

# teach with space

## → ENQUÊTE SUR LA POLLUTION DE L'AIR

Mini étude de cas pour les Détectives du Climat



# → ENQUÊTER SUR LA POLLUTION DE L'AIR

## Mini étude de cas pour les Détectives du Climat

### EN BREF

**Sujet :** Science ; Technologie

**Tranche d'âge :** 12-17 ans

**Type :** Activité de projet

**Mots-clés :** Pollution atmosphérique ; climat ; observation de la Terre ; gaz à effet de serre ; science ; technologie.

### OBJECTIFS PEDAGOGIQUES

Être capable de travailler scientifiquement en collectant des données, en faisant des observations minutieuses, en recherchant des modèles et des relations.

- Comprendre la relation entre la pollution de l'air et le changement climatique.
- Identifier les principaux polluants atmosphériques
- Comprendre comment les satellites d'observation de la Terre peuvent être utilisés pour surveiller la qualité de l'air.

### Résumé

Les mini études de cas pour les Détectives du Climat sont destinées à aider les enseignants à identifier le sujet sur lequel leur équipe va enquêter et à les guider au cours des différentes phases du projet. Dans ce document, les enseignants trouveront des suggestions de différents types de données que les élèves pourraient collecter et analyser. Ces suggestions ne sont pas exhaustives, et les enseignants peuvent décider par eux-mêmes la direction que prendra le projet dans un domaine de recherche donné. La mini étude de cas doit être utilisée en tandem avec le guide de l'enseignant et non comme un document autonome.

Cette étude de cas est consacrée au thème de la **pollution de l'air et du climat**. Les étudiants étudieront les liens entre la pollution de l'air liée aux déplacements locaux et le changement climatique.

## À propos des détectives climatiques

Les Détectives du Climat est un projet scolaire destiné aux élèves et géré par l'Agence spatiale européenne (ESA) en collaboration avec les bureaux nationaux de ressources éducatives de l'espace (ESEROs) dans toute l'Europe.

Dans le cadre de ce projet, les élèves endosseront le rôle de détectives du climat tout en apprenant à connaître l'environnement de la Terre. Pour cela, ils identifieront un problème climatique local (phase 1), l'étudieront en utilisant des images satellites ou leurs propres mesures au sol (phase 2), et enfin proposeront des actions pour aider à réduire ou surveiller le problème (phase 3).



**CLIMATE DETECTIVES**

Débuté ici

Est-ce que la question aborde le thème du climat ?

Oui. Elle examine la contribution des déplacements de la communauté scolaire au changement climatique

La question porte-t-elle sur un seul problème ?

Oui. Elle examine la contribution des déplacements de la communauté scolaire au changement climatique

Est-ce que la question est trop globale ou trop ciblée ?

Non. Elle identifie un problème local mais établit des liens avec un problème mondial plus large. Les élèves peuvent se contenter d'étudier les émissions de gaz à effet de serre liées aux déplacements scolaires ou élargir leur champ d'action en étudiant les liens avec la pollution de l'air.

Est-ce que la réponse à la question est trop facilement accessible ?

La question est-elle réalisable ?

Non. Elle identifie un problème local mais établit des liens avec un problème mondial plus large. Les élèves peuvent se contenter d'étudier les émissions de gaz à effet de serre liées aux déplacements scolaires ou élargir leur champ d'action en étudiant les liens avec la pollution de l'air.

### Sujet : Pollution de l'air et climat

#### Question de recherche

Comment les déplacements dans notre communauté scolaire contribuent-ils au changement climatique mondial ? Quels sont les liens entre la pollution atmosphérique liée aux déplacements locaux et le changement climatique ? le changement climatique mondial ?

Oui. Les données sur les émissions de gaz à effet de serre et les polluants atmosphériques au niveau mondial et national sont librement disponibles et il existe un certain nombre d'options pour la collecte de données primaires en fonction du temps et des ressources.

## A - Introduction au sujet (PHASE 1)

Avant d'étudier les liens entre les voyages et le changement climatique, nous devons comprendre ce que nous entendons par changement climatique. Cet article du Bureau du climat de l'ESA peut vous aider : [Qu'est-ce que le climat et le changement climatique ?](#)

Les déplacements sont une source de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre. De nombreux polluants atmosphériques, bien qu'ils ne soient pas classés parmi les gaz à effet de serre, peuvent contribuer au changement climatique (Organisation mondiale de la santé, 2022). La vidéo ci-dessous, de l'Organisation météorologique mondiale, peut être un point de départ pour introduire le sujet : [Liens entre la qualité de l'air et le climat](#)

### Gaz à effet de serre

Les gaz à effet de serre sont une composante naturelle de l'atmosphère terrestre qui nous permet de retenir une partie de l'énergie solaire sous forme de chaleur. Sans l'effet de serre, la température moyenne à la surface de la terre serait d'environ -18°C et notre planète serait trop froide pour supporter la vie telle que nous la connaissons. Depuis la révolution industrielle, les activités humaines telles que la combustion de combustibles fossiles ont augmenté les niveaux de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à des niveaux sans précédent. Le protocole de Kyoto nomme six gaz à effet de serre, dont les niveaux ont tous été augmentés par les activités humaines. Les trois principaux sont le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), le méthane (CH<sub>4</sub>) et l'oxyde nitreux (N<sub>2</sub>O). La vapeur d'eau est également un important gaz à effet de serre naturel, qui accroît l'effet des autres gaz. Le climat de la Terre change et se réchauffe généralement 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.

Si le dioxyde de carbone est plus abondant dans l'atmosphère et donc plus communément associé au réchauffement de la planète, le méthane est environ 30 fois plus efficace que le CO<sub>2</sub> pour piéger la chaleur.

Les ressources suivantes peuvent être utilisées en classe pour en savoir plus sur l'effet de serre et les sources naturelles et anthropiques de CO<sub>2</sub> :

- [La Terre sous le couvercle - Comprendre l'effet de serre](#) (Enseignement primaire)
- [L'effet de serre et ses conséquences - Enquête sur le réchauffement climatique](#) (Enseignement secondaire)
- [Le cycle du carbone](#) (Enseignement secondaire)

### Polluants atmosphériques

L'Organisation mondiale de la santé a défini la pollution atmosphérique comme suit : "la contamination de l'environnement intérieur ou extérieur par tout agent chimique, physique ou biologique qui modifie les caractéristiques naturelles de l'atmosphère. Les appareils de combustion domestiques, les véhicules à moteur, les installations industrielles et les feux de forêt sont des sources courantes de pollution atmosphérique".

Les polluants atmosphériques issus des transports sont nombreux et variés. Deux d'entre eux sont résumés ci-dessous.

## Particules fines

Les particules fines (Particulate matter en anglais - PM) décrivent des particules microscopiques solide ou liquide en suspension dans l'air. Elles sont classées en fonction de leur taille.

- PM10 entre 2,5 et 10 micromètres ( $\mu\text{m}$ )
- Les PM2,5 sont inférieures à 2,5 micromètres ( $\mu\text{m}$ ).

Ces particules peuvent être de la poussière, de la saleté, de la fumée, des gouttes de liquide et de la suie. Les PM proviennent des chantiers de construction, des décharges, de l'agriculture, des routes et des pneus de véhicules. Les PM sont des polluants atmosphériques et peuvent affecter sérieusement la santé car nous respirons ces minuscules particules qui ne sont pas toujours visibles à l'œil nu.

Une combustion complète (100 % de combustion) transformerait tout le carbone d'un combustible en CO<sub>2</sub>. Mais la combustion n'est jamais totalement efficace. La combustion de combustibles fossiles produit non seulement du CO<sub>2</sub>, mais aussi des particules appelées suie ou carbone noir. Les différents composants des PM peuvent avoir des effets de réchauffement ou de refroidissement sur le climat. Le carbone noir contribue au réchauffement de la Terre. Lorsque le carbone noir se dépose sur la glace et la neige, il provoque un réchauffement local et augmente la fonte, car les taches "sombres" sur la neige absorbent davantage de chaleur du soleil. On estime que le carbone noir est responsable de 15 % du réchauffement excessif actuel des températures mondiales.

## Dioxyde d'azote

Les oxydes d'azote sont des composés d'azote et d'oxygène. Ils sont formés par l'homme dans les processus de combustion industriels et domestiques et par les véhicules à moteur à la suite de la combustion de combustibles fossiles. Les émissions de gaz d'échappement du trafic produisent du dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>). Le dioxyde d'azote est un polluant primaire de l'air, mais il n'est pas répertorié comme un gaz à effet de serre car il ne piège pas les rayons du soleil. Cependant, en raison de réactions complexes dans l'atmosphère, le NO<sub>2</sub> contribue au réchauffement de la planète et donc au changement climatique.

Le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) est différent de l'oxyde nitreux (N<sub>2</sub>O). Le N<sub>2</sub>O est un gaz à effet de serre et est principalement produit par l'utilisation d'engrais artificiels en agriculture, bien que des quantités mineures soient également produites par les gaz d'échappement des voitures.

## Plan d'enquête

Maintenant que votre équipe a choisi le sujet et la question de recherche, il est temps de planifier les données que votre équipe doit collecter. La dernière étape de la phase 1 des détectives du climat est la soumission d'un plan d'enquête. Les enseignants peuvent trouver des idées pour la collecte de données dans la section B, qui peut vous aider à soumettre le plan d'enquête de votre équipe.

## B - Collecte et analyse des données (PHASE 2)

Pour faire le lien entre la question locale des transports et la question mondiale du changement climatique, les élèves peuvent collecter et analyser des données provenant de plusieurs sources.

### Données satellitaires à l'échelle mondiale

Les données mondiales sur les polluants atmosphériques et les émissions de gaz à effet de serre peuvent donner une image globale des problèmes mondiaux et de l'évolution des niveaux de pollution atmosphérique et des émissions de gaz à effet de serre au fil du temps. Depuis le ciel, les satellites peuvent recueillir des données sur des sites du monde entier, y compris dans des endroits trop éloignés pour être visités en personne.

Les liens suivants peuvent aider les équipes à trouver des données satellitaires sur les émissions de gaz :

- [Climate from space - site web interactif \(esa.int\)](https://climate.esa.int/) - L'application Climate from space permet de visualiser graphiquement des données satellitaires archivées et offre un aperçu des différentes variables climatiques que les scientifiques utilisent pour étudier le changement climatique. Il est possible de voir l'évolution en temps réel des niveaux de dioxyde de carbone et de méthane dans l'atmosphère (2003-2018).
- [EO Browser](https://eo-browser.org/) - Les élèves peuvent utiliser le navigateur EO pour trouver des données obtenues par Copernicus Sentinel 5P, la première mission Copernicus dédiée à la surveillance de notre atmosphère. En utilisant le mode éducation, les élèves peuvent choisir le thème Atmosphère et pollution atmosphérique et trouver des données sur les émissions de NO<sub>2</sub> ainsi que des données sur d'autres polluants atmosphériques. Vous trouverez plus d'informations sur la manière d'utiliser EO Browser pour étudier la pollution atmosphérique depuis l'espace [ici](#).
- [Portail cartographique Copernicus Sentinel-5P](https://atmosphere.copernicus.eu/) - Une plateforme en ligne qui permet de suivre la pollution atmosphérique dans le monde entier. Les cartes, qui utilisent les données du satellite Copernicus Sentinel-5P, montrent les concentrations de gaz à effet de serre (CH<sub>4</sub>) et de polluants atmosphériques (NO<sub>2</sub> et SO<sub>2</sub>) dans le monde entier.
- [Qualité de l'air](https://airquality.copernicus.eu/) - Le service Copernicus surveille et prévoit la qualité de l'air en Europe et le transport mondial à longue distance des polluants.



Figure 1

↑ Copernicus Sentinel-5P transporte l'instrument de pointe Tropomi qui cartographie une multitude de gaz à l'état de traces tels que le dioxyde d'azote, le méthane, le monoxyde de carbone et les aérosols, qui ont tous une incidence sur l'air que nous respirons et donc sur notre santé et notre climat.

## Données nationales

Les données nationales peuvent permettre d'examiner le problème au niveau national ou d'étudier les émissions d'une zone ou d'un secteur particulier.

L'[indice européen de la qualité de l'air](#) combine des informations sur cinq polluants atmosphériques différents (particules (PM10) ; particules fines (PM2,5) ; ozone (O<sub>3</sub>) ; dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) ; et dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) pour différents pays européens.

Les équipes sont également encouragées à trouver des données auprès de leurs agences nationales de l'environnement/de la qualité de l'air.

## Données locales/primaires

Il s'agit d'informations que les élèves mesurent ou calculent eux-mêmes. Les données primaires sur les gaz

à effet de serre et les polluants atmosphériques peuvent être recueillis de plusieurs façons.

## Astuce

Avant de commencer la collecte des données, les équipes doivent décider de leur calendrier. Il se peut que vous souhaitiez collecter des données à différents moments de la journée ou à différentes périodes de l'année. Par exemple, si vous souhaitez étudier si les niveaux de pollution de l'air varient tout au long de la journée scolaire, vous pourriez recueillir des données à un certain nombre d'heures fixes par jour sur une période de quelques semaines. Si vous voulez étudier les changements saisonniers de la pollution de l'air, vous devrez recueillir des données sur une période plus longue.

## Capteurs

L'ESA a développé une plateforme de qualité de l'air (AQP) basée sur l'ordinateur Raspberry Pi 3B+ et équipée d'un ensemble de capteurs qui mesurent différentes caractéristiques, à utiliser à des fins éducatives. Le [bureau ESERO](#) de chaque pays dispose d'un ensemble de ces capteurs qui peuvent être prêtés aux écoles pour mesurer, par exemple, les concentrations de CO<sub>2</sub> et une variété de polluants atmosphériques dans l'environnement scolaire. Pour plus d'informations, consultez le site <https://aqp.eo.esa.int/>.

## Enquêtes de circulation

Comme alternative à utiliser des capteurs de polluants atmosphériques, les élèves peuvent mener une enquête sur la circulation automobile entrante et sortante de l'école et sur les kilomètres parcourus sur une période donnée. Ils peuvent calculer les émissions de CO<sub>2</sub> en utilisant des sites Web qui fournissent ces données. Les équipes peuvent [y](#) trouver des informations sur les émissions de CO<sub>2</sub> des voitures.

Les émissions moyennes de dioxyde de carbone peuvent être utilisées afin de ne pas individualiser les émissions des différents types de voitures.

- Comment la communauté scolaire se rend-elle à l'école (enseignants, élèves et personnel scolaire) ?
- Combien de voitures à essence, de voitures diesel, de bus arrivent chaque matin pour déposer les enfants (heure de début des cours) ?
- Combien de voitures à essence, de voitures diesel, de bus arrivent chaque après-midi pour le ramassage (heure de fin d'école) ?
- Quelle est la distance en km parcourue par chaque voiture dans ces tâches chaque jour.
- Quelles sont les émissions moyennes de dioxyde de carbone par jour, par semaine et par année scolaire.

## Enquête sur les particules de poussière

Les particules fines, étant si petites, sont très difficiles à mesurer. C'est toujours un bon indicateur de la pollution de l'air que de mesurer également le nombre de particules plus grosses, telles que la poussière, la saleté, la fumée, qui sont potentiellement visibles. Il est possible de trouver en ligne de nombreuses expériences utilisant la méthode du ruban adhésif pour visualiser la pollution de l'air. En suivant [cet exemple](#), les élèves peuvent recueillir leurs propres observations qualitatives et quantitatives sur la pollution de l'air.

## Analyse des données

Après la collecte des données, il est important d'analyser les résultats. Les élèves peuvent utiliser les questions suivantes pour évaluer si leurs résultats répondent à leur question de recherche :

- Que montrent les données ? Y a-t-il des tendances ou des schémas évidents ?
- Y a-t-il des résultats qui ne semblent pas avoir de sens ? Peut-on les expliquer ?
- Peut-on tirer des conclusions de ces résultats ?
- Des recherches supplémentaires sont-elles nécessaires ?

## C - Il est temps de FAIRE LA DIFFERENCE ! (PHASE 3)

Quelles actions les équipes pourraient-elles entreprendre, à titre individuel ou collectif, pour réduire les émissions de gaz à effet de serre et les polluants atmosphériques liés au transport et pour faire la différence sur le sujet de leur enquête ?

Les actions peuvent être introduites dans de nombreux domaines de la vie quotidienne. Même de petits changements contribuent à réduire les émissions de polluants atmosphériques par personne. Les actions ne doivent pas nécessairement se limiter au temps scolaire ; par exemple, les élèves peuvent ramener des idées à la maison et impliquer leurs familles pour les mettre en pratique dans leur vie quotidienne, faire une présentation ou organiser une campagne dans leur école ou leur communauté locale pour sensibiliser le public.

### Autres sujets d'enquête

Sur le thème du climat et la pollution de l'air, les équipes peuvent également étudier différents sujets :

- Pollution climatique et atmosphérique due aux activités agricoles
- Pollution climatique et atmosphérique due à la combustion de combustibles fossiles pour le chauffage domestique
- Pollution climatique et atmosphérique due à l'élimination des déchets

## → Liens

### Ressources de l'ASE

Climate Detectives Teacher Guide

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

Ressources pour la classe Climate Detectives

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

Le climat pour les écoles - Ressources de l'initiative sur le changement climatique <https://climate.esa.int/en/educate/climate-for-schools/>

### Informations générales

Qu'est-ce que le climat et le changement climatique ?

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

Vidéo de l'Organisation météorologique mondiale sur la pollution atmosphérique et le climat <https://youtu.be/s4ly6o-VT90>

Agence européenne pour  
l'environnement

<https://www.eea.europa.eu/themes/air>

### Collecte et analyse des données

L'application Climat depuis l'espace

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

Navigateur EO

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

Portail de cartographie Copernicus

Sentinel-5P <https://maps.s5p-pal.com/>

Service de surveillance de l'atmosphère de Copernicus  
(CAMS) <https://atmosphere.copernicus.eu/air-quality>

Plateforme de l'ESA sur la qualité de l'air

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

Indice européen de la qualité de l'air

<https://airindex.eea.europa.eu/Map/AQI/Viewer/>

**Le bureau de l'éducation de l'ESA est ouvert aux réactions et aux commentaires**  
teachers@esa.int

**Une production de l'ESA Education en collaboration avec ESERO Ireland.**  
Copyright 2022 © Agence spatiale européenne