

teach with space

→ ENQUÊTE SUR LES GAZ À EFFET DE SERRE DE SERRE

Mini étude de cas pour les Détectives du Climat



→ ÉTUDE DES GAZ À EFFET DE SERRE

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 : Climat ; Changement climatique ;
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 les gaz à effet de serre et le changement climatique.
- Identifier les principaux gaz à effet de serre
- Comprendre comment les satellites d'observation de la Terre peuvent être utilisés pour surveiller les gaz à effet de serre.

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 du changement climatique et des gaz à effet de serre. Les étudiants étudieront comment les émissions et les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère ont évolué dans leur

À propos des Détectives du Climat

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 des mesures au sol (phase 2), et enfin proposeront des actions pour aider à réduire ou surveiller le problème (phase 3).



CLIMATE DETECTIVES

Début
ici

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

Oui. Elle examine les émissions anthropiques (ou les concentrations atmosphériques) de gaz à effet de serre qui ont un impact considérable sur le climat.

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

Oui, elle se concentre sur les émissions de gaz à effet de serre ou les concentrations atmosphériques de ces gaz.

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 enquêter sur les émissions de gaz à effet de serre, leurs concentrations atmosphériques ou les deux.

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

Non. Il s'agit de recueillir et d'analyser des données.

Sujet : Gaz à effet de serre et climat

Question de recherche

Comment les émissions de gaz à effet de serre ont-elles évolué dans votre pays au cours des dernières décennies ? Quelles sont les concentrations passées et actuelles de gaz à effet de serre dans l'atmosphère ?

Oui. Les données sur les émissions et les concentrations de gaz à effet de serre à l'échelle mondiale et nationale sont librement disponibles.

La question est-elle réalisable ?

A - Introduction au sujet (PHASE 1)

Informations générales

Les gaz à effet de serre sont une composante naturelle de l'atmosphère terrestre qui nous permet de retenir une partie de l'énergie du soleil sous forme de chaleur. Sans l'effet de serre, la température moyenne à la surface de la Terre serait d'environ -18°C, ce qui rendrait notre planète trop froide pour permettre la vie telle que nous la connaissons. Depuis la révolution industrielle, les activités humaines telles que la combustion de combustibles fossiles ont fait augmenter 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 (CO₂), le méthane (CH₄) et le protoxyde d'azote (N₂O). Le climat de la Terre change et se réchauffe de manière globale et ce 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 CO₂ pour piéger la chaleur.

Différents secteurs économiques contribuent à l'émission de gaz à effet de serre : l'industrie de l'énergie, la combustion de combustibles par les utilisateurs d'énergie, les transports, l'agriculture et l'élevage, les processus industriels et l'utilisation de produits, et les déchets.

Les gaz à effet de serre émis en excès par l'homme modifient les caractéristiques naturelles de l'atmosphère, ce qui a une incidence sur l'environnement. Dans ce cas, les gaz à effet de serre peuvent donc également être considérés comme des polluants atmosphériques.

Les ressources suivantes peuvent être utilisées en classe pour enseigner aux élèves l'effet de serre :

- [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)

Des ressources supplémentaires en anglais pour en savoir plus :

- [Météo et climat](#)
- [Les concentrations atmosphériques de CO₂ et de CH₄.](#)
- [Le cycle du carbone](#)
- [Le cycle du méthane](#)
- [Les dernières informations sur la science du climat](#)
- [Le changement climatique : Les preuves depuis l'espace](#)

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.

TIP

Pour effectuer leurs recherches, différents groupes de la classe pourraient se concentrer sur un secteur particulier émettant des gaz à effet de serre ou sur un gaz à effet de serre particulier.

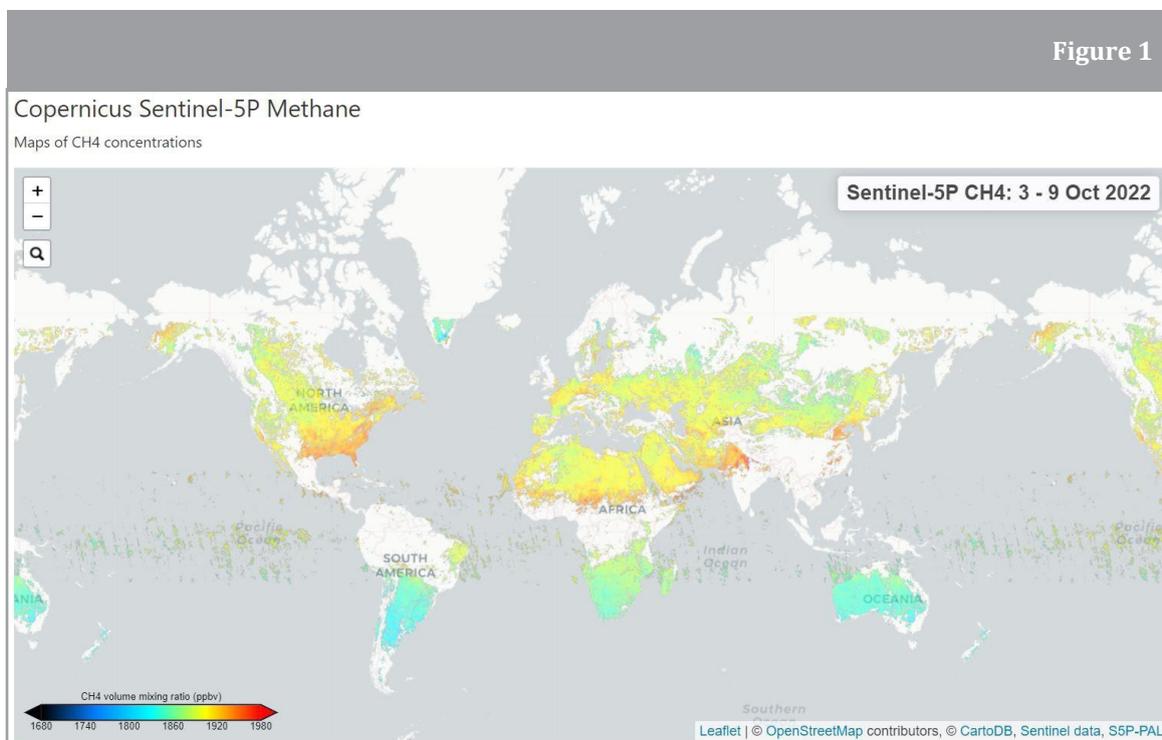
B - Collecte et analyse des données (PHASE 2)

Données à analyser

En fonction du temps disponible et des données offertes par les différents pays, les équipes peuvent choisir parmi une ou plusieurs sources de données énumérées ci-dessous pour mener leurs recherches. Il existe deux types de méthodes pour surveiller l'atmosphère : les mesures "in situ" et les observations par télédétection, comme par exemple à partir de satellites. In-situ signifie "situé à l'endroit d'origine". Ces mesures sont fournies par des institutions et des agences au niveau régional, national et mondial. Les équipes peuvent également effectuer leurs propres observations et collecter des données à partir de leurs propres mesures. Nous appellerons cela des données primaires.

Données satellitaires - Concentrations de gaz à effet de serre

- [Le climat de l'espace - 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 des niveaux de dioxyde de carbone (CO_2) et de méthane (CH_4) dans l'atmosphère au fil du temps (2003-2018).
- Les élèves peuvent utiliser le [EO Browser](#) pour trouver des données obtenues à partir de [Copernicus Sentinel 5P](#), la première mission Copernicus dédiée à la surveillance de notre atmosphère. En utilisant le mode éducatif, les élèves peuvent choisir le thème "Atmosphère et pollution de l'air" et essayer de trouver des données sur la concentration de CH_4 .
- [Portail cartographique Copernicus Sentinel-5P](#) - Cette plateforme en ligne permet de visualiser les données mondiales du satellite Copernicus Sentinel-5P.



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

Les équipes sont également encouragées à trouver et à analyser les données fournies par des agences et institutions nationales et internationales.

- [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. Consultez [ici](#) pour localiser les stations de mesure proches de votre zone d'investigation locale.

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

§ [Dioxyde de carbone \(CO₂\) moyennes mensuelles de 1979 à 2020](#)

§ [Méthane \(CH₄\) moyennes mensuelles de 1983 à 2020](#)

§ [Moyennes mensuelles du protoxyde d'azote \(N₂O\) de 1997 à 2020](#)

- Etudier les concentrations de CO₂ mesurées à partir de carottes de glace - Ces données permettent de remonter plus loin dans le temps. Nous donnons [ici](#) un exemple parmi les nombreux disponibles.

Émissions par pays et par secteur

Les équipes peuvent rechercher en ligne les données fournies par leur pays d'origine et indiquant 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 contenant des données mondiales.

- [L'atlas mondial du carbone](#) est une plateforme en ligne permettant d'explorer et de visualiser les données mondiales et régionales sur le carbone provenant à la fois des activités humaines et des processus naturels. Il est possible de trouver les émissions de différents pays au fil du temps.
- [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 humaine sur Terre. Elle fournit une fiche d'information par pays, organisée par secteur et par substance.
- [Cette publication interactive](#) développée par Eurostat présente les données de l'UE sur les émissions de gaz à effet de serre par secteur et par pays.

TIP

La première étape de l'organisation des données consiste à les compiler sous une forme facile à interpréter et où les relations entre les variables peuvent être facilement observées. Les données peuvent être triées dans des tableaux de données. Ceux-ci peuvent ensuite être utilisés pour créer différents types de graphiques afin de faire apparaître plus clairement les modèles, les tendances, les similitudes et les différences.

Données primaires

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. Les bureaux ESERO de chaque pays disposent d'AQP qui peuvent être prêtées aux écoles pour mesurer, par exemple, les concentrations de CO₂ sur une base quotidienne. Il convient toutefois de noter qu'en raison de la précision des capteurs, les valeurs de CO₂ ne doivent pas être comparées aux données à court et à long terme publiées par les agences nationales. Néanmoins, le AQP de l'ESA est un outil pédagogique pour surveiller, par exemple, l'effet du trafic quotidien sur les niveaux de pollution atmosphérique. Pour plus d'informations, consultez le site <https://aqp.eo.esa.int/>.

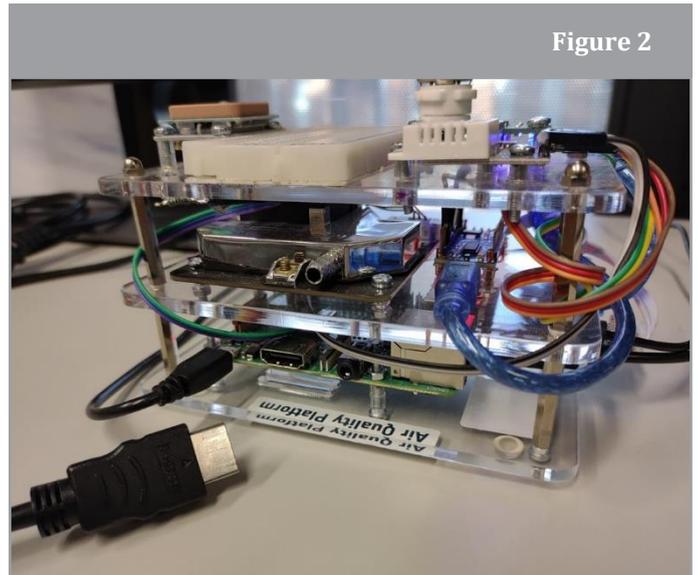


Figure 2

↑ ESA - Plateforme de la qualité de l'air (AQP)

Enquêtes et mesure de l'empreinte carbone

Pour les équipes qui souhaitent des investigations plus actives, il est possible de mener des enquêtes sur des sujets spécifiques liés aux secteurs émetteurs de gaz à effet de serre. Les élèves peuvent soumettre l'enquête à leur famille, à une autre classe, à la direction de l'école, etc.

- De nombreux types d'enquêtes sont possibles :

8 Les élèves peuvent, par exemple, réaliser une enquête sur les habitudes d'achat de vêtements et étudier l'habillement durable.

▸ Exemple de ce qui peut être inclus dans une enquête sur les habitudes d'achat de vêtements :

- Quel âge a Mr/Mme X ?
- Combien de nouveaux t-shirts ont été achetés par Mr/Mme X. cette année ?
- Est-ce que Mr/Mme X avait tendance à acheter plus/moins de nouveaux t-shirts par an dans le passé ?
- Dans quels pays ces t-shirts ont-ils été fabriqués ?
- Ces t-shirts ont-ils des étiquettes ? Par exemple, des étiquettes de preuve de durabilité ?

8 Les élèves peuvent également réaliser une enquête sur leur comportement alimentaire concernant la consommation de viande ou de produits provenant du monde entier. Les activités du secteur alimentaire, comme par exemple la production de bétail, produisent des émissions de gaz à effet de serre et sont donc fortement liées au changement climatique. Par exemple, pour produire 100 grammes de viande de bœuf, 7,6 kg de CO₂ sont libérés. Les équipes peuvent trouver ici de plus amples informations : [Alimentation et changement climatique : Des régimes alimentaires sains pour une planète plus saine | Nations unies](#)

Pour chaque enquête, les élèves peuvent calculer l'empreinte carbone. Les produits et services que nous utilisons et nombre de nos activités quotidiennes provoquent des émissions de gaz à effet de serre. L'ensemble de ces émissions constitue notre empreinte carbone. Nous produisons même une empreinte carbone numérique ! Les élèves peuvent calculer leur empreinte carbone individuelle ou l'empreinte carbone de leur école. Pour enquêter sur l'empreinte carbone, lisez les conseils suivants :

- Commencez par discuter de ce qu'est une empreinte carbone et de la manière de la mesurer. [Voici un exemple](#) des nombreux calculateurs d'empreinte carbone disponibles en ligne. Les équipes peuvent rechercher la calculatrice d'empreinte qui répond le mieux à leurs besoins. Les équipes peuvent également essayer de développer leur propre calculateur. Voir [cet exemple](#) tiré d'un projet précédent des Détectives du Climat.
- Il pourrait être intéressant de calculer l'empreinte carbone avant le projet et après avoir "fait la différence" (phase 3).

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

Quelles actions les élèves pourraient-ils entreprendre en tant qu'individus ou en tant que communauté 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 gaz à effet de serre 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 de sensibilisation dans leur école ou leur communauté locale.



CLIMATE DETECTIVES

→ TÂCHES DE DÉTECTIVES DU CLIMAT

Fiche de travail de l'élève

A - Introduction au sujet (PHASE 1)

- *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'émissions des gaz à effet de serre que vous envisagez d'étudier ?*
- *Comment le sujet que vous avez choisi vous affecte-t-il ou se rapporte-t-il à vous, à votre communauté ou à votre environnement local ?*
- *Décrivez comment vous comptez enquêter sur le problème climatique et quelles données vous comptez analyser. (Pour le plan d'investigation)*

B - Collecte et analyse des données (PHASE 2)

- *Tracez un graphique de l'évolution d'une émission de gaz à effet de serre des années 1980 à nos jours.*
 - *Que montrent les données ?*
- *Tracez un graphique de la concentration atmosphérique d'un gaz à effet de serre des années 1980 à nos jours.*
 - *Que montrent les données ?*
- *Comparez l'évolution des émissions de gaz à effet de serre à leur concentration dans l'atmosphère.*
 - *Quelles conclusions pouvez-vous en tirer ?*
- *Tracez un graphique montrant la contribution des différents secteurs aux émissions de gaz à effet de serre au fil du temps.*
 - *Que montrent les données ?*
- *Réalisez des enquêtes de votre choix qui donnent un aperçu d'un secteur ou d'une habitude qui contribue aux émissions de gaz à effet de serre.*

C - Il est temps de faire la différence ! (PHASE 3)

Votre travail de détective du climat est maintenant terminé. Quelles actions pouvez-vous proposer, en tant qu'individus et en tant que communauté, pour faire la différence sur le sujet de votre enquête ?

Annexe 2 - Emissions de CO2 par secteur en Belgique de 1990 à 2020

Tableau issu de : <https://climat.be/doc/trends2022-03-tableau-secteurs.pdf>

Plus d'info sur le sujet sur le même site : <https://climat.be/en-belgique/climat-et-emissions/emissions-des-gaz-a-effet-de-serre/emissions-par-secteur>

		Emissions et absorptions de gaz à effet de serre dans les principaux secteurs (1990-2020)																														
		Unités : kilotonnes équivalent CO2																														
		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Industrie (combustion)		25336	23792	22664	22596	23181	23179	22461	21863	22402	21458	21663	21620	20919	19780	19524	18942	19132	19202	19363	13792	15908	15578	14617	14350	13821	13851	13673	13807	14115	13899	13073
Industrie (électricité)		29746	30180	29265	28534	29673	29275	28632	27573	30473	26780	28516	26181	27660	28825	29289	29017	27905	27222	25111	25600	26151	22725	22573	21126	20133	20856	19854	19701	19655	20948	19015
Industrie (processus)		26058	25087	26197	25373	28332	29958	29499	26801	27931	27065	28265	26872	26684	26540	27589	27105	26261	24693	25298	19381	22130	21515	19765	20447	20776	20853	21393	21384	21677	20285	18887
Transport		20926	21105	21860	22361	22863	22949	23379	23597	24262	24584	25004	25562	25879	26466	27551	26755	27356	28211	28295	27475	26687	26284	25464	24977	25226	26003	26620	26044	26214	25978	21661
Chauffage des bâtiments(tertiaire)		4311	5489	5401	5567	6024	5591	6718	6070	6084	6093	6008	6352	6095	6363	6369	6288	5849	5478	6152	6338	6705	5433	5849	6130	5045	5619	5662	5711	5795	5733	5221
Chauffage des bâtiments(residentiel)		20757	22480	22362	22310	21397	22618	26713	23125	23459	22565	21324	23318	22895	23209	21690	21283	20340	18644	19723	18703	20789	17084	17712	19344	15926	16775	16636	16456	16254	15647	14715
Agriculture		14577	14498	14518	14665	14589	14637	14603	14493	14259	14318	13266	12999	12851	12462	12466	12239	11938	11798	11447	11641	11802	11430	11422	11503	11468	11739	11647	11757	11722	11880	11925
Changement d'affectation des terres et foresterie		-2936	-2870	-2290	-2306	-2053	-2281	-2483	-2025	-2581	-2103	-1681	-1509	-2100	-1995	-1588	-1647	-1624	-1322	-1248	-1074	-253	-184	-168	-814	-798	-748	-656	-534	-498	-377	-242
Déchets		4344	4480	4590	4273	4311	4304	4216	4259	4120	3872	3755	3356	3387	3088	3128	2972	2964	2909	2718	2550	2463	2352	2171	1805	1628	1580	1478	1478	1387	1328	1217
Autres		1412	1297	1149	1187	1081	1084	1090	1058	1023	1048	1078	1061	1033	967	931	948	969	915	881	875	893	838	788	775	746	775	754	761	775	751	719

Annexe 3 : Concentrations atmosphériques de CO2 de 1990 à 2020

Graphique issu du site : https://indicators.be/fr/i/G13_CO2/Concentration_atmosph%C3%A9rique_de_CO2

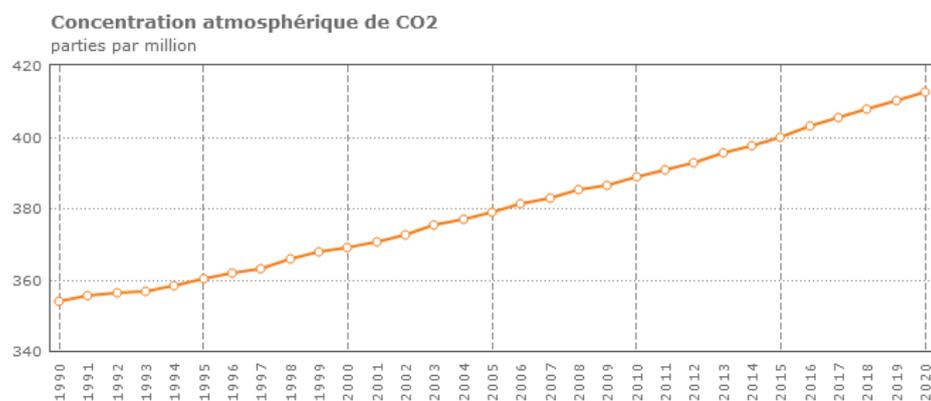


Tableau effectué sur base des données du graphique ci-dessus.

Concentration atmosphérique de CO2 en parties par million																
Année	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
CO2	354,05	355,39	356,1	356,83	358,33	360,18	361,93	363,05	365,7	367,8	368,98	370,57	372,59	375,14	376,95	378,97
Année	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
CO2	381,13	382,9	385,01	386,5	388,76	390,64	392,65	395,39	397,34	399,65	403,09	405,22	407,61	410,07	412,45	

→ Liens

Ressources de l'ESA

[Guide de l'enseignant des Détectives du Climat](#)

Ressources pédagogiques liées au projet « Détectives du climat » pour la classe :

<https://eserobelgium.be/index.php/detectives-du-climat/>

Le climat pour les écoles - Ressources sur le changement climatique

<https://climate.esa.int/fr/eduquer/climat-pour-ecoles/>

Informations générales

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

<https://climat.be/>

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

Météo et 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 - Émissions de gaz à effet de serre en Europe

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

Demandez au ESERO de votre pays s'ils ont des suggestions de site internet traitant du sujet des gaz à effet de serre dans votre langue.

Collecte et analyse des données

L'application Climat de l'espace

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

EO Browser

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

Portail de cartographie Copernicus Sentinel-5P <https://maps.s5p-pal.com/>

EDGAR - Base de données des émissions pour la recherche atmosphérique mondiale

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

Plateforme de l'ESA sur la qualité de l'air <https://aqp.eo.esa.int/>

Laboratoire de surveillance mondiale <https://gml.noaa.gov/dv/site/>

Demandez au ESERO de votre pays s'ils possèdent des données concernant les concentrations atmosphériques et les émissions des gaz à effet de serre dans votre pays.

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

Une production ESA Education en collaboration avec ESERO Belgique
Copyright 2022 © Agence spatiale européenne