



ACTIVITÉS PÉDAGOGIQUES



Multimodalité des transports et impact sur les changements climatiques

- > 5e Primaire
- > 2e Secondaire
- > Activité segmentable
- > Mathématique
- > Citoyenneté

Les étapes correspondent davantage à une situation complexe de réinvestissement.

Dans cette fiche sont reprises les principales compétences.

Le choix d'un moyen de transport n'est pas toujours évident. Il faut prendre en compte plusieurs paramètres (durée, prix, pollution). Le but de cette activité est de fournir aux élèves tous les éléments afin de leur permettre de poser un choix éclairé. Ils auront également l'occasion de comprendre que les transports produisent du CO₂ et participent aux changements climatiques.

Menu de l'activité

Étape 1 : Mise en évidence de la production de CO₂ par les moteurs

Étape 2 : Multimodalité et choix des transports les plus adaptés

Objectifs pédagogiques

- Comprendre la relation entre les déplacements et les changements climatiques
- Permettre à l'élève de poser un choix en fonction de critères complexes

LIENS AVEC BELEXPO



LIENS AVEC LES RÉFÉRENTIELS

- **Mathématique**
- **Compétences transversales**
- Résoudre, raisonner et argumenter

- Traitement de données
- Interpréter des tableaux, des graphiques, des diagrammes

- **Citoyenneté**
- S'engager dans la vie sociale et l'espace démocratique : prendre en compte les interdépendances locales et globales en matière environnementale. Construire une pensée autonome et critique :

Matériel

À disposition

- Fiche enseignants
- Fiche élèves (1 par élève)

À prévoir

- 1 bougie chauffe-plat
- 1 petit bocal à confiture avec son couvercle
- Des allumettes (longues) ou 1 briquet (long)
- De l'eau de chaux (vendue en pharmacie ou droguerie)
- 1 paille
- 1 verre à eau

Déroulement

Ouverture

Annonce aux élèves de l'intention de l'activité (voir *Objectifs*) et des différentes étapes (voir *Menu*)

Étape 1 : Mise en évidence de la production de CO₂ par les moteurs

- L'enseignant questionne les élèves sur la notion de pollution :
« Pourquoi dit-on qu'une voiture pollue ? »
Les élèves vont peut-être évoquer l'odeur ou la couleur des gaz d'échappement. A ce stade, il est important de souligner que le CO₂ est un gaz **inodore** et **invisible**. L'enseignant pose des questions sur ce qui permet à un moteur de fonctionner.



Les notions d'énergie, d'essence, de pétrole, de gaz, etc. vont se retrouver dans les réponses des élèves.

- L'enseignant amène les élèves à se questionner sur les émissions de gaz quand quelque chose est brûlé et fournit de la chaleur (comme dans un moteur).

Hypothèse 1 : Des gaz sont émis à la combustion d'un hydrocarbure.

- Pour vérifier, l'enseignant propose aux élèves de réaliser en une expérience en sous-groupes.

Expérience 1

- Placer une bougie dans un bocal, l'allumer et refermer le couvercle.
- Observer ce qui se produit.

=> Rapidement la flamme vacille puis diminue pour enfin s'éteindre.

Conclusion 1 : Quelque chose d'autre que l'oxygène est émis et c'est invisible et inodore.

- Questionner en collectif les élèves à propos du gaz émis.
La notion de CO₂ va rapidement être avancée. C'est le même gaz que celui émis lorsque l'on expire (souvent appelé le « mauvais air »).

Hypothèse 2 : Le gaz émis est le CO₂.

- Pour vérifier que le gaz émis contient du CO₂, l'enseignant propose une seconde expérience.

Expérience 2

- Souffler (doucelement) avec une paille dans un verre qui contient de l'eau de chaux. Ce liquide se trouble lorsqu'il est en présence du CO₂.
- Observer ce qui se produit.

=> Le CO₂ contenu dans l'air expiré trouble l'eau.

Conclusion : L'air contient du CO₂.

- Verser +- 3cm d'eau de chaux dans le fond d'un bocal, y déposer bougie chauffe-plat (sans la mouiller) puis l'allumer et fermer le bocal avec le couvercle.
- => La flamme de la bougie vacille, puis s'éteint. L'eau de chaude devient laiteuse.

Conclusion 2 : La combustion d'un hydrocarbure émet du CO₂.

Cette expérience met en valeur l'émission de CO₂ lors d'une combustion.

Pour aller plus loin : Certains élèves auront remarqué un dégagement de fumées. Celles-ci sont en fait des particules qui sont émises, mais ne sont pas du tout du CO₂.

Autre observation : il y a de la buée qui se dépose sur les parois du bocal fermé. En effet, la combustion consomme de l'oxygène (O₂ contenu dans notre air) et transforme l'énergie chimique d'un hydrocarbure en chaleur. Cette réaction produit du CO₂ et du H₂O sous forme gazeuse (la vapeur d'eau).

Étape 2 : Multimodalité et choix des transports les plus adaptés

2.1. Réflexion sur les modes de transport

Avant d'aller plus loin, il est important que les élèves comprennent le principe de multimodalité.

- L'enseignant questionne les élèves sur les différents types de transport qui existent.
- Les élèves listent individuellement ou en sous-groupes tous les modes de transport qu'ils connaissent.
- Les réponses sont mises en commun et notées au tableau.

Coup de pouce méthodologique

Pour aller plus loin ou pour les élèves plus âgés, l'enseignant peut aussi demander aux élèves de préciser le type d'énergie utilisé par chaque moyen de transport trouvé, s'il est polluant ou propre et s'il est partagé (voir fiche enseignant).

Lors de la mise en commun, il est intéressant de permettre aux élèves de prendre conscience qu'il n'existe pas une seule façon de se déplacer et que l'on peut se rendre à un même endroit de différentes manières.

Il est intéressant d'amener les élèves à bien distinguer deux catégories de transport : le transport de personnes et le transport de marchandises. Par facilité, nous conseillons à l'enseignant de continuer à travailler uniquement sur le transport de personnes.

2.2. Analyse du trajet de l'exposition

En collectif, les élèves passent en revue le trajet réalisé pour se rendre à l'exposition. A l'exception de la colonne Classement, ils complètent la ligne Trajet réalisé (fiche élèves 1).

Pour calculer les émissions de CO2 par élève, ils doivent utiliser le tableau 2 (fiche enseignant : tableau 2).

2.3. Comparaison avec d'autres trajets

- En sous-groupe, les élèves envisagent d'autres trajets à partir d'un site cartographique (free mapas ou d'autres applications) qui permet de simuler différents trajets et d'en estimer le temps de parcours.
- Une fois les trajets identifiés, ils complètent le tableau et effectue les calculs nécessaires. Le tableau leur permet de comparer les différentes possibilités.

Exemple de tableau

Trajet	Durée	Prix / Élève	Émission de CO2 / Élève	Classement
Vélo	20 min	0 €	0 g	1
À pieds	1h55	0 €	0 g	5
Autocar privé	18 min	6 €	142 g	2
Bus + Métro + Marche	43 min	0 €	344 g	4
Tram + Marche	49 min	0 €	215 g	3
Chacun en voiture	18 min	2,60 €	1130 g	6

Dans l'exemple ci-dessus, le moyen privilégié a été le vélo.
En effet, le trajet se réalise en grande partie sur une promenade verte et sur une piste.

- Mise en commun des résultats et des démarches des sous-groupes

Coup de pouce méthodologique

Même si la distance ne figure pas dans le tableau de la fiche 1, il est nécessaire de recueillir cette info pour pouvoir calculer les émissions de CO₂.

Cette activité peut être bien évidemment réalisée pour d'autres sorties. Plus la distance est importante, plus l'expérience se révèle intéressante.

Afin d'alléger la tâche des plus jeunes, il peut être pertinent de :

- répartir le travail entre les élèves, chaque sous-groupe s'occupe de calculer une simulation (groupe 1 : trajet en car, groupe 2 : tram + marche, ...)
- limiter le nombre de simulations. L'intérêt n'est pas d'envisager toutes les possibilités mais bien de percevoir que le mode de déplacement peut avoir un impact sur l'environnement.

Pour les plus âgés, l'enseignant pourra compléter son tableau en demandant aux élèves de préciser le type d'énergie utilisé par chaque moyen de transport, s'il est polluant et s'il est partagé (fiche enseignant : tableau 1).

Si différents modes de déplacement sont proposés pour se rendre au musée au cours du même trajet, prendre en compte l'entièreté de la proposition. La tâche en sera d'autant plus intéressante.

Pour les plus jeunes, l'enseignant peut en amont identifier les différentes possibilités de trajet.

Afin de diminuer la complexité de la tâche, l'enseignant peut mettre directement à disposition des élèves les tarifs des transports en commun, le prix de l'essence, du diesel, ... Dans le cas contraire, les élèves devront rechercher l'information avant de réaliser les calculs.

2.4. Choix des modes de transport à privilégier

- L'enseignant va tour à tour proposer aux élèves de voter pour un type de transport à privilégier en fonction d'un critère proposé (fiche enseignant tableau 3).

A chaque tour, l'enseignant propose 1 critère différent. L'enseignant détermine le nombre de tours en fonction du nombre de critères qu'il veut traiter. Les élèves sont répartis en binôme.

- Pour chaque tour, l'enseignant inscrit au tableau la répartition des votes.
- Après chaque vote, les élèves sont invités à argumenter leurs choix et à en débattre.
- Lorsque l'enseignant a proposé tous les critères qu'il souhaite, la classe observe la répartition des votes.

« Y a-t-il des trajets qui récoltent plus de votes ?

Certains trajets répondent-ils à plusieurs critères ? »

- Pour conclure, chaque binôme propose son classement final (du trajet qu'il privilégie le plus à celui qu'il privilégie le moins) et précise les raisons.

Coup de pouce

Le choix d'un moyen de transport se base parfois sur des critères personnels et le choix des uns ne convient pas toujours aux autres. L'intérêt est de pouvoir argumenter ses choix en faisant des liens avec ce qui aura été vécu durant l'activité et lors de l'exposition.

Si les élèves se focalisent uniquement sur la durée, il peut être utile de leur demander quels autres critères seraient décisifs dans le cas de plusieurs trajets de même durée.

L'enseignant peut proposer des critères plus complexes, « plus subjectifs » de prime à bord (exemple : le trajet qui permet la plus grande détente) pour inciter le débat entre les élèves.



FICHE ENSEIGNANT



Quelques repères

Tableau 1

Type	Énergie utilisée	Émission de CO2	Utilisateur
Vélo	Mécanique	Propre	Individuel
À pieds	Mécanique	Propre	Individuel
Voiture	Fossile / Électrique	Polluant	Individuel / Partagé
Bus	Fossile / Électrique	Polluant	Partagé
Tram	Électrique	Polluant	Partagé
Métro	Électrique	Polluant	Partagé
Train	Fossile / Électrique	Polluant	Partagé
Moto / Scooter	Fossile / Électrique	Polluant	Individuel / Partagé
Autocar privé	Fossile / Électrique	Polluant	Partagé
Bateau	Fossile	Polluant	Partagé
Avion	Fossile	Polluant	Partagé
Taxi	Fossile / Électrique	Polluant	Partagé
...

Tableau 2

L'impact sur l'environnement peut être très différent d'un mode de transport à l'autre. Nous avons vu précédemment que tous les moteurs émettent du CO2 et participent ainsi à l'effet de serre (et donc aux changements climatiques). L'enseignant peut utiliser le tableau ci-dessous pour comparer l'impact sur l'environnement des différents modes de transport envisagés.

Type	CO2 / Km / Passager
Vélo / Marche	0 g
Métro	20 g
Tram	30 g
Bus	110 g
Train	26 g
Autocar rempli à 50%	32 g
Autocar rempli à 100%	16 g
Voiture (autosoliste)	190 g
Voiture partagée à 2	95 g
Voiture partagée à 4	47,5 g

Source : stib.be et Bruxelles-Environnement via : http://www.enquetemobilite.irisnet.be/static/impact_fr.pdf

Informations complémentaires

Pour les enseignants de secondaire :

1 tonne de CO2 équivaut approximativement à :

- 1 aller simple Bruxelles / New York en avion pour une personne (en tenant compte du CO2 émis et de l'impact des autres gaz à effet de serre, entre autres les traînées blanches de condensation -> H2O).
- 6 allers simples Bruxelles/Lyon en avion pour une personne (en tenant compte du CO2 émis et de l'impact des autres gaz à effet de serre, entre autres les traînées blanches de condensation -> H2O).
- Le chauffage d'un appartement pendant une année (Source CO2 logic).

Une boule de l'Atomium pourrait contenir 5 tonnes de CO2 pur.

Les émissions en CO2 du Belge moyen équivalent chaque année au contenu de plus de 2 boules de l'Atomium.

A l'échelle de la Belgique, l'équivalent du contenu de 30 millions de boules de l'Atomium est émis chaque année. Imaginez 30 millions de boules de l'Atomium dans le ciel...

Quel volume représente 1 kg de CO2 ?

1kg de CO2 = 0,51 m³ (soit un cube d'environ 80cm de côté)

Détails du calcul :

1. Calculer la masse molaire du CO2 = 44 g/mol (CO2 = 12 g + 2X16 g = 44 g)

2. Calculer la quantité de matière 1 kg de CO2 = 22,73 mol (1000 g / 44 g/mol)

Volume molaire = 22,4 l

(condition normale de température et de pression : 0°C et 1 atmosphère)

3. Calculer le volume d'1 kg de CO2 = 22,73 mol × 22.4 L/mol = 509,2 L = 0,51 m³

Tableau 3 : exemples de critère et de tableau de votes

Critères	Votes			
	Trajet 1	Trajet 2	Trajet 3	T ...
Le trajet qui sera le plus rapide	6 binômes		9 binômes	
Le trajet qui coutera le moins cher	2 binômes	3 binômes		10 binômes
Le trajet qui génère le moins de CO2				
Le trajet durant lequel nous serons le plus en sécurité				
Le trajet qui encombrera le moins la ville				
Le trajet qui réduira le plus les nuisances sonores				
Le trajet qui nous permettra le plus de nous détendre				
...				



FICHE ÉLÈVES



Trajets : comparatif

Trajet	Durée	Prix/élève	Émission CO2/élève	Classement
Trajet réalisé				

Autres trajets	Durée	Prix/élève	Émission CO2/élève	Classement