FONDATION La main à la pâte
POUR L'ÉDUCATION À LA SCIENCE

CE2 et cycle 3

La bicyclette : histoire et fonctionnement

Une séquence du projet *En marchant, en roulant, en naviguant... je suis « écomobile » !*

Résumé

Après avoir retracé l'historique des grandes inventions relatives à la bicyclette, les élèves cherchent à comprendre son fonctionnement : la transmission et la transformation du mouvement, de la jambe au pédalier, puis du pédalier à la roue arrière. Ils étudient ensuite le fonctionnement du système de vitesses.

Séquence 3 : La bicyclette

Niveaux conseillés

CM2, 6e

Présentation de la séquence

Cette séquence est constituée de quatre séances.

Après avoir retracé l'historique des grandes inventions relatives à la bicyclette, les élèves cherchent à comprendre son fonctionnement : la transmission et la transformation du mouvement, de la jambe au pédalier, puis du pédalier à la roue arrière. Ils étudient ensuite le fonctionnement du système de vitesses.

Le scénario conceptuel ci-dessous permet de suivre la progression notionnelle, exprimée en langage élève.

Séance 1
La bicyclette est inventée en 1817 puis n'a cessé d'évoluer.

↓

Séance 2
Le vélo permet de transformer un mouvement musculaire en un mouvement mécanique de rotation des roues.

↓

Séance 2
Le mouvement des jambes permet de faire tourner le pédalier.

↓

Séance 3
La chaîne permet de transmettre le mouvement du pédalier au pignon pour faire tourner la roue.

↓

Séance 4
Plus les pignons sont petits, plus c'est dur d'appuyer sur la pédale, mais plus la distance parcourue en un tour de pédalier est grande : c'est le système de vitesses.

Résumé des séances

Titre	Modalités d'investigation	Résumé
1 : L'histoire de la bicyclette	Étude documentaire	Les élèves retracent l'histoire du vélo de 1817 à aujourd'hui à travers un texte descriptif et des images des inventions. Les principaux éléments du vélo sont décrits.
2 : Le vélo : comment ça marche ?	Débat	Les élèves tentent d'expliquer le fonctionnement général d'un vélo.
3 : Comment le mouvement se transmet-il à la roue ?	Modélisation	Les élèves tentent de modéliser la transmission de mouvement.
4 : Qu'est-ce qu'un système de vitesses ?	Modélisation	Les élèves cherchent à expliquer et modéliser le fonctionnement des vitesses.

Séance 1 – L'histoire de la bicyclette

Niveaux conseillés	CM2, 6e
Résumé	Les élèves retracent l'histoire du vélo de 1817 à aujourd'hui à travers un texte descriptif et des images des inventions. Les principaux éléments du vélo sont décrits.
Notions	La bicyclette est inventée en 1817 puis n'a cessé d'évoluer.
Modalité d'investigation	Étude documentaire
Matériel	Pour chaque élève : • Photocopie de la fiche 6 (L'histoire du célérifère) • Photocopie de la fiche 7 (L'histoire de la bicyclette en photos) • Photocopie de la fiche 8 (Les éléments du vélo) Pour la classe : • (facultatif) Un vélo • Un agrandissement de chaque image présente sur la fiche 7
Lexique	Les éléments qui constituent le vélo + les noms des vélos historiques
Durée	1 h 30

Note pédagogique

Il est préférable de ne pas annoncer tout de suite le titre ou le thème de la séance (la bicyclette), car la première activité documentaire (sur le célérifère) ne doit pas être influencée par les représentations que les élèves ont du vélo.

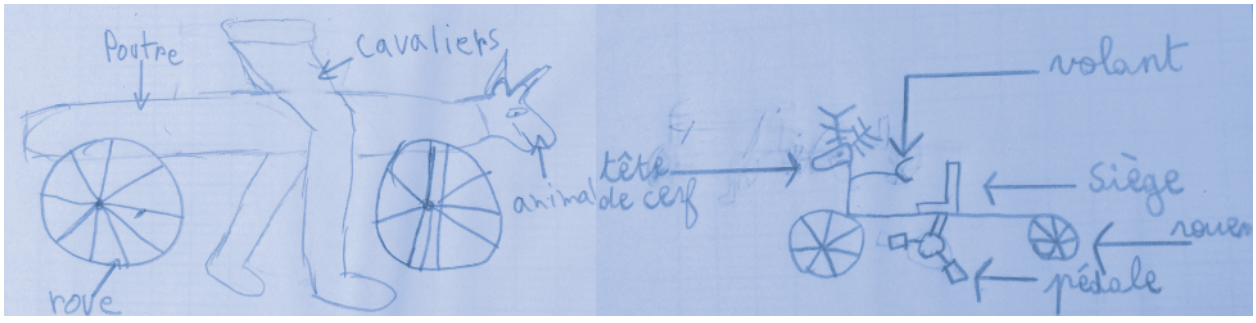
Étude documentaire (individuellement)

L'enseignant distribue la fiche 6 (L'histoire du célérifère), qui présente un texte sur le célérifère. Après un temps de lecture individuelle, il s'assure que le vocabulaire ne pose pas de problème (en dehors du mot *célérifère* qui fait l'objet de cette séance).

L'enseignant leur demande ensuite de dessiner ce à quoi ressemblait le célérifère selon eux. Pour cela, ils doivent commencer par lister les éléments à représenter : 2 roues, 2 poutres, les jambes de l'animal (fixées à la fois aux roues et aux poutres), la tête de l'animal, le cavalier.

Mise en commun

Lors de la mise en commun, l'enseignant s'assure que les consignes ont été respectées, en particulier les dessins ne doivent mentionner que ce qui est présent dans le texte. Les élèves sont parfois guidés par leur propre représentation du vélo, et introduisent des éléments « parasites » : selle, pédales, guidon…



À gauche, un schéma du célérifère « conforme » au texte (il manque la 2e poutre et les jambes de l'animal)
À droite, un exemple de dessin guidé par une représentation du vélo actuel. Classe de 6e EIST de Sophie Gouet (Paris)

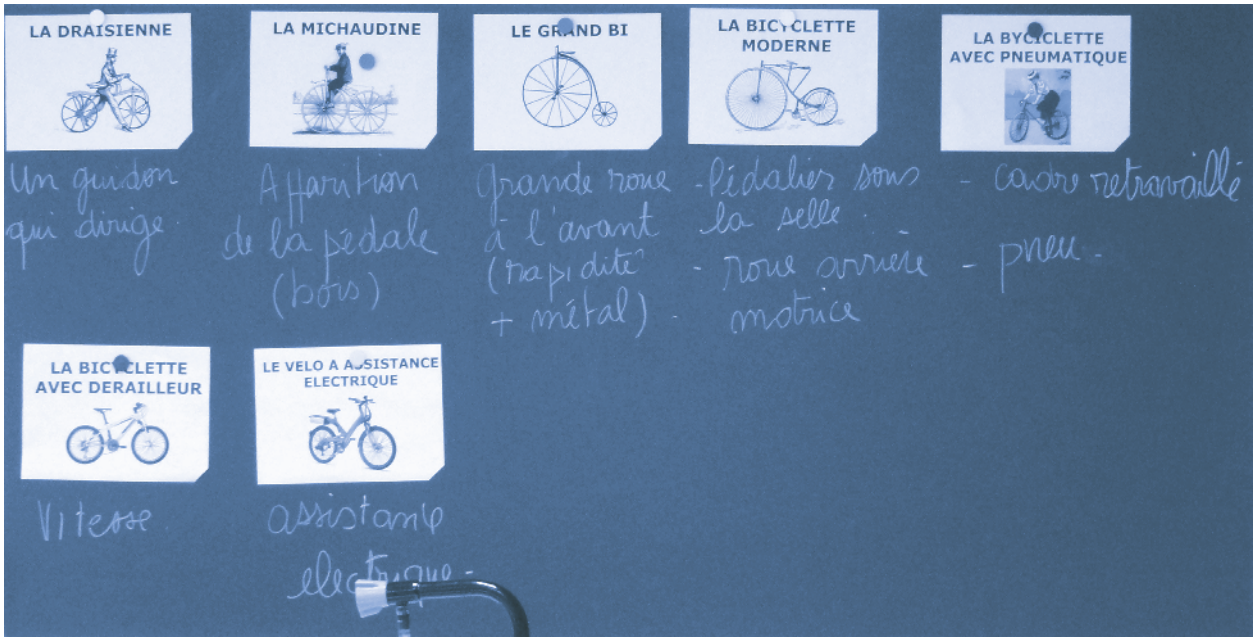
L'enseignant discute de la différence entre un dessin et un schéma. Ce dernier doit aller à l'essentiel et ne pas se focaliser sur les questions esthétiques.
Suivant le niveau des élèves, on peut approfondir cette discussion sur les aspects techniques : comment les éléments doivent être fixés entre eux.
La classe discute ensuite de la différence entre le célérifère et le vélo d'aujourd'hui.
L'enseignant distribue ensuite la fiche 7 (L'histoire de la bicyclette en photos) et demande collectivement quelles sont les différences entre tous ces vélos.

Classement (par binômes)

Chaque binôme classe les 7 vélos par ordre chronologique (soit en numérotant les images, soit en dessinant une frise).

Mise en commun

La mise en commun ne pose pas de difficulté, mis à part l'ordre d'apparition du grand-bi et de la michaudine qui a besoin d'être discuté. Le grand-bi est bien apparu après la michaudine (qui avait vu la naissance des pédales) : ses inventeurs souhaitaient augmenter la vitesse en augmentant le diamètre de la roue motrice (roue avant).
Pour cette mise en commun, une version agrandie des images de la fiche 7 est bien utile.



Classe de 6e EIST de Patricia Chevalier (Paris)

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

Conclusion

À l'issue de cette séance, l'enseignant distribue la fiche 8 (Les éléments du vélo), dont les élèves complètent la légende à l'aide du vocabulaire défini précédemment.
Si possible, cette activité peut être réalisée avec l'aide d'un véritable vélo présent dans la classe. Bien qu'il s'agisse d'un appareil *a priori* connu des élèves, ils ont souvent du mal à en comprendre le fonctionnement exact (le fonctionnement fait l'objet de la séance suivante).

La conclusion pourra se présenter sous la forme d'une frise chronologique avec les photos des vélos, leur nom et les évolutions techniques qui les différencient.

Prolongement possible

Les élèves peuvent effectuer une recherche pour connaître l'origine étymologique des noms de vélo (notamment *célérifère* et *bicyclette* car les autres noms sont issus de leur inventeur).

Éclairage historique sur la bicyclette

La première bicyclette serait inventée par le comte Mede de Sivrac, mais rien n'est moins sûr, car certains historiens doutent de l'existence de cet homme qui aurait été imaginé pour attribuer l'invention de la bicyclette à la France. Il aurait inventé le célérifère présenté ci-contre.

Il est difficile de dater précisément l'invention de la bicyclette, mais la draisienne, inventée par Karl Von Drais en 1817, est sans doute une des premières « machines à courir assis » dont l'existence est vérifiée.

Essentiellement faite en bois, elle est constituée de deux roues reliées entre elles par une poutre sur laquelle on peut s'assoir à califourchon, et possède une « direction » qui permet d'orienter la roue avant (cette roue peut tourner jusqu'à 180 degrés). Pour se propulser, il faut pousser, avec ses pieds, sur le sol.

Le baron la nomme « vélocipède », ce qui signifie « pieds rapides », car elle lui permet de parcourir 14 km en une heure.

Plus tard, la bicyclette subira de nombreuses évolutions, classées ici par ordre chronologique :

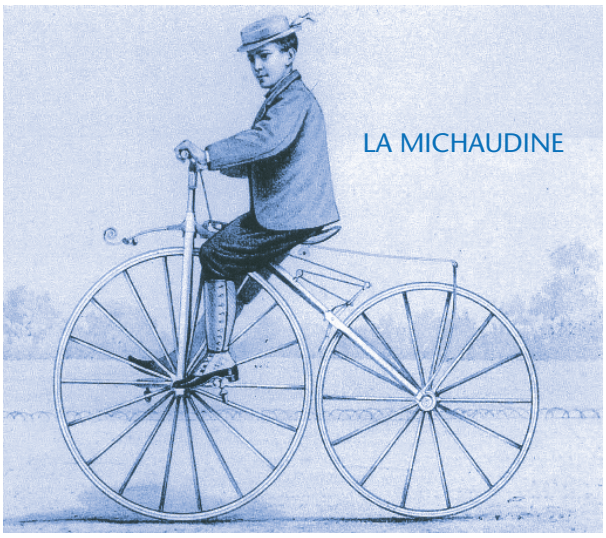
Noms	Années	Inventeur	Évolutions techniques
La michaudine	1861	Pierre et Ernest Michaux	Invention du pédalier et amélioration du confort et de la sécurité de l'engin (selle, suspension et freins à patins). La michaudine est également le premier vélo en fonte et non plus en bois.
Le Grand-bi	1870	Inconnu	Les pédales sont placées sous le siège. La roue de devant est plus grande que celle de l'arrière pour augmenter la distance parcourue pour un tour de roue.
La bicyclette moderne	1879	H.J. Lawson et J.K. Starlay	Le système de transmission par chaîne et le système de pignon sont inventés. La taille de la roue avant est la même que celle de l'arrière pour plus de sécurité.
La bicyclette avec pneumatique	1888 puis 1891	J.B. Dunlop puis Michelin	L'un après l'autre, ils réussissent à concevoir un pneumatique démontable avec une chambre à air.
La bicyclette avec dérailleur	1887	Ernst Wilhem Sachs	Le pignon est désolidarisé du moyeu lorsque le cycliste ne pédale plus : c'est la roue libre.
Le vélo à assistance électrique (VAE)	1895	Ogden Bolton Jr	Le vélo est équipé d'un moteur alimenté par une batterie, qui offre une assistance électrique en cas de besoin.

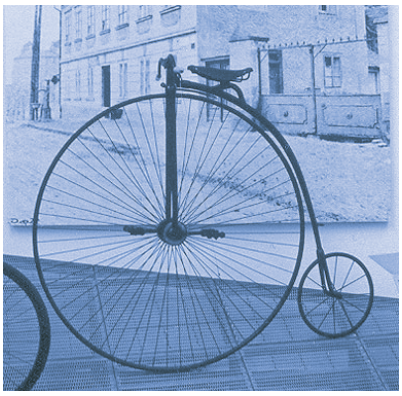
FICHE 6
L'histoire du célérifère

Le célérifère se constitue de deux roues disposées l'une à la suite de l'autre et reliées entre elles par une poutre. Le cavalier est assis à califourchon sur une deuxième poutre qui représente un animal en bois (souvent un cheval, un lion ou un cerf). Les jambes de l'animal se fixent aux roues et relient les deux poutres. Pour avancer, le cavalier pousse avec ses jambes sur le sol tout en se tenant à la tête de l'animal. Cette tête ne permet pas de tourner la roue.

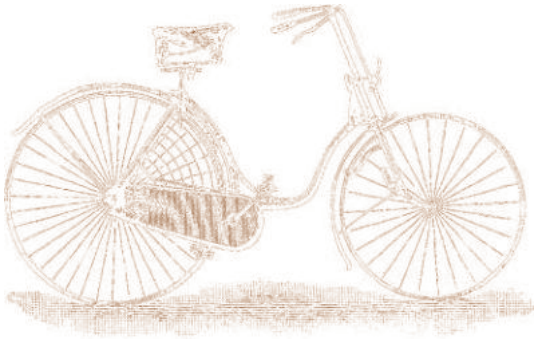
Il n'y a pas de certitude sur le véritable inventeur du célérifère. Ce serait le comte Mede de Sivrac, mais il est difficile de savoir si c'est vraiment lui qui a imaginé cette machine, voire s'il a véritablement existé.

FICHE 7
L'histoire de la bicyclette en photos





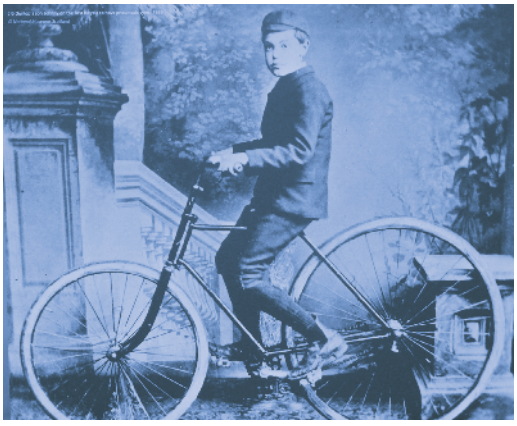
LE GRAND-BI



LA BICYCLETTE MODERNE

LA DRAISIENNE

LE VÉLO À ASSISTANCE ÉLECTRIQUE



LA BICYCLETTE AVEC PNEUMATIQUE

LA BICYCLETTE AVEC DÉRAILLEUR

FICHE 8
Les éléments du vélo

Consigne : nommer les éléments du vélo – chaîne, rayon, selle, freins arrière, commande de freins, guidon, dérailleur arrière, pneumatiques, pédales, cadre, pédalier, pignon.

Séance 2 – Le vélo : comment ça marche ?

Niveaux conseillés	CM2, 6e
Résumé	Les élèves tentent d'expliquer le fonctionnement général d'un vélo.
Notions	• Le vélo permet de transformer le mouvement musculaire des jambes en mouvement mécanique de rotation des roues. • Le mouvement des jambes permet de faire tourner le pédalier.
Modalité d'investigation	Débat
Matériel	Pour la classe : • Un vélo en présentation
Lexique	Mouvement de rotation, transmission du mouvement, transformation du mouvement
Durée	1 h 30

Question initiale (individuellement, puis par groupes)

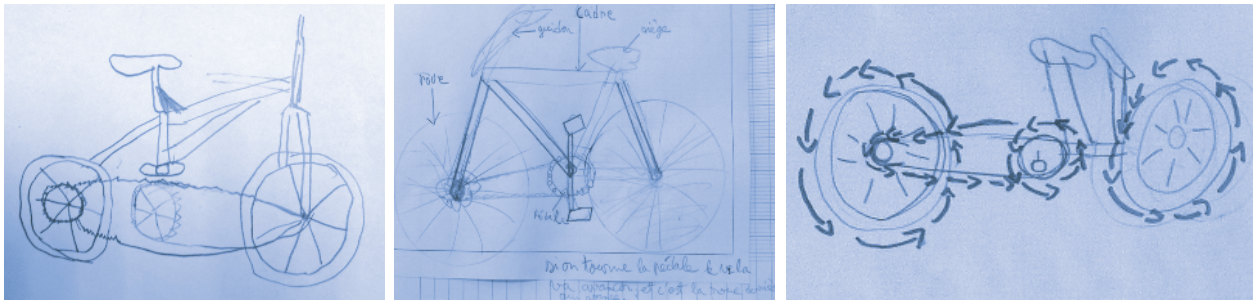
L'enseignant introduit la séance en demandant aux élèves de dessiner un vélo et d'en expliquer (par une phrase et/ou à l'aide de légendes) le fonctionnement. Pour l'instant, il ne montre ni vélo, ni photo ou dessin de vélo, afin de ne pas orienter les réponses des élèves.

Notes pédagogiques

• Cela peut paraître trivial de demander à des élèves de dessiner un vélo et d'en expliquer le fonctionnement, mais il n'en est rien. C'est un phénomène assez commun, appelé « l'illusion de la connaissance » en sciences cognitives : on a l'impression de savoir comment fonctionne un objet du quotidien parce que l'on a l'habitude de le faire fonctionner… alors que bien souvent, on ignore comment il marche.

• Un tel exercice, même en classe de 6e, apportera des surprises : certains enfants placeront la roue motrice à l'avant plutôt qu'à l'arrière, d'autres placeront le pédalier sous une des 2 roues plutôt que sous la selle, d'autres encore « oublieront » de noter que la chaîne est crantée…

• Pour ces raisons, nous conseillons de prendre le temps nécessaire pour cette activité, même si elle paraît très simple.



Quelques exemples de représentations d'élèves. À gauche, la chaîne relie les 2 roues au pédalier. Au centre, la roue motrice est la roue avant (bien que la légende précise que c'est la roue arrière qui fait avancer le vélo). À droite, le schéma est correct pour la transmission du mouvement, mais il manque le cadre du vélo. Classes de Marion Olivier et Marie Mellet (CP-CE1-CE2-CM1-CM2, Paris), Sophie Gouet (6e EIST, Paris) et Cécile Perrin (CM2, Le Kremlin-Bicêtre)

Lorsque les élèves ont produit un dessin et une explication (après une vingtaine de minutes), ils peuvent observer et manipuler le vélo apporté par l'enseignant et prendre à nouveau 20 minutes pour corriger / compléter leur production. Cette phase se fait par petits groupes.

Classe de CM2 de Jean-François Schelcher (Rosheim)

Mise en commun

La classe produit collectivement un schéma récapitulatif montrant comment fonctionne un vélo. À ce stade, on se contente de décrire la propulsion (les pédales entraînent la chaîne, qui entraîne la roue arrière) ainsi que le vocabulaire (pignons, pédalier, plateau, etc.), sans chercher à expliquer le système de vitesses, qui fait l'objet de la dernière séance.

Conclusion

Si la classe a travaillé, avant cette séquence sur la bicyclette, sur le thème de l'énergie (cf. Partie II), cette séance permet de faire le lien : *Le vélo permet de transformer le mouvement musculaire des jambes en mouvement mécanique de rotation des roues.*
Sinon, la conclusion est plus simple, comme : *Le mouvement des jambes permet de faire tourner le pédalier.*

Séance 3 – Comment le mouvement se transmet-il à la roue ?

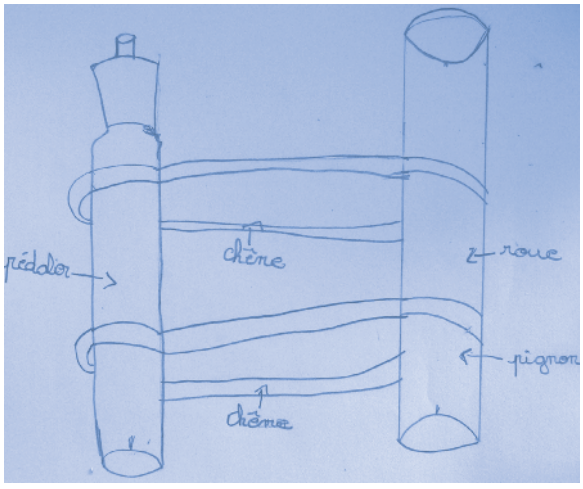
Niveaux conseillés	CM2, 6è
Résumé	Les élèves tentent de modéliser la transmission de mouvement.
Notions	La chaîne permet de transmettre le mouvement du pédalier au pignon pour faire tourner la roue.
Modalité d'investigation	Modélisation
Matériel	Pour chaque groupe : • Cylindres (marqueur, rouleau…) de même diamètre • Élastiques plats • (facultatif) Matériel permettant de réaliser une chaîne et des pignons
Lexique	Courroie
Durée	1 h

Question initiale

Après avoir rappelé les conclusions de la séance précédente (le pédalier entraîne la chaîne, qui entraîne la roue arrière), l'enseignant annonce aux élèves qu'ils vont tenter de modéliser ce phénomène à l'aide du matériel proposé : cylindres et élastiques.

Modélisation (par groupes)

Après tâtonnement, les élèves trouvent facilement un moyen de modéliser la transmission du mouvement : un cylindre représente le pédalier, un autre la roue arrière, et on les relie à l'aide d'un ou plusieurs élastiques. Lorsque l'on fait tourner un cylindre, l'élastique transmet le mouvement à l'autre et le fait tourner dans le même sens. Éventuellement, on peut matérialiser les pédales en « plantant » des stylos dans un des cylindres.

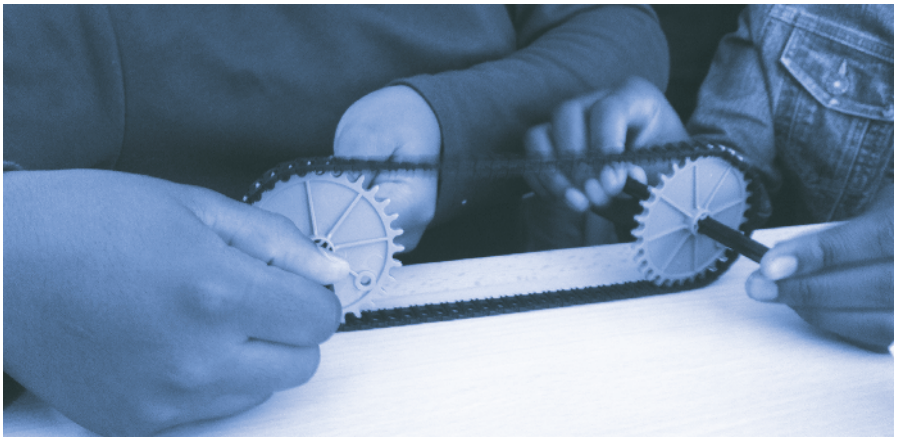


Classe de CM2 de Cécile Perrin (Le Kremlin-Bicêtre). Une vidéo est présentée sur le site Internet du projet.

Mise en commun

Après avoir discuté les différentes modélisations de la classe, on compare cette modélisation à un véritable vélo : pourquoi la chaîne du vélo ne patine-t-elle pas ? On discute alors de la différence entre une chaîne et une courroie.

Si possible, l'enseignant distribue alors du matériel permettant de réaliser un mécanisme identique, mais avec une chaîne et des roues dentées.



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

Conclusion

La classe élabore une conclusion collective, par exemple : *La chaîne permet de transmettre le mouvement du pédalier au pignon pour faire tourner la roue.*

Séance 4 – Qu'est-ce qu'un système de vitesses ?

Niveaux conseillés	CM2, 6è
Résumé	Les élèves cherchent à expliquer et modéliser le système de vitesses.
Notions	Plus les pignons sont petits, plus c'est dur d'appuyer sur la pédale, mais plus la distance parcourue en un tour de pédalier est grande : c'est le système de vitesses.
Modalité d'investigation	Modélisation
Matériel	Pour chaque groupe : • Cylindres (marqueur, rouleau…) de diamètres différents • Élastiques plats • (facultatif) Matériel permettant de réaliser une chaîne et des pignons Pour la classe : • Un vélo
Lexique	Système de vitesses
Durée	1 h

Question initiale

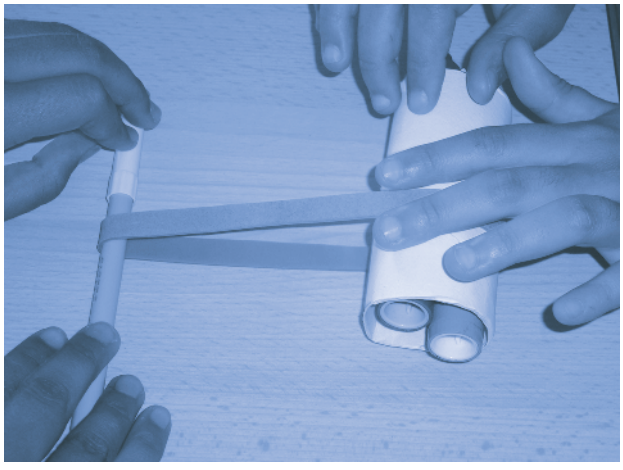
L'enseignant interroge : *On a vu que la chaîne transmettait le mouvement du pédalier à la roue. Y a-t-il des situations où cette transmission est difficile, où l'effort à fournir est plus important ?* Assez facilement, les élèves parlent de la difficulté de monter une pente. L'enseignant leur demande alors comment faire, de façon à orienter la discussion vers le système de vitesses.

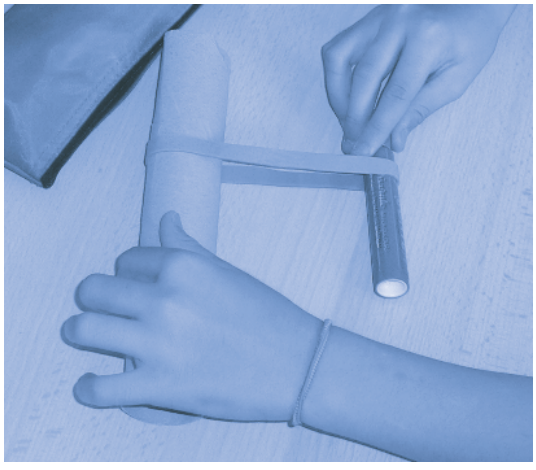
Les élèves cherchent un moyen, collectivement, permettant de modéliser le système de vitesses. En cas de difficulté, l'enseignant insiste sur la différence qu'il y a entre le petit et le grand pignon : le diamètre. On doit donc pouvoir modéliser cela avec des cylindres de diamètres différents. Il peut également montrer le matériel disponible.

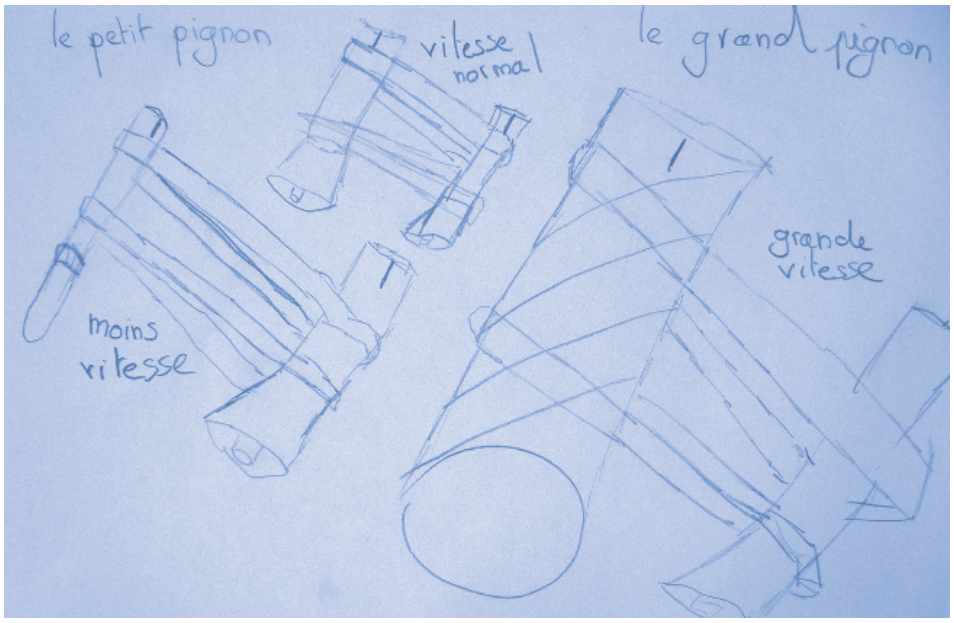
Modélisation (par groupes)

Cette modélisation est similaire à celle présentée à la séance précédente, sauf qu'ici on utilise des cylindres de diamètres différents. Lorsque le cylindre-pédalier entraîne un cylindre-pignon plus petit, le pignon fait plus de tours que le pédalier. C'est l'inverse lorsque le cylindre-pédalier est plus petit que le cylindre-pignon. Des traces au marqueur sur les différents cylindres permettent de se rendre compte du nombre de tours effectués par chacun.

Les élèves réalisent des schémas de leur expérience.

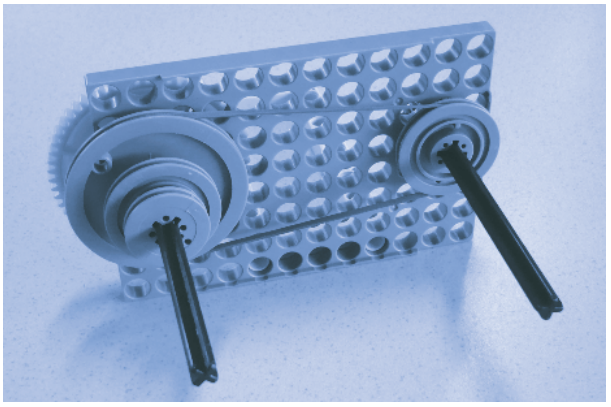






Classe de CM2 de Cécile Perrin (Le Kremlin-Bicêtre). Une vidéo est présentée sur le site Internet du projet.

Si possible, l'enseignant distribue alors du matériel permettant de réaliser un mécanisme identique, mais avec une chaîne et des roues dentées.

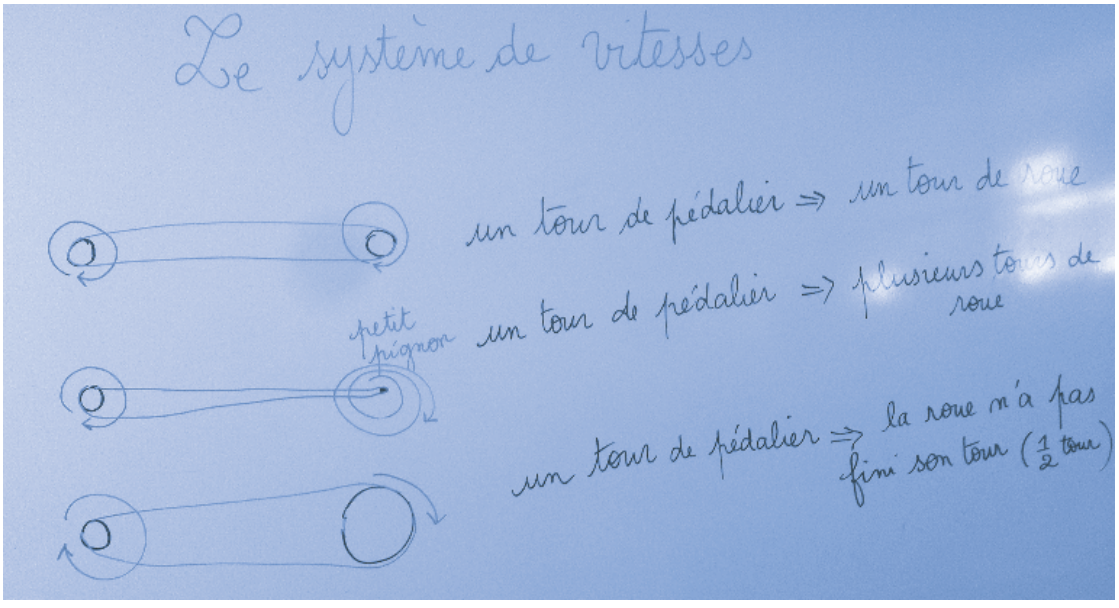


Classe de CM2 de Kévin Faix(Le Kremlin-Bicêtre)

Mise en commun

Afin de vérifier la compréhension du mécanisme et l'acquisition du vocabulaire, les élèves mettent en relation des éléments du modèle et ceux d'un véritable vélo. Ils retracent : *Qui joue le rôle de qui ?* Les élèves discutent finalement du rôle des pignons.

Si possible, présenter un vélo à la classe et vérifier en changeant les vitesses que le diamètre du pignon arrière joue un rôle sur le nombre de tours effectués par la roue en 1 tour de pédale. Plus le pignon est petit, plus la roue effectue un grand nombre de tours, et plus la distance parcourue, en 1 tour de pédale, est grande.



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

Note pédagogique

Les élèves ont du mal à faire le lien entre distance, temps et vitesse. Pour cette raison, ici, on se concentre sur un seul paramètre : la distance parcourue en 1 tour de pédale. L'effort consenti par le cycliste dépend bien sûr du pignon choisi, mais également du rythme de pédalage. Il en est de même pour la vitesse. À rythme identique, un tour de pédalier demandera plus d'effort avec un petit pignon. En contrepartie, le vélo ira plus vite (puisqu'il aura parcouru une plus grande distance dans le même laps de temps).

Conclusion

La classe élabore une conclusion collective, par exemple : *Pour un même pédalier, plus le pignon de la roue arrière est petit, plus on parcourt une grande distance avec un tour de pédale.*

Cette ressource est issue du projet thématique *En marchant, en roulant, en naviguant... je suis « écomobile » !*, paru aux Éditions Le Pommier.

Retrouvez l'intégralité de ce projet sur : https://www.fondation-lamap.org/projets-thematiques.

Fondation *La main à la pâte*
43 rue de Rennes
75006 Paris
01 85 08 71 79
contact@fondation-lamap.org

Site : www.fondation-lamap.org

FONDATION La main à la pâte
POUR L'ÉDUCATION À LA SCIENCE