

Fiche pour l'enseignant

Température, précipitations et qualité de l'eau



Les élèves réalisent des analyses graphiques de données de température et de précipitation, conçoivent un pluviomètre à l'aide d'un logiciel de conception 3D et testent la qualité des eaux.

Table des matières

INFORMATIONS PRATIQUES	3
INTRODUCTION	4
Météo et climat	4
Température, précipitations et qualité de l'eau	4
ACTIVITÉ 1 : ANALYSE DE DONNÉES DE TEMPÉRATURE ET DE PRÉCIPITATION	5
Réaliser des graphiques à partir des données annuelles brutes de température et de précipitation	5
Effectuer des calculs sur les données annuelles de température et de précipitation puis réaliser des graphiques	6
Discussion	6
ACTIVITÉ 2 : CONCEPTION D'UN PLUVIOMÈTRE	8
Schéma du pluviomètre	8
Création d'un pluviomètre à l'aide d'un logiciel de conception 3D	8
Graduations du pluviomètre	9
ACTIVITÉ 3 : TESTER LA QUALITÉ DE L'EAU	10
Le pH dans la vie quotidienne	10
La salinité	10
L'eau du robinet	10
L'eau de pluie	11
ANNEXE	12
Exemples de graphiques obtenus à partir des données annuelles de température	12
Exemples de graphiques d'anomalies	13
LIENS	14

INFORMATIONS PRATIQUES

Tranche d'âge 14-18 ans

Type Activité pratique (individuel ou en groupe)

Lieu Intérieur et Extérieur

Matériel nécessaire Ordinateur, matériel pour les manipulations (détails dans le document)

Matières principales Math, chimie, géographie

- Objectifs**
- Analyser des données
 - Établir des graphiques
 - Se familiariser avec l'utilisation d'un tableur
 - Utiliser un logiciel de conception 3D pour créer un instrument de mesure
 - Notions de pH, acide et base
 - Faire le lien entre la conductivité d'une solution et sa teneur en sels
 - Interpréter des résultats expérimentaux

Auteurs : Expérimentarium de physique de l'ULB (ESERO Belgium)

Date de publication : Décembre 2022

INTRODUCTION

Il semblerait que nous faisons face depuis quelques années à de plus en plus d'anomalies météorologiques : températures extrêmes, périodes de sécheresse, inondations, saisons perturbées etc. Avant d'attribuer ces événements à un changement du climat, il est nécessaire d'analyser les données sur le long terme. En effet, il y a une différence entre la météo et le climat et on ne peut pas extrapoler ce qu'il se passe une année à une tendance générale.

Météo et climat¹

On pense souvent que les concepts de temps et de climat sont identiques. Cette confusion conceptuelle fait qu'il est difficile pour beaucoup de personnes de comprendre ce que l'on entend par changement climatique. Pour clarifier ce point, il est essentiel de comprendre que lorsque nous parlons de conditions météorologiques, nous faisons référence à de courtes périodes de temps, telles que des heures, des jours ou des semaines ; lorsque nous parlons de climat, nous faisons référence à de longues périodes de 30 ans ou plus. Le climat fait référence à la configuration météorologique, à l'aide de données statistiques, d'un lieu sur une période suffisamment longue pour donner des moyennes significatives.

L'Agence spatiale européenne (ESA) se consacre à l'observation de la Terre depuis l'espace depuis le lancement de son premier satellite météorologique Meteosat en 1977. Depuis lors, l'ESA a exploité trois familles différentes de satellites météorologiques : Meteosat (première génération) ; Meteosat (deuxième génération) ; et le programme de satellites météorologiques opérationnels (MetOp).

Les observations par satellite sont utilisées à la fois pour les prévisions météorologiques et la modélisation du climat. L'initiative de l'ESA sur le changement climatique utilise les données des satellites d'observation de la Terre (y compris les données des satellites météorologiques et les mesures prises sur Terre) pour suivre les changements climatiques et comprendre comment et pourquoi le climat change. Des modèles climatiques informatiques sont utilisés pour fournir des prédictions et des projections sur des dizaines ou des centaines d'années. Ces projections nous aident également à comprendre les changements que nous observons et à les attribuer à des causes spécifiques. Les modèles climatiques sont testés de plusieurs manières, l'une des plus importantes étant de voir s'ils sont capables de reproduire le climat du passé récent.

Température, précipitations et qualité de l'eau

La température et les précipitations affectent les écosystèmes et notamment la qualité des eaux via différents processus. Les activités suivantes vont amener les élèves à examiner l'influence de ces paramètres sur la qualité de l'eau.

¹ Texte repris de la ressource ESA : [Météo ou climat – Comprendre la différence entre le temps qu'il fait et le climat](#) (idem pour le dossier « Élèves »).

ACTIVITÉ 1 : ANALYSE DE DONNÉES DE TEMPÉRATURE ET DE PRÉCIPITATION

Vous trouverez une liste de sites où vous pouvez obtenir des données météorologiques et climatiques dans la section « Où trouver des données » de la page <https://eserobelgium.be/index.php/detectives-du-climat/>.

Pour la Belgique, vous pouvez obtenir des données annuelles de température et de précipitation via [ce lien](#). Le document fournit les moyennes annuelles de température, de précipitation, de nombre de jours de précipitation et de nombre de jours de fortes précipitations de 1954 à 2021².

Nous vous conseillons de fournir aux élèves un fichier qui contient plusieurs onglets afin de les familiariser avec l'utilisation des onglets dans les tableurs (p. ex. un onglet avec les données de température et un onglet avec les données de précipitation). Vous trouverez en l'annexe (p. 12) des exemples de graphiques obtenus à partir de ces données.

Tracer des graphiques à partir des données annuelles de température et de précipitation

Les élèves réalisent des graphiques pour les différentes séries de données. Outre la réalisation correcte d'un graphique, le but est de leur montrer que le choix du type de graphique (histogramme, nuage de points, diagramme circulaire, etc.) dépend de ce qu'ils veulent mettre en évidence avec le graphique. Un type de graphique sera plus approprié dans certains cas mais pas dans d'autres.

Selon les objectifs visés, le temps dont ils disposent, etc., soit les élèves testent par eux-mêmes différents types de graphique pour sélectionner le plus adéquat soit vous leur donnez un rapide aperçu des types de graphique les plus courants³ et discutez du meilleur choix pour les différentes situations :

- Histogramme (ou diagramme en bâtons) : les bâtons permettent de comparer facilement des données entre elles.
- Nuage de points : graphique couramment utilisé pour montrer des liens et faire des corrélations entre deux paramètres.
- Courbes : les courbes montrent clairement les changements d'évolution.
- Diagramme circulaire : le diagramme circulaire permet de comparer des parts (rem. : s'il est très parlant pour la comparaison de deux « parts », il devient cependant moins efficace quand le nombre de « parts » augmente).

² Nous remercions l'IRM ([Institut Royal Météorologique](#)) pour la fourniture des données originales qui ont permis d'effectuer ces calculs.

³ Plus de détails : <https://openclassrooms.com/fr/courses/4525336-realisez-des-rapports-statistiques-clairs-et-impactants/5315136-decouvrez-les-differents-types-de-graphiques>.

Effectuer des calculs sur les données annuelles de température et de précipitation puis réaliser des graphiques

Les élèves réalisent un graphique à partir d'une nouvelle série de données qu'ils obtiennent en effectuant des calculs sur les données brutes. Ils sont guidés pour les différentes étapes de la démarche. Les graphiques obtenus mettent en évidence les anomalies (écarts par rapport à une période de référence).

Pour aller plus loin :

- Utiliser différentes périodes de référence (1961-1990, 1971-2000, 1981-2010, etc.) et voir ce qui se passe.
- Effectuer les mêmes graphiques mais au lieu d'avoir les moyennes annuelles, faire des moyennes mensuelles ou de saison. Les élèves observeront l'évolution des températures pour tous les automnes ou tous les printemps par exemple.

Discussion

Type de graphique

Les graphiques réalisés à partir des données brutes sont simples à faire, il n'y a pas de travail préparatoire. D'une manière générale, ils permettent de visualiser rapidement des évolutions, des liens entre des paramètres, des distributions, ... Dans le cas présent, on peut observer des tendances (augmentation ou diminution avec le temps). Cependant, les variations ne ressortent pas toujours très explicitement. De plus, dans le cas de données basées sur des mesures, comme c'est le cas ici, s'il y a une erreur dans les mesures de température ou de précipitation, celle-ci va se répercuter directement dans les valeurs des moyennes et donc sur le graphique.

Les seconds graphiques réalisés, les anomalies ou écarts par rapport à une période donnée, permettent de mieux visualiser des tendances d'augmentation ou de diminution s'il y en a. Ils permettent aussi de diminuer l'impact des erreurs de mesure. En effet, les anomalies montrent réellement les changements par rapport à une période donnée. Leur signe (+ ou -) va fortement dépendre de la période de référence utilisée.

Température, précipitations et qualité de l'eau

Demandez aux élèves de réfléchir, par groupe ou toute la classe ensemble, aux façons dont la température et les précipitations peuvent influencer la qualité de l'eau.

Les informations ci-dessous proviennent des références ⁴ et ⁵.

« Le **débit des cours d'eau** est l'un des principaux moteurs de l'évolution de la qualité de l'eau. Les modifications du débit des cours d'eau sont fortement corrélées aux variations des précipitations. Les changements de température de l'air affectent également le débit via des

⁴ <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8312751/>

⁵ <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8048137/>

facteurs tels que l'évapotranspiration, l'humidité du sol, l'accumulation de neige et la fonte des neiges. Les organismes aquatiques sont adaptés à la variabilité naturelle du débit et en dépendent ; par conséquent, les changements dans le régime naturel du débit peuvent modifier l'habitat physique, la qualité de l'eau, les apports de nourriture et d'énergie et les interactions entre les communautés aquatiques, comme la dynamique prédateur-proie, la reproduction et la dispersion.

Les changements de volume de débit affectent également la capacité thermique des masses d'eau et sont un facteur contribuant à l'augmentation ou à la diminution des températures de l'eau. »

« La **température de l'eau** : Le rayonnement solaire est le principal facteur affectant la température de l'air et de l'eau. Comme la chaleur est transférée entre l'air et l'eau, les deux paramètres sont généralement étroitement corrélés.

Les modifications de l'hydrologie dues aux précipitations ont également des effets importants sur la température de l'eau. Les effets des précipitations comprennent le transfert direct de l'énergie thermique lors du ruissellement (lié à la température de l'air) et les changements hydrologiques qui influencent la capacité thermique et le bilan énergétique des plans d'eau (p. ex. le volume du débit des cours d'eau, l'apport d'eau souterraine).

Les changements futurs de la température de l'eau pourraient avoir des effets très variés sur la chimie de l'eau, la vie aquatique et l'aptitude à l'utilisation humaine. »

« Les **nutriments** (azote et phosphore), les **sédiments** et les **agents pathogènes microbiens** font partie des polluants les plus courants ayant un impact sur les masses d'eau des États-Unis. La pollution par les nutriments a des effets directs sur la vie aquatique et contribue à la prolifération des cyanobactéries (qui peuvent produire des toxines), à l'hypoxie (faibles niveaux d'oxygène) et à d'autres effets néfastes sur les écosystèmes. Les changements dans les charges de sédiments peuvent altérer l'habitat physique nécessaire au maintien des poissons et d'autres formes de vie aquatique. Les sédiments sont également un vecteur pour les contaminants transportés vers les plans d'eau (par exemple, les agents pathogènes, les nutriments et les métaux). Les agents pathogènes d'origine hydrique (y compris les bactéries, les virus et les protozoaires provenant des déchets fécaux) constituent une menace directe pour la santé humaine [...].

Le **transport de ces polluants** vers les masses d'eau est déterminé par les processus hydrologiques et biogéochimiques des bassins versants qui interagissent avec l'utilisation des terres, et est fortement médié par la température de l'air et les précipitations.

Les changements de la température de l'air et des précipitations sont des facteurs clés de la mobilisation et du transport des nutriments dans et au sein des masses d'eau. Les températures plus chaudes augmentent généralement la disponibilité, la solubilité et le cycle des nutriments dans les écosystèmes aquatiques et terrestres.

Les précipitations et le ruissellement mobilisent et transportent les nutriments (dissous et adsorbés par les sédiments) des sources terrestres vers les masses d'eau. »

ACTIVITÉ 2 : CONCEPTION D'UN PLUVIOMÈTRE

Schéma du pluviomètre

Les élèves doivent réfléchir à la manière dont ils concevraient un pluviomètre.

Quelques points importants à considérer :

- Quantité d'eau que va pouvoir accueillir le pluviomètre et s'assurer que c'est pertinent par rapport aux précipitations journalières auxquelles on peut s'attendre.
- Limiter l'évaporation de l'eau dans le pluviomètre.
- Comment faire tenir le pluviomètre (enfoncer dans le sol ? visser à un support ? ...) ?
- Graduations sur le pluviomètre : Précision du pluviomètre - Calcul du rapport entre la surface de captation et la surface du cylindre de stockage de l'eau

Création d'un pluviomètre à l'aide d'un logiciel de conception 3D

Tinkercad est un outil gratuit en ligne pour la conception 3D, l'électronique et le codage.



AUTODESK®
TINKERCAD®

<https://www.tinkercad.com/>

Les élèves sont guidés pour la réalisation d'un pluviomètre dans le logiciel de conception 3D Tinkercad. Pour pouvoir effectuer les différentes étapes, ils sont supposés maîtriser l'outil Tinkercad. Vous pouvez trouver des tutoriels sur le site <https://www.tinkercad.com/> pour se familiariser avec son utilisation dans **Ressources > Centre de formation**.

Les exercices sont en anglais (même si vous avez choisi le français comme langue pour Tinkercad) mais vous pouvez obtenir une traduction à l'aide de l'extension Google translate si vous utilisez le navigateur Google Chrome⁶.

Conseils pour l'impression du modèle donné :

- Imprimer la partie « récipient » avec du filament transparent.
- Ne pas activer l'ajout de supports

Si vous ne disposez pas d'imprimante 3D, vous pouvez prendre contact avec un Fablab (contraction de l'anglais *Fabrication laboratory*), un « laboratoire de fabrication » qui met à disposition des outils tels que des imprimante 3D, des découpeuses laser, etc.

⁶ Voir les instructions données sur la page <https://cst.marche.be/tinkercad-premiers-pas/>.

Graduations du pluviomètre

L'objectif ici est que les élèves prennent conscience d'une part de la nécessité d'avoir des graduations sur le pluviomètre pour obtenir des données quantitatives utilisables pour des analyses et d'autre part de l'importance du placement des graduations pour une lecture directe de la pluviométrie, sans devoir faire des calculs.

L'idée est de leur faire comprendre que la forme des pluviomètre, en entonnoir, implique une adaptation du positionnement des graduations. En effet, les volumes d'eau correspondant à la première graduation (la graduation « 1 » équivaut à 1 mm (ou 1 L/m²) d'eau tombée) de deux cylindres de surfaces différentes doivent être identiques. Dans le cas du pluviomètre composé d'un récipient de stockage surmonté d'un entonnoir, cela donne :

Si

$V_1 = A_1 h_1$ avec A_1 = aire de la surface de captage (l'entonnoir) et h_1 = hauteur d'une graduation du cylindre de surface A_1 ;

$V_2 = A_2 h_2$ avec A_2 = aire de la surface du récipient de stockage et h_2 = hauteur d'une graduation du récipient.

Alors

$A_1 h_1 = A_2 h_2$, c'est-à-dire $A_1/A_2 = h_2/h_1$: le rapport des surfaces est donné par le rapport des hauteurs.

Sachant que $h_1 = 1$ mm, on a donc :

$h_2 = A_1/A_2$, ce qui correspond à la hauteur d'une graduation du récipient de stockage.

Pour aller plus loin

Vous pouvez leur demander de vérifier que les volumes V_1 et V_2 sont égaux, sachant que $r_1 = 20$ cm, $r_2 = 6$ cm, $h_1 = 1,00$ mm et $h_2 = 11,11$ mm.

Ce qui est bien le cas :

$$V_1 = \pi r_1^2 h_1 = 3,14 \times 20^2 \times 0,100 = 12,56 \text{ cm}^3$$

$$V_2 = \pi r_2^2 h_2 = 3,14 \times 6^2 \times 1,111 = 12,56 \text{ cm}^3$$

ACTIVITÉ 3 : TESTER LA QUALITÉ DE L'EAU

Le pH dans la vie quotidienne

Les élèves examinent l'acidité de différents produits de la vie quotidienne.

Matériel

- Bandelettes pH
- Échantillons : soda, jus d'orange, eau déminéralisée, savon pour la lessive, vinaigre, bicarbonate de soude (dissoudre 1 cuillère à café dans 1 gobelet d'eau), eau du robinet.

La salinité

But de la manipulation : établir le lien entre la conductivité et la salinité. Les élèves établissent un graphique de la conductivité en fonction de la teneur en sel d'une solution et en concluent que la relation entre les deux paramètres est linéaire.

Matériel

- Gobelet + cuillère
- Eau déminéralisée
- Sel de cuisine
- Balance
- Verre à pied
- Conductimètre
- Papier millimétré

Vérifiez que les calculs des élèves sont corrects avant qu'ils commencent la manipulation et les mesures. Il est en effet important que cette manipulation soit bien effectuée car le graphique leur servira pour l'analyse des eaux dans la suite de l'activité.

L'eau du robinet

Les élèves examinent divers paramètres de l'eau du robinet avant et après filtration. Cela leur permet de se familiariser avec les différentes techniques de mesures utilisées. Ils apprennent également à discuter des résultats. Ces données leur servent de référence pour la suite.

Matériel

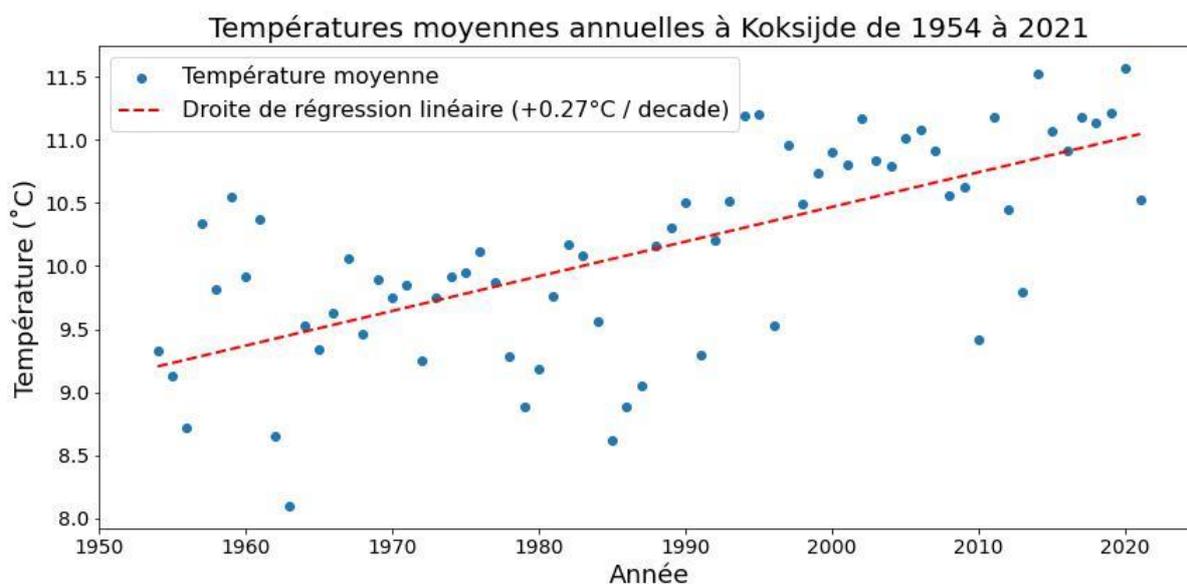
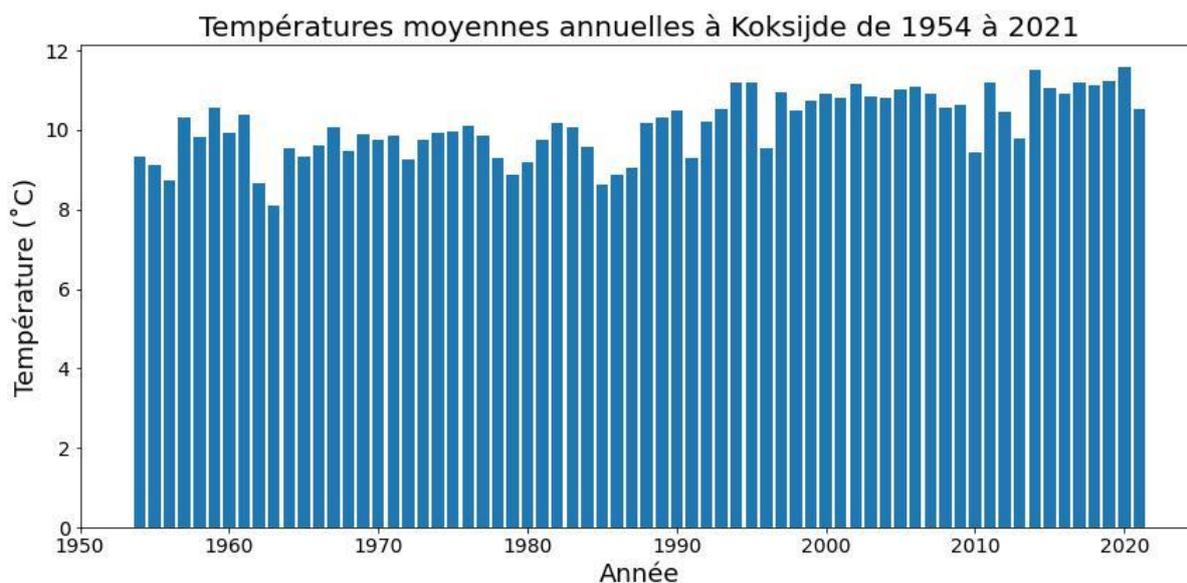
- Eau du robinet
- Bandelettes pH
- Bandelettes test pour la dureté de l'eau
- Densimètre
- Conductimètre
- Filtre *Brita*

L'eau de pluie

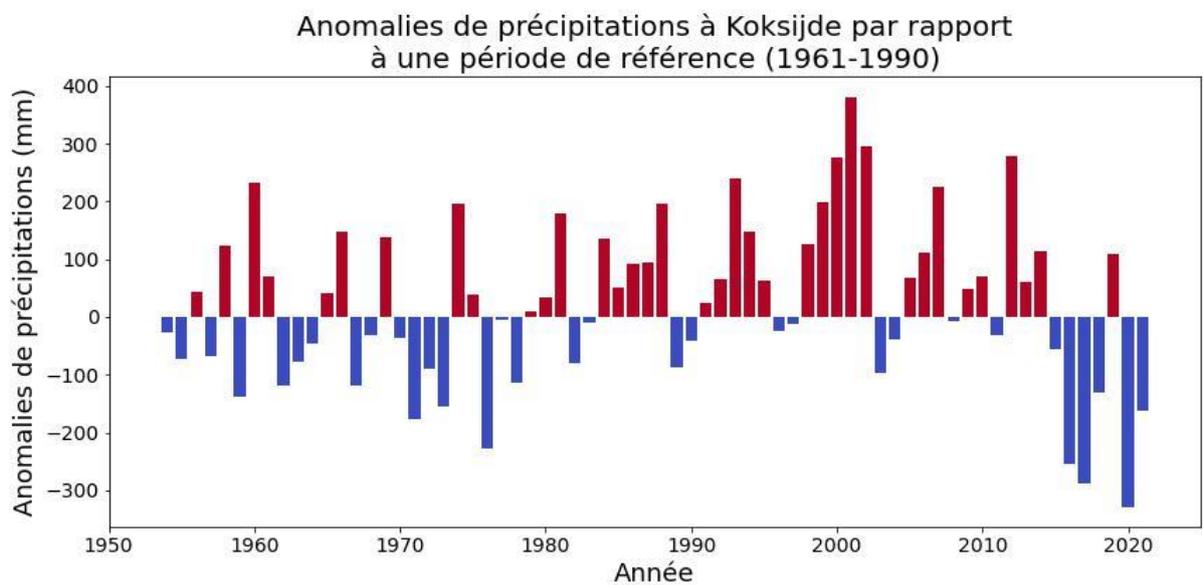
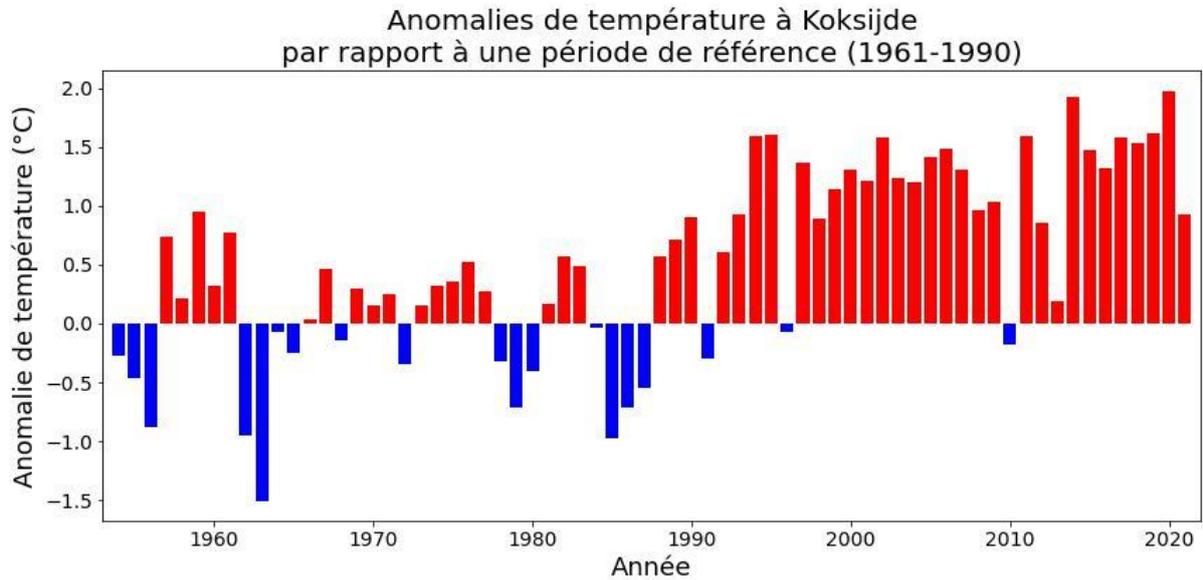
Les élèves peuvent à présent analyser différents échantillons d'eau de pluie et examiner l'influence de paramètres tels que le lieu de prélèvement, les conditions météorologiques (saison, température, précipitations, ...), etc. sur les résultats.

ANNEXE

Exemples de graphiques obtenus à partir des données annuelles de température



Exemples de graphiques d'anomalies



LIENS

L'espace en classe

Investigating water quality – Ressource pour les classes (en anglais)

https://esamultimedia.esa.int/docs/edu/Investigating_water_quality_study_case.pdf

Climat pour les écoles

Bureau du climat de l'ESA – Packs de ressources pédagogiques

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

Observation de la Terre

ESA satellites help us to make the most of Earth's precious water

https://www.esa.int/kids/en/news/ESA_satellites_help_us_to_make_the_most_of_Earth_s_precious_water

Safeguarding our most precious resource: water

https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Safeguarding_our_most_precious_resource_water

Observer la Terre (traductions d'articles de l'ESA)

https://eserobelgium.be/wp-content/uploads/2022/12/observer_la_terre.pdf

Earth's water cycle

https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/FutureEO/SMOS/Earth_s_water_cycle

Water cycle wrapped

https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Water_cycle_wrapped

Missions

SMOS (Soil Moisture and Ocean Salinity)

https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/FutureEO/SMOS

Copernicus

- Sentinel-1 : https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-1
- Sentinel-2 : https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-2
- Sentinel-3 : https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-3