

teach with space

→ ÉTUDIER LES GAZ À EFFET DE SERRE

Mini-étude de cas pour Climate Detectives



→ ÉTUDIER LES GAZ À EFFET DE SERRE

Mini-étude de cas pour Climate Detectives

EN BREF

Thèmes : sciences ; technologie

Tranche d'âge : 12 à 17 ans

Type : activité de projet

Mots clés : climat ; changement climatique ; observation de la Terre ; gaz à effet de serre (GES) ; sciences ; technologie

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

- Adopter une approche scientifique en collectant des données, en faisant des observations rigoureuses et en recherchant des tendances et des corrélations
- Comprendre le lien entre les gaz à effet de serre et le changement climatique
- Identifier les principaux gaz à effet de serre
- Comprendre comment on peut utiliser les satellites d'observation de la Terre pour surveiller les gaz à effet de serre

Aperçu

Les mini-études de cas pour Climate Detectives visent à aider les professeurs à définir le sujet sur lequel se penchera leur équipe de « détectives du climat » et à les guider au cours des diverses phases du projet. Les professeurs y trouveront des idées pour les différents types de données que les élèves pourraient collecter et analyser. Ces suggestions ne sont pas exhaustives et les professeurs peuvent décider eux-mêmes de se concentrer sur un sujet particulier dans un domaine de recherche donné. La mini-étude de cas est à utiliser conjointement avec le guide du professeur et non de manière autonome.

Cette étude de cas est consacrée au sujet suivant : le changement climatique et les gaz à effet de serre. Les élèves étudieront l'évolution des émissions et des concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère sur le territoire de leur pays au cours des dernières décennies.

À propos de Climate Detectives

Climate Detectives est un projet scolaire géré par l'Agence spatiale européenne (ESA) en collaboration avec les bureaux nationaux de l'ESERO (European Space Education Resource Office) dans toute l'Europe. En France, ce projet est coordonné par le CNES (Centre National d'Etudes Spatiales) dans le cadre du bureau ESERO France (<https://esero.fr/projets/climate-detectives/>).

Dans le cadre de ce projet, les élèves joueront le rôle de « détectives du climat » tout en étudiant l'environnement de la Terre. À cet effet, ils identifieront un problème climatique local, l'étudieront à l'aide d'images satellite réelles ou de leurs propres mesures au sol et, enfin, proposeront des actions pour contribuer à atténuer ou à surveiller le problème.



CLIMATE DETECTIVES

DÉBUT

La question s'inscrit-elle dans la thématique du climat ?

Oui. Elle examine les émissions (ou concentrations atmosphériques) de GES d'origine anthropique qui affectent considérablement le climat.

La question est-elle axée sur un seul problème ?

Oui. Elle porte sur les émissions (ou concentrations atmosphériques) de gaz à effet de serre.

La question est-elle trop large ou trop restreinte ?

Non. Elle aborde un sujet spécifique.

La réponse à ces questions est-elle trop facile à obtenir ?

Non. Elle implique la collecte et l'analyse de données.

La question est-elle réalisable ?

Oui. Les données sur les émissions nationales et mondiales de GES et de polluants atmosphériques sont accessibles gratuitement et il existe plusieurs options pour la collecte de données primaires, en fonction du temps et des ressources disponibles.

Sujet : Gaz à effet de serre

Question de recherche

Comment les émissions de gaz à effet de serre ont-elles évolué dans votre pays ces dernières décennies ?
Quelles sont les concentrations atmosphériques de gaz à effet de serre passées et actuelles ?

A – Introduction au sujet

Informations générales

Les gaz à effet de serre sont naturellement présents dans l'atmosphère terrestre et nous permettent de conserver une partie de l'énergie solaire sous forme de chaleur. Sans ce phénomène d'effet de serre, la température moyenne à la surface de la Terre serait d'environ -18°C, trop froid pour maintenir la vie telle que nous la connaissons. Depuis la révolution industrielle, les activités humaines comme la combustion de combustibles fossiles ont fait grimper les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à des niveaux sans précédent. Le protocole de Kyoto cite les six gaz à effet de serre qui ont le plus augmenté du fait des activités humaines. Les trois principaux sont le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄) et l'oxyde nitreux (N₂O). Le climat de la Terre évolue et tend à se réchauffer en raison de l'augmentation des concentrations de dioxyde de carbone et d'autres gaz à effet de serre dans l'atmosphère, avec des conséquences néfastes telles que l'élévation du niveau de la mer à l'échelle mondiale. Si le dioxyde de carbone est plus abondant dans l'atmosphère et donc davantage associé au réchauffement climatique, le méthane est environ 30 fois plus puissant pour piéger la chaleur.

Différents secteurs économiques contribuent aux émissions de gaz à effet de serre : le secteur de l'énergie, la combustion de combustibles par les utilisateurs d'énergie, les transports, l'agriculture et l'élevage, les procédés industriels et l'utilisation des produits, ainsi que les déchets.

Les gaz à effet de serre émis en quantité excessive du fait des activités humaines modifient les caractéristiques naturelles de l'atmosphère, ce qui a des répercussions sur l'environnement. Dans ce cas, les gaz à effet de serre peuvent également être considérés comme des polluants atmosphériques.

Les ressources pédagogiques suivantes peuvent être utilisées à l'appui de l'enseignement sur l'effet de serre :

- [La terre sous un couvercle - Comprendre l'effet de serre](#) (enseignement primaire)
- [L'effet de serre et ses conséquences](#) (enseignement secondaire)
- [Le cycle du carbone](#) (enseignement secondaire)

Ressources supplémentaires pour en savoir plus :

- [Weather vs climate](#)
- [Atmospheric CO₂ and CH₄ concentrations](#)
- [The carbon cycle](#)
- [The methane cycle](#)
- [The latest climate science information](#)
- [Changement climatique : Les preuves depuis l'espace](#)

Plan de recherche

Maintenant que votre équipe a choisi le sujet et la question de recherche, il est temps de prévoir les types de données à collecter. La dernière étape consiste à soumettre un plan de recherche. Les professeurs trouveront des idées de données à collecter à la section B, qui peut vous être utile pour soumettre le plan de recherche de votre équipe.

CONSEIL

Pour leurs recherches, les différents groupes de la classe peuvent se concentrer sur un secteur émetteur de gaz à effet de serre ou un gaz à effet de serre particulier.

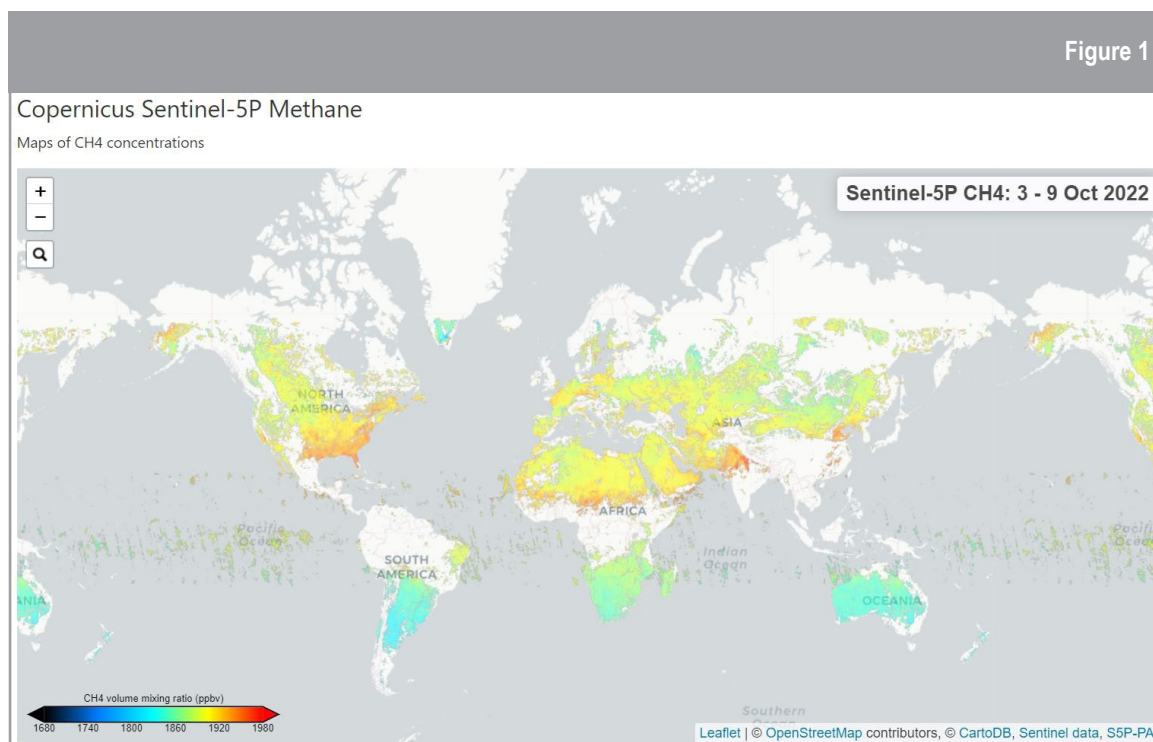
B – Collecte et analyse des données

Données à analyser

En fonction du temps dont elles disposent et des données communiquées par les différents pays, les équipes peuvent choisir une ou plusieurs des sources de données ci-dessous pour mener leurs recherches. Il existe deux types de méthodes pour la surveillance de l'atmosphère : les mesures « in situ » et les observations de télédétection, telles que celles effectuées par les satellites. Par « in-situ », on entend « sur le site d'origine ». Ces mesures sont fournies par des institutions et des agences aux niveaux régional, national et mondial. Les équipes peuvent également effectuer elles-mêmes des observations et collecter les données issues de leurs propres mesures. C'est ce que nous appelons les données primaires.

Données satellite - Concentrations de gaz à effet de serre

- [Le climat depuis l'espace - application interactive \(esa.int\)](#) - Cette application offre une visualisation graphique des données satellite archivées ainsi qu'une vue d'ensemble des différentes variables climatiques utilisées par les scientifiques pour étudier le changement climatique. Il est possible de voir l'évolution des niveaux de dioxyde de carbone (CO₂) et de méthane (CH₄) dans l'atmosphère au cours du temps (2003-2018).
- Les élèves peuvent utiliser le portail [EO browser](#) pour trouver des données de [Sentinel-5P](#), première mission Copernicus consacrée à la surveillance de notre atmosphère. En utilisant le mode Education, les élèves peuvent choisir le thème « Atmosphère et pollution de l'air » et rechercher des données sur les émissions de CH₄.
- [Copernicus Sentinel-5P Mapping Portal](#) - Cette plateforme en ligne permet de visualiser les données mondiales du satellite Sentinel-5P du programme Copernicus.



↑ Sur Copernicus Sentinel-5P Mapping Portal, il est possible de trouver les concentrations moyennes mondiales de méthane mesurées par l'instrument TROPOMI.

Données locales/nationales - Concentrations de gaz à effet de serre

Les équipes sont aussi encouragées à rechercher et à analyser des données provenant d'agences et d'institutions nationales et internationales concernant leur pays/domaine de recherche.

- Le [Global Monitoring Laboratory \(GML\)](#) de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) fournit des fichiers de données pour différents types de gaz à effet de serre.
Cliquez [ici](#) pour localiser les stations de mesure à proximité de votre zone de recherche locale.

Nous proposons ci-dessous des données mesurées dans une station située aux Açores. Nous l'avons choisie parce qu'elle est proche de l'Europe continentale et qu'elle mesure des paramètres depuis 1979 :

- [Dioxyde de carbone \(CO₂\) : moyenne mensuelle de 1979 à 2020](#)
- [Méthane \(CH₄\) : moyenne mensuelle de 1983 à 2020](#)
- [Oxyde nitreux \(N₂O\) : moyenne mensuelle de 1997 à 2020](#)
- Consultez les concentrations de CO₂ mesurées dans des carottes de glace - Ces données permettent de remonter plus loin dans le temps. Voir [ici](#) l'un des nombreux exemples disponibles.

Émissions par pays et par secteur d'activité

Les équipes peuvent rechercher sur Internet les données communiquées par leur pays sur les émissions de gaz à effet de serre par pays et par secteur. Vous trouverez ci-dessous quelques exemples de publications et de plateformes en ligne avec des données mondiales.

- Le [Global Carbon Atlas/ Atlas mondial du carbone](#) est une plateforme en ligne qui permet d'explorer et de visualiser les données mondiales et régionales sur les flux de carbone résultant des activités humaines et des processus naturels. Il est possible de trouver les émissions à l'échelle de la ville des différents pays, au fil du temps (Référence : <https://guidance.cdp.net/fr/guidance?cid=4&ctype=theme&idtype=ThemeID&incchild=1µsite=0&otype=Guidance&page=1>).
- [EDGAR](#) – Emissions Database for Global Atmospheric Research – est une base de données mondiale sur les émissions de gaz à effet de serre et la pollution atmosphérique d'origine anthropique sur Terre. Elle fournit des fiches pays organisée par secteur et par substance.

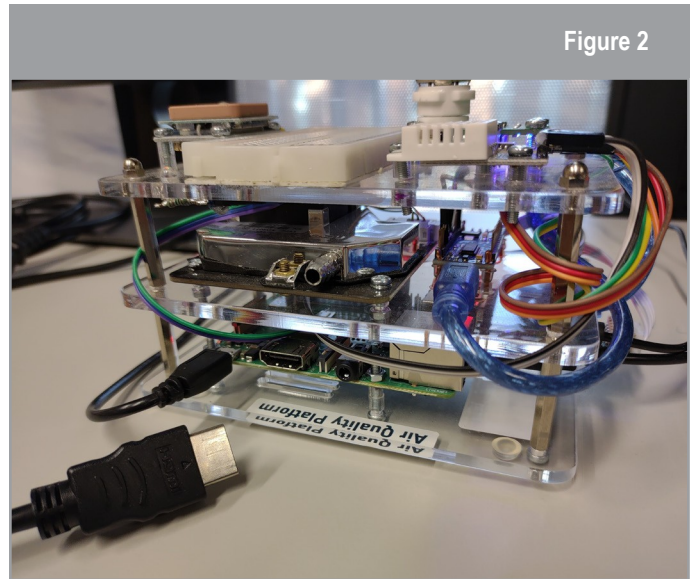
CONSEIL

Pour organiser les données, il vaut mieux commencer par les compiler sous une forme facile à interpréter et permettant d'observer aisément les relations entre les variables. Les données peuvent être classées dans des tableaux, lesquels peuvent ensuite servir à créer différents types de graphiques afin d'illustrer plus clairement les modèles, les tendances et les similitudes/différences.

Données primaires

Capteurs

L'ESA a développé une plateforme de qualité de l'air – Air Quality Platform (AQP) – basée sur l'ordinateur Raspberry Pi 3B+ et équipée d'un ensemble de capteurs qui mesurent différentes caractéristiques, à utiliser à des fins pédagogiques. Le bureau ESERO de chaque pays dispose d'un ensemble de ces capteurs qui peuvent être prêtés aux établissements scolaires pour mesurer, par exemple, les concentrations de CO₂, quotidiennement. À noter toutefois qu'en raison de la précision des capteurs, les valeurs de CO₂ ne devraient pas être comparées aux données à court et à long terme publiées par les agences nationales. Le dispositif AQP de l'ESA constitue néanmoins un outil pédagogique pour surveiller, par exemple, l'effet du trafic quotidien sur les niveaux de CO₂.



↑ Plateforme de qualité de l'air de l'ESA : Air Quality Platform (AQP)

Pour en savoir plus, voir le site <https://aqp.eo.esa.int/>.

Enquêtes et mesures de l'empreinte carbone

Les équipes souhaitant mener des recherches plus actives, peuvent préparer une enquête sur un sujet spécifique relatif aux secteurs émetteurs de gaz à effet de serre. Les élèves peuvent soumettre l'enquête à leur famille, à une autre classe, au conseil d'école, etc.

- Plusieurs types d'enquêtes sont possibles :

- Les élèves peuvent, par exemple, réaliser une enquête sur les habitudes d'achat de vêtements et s'intéresser aux vêtements durables.

Exemple d'éléments pouvant figurer dans une enquête sur les habitudes d'achat de vêtements :

- Quel âge a M. ou Mme X ?
 - Combien de nouveaux t-shirts a-t-il/elle achetés cette année ?
 - Avait-il/elle tendance à acheter plus/moins de nouveaux t-shirts par an auparavant ?
 - Dans quels pays ces t-shirts ont-ils été fabriqués ?
 - Ces t-shirts portent-ils des étiquettes ? Par exemple, des labels de durabilité ?
- Les élèves peuvent aussi réaliser une enquête sur leur comportement alimentaire par rapport à la consommation de viande ou de produits provenant du monde entier. Les activités liées aux systèmes alimentaires, comme par exemple l'élevage de bétail, génèrent des émissions de gaz à effet de serre et sont donc fortement associées au changement climatique. À titre d'exemple, la production de 100 grammes de viande bovine génère 7,6 kg de CO₂. Les équipes peuvent trouver plus d'informations sur les sites suivants : [Alimentation et changement climatique : une alimentation plus saine pour une planète en meilleure santé | Nations unies](#)

Pour chaque enquête, les élèves peuvent calculer l'empreinte carbone. Les produits et services que nous utilisons, ainsi que bon nombre de nos activités quotidiennes, sont à l'origine d'émissions de gaz à effet de serre. L'ensemble de ces émissions constitue notre empreinte carbone. Nous avons même une empreinte carbone numérique ! Les élèves peuvent calculer leur empreinte carbone personnelle ou celle de leur école. Quelques conseils pour vous aider à calculer l'empreinte carbone.

- Commencez par discuter de la signification de l'empreinte carbone et de la manière de la mesurer. Vous trouverez [ici un exemple](#) parmi les nombreux calculateurs d'empreinte carbone disponibles en ligne. Les équipes peuvent rechercher le calculateur d'empreinte qui leur convient le mieux. Elles peuvent aussi tenter de développer leur propre calculateur. Voir [cet exemple](#) tiré d'un précédent projet Climate Detectives.
- Il pourrait être intéressant de calculer l'empreinte carbone avant le projet et après la mise en actions de vos suggestions d'amélioration.

C - Il est temps de FAIRE QUELQUE CHOSE !

Quelles mesures les équipes pourraient-elles prendre à titre individuel ou collectivement pour améliorer la situation en ce qui concerne le sujet étudié ? Des actions peuvent être entreprises dans de nombreux domaines de la vie quotidienne. Même de petits changements peuvent contribuer à réduire les émissions de gaz à effet de serre par personne.

Les actions ne doivent pas forcément se limiter au temps scolaire : par exemple, les élèves pourraient faire part de ces idées à leurs familles et les faire participer pour mettre ces idées en pratique dans leur vie quotidienne ; faire une présentation ; ou organiser une campagne dans leur école ou auprès de leur entourage pour sensibiliser l'opinion.



CLIMATE DETECTIVES

→ TÂCHES DANS LE CADRE DE CLIMATE DETECTIVES

Fiche de l'élève :

A – Introduction au sujet

- *Qu'est-ce qu'un gaz à effet de serre ? Qu'est-ce que l'effet de serre ?*
- *Quelle est la différence entre les émissions de gaz et la concentration atmosphérique d'un gaz ?*
- *Quelles sont les principales sources d'émission de gaz à effet de serre que vous prévoyez d'étudier ?*
- *Comment le sujet que vous avez choisi vous affecte-t-il ou se rapporte-t-il à vous, à votre entourage ou environnement local ?*
- *Décrivez comment vous comptez étudier le problème climatique et quelles données vous prévoyez d'analyser. (Pour le plan de recherche)*

B – Collecte et analyse des données (PHASE 2)

- *Faire un graphique de l'évolution des émissions d'un gaz à effet de serre dans le temps.*
⇒ *Que montrent les données ?*
- *Faire un graphique de la concentration atmosphérique d'un gaz à effet de serre depuis les années 1980 jusqu'à aujourd'hui.*
⇒ *Que montrent les données ?*
- *Comparer l'évolution des émissions de gaz à effet de serre à celle de leur concentration dans l'atmosphère.*
⇒ *Quelles conclusions peut-on en tirer ?*
- *Faire un graphique illustrant la contribution de différents secteurs aux émissions de gaz à effet de serre au cours du temps.*
⇒ *Que montrent les données ?*
- *Réaliser une enquête de votre choix qui permet de se faire une idée de la contribution d'un secteur ou d'une habitude aux émissions de gaz à effet de serre.*

C – Il est temps de faire quelque chose !

Votre travail dans le cadre de Climate Detectives est terminé. Quelles mesures les équipes pourraient-elles proposer à titre individuel ou collectivement pour améliorer la situation en ce qui concerne le sujet étudié ?

→ Liens utiles

Ressources de l'ESA

Climate Detectives Teacher Guide

<https://climatedetectives.esa.int/teacher-guide/>

Climate Detectives classroom resources

<https://climatedetectives.esa.int/classroom-resources>

Climat pour les écoles – Packs de ressources pédagogiques de l'Initiative sur le changement climatique

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

Informations générales

Qu'est-ce que le changement climatique ?

<https://climate.esa.int/fr/evidence/what-is-climate-and-climate-change/>

Météo vs climat – quelles sont les différences

https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Space_for_our_climate/Weather_vs_climate_What_s_the_difference

Agence européenne pour l'environnement - Emissions de gaz à effet de serre en Europe

<https://www.eea.europa.eu/themes/climate/eu-greenhouse-gas-inventory>

Collecte et analyse des données

Le climat depuis l'espace - application interactive

<https://climate.esa.int/fr/explore/climate-from-space/>

EO Browser

<https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser>

Copernicus Sentinel-5P Mapping Portal

<https://maps.s5p-pal.com/>

EDGAR - Emissions Database for Global Atmospheric Research

<https://edgar.jrc.ec.europa.eu/>

ESA Air Quality Platform

<https://aqp.eo.esa.int/>

Global Monitoring Laboratory

<https://gml.noaa.gov/dv/site/>

ESA Education apprécie les retours et commentaires à teachers@esa.int
Vos retours possibles également à esero.france@cnes.fr

Produit par ESA Education en collaboration avec ESERO Belgique
Copyright 2022 © European Space Agency

Traduit et adapté par ESERO France et le CNES, 2023