

# ACTIVITÉS pédagogiques

4<sup>e</sup> primaire à  
2<sup>e</sup> secondaire

durée :  
segmentable

SCIENCES  
MATHÉMATIQUES

## MULTIMODALITE DES TRANSPORTS ET IMPACT SUR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

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 fiche 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 CO<sub>2</sub> et participent aux changements climatiques.

### MENU DE LA FICHE :

Etape 1 : Mise en évidence de la production de CO<sub>2</sub> des moteurs (**durée +- 1 période**)

Etape 2 : Multimodalité et choix des transports les plus adaptés (**durée +- 2 périodes**)

### LIENS AVEC L'EXPOSITION

- Permettre un choix éclairé du moyen de transport pour venir à l'exposition

### OBJECTIFS PEDAGOGIQUES

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

### MATÉRIEL (par groupe)

- 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

### ETAPE 1 : Mise en évidence de la production de CO<sub>2</sub> par les moteurs

1. 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 CO<sub>2</sub> 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.

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

Exemple hypothèse 1 : des gaz sont émis à la combustion d'un hydrocarbure.

3. On peut rapidement faire une expérience pour le vérifier : placer une bougie dans un bocal, l'allumer et refermer le couvercle -> rapidement la flamme vacille puis diminue pour enfin s'éteindre.

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

*Pour aller plus loin : la paraffine (C<sub>n</sub>H<sub>2n+2</sub>) est bien un hydrocarbure. Elle est un distillat de pétrole raffiné. Elle sert de base à la fabrication des bougies.*

4. Les élèves vont essayer de comprendre quel gaz est émis. La notion de CO<sub>2</sub> va rapidement être avancée. C'est le même gaz que celui qui est émis dans la respiration lors de l'expiration (souvent appelé le « mauvais air »).

Exemple Hypothèse 2 : Le gaz émis est le CO<sub>2</sub>.

Cette activité propose aux élèves une situation complexe qui sollicite plusieurs compétences transversales, ainsi que des savoirs et des savoir-faire. Sont repris ici uniquement les principaux.

### COMPÉTENCES

#### • Mathématiques

- Résoudre, raisonner et argumenter
- Interpréter des tableaux, des graphiques, des diagrammes
- Organiser selon plusieurs critères

#### • Eveil

- Emettre des hypothèses
- Traduire l'observation de phénomènes réels en décrivant les modifications et les changements à l'issue d'une expérience.

5. Pour vérifier que le gaz émis contient du CO<sub>2</sub>, l'enseignant propose d'utiliser un liquide qui se trouble en présence du CO<sub>2</sub> : l'eau de chaux.

Pour vérifier ce phénomène, les élèves soufflent (doucelement) avec une paille dans un verre contenant de l'eau de chaux. -> Le CO<sub>2</sub> contenu dans l'air expiré trouble l'eau.

Ensuite, les élèves réalisent une expérience afin de mettre en valeur l'émission de CO<sub>2</sub> lors d'une combustion : On verse +- 3cm d'eau de chaux dans le fond d'un bocal. Une bougie chauffe-plat est déposée (sans la mouiller) puis allumée. Le couvercle du bocal est refermé. -> La flamme de la bougie vacille puis s'éteint. L'eau de chaux devient laiteuse.

Résultat 2 : La combustion d'un hydrocarbure émet du CO<sub>2</sub>.

*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 CO<sub>2</sub>. 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 (O<sub>2</sub> contenu dans notre air) et transforme l'énergie chimique d'un hydrocarbure en chaleur. Cette réaction produit du CO<sub>2</sub> et du H<sub>2</sub>O sous forme gazeuse (la vapeur d'eau).*

## ETAPE 2 : Multimodalité et choix du transport le plus adapté

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

Pour cela l'enseignant va questionner les élèves sur les différents types de transport qui existent. Le travail peut se réaliser en sous-groupes afin de permettre à tous de s'investir. Les réponses sont mises en commun et notées au tableau (voir exemple ci-après).

A cette étape, il est important 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.

*Pour aller plus loin : L'enseignant pourra compléter ses questions 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.*

- ➔ Y a-t-il un seul moyen d'aller d'un point à un autre ?  
Evidemment pas ! Mais alors, qu'est-ce qui conditionne nos choix pour nous déplacer ?

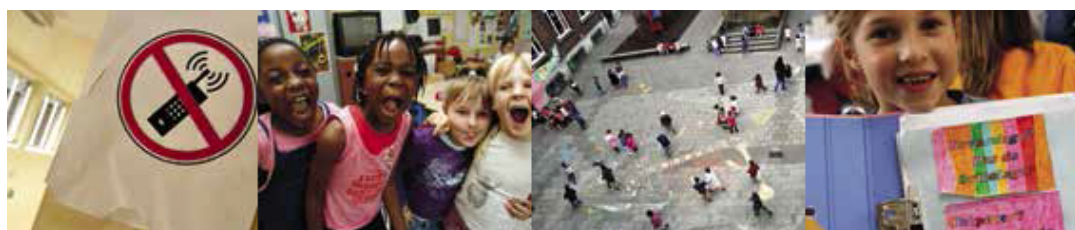


Tableau-type des moyens de transport:

Type	Energie utilisée	Emission de CO <sub>2</sub>	Utilisateur
Vélo	Mécanique	propre	Individuel
A pied	Mécanique	propre	Individuel
Voiture	Fossile ou électrique	polluant	Individuel ou partagé
Bus	Fossile ou électrique	polluant	Partagé
Tram	Electrique	polluant	Partagé
Métro	Electrique	polluant	Partagé
Train	Fossile ou électrique	polluant	Partagé
Moto/scooter	Fossile ou électrique	polluant	Individuel ou partagé
Autocar privé	Fossile ou électrique	polluant	Partagé
Bateau	Fossile	polluant	Partagé
Avion	Fossile	polluant	Partagé
Taxi, etc.	...		

**LE SAVIEZ-VOUS ?**

> Intermodalité ou multimodalité ? Ces 2 mots sont originaires du transport de marchandises et signifient tous les 2 l'utilisation de plusieurs modes de transport au cours d'un même trajet. Mais pour le transport de marchandises, une autre notion intervient :

- Multimodal signifie qu'un seul contrat d'acheminement est passé,
- Intermodal signifie qu'un contrat différent est passé pour chaque mode de transport utilisé.

Source : shippingandfreightresource.com

2. L'enseignant propose aux enfants d'étudier le trajet pour se rendre à l'exposition. Comment peut-on s'y rendre ? En autocar privé, à vélo, en marchant, en transport public (STIB, SNCB, etc.)

*Cette démarche est valable pour toute sortie scolaire. Plus la distance est importante, plus l'expérience se révèle intéressante !*

Un site cartographique (google, free maps) est un outil très intéressant pour planifier cet itinéraire. Il permet de simuler un trajet et d'en estimer le temps de parcours. Cet outil est très efficace pour comparer les itinéraires par mode de transport.

Les élèves remplissent au fur et à mesure un tableau leur permettant de comparer les différentes possibilités (voir exemple ci-après).

3. A temps égal (par exemple autocar privé et vélo), quels sont les autres critères qui vont nous permettre d'établir un choix éclairé ?

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.

Source : stib.be et Bruxelles-Environnement via [http://www.enquetemobilite.irisnet.be/static/impact\\_fr.pdf](http://www.enquetemobilite.irisnet.be/static/impact_fr.pdf)

Type	CO <sub>2</sub> / km / passager
Vélo / Marche	0g
Métro	20g
Tram	30g
Bus	110g
Train (SNCB)	26g
Autocar rempli à 50%	32g
Autocar rempli à 100%	16g
Voiture (autosoliste)	190 g
Voiture partagée à 2	95 g
Voiture partagée à 4	47,5 g



4. D'autres critères tels que la durée, le prix ou la sécurité peuvent être déterminants. Le cas échéant, il peut être intéressant d'ajouter une ou plusieurs colonnes.
5. Et maintenant, comment choisir ? Pour finir, les élèves élaborent une conclusion basée sur leur analyse. 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...

Dans l'exemple ci-dessous, le moyen privilégié a été le vélo. En effet, le trajet se réalise en grande partie sur une promenade verte et sur une piste cyclable séparée et les élèves ont tous reçu leur « brevet du cycliste » cette année.

Type	Durée	Prix / élève	Emission CO <sub>2</sub> / élève	Classement
Vélo	20 min.	0 €	0g	1
A pied	1h55	0 €	0g	5
Autocar privé	18 min	6 €	142g	2
Bus + métro + marche	43 min	0 €	344g	4
Tram + marche	49 min	0 €	215g	3
Chacun en voiture	18 min	2,6 €	1130g	6

Pour les enseignants de secondaire :

- 1 tonne de CO<sub>2</sub> équivaut approximativement à :
- 1 aller simple Bruxelles/New-York en avion pour une personne (en tenant compte du CO<sub>2</sub> émis et de l'impact des autres gaz à effet de serre, entre autres les trainées blanches de condensation → H<sub>2</sub>O)
  - 6 allers simples Bruxelles/Lyon en avion pour une personne (en tenant compte du CO<sub>2</sub> émis et de l'impact des autres gaz à effet de serre, entre autres les trainées blanches de condensation → H<sub>2</sub>O)
  - Le chauffage d'un appartement pendant une année

(Source CO<sub>2</sub>logic)



Une boule de l'Atomium pourrait contenir 5 tonnes de CO<sub>2</sub> pur. Les émissions en CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> ?

1kg de CO<sub>2</sub> = 0,51 m<sup>3</sup> (soit un cube d'environ 80cm de côté)

Détails du calcul :

1. Calculer la masse molaire du CO<sub>2</sub> = 44g/mol (CO<sub>2</sub> = 12g + 2X16g = 44g)
2. Calculer la quantité de matière 1kg de CO<sub>2</sub> = 22,73 mol (1000g / 44g/mol)  
Volume molaire = 22,4L (condition normale de température et de pression : 0°C et 1 atmosphère)
3. Calculer le volume d'1kg de CO<sub>2</sub> = 22,73mol × 22.4L/mol  
= 509,2L = 0,51m<sup>3</sup>

