

# « Je suis écomobile ! »

## Vers de nouveaux moyens de déplacement

### Cycle 3

### Document de travail pour les maîtres

Adapté du guide pédagogique :

*En marchant, en roulant, en naviguant... Je suis écomobile !*

Un projet conçu par David Wilgenbus & Laurine Quesney

# PRÉAMBULE

## Aperçu de la thématique

### « Je suis écomobile », vers de nouveaux modes de déplacement, pourquoi ? Comment ?

Ce parcours centré sur l'automobile est une adaptation du module initié par la Fondation La Main à la Pâte, intitulé « En marchant, en roulant, en naviguant... Je suis écomobile ! »

Ce sujet d'étude pluridisciplinaire permet d'aborder la thématique des transports à travers un projet d'éducation au développement durable.

Une introduction générale sur les transports permet aux élèves de réfléchir à l'utilisation de l'automobile. Ils étudient ensuite l'évolution de nos modes de transport au fil des trois dernières générations. Puis ils s'intéressent à l'histoire de l'automobile en remontant jusqu'à l'invention de la roue qui a facilité les déplacements. Les impacts sur l'environnement et la qualité de la vie sont abordés. Enfin ils cherchent des alternatives.

Au cours des séances, les élèves sont amenés à expérimenter, relever des défis (Comment déplacer une lourde charge ? Qu'est-ce qui est à l'origine des émissions de CO<sub>2</sub> dans une automobile ? Comment réaliser un véhicule « propre » ?...)

## SOMMAIRE

Préambule .....	2
Sommaire .....	3
Liens avec le socle commun .....	4
Mise en œuvre du sujet d'étude .....	5
Matériel nécessaire pour 6 groupes de 4 ou 5 élèves .....	8
Déroulement des séquences .....	9
Lettre aux parents .....	12
Évaluation initiale .....	13
Questionnaire .....	14
Questionnaire - Réponses attendues et codification .....	16
Séquence I : Présentation de la problématique des transports .....	18
Séance 1 : Introduction du projet avec une analyse filmique .....	18
Séance 2 : Des transports, pour quoi faire ? (p. 41) .....	23
Séance 3 : Comment le transport de personnes a-t-il évolué ? (p. 187) .....	28
Séquence II : De l'invention de la roue à l'automobile .....	35
Séance 1 : Défi : Comment déplacer une lourde charge ? (p. 58) .....	35
Séance 2 : Quelle est l'influence du poids de la pente et de la nature du sol ? (p.60) .....	38
Séance 3 : L'invention de la roue (p. 64) .....	43
Séance 4 : Quelles sont les grandes évolutions de l'automobile au cours de son histoire ? (p.104) .....	47
Séquence III : Les impacts de l'automobile .....	51
Séance d'introduction .....	51
Séance 1 : Qu'est-ce qui est à l'origine des émissions de CO <sub>2</sub> dans une automobile ? (p. 108) .....	52
Séance 2 : Les transports ont-ils un impact sur la qualité de l'air ? (p. 137) .....	56
Séance 3 : Comparaison de la voiture et du bus en ville : Quel espace ? Quel temps de trajet ? (p. 142) .....	62
Séance 4 : Que devient l'eau des pluies sur différents sols ? (p. 162) .....	67
Séquence IV : Imaginer des solutions .....	71
L'intermodalité : vivre et analyser une situation locale .....	71
Séquence V : le véhicule idéal ou la ville idéale .....	74
A. Le véhicule idéal .....	77
B. Imaginer la ville idéale .....	80

## LIENS AVEC LE SOCLE COMMUN

Notions du programme abordées :

- Environnement et développement durable : comprendre l'impact de l'activité humaine sur l'environnement.
- L'énergie : maîtrise de l'énergie (réduire la consommation et développer les énergies renouvelables)
- La matière : l'air et la pollution de l'air – l'eau, une ressource à préserver
- Le fonctionnement du corps humain et la santé : hygiène et santé
- Les objets techniques : circuits électriques, objets mécaniques, transmission de mouvement.

**VOIR LIVRET PÉDAGOGIQUE pages 31 et 32**

# MISE EN ŒUVRE DU SUJET D'ÉTUDE

## Planification

Les 5 séquences de ce sujet d'étude représentent environ 16 séances.

Pour assurer une continuité dans la construction des connaissances et plutôt que d'étaler les séances dans le temps, nous préconisons un rythme soutenu de deux séances hebdomadaires.

## Le questionnaire d'introduction

Ce questionnaire est un test à programmer en préambule aux séquences. Il permet :

- d'introduire le sujet traité et de motiver les élèves,
- d'identifier ce que les élèves connaissent déjà ou croient connaître.

## Le rôle du maître

L'objectif principal du maître est d'aider les élèves dans la construction d'une attitude scientifique et l'acquisition progressive d'une démarche : se poser des questions, émettre des hypothèses, faire des expériences, relever des données, discuter des résultats et des conclusions possibles. Le travail de groupe et les échanges constituent une base essentielle à la construction des connaissances des élèves. Il n'est pas nécessaire d'agir en expert scientifique pour diriger les séances ; faire acquérir cette démarche signifie plutôt :

- l'avoir acquise soi-même,
- se permettre et permettre aux élèves de tâtonner, voire de faire des erreurs et montrer comment elles peuvent être utiles,
- accepter de ne pas tout connaître et habituer les élèves à chercher une information auprès d'autres personnes, de livres, à reprendre des explorations,
- poser des questions et accepter de prendre en compte toutes les réponses,
- remettre en question ses propres représentations si nécessaire.

## Organisation des séances

Chaque séance est organisée sensiblement de la même manière :

### Travail en groupe classe :

Rappeler le fil conducteur du sujet d'étude, les réponses déjà apportées, les questions en suspens, poser le problème du jour.

### Travail en petits groupes :

Les élèves cherchent et découvrent des solutions possibles au problème proposé. Ils discutent de leurs idées, confrontent leurs représentations à la réalité, essaient de se mettre d'accord pour proposer à la classe un compte rendu commun.

Le maître veille au partage des tâches : il peut proposer aux élèves des rôles définis au sein du groupe.

Au cours de l'activité, le maître observe les élèves, facilite les échanges, relance le travail par le questionnement. Il permet à chaque groupe d'aller jusqu'au bout de ses investigations en gardant à l'esprit le sens de l'activité.

Lors du travail de groupe, le maître gardera en mémoire les réflexions des élèves susceptibles de construire et structurer la synthèse. En effet, nombreux sont les élèves, qui au moment du bilan, ont oublié comment ils en sont arrivés à leur conclusion et les arguments qu'ils avaient proposés pour convaincre.

### Synthèse collective :

Les comptes rendus de groupe et les discussions qui en résultent ont pour rôle d'aider les élèves à identifier les concepts scientifiques et les articuler entre eux. En tant qu'animateur du débat, le rôle du maître est de guider les

élèves pour clarifier leurs idées, organiser leur pensée et comparer les différentes solutions, analyser et interpréter les résultats.

## Le cahier d'expériences

Le cahier d'expériences est une mémoire individuelle de l'enfant ; c'est pourquoi chacun a son propre cahier dont le contenu varie d'un élève à l'autre.

### Quel contenu possible ?

- Des comptes-rendus d'expériences élaborés par l'élève avec ou sans trame : problème posé, hypothèses émises, schémas ou explications des expériences, conclusions momentanées, nouvelles questions...
- Des bilans de classe différenciés des traces individuelles (par la couleur par exemple) qui sont le résultat de la synthèse collective. Ces synthèses pourront également donner lieu à l'élaboration d'affiches et/ou d'un cahier de classe.
- Un lexique individuel.

### À quoi sert-il ?

Pour l'enfant :

- À **se souvenir** (pour poursuivre son exploration, pour communiquer avec ses pairs ou sa famille)
- À **structurer sa pensée**
- À **comprendre** l'importance de la trace écrite et de son utilité dans d'autres domaines que celui de la langue.

Pour le maître, c'est :

- Un regard permanent sur le cheminement de l'enfant.
- Un outil d'aide à l'évaluation au niveau de la maîtrise de la langue, des connaissances scientifiques, du raisonnement.
- une ressource pour l'élaboration des écrits collectifs.

### Comment le faire évoluer ?

- Inciter les élèves à s'y référer (pour poursuivre le travail, pour communiquer...).
- Mettre en valeur les notes importantes et pertinentes.
- Laisser assez de temps à l'enfant ou lui ménager un moment personnel pour écrire, parfaire ses notes ; faire le bilan écrit de ce qu'il a appris.
- Aider à l'orthographe et à la syntaxe (dans la mesure où ce cahier n'est en général pas corrigé par le maître pour permettre à l'enfant une expression libre et spontanée). On pourra afficher des supports en classe ou tout outil de référence qui semblera approprié.

## Le travail à la maison

Proposé de manière régulière, le travail à la maison a pour objectifs :

- D'assurer une continuité avec le travail effectué en classe (recherches, réinvestissement...).
- De favoriser les liens école-familles ; l'aspect universel des sujets proposés suscite souvent beaucoup d'intérêt chez les parents, intérêt qui apporte une motivation supplémentaire aux élèves pour le travail scolaire.

## L'évaluation

Il est important de distinguer trois domaines d'évaluation : celui de l'évolution des comportements sociaux inhérents au travail de groupe et aux échanges entre les élèves, celui de l'acquisition de la démarche scientifique et celui des connaissances.

### Au cours des séances :

La structure des séquences permet un travail approfondi de certaines compétences transversales et de compétences relevant de la maîtrise de la langue. On pourra observer leur évolution tout au long du travail : l'enfant s'inscrit-il

dans l'activité ? Trouve-t-il sa place dans le groupe ? Produit-il un écrit ? Est-il capable de communiquer (qualité d'expression, prise de parole...) ?

Plus spécifiquement, le maître sera en mesure d'apprécier si les élèves tendent vers l'acquisition d'une véritable attitude scientifique.

L'évaluation finale :

Elle permet d'évaluer de façon formelle, les connaissances scientifiques et méthodologiques et d'apprécier le niveau de développement de la démarche scientifique de chaque élève.

## MATÉRIEL NÉCESSAIRE POUR 6 GROUPES DE 4 OU 5 ÉLÈVES

### Pour une classe :

- 30 élastiques de différentes tailles
- 1 bobine de fil de fer
- 6 dynamomètres idéalement de 10 Newton
- 2 dynamomètres 5 N
- 2 dynamomètres 50 N
- 30 rondins de même diamètre et longueur (diam : 150 ou 200 mm - L : 300 mm)
- 6 bougies ou lampes à alcool
- 6 bocaux en verre avec couvercle (un peu haut)
- Eau de chaux (pharmacie)
- Pailles (1 par élève)
- Gravier
- Sable
- Terre
- 15 bocaux ou pots à confiture transparents
- 15 passoires (petites)
- Un peu de pâte à modeler pour fixer les passoires aux pots
- 15 chronomètres

### Pour réaliser la voiture solaire (cf. Opitec) :

- 15 moteurs électriques de 3,3V
- 15 panneaux photovoltaïques
- 150 mA
- 15 ampoules ou mieux 15 diodes électroluminescentes
- 60 fils électriques
- 15 batteries rechargeables
- 15 interrupteurs
- 30 pics à brochettes
- Carton plume
- Polystyrène
- Carton
- Bouchons en liège
- Bouchons en plastique

### Pour les arts visuels :

- Carton
- Peinture
- Colle à papier peint

### À récupérer :

- Bocaux en verre avec couvercle (un peu haut)
- Ramequins en verre transparents (type pots à yaourt) assez plats
- Environ 100 petites voitures et quelques bus
- Bouchons en plastique
- Bouchons en liège
- Boîtes à chaussures
- Papier journal

## DÉROULEMENT DES SÉQUENCES

	Titre	Contenu (résumé) des séances	Modalité d'investigation
Séquence I : Présentation de la problématique	<b>Séance 1</b> <b>Introduction</b>	Introduire le projet avec un extrait de film, une image qui interpelle, qui pose question.  Recueillir les réactions des élèves, lister tout ce que ça évoque, les questions, suggestions...  À votre avis, sur quoi allons-nous travailler ?	Débat
	<b>Séance 2</b> <b>Des transports, pour quoi faire ? (p. 41)</b>	<b>Objectifs : Comprendre les liens entre les moyens de transport et leur usage.</b>  Trouver des critères de classement.  Conclusion : Il existe une grande variété de moyens de transport, individuels, collectifs, de personnes ou de marchandises. De tout temps, on a cherché à les améliorer pour faciliter les déplacements, pour aller plus loin ou plus vite, ou pour déplacer des charges plus importantes.  Y'a-t-il un lien avec l'environnement ?  Se poser des questions sur les causes de l'évolution.	Débat
	<b>Séance 3</b> <b>Comment le transport de personnes a-t-il évolué ? (p. 187)</b>	<b>Objectifs : Établir un lien entre l'évolution de la société et l'évolution des moyens de transport.</b>  Rechercher des documents adaptés aux élèves pour une étude documentaire.  Les élèves mènent une enquête intergénérationnelle afin d'étudier comment les transports des personnes ont évolué ces 50 dernières années.  Conclusion : Tous les élèves n'utilisent pas les mêmes moyens de transport pour aller à l'école (voiture, vélo, marche...). Il y a 40 ans, on allait à l'école à pied ou en vélo. Nos parents passent beaucoup de temps dans les transports et utilisent des moyens variés (la voiture occupe une place importante). Nos grands-parents n'utilisaient pas les mêmes transports que nous et ils se déplaçaient moins.  Question : Comment l'automobile a-t-elle pris autant d'importance ?	Étude documentaire
Séquence II : Histoire et inventions (de la roue à l'automobile)	<b>Séance 1</b> <b>Défi : comment déplacer une lourde charge ? (p. 58)</b>	<b>Objectifs : Comprendre que déplacer une charge nécessite d'appliquer une force qui peut être mesurée.</b>  Conclusion : Le déplacement d'une charge nécessite d'appliquer une force que l'on peut mesurer à l'aide d'un dynamomètre ou d'un élastique.	Expérimentation

	Titre	Contenu (résumé) des séances	Modalité d'investigation
	<b>Séance 2</b> Quelle est l'influence du poids, de la pente et de la nature du sol ? (p. 60)	<b>Objectifs : Chercher les facteurs qui rendent plus difficile le déplacement d'une charge. Imaginer comment les tester puis mesurer la force nécessaire dans chaque cas.</b>  Conclusion : Certains paramètres rendent le déplacement d'un objet plus difficile : les frottements avec le sol, le poids de l'objet, la pente (en montée). Dans une expérience, il est important d'isoler les paramètres.	Expérimentation
	<b>Séance 3</b> L'invention de la roue (p. 64)	<b>Objectifs : Constater que l'utilisation de la roue limite les frottements et rend le déplacement plus efficace.</b>  Conclusion : Pour faciliter le déplacement d'une charge (d'un objet), on peut utiliser des rondins. La roue est le moyen le plus efficace pour déplacer une charge (un objet) lourde.	Expérimentation
	<b>Séance 4</b> Les grandes évolutions de l'automobile au cours de son histoire (p. 104)	<b>Objectifs : Retracer les grandes étapes de l'évolution de l'automobile et connaître ses principaux constituants.</b>  Conclusion : frise chronologique avec la photo de chaque automobile, son nom, son évolution technologique et son alimentation énergétique.	Étude documentaire
Séquence III : les impacts de l'automobile	<b>Séance 1</b> Qu'est-ce qui est à l'origine des émissions de CO <sub>2</sub> dans une automobile ? (p. 108)	<b>Objectifs : Comprendre le fonctionnement du moteur à combustion.</b>  Comprendre que la combustion d'énergie fossile génère l'émission de CO <sub>2</sub> , responsable du changement climatique.  Conclusion : Le moteur à combustion fonctionne grâce à la combustion du carburant qui produit des gaz qui vont pousser un piston. La combustion émet du CO <sub>2</sub> . Le CO <sub>2</sub> est un polluant dangereux pour la santé et contribue au changement climatique.	Expérimentation
	<b>Séance 2</b> Les transports ont-ils un impact sur la qualité de l'air ? (p.137)	<b>Objectifs : Comprendre le lien entre activité humaine et pollution de l'air.</b>  Tracer une courbe sur un graphique et l'interpréter.  Conclusion : L'usage massif de l'automobile est source de pollution.	Étude documentaire
	<b>Séance 3</b> Comparaison de la voiture et du bus en ville : quel espace ? Quel temps de trajet ? (p. 142)	<b>Objectifs : Comparer l'espace pris par la voiture et par le bus pour transporter le même nombre de personnes.</b>  Conclusion : Le nombre très important d'automobiles, leur faible taux d'occupation et la surface qu'elles occupent créent une saturation du réseau, des embouteillages et une augmentation des temps de trajet.	Modélisation

	Titre	Contenu (résumé) des séances	Modalité d'investigation
	<b>Séance 4</b> <b>Que devient l'eau des pluies sur différents sols ?</b> (p. 162)	<b>Objectifs : Tester l'infiltration de l'eau dans différents types de sol pour comprendre que les surfaces bitumées imperméabilisent les sols.</b>  Conclusion : Les infrastructures (routes, parkings...) imperméabilisent les sols, ce qui peut entraîner des risques d'inondation ou d'épuisement des ressources en eau.	Expérimentation
<b>Séquence IV : Imaginer des solutions</b>	<b>Séance 1</b> <b>L'intermodalité</b> (p. 212)	<b>Objectifs : Comparer différents moyens de faire un trajet court.</b>  Découvrir la notion d'intermodalité.  Conclusion : Il est possible de combiner différents moyens de transport pour un même trajet : c'est l'intermodalité. Il existe des outils (cartes, sites Internet...) qui permettent de planifier son trajet et choisir l'itinéraire le plus efficace (durée, coût, émissions...) Les transports doux (marche, vélo, ...) sont adaptés aux trajets courts.	Étude documentaire

#### Séquence V : le véhicule idéal ou la ville idéale

Ce parcours peut s'achever de différentes façons possibles, suivant que l'on souhaite travailler sur des pistes permettant de rendre la voiture moins polluante (*Défi technologique : concevoir et réaliser un véhicule avec les matériaux de récupération et propulsé à l'aide d'énergie renouvelable*) ou que l'on souhaite réfléchir à l'évolution de la ville de façon à donner moins de place à la voiture notamment (*Vers la ville idéale*).

## LETTRE AUX PARENTS

Madame, Monsieur,

Dans le cadre de l'enseignement scientifique, votre enfant participera dans les semaines à venir à des activités concernant **l'évolution des transports et leur impact sur l'environnement**. Ce projet lui permettra d'apprendre à observer, réaliser des expériences, questionner, résoudre des problèmes...

Au cours des séances, je serai accompagné(e) par **nom de l'accompagnant (ESAP ou stagiaire polytechnicien)**.

La **recherche** a un rôle particulier pendant lequel les élèves écrivent eux-mêmes ce qu'ils font et ce qu'ils pensent. Ce travail est réalisé sur des feuilles de couleur **(au gré de l'enseignant)** qui volontairement ne sont **pas corrigées** par l'enseignant pour respecter ses écrits personnels. Il est important que l'enfant s'exprime librement avec ses mots à lui. Cela lui permettra également de mesurer ses progrès. Ce **cahier** comprend quant à lui des activités de recherches individuelles, de travail de groupe (ex : protocoles d'expérience), de synthèse...

Votre enfant aura quelquefois des travaux ou des recherches à faire à la maison, et c'est pour cela que je souhaite votre contribution. En effet, si l'on veut que les sciences deviennent concrètes, il est nécessaire de faire un lien avec la maison. C'est une façon d'aider votre enfant à étendre et appliquer ce qu'il apprend en classe.

### **Cela peut se faire de plusieurs façons :**

- En permettant à votre enfant d'apporter du matériel simple de la maison.
- En aidant votre enfant à observer des phénomènes liés à notre thème ou simplement en discutant avec lui de ce qu'il fait en classe.
- En relisant avec lui son cahier d'expériences. Ce sera pour votre enfant une nouvelle façon de s'approprier ce qu'il a appris au cours de ses expériences.

Je vous remercie pour votre aide.

Si vous avez des questions, faites-moi parvenir un mot par l'intermédiaire de votre enfant. J'y répondrai et nous nous rencontrerons.

Signature des parents :

# ÉVALUATION INITIALE

## Résumé

Cette séance doit être prise en considération pour adapter au mieux les expériences aux idées, concepts, qu'ont les élèves. Elle permettra aussi de noter les progrès et l'évolution des élèves à la fin de ce sujet d'étude.

## Objectifs

- Évaluer ce que savent déjà les élèves sur le sujet
- Pour les élèves, il s'agit de se faire une idée sur le sujet, de formuler un certain nombre de questions et d'engager un débat d'idées qui motivera le travail

## Matériel

Pour chaque élève :

- Le questionnaire d'introduction
- Du papier brouillon si nécessaire

## Durée

1 heure environ

## Déroulement de la séance

*Consigne :*

Annoncer aux élèves que le but de la séance est d'évaluer leurs connaissances sur le sujet. Ils ont le droit de répondre : « je ne sais pas » quelle que soit la question. Mais s'ils pensent avoir une bonne remarque ou intuition, ils doivent l'écrire. En effet, ils ne sont pas censés connaître toutes les réponses. De plus, bien leur préciser, que **ce questionnaire n'est pas noté.**

*Remplissage du questionnaire :*

Les questions sont lues et expliquées par le maître qui pourra les illustrer de quelques exemples. Les élèves remplissent ensuite individuellement le questionnaire.

Lorsque tout le monde a terminé, relever les questionnaires.

### **Mot du maître :**

*Évaluer les besoins des élèves afin d'axer et d'adapter vos séances à leur attente.*

*Garder des traces du questionnaire pour les comparer aux réponses de l'évaluation finale qui reprend un grand nombre de ces questions.*

*Les réponses ne sont pas données pour que le maître puisse les découvrir avec les élèves.*

## Questionnaire

### « Je suis écomobile » : Vers de nouveaux moyens de déplacement

Réponds à chacune des questions suivantes de la façon la plus complète.

1. À quoi sert un moyen de transport ? Donne 4 exemples différents. (Individuel, collectif, avec et sans moteur)

---

---

---

2. Pourquoi les hommes ont-ils fait évoluer les moyens de transport ?

---

---

---

3. Qu'est-ce qui peut rendre difficile le déplacement d'une charge (un gros objet) ?

---

---

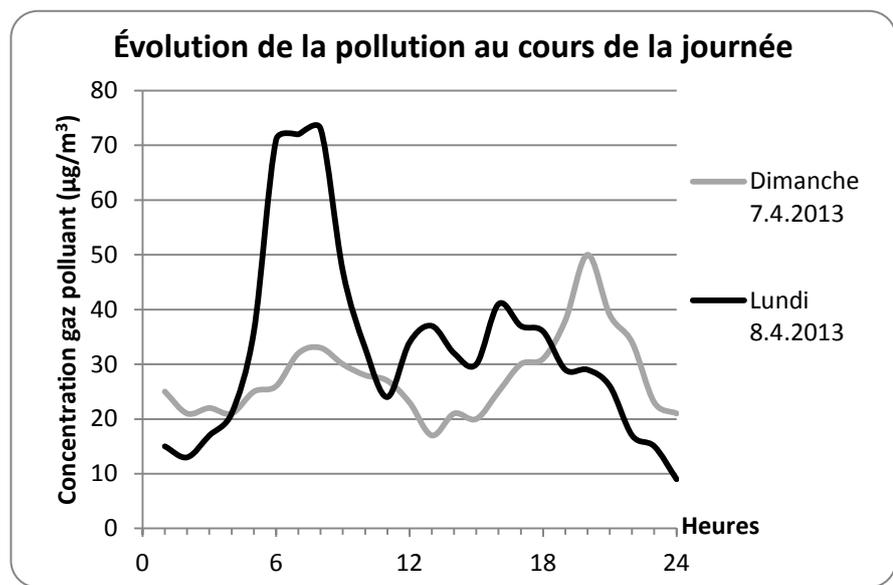
---

4. Quelle invention a facilité le déplacement d'une charge ?

---

---

5. Observe attentivement ce graphique. Que nous apprend-il ? Comment l'expliques-tu ?



---

---

---

---

---

---

6. Comment pourrait-on limiter les embouteillages (faire en sorte que moins de voitures circulent en même temps) ?

---

---

---

7. Quels sont les impacts liés à l'usage intensif de la voiture ? (Quels sont les inconvénients si tout le monde circule en voiture ?)

---

---

---

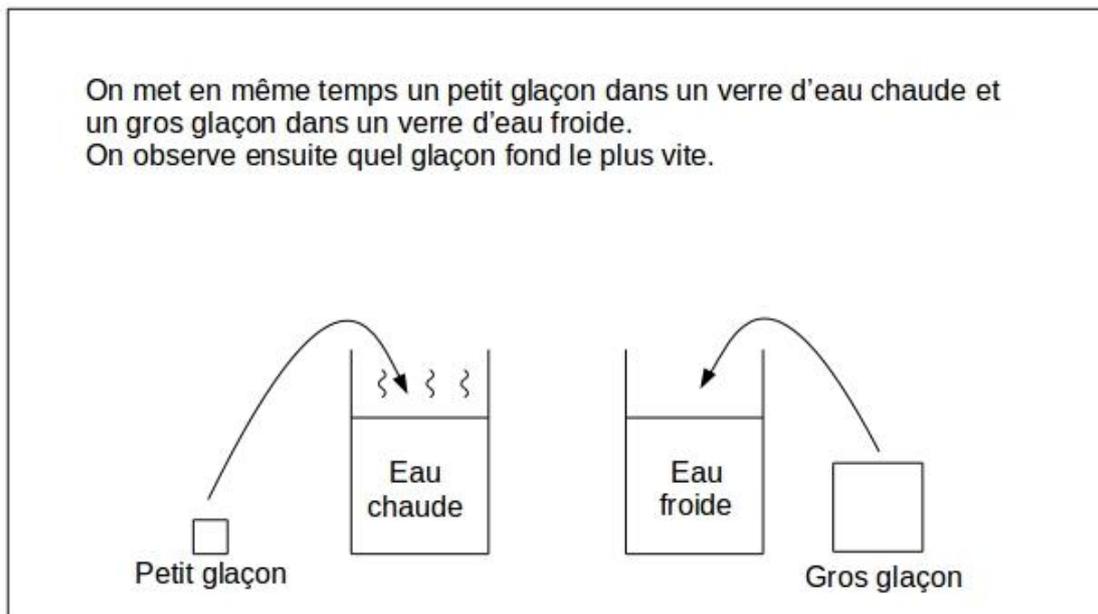
8. Pourquoi faut-il préserver des espaces non bitumés (sans route ni bâtiment) en ville ?

---

---

---

9. Explique pourquoi cette expérience ne permet pas de savoir si un glaçon fond plus rapidement dans l'eau chaude que dans l'eau froide.



---

---

---

## Questionnaire - Réponses attendues et codification

1. À quoi sert un moyen de transport ? Donne 4 exemples différents. (individuel, collectif, avec et sans moteur)

**Un moyen de transport sert à déplacer des personnes ou des marchandises. Ex : bus, voiture, métro, avion...**

**Pas de réponse : 0**

**Définition erronée ou absence de définition : 1**

**« Un moyen de transport sert à déplacer des personnes ou des marchandises. » 1 seul exemple : 2**

**« Un moyen de transport sert à déplacer des personnes ou des marchandises. » + 3 ou 4 exemples : 3**

2. Pourquoi les hommes ont-ils fait évoluer les moyens de transport ?

**Ils ont évolué pour que les hommes aillent plus vite, plus loin, puissent déplacer des charges plus lourdes.**

**Pas de réponse : 0**

**Réponse fausse : 1**

**1 ou 2 critères : 2**

**3 critères : 3**

3. Qu'est-ce qui peut rendre difficile le déplacement d'une charge (un gros objet) ?

**Les trois critères qui peuvent rendre difficile le déplacement d'une charge sont : la nature du sol (sable, gravier...), la pente, le poids de la charge...**

**Pas de réponse : 0**

**Réponse fausse : 1**

**1 seul critère : 2**

**2 ou 3 critères : 3**

4. Quelle invention a facilité le déplacement d'une charge ?

**L'invention de la roue a facilité le déplacement des charges.**

**Pas de réponse : 0**

**Réponse fausse : 1**

**La roue : 3**

5. Observe attentivement ce graphique. Que nous apprend-il ? Comment l'expliques-tu ?

**Ce graphique nous apprend que le taux de gaz polluant est plus élevé à certaines heures de la journée. Ces heures correspondent aux heures de pointe, aux moments où il y a une forte concentration de véhicules.**

**Pas de réponse : 0**

**Réponse fausse : 1**

**Réponse partielle (description seule) : 2**

**Réponse complète (description +analyse) : 3**

6. Comment pourrait-on limiter les embouteillages (faire en sorte que moins de voitures circulent en même temps) ?

**On peut faire du covoiturage, marcher à pied, aller en vélo, prendre un transport en commun, travailler en horaires décalés...**

**Pas de réponse : 0**

**Réponse fausse : 1**

**Une seule solution : 2**

**Au moins 2 solutions : 3**

7. Quels sont les impacts liés à l'usage intensif de la voiture ? Quels sont les inconvénients si tout le monde circule en voiture ?

**La pollution, la santé, la saturation de l'espace, le temps, le coût, le stress...**

**Pas de réponse : 0**

**Réponse fausse : 1**  
**1 seul impact : 2**  
**Au moins 2 impacts : 3**

8. Pourquoi faut-il préserver des espaces non bitumés (sans route ni bâtiment) en ville ?

**Il faut permettre à l'eau de s'infiltrer sinon on risque des inondations et une pénurie d'eau dans les nappes phréatiques.**

**Pas de réponse : 0**  
**Réponse fausse : 1**  
**Au moins 1 risque : 3**

9. Explique pourquoi cette expérience ne permet pas de savoir si un glaçon fond plus rapidement dans l'eau chaude que dans l'eau froide.

**Les paramètres ne sont pas isolés. Parce que les glaçons ne font pas la même taille.**

**Pas de réponse : 0**  
**Réponse fausse : 1**  
**Parce que les glaçons ne font pas la même taille : 3**

# SÉQUENCE I : PRÉSENTATION DE LA PROBLÉMATIQUE DES TRANSPORTS

## Séance 1 : Introduction du projet avec une analyse filmique

### Résumé

Les élèves visionnent un extrait du film *Trafic* de Jacques Tati à partir duquel ils recherchent les intentions du réalisateur : nous interroger sur la place de la voiture dans notre société.

### Objectif général

S'interroger sur la place de la voiture dans notre société.

### Objectif spécifique

Décrypter et comprendre l'intention de Jacques Tati dans une séquence de *Trafic*.

### Vocabulaire

Piéton, encombrement, embouteillage, déplacement, automobiliste, humour, absurde, travelling arrière

### Matériel

Pour chaque élève :

- La page du carnet personnel ou le cahier de sciences (partie II)

Pour chaque binôme :

- la fiche de recherche - questionnaire à remplir

Pour la classe :

- Un extrait du film *Trafic* de Jacques Tati : fin du film, séquence du ballet de parapluies et de voitures bloquées

### Déroulement

Le maître montre l'extrait aux élèves, en précisant qu'il provient du film *Trafic* de Jacques Tati sorti en 1971.

#### 1. Description de la séquence filmée

*Individuellement*

**Sur votre cahier, listez les différents éléments que vous avez vus.**

(Des voitures, des parapluies, des personnes)

*Collectivement*

**Parmi ces 3 éléments, lesquels sont de l'ordre du vivant et du non/vivant.**

Humains : vivant - voitures et parapluies : non vivant

*Par groupes de 4*

**Écrivez en 4 phrases (maximum) la situation.**

(Chacun peut avoir un rôle précis. Ex : Celui qui écrit. Celui qui aide à écrire. Ceux qui parlent.)

Mise en commun

Exemple de pitch en quatre phrases :

**Il pleut. Des conducteurs sont dans leur voiture, moteur allumé. Ils sont immobilisés dans un embouteillage. Des piétons tentent de circuler entre les voitures sous un parapluie.**

## 2. Vers l'analyse

**En binômes, répondez aux questions sur la fiche.**

**Où sont et que font les humains ?** Soit ils sont dans leur voiture immobile, soit ils se déplacent à pied.

**À quoi sert une voiture en général ?** À se déplacer.

**À quoi sert-elle dans le film ?** Elle ne sert pas à se déplacer, mais seulement à s'abriter de la pluie.

**Comment se déplace-t-on dans le film ?** À pied et seulement à pied.

**Est-ce facile de se déplacer comme cela ?** Non car l'espace est saturé par les voitures qui rendent difficile tout déplacement.

**Que pensez-vous de la disposition des voitures ?** C'est impossible.

**Faites le plan de cette disposition.**

**Pourquoi sont-elles placées comme ça ?** Réponse du maître : *c'est une vision poétique du réalisateur pour représenter un embouteillage dont on ne peut sortir. Cela lui permet de donner l'idée d'une saturation de l'espace par les voitures (ce qui n'est pas la réalité) (on ne voit rien d'autre ni arbre ni bâtiment.) C'est une vision artistique utilisant l'humour (des voitures ne peuvent pas se trouver agencées de cette manière-là) qui nous dit quelque chose.*

## 3. L'intention du réalisateur : que veut-il nous dire ?

Propositions d'élèves possibles :

*Un parapluie est plus efficace qu'une voiture pour se déplacer sous la pluie.*

*Les voitures prennent toute la place.*

Proposition de commentaire oral du maître : *À quoi sert la voiture ? À se déplacer. Or dans l'extrait elles sont immobiles et le déplacement se fait autrement. On peut dire qu'elles abritent de la pluie et dans la vie on prend souvent sa voiture parce qu'il pleut alors qu'elle ne sert pas à ça. Et on remarque souvent qu'il est plus difficile de circuler en voiture lorsqu'il pleut que lorsqu'il fait beau.*

## 4. Les moyens du réalisateur pour nous transmettre son message :

*Les mouvements de caméra :*

**Quel mouvement de caméra utilise J. Tati à la fin du film ?**

L'image change, on se met à voir les choses autrement, comme si on se déplaçait.

La caméra recule, on appelle ça un travelling arrière. La caméra est sur une grue et la grue monte. Cela agrandit les bords de l'image. On voit plus de choses qu'au départ.

**Petit à petit il nous dévoile l'ensemble de la scène, pourquoi ?**

1- effet de surprise

2- passer d'une situation réaliste ou possible à une situation absurde, imaginaire, qui nous fait réagir.

3- prendre du recul, faire réfléchir

*L'humour :*

La situation est impossible, c'est une exagération. Si c'était un embouteillage classique, il ne nous aurait pas interpellés.

Tati nous propose de réfléchir en nous faisant rire. Il aurait pu le faire en nous faisant peur.

### **Trace collective :**

Jacques Tati dans son film *Trafic* veut poser la question de l'utilisation de la voiture et des problèmes d'encombrement que cela peut engendrer.

### **Ouverture vers le questionnement**

L'utilisation de la voiture pose question.

Quelles questions pourriez-vous vous poser quant à l'usage de la voiture ? Quels autres problèmes elle peut provoquer selon vous ?

### ***Travail individuel :***

Les élèves écrivent leurs questions dans le cahier puis lister les questions de la classe sur une affiche.

## Analyse d'un extrait du film *Trafic* de Jacques Tati

Grille d'analyse - Répondez aux questions

1. Où sont les humains ?	
2. Que font les humains ?	
3. À quoi sert une voiture dans le film ?	
4. À quoi sert-elle dans le film ?	
5. Comment se déplace-t-on dans le film ?	
6. Est-ce facile de se déplacer comme cela ? Pourquoi ?	
7. Que pensez-vous de la disposition des voitures ?	

*Faites le plan de la disposition des voitures dans le cadre ci-dessous :*

--

8. Pourquoi sont-elles placées comme ça ?	
---	--

## Les intentions du réalisateur

Que veut nous dire Jacques Tati ?	
-----------------------------------	--

LES MOYENS DU REALISATEUR	
1. Les mouvements de caméra	
Quel mouvement de caméra utilise J. Tati à la fin du film ?	
Petit à petit il nous dévoile l'ensemble de la scène, pourquoi ?	
2. L'humour	
Repérez ce qui est drôle ou impossible dans la situation.	

### CE QUE J'AI APPRIS :

Un réalisateur a une intention.

Jacques Tati, dans son film *Trafic*, pose la question de l'utilisation de la voiture et des problèmes d'encombrement que cela peut engendrer.

Pour le dire il fait reculer la caméra. On découvre la drôle de situation petit à petit. L'humour permet au spectateur de se poser des questions.

### VOCABULAIRE

**Piéton** : personne se déplaçant à pied

**Automobiliste** : conducteur d'une voiture

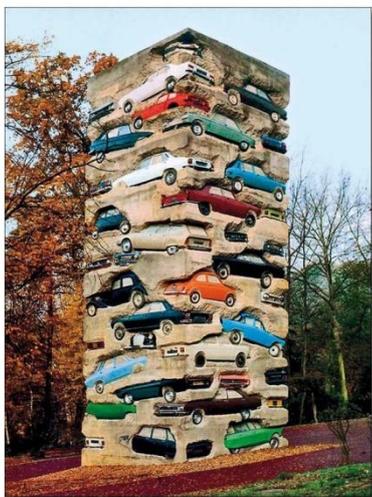
**Embouteillage** : encombrement de véhicules ou de personnes sur une voie de circulation

**Humour** : forme d'esprit qui présente la réalité sous un angle comique en montrant le côté insolite et absurde de certains aspects de la vie

## SÉQUENCE I

### Séance 2 : Des transports, pour quoi faire ? (p. 41)

#### Inducteur



Arman Long term parking

Qu'est-ce que c'est ?

Quelle est l'intention de l'artiste ? (Que veut-il dire à travers cette œuvre ?)

*Pistes : faire le lien avec les embouteillages dans Trafic.*

*Rentabilisation de l'espace.*

#### Résumé

Les élèves s'interrogent sur les raisons pour lesquelles on se déplace ou on transporte des marchandises, et sur ce qui constitue, ou non, un moyen de transport.

#### Objectif

Inventorier et classer les différents moyens de transport. Comprendre ce qu'est un moyen de transport.

#### Notions

- Un moyen de transport permet de déplacer des personnes et/ou des marchandises.
- Il existe une grande variété de moyens de transport, individuels, collectifs, de personnes ou de marchandises.
- De tout temps, on a cherché à les améliorer pour faciliter les déplacements, pour aller plus loin ou plus vite, ou pour déplacer des charges plus importantes.

#### Matériel

Pour chaque groupe :

- Photocopie de la fiche 1 (Quelques moyens de transport) et de la fiche 2 (Quelques moyens de transport - suite)
- (facultatif) Affiches A3

#### Lexique

Cargo, fret, civil

#### Déroulement

Question initiale : Quels moyens de transport connaissez-vous ?

Les élèves répondent individuellement sur leur cahier d'expérience. On recueille au bout de 10 mn environ toutes les propositions sur une affiche, sans chercher à les classer.

L'enseignant demande alors une définition de « moyen de transport » aux élèves, puis on se met d'accord sur une définition.

Note :

*L'enseignant peut définir ce qu'est un moyen de transport autrement qu'en donnant des exemples.*

*Ex de définition : Un moyen de transport est quelque-chose qui permet de déplacer des personnes ou des marchandises d'un endroit à un autre.*

*Les réponses individuelles sont extrêmement variées et nombreuses, d'où l'intérêt de stopper la recherche individuelle relativement rapidement, faute de quoi la séance risque d'être très longue.*

Collectivement : Débat

Lorsque toutes les idées sont notées, l'enseignant distribue les deux fiches documentaires et les élèves discutent des moyens de transport qui n'ont pas été préalablement cités.

**Quels sont les moyens de transports auxquels vous n'aviez pas pensé ?** On les identifie avec eux.

**Comment on peut classer tous ces moyens de transport ?**

Spontanément la réponse est : maritimes, aériens, terrestres.

Imaginez d'autres critères de classement.

On note au tableau les critères :

- Individuel/collectif
- personnes/marchandises
- civil/militaire
- avec/sans moteur
- avec/sans roues
- passé/actuels
- ...

Par groupes de 4 (ou par binômes) : classification

Chaque groupe doit classer les moyens de transport des fiches documentaires en utilisant l'un ou l'autre des critères ci-dessus. Les élèves découpent et collent les vignettes avec de la patafix.

Un moyen de transport ne peut figurer que dans une colonne, chaque colonne doit avoir un titre.

Mise en commun :

La classe discute des raisons pour lesquelles on utilise tous ces moyens de transport et de ce qui a justifié leur invention puis leur évolution au cours de l'histoire.

Les principales motivations sont de déplacer des charges :

- Plus lourdes
- Plus loin
- Plus vite



### Conclusion suggérée

Un moyen de transport est la façon de porter quelque chose, ou quelqu'un, d'un lieu à un autre.

Il existe une grande variété de moyens de transport, individuels, collectifs, de personnes ou de marchandises. De tout temps, on a cherché à les améliorer pour faciliter les déplacements, pour aller plus loin ou plus vite, ou pour déplacer des charges plus importantes.

FICHE 1  
Quelques moyens de transport



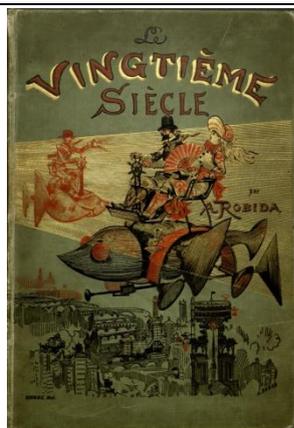
FICHE 2  
Quelques moyens de transport (suite)



## SÉQUENCE I

### Séance 3 : Comment le transport de personnes a-t-il évolué ? (p. 187)

#### Inducteur



Robida, *Le vingtième siècle*, 1883

Écrivez trois ou quatre mots que vous inspire cette image.

#### Résumé

Les élèves mènent une enquête intergénérationnelle afin d'étudier comment les transports des personnes ont évolué ces 50 dernières années.

#### Objectif

Comprendre comment les transports de personnes ont évolué ces 50 dernières années et comment la voiture s'est développée.

#### Notions

- Les modes de transports et le temps passé à les utiliser évoluent au fil des générations.

#### Matériel

Pour chaque élève :

- Fiche enquête sous forme d'un tableau
- Documents sur l'évolution du parc automobile depuis 50 ans.

#### Lexique

Génération

#### Déroulement

**EN AMONT DE LA SEANCE**, à réaliser quelques jours avant par l'enseignant :

Poser la question aux élèves : ***Est-ce que les transports que vos parents ou vos grands-parents utilisaient quand ils avaient votre âge sont les mêmes aujourd'hui ?***

Et leur demander ensuite : ***Comment pourrait-on répondre à cette question ?***

**Réponses attendues** : nous allons leur demander ; nous allons faire une recherche documentaire (sur Internet).

L'enseignant donne le tableau de l'enquête (fiche xx) et aide les élèves à remplir la première ligne qui les concerne.

## LE JOUR DE LA SEANCE :

### Analyse des enquêtes :

Par groupe, les élèves remplissent les tableaux de synthèse.

Synthèse collective : restitution des résultats dans un tableau global et analyse à partir des questions guides.

Questions pour guider l'analyse des résultats :

Tableau 1 :

**Quel est le moyen de transport le plus utilisé au sein de la classe aujourd'hui pour se rendre à l'école ?**

**Et pour vos parents ? Et pour vos grands-parents ?**

**Est-ce que ça a évolué ?**

**Est-ce que la distance pour aller à l'école a évolué au fil des années ?**

**Est-ce qu'on met moins ou plus de temps aujourd'hui pour aller à l'école ?**

Tableau 2 :

**Quel est le moyen de transport le plus utilisé aujourd'hui ?**

**La distance pour aller au travail ou faire les courses a-t-elle évolué ?**

**Est-ce qu'on met moins ou plus de temps aujourd'hui pour aller au travail ou faire les courses ?**

### Analyse des documents sur l'évolution de la voiture depuis 1968 :

Distribuer les documents (fiches xx).

Questions pour l'analyse des documents :

CE2

1. **Combien d'années se sont écoulées entre 1968 et 2008 ?** 40 ans.
2. **Le nombre de voitures a-t-il augmenté ou diminué pendant cette période ?** Il a augmenté.
3. **Calcule la différence (calculatrice ?).**  $32\ 718 - 7\ 890 = 24\ 828$  voitures en plus.
4. **Le nombre de familles a-t-il augmenté ou diminué en 40 ans ?** Il a augmenté.
5. **Qu'est-ce qui a diminué ?** Le nombre de familles sans voiture.
6. **Dans le tableau, à partir de quelle année le nombre de voitures a-t-il dépassé le nombre de familles ?** À partir de 1994.

CM1/CM2

1. **Sur combien d'années s'étale l'enquête dans ce tableau ?**  $2008 - 1968 = 40$  ans.
2. **Comment a évolué le nombre de voitures ?** Il a augmenté.
3. **Expliquez les raisons de cette évolution d'après d'autres éléments du tableau ?** Le nombre de familles a augmenté et le nombre de voitures par famille aussi.
4. **Tracez les courbes en utilisant les données des deux premières lignes (nombre de voitures et nombre de familles) sur un graphique.**
5. **Que pouvez-vous observer ? Qu'est-ce que cela signifie ?** Les courbes se croisent, le nombre de voitures a dépassé le nombre de familles.
6. **Qu'est-ce qui a diminué en 40 ans ?** Le nombre de familles sans voiture.
7. **Que signifie : 0,5 voiture par famille ?** Il y a en moyenne une famille sur deux qui possède une voiture.
8. (Plutôt à l'oral) **Que veut dire dans le tableau : 1,25 ?** Il y a en moyenne plus d'une voiture par famille.

9. *Est-ce que toutes les familles ont au moins une voiture ?* Non, parce que c'est une moyenne (observer la dernière ligne)

### **Conclusion suggérée**

Tous les élèves n'utilisent pas les mêmes transports pour venir à l'école (voiture, vélo, marche...). Il y a 50 ans, on allait à l'école à pied ou à vélo. Nos parents passent beaucoup de temps dans les transports et utilisent des moyens variés. Nos grands-parents n'utilisaient pas les mêmes transports que nous et ils se déplaçaient moins. Aujourd'hui la voiture est le moyen de locomotion le plus utilisé.

## Enquête sur les moyens de locomotion

Votre enfant mène une enquête pour savoir comment les moyens de transport ont évolué au fil des trois dernières générations. Il va vous poser quelques questions.

- 1) Comment alliez-vous à l'école, quand vous étiez petit ?
- 2) Combien de temps durait le trajet ?
- 3) Quelle était la distance approximative de ce trajet ?

Personne interrogée	1) Mode de déplacement (à pied, en vélo, en voiture ou autre...)	2) Durée du trajet	3) Distance du trajet
Moi			

Et aujourd'hui, pour aller au travail ou pour aller faire ses courses :

Personne interrogée	1) Mode de déplacement (à pied, en vélo, en voiture ou autre...)	2) Durée du trajet	3) Distance du trajet

# Enquête sur les moyens de locomotion

## Synthèse par groupe

Pour aller à l'école				
Nous, les élèves	Moyen de transport : Combien de personnes se déplacent...			
	À pied :	En vélo :	En voiture :	Autre :
	Temps du trajet : Combien de personnes se déplacent en...			
	Moins de 5 minutes :	Entre 5 et 10 minutes :	Entre 10 et 15 minutes :	Plus de 15 minutes :
	Distance du trajet : Combien de personnes parcourent...			
	Moins de 500 mètres :	Entre 500 mètres et 1 kilomètre :	Entre 1 et 5 kilomètres :	Plus de 5 kilomètres :
Nos parents	Moyen de transport : Combien de personnes se déplacent...			
	À pied :	En vélo :	En voiture :	Autre :
	Temps du trajet : Combien de personnes se déplacent en...			
	Moins de 5 minutes :	Entre 5 et 10 minutes :	Entre 10 et 15 minutes :	Plus de 15 minutes :
	Distance du trajet : Combien de personnes parcourent...			
	Moins de 500 mètres :	Entre 500 mètres et 1 kilomètre :	Entre 1 et 5 kilomètres :	Plus de 5 kilomètres :
Nos grands-parents	Moyen de transport : Combien de personnes se déplacent...			
	À pied :	En vélo :	En voiture :	Autre :
	Temps du trajet : Combien de personnes se déplacent en...			
	Moins de 5 minutes :	Entre 5 et 10 minutes :	Entre 10 et 15 minutes :	Plus de 15 minutes :
	Distance du trajet : Combien de personnes parcourent...			
	Moins de 500 mètres :	Entre 500 mètres et 1 kilomètre :	Entre 1 et 5 kilomètres :	Plus de 5 kilomètres :

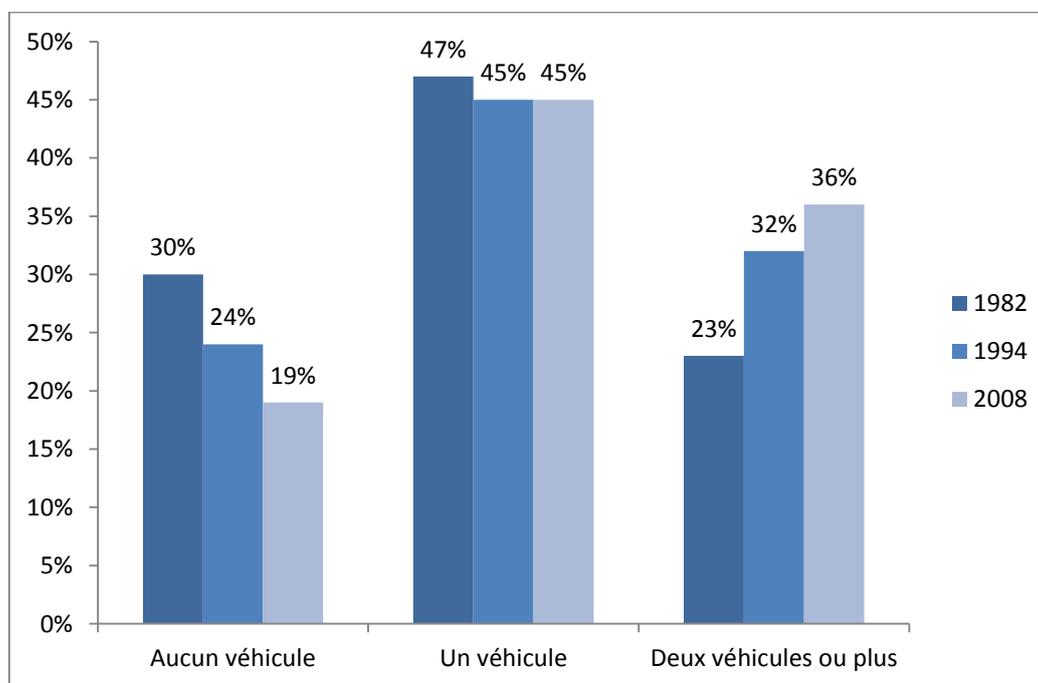
Pour aller au travail ou pour aller faire ses courses				
Les personnes interrogées	Moyen de transport : Combien de personnes se déplacent...			
	À pied :	En vélo :	En voiture :	Autre :
	Temps du trajet : Combien de personnes se déplacent en...			
	Moins de 5 minutes :	Entre 5 et 10 minutes :	Entre 10 et 15 minutes :	Plus de 15 minutes :
	Distance du trajet : Combien de personnes parcourent...			
	Moins de 500 mètres :	Entre 500 mètres et 1 kilomètre :	Entre 1 et 5 kilomètres :	Plus de 5 kilomètres :

## Tableau : Équipement automobile des familles

Année	Effectif en milliers			
	1968	1982	1994	2008
Nombre de voitures à l'usage des familles	7 890	18 844	26 183	32 718
Nombre de familles	15 760	19 465	22 840	26 753
Nombre de voitures par famille	0,5	0,97	1,15	1,25
Nombre de familles non motorisées	7 870	5 898	5 385	5 083

Sources : SOeS, Insee, Inrets, enquêtes nationales transport 1982, 1994, 2008

Graphique : Répartition des familles selon l'équipement automobile (en %)



Sources : SOeS, Insee, Inrets, enquêtes nationales transport 1982, 1994, 2008

## SÉQUENCE II : DE L'INVENTION DE LA ROUE À L'AUTOMOBILE

### Séance 1 : Défi : Comment déplacer une lourde charge ? (p. 58)

#### Inducteur



Aéronef transporte la ville

(Ne pas dire le titre)

Chercher un titre pour cette image.

#### Résumé

Les élèves imaginent et essaient différentes solutions permettant de déplacer une charge lourde. La classe discute d'une méthode permettant de mesurer l'intensité de la force qu'ils fournissent.

#### Avant-propos

Il faut éviter d'annoncer à la classe que l'on va travailler sur la roue (titre de la séquence)... car sinon, la réponse à la question « comment déplacer une charge lourde ? » (cf. ci-dessous) est évidente, et l'on court-circuite toute la séance.

#### Objectif

Comprendre que déplacer une charge nécessite d'appliquer une force qu'il est possible de mesurer.

#### Matériel

Pour chaque élève :

- Le cahier d'expérience

Pour chaque groupe de 4 élèves :

- Élastiques de différentes tailles
- Des règles graduées
- Cartons (couvercles de carton de ramettes de papier) pour contenir les objets à déplacer

Pour la classe :

- 1 dynamomètre

#### Lexique

Charge, poids, masse, force

## Déroulement

### Question initiale (collectivement) :

L'enseignant lance le défi à la classe : **Comment pourrait-on faire pour déplacer une charge lourde, comme le bureau de l'enseignant par exemple ?**

L'enseignant recueille l'ensemble des idées énoncées et le vocabulaire employé.

Plusieurs solutions sont proposées : *se mettre à plusieurs, utiliser une corde pour tirer pendant que d'autres poussent, mettre le bureau sur des roulettes, des rondins, un tapis que l'on pourrait tirer...*

Sans chercher à tester ces méthodes (pour le moment), l'enseignant demande ensuite **quelles méthodes étaient utilisées par le passé (Préhistoire, Antiquité...)** ?

*Exemples de réponses : rondins, leviers (ex : pour la construction des pyramides)*

Si les mots suivants ont été évoqués lors de la discussion, l'enseignant veille à ce que chacun en comprenne bien le sens (définition collective au besoin) :

**Force** : Action exercée sur un objet pour le déplacer.

**Charge** : Objet porté ou déplacé.

**Poids (ou masse)** : Ce que pèse un objet ou une personne.

Il précise : **on va déplacer des petits objets (trousse, dictionnaire...).**

Les élèves pensent en général qu'il leur suffit d'essayer et de ressentir l'effort fourni. On peut alors leur demander : **Comment voir et mesurer la force utilisée pour déplacer une charge ?**

Si les élèves parlent de la corde ou de la ficelle, leur montrer qu'on ne peut pas voir et mesurer la force utilisée par celui qui tire parce que la ficelle et la corde ne changent pas de dimension, ne peuvent pas s'étirer.

Par groupes, on peut les faire expérimenter avec la ficelle : **Essayez de voir et de mesurer la force exercée pour déplacer votre charge (trousse par exemple).**

Puis demander à la classe : **Quel autre objet que la ficelle ou la corde, permettrait de voir cette force utilisée ?**  
Solution attendue : utiliser un élastique. Si aucun groupe ne trouve, on montre aux élèves un gros élastique en leur demandant : **Comment puis-je me servir de cet élastique pour mesurer la force que je dois exercer ?**

### Individuellement :

Réalisation d'un schéma légendé accompagné d'une explication pour montrer comment on peut utiliser l'élastique pour voir l'effort fourni.

La plupart des élèves imaginent alors que, lorsque l'on tire sur l'élastique, celui-ci va davantage s'étirer si l'effort est plus important.

### Expérimentation (par groupes) :

Les élèves, répartis par groupes, utilisent des élastiques pour mesurer l'effort nécessaire au déplacement de plusieurs objets, plus ou moins lourds (une trousse, une caisse de livres...).

Ils mesurent, avec leurs règles, l'allongement des élastiques dans les différents cas, et constatent que cet allongement est plus important quand l'objet est plus lourd (c.-à-d. plus difficile à déplacer). Afin de ne faire varier qu'un paramètre (le poids), il est préférable de prendre le même objet, plus ou moins chargé : par exemple, une trousse vide, et la même trousse pleine.



### Mise en commun (collectivement) :

Après s'être assuré que les élèves aient bien compris le rôle de l'élastique, l'enseignant montre un dynamomètre à la classe, et explique son fonctionnement : c'est un dispositif similaire à l'élastique (un ressort s'allonge quand on tire dessus), mais il est gradué, ce qui rend la mesure plus facile à faire.

#### **Notes scientifiques et pédagogiques**

- *Attention, il existe souvent 2 graduations, une en newtons (l'unité de mesure de la force), l'autre en grammes (c'est un raccourci lié au fait que la masse d'un objet est proportionnelle à son poids). L'unité qui nous intéresse est le newton.*
- *Il est parfois nécessaire d'étalonner les dynamomètres (tourner une mollette pour régler la tension du ressort afin que le « zéro » soit bien placé). L'enseignant distribue ensuite un dynamomètre à chaque groupe, et laisse les élèves le manipuler librement en prévision de la séance suivante, qui nécessitera de savoir les utiliser.*
- *Dans toute cette séquence, et plus généralement dans tout le projet, nous parlerons indifféremment de masse et de poids, car travailler sur la différence entre ces deux notions n'est pas l'objectif du projet. Au quotidien, même les scientifiques utilisent cet abus de langage et parlent de « poids » quand ils désignent une masse. Cependant, si l'on souhaite absolument être précis, il s'agira en général de masse, et pas de poids.*
- *Dans cette séquence, on emploie à plusieurs reprises le mot « force ». Il s'agit d'un concept abstrait, loin des programmes de l'école primaire ou de la 6e, et dont nous ne visons pas ici une définition précise. Cependant, il s'agit également d'un concept dont les enfants ont une compréhension intuitive qui, si elle est limitée, est largement suffisante pour ce projet. Il s'agit simplement de comprendre qu'un déplacement nécessite de fournir un effort et qu'il existe un moyen simple pour mesurer l'intensité de l'effort à fournir : l'allongement d'un ressort par exemple (principe du dynamomètre).*
- *C'est ce qui justifie le choix de parler de force plutôt que d'énergie, car on ne peut pas mesurer directement l'énergie dépensée lors du déplacement d'une charge.*

#### **Conclusion suggérée**

**Le déplacement d'une charge nécessite d'appliquer une force que l'on peut mesurer à l'aide d'un dynamomètre ou d'un élastique.**

## SÉQUENCE II

### Séance 2 : Quelle est l'influence du poids de la pente et de la nature du sol ? (p.60)

#### Inducteur



*Voiture ancienne volante*

Qu'est-ce qui vous surprend ?

Comment cette voiture se déplace-t-elle ?

#### Résumé

Les élèves cherchent des facteurs qui rendent plus difficiles les déplacements d'une charge. Ils imaginent comment les modéliser puis mesurent la force nécessaire dans chaque cas.

#### Objectif

Comprendre que certains paramètres rendent le déplacement d'un objet plus difficile et qu'il est nécessaire de les isoler.

#### Matériel

Pour chaque élève :

- Le cahier d'expérience

Pour chaque groupe de 4 élèves :

- 1 dynamomètre idéalement de 10 N (mais il peut être utile d'avoir quelques dynamomètres de 5 ou 50 N)
- Une caisse permettant de mettre une charge (boîte en carton par exemple) et d'accrocher le dynamomètre
- Suivant le paramètre testé : différents sols (tapis, parquet/carrelage, béton, herbe...), différents objets (livres...), ou une grande planche permettant de faire varier la pente
- Une photocopie de la fiche 4 (Expérience sur le déplacement d'un objet)

#### Lexique

Frottement, rugosité, pente

#### Déroulement

Collectivement : question initiale

Rappeler brièvement l'intérêt du dynamomètre et refaire une démonstration. Il faut aussi penser à vérifier la mise à zéro de l'outil.

L'enseignant demande ensuite : **Qu'est-ce qui peut rendre un déplacement difficile ?**

Les élèves pensent au poids (*plus c'est lourd, plus c'est difficile à déplacer*), à la pente (*plus elle est raide, plus c'est difficile*), à la nature du sol (*une surface lisse glisse mieux*)...

Collectivement, la classe définit un protocole permettant de tester ces différents paramètres : chaque groupe va tester un paramètre à l'aide des dynamomètres (voir ci-dessous).

### Note pédagogique

*Cette séance est intéressante pour travailler un aspect essentiel de la méthode expérimentale : ne faire changer qu'un paramètre à la fois (l'enseignant peut demander : « Si, dans une même expérience, on a fait varier à la fois le poids et la pente, comment conclure ? »). C'est particulièrement frappant quand on teste plusieurs charges différentes : il faut prendre garde à ne pas faire varier la surface de contact ni la rugosité de l'objet... D'où l'intérêt d'utiliser une boîte dans laquelle on place ces objets : la surface et le matériau de la boîte restent constants.*

*Pour gagner du temps, il peut être intéressant de distribuer une fiche documentaire destinée à recueillir les résultats des mesures des différents groupes (fiche 4).*

### Expérimentation (par groupes)

La classe est répartie en plusieurs groupes, chaque groupe testant un seul paramètre (sol, pente, poids... et d'autres paramètres éventuellement proposés par les élèves). Les mesures sont relevées sur la fiche 4.

#### Groupe « sol »

Différents sols sont utilisés : parquet/carrelage/béton/herbe/tapis, etc.



Classe de CM1/CM2 de Sylvie Rebet (Megève)

Il est possible que le dynamomètre de 10 newtons ne suffise pas dans certaines situations : attention au poids de l'objet ! On pourra utiliser au besoin des dynamomètres de 5 N ou 50 N.

Nature du sol	Force mesurée en Newton (N)
Parquet	8 N
Béton	8,5 N
Carrelage	6 N
Pavés	10 N
Tapis	10 N
bitume	10 N
Marbre	5 N

Classe CP-CE1-CE2-CM1-CM2 de Marion Olivier et Marie Mellet (Paris)

#### Groupe « pente »

Pour faire varier la pente, on peut par exemple utiliser une grande planche que l'on incline plus ou moins. On peut alors mesurer, dans les différentes situations, la force nécessaire pour tirer la boîte.



> La pente du sol varie

Situation	Force exercée (en Newton ou en cm)
table lisse en pente montée	2,5 Newton et 400 gm
table lisse à plat	2,5 Newton.
table lisse faible	4,5 Newton.
forte pente forte	7 N
pente extrême	10 N
descende à plat	2 N
descende faible	2,25 N
forte descende.	0,5 N

Classe de CM2 d'Anne-Marie Lebrun (Bourg-la-Reine)

### Groupe « charge »

Enfin, pour faire varier le poids, on peut utiliser une boîte que l'on leste plus ou moins (cela permet de garder les autres paramètres identiques, comme la forme, la surface ou la rugosité). Ce groupe risque d'avoir fini avant les deux autres ; il peut dans ce cas tester un autre paramètre.



Classe de CM1/CM2 de Sylvie Rebet (Megève)

Situation	Force exercée (N)
Caisse sans livre	0.25
Avec 3 livres	2.5
Avec 6 livres	8
Avec 8 livres	10

### Mise en commun

Un élève de chaque groupe présente au tableau les mesures réalisées. Les élèves récapitulent les mesures sur la fiche 4.

Les élèves discutent de l'influence des différents facteurs.

### Conclusion suggérée

**Certains paramètres rendent le déplacement d'un objet plus difficile : les frottements avec le sol, le poids de l'objet, la pente (en montée).**

Cette conclusion peut être enrichie d'une discussion, non pas sur les résultats eux-mêmes, mais sur la façon dont on les a obtenus : par l'expérimentation. Une expérience scientifique doit répondre à plusieurs critères : en premier lieu la reproductibilité (si plusieurs groupes font la même expérience, ils sont censés obtenir des résultats similaires), en second lieu la séparation des paramètres (pour pouvoir conclure, il ne faut avoir fait varier qu'un seul paramètre à la fois).

Ainsi, cette séance peut être une bonne introduction à une réflexion sur la nature de la science.

### Prolongement possible

On peut exploiter les résultats de cette séance pour travailler, en mathématiques, sur la représentation des données (diagrammes).

**Note scientifique :**

*Le frottement peut être, selon les cas, considéré comme « résistant » ou « moteur ».*

*En effet, lorsque l'objet est propulsé par un dispositif externe à lui-même (exemple : un objet que l'on pousse), les frottements agissent comme un frein. Diminuer ces frottements est donc indispensable pour faciliter le déplacement.*

*Au contraire, lorsque l'objet se propulse « par lui-même » (exemple : une voiture ou un piéton), les frottements (ici entre la roue et le sol, ou entre le pied et le sol) permettent de transmettre l'effort entre le dispositif moteur (la roue, le pied) et le sol. Les frottements sont alors indispensables au déplacement. Quand ceux-ci sont absents ou très faibles (exemple : sur du verglas), les roues patinent, les pieds glissent : l'objet n'avance pas.*

**FICHE 4**  
**Expérience sur le déplacement d'un objet**

Expérience 1 : Déplacer un même objet sur des sols différents

Nature du sol	Force mesurée (Newton, ou cm si élastique utilisé)

Expérience 2 : Déplacer des charges différentes

Nature de l'objet déplacé (ou poids de l'objet)	Force mesurée (Newton, ou cm si élastique utilisé)

Expérience 3 : Déplacer une même charge sur des pentes différentes

Nature de la pente	Force mesurée (Newton, ou cm si élastique utilisé)
À plat	
En montée, pente faible	
En montée, pente forte	
En descente, pente faible	
En descente, pente forte	

## SÉQUENCE II

### Séance 3 : L'invention de la roue (p. 64)

#### Inducteur



César Voiture compressée

(Ne pas dire le titre)

Qu'est-ce que c'est ?

#### Résumé

Après avoir compris que certains facteurs pouvaient rendre un déplacement plus difficile, la classe constate que l'utilisation de rondins ou de roues permet de limiter les frottements et donc de rendre le déplacement plus efficace.

#### Objectif

Comprendre que la roue est un moyen efficace pour déplacer des objets.

#### Matériel

Pour chaque élève :

- Le cahier d'expérience
- une photocopie de la fiche 5 (L'invention de la roue)

Pour chaque groupe de 4 élèves :

- 1 dynamomètre (voir séance précédente). Si l'on n'a pas de dynamomètre, utiliser des élastiques.
- Un objet lourd (par exemple la caisse de la séance précédente, lestée)
- Plusieurs rondins de même diamètre (manches à balais, pieds de chaise cylindriques, craies, bâtons de colle...)
- Un support roulant : un chariot, un skate-board, un diable...

#### Lexique

Rouler, glisser, levier, support

#### Déroulement

Collectivement : question initiale

Après avoir fait rappeler les conclusions de la séance précédente, l'enseignant repose le problème : **Comment faisaient les hommes préhistoriques pour déplacer des charges très lourdes (un menhir par exemple) ?**

Certains élèves pensent qu'ils les mettaient sur des roues, mais, pour la plupart, l'invention de la roue est postérieure ; ils évoquent donc des rondins.

Exemples de questions guide : **Qu'est-ce qu'on peut utiliser à la place de la roue pour déplacer une charge ? Qu'est-ce qu'on peut placer sous la charge ?**

Collectivement, on imagine une expérience permettant de vérifier qu'il est plus facile de déplacer une charge à l'aide de rondins ou de roues.

### Notes scientifiques

Attention : ici, il faut un peu de méthode pour ne pas faire varier plusieurs paramètres à la fois. Le protocole souvent imaginé par les élèves consiste à prendre un objet, mesurer la force pour le déplacer, puis le même objet, mais posé sur un skate-board, ou posé sur des rondins. Ici, on fait varier un 2e paramètre : la masse déplacée (objet dans un cas, objet + skate-board dans l'autre cas).

Une solution peut être de placer le skate-board dans les 2 expériences : dans un cas, l'objet est placé sur le skate-board ; dans l'autre cas, l'objet est placé sous le skate-board. Ainsi, la charge déplacée est la même.

Dans ce cas, on garde un problème avec les rondins : on ne peut pas les placer sur l'objet. Il est préférable donc, de réaliser 2 expériences séparées :

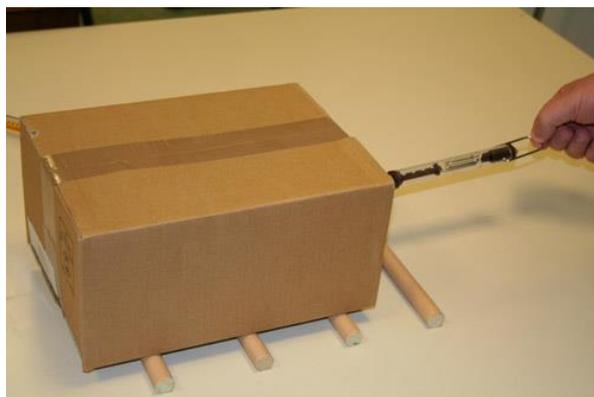
- *Objet seul / objet seul sur les rondins (ici, on teste l'effet des rondins). Cette expérience peut être réalisée en premier, car la question du poids ne se pose pas : elle est donc plus simple à concevoir.*
- *Objet sous le skate-board / objet sur le skate-board (ici, la charge est la même, on teste l'effet des roulettes).*

### Expérimentation (par groupes)

En fonction des dynamomètres (suivant qu'ils sont tarés pour 5, 10 ou 50 N), on a intérêt à prendre des charges plus ou moins lourdes.

Les élèves présentent leurs résultats et les notent dans le tableau récapitulatif de la séance précédente.

#### Expérience « rondins »



Situation	Force exercée (N)
Sans aide	20
Avec les rondins	4.5

Classe de CM2 d'Anne-Marie Lebrun (Bourg-la-Reine)

## Expérience « roue »



Situation	Force exercée (N)
Sans aide (avec le skate retourné, et sur la charge)	20
Avec des roues (avec le skate posé à l'endroit, et sous la charge)	4

Classe de CM2 d'Anne-Marie Lebrun (Bourg-la-Reine)

### Mise en commun

La mise en commun permet de mettre en évidence l'avantage à la fois des rondins et des roues : cela réduit beaucoup la force nécessaire au déplacement. Il y a moins de frottements.

La discussion peut alors porter sur la comparaison roues/rondins. Les résultats peuvent varier selon le matériel utilisé, et il n'est pas toujours évident de savoir lequel de la roue ou du rondin réduit le plus les frottements. Mais l'inconvénient des rondins, c'est qu'il faut régulièrement les replacer à l'avant de l'objet quand celui-ci avance. Cette manipulation n'est pas nécessaire avec la roue.

### Étude documentaire (individuellement)

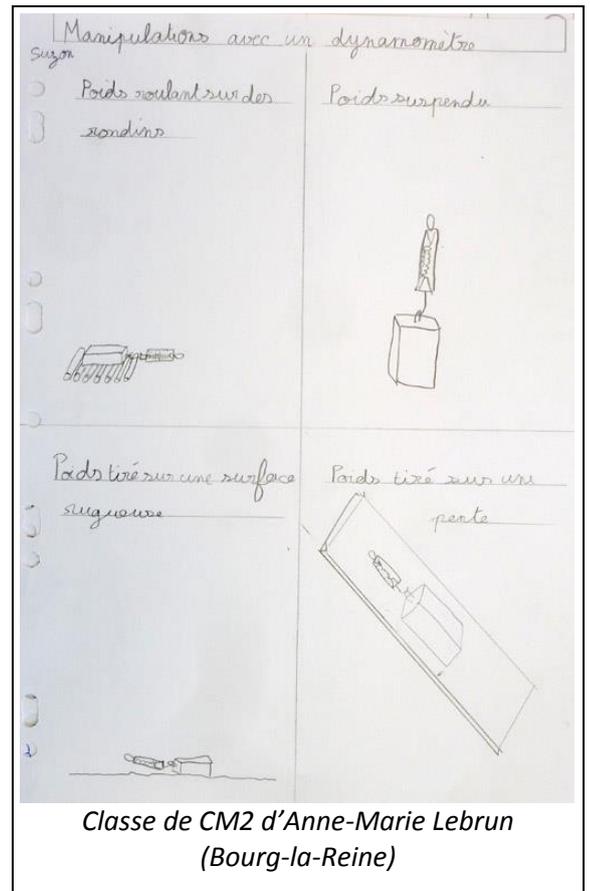
L'enseignant distribue une photocopie de la fiche 5 (L'invention de la roue), qui est lue par les élèves et résumée collectivement.

L'enseignant pourra poser quelques questions sur ce document :

- Quand a été inventée la roue ?
- Où a-t-elle été inventée ?
- En quel matériau étaient fabriquées les premières roues ?
- Quelle est la définition d'une roue ?
- Aujourd'hui, pourquoi les roues sont entourées de pneumatiques ?

### Conclusion suggérée

On peut utiliser des rondins pour faciliter le déplacement d'une charge mais la roue est un moyen plus efficace pour déplacer une charge lourde.



Classe de CM2 d'Anne-Marie Lebrun  
(Bourg-la-Reine)

## Fiche 05

### L'invention de la roue



Ce pictogramme sumérien représente les premières traces de l'invention de la roue. Il a été trouvé dans le sud de l'Irak, dans la ville d'Uruk (aujourd'hui, Warka), et date d'au moins 5000 ans.

Dès cette époque, on utilise la roue, soit pour transporter des charges lourdes (elle est placée verticalement, utilise la force humaine ou animale et permet de limiter les frottements avec le sol), soit pour fabriquer de la poterie (elle est alors placée horizontalement).

À l'époque sumérienne, les roues sont faites en pierre. Trop lourdes et difficiles à produire, elles seront plus tard fabriquées en bois. L'usure est un vrai problème, qui sera résolu de plusieurs façons : en ajoutant un cerclage en métal, plus solide, ou en plantant des gros clous métalliques sur le bois. Certaines roues bénéficient des 2 améliorations : elles sont cerclées et cloutées.

La roue évolue toujours, grâce à l'usage de l'acier, de l'aluminium, puis des alliages composites. Mais elle garde toujours sa forme d'origine : c'est un objet circulaire qui tourne autour d'un axe situé en son centre.

Aujourd'hui, la roue est entourée d'un pneumatique, qui permet d'amortir les chocs et d'augmenter l'adhérence.

## SÉQUENCE II

### Séance 4 : Quelles sont les grandes évolutions de l'automobile au cours de son histoire ? (p.104)

#### Inducteur

Bande son du Fardier de Cugnot.

De quoi s'agit-il ? Qu'est-ce que vous avez entendu ?

#### Résumé

Une étude documentaire permet de retracer les grandes étapes de l'évolution de l'automobile et de connaître ses principaux constituants.

#### Objectif

Comprendre les grandes étapes de l'évolution de l'automobile.

#### Matériel

- Bande son et vidéo de reconstitution du fardier de Cugnot

Pour chaque élève :

- Fiche 13 « Le fardier de Cugnot, une des premières automobiles »

Pour chaque groupe :

- Une version A3 du tableau *Évolution des automobiles dans l'histoire* prédécoupée en fonction du niveau de la classe (voir déroulement de la séance).

#### Lexique

Fardier, calèche, moteur à combustion, artillerie, châssis, automobile

#### Déroulement

Collectivement :

À la suite de l'écoute de la bande son du Fardier de Cugnot, on distribue aux élèves la fiche 13, en leur expliquant que c'est ce véhicule que les élèves ont entendu. Le texte est alors lu individuellement, puis l'enseignant demande aux élèves de donner (à l'oral) les différences entre ce véhicule et une voiture actuelle (poids, taille, vitesse, énergie...). On demandera ensuite aux élèves : **Qu'est-ce qui vous étonne ?** Plusieurs réponses sont attendues : « *Il va très lentement* », « *Il est très lourd* », ou bien « *Il n'a pas de freins* ».

L'enseignant questionne alors la classe : **Que veut dire le nom « automobile » ? D'où vient ce nom ?** Définition : Qui se meut (déplace) par soi-même, par ses propres moyens.

(AUTO : autonome et MOBILE : qui bouge, se meut, se déplace ; contraire d'immobile)

Par groupes :

Une fois que la classe s'est mise d'accord sur la définition d'une automobile, le maître distribue à chaque groupe, dans un premier temps, uniquement les images des 5 véhicules (Fiche : *Évolution des automobiles dans l'histoire*). Les élèves vont devoir classer les véhicules par ordre chronologique en observant les caractéristiques de chaque véhicule (matériaux, nombre de roues, éléments qui se rajoutent au fur et à mesure des époques). Les élèves trouvent assez vite les indices qui permettent de classer les véhicules.

Une mise en commun rapide permet de comparer les classements et de constater que les différences sont minimes (Inversion entre le Fardier de Cugnot et le tricycle de Serpollet ; idem entre la jamais contente et la Ford T).

Le maître distribue alors les textes (découpés au préalable) de la fiche *Évolution des automobiles dans l'histoire*, et demande aux élèves d'associer à chaque véhicule l'année de sa création, son inventeur, et la description des évolutions techniques en s'aidant des différentes informations qui s'y trouvent (matériaux, alimentation énergétique (type de moteur), nombre de roues, éléments qui se rajoutent au fur et à mesure des époques).

**Les groupes colleront sur une feuille A3, les différents éléments remis dans l'ordre. Ces affiches seront disposées au tableau pour la mise en commun.**

**NOTE IMPORTANTE :**

**Pour les CE2 :**

Le tableau devra être découpé en laissant les cases « Inventeur » et « Évolution technique » ensemble.

**Pour les CM1/CM2 :**

Toutes les cases du tableau sont découpées. Même s'ils peuvent trouver certains éléments par déduction, les élèves peuvent rencontrer des difficultés par exemple, entre La Jamais Contente et la Ford T. On leur demande alors en passant dans les groupes : **Où trouver ces informations ?** On attend comme réponse dans un dictionnaire ou sur Internet, et ils peuvent alors effectuer ces recherches.

Les élèves peuvent rencontrer deux difficultés pour trouver l'ordre chronologique :

- Il est difficile de trancher entre le tricycle Serpollet et le fardier de Cugnot car on ne voit pas le moteur dans le premier (sa taille est réduite pour être rangé dans « le coffre arrière »). Le tricycle est cependant plus petit et mieux équipé, il est en métal et possède des sièges confortables.
- Idem entre la Jamais Contente (fonctionnant à l'électricité) et la Ford T. La Ford T dispose de phares, d'un toit, d'une vitre pour protéger le conducteur...

Il peut ensuite faire remarquer les différentes sources d'énergie qui alimentent ces automobiles. Il évoque le fait que la première automobile à avoir atteint 100 km/h était électrique : la Jamais Contente.

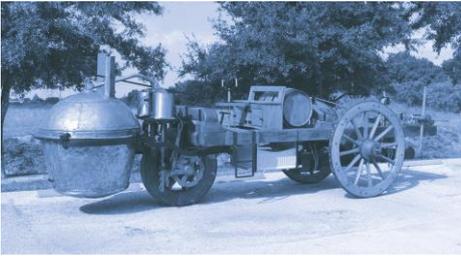
### **Conclusion**

La conclusion de cette séance peut prendre la forme d'une frise chronologique avec la photographie de chaque automobile, son nom, son évolution technologique et son alimentation énergétique.

### **Éclairage historique sur l'automobile**

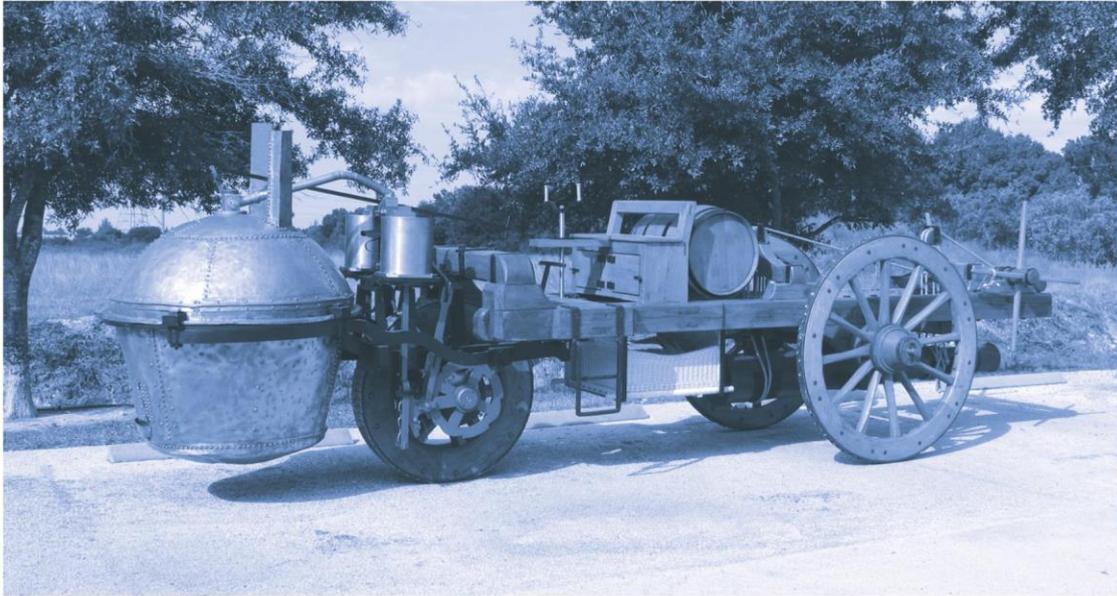
Avant la révolution industrielle et l'invention de la machine à vapeur, l'homme utilise la traction animale pour son transport et l'agriculture. Le cabriolet hippomobile est apparu en France vers 1790, il peut déplacer jusqu'à trois personnes. Le cabriolet est une version évoluée de « la chaise » car il reste léger et instable, mais ses suspensions en ressorts métalliques apportent plus de confort et de sécurité. On parle cependant d'automobile ou de voiture pour désigner un véhicule à roues propulsé par un moteur et destiné au transport terrestre de personnes.

## Évolution des automobiles dans l'histoire

Nom	Année	Inventeur	Évolution technique
<p style="text-align: center;">Le Fardier de Cugnot</p> 	1769	Nicholas-Joseph Cugnot	C'est la première automobile qui utilise la vapeur pour se propulser. Elle a été conçue pour transporter du matériel militaire. Cet engin pèse 8 tonnes en charge et peut avancer à 4 km/h au maximum.
<p style="text-align: center;">Le tricycle Serpollet</p> 	7 mai 1888	Léon Serpollet	Premier véhicule à vapeur commercialisé, il utilise un système de chaudière à pulvérisation instantanée qui permet un état de marche au bout de 20 minutes. La préfecture de police autorise Léon Serpollet à circuler dans Paris à moins de 16 km/h ; c'est l'invention du permis de conduire.
<p style="text-align: center;">La Jamais Contente</p> 	Avril 1899	Camille Jenatzy	Le châssis est plus haut, elle possède deux moteurs et une carrosserie légère et profilée. Elle utilise l'électricité (à 80 km/h, elle peut rouler 45 minutes)
<p style="text-align: center;">La Ford T</p> 	1908	Childe Harold Wills et deux immigrants hongrois : József Galamb et Jen Farkas	C'est la première voiture vendue à très grande échelle et accessible à tous. De 1908 à 1927, il se sera vendu 16 millions d'exemplaires, dont le prix évolue de 850 dollars à 300 dollars (3 300 actuels). Pour cela, Henry Ford met en place les premières chaînes d'assemblage pour la fabrication du modèle.
<p style="text-align: center;">La Toyota Prius</p> 	2009	Toyota	Ce modèle est conçu pour diminuer la consommation d'essence : un moteur à essence et deux moteurs électriques, récupération de l'énergie du freinage...

## FICHE 13

### Le fardier de Cugnot, une des premières automobiles



Après avoir travaillé dans l'artillerie et la fortification, Nicholas-Joseph Cugnot décide de concevoir un véhicule à vapeur destiné à transporter le matériel militaire (les canons surtout). En 1769, il conçoit le fardier de Cugnot grâce à un important financement de l'armée. Son engin mesure 7 mètres de long, 2 mètres de large, il pèse 8 tonnes en charge et peut avancer à 4 km/h au maximum.

En novembre 1770, il est testé sur route et crée l'exploit, mais il est impossible d'arrêter le véhicule qui ne possède pas de frein. L'engin percute un mur, au désespoir de Joseph Cugnot qui ne réussira pas à rassembler les fonds nécessaires pour faire un deuxième essai.

## SÉQUENCE III : LES IMPACTS DE L'AUTOMOBILE

### Séance d'introduction

#### Déroulement

Cette séance commence par un rappel oral du projet : **De quoi avons-nous parlé depuis le début du projet ?** Diversité et évolution des transports, déplacement d'une charge, la roue et l'invention de l'automobile. **Pourquoi avons-nous parlé de ça ?** Rappel du titre du projet : écomobilité.

Cette synthèse permet avant tout de bien faire comprendre le lien entre cette séquence et les précédentes.

Puis une question est posée à la classe :

#### ***D'après vous, quels sont les avantages et les inconvénients de l'automobile ?***

On commence par répondre à l'oral à cette question : L'enseignant demande à la classe un avantage, puis un inconvénient. Cela permet d'éviter une incompréhension dans la consigne : il se peut que certains élèves tentent de donner les avantages et les inconvénients d'une voiture actuelle par rapport à une ancienne voiture notamment par rapport au Fardier de Cugnot (dans ce cas, ils parleront sûrement des freins par exemple). D'autres vont peut-être donner des éléments de la voiture comme réponse (le volant, le moteur, les roues...), ce qui n'est pas le travail attendu.

Une fois un ou deux exemples donnés et la consigne comprise, les élèves répondent individuellement dans leur cahier.

Réponses attendues :

Avantages	Inconvénients
Se déplacer librement, partir en vacances	Pollution
Autonomie	Embouteillages
Confort	Bruit
Rapidité	Stress
Plaisir d'avoir sa voiture	Difficulté de se garer
...	Obligation de construire des routes et des parkings
	Coût (achat, essence, assurance...)
	Accidents
	Pannes

Les réponses sont mises en commun et affiche qui récolte toutes les propositions de la classe.

#### Remarque :

Cette discussion préalable permet d'introduire les impacts et d'amener plus naturellement les séances suivantes.

## SÉQUENCE III

### Séance 1 : Qu'est-ce qui est à l'origine des émissions de CO<sub>2</sub> dans une automobile ? (p. 108)

#### Résumé

Une expérience permet de mettre en évidence le fait que la combustion génère l'émission de CO<sub>2</sub>.

#### Objectif

Comprendre que la combustion d'énergie fossile génère l'émission de CO<sub>2</sub>

#### Matériel

- Vidéo de reconstitution du fardier de Cugnot

Pour chaque groupe :

- Bougie ou lampe à alcool
- Eau de chaux (qu'on peut trouver en pharmacie)
- Bocal en verre, avec couvercle
- Ramequin
- Pailles

#### Lexique

Combustion, énergie fossile, CO<sub>2</sub>

#### Déroulement

Collectivement : question initiale

Pour démarrer la séance, l'enseignant demande : ***Pourquoi dit-on que l'automobile pollue ?***

Au fur et à mesure de la discussion entre les élèves, il demande : ***Qu'est-ce qui se passe dans un moteur ? Que consomme le moteur ? Le moteur consomme de l'essence (ou gazole) et rejette du dioxyde de carbone. D'où vient la fumée qui sort du pot d'échappement ? Il y a quelque chose qui brûle dans le moteur : c'est l'essence.***

Les élèves évoluent petit à petit vers l'idée que la combustion émet des gaz qui peuvent être polluants.

L'enseignant précise : ***L'un de ces gaz est le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>).***

Note : La notion de polluant est systématiquement associée aux mauvaises odeurs : il faut alors préciser que le CO<sub>2</sub> n'a pas d'odeur et que les éventuelles mauvaises odeurs sont dues à d'autres gaz.

Une autre propriété importante du CO<sub>2</sub> est son caractère invisible. Pour l'évoquer, le lien avec la respiration est utile : quand on expire, on ne voit rien de particulier.

L'enseignant demande : ***Sachant qu'il est inodore et invisible, comment mettre en évidence le CO<sub>2</sub> ?*** L'enseignant explique qu'on va utiliser de l'eau de chaux qui change d'aspect (se trouble) au contact du CO<sub>2</sub>.

Pour vérifier que l'on peut utiliser l'eau de chaux afin de mettre en évidence la présence de CO<sub>2</sub>, il faut faire une expérience : ***Quelle autre source de CO<sub>2</sub> connaissons-nous ? La respiration : lorsque l'on respire, on rejette du CO<sub>2</sub>. Quelle expérience pouvons-nous faire pour vérifier que l'eau de chaux réagit en présence de CO<sub>2</sub> ?***

On attend des élèves qu'ils proposent de souffler avec une paille dans de l'eau de chaux (on pourra au besoin leur montrer les pailles s'ils n'y arrivent pas).

### Par groupes :

Les élèves réalisent cette expérience simple : dans un petit ramequin d'eau de chaux, ils soufflent avec une paille jusqu'à ce que l'eau de chaux se trouble.

Mais il est possible que certains élèves fassent remarquer que c'est peut-être simplement l'agitation de l'eau de chaux dans le bocal qui la trouble.

Si aucun élève ne fait cette remarque, l'enseignant en parlera. Pour confirmer que le  $\text{CO}_2$  est bien responsable de cette réaction chimique, on réalise deux autres expériences :

- Secouer un bocal d'eau de chaux : pas de réaction
- Souffler faiblement au-dessus de l'eau de chaux, sans l'agiter : pas de réaction

Conclusion de ces trois expériences : Pour que l'eau de chaux se trouble, il faut la mélanger à du  $\text{CO}_2$ .

### Collectivement :

Le maître demande à la classe de réfléchir à une expérience :

**Réfléchissez à une expérience qui permettrait de montrer que le moteur produit bien du  $\text{CO}_2$ .**

**Question guide : Comment peut-on représenter ce qui se passe dans le moteur ?** Comme nous l'avons vu plus haut, il y a quelque chose qui brûle dans le moteur. Donc dans le moteur, il se produit une *combustion*. **Comment modéliser ce qui brûle ?** Progressivement, les élèves peuvent arriver à la conclusion qu'une bougie permettra de représenter la combustion à l'intérieur du moteur.

### Expérimentation (par groupes)

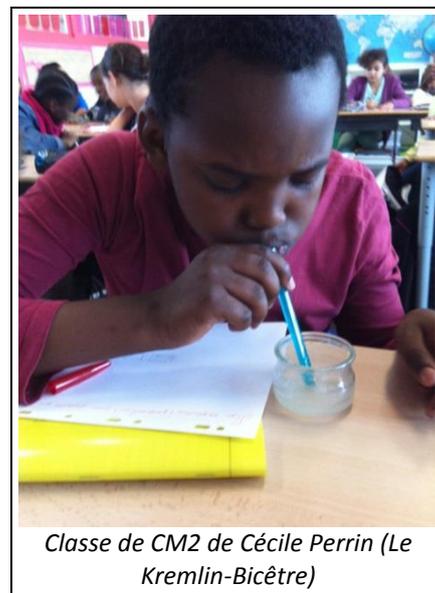
Lorsque les élèves ont trouvé l'idée de la bougie, ils peuvent réfléchir au protocole par groupe. En cas de difficulté, l'enseignant présente le matériel disponible.

Les élèves dessinent l'expérience décidée en groupe, puis la réalisent.

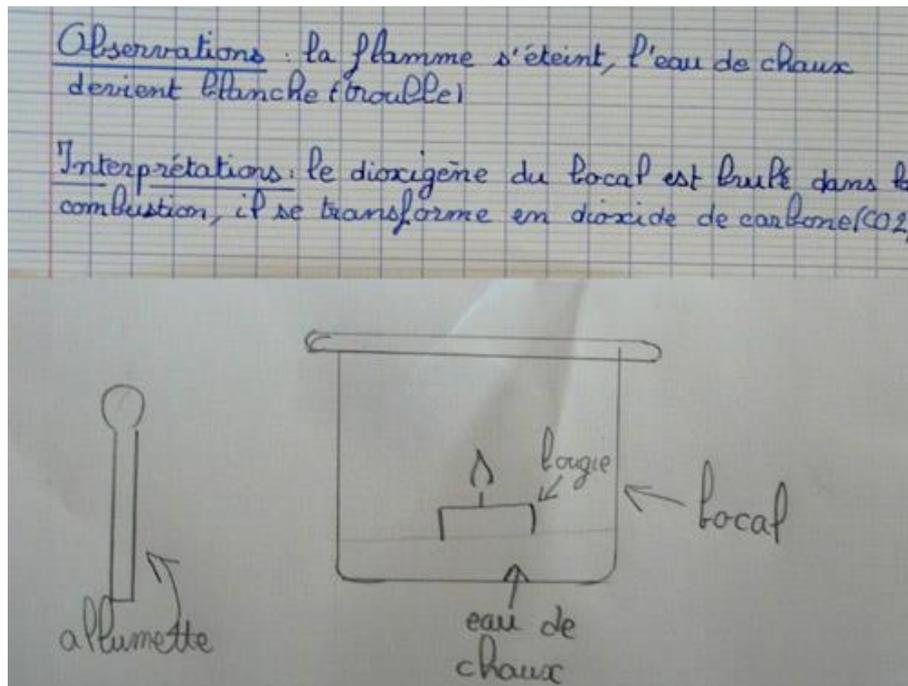
### **Voici des exemples de protocole :**

- On peut faire brûler une bougie dans un bocal fermé. Au fond de ce bocal, on aura versé de l'eau de chaux. À la fin de la combustion, on ouvre rapidement le bocal, on enlève la bougie, puis on referme le bocal. On agite ensuite le bocal. L'eau de chaux se trouble, mettant en évidence la présence de  $\text{CO}_2$ . (Si l'expérience n'est pas concluante, c'est que le  $\text{CO}_2$  s'est échappé lorsque le bocal a été ouvert. On pourra alors refaire la même expérience sans ouvrir le bocal, en laissant la bougie à l'intérieur.)
- On allume une bougie. À l'aide d'une poire en plastique, on aspire l'air au-dessus de la bougie, et on le rejette dans un ramequin d'eau de chaux. Après avoir répété cette opération plusieurs fois, l'eau de chaux se trouble.

D'autres solutions peuvent être proposées par les élèves. Rappeler que l'eau de chaux doit être agitée en présence de  $\text{CO}_2$  pour observer une réaction.



Classe de CM2 de Cécile Perrin (Le Kremlin-Bicêtre)



Classe de CM2 de Kévin Faix (Le Kremlin-Bicêtre)

#### **Notes scientifiques :**

Pendant la combustion, on voit un dégagement de fumée. Il ne s'agit pas du  $\text{CO}_2$  (qui est un gaz, et invisible, de surcroît), mais de fines particules de carbone.

Il se peut que la combustion soit stoppée trop rapidement (par manque d'oxygène), avant d'avoir pu émettre suffisamment de  $\text{CO}_2$  pour faire réagir l'eau de chaux. Pour éviter cela, on peut laisser le couvercle entrebâillé : l'air pénètre dans le bocal et entretient la combustion, tout en ne laissant pas trop s'échapper le  $\text{CO}_2$  (qui, étant plus dense que l'air, a tendance à tomber au fond du bocal).

#### Mise en commun

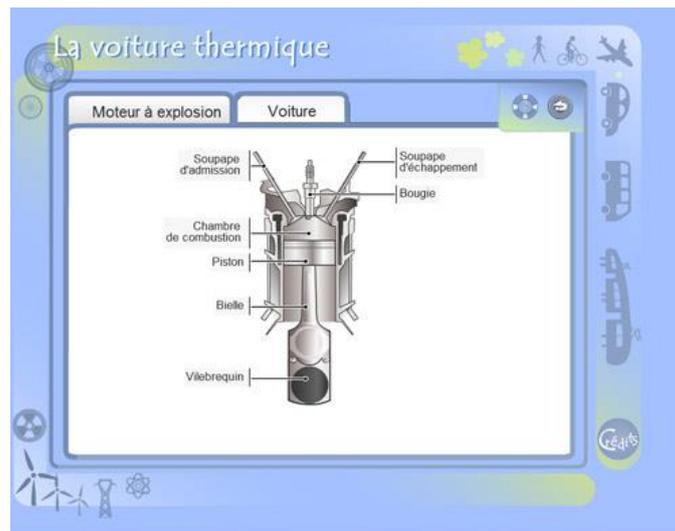
Cette manipulation permet de mettre en évidence le  $\text{CO}_2$  émis dans le bocal par la combustion. Le fait que l'eau de chaux se trouble montre qu'il y a quelque chose « en plus » dans « l'air » du bocal que dans l'air ambiant.

#### **Conclusion suggérée**

La combustion émet du  $\text{CO}_2$ . Le  $\text{CO}_2$  est considéré comme un polluant car il est dangereux pour la santé et contribue au changement climatique.

## Prolongement multimédia

Une animation multimédia permet d'étudier le fonctionnement du moteur à combustion.



## SÉQUENCE III

### Séance 2 : Les transports ont-ils un impact sur la qualité de l'air ? (p. 137)

#### Inducteur



Trouvez un titre.

Pistes :

(Est-ce que ça existe ?)

(Pourquoi l'artiste a choisi de construire sa ville comme ça ?) faire un lien avec la pollution et avec la saturation de l'espace.

#### Résumé

Les élèves tracent la courbe des émissions de gaz polluant (les NOx, ou oxydes d'azotes) en fonction des heures sur quatre jours afin de comprendre le lien entre activité humaine et pollution de l'air.

#### Objectif

Comprendre le lien entre l'usage massif de l'automobile et la pollution de l'air.

#### Matériel

Pour chaque élève :

- Photocopie de la fiche 18 (Concentration de l'atmosphère en gaz polluant au cours de la journée)
- Photocopie du graphique vierge « Évolution de la concentration en gaz polluant dans la journée », si possible sur papier-calque ou transparent

#### Lexique

Qualité de l'air, polluant

#### Déroulement

Collectivement, question initiale

L'enseignant débute la séance en demandant : **Pourquoi dit-on parfois que l'air est pollué ? En quoi certains moyens de transport peuvent-ils polluer l'air ?**

**Réponses attendues :** *On a du mal à respirer dans certaines villes quand il y a trop de voitures. Ça sent mauvais. On voit comme un brouillard. On voit de la poussière sur les bâtiments, les vitres, les voitures...*

Après avoir noté les réponses des élèves, on définit en classe entière le vocabulaire qui aura été cité.

En particulier, on revient, dans la discussion, sur le fait que l'air est composé de différents gaz (azote : 78 %, oxygène : 20 %, autres : 1 % = gaz rares, dioxyde de carbone...). On parle de pollution quand la proportion de ces gaz change, ou quand d'autres gaz apparaissent.

Le rapprochement avec la séance précédente peut être fait, car il a déjà été vu que les voitures rejettent des gaz d'échappement, et que l'on trouve parmi ces gaz le dioxyde de carbone. Cette fois-ci, il s'agit d'autres gaz d'échappement que l'on appelle les oxydes d'azote ou les NOx, et qui sont toxiques contrairement au CO<sub>2</sub>.

### Étude documentaire (par groupes)

L'enseignant distribue la fiche 18 (Concentration de l'atmosphère en gaz polluant au cours de la journée) qui présente, pour différents jours de la semaine, l'évolution de la concentration de l'atmosphère en gaz polluant. L'exemple pris est celui de la ville de Bordeaux (station Eysines située près de la rocade).

L'enseignant s'assure que les élèves arrivent bien à lire le tableau (il peut le faire en demandant par exemple : « quelle est la concentration en gaz polluant de l'air, à Bordeaux, le 8 avril à 16 heures ? »). La classe discute du sens du mot « gaz polluant » et des unités utilisées :  $1 \text{ m}^3$  (mètre cube) = 1 000 litres, et  $1 \mu\text{g}$  (microgramme) = 1 milliardième de gramme).



Classe de CM2 d'Anne-Marie Lebrun (Bourg-la-Reine)

### **Note scientifique et pédagogique :**

*Si l'enseignant souhaite aller plus loin sur les molécules de NOx et leurs impacts, il peut soit proposer une étude documentaire sur 30 minutes (supplémentaires à la séance), soit apporter lui-même les informations et expliquer que ces gaz provoquent des maladies du système respiratoire, des irritations, des maux de tête... (cf. l'éclairage scientifique).*

*Il est possible de demander aux élèves de construire eux-mêmes les graphiques (en choisissant les axes, échelles...) : prévoir, dans ce cas, une séance supplémentaire.*

### Par groupes de 4

Chaque binôme réalise un graphique pour une journée. Un code couleur défini en classe entière permet d'identifier les différentes courbes (une couleur par journée). Si possible, les graphiques vierges seront imprimés sur des transparents ou du papier-calque, ce qui permettra à chaque groupe de comparer 2 ou 3 journées, en superposant les graphiques. Sinon, en plaçant les feuilles l'une sur l'autre devant les fenêtres, on peut visualiser, par transparence, le graphique complet.

### **Note :**

*Prévoir de photographier les feuilles superposées pour que chaque élève puisse conserver une trace dans son cahier.*

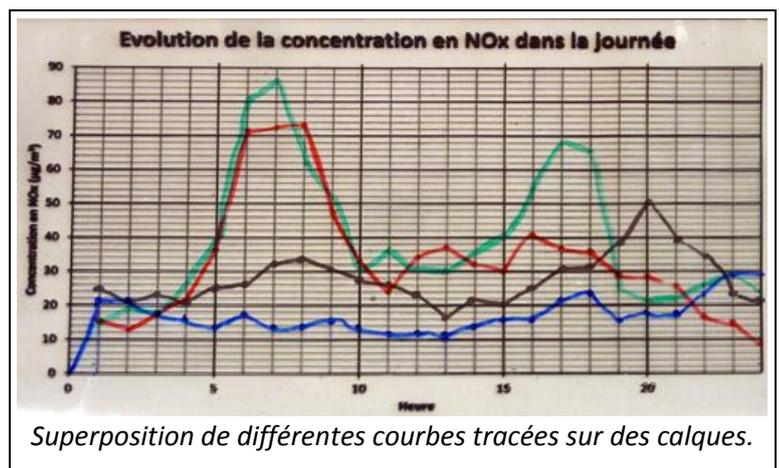
### Mise en commun

En classe entière, on décrit et on analyse ces graphiques. Les élèves cherchent à quoi sont dues ces émissions. Ils réfléchissent ensuite à quel jour de la semaine correspondent ces dates. S'ils ne trouvent pas, l'enseignant explique que ces dates sont un samedi, un dimanche, un lundi, un mercredi de la même semaine. Les élèves reviennent alors sur les différences entre les graphiques et cherchent à les expliquer.

**Remarque :** Nous nous limiterons à 2 courbes pour les CE2 et 3 pour les CM1, CM2 et 6<sup>e</sup>.

### *Pour les CE2 :*

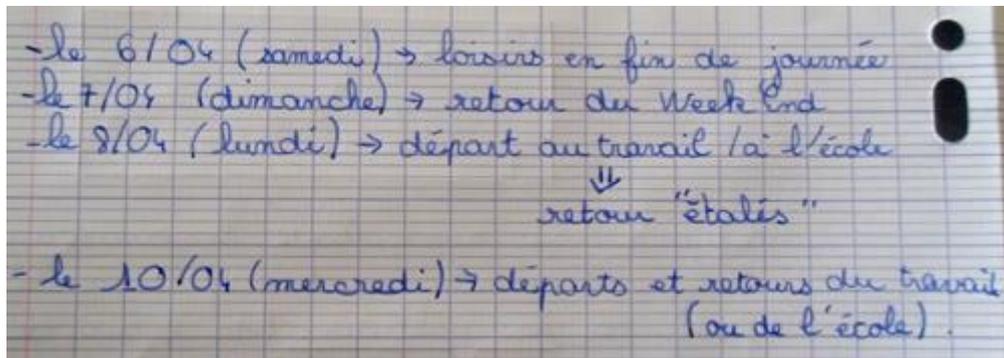
En rouge, le lundi 8 (pic de trafic le matin pour partir au travail ; le soir, les retours sont plus étalés), et en noir, le dimanche 7 (retours de week-end en fin de journée).



Pour les CM1, CM2 et 6<sup>e</sup> :

En bleu, le samedi 6 avril (sorties de loisir en fin de journée), en noir, le dimanche 7 (retours de week-end en fin de journée), en rouge, le lundi 8 (pic de trafic le matin pour partir au travail ; le soir, les retours sont plus étalés) et en vert le mercredi 10 (on retrouve le même pic que le lundi le matin, mais l'après-midi montre davantage d'activités : ce sont les sorties et loisirs).

Les pics d'émission de polluants correspondent aux périodes de pointe du transport automobile, et donc aux activités (trajet domicile-travail, retour de week-end, activités de loisir...). L'enseignant pourra préciser que les gaz polluants étudiés sont issus à 60 % du transport routier, et en particulier des véhicules diesels.



Classe de CM2 de Marion Fouret (Le Kremlin-Bicêtre)

### Conclusion suggérée

L'usage massif de l'automobile est source de pollution.

**FICHE 18****Concentration de l'atmosphère en NOx au cours de la journée**

Consigne: Ce tableau montre la concentration de l'air, heure par heure, en NOx (oxydes d'azote). Les mesures ont été faites à Bordeaux, en avril 2013. À l'aide des tableaux ci-dessous et du graphique de la fiche suivante, trace l'évolution de la concentration de l'air en NOx au cours d'une journée.

Source: Airaq

Heures	Le 6.4.2013	Le 7.4.2013	Le 8.4.2013	Le 10.4.2013
	NOx (µg/m <sup>3</sup> )			
1	22	25	15	15
2	22	21	13	19
3	16	22	17	18
4	15	21	21	27
5	14	25	36	40
6	17	26	71	81
7	15	32	72	86
8	15	33	73	61
9	16	30	47	52
10	15	28	33	30
11	14	27	24	37
12	14	23	34	30
13	12	17	37	30
14	13	21	32	36
15	15	20	30	41
16	15	25	41	55
17	21	30	37	69
18	24	31	36	65
19	16	38	29	25
20	19	50	29	21
21	19	39	26	22
22	22	34	17	27
23	28	23	15	30
24	28	21	9	26

## FICHE 18

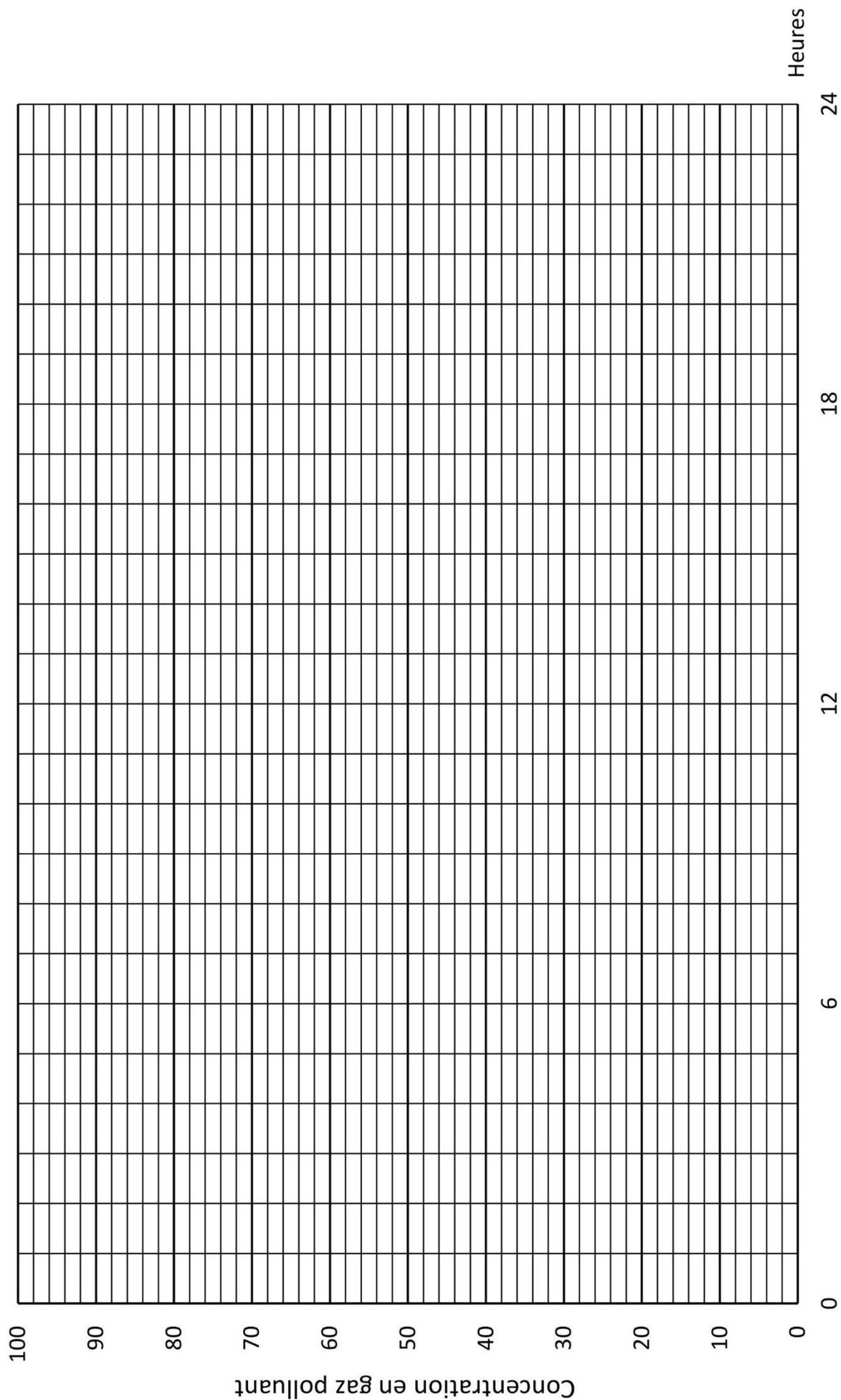
### Concentration de l'atmosphère en NOx au cours de la journée

Consigne: Ce tableau montre la concentration de l'air, heure par heure, en NOx (oxydes d'azote). Les mesures ont été faites à Bordeaux, en avril 2013. À l'aide des tableaux ci-dessous et du graphique de la fiche suivante, trace l'évolution de la concentration de l'air en NOx au cours d'une journée.

Source: Airaq

Heures	Le 7.4.2013	Le 8.4.2013
	NOx ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	NOx ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
1	25	15
2	21	13
3	22	17
4	21	21
5	25	36
6	26	71
7	32	72
8	33	73
9	30	47
10	28	33
11	27	24
12	23	34
13	17	37
14	21	32
15	20	30
16	25	41
17	30	37
18	31	36
19	38	29
20	50	29
21	39	26
22	34	17
23	23	15
24	21	9

# Évolution de la concentration en gaz polluant dans la journée



## SÉQUENCE III

### Séance 3 : Comparaison de la voiture et du bus en ville : Quel espace ? Quel temps de trajet ? (p. 142)

#### Inducteur

Visionner un extrait du film *Nos voisins les hommes*.

*Qu'avez-vous compris ?*

#### Résumé

À l'aide de voitures miniatures, les élèves comparent l'espace pris par la voiture et par le bus pour transporter le même nombre de personnes. Ils s'interrogent alors sur la manière de se déplacer en ville.

#### Objectif

Comprendre qu'une voiture occupe davantage d'espace qu'un bus, proportionnellement au nombre de personnes qu'elle peut transporter et que cela provoque une saturation du réseau.

#### Matériel

Pour chaque élève :

- Photocopie de la fiche 20 (Les déplacements en France)

Pour la classe, au choix :

- Soit 83 petites voitures + un bus (demander aux élèves de les apporter)
- Soit 3 photocopies de la fiche 21 (Vignettes bus et voitures)
- Une photo d'embouteillage sur laquelle on voit le nombre de passagers par voiture

#### Lexique

Surface, étalement urbain, temps de trajet, trafic

#### Déroulement

Étude documentaire (collectivement)

L'enseignant démarre la séance en distribuant une photocopie de la fiche 20 (Les déplacements en France). Après un temps de lecture individuelle, l'enseignant s'assure que le vocabulaire ne pose pas de problème (trafic fluide, trafic saturé notamment). Chaque document est analysé collectivement.

- Le premier montre que la voiture est de loin le transport dominant en France et qu'elle est de plus en plus utilisée, au détriment de la marche et du vélo. Il montre également que les transports en commun, pourtant objets de nombreux investissements, n'augmentent pas dans les usages.
- Le second document montre une conséquence de la prééminence de la voiture sur les autres moyens de transport : le trafic est souvent saturé (embouteillages), rallongeant les temps de trajet. On peut alors demander aux élèves pourquoi les bus et les vélos sont moins pénalisés par un trafic fluide que la voiture. On attend comme réponse la présence de voies pour bus ou vélos, ou autres aménagements.

L'enseignant explique qu'il y a environ 38 millions de voitures en France, pour environ 28 millions de ménages [Sources : Comité des constructeurs français d'automobiles / INSEE.].

La classe peut alors discuter des autres conséquences de la présence massive de la voiture dans nos villes : bruit, pollutions, dangers, etc.

La discussion peut porter sur un autre aspect : la place (au sens « l'espace ») prise par les voitures dans une ville (routes, parkings, garages, stations-service, etc.). Cette place est prise au détriment des habitants (chaussées pour les piétons, pistes cyclables, espaces verts...).

On peut aussi demander aux élèves de s'interroger sur la situation actuelle au vu de ces chiffres : **Si le bus est plus rapide que la voiture, pourquoi continue-t-on d'utiliser la voiture ?** La voiture est moins chère (même si cela dépend des cas, car dans certaines villes, les transports en commun sont gratuits), elle peut nous emmener n'importe où, pas seulement aux arrêts de bus, et on peut s'affranchir des horaires des bus. **À part des embouteillages, qu'est-ce qui peut augmenter le temps de déplacement ?** Trouver où se garer n'est pas toujours évident ; Il faut parfois faire le plein d'essence.

### Modélisation

*Collectivement :*

Question : **Combien peut-on transporter de personnes dans un bus ?** En moyenne 100 personnes, mais de 70 à 200 personnes selon les villes. **Et dans une voiture ?** 5 personnes pour la plupart des voitures.

Montrer une photo sur laquelle on voit un embouteillage. **Combien de personnes y a-t-il réellement dans les voitures ?**

On notera qu'une voiture est occupée en moyenne par 1,2 personne. Par ailleurs, un bus comporte une centaine de places et il est plein aux heures de pointe.



<http://www.autoblogger.fr/wp-content/uploads/2013/04/embouteillages.jpg>

### **Note pédagogique :**

*Suivant les classes, il se peut que l'information « 1,2 passager par voiture » pose problème. Dans ce cas, on pourra soit arrondir à 1 passager par voiture, soit le formuler autrement, en disant que 10 voitures permettent de transporter 12 personnes.*

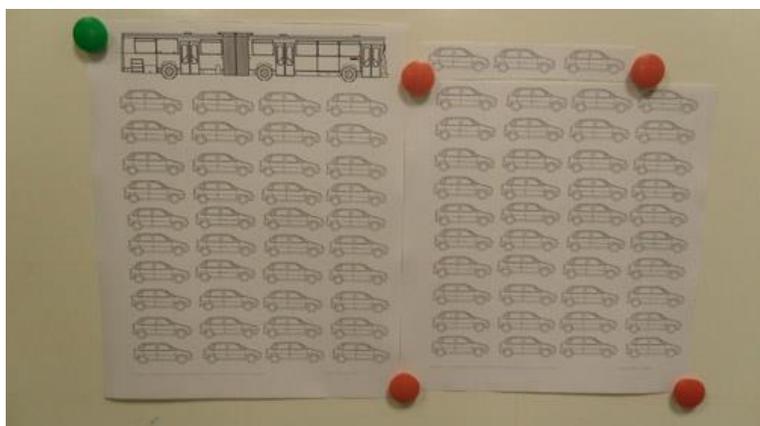
*Par groupe :*

Question : **D'après vous, comment pourrait-on représenter côte à côte l'espace pris par 1 bus et par 83 voitures ?**

Laisser les groupes chercher un moyen de représenter cette situation. Exemples : apporter des petites voitures, coller des images de voitures ou des vignettes, dessiner ou symboliser les voitures et les bus, etc..



*Ici, le bus est symbolisé par le rectangle jaune, au centre de l'image. Classe de CM2 de Cécile Perrin (Le Kremlin-Bicêtre)*



*Classe de CM2 de Kevin Faix (Le Kremlin-Bicêtre)*

Cette petite activité permet de mieux se rendre compte de la place énorme que prend la voiture, comparée aux transports en commun.

Questions :

- Que constatez-vous ?
- Quelles sont les conséquences de l'importance de la voiture dans nos villes ?
- Comment pourrait-on résoudre ces problèmes ?

Réponses possibles :

La voiture prend beaucoup de place par rapport au nombre de personnes qu'elle transporte.

Embouteillages, rallongement des temps de transport et augmentation des nuisances (bruit, pollution, stress).

Solutions alternatives : transports en commun, marche, vélo...

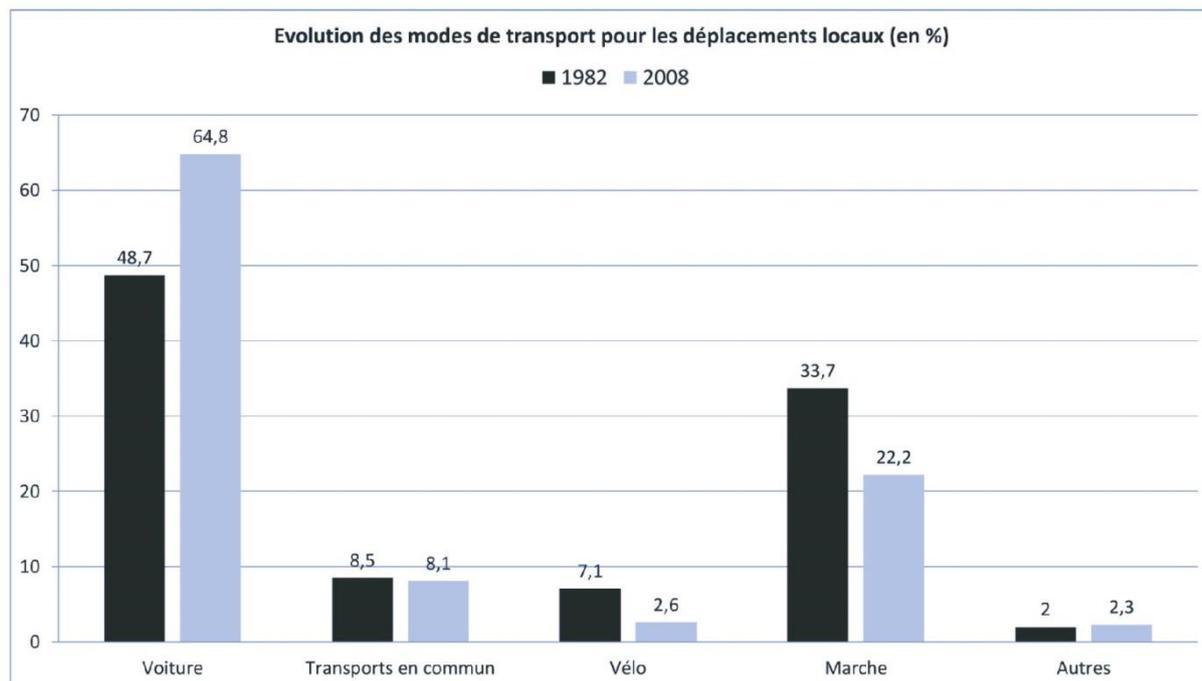
### **Conclusions suggérées**

**Le nombre très important d'automobiles, leur faible taux d'occupation et la surface qu'elles occupent créent une saturation du réseau, des embouteillages et une augmentation des temps de trajet.**

OU

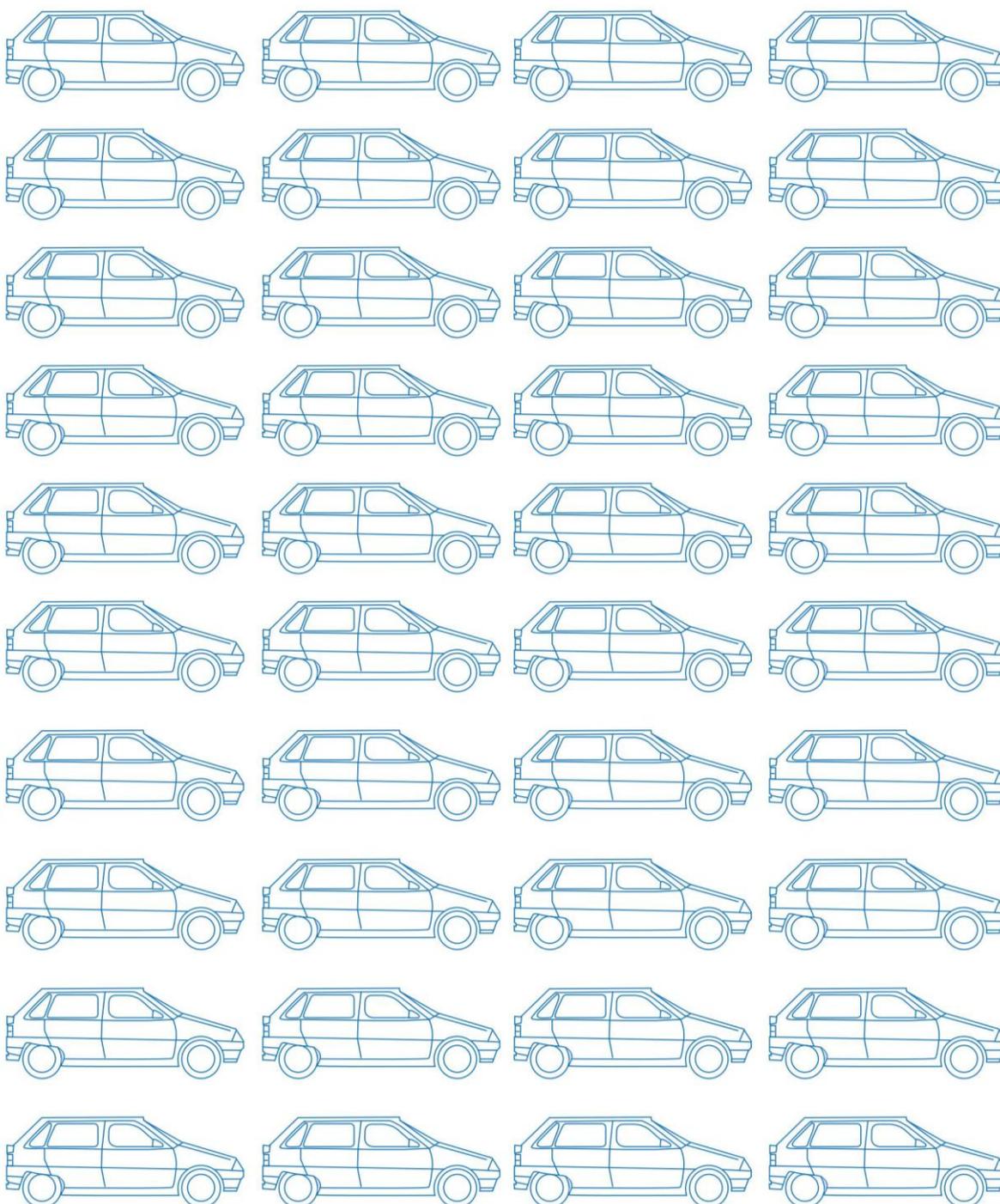
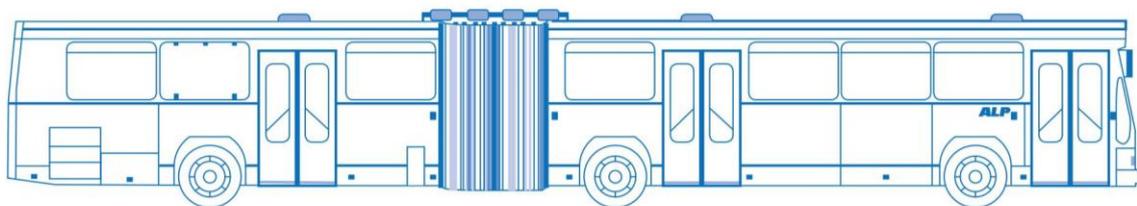
**Les automobiles sont très nombreuses et ne transportent qu'une seule personne, le plus souvent. Pourtant elles occupent beaucoup d'espace, ce qui crée des embouteillages et fait perdre du temps dans les trajets.**

## FICHE 20 Les déplacements en France



Temps de trajet pour parcourir 3 km		
	TRAFIC FLUIDE	TRAFIC SATURE
	36 min	36 min
	12 min	12 min
	7 min	18 min
	7 min	27 min

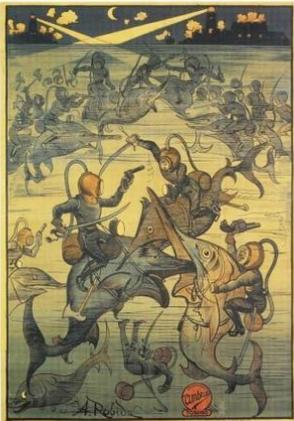
FICHE 21  
Vignettes bus et voitures



## SÉQUENCE III

### Séance 4 : Que devient l'eau des pluies sur différents sols ? (p. 162)

#### Inducteur



Robida

Que remarquez-vous ?

Mode de déplacement : dauphins

Environnement : mer

Les chevaux sont remplacés par des dauphins.

#### Résumé

Les élèves testent l'infiltration de l'eau dans différents types de sol et comprennent que les surfaces bitumées imperméabilisent les sols.

#### Objectif

Comprendre que les surfaces bitumées imperméabilisent les sols

#### Matériel

- Photocopie de la fiche 26 (Les eaux de ruissellement)
- Bassines ou bocal
- Sols : graviers, sable, terre et bitume (soit un morceau, soit dans la cour)
- Passoires
- Pâte à modeler
- **Fiche protocole d'expérience (par groupe)**
- Tableau de synthèse sur affiche

#### Lexique

Ruissellement, infiltration

#### Déroulement

##### Individuellement :

L'enseignant distribue une photocopie de la fiche 26 ou projette l'image (Les eaux de ruissellement) et laisse les élèves répondre individuellement à la consigne : **Que devient l'eau s'il pleut un peu ? Et s'il pleut beaucoup ?**

##### Collectivement : mise en commun

Il est probable que les élèves feront l'hypothèse que l'eau va ruisseler jusqu'à la bouche d'égout et qu'en cas de forte pluie il y ait un risque d'inondation. Cependant, il peut y avoir un désaccord sur le fait que l'eau va s'infiltrer, ou pas, dans le bitume.

L'enseignant demande alors **Comment pourrait-on vérifier que l'eau va s'infiltrer (passe à travers) ?** Et recueille les propositions des élèves.

Expérimentation (par groupe)

**Trouvez des expériences qui permettent de vérifier l'infiltration de l'eau dans différents sols. Quels sont les différents sols possibles ?** (cailloux, sable, terre et bitume).

*Consigne :*

**Votre expérience doit permettre de voir comment l'eau s'infiltré.**

Cette remarque évitera aux élèves de se contenter de verser de l'eau directement dans l'herbe par exemple et les incitera à modéliser.

Après avoir laissé le temps à chaque groupe de trouver une idée, de la dessiner et de lister le matériel, une discussion collective permet de choisir les expériences à réaliser et de les répartir entre les groupes.

Chaque groupe récupère le matériel nécessaire, réalise l'expérience et rédige un compte rendu.

On laissera volontairement les élèves libres d'expérimenter et de faire des erreurs (pas de mesure du temps écoulé, de quantité d'eau versée, d'épaisseur de « sol »...).

Mise en commun

Chaque groupe présente son expérience et ses résultats qui sont notés sur une affiche.

Cette première synthèse met en évidence les problèmes rencontrés et l'impossibilité de comparer les résultats car les dispositifs ne sont pas forcément étalonnés (pas de mesure du temps écoulé, de quantité d'eau versée, d'épaisseur de « sol »...).

*Questions guides :*

**Quelle quantité d'eau avez-vous versée ? Combien de temps l'eau a-t-elle mis pour s'infiltrer ? Quelle est l'épaisseur du sol ?**

L'enseignant conduira la classe à réfléchir à la nécessité d'isoler des paramètres pour pouvoir comparer et adopter ainsi la démarche scientifique.

Amener les élèves à s'apercevoir que dans chaque situation, il faut verser la même quantité d'eau et chronométrer son temps d'infiltration. Veiller à commencer et terminer le chronomètre au même moment à chaque fois.





Classe de CM1/CM2 de Sylvie Rebet (Megève)

Expérimentation (par groupe)

2<sup>e</sup> essai : après avoir pris en compte les remarques précédentes.

Collectivement : mise en commun

À l'issue de ces expériences, on peut se rendre compte que l'eau s'infiltré plus ou moins rapidement selon les sols. Le bitume empêche l'eau de s'infiltrer, contrairement à la terre par exemple.

Type de sol	Sable	Cailloux	Terre	Bitume
Temps d'infiltration	40 s	10 s	8 s	jamais

***Quel est le problème si toutes les surfaces sont bitumées ?***

Réponses attendues : problèmes d'inondation et de renouvellement des ressources en eau.

Ce dernier impact est l'occasion de faire un rappel sur le cycle de l'eau (voir DVD *Ma petite planète chérie*).

**Conclusion suggérée**

**La construction de routes, de parkings, de bâtiments etc... imperméabilisent les sols. Cela peut entraîner des risques d'inondation. D'autre part, l'eau qui ne s'infiltré pas dans les sols n'est pas récupérée pour constituer des réserves dans les sols (nappes phréatiques). Cela provoque un épuisement des ressources en eau.**

**FICHE 26**  
**Les eaux de ruissellement**

**Consigne:** Que devient l'eau s'il pleut un peu? et s'il pleut beaucoup?



## SÉQUENCE IV : IMAGINER DES SOLUTIONS

### L'intermodalité : vivre et analyser une situation locale

#### Inducteur



Robida, *Sortie de l'opéra en l'an 2000*

- Qu'avait prévu Robida ?
- Pourquoi Robida a-t-il donné ce titre ?
- Qu'est-ce qui vous paraît étrange ?

#### Résumé

Les élèves déterminent la meilleure solution pour effectuer cette fois-ci un trajet moyen (30 km). Ils précisent les caractéristiques du trajet qu'ils choisissent.

#### Objectif

Comprendre qu'on peut combiner plusieurs moyens de transport pour effectuer un même trajet.

#### Matériel

- Plan de Nogent-Creil + Carte routière Oise (secteur Nogent – Compiègne)
- Ordinateur avec connexion Internet (sinon proposer une impression écran)

#### Lexique

Planification, intermodalité

#### Déroulement

##### **Avant-propos**

- *Cette séance permet d'étudier la manière de faire un trajet moyen (30 km) qui peut être typique des trajets quotidiens. Ce trajet doit permettre d'utiliser la marche, le vélo, les transports en commun (car, train) ou la voiture.*
- *On ne proposera pas ici un trajet trop court (comme domicile-école), car un tel trajet ne permet pas, en général, d'inclure des transports en commun.*
- *Nous proposons de relier le quartier de l'école au musée de l'automobile à Compiègne.*

##### **Collectivement :**

##### ***Comment se rendre du quartier de l'école au musée de l'automobile à Compiègne ?***

Ensemble, on définit les différents moyens de transports (marche à pied, vélo, voiture, bus, car, train).

On demande aux élèves d'identifier les contraintes liées à chaque moyen de transport (stationnement, horaires, météo...).

On s'assure que tout le trajet a été pensé, c'est-à-dire que l'on a bien réfléchi à :

- Comment se rendre à l'arrêt de bus ?
- Où garer sa voiture si on choisit ce mode de transport ?
- Comment garer ou transporter son vélo ?
- Etc.

**Par groupe de 4 :**

**Trouvez les différentes possibilités pour effectuer ce trajet.**

Recherche en groupe à l'aide des plans et cartes proposées.

Si possible, les élèves pourront utiliser le site <https://maps.google.fr> qui permet de calculer l'itinéraire en voiture et à pied (kilomètres, durée, coût).

**Astuce ! :** En ville, une bonne estimation du temps pris par un trajet à vélo est de diviser par deux le temps d'un trajet à pied.

**Collectivement : mise en commun**

L'enseignant introduit la notion d'intermodalité, c'est-à-dire le fait de combiner plusieurs moyens de transport lors d'un même trajet. Il fait remarquer aux élèves que nous la pratiquons souvent sans y penser.

Comparaison des chaînes de déplacements :

Les élèves notent le(s) moyen(s) de transport qu'ils pensent utiliser pour ce trajet. Quelques exemples de propositions :

	1 Domicile Nogent sur Oise	2 Arrêt de bus	3 Gare	4 Arrêt de bus	5 Musée de Compiègne
<b>1</b>	<b>Voiture</b>				
<b>2</b>	<b>Marche</b>	<b>Bus</b>	<b>Train</b>	<b>Bus</b>	<b>Marche</b>
<b>3</b>	<b>Vélo</b>		<b>Train</b>	<b>Vélo</b>	
<b>4</b>	<b>Marche</b>		<b>Car</b>	<b>Marche</b>	
<b>5</b>	<b>Marche</b>		<b>Train</b>	<b>Marche</b>	
<b>6</b>	<b>Voiture</b>		<b>Train</b>	<b>Marche</b>	

Après une mise en commun, chaque groupe choisit sa « chaîne de déplacements » (la combinaison des moyens de déplacements choisis).

**Par groupe : étude documentaire**

À l'aide des documents distribués, les élèves vont calculer le coût, l'impact écologique et le temps du trajet.

**Parmi toutes ces propositions, quel est le meilleur trajet ?**

L'objectif est que les élèves dégagent des critères de comparaison comme le coût, la durée, le nombre de kilomètres parcourus, les émissions de CO<sub>2</sub>...

### **Comment pourrait-on le vérifier ?**

Le site <http://www3.ademe.fr/eco-comparateur/> compare les émissions de CO<sub>2</sub> de plusieurs moyens de transport.

Le site <https://www.oise-mobilite.fr/> permet de combiner différents moyens de transports (à vérifier car dysfonctionne parfois !)

### **Mise en commun**

La classe réfléchit à une manière de présenter ses résultats. On peut par exemple réaliser un schéma synthétisant les temps de trajet, coûts et émissions de CO<sub>2</sub> pour chaque moyen utilisé, ainsi que le total.

Les élèves comparent les différents trajets. Ensuite, l'enseignant insiste sur l'efficacité apportée par le vélo pour les trajets courts.

Il pourra également préciser qu'il n'y a pas de solution parfaite, et que c'est à chacun de faire ses choix selon le critère qu'il va privilégier et en fonction des besoins pour lesquels il fait ce trajet !

### **Conclusion suggérée**

**Il est possible de combiner plusieurs moyens de transport pour un même trajet : c'est l'intermodalité. Il existe des outils (cartes, sites Internet...) qui permettent de planifier son trajet et choisir l'itinéraire le plus efficace (durée, coût, émissions...). Les transports doux (marche, vélo, etc.) sont adaptés aux trajets courts.**

## SÉQUENCE V : LE VÉHICULE IDÉAL OU LA VILLE IDÉALE

### Remarque :

Que l'on choisisse de travailler sur la ville idéale ou sur le véhicule idéal, on proposera aux élèves la séance suivante permettant d'engager un questionnement sur la Ville.

### INTRO : QUESTIONNEMENT COMMUN AUX DEUX PARCOURS

#### 1. Qu'est-ce qu'une ville ? Définir la ville

- ➔ Lister ce qui la compose ou la constitue : bâti, espaces verts, voies de communication ++ idéologiquement : le vivre ensemble ?

#### 2. Quels sont les besoins de ses habitants :

- ➔ Lister ces besoins : logement, loisirs, services, travail, commerces, transports, énergies, gestion des déchets...

#### 3. Comment les habitants se déplacent-ils pour répondre à leurs besoins ?

- ➔ Lister les services qui permettent aux habitants d'accéder à leurs besoins : les transports, les communications

#### 4. Quels sont les problèmes qui peuvent se poser ? (les nuisances)

- ➔ Lister ces problèmes : bruit, vitesse, pollution...

Individuellement : **Qu'est-ce qu'une ville ?** Chercher une définition du mot « ville ».

### Mise en commun de la définition

*Ex : Regroupement de constructions dans lesquelles les habitants s'organisent pour vivre ensemble.*

*Différence entre ville et village : Dans une ville, il y a plusieurs corps de métiers pratiqués, alors que dans un village, les métiers sont liés à l'agriculture.*

*En France, on parle de ville à partir de 2000 habitants.*

### Par groupe : Questionnement

#### 1. Qu'est-ce qui compose la ville ? Listez tous les éléments qui se trouvent dans la ville ?

- Bâtiments d'habitation
- commerces (boulangerie, boucherie, grandes surfaces, cafés, restaurants, garage...)
- bureaux
- usines
- centres administratifs (mairie, poste, police, gendarmerie, Caisse d'allocation familiale, pôle emploi, impôts, trésor public...)
- hôpital, cabinets médicaux
- centres culturels (théâtre, cinéma, lieux d'exposition, musée, médiathèque...)
- infrastructures sportives (gymnase, stade, piscine...)
- Écoles et universités
- gare, aéroport
- espaces verts
- rues, trottoirs, places, abribus
- lieux de culte (église, mosquée...)
- signalétique (panneaux, lignes blanches sur le goudron...)

## 2. Quels sont les besoins des habitants ?

Besoins des habitants	Éléments qui composent la ville
se loger	bâtiments d'habitation
manger	commerces
s'habiller	commerces
se distraire	centres culturels
faire du sport	infrastructures sportives
travailler	usines, bureaux, centres administratifs, écoles, commerces, centres culturels ou sportifs...
Eau ? Électricité ?	conduits, tuyaux
échanger, communiquer	partout
apprendre	Écoles et université, centres culturels
se soigner	Hôpital, cabinets médicaux
se promener	Rue, trottoirs, places, espaces verts, signalétique

## 3. Comment les habitants accèdent-ils à leurs besoins ?

- à pied
- en vélo
- en voiture
- en bus
- en tramway
- en métro
- en train
- en moto, en scooter
- en trottinette, en roller, en gyropode...
- par internet ou par téléphone (livraison de marchandises, télétravail, accéder aux connaissances et à la culture...)

## 4. Quels sont les problèmes liés à la ville ?

- bruit
- pollution
- saturation de l'espace (embouteillages)
- stress
- insécurité
- les déchets
- manque d'espaces verts

### Synthèse collective

Une deuxième séance permettrait d'enrichir la recherche à l'aide de photos et de documents.

Besoins des habitants	Éléments qui composent la ville
se loger	bâtiments d'habitation
manger	commerces
s'habiller	commerces

se distraire	centres culturels
faire du sport	infrastructures sportives
travailler	usines, bureaux, centres administratifs, écoles, commerces, centres culturels ou sportifs...
Eau ? Électricité ?	conduits, tuyaux
échanger, communiquer	partout
apprendre	Écoles et université, centres culturels
se soigner	Hôpital, cabinets médicaux
se promener	Rue, trottoirs, places, espaces verts, signalétique

## A. Le véhicule idéal

### DÉFI TECHNOLOGIQUE : CONCEVOIR ET RÉALISER UN VÉHICULE

#### I. LES ÉTAPES

##### 1. Transition

Faire un rappel de ce qui a été abordé au cours des séances sur l'écomobilité.

Exemple de synthèse : « Nous avons vu au cours des séances précédentes que la voiture est un des moyens de transports le plus utilisé. Cela pose plusieurs problèmes : trafic saturé, embouteillages, nécessité de construire de plus en plus de parking et de routes, nuisances sonores, stress, pollution de l'air due aux rejets des gaz d'échappement, émission de CO<sub>2</sub>...».

C'est ce dernier point qui permettra d'introduire l'idée du défi : **concevoir et réaliser un véhicule à l'aide de matériaux récupérés qui doit se déplacer exclusivement à l'aide d'énergie renouvelable.**

L'enseignant pourra ajouter que nous avons vu précédemment que les voitures à moteur thermique (à essence) émettent du CO<sub>2</sub> et d'autres polluants. Pourrait-on fabriquer un véhicule qui ne consomme pas de pétrole, non polluant ?

##### 2. À partir du cahier des charges : Concevoir l'objet, le réaliser et établir la fiche de fabrication

###### ➤ Le cahier des charges

Il constitue également la grille d'évaluation.

###### – Réalisation d'un véhicule auto-propulsé

Au moins 80% de la masse de l'objet doit être réalisée avec des **matériaux récupérés**. L'objet technique doit se déplacer exclusivement à l'aide d'**énergie renouvelable**.

**Vitesse de départ nulle** (à l'arrêt / sans lancer).

Déplacement minimum sur 5 mètres ou 15 secondes.

Dans quel environnement doit-il se déplacer ?

#### OPTIONNEL :

###### – Réalisation d'une vidéo

Une fois l'objet achevé, son déplacement est filmé.

###### – Réalisation d'un support numérique

Le support numérique, sous forme de diaporama par exemple, a pour objet de présenter la réalisation du projet. Il répond aux contraintes suivantes :

– Retracer les différentes étapes de la démarche de projet (réflexions, solutions, réalisations, expérimentations...)

– Mettre en avant le respect des différents critères du cahier des charges.

##### 3. Conception

Inventaire des solutions possibles, réinvestissement des connaissances, recherches, essais, tâtonnements...

Le choix des matériaux les plus adaptés et le choix des outils seront discutés.

**En binôme, les élèves dessinent leur prototype avec précision, le légendent et listent le matériel nécessaire.**

**Leur préciser que le dessin doit les aider à fabriquer le véhicule c'est à dire qu'on doit bien voir les différents éléments qui le composent (en cela c'est un dessin technique).**

#### **4. Fabrication**

Répartition des tâches, organisation des étapes de fabrication (avec quoi, où, comment ?)

##### **Réalisation du véhicule en binôme.**

Réalisation de la fiche de fabrication qui décrit les différentes étapes de la construction du véhicule.

(Indiquer le titre, préciser l'objectif du montage, présenter le matériel nécessaire et les outils à utiliser)

*Objectifs : Suivre l'ordre des opérations. Mettre en œuvre des savoir-faire techniques. Faire preuve de rigueur, de précision.*

#### **5. Évaluation**

Fonctionnement du véhicule et conformité au cahier des charges.

Essais de l'objet, validation par rapport au cahier des charges, réajustement de la fiche de fabrication, échange de fiches de fabrication pour comparer.

## **II. QUELQUES CONSEILS ET IDÉES POUR LA FABRICATION DU VÉHICULE**

Cette étape fera l'objet d'une discussion collective qui permettra aux élèves d'échanger leurs idées et de proposer des pistes pratiques dans différents domaines :

### **A. LES CHOIX DE MATÉRIAUX**

#### – POUR LE CHASSIS

Ils doivent répondre à certains critères à définir ensemble : masse faible, matériau facile à travailler

On peut tester alors divers matériaux : carton, carton plume, divers bois, balsa, barquette alimentaires, bouteilles plastiques, etc.

#### – POUR LES ROUES

De formes cylindriques, elles doivent permettre le meilleur roulement possible

On essaiera divers objets : bouchons plastique, bouchons liège, cannettes, disques CD ou DVD, disques de bois, roues de jouets, roues de maquettes, etc.

### **B. LA FIXATION DES ROUES SUR LE CHASSIS**

– Fixer directement les roues sur le châssis par l'intermédiaire de clous par exemple

– Utiliser un axe (baguette de bois, tige métal, tube plastique, paille...) et tester la fixation des roues à l'axe et celle de l'axe au châssis en évitant les frottements.

Diverses possibilités sont proposées par les élèves. Si au cycle 3, les élèves ne colleront pas les roues sur le châssis, ils ne penseront pas forcément à fixer les roues sur un axe (essieu).

C'est en voyant le matériel disponible (pics à brochette, pailles) qu'ils trouveront une solution technique qui consiste à placer le pic à brochette dans la paille elle-même fixé au châssis.

### **C. COMMENT FAIRE AVANCER L'OBJET ?**

•

#### ➤ **En utilisant les propriétés de l'air**

Air en mouvement : voile, hélice... (Tester différents matériaux pour arriver à la meilleure performance)

Réaction de l'air : véhicule à réaction

(Positionner de manière la plus efficace la réserve d'air pour éviter les frottements)

➤ **En utilisant un « moteur » à élastique**

En utilisant un moteur faisant fonctionner une hélice.

En utilisant un moteur transmettant le mouvement aux axes par l'intermédiaire d'une courroie ou d'un engrenage.

➤ **En utilisant un moteur électrique**

Il peut être utilisé pour faire avancer l'objet ou pour une autre fonction (éclairer par exemple)

L'utilisation d'un système électrique nécessite une approche préalable du circuit simple utilisant un panneau photovoltaïque, des piles, des récepteurs (ampoule, moteur...) et un interrupteur.

**D. VERS LE CONCEPT DE DÉVELOPPEMENT DURABLE**

Quelques éléments pouvant permettre d'intégrer le concept de développement durable :

Origine des matériaux, recyclage des déchets, énergies utilisées, énergies renouvelables...

Connaître→Comprendre→Agir

**III. EXEMPLES DE RECHERCHE**

Quelques étapes et questions soulevées pendant la construction :

- les roues doivent être de la même taille 2 à 2 (pas nécessairement identiques entre avant et arrière)
- est-ce qu'une roue plus grande va plus vite ? -> pas de grande différence
- il faut que la tige qui tient les roues puisse tourner -> on utilise des pics à brochette et des pailles
- si le "plancher" est plus léger, ça va plus vite -> carton, carton plume ou balsa
- mode de propulsion : principe d'action réaction.

Un ballon est fixé sur un "gonfleur" ou tuyau : on peut tester plusieurs diamètres. Il est intéressant d'utiliser des tubes coniques : ça va mieux si le ballon est sur l'extrémité la plus large (car l'air sort par la plus petite ouverture, donc moins vite donc plus longtemps)

- sens de propulsion : l'air sort dans un sens, la poussée se fait dans l'autre !



Comment le faire aller plus vite ?

On va jouer principalement sur 2 facteurs :

- la masse
- les frottements

## B. Imaginer la ville idéale

### Prolongement sur la ville (approfondir le travail sur la ville) :

#### A/ Enquête dans la ville (de Nogent) :

- ➔ Prise en photo de toutes les traces liées au déplacement (panneaux, marquages au sol, traces de pneus ou autres...)
- ➔ Filmer du point de vue de la roue par exemple en se plaçant à un endroit fixe (pendant un temps limité).
- ➔ Filmer en plan large à différents moments de la journée un même endroit.
- ➔ Abécédaire de la ville en rapport avec les transports. Ex :
  - les enfants imaginent une situation évoquée par un mot (ex : abris- bus, bouchon, embouteillage : bouchons de bouteille collées les uns derrière les autres, enfants agglutinés). Les enfants dessinent d'abord cette situation, puis ils se mettent en scène pour représenter cette situation. Puis prise en photo de cette situation.
  - photos de traces
  - dessins à l'encre ou collages
- ➔ Cartes postales : hier / aujourd'hui / demain : photographier un endroit dont on a pu récupérer la photo ancienne puis imaginer comment cet endroit pourrait évoluer (utiliser la photocopie de la photo d'aujourd'hui pour la modifier : montage, collage, crayonnage...)
- ➔ Lister, à la manière de Perec, ce qu'il y a dans notre ville (tout ou tout ce que j'aime /n'aime pas).

#### B/ Vers une ville idéale : imaginer cette ville :

- ➔ Les cartes postales (voir ci-dessus)
- ➔ Collage / montage à partir d'une banque d'images de villes futuristes ou pas, de véhicules imaginaires, steampunk... : puis détourner des photos.
- ➔ Produire des écrits dans lesquels les élèves imaginaient une ville idéale : des images ou des textes peuvent servir de point de départ.
- ➔ Lister, à la manière de Perec, ce qu'on voudrait dans une ville idéale.

Imaginer un « scénario dont vous êtes le héros » : proposer une trame de scénario à choix multiples, pour l'écriture d'une fiction à plusieurs mains.

Les choix multiples sont dictés sur des enjeux de santé pour notre planète.

Chaque niveau de choix peut donner lieu à des ateliers à réaliser (en plus de la phase purement littéraire) : sciences, techno, arts sonores et visuels. Proposer un début d'histoire (un premier chapitre) avec un choix à effectuer. Aux classes de continuer...

Pour cela fournir un certain nombre d'axes, de données liées notamment à l'écomobilité, à la connaissance de la ville et de ses réseaux (genre la page d'équivalence entre le bus et le nombre de voitures ...), à l'environnement...