

Cycle(s)	1	2	3	4								
Classe(s)	PS	MS	GS	CP	CE1	CE2	CM1	CM2	6e	5e	4e	3e
Physique-chimie												

Changement climatique : causes et conséquences

Contribution de la physique chimie à la maîtrise de la langue française au cycle 4

Cette ressource vise à aider l'élève de fin de cycle 4 à mieux appréhender les savoirs fondamentaux liés à la maîtrise de la langue française. Durant cette série d'activités, il sera amené à travailler la compréhension d'un discours oral et à réfléchir sur le sens des mots « causes » et « conséquences » afin d'utiliser des connecteurs logiques qui les expriment à bon escient. L'élève pourra, à terme, rédiger un texte argumentatif de quelques lignes en le structurant de manière appropriée.

Scénario pédagogique

Cette activité a pour objectif de faire comprendre aux élèves les enjeux du changement climatique dans le monde. L'élève y découvre quelques causes et conséquences de ce phénomène puis apprend à distinguer les deux. Il s'intéresse aux gaz à effet de serre et revoit, à cette occasion, les notions d'atomes, molécules et de formules chimiques. Enfin, il rédige, en groupe, un texte argumentatif pour expliquer en quoi certaines activités humaines ont un impact sur le climat et présente quelques solutions pour le limiter.

Références aux programmes

Prérequis / repères de progressivité

Cette activité est destinée, à minima, à des élèves de quatrième car ils doivent avoir abordé au préalable :

- Le tableau périodique comme un outil de classement et de repérage des atomes constitutifs de la matière.
- La distinction entre atome et molécule.
- L'interprétation d'une formule chimique en terme atomique ainsi que les modèles moléculaires.

Référence(s) au(x) programme(s)

Organisation et transformation de la matière

Décrire et expliquer des transformations chimiques :

- Notions de molécules, atomes, ions.
- Associer leurs symboles aux éléments à l'aide de la classification périodique.
- Interpréter une formule chimique en termes atomiques.

- Connaître quelques gaz à effet de serre.
- Utiliser une équation de réaction chimique fournie pour décrire une transformation chimique observée.
- Identifier les gaz à effet de serre produits lors de transformations chimiques.
- Combustions dans l'air.

L'énergie : ses transferts et ses conversions.

- Identifier un dispositif de conversion d'énergie dont le fonctionnement s'accompagne d'une émission de dioxyde de carbone.

Contribution de la physique-chimie aux apprentissages fondamentaux

Comprendre et interpréter des messages et des discours oraux complexes

- Identifier les visées d'un discours oral

Participer de façon constructive à des échanges oraux

Lire des textes non littéraires, des images et des documents composites

Adopter des stratégies et des procédures d'écriture efficaces

- Acquérir et mettre en œuvre une démarche d'écriture (trouver des idées ou des éléments du texte à écrire, organiser l'écrit en fonction des règles propres au genre du texte à rédiger et à son support)

- Vérifier et améliorer la qualité de son texte (être capable de mettre à distance son texte pour l'évaluer et le faire évoluer)

Passer du recours intuitif à l'argumentation à un usage plus maîtrisé

- Repérer et identifier des procédés destinés à étayer une argumentation (organisation du propos...).

- Être capable de structurer clairement un texte argumentatif

Enrichir et structurer le lexique

- Savoir réutiliser à bon escient, à l'écrit et à l'oral, le lexique appris
- Mettre en réseau des mots (relatifs aux causes et conséquences).

L'éducation au développement durable

- La ressource est en lien avec deux des quatre domaines de compétences EDD pour la scolarité :

Domaine 1.2 : S'ouvrir à la complexité des thématiques de développement durable :

- Comprendre les répercussions des activités humaines et les effets des solutions d'amélioration, d'atténuation, d'adaptation ou de contournement envisagées pour y remédier.

Domaine 4.3 : Agir individuellement et collectivement pour construire un monde durable :

- Agir au service de la durabilité en collaboration avec d'autres, en articulant les compétences individuelles et collectives.

L'activité proposée s'insère dans les repères de progression « Éducation au développement durable et à la transition écologique » :

Thème 4 : Gestion durable des ressources naturelles - Exploitation et gestion des ressources naturelles

- Capacité dont la maîtrise est attendue à la fin du cycle 4 : connaître et analyser la gestion des ressources, au regard des enjeux de développement des sociétés. Devenir un acteur engagé pouvant identifier des solutions pour la gestion durable d'une ressource.

Thème 5 : Aménagement durable des territoires – Favoriser la résilience face aux risques

- Capacité dont la maîtrise est attendue à la fin du cycle 4 : mettre en perspective ses connaissances sur les risques pour comprendre leur gestion. Devenir un acteur engagé capable d'envisager des mesures d'atténuation et d'adaptation face aux risques.

Déroulement de la séquence

La séquence se déroule comme suit :

1 - Introduction à l'effet de serre (durée environ 30 min)

L'activité débute en classe entière, l'ensemble des élèves écoute un podcast (« Olma : [Le climat et son changement](#) » diffusé sur France Inter) dans lequel un chercheur évoque les raisons des variations du climat et définit l'effet de serre. Ils répondent à un court questionnaire de compréhension qui les aide à s'appropriier le contexte du changement climatique. Cette première partie d'activité est propice au travail sur la compréhension d'un discours oral. Dans une seconde partie, les élèves s'intéressent ensuite aux noms et formules de gaz à effet de serre pour remobiliser leurs connaissances sur les notions d'atomes, de molécules, les formules chimiques et les modèles moléculaires.

2 – Les enjeux du changement climatique (durée environ 15 min)

Une série de cartes (préalablement découpées et mélangées) présentant des causes, conséquences, mesures d'atténuation et d'adaptation est présentée aux élèves (les catégories ne sont pas données). Il leur est demandé de réaliser un classement en quatre catégories et de s'accorder sur un titre pour chacune d'entre elles.

3 – Causes et conséquences du changement climatique (durée environ 30 min)

Les élèves poursuivent l'activité en groupe. Ils recherchent les définitions des mots « causes » et « conséquences » et trouvent des synonymes. Ils classent des connecteurs logiques selon qu'ils expriment une cause ou une conséquence.

Ils trient un ensemble de fiches qui décrivent, avec des images, graphiques ou courts textes, quelques causes et conséquences du changement climatique et rédigent de courtes phrases pour les présenter en utilisant les connecteurs logiques vus précédemment.

Cette partie d'activité a pour but de lever les confusions, observées très fréquemment chez les élèves de collège, entre les causes et conséquences d'un phénomène.

4 – Mesures d'atténuation et d'adaptation (durée environ 1H)

Trois corpus de documents différents, présentant des causes du changement climatique, sont proposés à la classe. Les trois corpus sont adaptés à différents

profils d'élèves et permettent de différencier l'activité (cf. documents élèves en annexe). Les élèves travaillent en groupes et chaque groupe étudie l'un des corpus. Les élèves rédigent, en coopérant, un texte argumentatif d'une dizaine de lignes pour présenter une mesure d'atténuation afin de limiter l'impact des activités humaines sur le climat. Ils expriment leurs idées en veillant à respecter la structure d'un texte argumentatif et en utilisant quelques connecteurs logiques vus précédemment.

Quand il est terminé, le texte est soumis à un groupe voisin (traitant du même corpus) qui l'évalue et émet des conseils, en s'appuyant sur une fiche de critères de réussite donnée aux élèves. La fiche de critères de réussite complétée est remise aux auteurs du texte pour qu'ils fassent évoluer leur écrit en tenant compte de l'évaluation et des conseils apportés par les relecteurs.

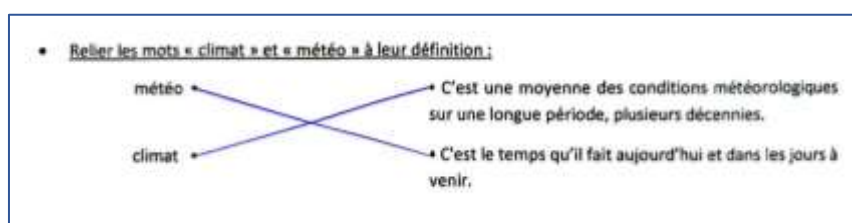
Exemples de travaux d'élèves et leur analyse

L'activité a été menée dans deux classes de 30 élèves de quatrième sur une durée approximative de trois heures.

Activité 1 - Introduction à l'effet de serre

Écoute de podcast

L'écoute de podcast est assez inédite pour les élèves : ils sont davantage habitués à regarder en classe des vidéos associant le son et l'image. Les réponses aux questions sont plutôt correctes mais les élèves concèdent après l'exercice à avoir eu du mal à fixer leur attention seulement sur la bande sonore.



La différence entre météo et climat est déjà connue de tous puisqu'ils l'ont étudiée juste avant en SVT alors, ils relient les définitions parfois même avant que le podcast ne démarre.

Pour éviter l'effet « une chance sur deux » dans le traitement de cette question, et selon le contexte de la classe concernée, il est possible de modifier cette question en s'appuyant sur le passage du podcast où il est demandé au chercheur pourquoi il est possible de prévoir les évolutions du climat sur plusieurs mois et années alors qu'il n'est pas possible de faire des prévisions météo fiables à plusieurs jours. Formulée ainsi, cette question permettrait d'amener les élèves à expliquer comment ils comprennent la différence entre météo et climat.

Eric Guilyardi cite quelques origines des variations climatiques au cours du temps. Légendez les images qui les représentent :

Raisons externes		Raisons internes	
			
Soleil	Eruption volcanique	gaz à effet de serre	charge de chaleur

- Nommer au moins 3 gaz responsables de l'effet de serre.
vapeur d'eau, CO₂, dioxyde de carbone
- Expliquer à quoi, Eric Guilyardi compare-t-il les gaz à effet de serre.
En disant que ça ressemble à l'effet de serre
- Relever quelle aurait été la température moyenne à la surface de la Terre s'il n'y avait pas eu de gaz à effet de serre dans son atmosphère. *-18*
- Expliquer pourquoi l'effet de serre est-il plus important depuis 150 ans.
car on a mis plus de gaz à effet de serre

Pour le reste des questions, bien que ce soit assez bien réussi, quelques erreurs fréquentes sont notées sur les deux dernières questions.

Erreurs disciplinaires :

- L'élève omet de noter l'unité derrière la valeur de la température.
- La réponse à la consigne « nommer au moins 3 gaz à effet de serre » laisse à penser que l'élève n'associe pas la formule « CO₂ » au nom de la molécule « dioxyde de carbone ».
- L'écriture de la formule « CO₂ » est à corriger : les chiffres ne sont pas toujours mis en indice.

Erreurs liées à la maîtrise de langue :

- Des erreurs sont dues à la polysémie du mot « important » : les élèves comprennent le mot « important » comme « crucial » au lieu de « conséquent ». Selon le niveau de la classe, il est possible soit de modifier la question de départ pour éviter la confusion et centrer les élèves sur le contenu scientifique, soit de la laisser telle quelle, en explicitant toutefois la polysémie lors de la séance.

Zoom sur les gaz à effet de serre

Cette partie consiste à retravailler une partie de programme qui a été étudiée quelques semaines auparavant. Les élèves les plus en difficultés ont le réflexe de prendre leur classeur pour y retrouver les informations (couleurs des « modèles moléculaires » par exemple).

b) Zoom sur les gaz à effet de serre.

On s'intéresse ici à quelques-unes des molécules responsables de l'effet de serre.

- Entourer, parmi les formules suivantes, en justifiant la réponse, celles associées à des molécules : H₂O, O₂, CO₂, CH₄, Cl₂
pourquoi il y a des chiffres

La première question est tout de même celle qui leur pose le plus de problème : ils reconnaissent assez facilement les formules de molécules mais peinent parfois à donner une justification correcte. Ici, par exemple, l'élève n'a porté d'intérêt qu'aux chiffres en indice, mais qu'aurait-il fait s'il y avait eu la formule CO par exemple ? Il pourrait être intéressant de rajouter le CO à la liste proposée

De nombreuses réponses à cette question ne sont pas rédigées (les phrases ne sont pas complètes et/ou il manque les majuscules en début de phrase et la ponctuation), mais ce n'était pas précisé dans la consigne.

Activité 2 – Les enjeux du changement climatique : cartes à classer

Lorsque le jeu a été conçu, nous imaginions que les élèves allaient classer les cartes en quatre catégories : causes, conséquences, mesures d'atténuation et mesures d'adaptation. En réalité, ces titres ne se retrouvent dans aucun des classements, même si beaucoup s'en approchent.



Les élèves ont quasiment tous fait une catégorie avec les gaz à effet de serre.

Quelques-uns écrivent le mot « résultat » ou « ce que cela entraîne » au lieu de « conséquence ».

De même, à la place de « cause », apparaît « ce que font les humains ».

Quasiment tous regroupent les mesures d'atténuation et d'adaptation en une seule catégorie qu'ils appellent « solutions ».

Même si beaucoup de groupes arrivent à identifier que le jeu présente des causes et conséquences de l'effet de serre, d'autres sont plus démunis et peinent à classer les cartes (ils voient, par exemple, un point commun entre toutes les cartes illustrant l'agriculture et l'élevage).

Certains peinent aussi à ne garder que quatre catégories.

En cas de disparités entre les propositions de catégories par les différents groupes, il est important de prendre le temps de discuter collectivement, avec la classe, des

critères qui ont servi aux groupes pour constituer leurs catégories. L'énonciation des critères, leur utilisation pour classer les cartes et la confrontation des différentes propositions des groupes sont nécessaires pour que les élèves construisent les concepts abstraits de cause et de conséquence.

Activité 3 – Causes et conséquences du changement climatique

Cette partie de l'activité est celle qui met les élèves le plus en difficulté. Inviter les élèves à travailler en groupe permet de garder un certain engagement et d'éviter que les plus fragiles ne se découragent en bénéficiant du soutien entre pairs.

Les définitions des mots « causes » et « conséquences » données par les élèves sont plutôt correctes, mais il ressort que les élèves imaginent souvent un effet négatif quand ils utilisent les mots causes et conséquences : ils utilisent très souvent le mot « problème » dans leurs définitions.

a) À l'aide des ensembles de cartes précédentes, proposer une définition des mots :

- Cause : c'est ce qui contribue aux problèmes/un effet
- Conséquence : c'est les effets après la création du problème
suite à une action

Ici, les écritures en *bleu* correspondent aux définitions proposées par les élèves.
L'écriture en *rouge* correspond à la correction après la consultation du dictionnaire.

Le classement des connecteurs logiques présentant des causes et conséquences est compliqué pour les élèves : peu d'élèves réussissent à classer tous les **connecteurs** dans les bonnes cases. Ce constat témoigne de l'importance de travailler ces termes de « causes » et « conséquences » et du vocabulaire associé.

Au contraire, pour la plupart des élèves, le **classement des fiches** (question d) est plus aisé.

conséquence.

Expression de la CAUSE	Expression de la CONSEQUENCE
Comme, Si bien que, car, ainsi.	par conséquent, à cause de, para que, donc.

d) Vous disposez sur ta table d'une série de fiches présentant des causes et des conséquences du réchauffement climatique.

- Les trier en deux catégories (causes et conséquences) et appeler le professeur pour confirmation.
- Recopier les noms des cartes dans le tableau

CAUSES du réchauffement climatique	CONSEQUENCES du réchauffement climatique
Evolution de la déforestation au Brésil. Evolution de la masse de dioxyde de carbone. Répartition des émissions de gaz à effet de serre. Libre de méthane émis par animal et par an.	Evolution du nombre et du genre des météorologiques. Evolution de la température moyenne dans le monde. Evolution du niveau marin. Restauration en eau qui diminue.

e) Choisir une cause et une conséquence proposées en réponse à la question d puis rédiger, pour chacune, une phrase complète en utilisant certains connecteurs logiques de la question c.

Cause : ~~Parce~~ il y a beaucoup de ~~montre~~ ^{animaux} par animal.

Conséquence : A cause de la masse de méthane émis par animal, il y a une évolution du niveau marin.

Là aussi, l'énonciation par les élèves des critères ou des techniques qu'ils ont utilisés pour trier les connecteurs logiques et les cartes, ainsi que leur confrontation avec toute la classe, pourra aider à la construction de la distinction entre cause et conséquence.

La dernière partie qui consiste à rédiger des phrases à partir des classements effectués en amont est peu réussie et pose problème aux élèves puisqu'elle repose souvent sur des classements incorrects des connecteurs logiques. Prendre le temps, à l'étape précédente, de faire énoncer par les élèves les critères ou les techniques utilisés pour trier les connecteurs logiques et les cartes, ainsi que leur confrontation au sein de toute la classe, pourra aider à la construction de la distinction entre cause et conséquence et améliorer la réussite de cette dernière partie.

Dans cette copie, l'élève n'a pas classé correctement tous les connecteurs alors il peine à les utiliser à bon escient dans ses phrases.

conséquence.

Expression de la CAUSE	Expression de la CONSEQUENCE
Comme, Si bien que, car, ainsi.	par conséquent, à cause de, parce que, donc.

d) Vous disposez sur ta table d'une série de fiches présentant des causes et des conséquences du réchauffement climatique.

- Les trier en deux catégories (causes et conséquences) et appeler le professeur pour confirmation.
- Recopier les noms des cartes dans le tableau

CAUSES du réchauffement climatique	CONSEQUENCES du réchauffement climatique
Évolution de la déforestation au Brésil. Évolution de la masse de dioxyde de carbone. Répartition des émissions de gaz à effet de serre. Masse de méthane émis par animal et par an.	Évolution du nombre et/ou du type de phénomènes météorologiques. Évolution de la température moyenne dans le monde. Évolution du niveau marin. Ressources en eau qui diminuent.

e) Choisir une cause et une conséquence proposées en réponse à la question d puis rédiger, pour chacune, une phrase complète en utilisant certains connecteurs logiques de la question c.

Cause : ~~Parce~~ il y a beaucoup de ~~animaux~~ ^{bovins} par animal.

Conséquence : À cause de la masse de méthane émis par animal, il y a une évolution du niveau marin.

Activité 4 – Mesures d'adaptation et d'atténuation

Les élèves sont répartis par groupe de 3, 4 ou 5 pour réaliser la rédaction du texte argumentatif à partir des études de documents. Ceux-ci, sans intervention du professeur, prennent souvent des initiatives pour s'organiser dans le groupe. Ils se répartissent assez bien les tâches : un élève (fille ou garçon) devient scripteur, un autre se charge de la fiche de mots de liaison pour les suggérer au fur et à mesure de la dictée des autres élèves. Les groupes les moins organisés ont besoin de l'aide de la professeure pour démarrer le travail de façon efficace. L'enseignant peut répartir les rôles ou les tâches. Il est possible, par exemple, de s'appuyer sur une technique d'apprentissage coopératif dite « [classe puzzle](#) » (jigsaw).

Dans l'ensemble, le corpus de documents est bien compris, peu d'élèves demandent des explications complémentaires. Il peut toutefois être demandé aux élèves fragiles de résumer ou de dégager l'idée principale du document en une ou deux phrases. Il peut aussi leur être demandé de relever les mots ou expressions des documents qu'ils ne sont pas capables d'expliquer et d'en chercher le sens, ce qui au-delà de l'intérêt pour l'élève permet aussi à l'enseignant de mieux apprécier les freins dus au lexique.

Après lecture des travaux d'élèves, il apparaît que, sur les 14 groupes formés :

Deux groupes n'ont pas compris ce qui était demandé et se contentent de résumer les documents.

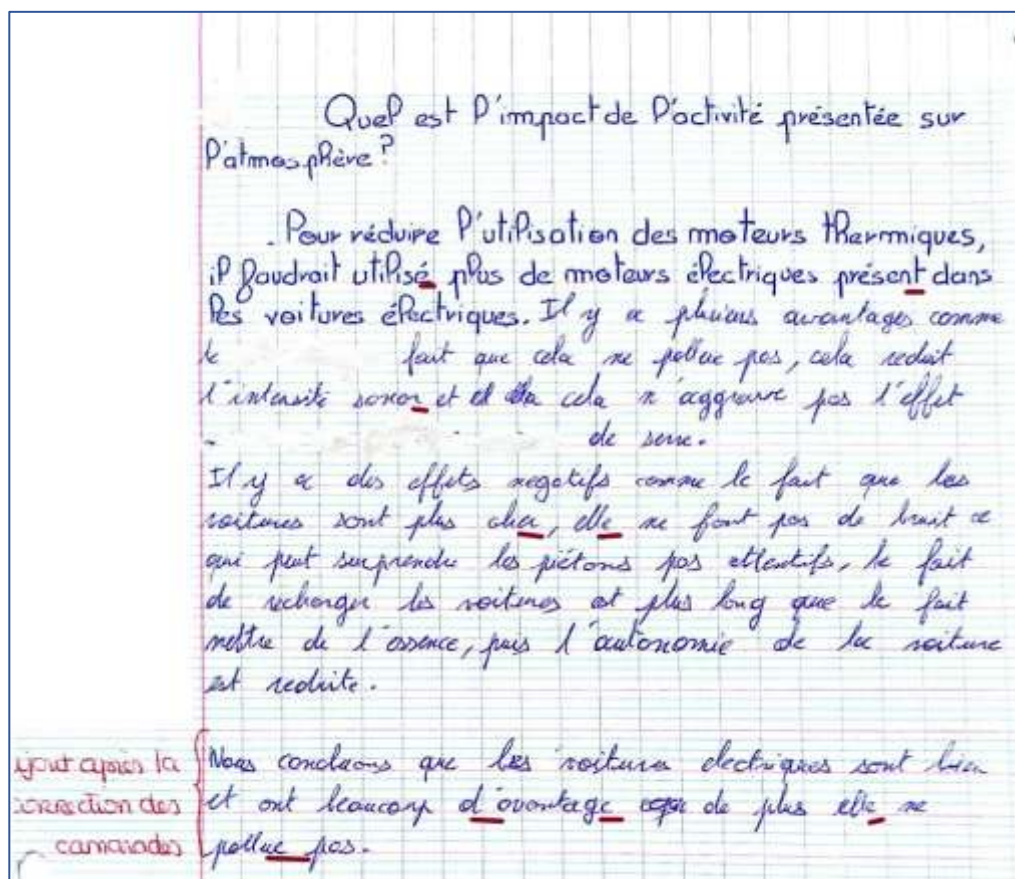
Nous produisons beaucoup d'électricité dans nos activités quotidiennes comme se loger, se déplacer, se chauffer, se nourrir etc...

Nous avons plusieurs moyens de créer de l'électricité notamment avec des énergies renouvelables comme l'air, le soleil ou bien l'eau. Mais aussi avec des énergies non renouvelables comme le charbon, le pétrole, le nucléaire etc... Les énergies non-renouvelables sont très polluantes car elles émettent des gaz à effet de serre et épuisent des éléments qui mettent parfois des millénaires à se créer, alors que les énergies renouvelables ne peuvent pas s'épuiser. Par exemple, pour produire de l'électricité, le charbon est utilisé comme combustible. Il brûle dans une chaudière, et la chaleur transforme l'eau en vapeur. Puis cette vapeur est utilisée pour faire tourner une turbine. C'est le mouvement de la turbine qui permet d'obtenir de l'électricité.

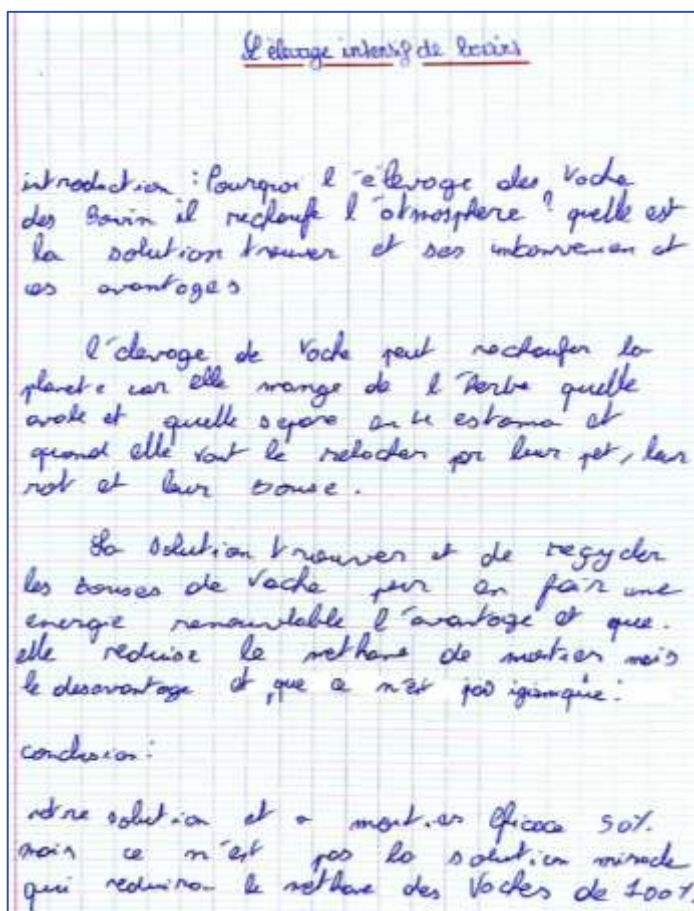
Nous en concluons que utiliser des énergies non-renouvelables est mauvais et polluant pour la planète.

Certains groupes sont gênés par la consigne (« rédiger un texte argumentatif ») car ils réalisent cet exercice dans plusieurs disciplines et ne savent plus quelles sont les attentes.

« Argumenter » n'a pas la même signification d'une discipline à l'autre, ce qui représente un obstacle pour les élèves (certains, comme la copie ci-après, réduisent l'introduction à une question (problématique) comme ils ont pu le voir en histoire géographique). Il est nécessaire pour l'enseignant d'explicitier ce qui est attendu.



D'autres groupes, celui-ci après est le groupe pour lequel c'est le plus flagrant, ont bien compris les documents et ont de bonnes idées mais sont gênés par des difficultés de maîtrise de la langue (orthographe, construction de phrases, ponctuation...).



Lors de la deuxième phase, les groupes voisins relisent les productions des camarades. Cette étape est très intéressante et formatrice pour la plupart des groupes. Beaucoup arrivent à identifier des points d'amélioration et ont un regard critique plutôt constructif. Leur relecture s'avère d'ailleurs plus efficace et pertinente que s'ils relisaient eux-mêmes leur travail.

Lors de la phase d'amélioration du texte (5 min), les élèves prennent bien en compte les conseils de camarades et améliorent leur texte. Il aurait fallu sans doute qu'ils aient davantage de temps pour cette phase.

RÉDIGER UN TEXTE ARGUMENTATIF

Toutes les épreuves sont à colorier lorsque le critère est respecté.

LA FORME	_ Le texte fait au moins 10 lignes. _ Le texte est aéré et agréable à lire. _ Le texte contient 3 parties : une introduction, un développement et une conclusion. _ L'introduction présente l'activité humaine qui contribue au réchauffement climatique. _ Le développement expose la mesure d'atténuation retenue par le groupe. _ La conclusion rappelle le sujet et reprend les idées clés du texte réalisé.	
MAÎTRISE DE LA LANGUE	_ Les mots sont correctement orthographiés. _ Des mots de liaison ont été utilisés. _ Les phrases sont plutôt courtes facilitant la compréhension. _ Le langage employé est adapté (pas de mot familier).	
QUALITÉ DU CONTENU	_ Le texte explique l'impact de l'activité présentée sur l'atmosphère. _ Le texte présente au moins une mesure d'atténuation qui peut être prise pour limiter son impact sur le réchauffement climatique. _ Le texte donne au moins un avantage et un inconvénient de prendre une telle mesure.	
CONSEILS POUR PROGRESSER <u>Conseils des camarades :</u> - Fautes d'orthographe → se relire - Plus de rigueur sur la conclusion - Mesure pour atténuer l'impact à développer <u>Conseils du professeur :</u>		

Ce groupe, par exemple, après avoir récupéré la fiche de critères de réussite ci-dessus, a modifié sa conclusion et a développé une partie de son texte.

L'élevage intensif de bovin contribue au réchauffement climatique à cause du méthane qu'elles produisent.

Les bovins ont un impact sur l'environnement car ils rumencent et leur estomac contient des millions de microbes qui transforment l'énergie présente dans l'herbe en énergie, cependant cela produit du méthane, un gaz qui a effet de serre plus puissant que le dioxyde de carbone et qui peut réchauffer l'atmosphère jusqu'à 30 fois plus que le CO₂.

Pour atténuer l'impact de cette activité on utilise le méthane comme source d'énergie pour produire de la chaleur, de l'électricité ou du carburant, elle est bénéfique car elle pollue beaucoup moins mais elle coûte cher, demande beaucoup de travail au fermier et prend de la place.

~~En conclusion l'élevage de Bovins a des inconvénients et des avantages.~~

En conclusion l'élevage de bovin détruit la nature à cause de du méthane qu'ils produisent, mais on peut en faire du biogaz.

Ajout après la correction des camarades : on le fait fermenter pour obtenir du biogaz. on l'appelle

on appelle ça la méthanisation.

Enfin, la fiche outil « mots de liaison » a été utilisée par de nombreux élèves. Beaucoup ont fait l'effort d'ajouter des liens entre leurs phrases, comme ci-dessous.

L'utilisation des moteurs thermiques sont très polluante en France.

En France, les émissions de gaz à effet de serre par les transports augmentent. Par exemple, les voitures particulières émettent 52% de gaz à effet de serre, ou encore les poids lourds qui produisent 25% de GES. Les empreintes carbone des transports de voyageurs posent beaucoup aussi, tel que les bateaux de croisière, de même que les voitures diesel. Les avantages sont que les transports sont très utiles, mais malheureusement, ces utilisations posent énormément. La solution trouvée sont les transports en commun.

Pour conclure, nous vous conseillons d'utiliser les transports en commun, de covoiturer, etc. Ainsi, la qualité de l'air sera meilleure.

Bilan global

Cette séquence sur l'effet de serre est prétexte à mieux appréhender les savoirs fondamentaux liés à la maîtrise de la langue française. Les élèves s'entraînent en effet à mieux comprendre un discours oral, à appréhender à bon escient les notions de « causes » et « conséquences » et enfin à rédiger un texte argumentatif.

La variété des activités proposées permet de donner du « rythme » à la séquence et ainsi de permettre un engagement positif de tous les élèves. De plus, la possibilité de travailler en groupe, de relire les productions des camarades et de les analyser en donnant des conseils, permet à chaque élève de trouver sa place et de s'interroger sur le travail effectué. En effet, l'évaluation grâce à la grille critériée a été très bénéfique aussi bien pour les élèves « évaluateurs » que pour les élèves « évalués » : ceci a permis aux élèves de s'interroger sur le contenu du texte (présentation de la mesure d'atténuation, des causes de l'activité sur le changement climatique...) mais aussi sur sa forme (respect de l'orthographe, présence des mots de liaisons, et structure...).

Cependant, certains axes d'amélioration demeurent, notamment en ce qui concerne la durée allouée à la séquence. En particulier, la dernière étape, dédiée à la rédaction du texte argumentatif, pourrait bénéficier d'un prolongement à une heure trente, au lieu de se limiter à une heure. Une telle réorganisation offrirait aux élèves un temps supplémentaire pour réviser et enrichir leur production après que celle-ci ait été corrigée par leurs pairs.

La troisième partie s'est révélée être celle ayant suscité le plus de difficultés chez les élèves. Il apparaît que ces derniers nécessitent un temps d'assimilation plus conséquent afin de s'appropriier pleinement les notions de cause et de conséquence, ce qui peut être facilité par un temps collectif de discussion autour de l'énonciation des critères et des moyens que les élèves ont utilisés pour établir leurs classements

Bien que ce ne soit pas un attendu explicite de la séquence, elle offre la possibilité de porter une attention particulière sur la rigueur syntaxique et l'orthographe des élèves, notamment dans les réponses qu'ils produisent au b) de l'activité 1 et dans les activités 3 et 4. Le travail sur la qualité rédactionnelle des écrits est cependant à ajuster selon les niveaux des élèves pour éviter la surcharge cognitive : en effet, les plus en difficulté avec la construction de la distinction entre cause et conséquence doivent pouvoir focaliser toute leur attention sur ce point et verront à une autre occasion la correction de leurs écrits. À cet égard, une relecture croisée avec un camarade (le camarade pointerait les erreurs sans les corriger pour que l'élève puisse ensuite les corriger) ou une collaboration avec l'enseignant de lettres, lors d'un travail spécifique de remédiation en accompagnement personnalisé en français pourraient être envisagée.

Prolongements possibles

Bien que la séquence soit déjà longue, il serait possible d'envisager de la prolonger de deux manières.

- Soit en invitant les élèves à visiter le [site internet de l'OCE](#) (office climate education) afin de leur faire étudier des mesures d'atténuation ou d'adaptation prises dans d'autres pays.
- Soit en leur faisant imaginer des solutions d'atténuation qu'il serait possible de prendre au collège afin de les soumettre aux éco-délégués de l'établissement.

Références bibliographiques

- Eric Guilyardi [Comité d'éthique du CNRS](#). (s. d.).
- Ministère de la Transition écologique. (2018, 20 décembre). [Adaptation de la France au changement climatique](#).
- Office for Climate Education. (2024). Le climat entre nos mains : [changement climatique et terres émergées](#).
- Vidard, M., Sarfaty, L., & Weber, R. (2021, 17 février). [Le climat et son changement](#) (Épisode 19) [Podcast]. Dans Olma. France Inter.

Annexes

Annexe 1 : document support des activités des élèves

Activité 1 – Introduction à l'effet de serre



Je vous propose de découvrir le podcast « Olma : Le climat et son changement » (épisode 19) dans lequel Eric Guilyardi intervient.



<https://www.radiofrance.fr/franceinter/podcasts/olma/episode-19-le-climat-et-son-rechauffement-6966972>

Eric Guilyardi est océanographe et climatologue : il est directeur de recherches au CNRS au Laboratoire d'Océanographie et du Climat de l'Institut Pierre-Simon Laplace. Il est spécialiste du phénomène El Niño et plus généralement du rôle de l'océan dans le climat. Son rôle est d'effectuer des recherches sur les variations du climat et de partager son savoir avec le public et de le rendre accessible, notamment pour les élèves des écoles.

a) Écouter le podcast puis répondre aux questions.

Les questions sont dans l'ordre chronologique de l'écoute.

- Relier les mots « climat » et « météo » à leur définition :

météo ▪

▪ C'est une moyenne des conditions météorologiques sur une longue période, plusieurs décennies.

climat ▪

▪ C'est le temps qu'il fait aujourd'hui et dans les jours à venir.

Eric Guilyardi cite quelques origines des variations climatiques au cours du temps. Légender les images qui peuvent les représenter :

Raisons externes			Raisons internes
			

- Nommer au moins 3 gaz responsables de l'effet de serre.
- Expliquer à quoi, Eric Guilyardi compare-t-il les gaz à effet de serre.

- Relever quelle aurait été la température moyenne à la surface de la Terre s'il n'y avait pas eu de gaz à effet de serre dans son atmosphère.
- Expliquer pourquoi l'effet de serre est plus important depuis 150 ans.

b) Zoom sur les gaz à effet de serre.

Cette partie s'intéresse à quelques-unes des molécules responsables de l'effet de serre.

- Entourer, parmi les formules suivantes, en justifiant la réponse, celles associées à des molécules : H_2O , O , CO_2 , O_2 , H , CH_4 , Cl
- Relier, en utilisant vos connaissances, les noms des gaz à leur formule chimique et à leur modèle moléculaire à l'échelle microscopique.

Méthane •	• O_3 •	
Eau •	• CCl_2F_2 •	
Dioxyde de carbone •	• CH_4 •	
Ozone (trioxygène) •	• CO_2 •	
Dichlorodifluorométhane (CFC) •	• H_2O •	

- Donner, en utilisant la classification périodique des éléments, la nature et le nombre d'atomes constituant chacune des 5 molécules citées ci-dessus.

Activité 2 – Les enjeux du changement climatique : cartes à classer

Sur votre table, vous disposez d'[un ensemble de cartes](#) qui illustre les différentes problématiques et les défis posés par le changement climatique.

- En débattant entre vous, classer ces cartes en quatre catégories.
- Après vérification par votre professeur, donner un titre à chacune de ces quatre catégories.

Activité 3 – Causes et conséquences du changement climatique

Dans cette partie, vous allez étudier quelques causes et conséquences du changement climatique. Avant cela, il est important de définir ce qu'est une cause, et ce qu'est une conséquence.

- En vous appuyant sur les catégories établies avec l'activité précédente, proposer une définition des mots :
 - Cause.
 - Conséquence.
- Vérifier vos propositions à l'aide d'un dictionnaire : les corriger ou les compléter si nécessaire.

Voici une liste de connecteurs logiques utilisables pour rédiger un texte présentant les causes ou les conséquences d'un phénomène : **à cause de, alors, parce que, puisque, comme, si bien que, donc, car, ainsi, par conséquent.**

- Classer ces connecteurs logiques dans la bonne colonne du tableau selon qu'il exprime une cause ou une conséquence.

Expression de la CAUSE	Expression de la CONSEQUENCE

- Vous disposez sur votre table d'[une série de fiches](#) présentant des causes et des conséquences du changement climatique.
 - Les trier en deux catégories (causes et conséquences) et appeler le professeur pour confirmation.
 - Recopier les noms des fiches dans le tableau

CAUSES du changement climatique	CONSÉQUENCES du changement climatique

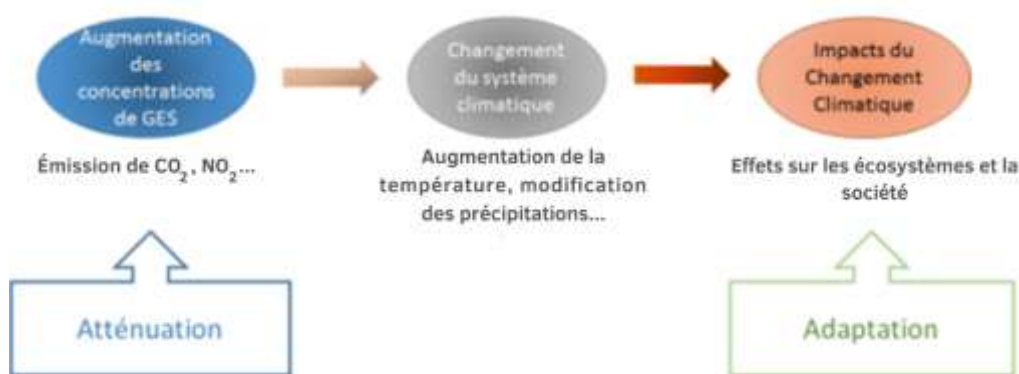
- Choisir une cause et une conséquence proposées en réponse à la question d) puis pour celle choisie, rédiger une phrase complète en utilisant certains connecteurs logiques de la question c).

Activité 4 – Mesures d'adaptation et d'atténuation

Face à l'augmentation de l'effet de serre induite par les activités humaines, il nous appartient à tous de nous adapter et de réagir pour le limiter. Pour cela, nous pouvons prendre des mesures d'atténuation et des mesures d'adaptation.

Les mesures d'atténuation visent à réduire les causes du changement climatique, c'est-à-dire les émissions de gaz à effet de serre.

Les mesures d'adaptation, en agissant sur les conséquences du changement climatique, ont pour objectif de limiter les impacts du changement climatique et les dommages associés sur la population, les activités socio-économiques et sur la nature.



D'après : <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/adaptation-france-changement-climatique>

Vous disposez d'un corpus de [documents présentant](#) une activité humaine contribuant au changement climatique.

- Dans un premier temps, individuellement, lire le titre de l'ensemble documentaire et analyser les différents documents pour en comprendre le sens.
- En groupe, discuter du titre de l'ensemble documentaire et expliquer, à l'oral, en quoi cette activité est une des causes du changement climatique.
- Rédiger ensemble ensuite, en s'appuyant sur les documents, un texte argumentatif d'au moins une dizaine de lignes pour :
 - Expliquer l'impact de l'activité présentée sur l'atmosphère.
 - Présenter au moins une mesure qui peut être prise pour atténuer l'impact de cette activité en détaillant pourquoi elle pourrait être bénéfique.
 - Donner au moins un avantage et un inconvénient de cette mesure.

Ne pas hésiter à se servir de la [fiche de critères de réussite](#) qui est à disposition pour construire le texte argumentatif. Veiller à utiliser les connecteurs logiques vus précédemment.

- Quand votre texte est prêt : l'échanger avec un groupe à proximité pour une relecture croisée.

Vos camarades rempliront [la fiche de critères de réussite](#) et feront des commentaires pour vous aider à améliorer votre texte.

- Récupérer le texte avec l'évaluation de vos camarades et apporter les dernières modifications à votre texte en suivant leurs conseils.

Pour aller plus loin : Se rendre sur la page de l'OCE (office climate education) et indiquer 2 mesures dont vous n'aviez pas connaissance :

<https://www.oce.global/animations/solutions-final/solutions.html>



Annexe 2 : éléments de correction

Activité 1 – Introduction à l'effet de serre

- a) Écouter le podcast puis répondre aux questions.

Météo : C'est le temps qu'il fait aujourd'hui et dans les jours à venir.

Climat : C'est une moyenne des conditions météorologiques sur une longue période, plusieurs décennies.

Raisons externes			Raisons internes
			
Soleil	Éruption volcanique	Effet de serre	Transferts d'énergie thermique entre l'atmosphère et l'océan

- Le méthane, la vapeur d'eau et le dioxyde de carbone sont trois gaz à effet de serre.
- Eric Guilyardi compare les gaz à effet de serre à une couverture.
- S'il n'y avait pas eu de gaz à effet de serre, la température aurait été sur Terre de -18°C.
- L'effet de serre est plus important depuis 150 ans à cause de l'activité humaine (combustion croissante de ressources d'énergies fossiles : charbon, pétrole, gaz...).

b) Zoom sur les gaz à effet de serre.

- Une molécule est constituée de plusieurs atomes liés entre eux. Aussi les formules associées à des molécules sont : H_2O , CO_2 , O_2 , CH_4 .
- Récapitulatif des noms des gaz, de leur formule chimique, leur modèle moléculaire à l'échelle microscopique et leur composition atomique.

Méthane	CH_4		Une molécule de méthane contient 1 atome de carbone et 4 atomes d'hydrogène
Eau	H_2O		Une molécule d'eau contient 1 atome d'oxygène et 2 atomes d'hydrogène
Dioxyde de carbone	CO_2		Une molécule de dioxyde de carbone contient 1 atome de carbone et 2 atomes d'oxygène
Ozone (trioxygène)	O_3		Une molécule d'ozone contient 3 atomes d'oxygène
Dichlorodifluorométhane (CFC)	CCl_2F_2		Une molécule de dichlorodifluorométhane contient 1 atome de carbone, 2 atomes de chlore et 2 atomes de fluor.

Activité 3 – Causes et conséquences du changement climatique

Définitions des mots :

- Cause : ce qui produit quelque chose ; raison ou origine de quelque chose
- Conséquence : est le résultat ou effet qui découle d'un acte ou d'un événement

Classement des connecteurs logiques selon qu'ils expriment une cause ou une conséquence.

Expression de la CAUSE	Expression de la CONSEQUENCE
à cause de car puisque comme parce que	alors si bien que donc par conséquent ainsi

Classement des titres des fiches selon qu'elles présentent une cause ou une conséquence du réchauffement climatique.

CAUSES du réchauffement climatique	CONSÉQUENCES du réchauffement climatique
Évolution au cours du temps de la masse de dioxyde de carbone émis mondialement, associés aux ressources fossiles	Évolution de la date de floraison des cerisiers japonais
Répartition des émissions mondiales de gaz à effet de serre.	Les premiers réfugiés climatiques de Miquelon
Masse de méthane émis par animal et par an	Localisation des feux en Australie en décembre 2019
Évolution de la déforestation au Brésil	Évolution du nombre d'évènements météorologiques extrêmes entre 1900 et 2016
	Évolution du nombre d'inondations entre 1950 et 2000
	Évolution de la température moyenne dans le monde
	Une ressource en eau qui diminue
	Évolution du niveau marin en mm

Annexe 3 – Cartes à classer

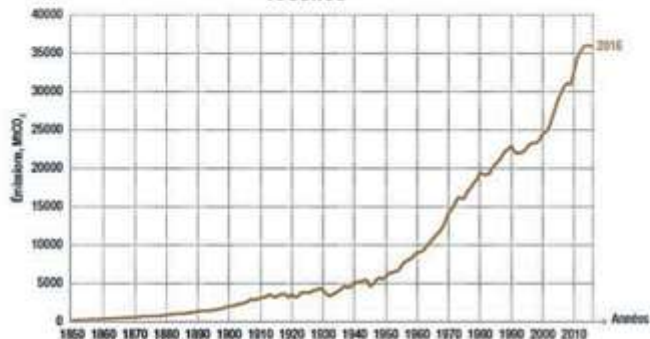
Activité 2 – Les enjeux du changement climatique : cartes à classer

Série de cartes : ces cartes, découpées individuellement, doivent être distribuées aux élèves en les mélangeant, sans que les catégories (causes/conséquences/mesures d'atténuation/ mesures d'adaptation) n'apparaissent.



Activité 3 – Causes et conséquences : cartes à classer

Evolution au cours du temps de la masse de dioxyde de carbone émis mondialement, associés aux ressources fossiles



MTCO₂, sigle « million de tonnes de dioxyde de carbone ».

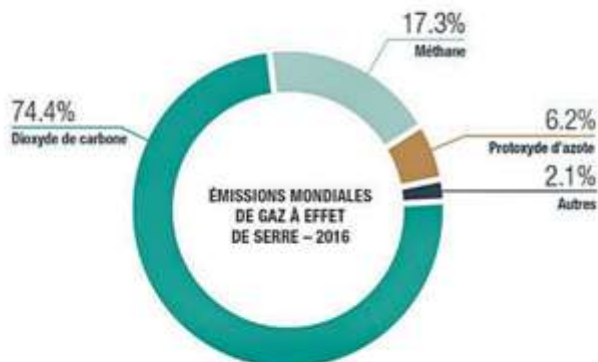
Source : US EIA Historical Statistics for 1900-2016, US Energy Information Administration, World Bank, Camptider.org, via : <https://www.theshiftdataportal.org>

Evolution de la date de floraison des cerisiers japonais



Source : Aono and Katsui, 2008 ; Aono and Saito, 2010 ; Aono, 2012 ; Aono (2012) ; Chikyu Kankyo (Global Environment), 17, 21-29
<http://atmoserv.nvri.osaka-u.ac.jp/aono/hyophysiotemp4/>

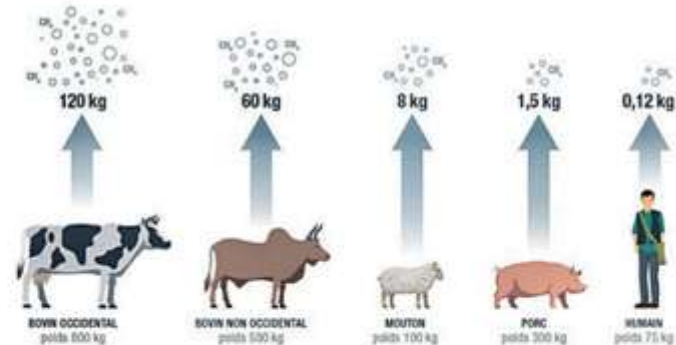
Répartition des émissions mondiales de gaz à effet de serre



Source : Adapté de <https://ourworldindata.org/uploads/2020/05/Global-GHG-Emissions-by-gas.png> (données du WRI, 2016)

Masse de méthane émis par animal et par an

Les vaches - comme les autres ruminants, tels que les buffles ou les moutons - ont un estomac particulier : en fait, elles en ont 4 ! Chaque « poche » de l'estomac contient des millions de microbes qui décomposent l'herbe en énergie utilisable par la vache. Au cours de ce processus, ils produisent également du méthane, un gaz à effet de serre qui contribue au réchauffement de la planète et qui est libéré dans l'atmosphère par les ruts, les pets et les bouses des vaches.



Source : Adapté de NASA's Goddard Institute for Space Science.

Localisation des feux en Australie en décembre 2019

Chaque point jaune, orange ou rouge représente un feu de forêt. Lors des mégafeux de 2019-2020, les différents feux cumulés ont touché près de 100 000 km².



Source : Capture d'écran de <https://myfirewatch.landgate.wa.gov.au/> - Décembre 2019.

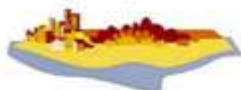
Evolution de la déforestation au Brésil



Les premiers réfugiés climatiques de Miquelon

Aujourd'hui

À Saint-Pierre-et-Miquelon, l'élévation du niveau marin est de 3 mm par an depuis 1993. Le projet de déplacement du village de Miquelon (627 habitants), sur un site moins exposé au risque de submersion marine, est entré dans sa phase opérationnelle.



En 2100

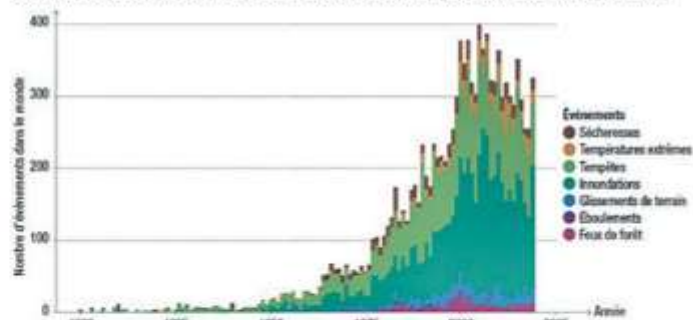
La montée des eaux à Saint-Pierre-et-Miquelon devrait atteindre 0,7 mètre.



Source : <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/adaptation-france-changement-climatique>

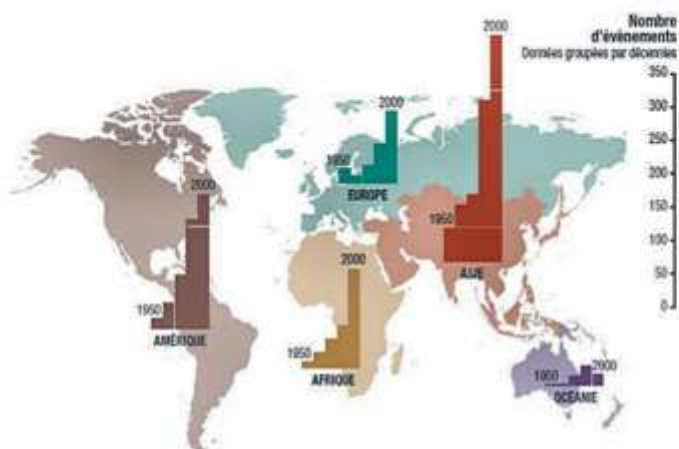
Evolution du nombre d'événements météorologiques extrêmes entre 1900 et 2016

DOCUMENT 1 : ÉVOLUTION DU NOMBRE D'ÉVÉNEMENTS MÉTÉOROLOGIQUES EXTRÊMES ENTRE 1900 ET 2019



Source : Adapté de la base EM-DAT (2019) : OFDA/CRED International Disaster Database, Université catholique de Louvain - Bruxelles - Belgique.

Evolution du nombre d'inondations entre 1950 et 2000



Source : Adapté de Millennium Ecosystem Assessment, 2007. <https://www.globe-nature.com/1002>

Une ressource en eau qui diminue

Les précipitations restent globalement stables à l'année, mais l'évaporation est plus importante, menant à une baisse de la ressource en eau

Impacts

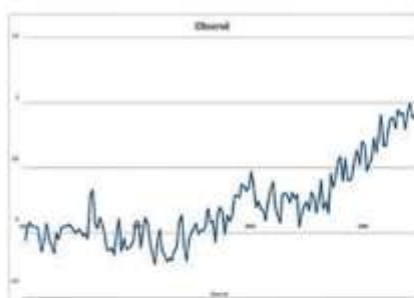
→ attente chiffres Explore2



Source : <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/adaptation-france-changement-climatique>

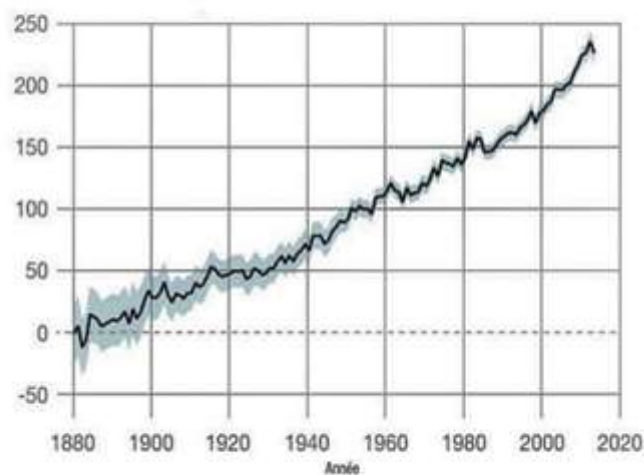
Evolution de la température moyenne dans le monde

Changement de la température de la surface mondiale (moyenne annuelle) observée entre 1850 et 2020



Source : GIEC, 2022

Evolution du niveau marin en mm



Source : Données de la NASA – <https://climate.nasa.gov/vital-signs/sea-level/>

Annexe 4 – Divers Corpus de documents pour l'activité 4

Corpus de documents n° 1 : l'élevage intensif de bovin

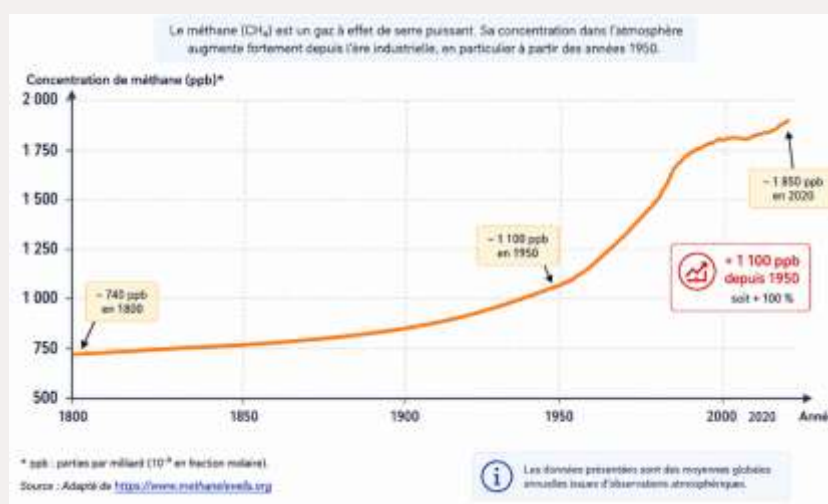
Un élevage intensif est un type d'exploitation dans lequel les meilleurs rendements possibles sont recherchés, tout en réduisant au minimum les dépenses. Ce type d'élevage est apparu après la Seconde Guerre mondiale et est particulièrement développé aux États-Unis, au Brésil et en Inde. Un grand nombre d'animaux y est confiné sur une faible surface

Document 1 :

Les bovins comme les autres ruminants, ont un estomac particulier : en réalité, ils n'en ont pas un mais quatre ! Chaque « estomac » contient des millions de microbes qui transforment l'énergie contenue dans l'herbe qu'elle avale en énergie utilisable pour la vache. Ce faisant, elles produisent aussi du **méthane** qui se retrouve dans l'atmosphère lorsque les vaches rotent ou pètent et qui est aussi émis par leur bouse.

Document 2 :

Évolution de la concentration mondiale de méthane dans l'atmosphère.



Le méthane est un **gaz à effet de serre** plus puissant que le dioxyde de carbone (puisque'il peut réchauffer l'atmosphère jusqu'à 30 fois plus que le CO₂)

Document 3 :

La fermentation de déchets alimentaires ou de bouse de vache sans dioxygène, par exemple, est une **transformation chimique** durant laquelle du méthane est produit.

Ce processus peut être utilisé pour valoriser ce méthane comme source d'énergie (qui peut servir à produire de la chaleur, de l'électricité ou des carburants) : **c'est la méthanisation**.



<https://www.oce.global/fr/resources/videos/clim-sols-et-biogaz>

Source des documents : https://www.oce.global/sites/default/files/2024-02/OCE_Changement%20climatique%20et%20terres%20C3%A9merg%C3%A9es.pdf

Corpus de documents n° 2 : l'utilisation des moteurs thermiques pour se déplacer

Document 1 :

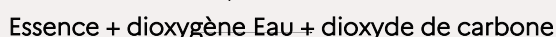
Avec 130,5 millions de tonnes équivalent CO₂ (Mt CO₂ éq) émises en 2022, le secteur des transports reste le **premier contributeur** aux émissions de gaz à effet de serre (GES) en France (32 %), avant les secteurs de l'agriculture (19 %) et de l'industrie manufacturière (18 %).

Les émissions de GES des transports émanent principalement de la combustion de carburants d'origine fossile (essence, gazole, GPL) par les moteurs des véhicules. Une part marginale de gaz fluorés (HFC) provient de la climatisation des véhicules.

Document 2 :

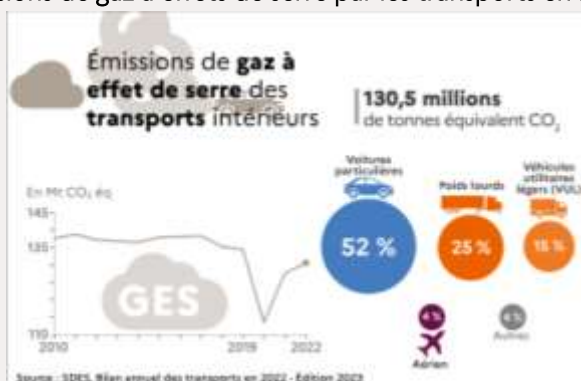
Dans un moteur thermique, la combustion de l'essence ou du gazole est une transformation chimique au cours de laquelle il se forme de l'eau et du dioxyde de carbone.

La combustion de l'essence est modélisée par le bilan suivant :



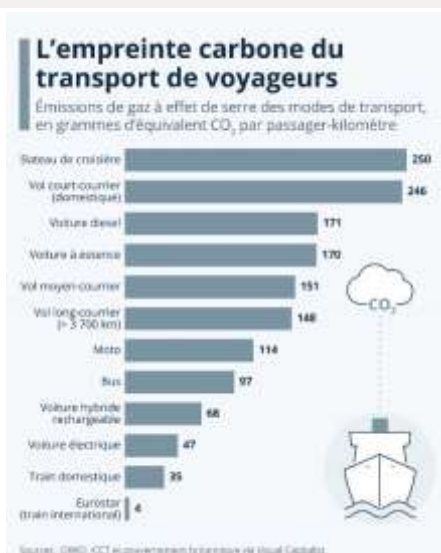
Document 3 :

Émissions de gaz à effets de serre par les transports en France



La stratégie nationale bas-carbone prévoit une décarbonation totale des transports d'ici 2050. L'enjeu est considérable pour ce secteur dont les émissions de GES évoluent peu depuis 30 ans.

Document 4 :



Corpus de documents n° 3 : la production d'électricité dans le monde

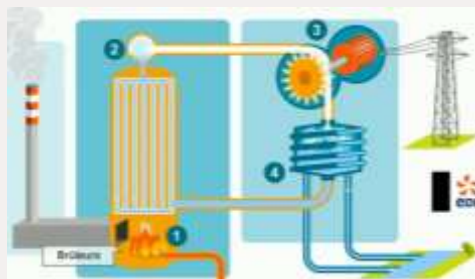
Document 1 :

Se loger, se déplacer, se chauffer, se rafraîchir, se nourrir, fabriquer des objets à partir de matières premières... ces besoins et activités humaines nécessitent l'utilisation d'énergie électrique. Ces besoins en énergie sont devenus considérables à l'échelle de la planète. Voici la répartition des ressources en énergie à partir desquelles est produite l'énergie électrique.



Document 2 :

Principe de fonctionnement d'une centrale à charbon



Source : site EDF

Pour produire de l'électricité, le charbon est utilisé comme combustible. Il brûle dans une chaudière, où la chaleur qu'il dégage transforme l'eau en vapeur. Cette vapeur fait tourner une turbine rattachée à un alternateur. C'est le mouvement de cette turbine qui permet d'obtenir de l'électricité.

Document 3 :

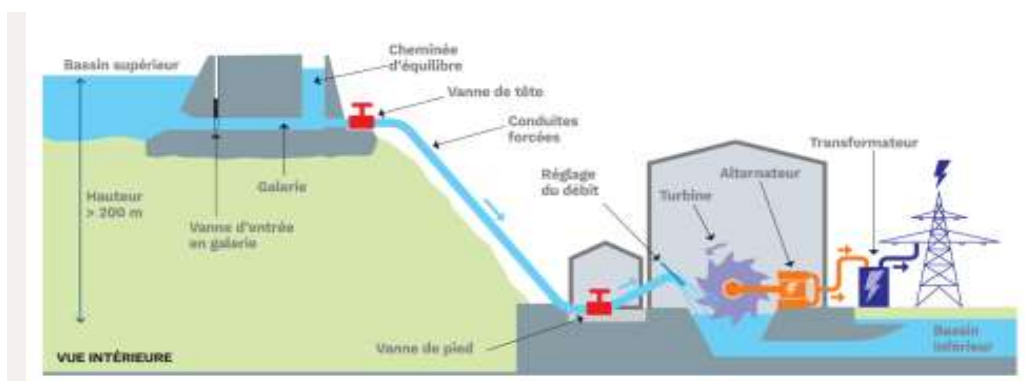
La combustion est une transformation chimique entre un combustible (bois, charbon, pétrole...) et un comburant (ici, du dioxygène) durant laquelle il se forme notamment du dioxyde de carbone.

La combustion du charbon (constitué essentiellement de carbone) est modélisée par l'équation de transformation suivante :



Document 4 : Principe de fonctionnement d'une centrale hydroélectrique

Dans une centrale hydroélectrique, le mouvement de l'eau est utilisé pour faire tourner une turbine qui entraîne un alternateur. Celui-ci convertit l'énergie de mouvement de l'eau en énergie électrique.



Source : [Site EDF](#) Activité 4 - Fiche à destination des élèves « mots de liaisons pour rédiger un texte »

Annexe 5 – Fiche à destination des élèves « mots de liaisons pour rédiger un texte »



Annexe 6 – Fiche de critères de réussite : « texte argumentatif »

FICHE DE CRITÈRES DE RÉUSSITE

RÉDIGER UN TEXTE ARGUMENTATIF



Toutes les étoiles sont à colorier lorsque le critère est respecté.

LA FORME

- _ Le texte fait au moins 10 lignes.
- _ Le texte est aéré et agréable à lire.
- _ Le texte contient 3 parties : une introduction, un développement et une conclusion.
- _ L'introduction présente l'activité humaine qui contribue au réchauffement climatique.
- _ Le développement expose la mesure d'atténuation retenue par le groupe.
- _ La conclusion rappelle le sujet et reprend les idées clés du texte réalisé.



MAÎTRISE DE LA LANGUE

- _ Les mots sont correctement orthographiés.
- _ Des mots de liaison ont été utilisés.
- _ Les phrases sont plutôt courtes facilitant la compréhension.
- _ Le langage employé est adapté (pas de mot familier).



QUALITÉ DU CONTENU

- _ Le texte explique l'impact de l'activité présentée sur l'atmosphère.
- _ Le texte présente au moins une mesure d'atténuation qui peut être prise pour limiter son impact sur le réchauffement climatique.
- _ Le texte donne au moins un avantage et un inconvénient de prendre une telle mesure.



CONSEILS POUR PROGRESSER

_ Conseils des camarades :

_ Conseils du professeur :