec l'image du sud de l'Ukraine de la fiche d'information n° 2.1.

Vous devrez peut-être utiliser les autres commandes en haut de la page pour modifier les dates afin d'obtenir une image presque sans nuage, et/ou faire défiler ou zoomer un peu pour trouver la bonne zone.

Utilisez la pour vérifier vos réponses aux questions n° 1 et 2.

Explorer les combinaisons de bandes

Nous allons essayer de trouver une combinaison de bandes qui permette de voir facilement les changements d'une caractéristique particulière du paysage.

1. Choisir une caractéristique à étudier.
Vous pouvez étudier des lacs, une ville, un type particulier de forêt, des terres agricoles ou un glacier.

Caractéristique choisie : _____

2. Trouver une zone qui présente cette caractéristique et où, selon vous, elle change au cours d'une année, ou a changé depuis 2015 (année de lancement de Sentinel-2A).
Vous pouvez utiliser un endroit que vous connaissez ou faire des recherches pour sélectionner une zone.

Lieu choisi : _____

3. Pour commencer, vous travaillerez en couleurs réelles. Aller dans cette zone avec Sentinelhub Playground et trouver l'image la plus récente possible où il n'y a pas trop de nuages. Télécharger l'image ou faire une capture d'écran.

Date la plus récente : _____

4. Essayer maintenant différentes combinaisons de bandes et regarder si elles font bien apparaître votre caractéristique. Télécharger les images ou faire des captures d'écran des deux ou trois meilleures, et notez ici les combinaisons de bandes.

Combinaison 1 : Rouge _____ Bleu _____ Vert _____

Combinaison 2 : Rouge _____ Bleu _____ Vert _____

Combinaison 3 : Rouge _____ Bleu _____ Vert _____

5. Revenir à un mois ou une année où vous pensez que la caractéristique était différente et trouver un moment où la zone était relativement sans nuages. Télécharger ou faire une capture d'écran d'une image en vraies couleurs et noter la date.

Ancienne date : _____

6. Essayer chacune de vos deux ou trois combinaisons préférées, en faisant des captures d'écran ou en téléchargeant des copies des images pour les comparer avec les images plus récentes.
Mettre en évidence la combinaison qui vous semble la meilleure pour montrer le changement.
7. Réaliser une affiche montrant comment la région que vous avez étudiée a changé.
Vous devez inclure au moins quatre images pour montrer la région, aujourd'hui et à une autre époque, en vraies et en fausses couleurs.

Ajouter des notes aux images pour indiquer comment les choses ont changé.
Vous pouvez également inclure :

- plusieurs images du même endroit à des moments différents,
- des images d'un lieu similaire qui n'a pas changé au cours de la même période,
- une explication de la combinaison de fausses couleurs que vous avez utilisée,
- des informations sur les raisons et/ou les effets du changement.

Fiche d'activité n° 3 : EXPLORER LE CLIMAT DEPUIS L'ESPACE

Ouvrir l'application web Climate from Space (cfs.climate.esa.int).

Cliquer sur le symbole « couches de données » (en haut à droite) puis choisir l'option « Humidité du sol » dans la liste.

Découvrir comment les commandes vous aident à regarder de plus près des lieux ou des moments particuliers.

Interpréter les données sur l'humidité du sol

1. L'application web affiche une carte grise au lieu d'un carré de couleur aux endroits où le satellite n'a pas pu mesurer la quantité d'eau présente dans le sol ce mois-là.

Chercher les endroits où il n'y a jamais de mesure. Pourquoi pensez-vous que le satellite ne peut jamais obtenir de mesures à ces endroits ? (Il y a plusieurs possibilités).

2. Choisir un endroit – comme là où se trouve votre école ou bien l'un de ceux que vous avez étudiés dans la dernière activité - et estimer la valeur de l'humidité du sol à trois dates différentes.

Lieu choisi _____

Date _____ Humidité estimée du sol _____ m^3/m^3

Date _____ Humidité estimée du sol _____ m^3/m^3

Date _____ Humidité estimée du sol _____ m^3/m^3

Cliquer sur le symbole « Couches de données » dans l'application web Climate from Space.

Cette fois, dans la liste, choisir l'option « Humidité du sol – Anomalies ».

Cette carte montre la quantité d'eau présente dans le sol, par rapport à la valeur habituelle **pour cette période de l'année**. Les nuances de bleu indiquent que le sol est plus humide que d'habitude, les nuances de rouge indiquent que le sol est plus sec que d'habitude. Plus la couleur est foncée, plus la différence est importante.

3. a. Pourquoi la phrase en gras est-elle importante ?

Trouvez des éléments pour argumenter votre réponse.

(Indice : vous devriez revoir les données « Humidité du sol »).

- b. Quelles sont les informations que nous obtenons en examinant ces différences, et que nous n'aurions pas vu en regardant seulement les valeurs d'humidité du sol ?

4. Retourner à l'endroit que vous avez choisi pour la question n° 1. Pour chaque date, dites si le sol est plus humide ou plus sec que d'habitude et estimer de combien.

Date _____ Plus humide/plus sec que d'habitude de _____ l/m³

Date _____ Plus humide/plus sec que d'habitude de _____ l/m³

Date _____ Plus humide/plus sec que d'habitude de _____ l/m³

| |
|---|
| Échanger avec un partenaire pour vérifier et commenter les réponses de l'autre. |
|---|

Activité de recherche : sécheresses et inondations

Le manque ou l'excès d'eau dans le sol pose des problèmes. Les sécheresses et les inondations sur de vastes zones font souvent la une des journaux et ont un impact considérable sur les personnes et l'environnement, impact qui perdure souvent après le départ des journalistes.

1. Choisir une inondation ou une sécheresse majeure au cours des cinq dernières années environ. Utiliser l'application web « Climate From Space » pour trouver les niveaux d'humidité du sol au moment de l'événement, et comment ils diffèrent de leurs valeurs habituelles.
2. S'informer sur l'événement, ses causes et ses impacts en utilisant :
 - D'autres informations qui pourraient être pertinentes dans l'application web "Climate From Space". (Nuage ? Couverture terrestre ? Feu ? Neige ? Pergélisol (Permafrost) ?)
 - Autres données satellites provenant de Sentinelhub Playground (apps.sentinel-hub.com/sentinel-playground). Réfléchir aux combinaisons de bandes qui pourraient être les plus utiles pour montrer comment la zone était différente avant, pendant et après l'événement.
 - D'autres informations provenant d'Internet, telles que des données climatiques annuelles, des données économiques et/ou des reportages. N'oubliez pas de vérifier la fiabilité de vos sources lorsque vous décidez d'inclure des informations provenant de celles-ci.
3. Créer un rapport, une présentation ou une affiche pour parler de l'événement. Inclure au moins trois des sections énumérées ci-dessous ainsi que des images créées à partir de données satellites.

- Détails de l'événement : quoi ? quand ? où ?
- Que peut-on dire sur ce qui a provoqué l'événement ?
- Quel a été l'impact de l'événement sur la région ?
(Vous pouvez inclure des images avant et après pour illustrer ce point).
- Comment l'événement a-t-il changé la vie des gens ? De combien de personnes ? Pendant combien de temps ? Qu'a-t-on fait pour les aider ?
- Est-il possible que cela se reproduise ? Si oui, que fait-on pour en limiter les effets la prochaine fois ?

Fiche d'information n° 1 : PRENDRE LE POULS DE LA PLANÈTE

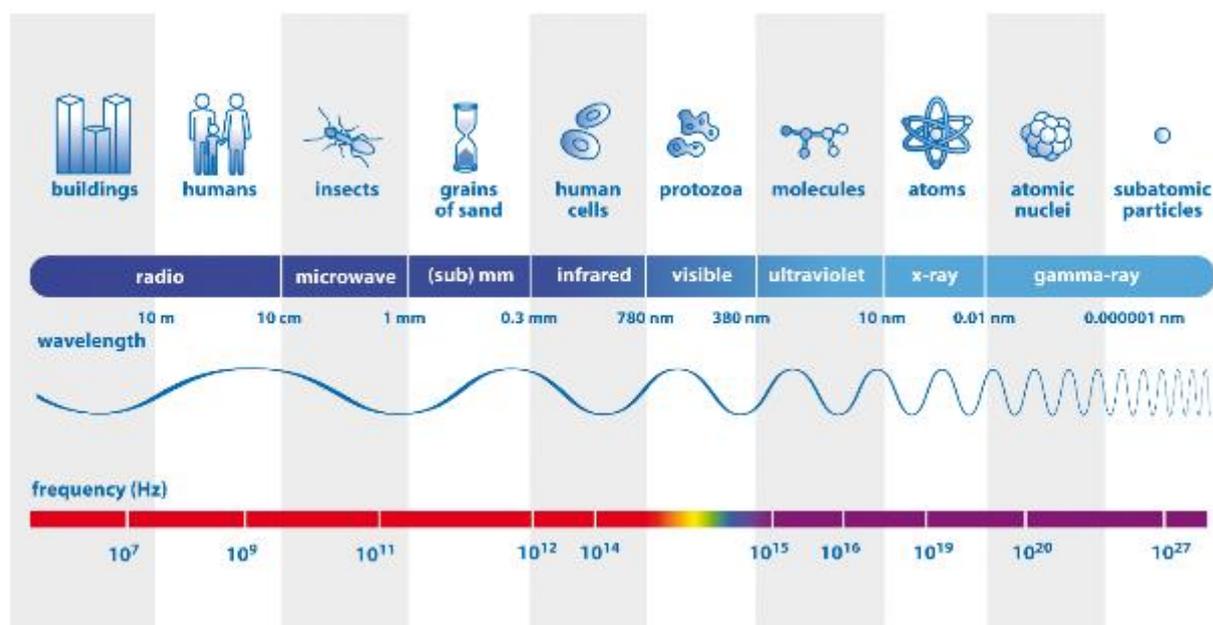


La célèbre image "Blue Marble" (Bille bleue) de la Terre (Source : NASA)

La "bille bleue" est le nom donné à une photo de la planète Terre prise par l'équipage d'Apollo 17. C'est l'une des photos les plus reproduites de tous les temps. L'eau bleue des mers et des océans domine l'image, mais en regardant de plus près, on peut distinguer bien d'autres couleurs : le sable jaune du Sahara, le vert foncé des forêts tropicales, le blanc des nuages au-dessus des océans et la glace et la neige qui recouvrent l'Antarctique. Des images comme celle-ci, prises avec des appareils photo ordinaires, contiennent une grande quantité d'informations. Des images similaires provenant de l'espace font

désormais partie de notre vie quotidienne : elles apparaissent par exemple dans de nombreuses prévisions météorologiques télévisées.

L'image Bille Bleue montre la Terre telle que nous la voyons à l'œil nu. En détectant la lumière rouge, verte et bleue, l'œil humain peut voir toutes les couleurs de l'arc-en-ciel. La plupart des radiations du Soleil sont de la lumière visible. Mais il existe de nombreuses autres "couleurs" de rayonnement que nous ne pouvons pas voir. Ensemble, elles constituent le spectre électromagnétique. Les différents types de rayonnements électromagnétiques ont des longueurs d'onde différentes.



Les parties du spectre électromagnétique par longueur d'onde.

La ligne du haut montre des objets dont la taille correspond à peu près à une longueur d'onde du rayonnement.

La ligne du bas montre la fréquence, c'est-à-dire le nombre de vibrations de l'onde par seconde.

(Source : ESA/AOES Medialab - adapté ESA CCI)

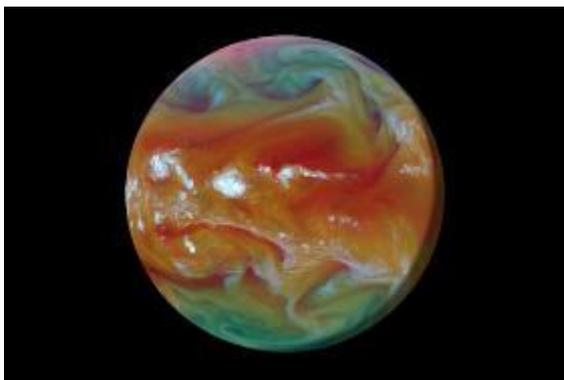
Observer la Terre à différentes longueurs d'onde

La lumière visible a des longueurs d'onde allant de 380 nanomètres (violet) à 780 nanomètres (rouge). Un nanomètre (nm) est un milliardième de mètre, un millionième de millimètre. C'est un excellent moyen d'identifier la couverture terrestre - quand les nuages ne la cachent pas ! La surveillance de la couleur de l'océan nous renseigne sur le phytoplancton, de minuscules plantes marines qui contribuent à retenir le carbone de l'atmosphère et produisent 50 % de l'oxygène que nous respirons.

Les rayons X et les rayons gamma utilisés en médecine ont des longueurs d'onde beaucoup plus courtes que la lumière visible (moins de 10 nm) et les satellites qui observent la Terre n'utilisent pas ces types de rayonnement. Cependant, il existe des capteurs sur les satellites qui détectent la lumière ultraviolette (10-380 nm). Certains d'entre eux ont joué un rôle important dans la découverte du trou dans la couche d'ozone, de l'atmosphère au-dessus de l'Antarctique. Ils sont encore utilisés pour surveiller l'évolution du trou d'ozone.

Les rayonnements électromagnétiques dont la longueur d'onde est supérieure à ce que nous pouvons voir avec nos yeux sont classés en infrarouge proche si la longueur d'onde est d'environ 1 micromètre (un micromètre (noté μm) est un millionième de mètre, ou un millième de millimètre), en infrarouge thermique si la longueur d'onde est d'environ 10 μm , et en micro-ondes si la longueur d'onde est mesurée en centimètres.

Les capteurs qui détectent les longueurs d'onde du proche infrarouge sont sensibles à la santé des plantes. Nous pouvons les utiliser pour suivre la productivité agricole et les conséquences des sécheresses.



Les caméras thermiques infrarouges montrent la chaleur rayonnée par la Terre et nous renseignent sur les échanges d'énergie dans l'atmosphère (Source : Planetary Visions/ESA)

Les capteurs infrarouges thermiques peuvent mesurer la température de la Terre. Ils fonctionnent de la même manière que les caméras utilisées dans les aéroports pour détecter les personnes infectées par le Covid19. L'utilisation de capteurs satellites pour mesurer les températures de la surface terrestre, de la surface de la mer et du sommet des nuages nous aide à quantifier les effets du réchauffement climatique sur les océans et l'atmosphère. Cela nous permet également d'explorer les changements de température à plus petite échelle dans les villes et dans

les régions inaccessibles, notamment l'Arctique et l'Antarctique.

Les micro-ondes permettent de mesurer l'eau sous toutes ses formes : liquide dans le sol, gelée sous forme de neige et de glace, et enfin sous forme de vapeur et de gouttelettes d'eau dans l'atmosphère. Les micro-ondes peuvent pénétrer les nuages,

de sorte que ces capteurs sont capables de fournir des données par presque tous les temps et dans l'obscurité prolongée de l'hiver polaire.

Les mesures de l'ozone, de la couleur des océans, de la couverture terrestre, de la température de surface des terres et des mers, de l'humidité du sol, de la neige, de la glace de mer, des calottes glaciaires et des glaciers sont des pièces essentielles pour comprendre le puzzle complexe qu'est le climat de la Terre. Les capteurs satellites axés sur des portions spécifiques du spectre électromagnétique, nous aident donc à surveiller l'évolution du climat ; ils nous permettent de prendre le pouls de notre planète.

Fiche d'information n°2 : VOIR AVEC DE NOUVELLES COULEURS

Construire une image en couleurs

(Source : Catherine Fitzsimons/NCEO)



Chaque pixel de chacune de ces boîtes peut être décrit par un seul chiffre.

Les pixels blancs ont une valeur de 255, les pixels noirs ont une valeur de 0 (ou 000).

Chaque image est un ensemble de valeurs rangées dans une grille.



L'image couleur nécessite trois chiffres pour chaque pixel et est obtenue en superposant les trois ensembles de données :

- Les chiffres de la première boîte définissent la valeur bleue.
- Les chiffres de la deuxième boîte définissent la valeur verte.
- Les chiffres de la dernière boîte définissent la valeur rouge.

On dit que chaque ensemble de données va dans un **canal** différent : rouge, vert ou bleu.

Voir la lumière invisible

Dans l'exemple ci-dessus, les données que nous avons utilisées dans chaque canal provenaient des capteurs de la caméra qui détectaient la lumière de la même couleur que le canal.

Mais vous pouvez utiliser des données différentes pour définir les couleurs de chaque canal.

Dans cette image :

- Les données d'un capteur infrarouge définissent les valeurs du canal rouge.
- Les données sur la lumière rouge définissent les valeurs du canal vert.
- Les données sur la lumière verte définissent les valeurs du canal bleu.



Une image en fausses couleurs du sud de l'Ukraine (Source : Contient des données modifiées de (2019) de la Sentinelle Copernicus, traitées par l'ESA).

Nous "voyons" donc effectivement l'infrarouge en le faisant apparaître en rouge sur notre photo.

Les images de ce type sont appelées **images en fausses couleurs**.

Les scientifiques qui observent la Terre les utilisent souvent pour analyser ou afficher des données provenant de parties du spectre électromagnétique que nous ne pouvons pas voir à l'œil nu.

Diviser le spectre

L'appareil photo d'un smartphone comporte trois types de capteurs : un pour la lumière rouge, un pour la lumière verte et un pour la lumière bleue. La section du spectre détectée par chaque capteur est une **bande** : un appareil photo en a trois.

Les instruments d'un satellite peuvent comporter toute une série de capteurs détectant différentes parties du spectre électromagnétique. Il peut y en avoir des centaines, chacun étant sensible à une très petite gamme de longueurs d'onde.

Nous pouvons affecter les données de n'importe quelle bande à n'importe quel canal, ce qui produit une variété d'images en fausses couleurs. Certaines variétés sont plus utiles que d'autres !

Le tableau ci-dessous indique les bandes des instruments des deux satellites Sentinel-2. La principale mission de ces satellites est de suivre les changements dans la façon dont nous cultivons la terre et de surveiller la santé des plantes.

| Numéro de bande | Nom du groupe | Résolution / m | Longueur d'onde minimale / nm | Longueur d'onde maximale / nm |
|-----------------|---------------|----------------|-------------------------------|-------------------------------|
| B1 | Aérosol | 60 | 443.9 | 442.3 |
| B2 | Bleu | 10 | 496.6 | 492.1 |
| B3 | Vert | 10 | 560 | 559 |
| B4 | Rouge | 10 | 664.5 | 665 |
| B5 | Bord rouge 1 | 20 | 703.9 | 703.8 |
| B6 | Bord rouge 2 | 20 | 740.2 | 739.1 |
| B7 | Bord rouge 3 | 20 | 782.5 | 779.7 |
| B8 | NIR | 10 | 835.1 | 833 |
| B8A | Bord rouge 4 | 20 | 864.8 | 864 |
| B9 | Vapeur d'eau | 60 | 945 | 943.2 |
| B11 | SWIR 1 | 20 | 1613.7 | 1610.4 |
| B12 | SWIR 2 | 20 | 2202.4 | 2185.7 |

La résolution donne la longueur de chaque côté d'un seul pixel.

1 nm = 10^{-9} m



Une image de synthèse de Sentinel-2 en orbite (Source : ESA /ATG medialab)

Liens

Ressources

Application web *Climate from Space*

<https://cfs.climate.esa.int>

Climat pour les écoles

<https://climate.esa.int/en/educate/climate-for-schools/>

Enseigner avec l'espace

http://www.esa.int/Education/Teachers_Corner/Teach_with_space3

Piratage d'une caméra infrarouge

https://www.esa.int/Education/Teachers_Corner/Infrared_Webcam_Hack_-_Using_infrared_light_to_observe_the_world_in_a_new_way

Projets spatiaux de l'ESA

Bureau du climat de l'ESA

<https://climate.esa.int/en/>

Space For Our Climate (L'espace pour notre climat)

http://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Space_for_our_climate

Les missions d'observation de la Terre de l'ESA

www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/ESA_for_Earth

Earth Explorers (Les Explorateurs de la Terre)

http://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/The_Living_Planet_Programme/Earth_Explorers

Les Sentinelles Copernic

https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Overview4

SMOS surveille les sécheresses

https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2020/06/SMOS_monitoring_droughts#.X57vUlj7nvA.link

Informations supplémentaires

La Terre vue de l'espace : Sud de l'Ukraine

https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2020/04/Earth_from_Space_Southern_Ukraine

Autres vidéos de la Terre vue de l'espace

http://www.esa.int/ESA_Multimedia/Sets/Earth_from_Space_programme

ESA Kids

https://www.esa.int/kids/en/learn/Earth/Climate_change/Climate_change