



Avec le soutien financier de



Copernicus Browser

Guide de l'enseignant

Guide de l'enseignant

L'objectif de ce guide est de vous aider à naviguer à travers les principaux outils de Copernicus Browser et de vous montrer comment les utiliser avec vos élèves en classe.

Pour illustrer son utilité, nous allons analyser et nous plonger dans une étude de cas : un épisode de sécheresse extrême survenu en 2015 au **lac Poopó**.

Vue d'ensemble de l'activité

Public

S3-S5

Matières

Géographie

Durée

2 périodes

Résumé

Tout au long de ce guide, les élèves apprendront à utiliser la plateforme Copernicus Browser pour analyser des images satellitaires. Ils découvriront les outils principaux de cette plateforme à travers une étude de cas concrète : un épisode de sécheresse extrême survenu en 2015 au lac Poopó, en Bolivie.

Objectifs d'apprentissage

- Comprendre comment les actions humaines et les processus physiques interagissent pour influencer et modifier les paysages, les environnements et le climat.
- Utiliser les outils numériques pour collecter et analyser les données satellitaires.
- Comprendre comment les satellites d'observation de la Terre peuvent être utilisés pour caractériser et surveiller la sécheresse d'un lac.

Matériel

- Ordinateur
- Accès à Internet
-

Métiers STEM en lien

- Géographe
- Climatologue
- Géomaticien

Auteurs : ESA Education

Adaptation : La Scientotheque (ESERO Belgium)

Date de publication : Septembre 2024

Table des matières

VUE D'ENSEMBLE DE L'ACTIVITÉ	2
INTRODUCTION	3
LE PROGRAMME COPERNICUS	5
MISE EN CONTEXTE : LE LAC POOPÓ.....	6
ACTIVITÉ SUGGÉRÉE.....	6
PREMIERS PAS AVEC COPERNICUS BROWSER	7
1. CRÉER UN COMPTE (OPTIONNEL)	7
2. APERÇU DE L'OUTIL.....	8
<i>Attention !</i>	9
3. VISUALISER VOTRE IMAGE SATELLITE	10
<i>Le saviez-vous ?</i>	12
4. ENREGISTRER VOS IMAGES SATELLITES DANS L'APPLICATION	15
5. MESURER DES DISTANCES ET DES SURFACES	17
6. COMPARAISON D'IMAGES.....	19
7. CRÉER UNE ANIMATION TEMPORELLE	21
<i>Le saviez-vous ?</i>	24
8. VISUALISER LES IMAGES DE DIFFÉRENTES MANIÈRES	24
<i>Note</i>	28
9. AUTRES INDICES ET VISUALISATIONS	28
10. CONCLUSIONS	29
POINTS PRINCIPAUX À RETENIR	30
LIENS UTILES	30
EN SAVOIR PLUS SUR LE NAVIGATEUR COPERNICUS.....	30
LIENS SUR LE LAC POOPÓ	30
POUR ALLER PLUS LOIN	31
LIENS AVEC LES RÉFÉRENTIELS	32
NIVEAU : S3	32
<i>MATIERE : GÉOGRAPHIE</i>	32
NIVEAU : S4 TT-GT.....	33
<i>MATIERE : GÉOGRAPHIE</i>	33
NIVEAU : S4 TQ-P	34
<i>MATIERE : GÉOGRAPHIE</i>	34
NIVEAU : S5 TT-GT.....	35
<i>MATIERE : GÉOGRAPHIE</i>	35
NIVEAU : S5 TQ-P	36
<i>MATIERE : GÉOGRAPHIE</i>	36

Introduction

L'objectif de ce guide est de vous aider à naviguer à travers les principaux outils de Copernicus Browser et de vous montrer comment les utiliser avec vos élèves en classe.

Pour illustrer son utilité, nous allons analyser et nous plonger dans une étude de cas : un épisode de sécheresse extrême survenu en 2015 au **lac Poopó**, le deuxième plus grand lac de Bolivie, qui s'est totalement asséché pendant une longue période. Cet exemple servira à :

- mettre en évidence la complexité du changement climatique et l'impact des événements climatiques extrêmes dans le temps ;
- initier des discussions autour du changement climatique, en y intégrant des récits politiques à partir de données d'observation de la Terre (EO) ;
- guider les élèves dans leurs premiers pas vers la recherche en ligne sur un sujet donné.

Les images satellites, mises à disposition de manière intuitive via le **Copernicus Browser**, sont un outil puissant pour les chercheurs, les décideurs et le grand public. Mais elles peuvent aussi devenir un outil précieux pour les enseignants, car elles abordent des enjeux interdisciplinaires majeurs de nos sociétés contemporaines, comme le changement climatique et le développement durable. Ces thématiques nécessitent de mobiliser plusieurs disciplines : les langues, les sciences sociales, la physique, les mathématiques, la programmation, etc.

Qu'est-ce que Copernicus Browser ?

Le Copernicus Data Space Ecosystem Browser (ou simplement Copernicus Browser) est une application en ligne qui permet d'accéder facilement et gratuitement à des images satellites issues de différentes missions d'observation de la Terre (la liste complète des données disponibles est accessible [ici](#)). Grâce à cet outil, vous pouvez visualiser la Terre depuis l'espace ou explorer plus en détail des données satellitaires.

Le logiciel permet d'étudier une grande variété de thématiques, de manière ponctuelle ou sur des périodes plus longues. Parmi les sujets que l'on peut explorer figurent : l'agriculture, l'atmosphère et la pollution de l'air, les inondations et les sécheresses, la géologie, les océans et les masses d'eau, la neige et les glaciers, les milieux urbains, la végétation et les forêts, les volcans et les incendies de forêt. Les exemples mis en avant dans ces thématiques peuvent servir de point de départ à des projets scolaires ou à des leçons.

L'imagerie satellite est un outil intéressant pour permettre aux élèves d'explorer et de mieux comprendre le monde qui les entoure. Elle leur donne la possibilité d'étudier des sujets complexes, comme la déforestation, la fonte des glaciers ou l'expansion des villes, de façon concrète, à travers des images et des données réelles qu'ils peuvent consulter et analyser. En travaillant avec ces données, les élèves apprennent à repérer des tendances, identifier des changements dans le temps et relier leurs apprentissages en classe à des événements du monde réel. Cela rend des matières comme les sciences de l'environnement, la géographie ou la physique plus concrètes et inspirantes.

Copernicus Browser peut aussi être utilisé activement dans le cadre du projet Climate Detectives, où les élèves vont encore plus loin dans leur démarche d'apprentissage en utilisant les données d'observation de la Terre pour enquêter sur des problématiques

climatiques et environnementales locales. Qu'il s'agisse de suivre la qualité de l'air, d'observer l'évolution de la végétation ou d'analyser les effets de la hausse des températures, les élèves deviennent de véritables acteurs face aux défis environnementaux. Cette approche concrète leur permet de traiter des questions qui les concernent directement, eux, leurs amis et leur famille. En travaillant avec des données réelles, ils renforcent non seulement leur compréhension des enjeux climatiques mais ils développent aussi leur confiance dans l'utilisation des technologies pour faire face aux problèmes environnementaux d'aujourd'hui.

Le programme Copernicus

Le Copernicus Browser utilise principalement les données issues du programme Copernicus, une initiative conjointe de l'Agence spatiale européenne (ESA) et de la Commission européenne, qui vise à collecter et diffuser des informations sur l'état de notre planète. Ce programme offre un accès libre et gratuit à des images et des mesures satellitaires, permettant d'étudier une grande variété de sujets, allant de l'expansion urbaine aux changements environnementaux.

Au cœur du programme Copernicus se trouvent les satellites Sentinel, une série de satellites d'observation de la Terre de haute technologie qui surveillent en continu notre planète. Chaque mission Sentinel est dédiée à un domaine spécifique comme l'occupation des sols, la surveillance des océans ou encore l'étude de l'atmosphère. Ensemble, ces satellites fournissent des données détaillées et de haute qualité, utilisées par les chercheurs, les décideurs politiques et les autorités publiques.

En combinant cette technologie à un accès ouvert à l'information, le programme Copernicus soutient non seulement la recherche scientifique et la prise de décision, mais permet aussi à chacun d'explorer et de mieux comprendre notre planète de manière innovante et stimulante. Le Copernicus Browser transforme la masse de données recueillies par les satellites Sentinel en un outil intuitif et facile à utiliser, ce qui en fait une ressource idéale pour l'enseignement et l'apprentissage.



Sentinel 2: CREDIT ESA/ATG medialab 1

Mise en contexte : le lac Poopó

En décembre 2015, un journal local en Bolivie a alerté la population à propos d'un événement majeur : le lac Poopó, le deuxième plus grand lac du pays, s'était presque entièrement asséché. Cet assèchement a eu de lourdes conséquences sur l'écosystème local : les poissons sont morts, et les animaux qui s'en nourrissaient ont été contraints de migrer ou sont morts de faim.

Les conséquences pour les peuples autochtones vivant près du lac ont également été profondes. Ils dépendaient du lac depuis des siècles, pêchant et utilisant son eau dans leur vie quotidienne. Ces nouvelles conditions les ont forcés à changer de moyens de subsistance, comme la récolte de sel, le déplacement vers d'autres zones pour cultiver du riz, ou même la migration vers différentes villes à la recherche de nouvelles façons de survivre.

Le gouvernement bolivien a attribué cette sécheresse prolongée, qui a duré plusieurs années après 2015, au changement climatique [1][2][4]. Cependant, d'autres points de vue sont rapidement apparus. Trois ans plus tard, un grand journal britannique a publié un article sur le lac Poopó [4], soulignant la situation dramatique :

« Ce qui était autrefois le deuxième plus grand lac du pays est maintenant une étendue de sel, et la disparition des eaux emporte avec elle le mode de vie d'une communauté autochtone. » Cet article, ainsi que d'autres issus du journalisme et de la communauté scientifique qui continuent d'apparaître, mettent en lumière d'autres aspects du problème au-delà du changement climatique.

Une étude menée par l'Université de Surrey et l'Université de San Andrés [5] a montré que les précipitations (la quantité d'eau tombant du ciel sous toutes ses formes) et l'évapotranspiration (la quantité d'eau s'évaporant du lac) n'indiquent pas de tendance à la baisse du niveau d'eau du lac. En d'autres termes, il pleut suffisamment pour que le lac se maintienne, si ces seuls indicateurs étaient pris en compte. Bien que le changement climatique ait un impact sur cette situation [1][2], d'autres facteurs jouent un rôle important dans la baisse spectaculaire du niveau du lac Poopó. La culture du quinoa, par exemple, a augmenté de 45,5 % entre 1980 et 2011, puis de 60 % en seulement cinq ans [2][6], consommant de l'eau qui s'écoulait auparavant dans le lac.

En parallèle, l'activité minière dans la région élargie autour du lac a eu un impact majeur sur sa stabilité et sa santé, se révélant au final néfaste pour son écosystème.

Malgré ces facteurs, des sécheresses touchant le lac sont rapportées dès 1994, avec un épisode ayant duré trois ans [9]. Cela soulève des questions sur la portée réelle de l'assèchement du lac. Les informations que nous trouvons en ligne pourraient-elles être exagérées ou présentées de manière sélective à certaines fins ? Pour approfondir cette réflexion, nous pouvons utiliser le Copernicus Browser afin d'examiner l'évolution du lac depuis 2016, année de mise à disposition des premières données Sentinel-2.

Activité suggérée

Comme indiqué dans l'introduction, avant d'utiliser le Copernicus Browser, vous pouvez inviter vos élèves à faire des recherches sur le sujet choisi (par vous ou eux-mêmes) en ligne ou hors ligne, par exemple à la bibliothèque de l'école. Cela peut être une excellente occasion d'aborder la manière dont une recherche rigoureuse doit être menée, ce qui les aidera à se forger une opinion plus complète sur la question étudiée.

Rappelez aux élèves qu'il est essentiel, lors d'une recherche, d'évaluer la crédibilité et la fiabilité des sources consultées. Il est important de s'appuyer sur des références provenant d'auteurs reconnus ou de sources bien établies, afin de garantir l'exactitude et la validité des informations. Une source fiable est responsable des informations qu'elle diffuse : ses données peuvent être remises en question ou corrigées si elles s'avèrent erronées. Enfin, lorsque plusieurs sources rapportent des informations similaires ou aboutissent aux mêmes conclusions, cela renforce la probabilité que ces informations soient fiables et véridiques.

Premiers pas avec Copernicus Browser

Pour accéder au Copernicus Browser, utilisez le lien suivant :

<https://browser.dataspace.copernicus.eu/>

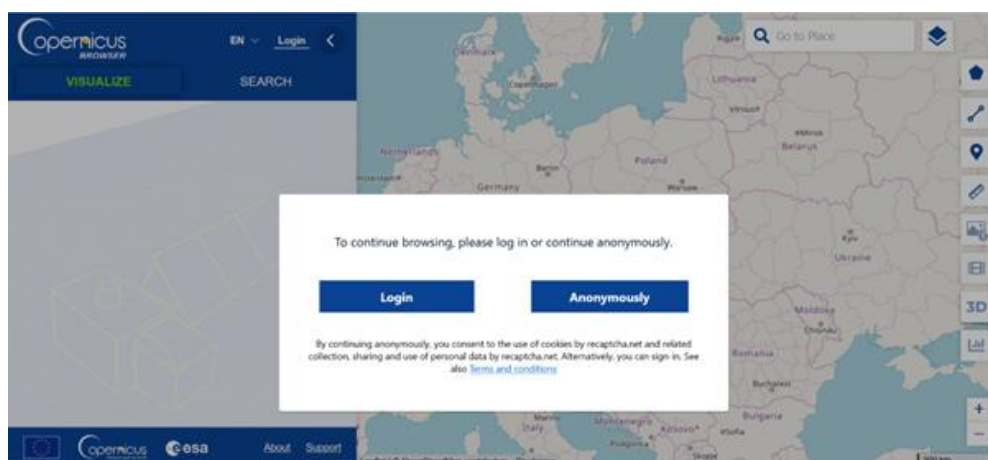


Figure 1

1. Créer un compte (optionnel)

Lors du premier accès, il vous est demandé de choisir entre vous connecter ou continuer en tant qu'utilisateur anonyme. Faire créer un compte à chaque élève peut prendre un temps considérable en classe.

Même sans compte, il est possible d'accéder à tous les outils de l'application, à l'exception de la fonction « timelapse ». Pour bénéficier d'un accès complet à toutes les fonctionnalités, vous pouvez créer un compte en cliquant sur le bouton « Login »

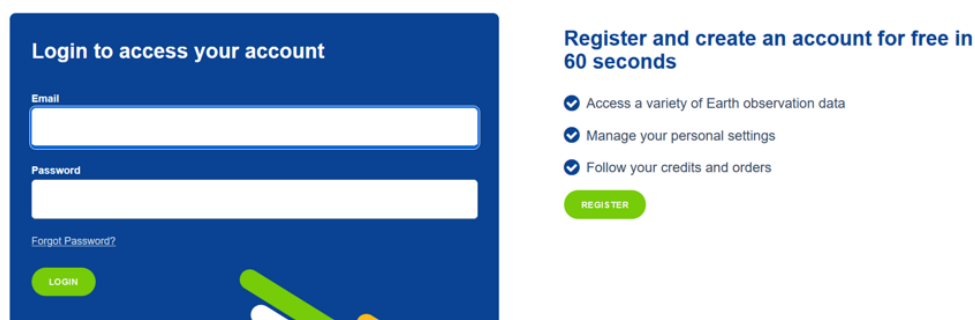


Figure 2

Sur la droite, vous pouvez créer un nouveau compte.

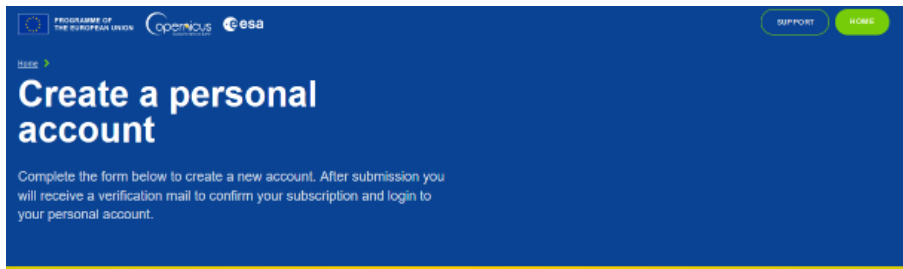



Figure 3

Renseignez vos informations, puis attendez l'e-mail de confirmation dans votre boîte de réception. Selon l'état du système, ce courriel peut mettre quelques minutes à arriver, il est donc préférable de créer un compte à l'avance.

2. Aperçu de l'outil

Après avoir créé un compte ou choisi de continuer en mode anonyme, vous devriez voir l'image suivante.

Si vous le souhaitez, vous pouvez changer la langue de l'interface parmi les langues disponibles [1].



Figure 4

L'application comporte trois parties principales :

À gauche, vous pouvez créer des visualisations de données en recherchant une image [2], en sélectionnant un satellite [3], en appliquant des instruments ou des techniques de visualisation selon le satellite [4], et en comparant des images entre elles [5].

Au centre, vous pouvez visualiser et interpréter les données affichées de manière intuitive.

À droite, vous pouvez utiliser des outils superposés à l'image pour effectuer des mesures [6], examiner des parties spécifiques de l'image [7], télécharger l'image [8] ou créer un timelapse (courte vidéo) [9].

Attention !

La carte de base (arrière-plan) pré-sélectionnée est une mosaïque de différentes images satellitaires et peut parfois être confondue avec les images que vous visualisez. Pour la modifier, allez dans le coin supérieur droit de l'écran.

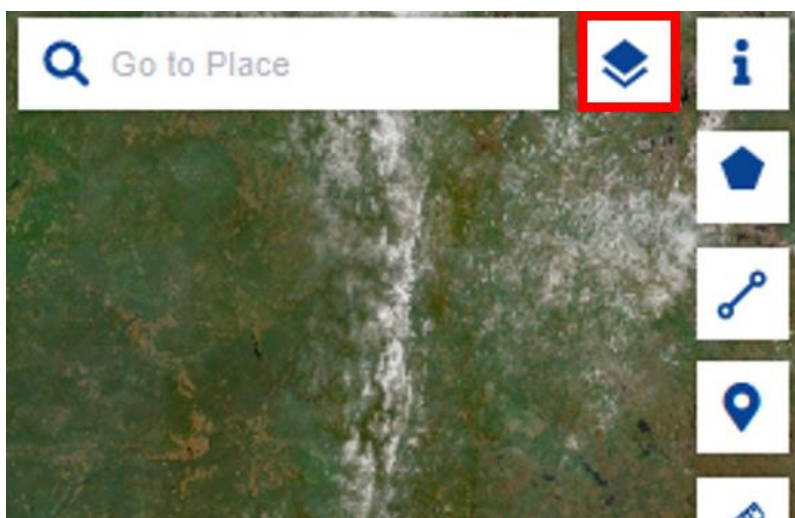


Figure 5

Et changez « Sentinel-2 Mosaic » en « OSM Background ».

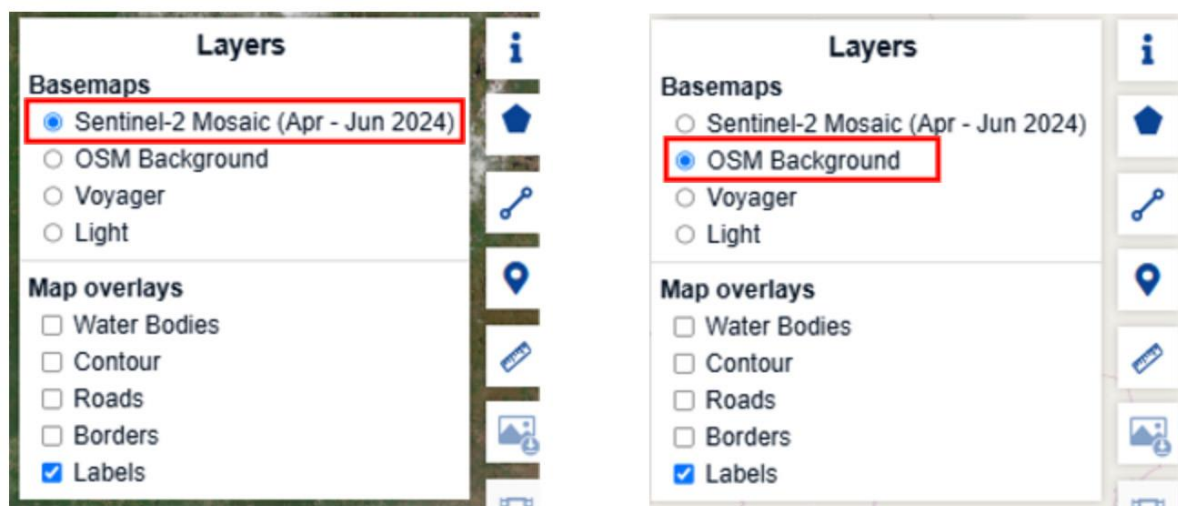


Figure 6

3. Visualiser votre image satellite

Commençons par localiser le lac Poopó sur la carte. Pour trouver un lieu spécifique, tapez son nom dans la barre de recherche en haut à droite.

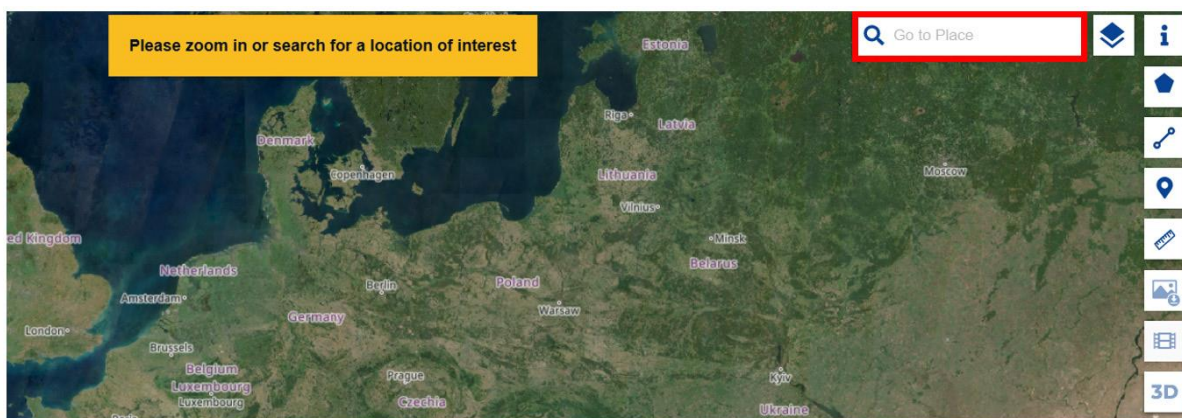


Figure 7

Après avoir saisi le nom, deux lacs apparaissent, le premier se trouvant en Bolivie : c'est celui que nous recherchons.

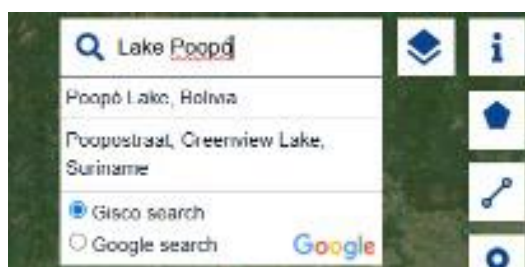


Figure 8

Après avoir cliqué sur le champ suggéré, vous serez dirigé vers cette zone en Bolivie :

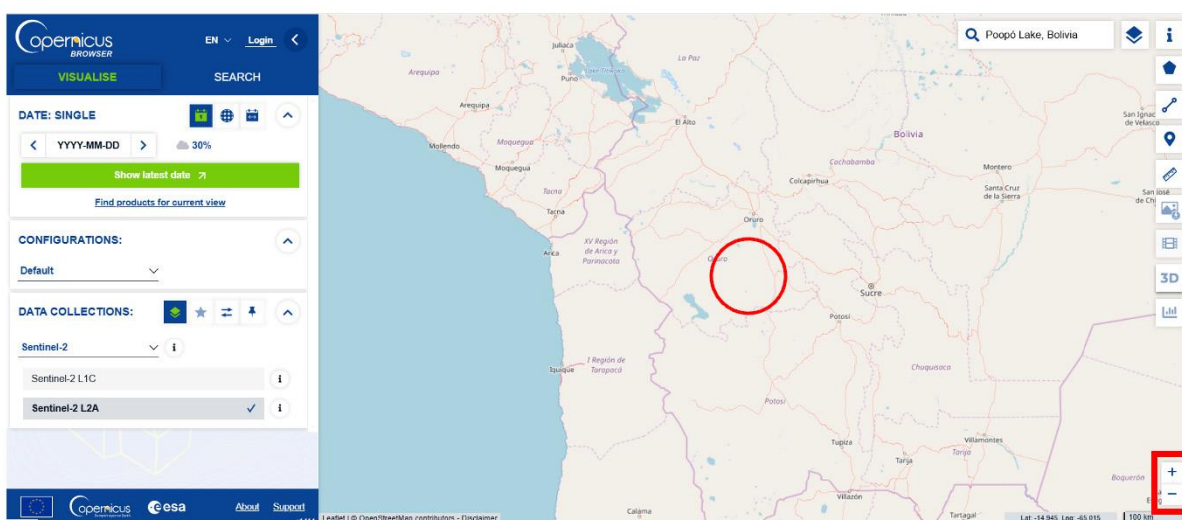


Figure 9

Le lac Poopó se trouve au centre de l'image, indiqué par le cercle rouge. Vous pouvez zoomer en utilisant la molette de votre souris ou en cliquant simplement sur le signe plus situé dans le coin inférieur droit de l'écran. Vous pouvez dézoomer de la même manière si nécessaire. Le lac devrait apparaître comme ceci :

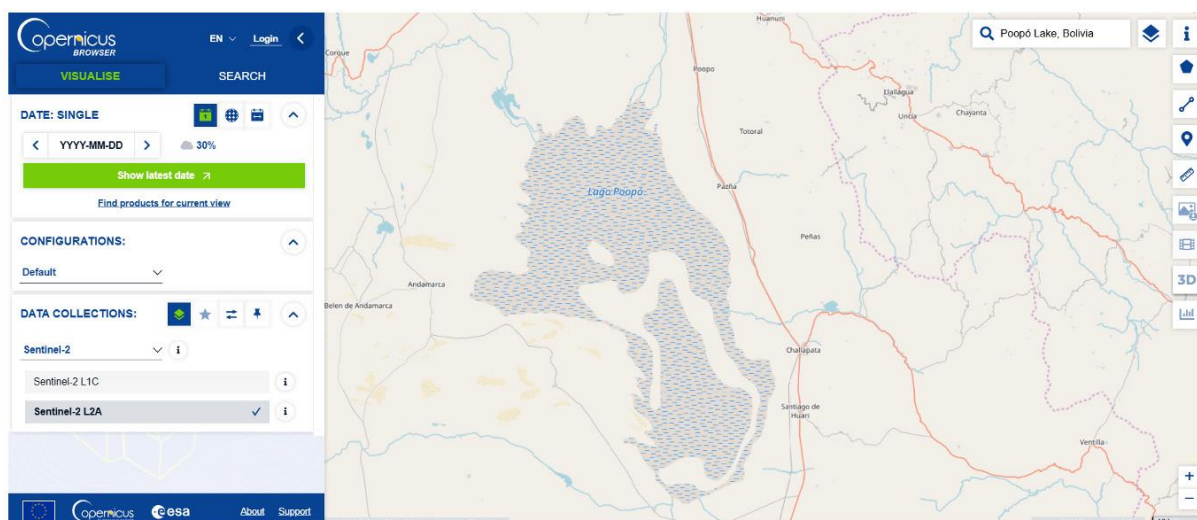


Figure 10

Maintenant que vous avez localisé le lac, vous devez trouver une image satellitaire correspondant à une date spécifique pour voir à quoi il ressemble depuis l'espace. Cliquez simplement sur le bouton vert vif situé à gauche de l'écran et le navigateur sélectionnera une image correspondant aux critères que vous avez définis.

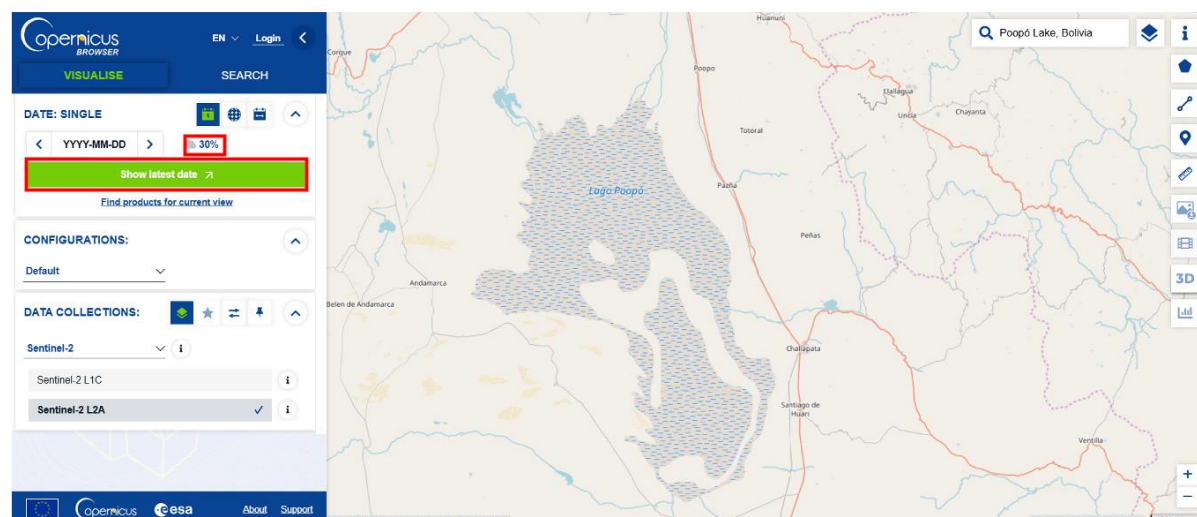


Figure 11

Pour l'instant, les seuls critères définis sont la zone que vous avez explorée dans le navigateur, autour du lac Poopó, ainsi que la couverture nuageuse. Cette dernière est représentée par une icône en forme de nuage avec un pourcentage à côté, probablement fixé à 30 % si vous venez d'ouvrir le navigateur. Ce filtre permet d'afficher uniquement les images dont la couverture nuageuse ne dépasse pas le pourcentage sélectionné (par exemple, 30 %). Vous pouvez modifier ce pourcentage en cliquant sur l'icône du nuage.

Lorsque vous cliquez sur le bouton vert, l'image suivante apparaît pour la date du 14 janvier 2025, date de création de ce guide.

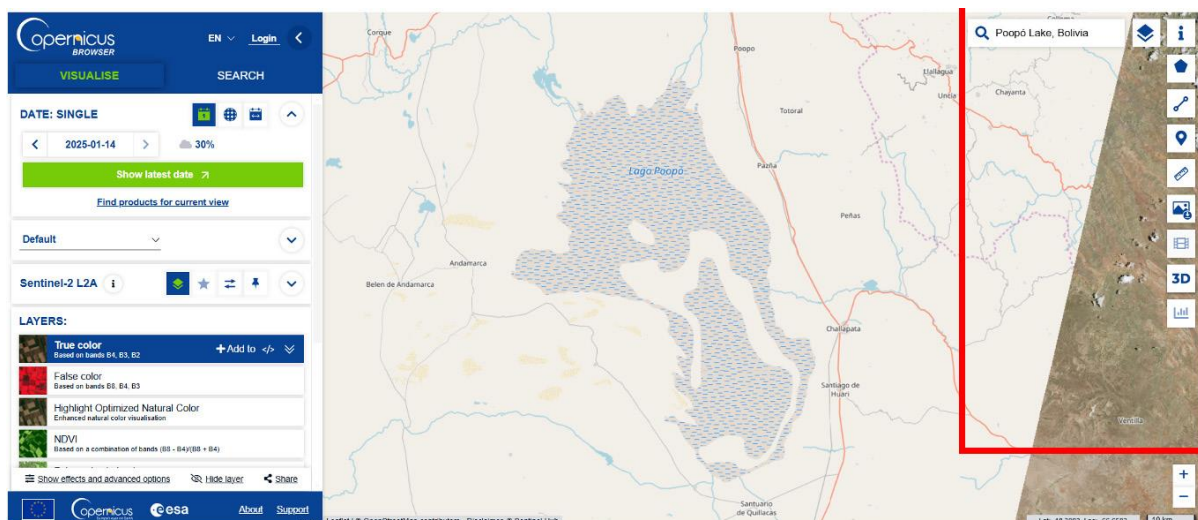


Figure 12

Comme vous pouvez le voir, la majeure partie de l'image n'est pas couverte par des données satellites, et seule la partie inférieure droite révèle l'apparence du sol vue d'en haut.

Le saviez-vous ?

Cela s'explique par le fait que les satellites suivent des trajectoires orbitales spécifiques autour de la Terre et ne se trouvent pas toujours au-dessus de la zone que vous souhaitez observer. Les zones de la Terre scannées par les satellites sont appelées des bandes de survol (swaths).

Comme vous n'avez peut-être pas trouvé d'image du lac de cette manière, essayez de cliquer sur le champ de date situé au-dessus du bouton vert.

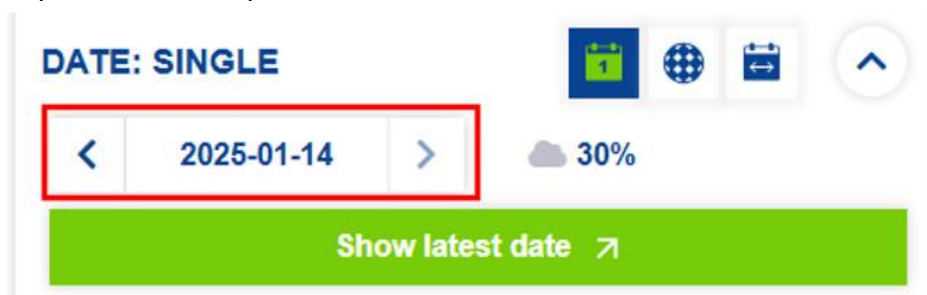


Figure 13

Un calendrier s'ouvrira alors.

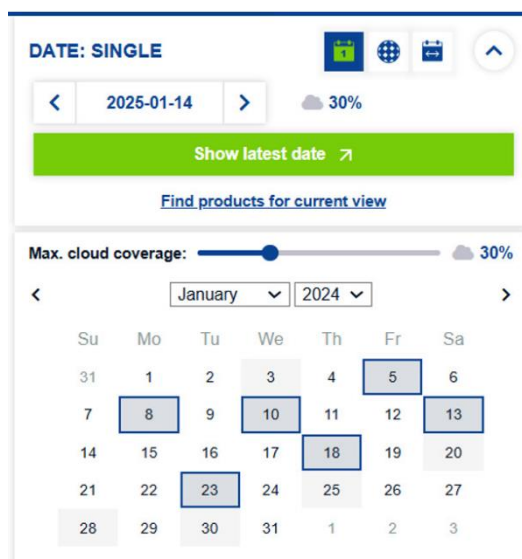


Figure 14

Vous verrez maintenant plusieurs dates entourées de boîtes bleues, ce qui indique que les critères définis (emplacement et pourcentage de couverture nuageuse) sont respectés. Cliquez sur ces dates pour en trouver une qui montre le lac dans son intégralité. Les boîtes gris clair indiquent des dates qui ne remplissent pas complètement les critères, mais qui peuvent tout de même être utilisées si vous avez besoin de données pour une date spécifique.

Les boîtes blanches indiquent qu'aucune donnée n'est disponible pour cette date. Vous pouvez également ajuster le pourcentage de couverture nuageuse en déplaçant la barre située à côté de l'icône en forme de nuage.

Par exemple, l'image suivante a été prise le 28 décembre 2024 et respecte tous les critères définis.

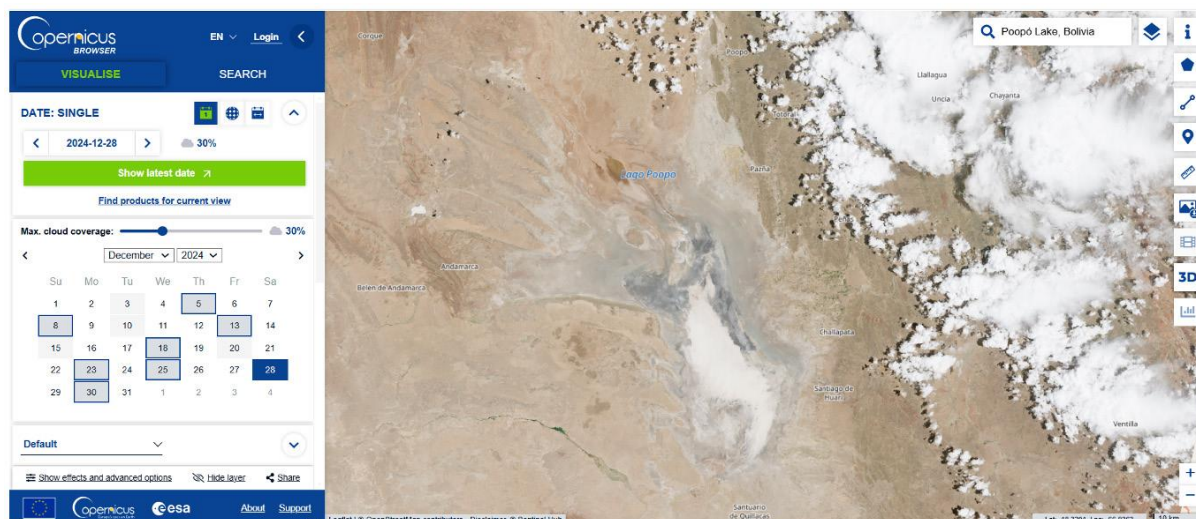


Figure 15

Ces images sont prises par une constellation de satellites appelée Sentinel-2, conçue pour capturer des images au sol de haute qualité. Il existe d'autres satellites parmi lesquels vous pouvez choisir, selon le type d'image que vous souhaitez obtenir. Vous pouvez voir quel satellite est utilisé à chaque fois dans la partie gauche de l'écran.

En cliquant sur l'icône d'information, vous obtiendrez des informations utiles sur le satellite sélectionné.

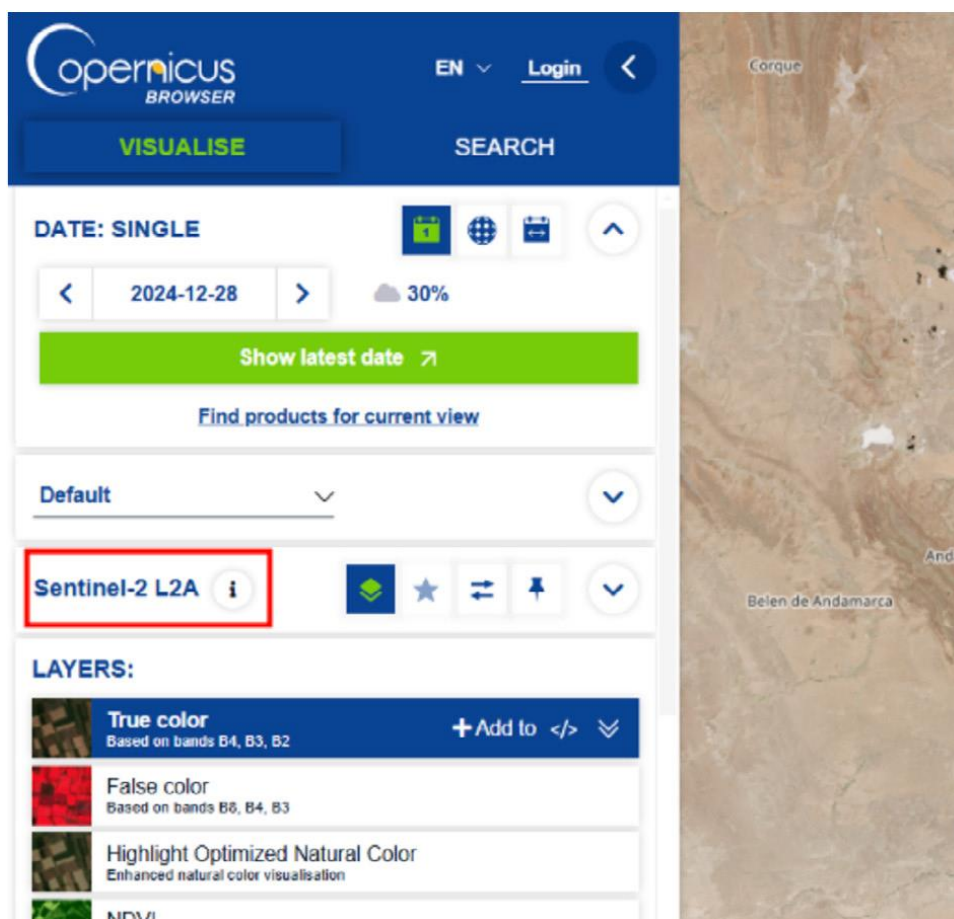


Figure 16

Si vous souhaitez changer de satellite, vous pouvez cliquer sur la flèche:

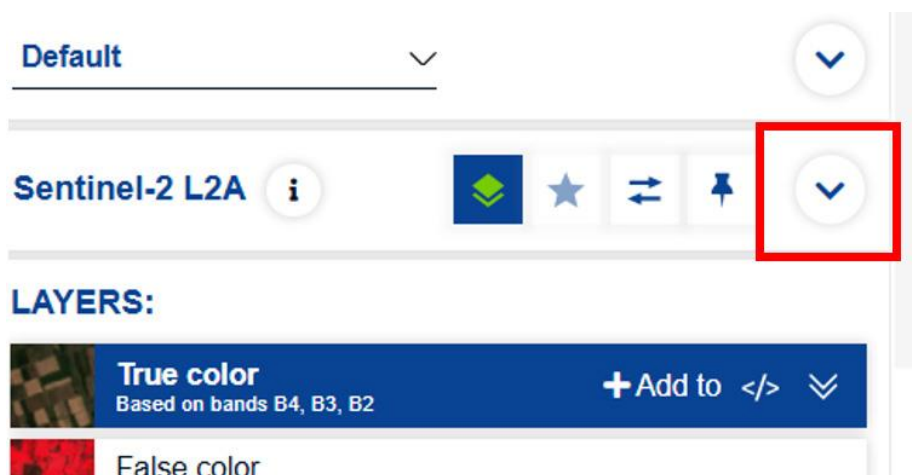


Figure 17

Ensuite, choisissez la mission satellitaire dont vous avez besoin parmi la liste déroulante :

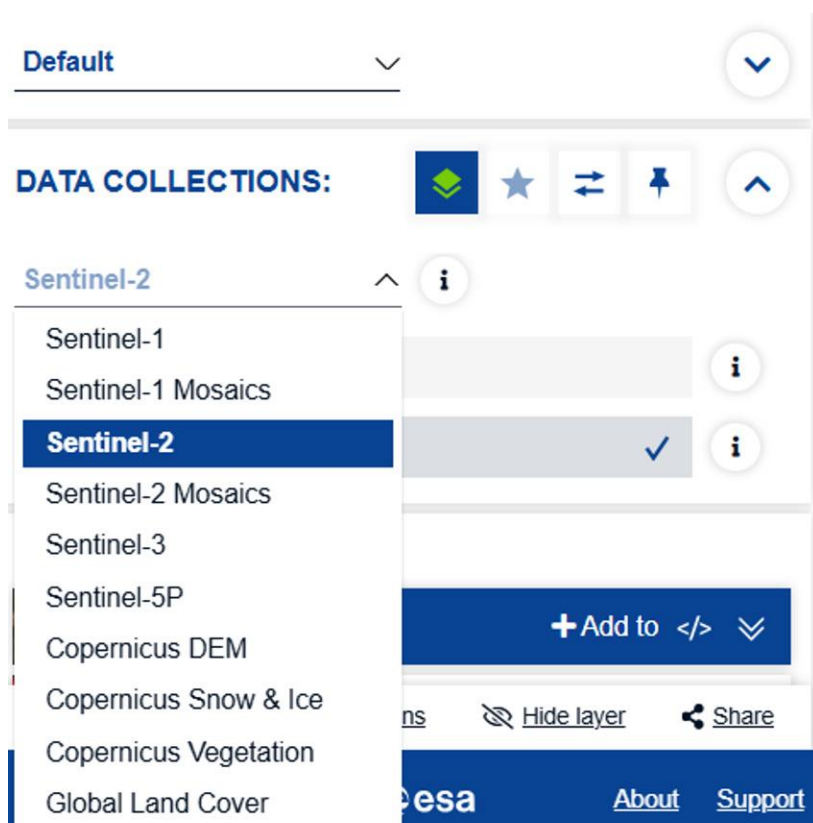


Figure 18

Dans ce guide, vous utiliserez uniquement les satellites Sentinel-2.

4. Enregistrer vos images satellites dans l'application

Maintenant que vous savez comment trouver des images sur la plateforme, vous pouvez commencer à rechercher des dates spécifiques pour mieux comprendre les recherches sur le lac Poopó.

Les articles évoqués précédemment ont mis en lumière le sécheresse du lac en 2015.

Essayez de trouver la date disponible la plus proche de 2015 et observez l'apparence du lac.



Figure 19

Étant donné que les satellites Sentinel-2 ne fournissent pas de données pour cette zone en 2015, la première image disponible date du 31 octobre 2016.

Le lac ne semble pas contenir beaucoup d'eau (la couleur bleue est peu présente), mais ce que vous regardez n'est pas encore bien défini.

Vous pouvez enregistrer l'image pour plus tard en cliquant sur l'icône « Ajouter à » et en sélectionnant « Ajouter aux signets » (Add to Pins).

Attention : si vous n'êtes pas connecté, vos épingles seront perdues lorsque vous fermerez le navigateur.

En revanche, si vous avez un compte, vos épingles seront enregistrées et accessibles à chaque connexion. Une fois l'image enregistrée dans vos épingles, vous pouvez la retrouver en cliquant sur le bouton entouré en orange.

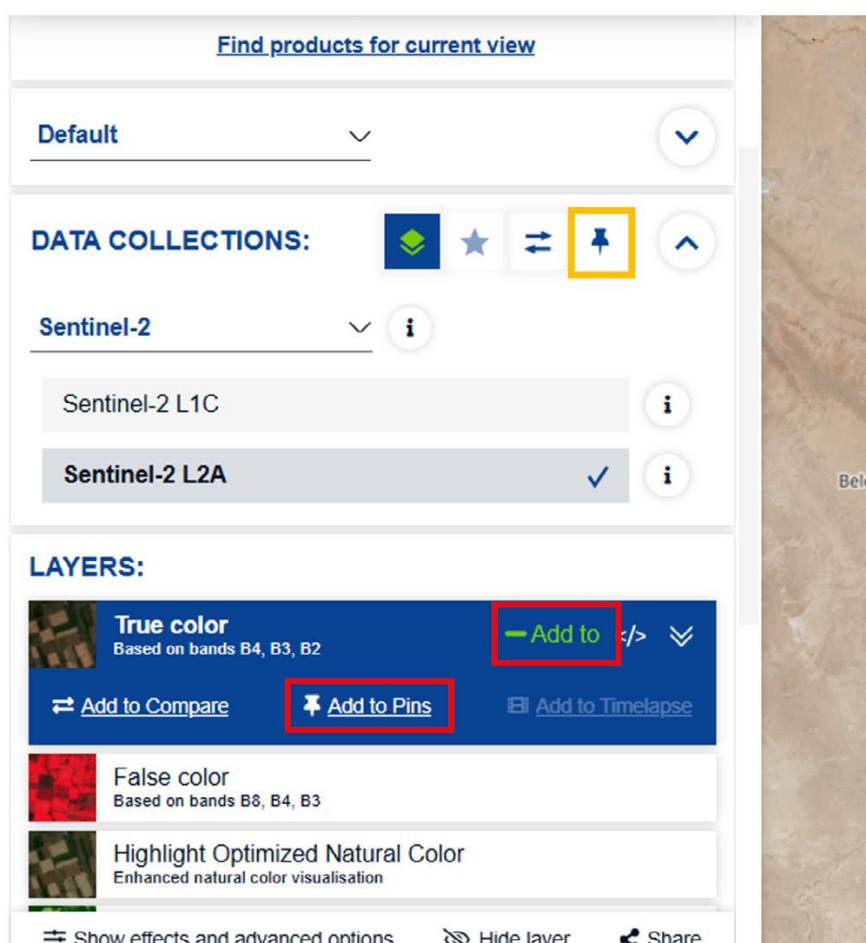


Figure 20

Maintenant, essayez de rechercher différentes dates pour voir comment le lac a changé au cours d'une année ou sur plusieurs années.

Par exemple, vous pouvez consulter l'image du 22 juillet 2022.



Figure 21

Voyez à quel point le lac a l'air différent ! L'eau est maintenant clairement visible avec une couleur bleu-vert !

N'oubliez pas d'enregistrer également cette image dans vos signets.

5. Mesurer des distances et des surfaces

Nous avons eu un premier aperçu de l'ampleur de la catastrophe, mais nous pouvons aller plus loin et déterminer la surface exacte touchée par la sécheresse à l'aide de l'outil polygone situé sur le côté droit de l'écran.

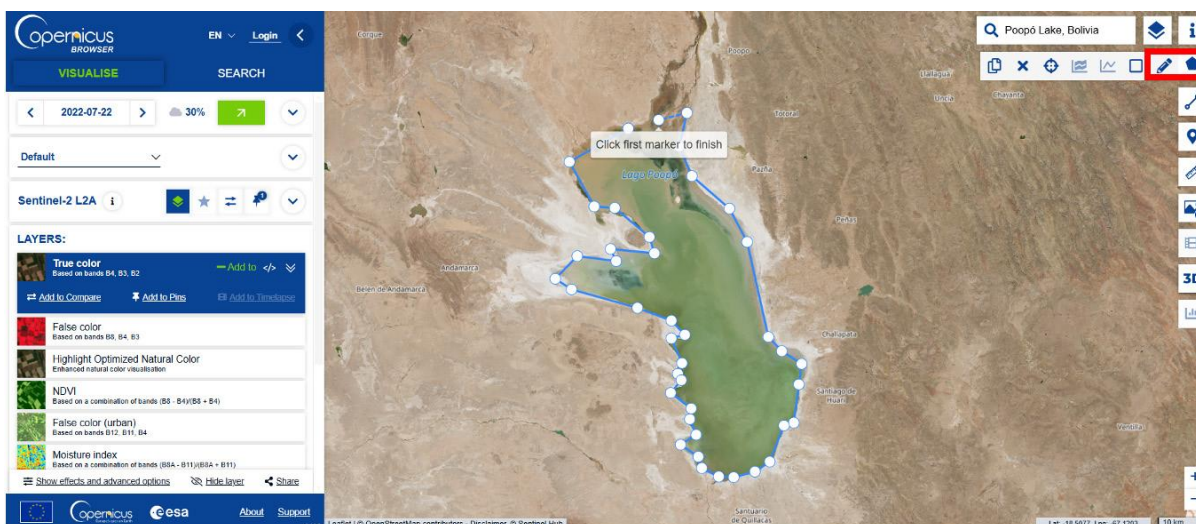


Figure 22

Avec cet outil, vous pouvez dessiner une zone d'intérêt en plaçant plusieurs petits marqueurs sur la carte pour créer un polygone. Pour terminer le dessin de votre zone d'intérêt, il vous suffit de cliquer sur le premier marqueur que vous avez placé sur la carte.

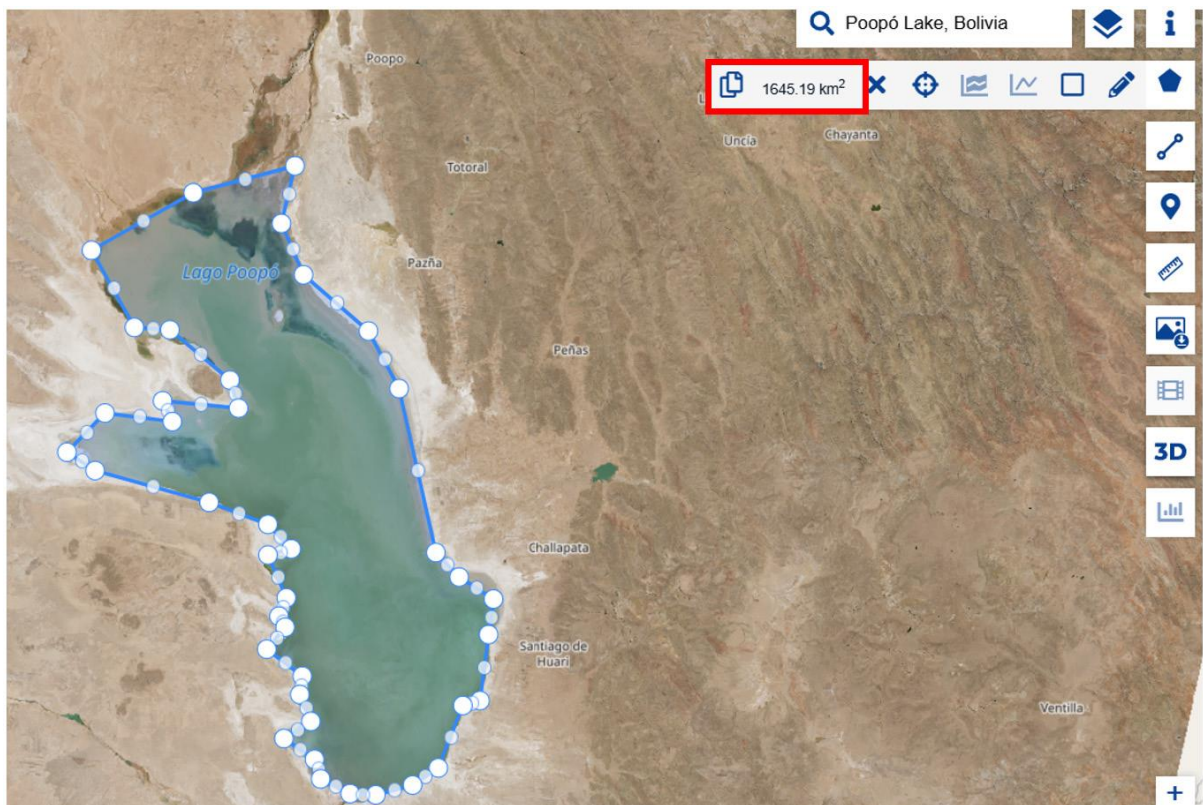


Figure 23

Une fois le polygone terminé, vous pouvez voir que la surface totale délimitée s'affiche dans l'unité de mesure appropriée.

Dans ce cas, l'eau du lac couvrirait une surface de 1645,19 km², soit l'équivalent de toute la ville de Londres !

Vous pouvez trouver d'autres exemples d'analogies pour aider vos élèves à mieux comprendre l'échelle de la zone.

Avec un outil similaire, vous pouvez également mesurer le périmètre de la zone sélectionnée.

Pour ce faire, commencez à dessiner de la même manière que pour mesurer la surface.

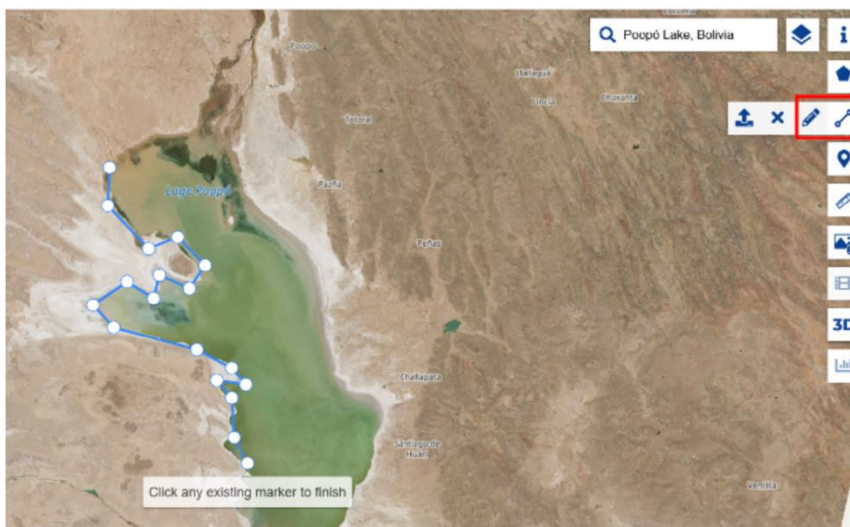


Figure 24

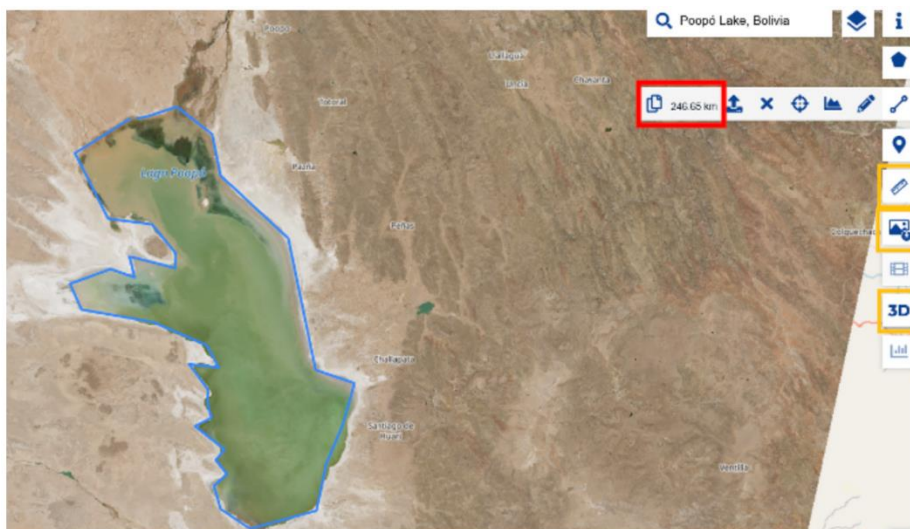


Figure 25

Une fois terminé, la longueur du périmètre s'affichera à côté de l'outil sélectionné. Le périmètre ici est de 246 km.

Concernant les autres outils situés à droite, vous pouvez utiliser l'icône en forme de règle pour mesurer à la fois le périmètre et la surface.

De plus, vous pouvez télécharger l'image sur votre ordinateur ou même afficher une représentation 3D du paysage en cliquant sur les boutons entourés en jaune.

6. Comparaison d'images

Maintenant que vous avez une idée plus claire de l'ampleur de la catastrophe, vous pouvez comparer visuellement les deux périodes en utilisant l'outil de comparaison.

Tout d'abord, ouvrez vos signets enregistrés en cliquant sur l'icône suivante située sur le côté gauche de l'écran.

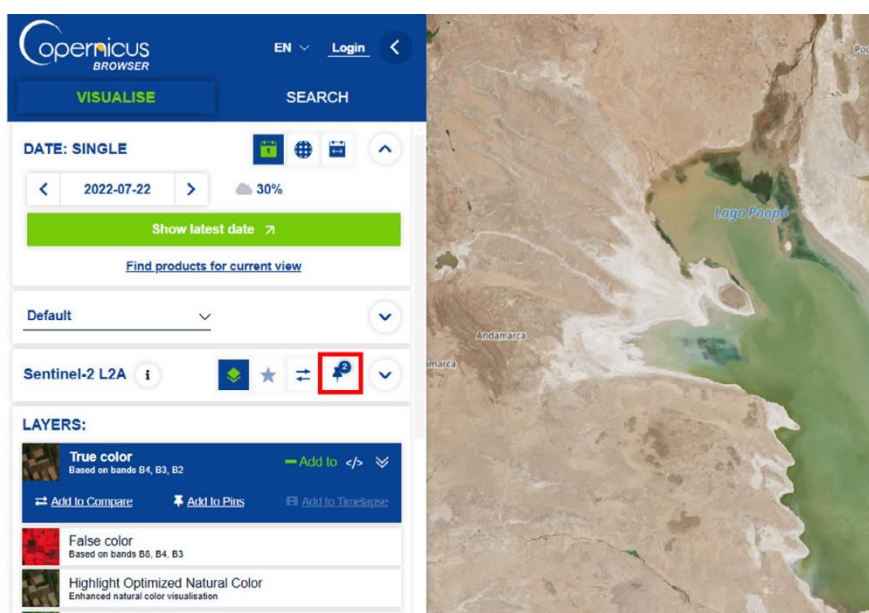


Figure 26

Là, vous pourrez naviguer parmi vos images enregistrées. Pour l'instant, vous n'en avez que deux :

le lac asséché et le lac presque rempli.

Cliquez sur le bouton affichant deux flèches encadrées en rouge pour chaque image afin de les placer dans l'outil « Comparer ».

Vous trouverez l'outil de comparaison juste à côté du groupe de signets, encadré en orange.

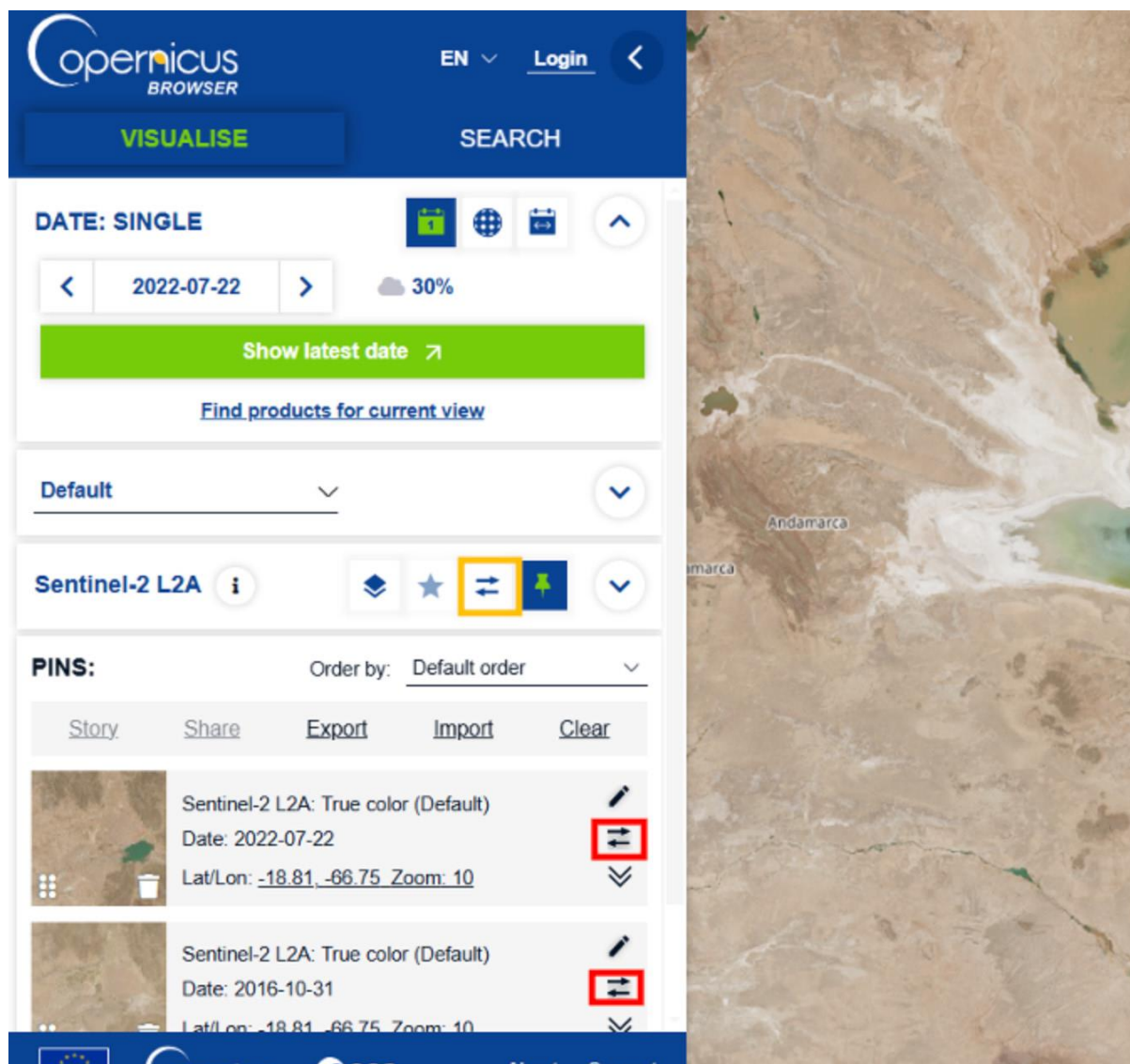


Figure 27

Cliquez ensuite sur le bouton de l'outil de comparaison, qui vous dirigera vers la boîte à outils suivante.

Ici, toutes les images que vous avez sélectionnées sont superposées, avec uniquement l'image du dessus visible au départ.

Essayez de faire glisser la barre coulissante vers la gauche ou vers la droite pour voir ce qui se passe.

En déplaçant la barre de l'image supérieure vers la gauche, l'image située en dessous devient progressivement visible.

Vous pouvez maintenant voir une partie du lac avec de l'eau et une autre sans eau, ce qui reflète les différences entre les dates sélectionnées.

C'est une excellente façon de visualiser les changements dans le temps et de mieux comprendre comment le paysage a évolué.

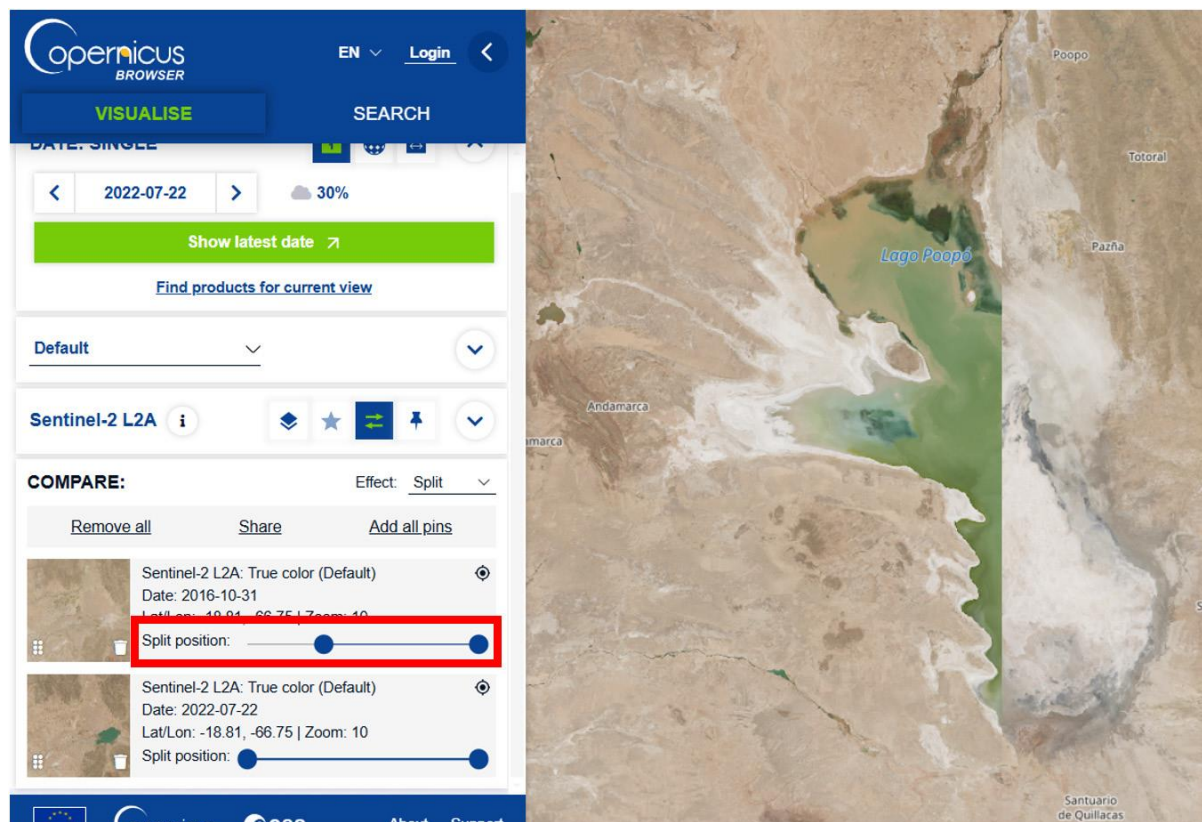


Figure 28

7. Créer une animation temporelle

Un autre outil permettant de suivre visuellement les changements au fil du temps est l'outil d'animation temporelle, qui ne peut être utilisé que si vous êtes connecté. Cependant, c'est la seule partie de l'application qui nécessite un compte.

Pour l'utiliser, cliquez sur l'icône en forme de caméra de cinéma à droite, puis sélectionnez la zone que vous souhaitez observer (dans ce cas, le lac dans son ensemble), et cliquez ensuite sur le bouton de lecture situé au centre du rectangle bleu.

Si vous ne pouvez pas cliquer dessus, commencez par trouver une véritable image satellite de l'endroit en parcourant les dates, comme expliqué dans la première partie de ce guide. Assurez-vous également de désélectionner toutes les mesures prises avec la règle ou d'autres outils de mesure avant de continuer avec l'animation.

Autrement, vous ne verrez que la zone délimitée dans l'animation temporelle, et non l'image entière.



Figure 29

Ensuite, vous serez dirigé vers une nouvelle interface où vous devrez rechercher des images depuis le début.

Sur la gauche, vous pouvez sélectionner la période, le nombre d'images à afficher (classées par orbite/jour/semaine/mois/année), la couverture nuageuse (comme expliqué au début de ce guide) et la couverture minimale de tuile (par exemple, 25 % signifie qu'au moins 25 % de l'image contiendra des données satellites).

Sur la droite, vous pouvez prévisualiser les résultats en cliquant sur le bouton de lecture, ajuster la vitesse du timelapse et le télécharger.

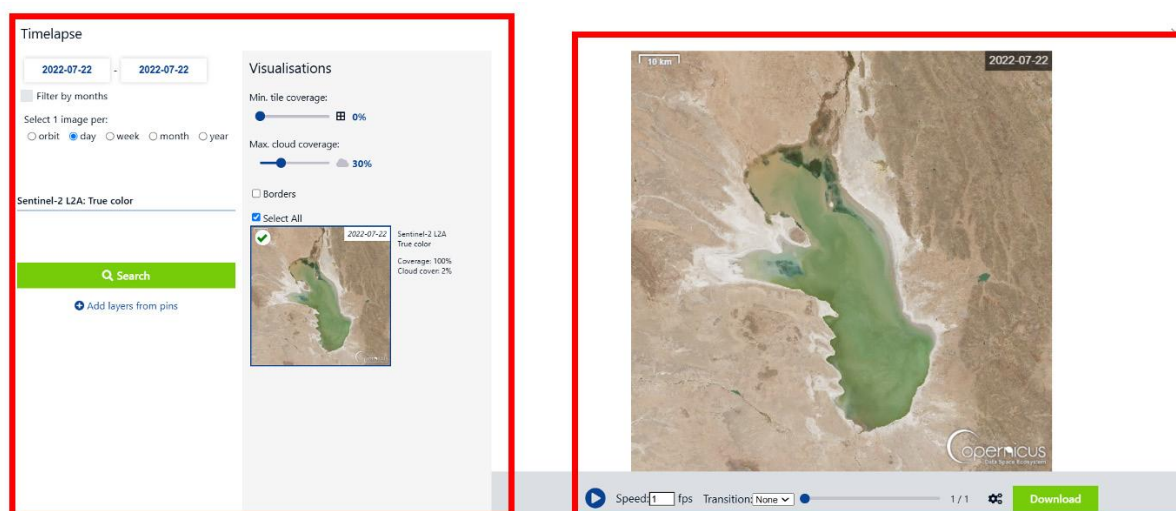


Figure 30

Pour enquêter sur ce qui est réellement arrivé au lac au fil du temps, définissez le timelapse pour couvrir toute la période depuis les données les plus anciennes disponibles (31/10/2016 dans ce cas) jusqu'aux images les plus récentes (selon le moment où vous utilisez ce guide).

Comme la période est assez longue, vous pouvez choisir d'afficher 1 image par semaine, définir la couverture minimale de tuile à environ 80 % et la couverture nuageuse maximale à environ 20 %. Cliquez sur « Search » et observez comment l'histoire du lac a évolué.

Timelapse

2016-10-31

-

2025-02-01

☐ Filter by months

Select 1 image per:

☐ orbit
 ☐ day
 ☒ week
 ☐ month
 ☐ year

Sentinel-2 L2A: True color

Search

+ Add layers from pins

Visualisations

Min. tile coverage:

80%

Max. cloud coverage:

21%

☐ Borders
 ☒ Select All

2024-05-27

Sentinel-2 L2A True color

Coverage: 100%

Cloud cover: 1%

2024-08-05

Sentinel-2 L2A True color

Figure 31

Comme vous pouvez maintenant l'observer plus clairement, le lac est en effet très sec, et pendant la majeure partie de la période, il a complètement disparu. Il semble que chaque année, le lac se remplisse partiellement pendant les mois de printemps et d'été, avec un pic en 2022, où un remplissage significatif peut être observé. En revanche, en 2021, le lac est resté complètement asséché pendant presque toute l'année.

Vous pouvez télécharger le timelapse sous forme de fichier .gif pour l'utiliser dans des présentations ou d'autres formats en dehors de votre navigateur en cliquant sur le bouton « Download » situé sur le côté droit de l'écran.

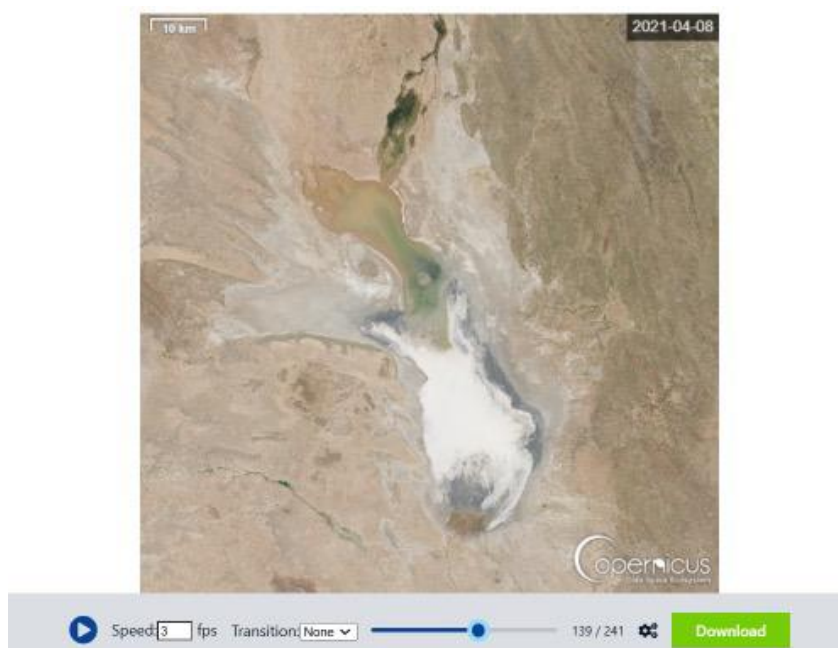


Figure 32

Le saviez-vous ?

Utiliser l'outil de timelapse peut vous aider à comprendre comment la situation globale évolue au fil du temps, tout en offrant une excellente technique de visualisation qui peut être utilisée pour présenter la situation.

8. Visualiser les images de différentes manières

Jusqu'à présent, vous avez visualisé les images sous leur forme standard, telles qu'elles apparaissent à l'œil humain en utilisant une combinaison des parties rouge, verte et bleue du spectre lumineux. Cependant, l'imagerie satellitaire et le traitement d'images permettent d'utiliser différentes combinaisons du spectre, fournissant des informations plus approfondies sur ce qui se passe dans une image.

Pour cette raison, il existe des indices prédéfinis et différents types de visualisations disponibles. Après avoir recherché une image à une date spécifique, vous pouvez explorer la boîte « Layers », où vous trouverez des options telles que « True color », qui représente l'image telle que vue par l'œil humain, mais aussi d'autres types de visualisations que vous pouvez explorer.

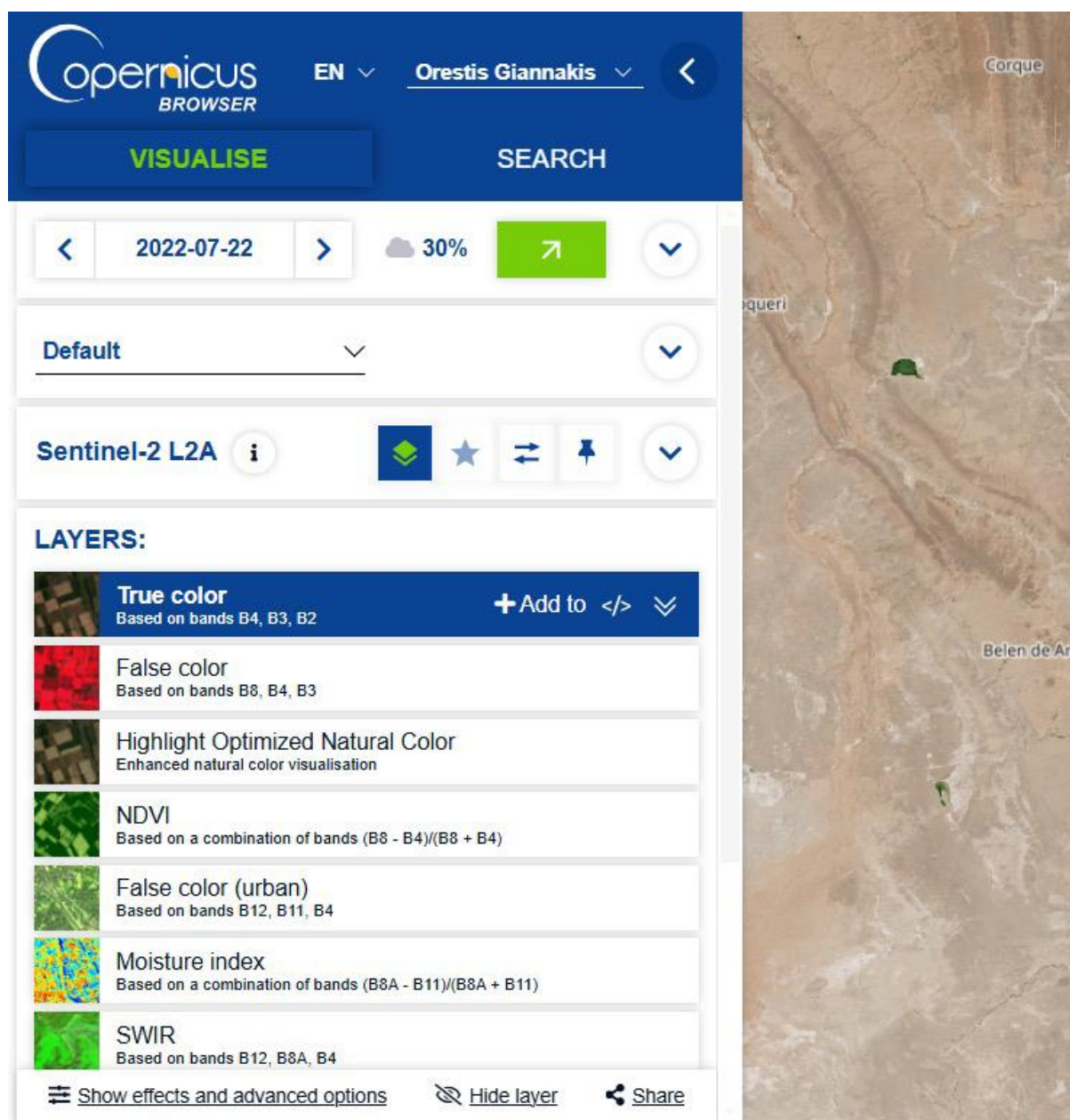


Figure 33

Essayez de cliquer sur celle nommée **NDVI** (Indice de végétation par différence normalisée). Vous verrez maintenant exactement le même endroit au même moment, mais affiché avec des couleurs différentes de celles que nos yeux humains percevraient naturellement depuis l'espace.

Cet indice utilise la partie proche infrarouge du spectre, combinée avec la partie rouge du spectre visible, pour générer une image qui transmet des informations différentes. Pour chacun des indices ou types de visualisation, vous pouvez trouver plus d'informations sur leur fonctionnement et la signification des couleurs en cliquant sur l'icône à double flèche.

Dans ce cas précis, les parties vertes de l'image indiquent la présence de végétation. Plus une région apparaît verte, plus la végétation y est saine. Les zones grises représentent des terres nues, comme les rochers, le sable ou la neige, tandis que les zones noires indiquent

de l'eau. Cela permet de distinguer beaucoup plus facilement l'eau des autres éléments, offrant ainsi une interprétation plus claire des données satellites.

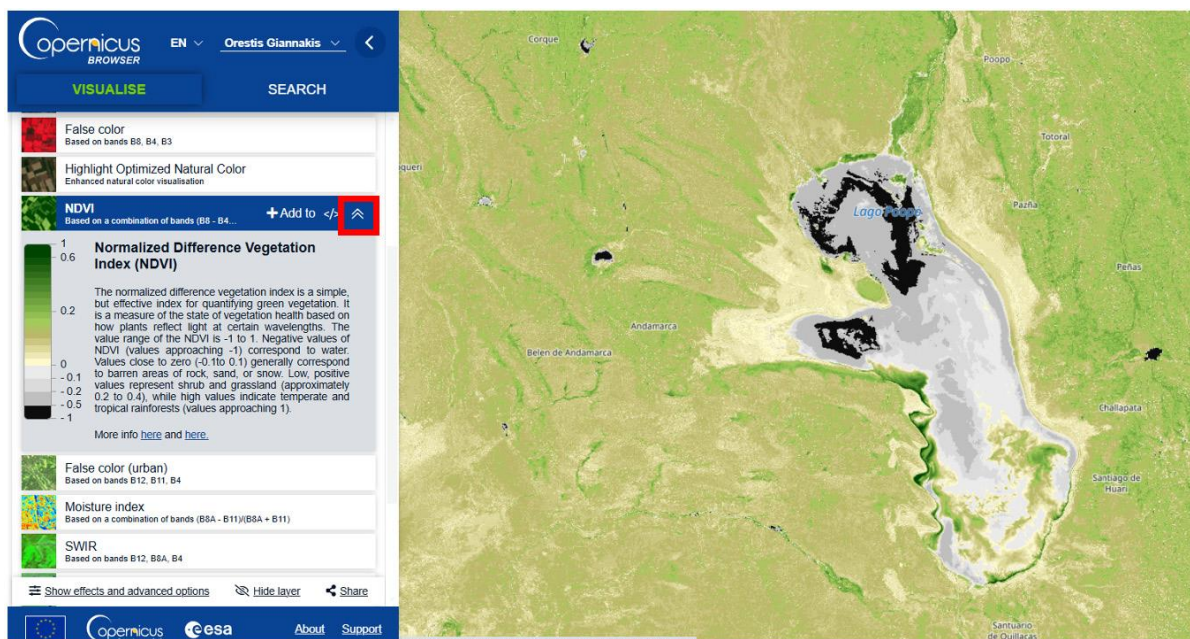


Figure 34

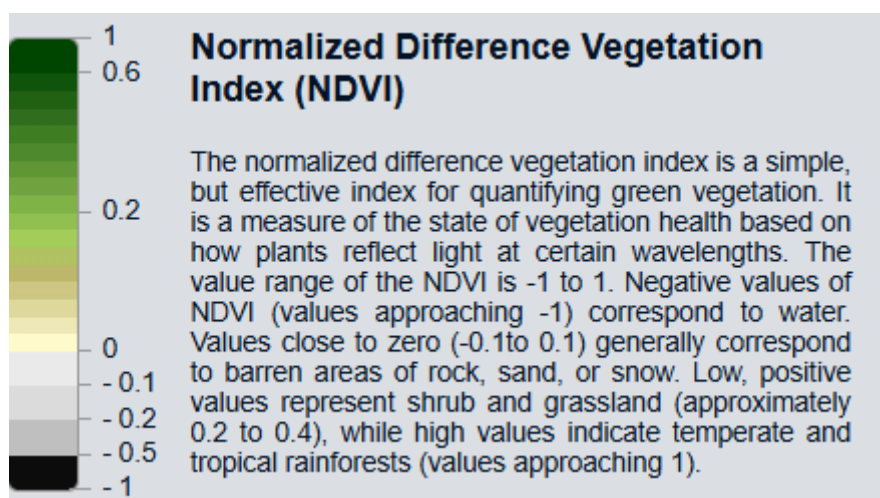


Figure 35

Vous pouvez essayer d'utiliser cet indice pour comprendre également comment la sécheresse du lac a évolué dans le temps, de manière similaire à l'utilisation du timelapse. Utilisez l'outil de sélection de zone d'intérêt expliqué dans la section « Mesurer les distances » pour sélectionner le lac, puis cliquez sur le bouton « Informations statistiques » affiché ci-dessous.

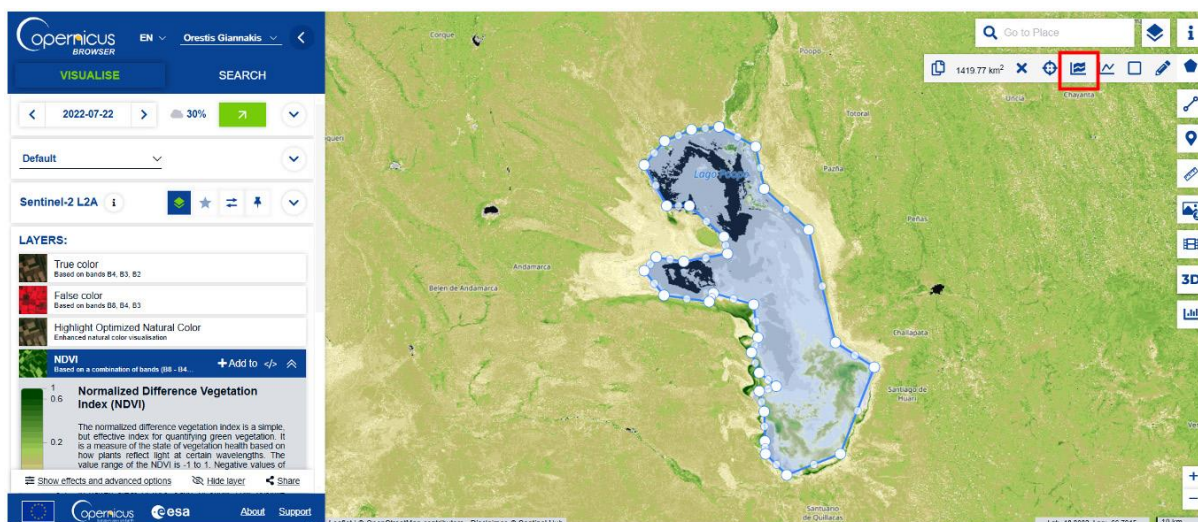


Figure 36

Une nouvelle boîte de données apparaîtra, à partir de laquelle vous pourrez observer l'évolution de l'indice spécifique au fil du temps. Réglez à nouveau la couverture nuageuse à environ 20 %, mais cette fois, remontez 5 ans en arrière au lieu d'1 mois pour mieux comprendre l'évolution mentionnée précédemment.

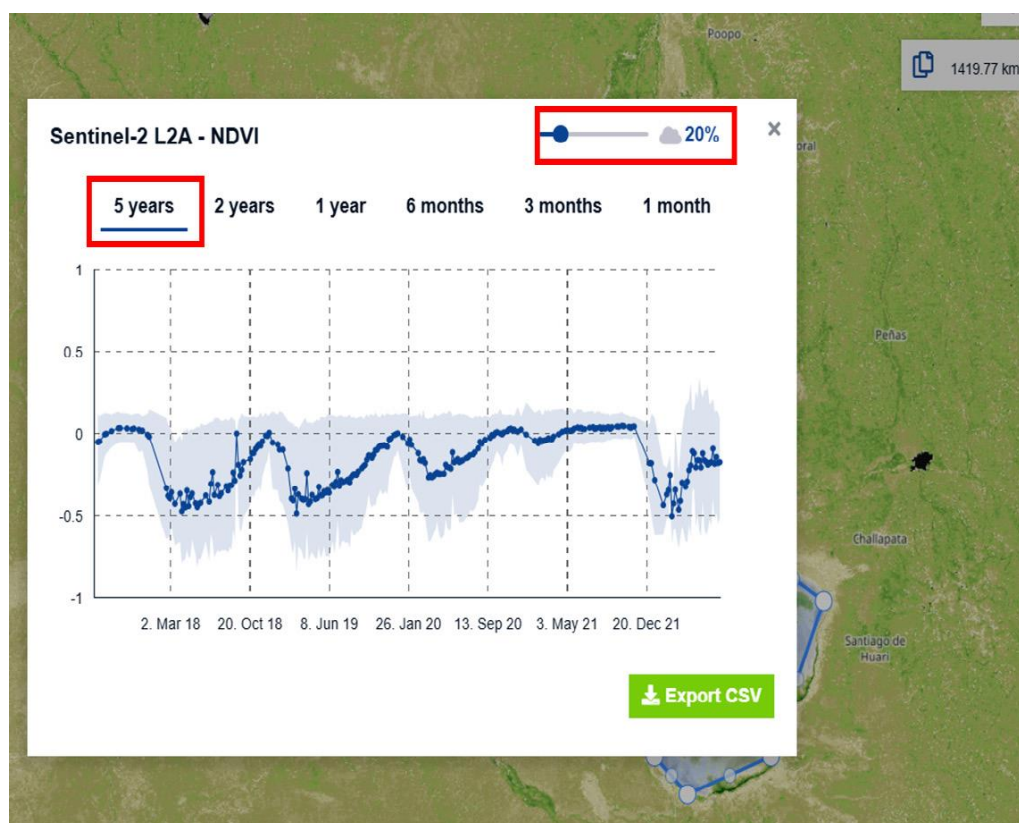


Figure 37

Il ne vous reste plus qu'à comprendre ce que signifient les valeurs numériques. En vous référant aux informations supplémentaires concernant l'indice mentionnées plus tôt, vous apprendrez que les valeurs de -0.2 et inférieures indiquent la présence d'eau dans votre zone d'intérêt. Les données deviennent alors bien plus claires, car on peut voir que le lac s'est vidé et rempli presque chaque année, sauf en 2021, ce qui correspond aux

observations faites avec l'outil timelapse. Il est également plus facile de voir que le lac se remplit pendant les mois de printemps et d'été, et se vide durant l'automne et l'hiver.

Note

La couche NDVI a été choisie dans cette étude de cas car elle est utile et pertinente pour de nombreux scénarios que vous pourriez rencontrer. Cependant, selon votre sujet de recherche, vous pourriez explorer d'autres indices. Par exemple, dans le contexte de cette étude de cas, vous pourriez sélectionner le thème « **Océans et masses d'eau** » et effectuer une analyse similaire en utilisant la couche "Indice d'eau par différence normalisée" (**NDWI**), spécialement conçue pour faire ressortir la présence d'eau.

9. Autres indices et visualisations

Vous pouvez également explorer d'autres indices et visualisations selon le type d'événement qui se déroule dans votre sujet de recherche. En cliquant sur le bouton « **Thèmes** », vous pouvez parcourir différents thèmes qui pourraient être pertinents pour votre étude ou vous inspirer. Cependant, ce n'est qu'après avoir sélectionné un thème et choisi une date spécifique que la plateforme affichera les indices et visualisations proposés pour ce thème en particulier.

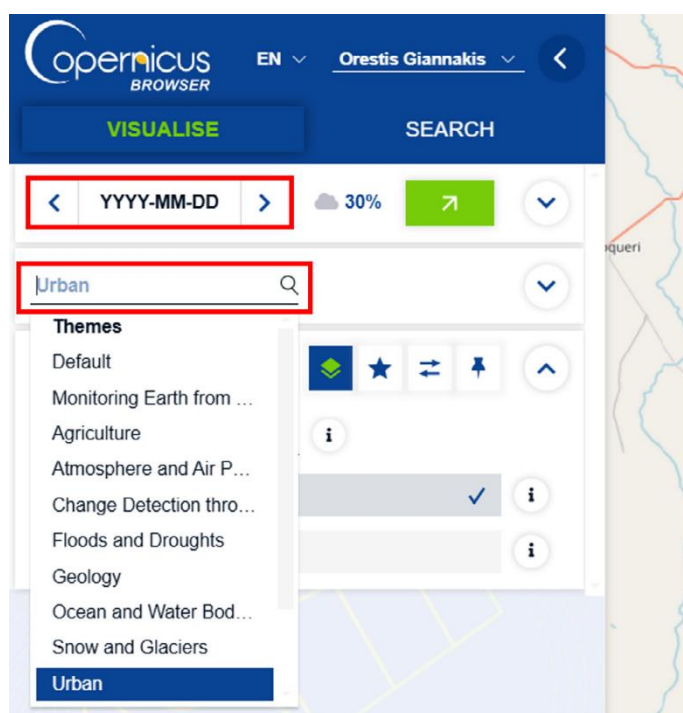


Figure 38

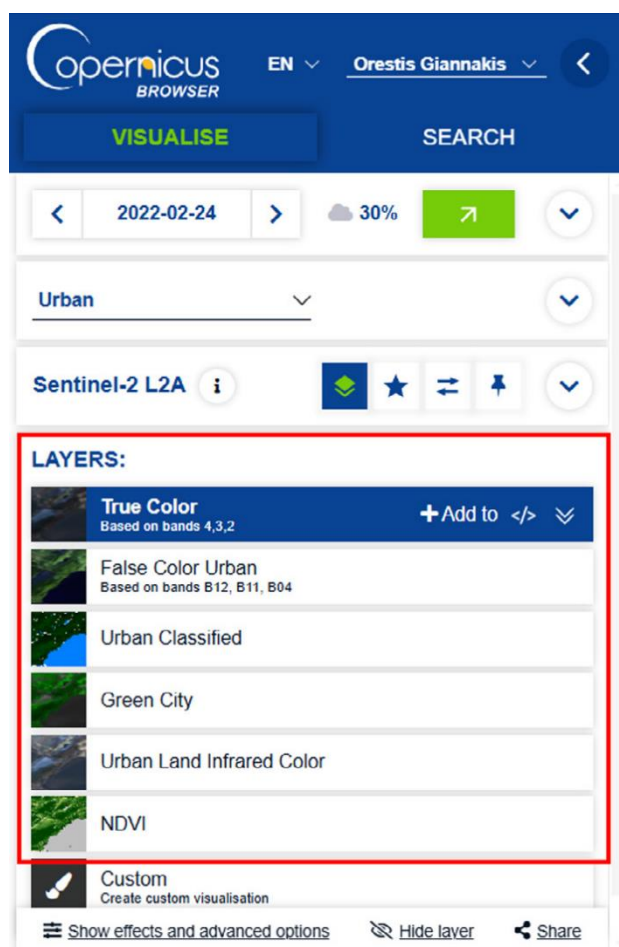


Figure 39

10. Conclusions

Dans ce guide à destination des enseignants, nous avons utilisé Copernicus Browser pour approfondir l'étude de l'assèchement du lac Poopó, ce qui nous a permis de mieux comprendre ce qui s'est passé dans cette région pendant la période couverte par les données satellitaires disponibles. - a été utilisé en complément d'articles en ligne, de journaux et de publications scientifiques afin d'enrichir les informations recueillies et d'avoir une vision plus complète de l'évolution du lac au fil des années.

En acquérant les compétences nécessaires à l'utilisation de Copernicus Browser, vous et vos élèves pouvez devenir journalistes, décideurs politiques ou chercheurs, en identifiant et en étudiant vos propres études de cas. Une excellente manière de commencer consiste à sélectionner un événement local qui intéresse vos élèves, puis à utiliser toutes les ressources disponibles, comme les articles en ligne, les journaux, les données in situ et les avis d'experts, pour construire une analyse complète. Copernicus Browser peut alors devenir un outil précieux pour appuyer vos résultats et formuler une opinion bien fondée sur le sujet étudié.

Cette approche donne aux élèves les moyens de s'approprier leur recherche, de formuler leurs propres opinions et de vérifier de manière critique les informations auxquelles ils sont exposés en ligne.

Points principaux à retenir

- **Les données satellitaires offrent des informations précieuses** sur les changements environnementaux au fil du temps, permettant aux élèves d'enquêter sur des études de cas concrètes.
- **Des outils comme le navigateur Copernicus favorisent un apprentissage interactif**, aidant les élèves à visualiser les évolutions des paysages, comme l'assèchement des lacs, la déforestation ou l'expansion urbaine.
- **La combinaison des images satellites avec d'autres sources** (publications scientifiques, articles de presse, données in situ, etc.) permet aux élèves d'acquérir une compréhension plus globale des enjeux environnementaux.
- **L'exploration active encourage la pensée critique** : les élèves apprennent à analyser, interpréter et vérifier l'information au lieu de la consommer passivement.
- **Les études de cas locales rendent l'apprentissage plus stimulant**, en permettant aux élèves de faire le lien entre les défis environnementaux mondiaux et leur propre environnement.
- **L'utilisation des données satellitaires dans l'enseignement prépare les élèves aux métiers de demain**, en les initiant à l'analyse géospatiale, à l'observation de la Terre et à la prise de décision fondée sur les données.

Liens utiles

En savoir plus sur le navigateur Copernicus

Chaîne YouTube de l'écosystème Copernicus :

<https://www.youtube.com/@copernicusdataspaceecosystem/videos>

Tutoriel vidéo pour le navigateur Copernicus :

<https://www.youtube.com/watch?v=F0lln5r6ZWk>

Autre tutoriel pour le navigateur Copernicus :

<https://documentation.dataspace.copernicus.eu/Applications/Browser.html>

Exploration des collections de données :

<https://dataspace.copernicus.eu/explore-data/data-collections>

Liens sur le lac Poopó

[1] <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0016718518300861>

[2] <https://storymaps.arcgis.com/stories/ca450f6dc50c4ff0a56f752dfc178d34>

[3] <https://www.wfp.org/stories/cop27-dried-lake-and-indigenous-community-precipice-bolivia>

[4] <https://www.theguardian.com/world/2018/jan/04/the-ecological-catastrophe-that-turned-avast-bolivian-lake-to-a-salt-desert>

[5] <https://www.mdpi.com/2072-4292/12/1/73>

[6] <https://www.preventionweb.net/news/lake-poopo-why-bolivias-second-largest-lake-disappeared-and-how-bring-it-back>

[7] <https://muse.jhu.edu/article/760930>

[8] <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/discursive>

[9] <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1623/hysj.51.1.98?needAccess=true>

POUR ALLER PLUS LOIN

Liens avec les métiers STEM

- **Géographe** : Le géographe est un spécialiste de l'espace et de ses interactions avec les sociétés humaines. Il étudie les paysages, les climats, les populations et les ressources naturelles pour comprendre l'organisation et le développement des territoires. Son expertise est sollicitée dans de nombreux domaines, tels que l'aménagement du territoire, l'environnement, l'urbanisme, le tourisme ou encore la gestion des risques. [Plus d'infos...](#)
- **Climatologue** : Le climatologue mène des études à long terme afin de prévoir l'évolution de notre climat et ses potentielles conséquences sur la population ou la biodiversité. En effet, avec le réchauffement climatique, les préoccupations pour l'environnement, la qualité de l'air ou de l'eau sont grandissantes. Le climatologue occupe donc un rôle essentiel pour mieux comprendre les bouleversements climatiques de plus en plus fréquents. [Plus d'infos...](#)
- **Géomaticien** : La géomatique, contraction de géographie et informatique, utilise l'information géographique pour analyser et modéliser le territoire. Le géomaticien, expert en SIG (Systèmes d'Information Géographiques), crée des bases de données à partir de cartes, photos, images satellites, etc. Il les analyse et les exploite pour produire des cartes thématiques et aider à la prise de décision dans des domaines variés tels que l'aménagement urbain, l'environnement, les transports ou encore le marketing. [Plus d'infos...](#)

Ressources

- [Application web Climate from Space](#)
- [Climat pour les écoles](#)
- [Enseigner avec l'espace](#)

Autres ressources

- [Vidéo de l'espace pour le climat](#)
- [Climat et permafrost](#)
- [Autres vidéos de la Terre vue de l'espace](#)
- [ESA Kids](#)

LIENS AVEC LES RÉFÉRENTIELS

NIVEAU : S3

MATIERE : GÉOGRAPHIE

Repères spatiaux, vocabulaire, notions, modèles pour

Se situer, se déplacer, situer, localiser un lieu, un fait dans l'espace

Savoirs	Attendus	Page
Principaux espaces affectés par des aléas naturels : ▪ Climatiques : ○ sécheresses : espaces semi-arides tels que le Sahel, le sud du bassin méditerranéen, l'ouest de l'Amérique du Nord.	Nommer les principaux espaces affectés par des aléas. Distinguer en quelques mots les grands types d'aléas naturels.	100

Caractériser les répartitions/dynamiques spatiales et les liens avec les composantes spatiales relatives

À la population et à l'organisation de l'espace

Savoirs	Attendus	Page
Réchauffement climatique : ▪ causes : activités humaines, mode de vie de la population, hausse de l'effet de serre ; ▪ conséquences environnementales : fonte des glaciers et disparition de la banquise, augmentation de la température des océans et du niveau des mers, migration de la population, perturbation du cycle de l'eau, modifications des fréquences et de l'intensité d'événements climatiques extrêmes, migration et disparition d'animaux et de végétaux ;	Décrire des phénomènes qui témoignent des changements du climat induits par le réchauffement.	101

Savoir-faire	Attendus	Page
Lire un paysage.	Annoter une image géographique pour mettre en évidence des manifestations d'un aléa ou des espaces vulnérables face à un aléa.	101
Lire un croquis cartographique, un plan, une carte.	Annoter une représentation cartographique pour mettre en évidence des espaces affectés par un aléa et/ou des espaces où l'activité humaine est présente. Manipuler des outils numériques de représentation de l'espace : atlas, SIG, globe virtuel, géoportail.	101
Annoter/construire une représentation de l'espace.	Annoter une représentation de l'espace pour mettre en évidence : - un espace affecté par un aléa ; - un espace affecté par un risque	101

Compétences	Attendus	Page
Utiliser des repères spatiaux et/ou des représentations de l'espace pour (se) situer/se déplacer/(s')orienter.	Situer un aléa naturel en faisant référence aux notions orohydrographiques ou climatiques.	102

NIVEAU : S4 TT-GT

MATIERE : GÉOGRAPHIE

Questions spatiales à propos de l'inégale répartition des populations et des ressources

Mettre en œuvre la démarche géographique pour éclairer les enjeux liés à l'accès à la nourriture, à l'eau

Appliquer

- Étude de cas pour un territoire donné. Sur base de représentations de l'espace familières et diversifiées, en utilisant le vocabulaire adéquat et des repères spatiaux pertinents :
 - Décrire une répartition spatiale/dynamique spatiale pour identifier des continuités/discontinuités spatiales
- Pour communiquer la description et/ou la comparaison des répartitions / des dynamiques spatiales :
 - Annoter une représentation de l'espace
 - Commenter en quelques phrases une représentation de l'espace

Savoir-faire associés aux représentations de l'espace

- Lire une carte thématique ou schématique, un croquis cartographique.
- Lire une image de l'espace terrestre.

- Lire des coordonnées géographiques.
- Manipuler des outils de représentation de l'espace : atlas, SIG, globe virtuel, géoportail...

Questions spatiales à propos de la gestion des risques naturels et technologiques

Mettre en œuvre la démarche géographique pour éclairer des enjeux liés aux risques naturels et technologiques

Appliquer

- Étude de cas pour un territoire donné. Sur base de représentations de l'espace familières et diversifiées, en utilisant le vocabulaire adéquat et des repères spatiaux pertinents :
 - Décrire la répartition spatiale d'un aléa pour identifier des continuités/discontinuités spatiales
- Pour communiquer la mise en évidence de la répartition spatiale d'un aléa ou d'espaces à risque :
 - Annoter une représentation de l'espace
 - Commenter en quelques phrases une représentation de l'espace

Savoir-faire associés aux représentations de l'espace

- Lire une carte thématique ou schématique, un croquis cartographique.
- Lire une image de l'espace terrestre.
- Lire des coordonnées géographiques.
- Manipuler des outils de représentation de l'espace : atlas, SIG, globe virtuel, géoportail...

Compétences terminales et savoirs requis - humanités générales et technologiques - géographie (ressource 14560)

NIVEAU : S4 TQ-P

MATIERE : GÉOGRAPHIE

UAA 1 : Inscrire dans un contexte spatial en vue d'éclairer des enjeux sociétaux liés à la diversité, à l'environnement, à l'insertion socioprofessionnelle ou à la citoyenneté active : décrire le contexte spatial du thème sélectionné

Positionner et situer des objets dans l'espace

Appliquer

À partir de documents variés,

- Décrire la répartition spatiale des objets étudiés pour mettre en évidence des disparités spatiales, en utilisant les repères et le vocabulaire adéquats, sous différentes formes,
- Décrire la répartition spatiale des objets étudiés à deux moments pour situer leur dynamique, en utilisant les repères et le vocabulaire adéquats, sous différentes formes.

Stratégies transversales

- Lecture d'une carte thématique ou schématique, d'un croquis cartographique.

- Lecture d'une image de l'espace terrestre.
- Lecture des coordonnées géographiques.
- Manipulation des outils de représentation de l'espace (par exemple l'atlas, le SIG ou le globe virtuel).

UAA 3 : Inscrire dans un contexte spatial en vue d'éclairer des enjeux sociétaux liés à la diversité, à l'environnement, à l'insertion socioprofessionnelle ou à la citoyenneté active : communiquer le contexte spatial du thème sélectionné

Utiliser des représentations cartographiques pour décrire / expliquer une répartition spatiale / une dynamique spatiale

Appliquer

À partir d'un portefeuille donné de représentations cartographiques familières et diversifiées,

- Sélectionner la ou les représentations cartographiques pertinentes pour décrire une répartition/une dynamique spatiale d'objets en lien avec le thème étudié ;
- Représenter sur une carte, à l'aide de figurés cartographiques, les zones de faible ou de forte valeur pour décrire des disparités spatiales en lien avec le thème étudié.

Stratégies transversales

- Lecture d'une carte thématique ou schématique, d'un croquis cartographique.
- Lecture d'une image de l'espace terrestre.
- Lecture des coordonnées géographiques.
- Manipulation des outils de représentation de l'espace (par exemple l'atlas, le SIG ou le globe virtuel).

Compétences terminales et savoirs communs - humanités professionnelles et techniques – formation (ressource 14078)

NIVEAU : S5 TT-GT

MATIERE : GÉOGRAPHIE

Questions spatiales à propos de l'inégale répartition des populations et des ressources

Mettre en œuvre la démarche géographique pour éclairer les enjeux liés à l'accès à la nourriture, à l'eau, à l'énergie et autres matières premières

Appliquer

- Étude de cas pour un territoire donné. Sur base de représentations de l'espace familières et diversifiées, en utilisant le vocabulaire adéquat et des repères spatiaux pertinents :
 - Décrire une répartition spatiale/dynamique spatiale pour identifier des continuités/discontinuités spatiales
- Pour communiquer la description et/ou la comparaison des répartitions / des dynamiques spatiales :
 - Annoter une représentation de l'espace
 - Commenter en quelques phrases une représentation de l'espace

Savoir-faire associés aux représentations de l'espace

- Lire une carte thématique ou schématique, un croquis cartographique.
- Lire une image de l'espace terrestre.
- Lire des coordonnées géographiques.
- Manipuler des outils de représentation de l'espace : atlas, SIG, globe virtuel, géoportail...

Questions spatiales à propos de la gestion des risques naturels et technologiques

Mettre en œuvre la démarche géographique pour éclairer des enjeux liés aux risques naturels et technologiques et à leur gestion

Appliquer

- Étude de cas pour un territoire donné. Sur base de représentations de l'espace familières et diversifiées, en utilisant le vocabulaire adéquat et des repères spatiaux pertinents :
 - Décrire la répartition spatiale d'un aléa pour identifier des continuités/discontinuités spatiales
- Pour communiquer la mise en évidence de la répartition spatiale d'un aléa ou d'espaces à risque :
 - Annoter une représentation de l'espace
 - Commenter en quelques phrases une représentation de l'espace

Savoir-faire associés aux représentations de l'espace

- Lire une carte thématique ou schématique, un croquis cartographique.
- Lire une image de l'espace terrestre.
- Lire des coordonnées géographiques.
- Manipuler des outils de représentation de l'espace : atlas, SIG, globe virtuel, géoportail...

Compétences terminales et savoirs requis - humanités générales et technologiques - géographie (ressource 14560)

NIVEAU : S5 TQ-P

MATIERE : GÉOGRAPHIE

UAA 1 : Inscrire dans un contexte spatial en vue d'éclairer des enjeux sociétaux liés à la diversité, à l'environnement, à l'insertion socioprofessionnelle ou à la citoyenneté active : décrire le contexte spatial du thème sélectionné

Positionner et situer des objets dans l'espace

Appliquer

À partir de documents variés,

- Décrire la répartition spatiale des objets étudiés pour mettre en évidence des disparités spatiales, en utilisant les repères et le vocabulaire adéquats, sous différentes formes,
- Décrire la répartition spatiale des objets étudiés à au moins deux moments pour situer leur dynamique, en utilisant les repères et le vocabulaire adéquats, sous différentes formes.

Stratégies transversales

- Lecture d'une carte thématique ou schématique, d'un croquis cartographique.
- Lecture d'une image de l'espace terrestre.
- Lecture des coordonnées géographiques.
- Manipulation des outils de représentation de l'espace (par exemple l'atlas, le SIG ou le globe virtuel).

UAA 3 : Inscrire dans un contexte spatial en vue d'éclairer des enjeux sociétaux liés à la diversité, à l'environnement, à l'insertion socioprofessionnelle ou à la citoyenneté active : communiquer le contexte spatial du thème sélectionné

Utiliser des représentations cartographiques pour décrire / expliquer une répartition spatiale / une dynamique spatiale

Appliquer

À partir d'un portefeuille donné de représentations cartographiques familières et diversifiées,

- Sélectionner la ou les représentations cartographiques pertinentes pour décrire une répartition/une dynamique spatiale d'objets en lien avec le thème étudié ;
- Représenter sur une carte, à l'aide de figurés cartographiques, les zones de faible ou de forte valeur pour décrire des disparités spatiales en lien avec le thème étudié.

Stratégies transversales

- Lecture d'une carte thématique ou schématique, d'un croquis cartographique.
- Lecture d'une image de l'espace terrestre.
- Lecture des coordonnées géographiques.
- Manipulation des outils de représentation de l'espace (par exemple l'atlas, le SIG ou le globe virtuel).

Compétences terminales et savoirs communs - humanités professionnelles et techniques – formation (ressource 14078)