



HAL
open science

Scénario interdisciplinaire “ autour du vélo ” en CM2

Thomas Fricou

► **To cite this version:**

Thomas Fricou. Scénario interdisciplinaire “ autour du vélo ” en CM2. Education. 2019. dumas-02404632

HAL Id: dumas-02404632

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02404632>

Submitted on 11 Dec 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License



espe École supérieure
du professorat
et de l'éducation
Languedoc - Roussillon

MASTER MEEF mention 1er degré
« Métiers de l'enseignement, de l'éducation et de la formation »
Mémoire de 2^{ème} année
Année universitaire 2018 - 2019

SCENARIO INTERDISCIPLINAIRE « ATOUR DU VELO » EN CM2

AUTEUR: Thomas FRICOU

Directeur du mémoire : David CROSS

Assesseur : Valérie MUNIER

Soutenu le 15/05/2019

REMERCIEMENTS

Je remercie tout particulièrement mon directeur de mémoire David CROSS, maître de conférences à la faculté d'éducation de Montpellier, pour son accompagnement tout au long de ce travail et ses précieux conseils.

Je tiens à remercier également tous les professeurs de la FDE intervenus dans le cadre du CRT sciences pour leur soutien et les enseignements qu'ils m'ont apportés.

Enfin, je remercie ma compagne pour ses encouragements, sa patience, ses conseils et ses nombreuses relectures.

Table des matières

1	Introduction.....	6
1.1	Motivations d'un mémoire « autour du vélo »	6
1.2	Problématisation	6
1.3	Organisation du mémoire	7
1.4	Méthodologie.....	8
2	Technologie, vulgarisation et interdisciplinarité à l'école.....	8
2.1	L'enseignement de la technologie à l'école.....	8
2.1.1	Liens entre sciences et technologie	8
2.1.2	La technologie à l'école élémentaire.....	9
2.2	La BD comme outil de vulgarisation.....	10
2.3	L'interdisciplinarité à l'école.....	11
2.3.1	Définition et enjeux de l'interdisciplinarité.....	11
2.3.2	Difficultés liées à l'interdisciplinarité	12
3	Conception d'un scénario interdisciplinaire « autour du vélo » en CM2	13
3.1	La démarche « Autour du vélo »	13
3.1.1	L'objet technique « vélo » : histoire et motivation du choix de l'objet	13
3.1.2	Quelques notions essentielles sur le fonctionnement du vélo	14
3.1.3	Principe et intérêt de la démarche	15
3.1.4	Champ des possibilités	16
3.2	Structure du scénario	17
3.2.1	Objectif du scénario interdisciplinaire.....	17
3.2.2	Déroulement du scénario en séances	18
3.3	La bande dessinée : support du scénario et outil de vulgarisation.....	21
3.3.1	Présentation de la BD et de l'auteur	21
3.3.2	Liens entre narration et faits historiques, aspect motivationnel	23
3.3.3	Cheminement dans la BD choisi par l'enseignant.....	27
3.3.4	Analyse iconographique	28
3.3.5	Moteurs des avancées technologiques en lien avec le contexte historique et évolution de la fonction d'usage	32
4	Analyse a posteriori du scénario interdisciplinaire	37
4.1	Déroulement des séances	37
4.1.1	Les séances de français : lecture-compréhension et lexique	37
4.1.2	Les séances de technologie.....	38
4.1.3	Les séances de sciences physiques	43
4.1.4	Les séances de mathématiques	44
4.1.5	Les séances de pratique du vélo	46

4.2	Analyse des travaux d'élèves	46
4.2.1	Précision sur les données utilisées.....	46
4.2.2	Impact de la bande dessinée	47
4.2.3	Les schémas de vélos.....	52
4.2.4	Résultats de l'évaluation sommative	56
5	Conclusion	57
6	Bibliographie.....	59
6.1	Sources officielles.....	59
6.2	Articles et ouvrages scientifiques	59
6.3	Encyclopédies et dictionnaire	60
6.4	Littérature jeunesse	60
6.5	Manuels scolaires	60
7	Annexes.....	61
7.1	Représentations initiales des élèves (exemples).....	61
7.2	Schémas de vélos, évaluation finale (exemples)	62
7.3	Fiche de lecture sur la BD (exemple)	64
7.4	Fiche d'identité de la draisienne (exemple).....	65

1 Introduction

1.1 Motivations d'un mémoire « autour du vélo »

En France, selon le ministère de la transition écologique et solidaire (2018), « aujourd'hui, la part du vélo dans nos trajets quotidiens ne représente que 3%. Le Plan vélo, présenté par Édouard Philippe, François de Rugy et Élisabeth Borne vendredi 14 septembre [2018], a pour objectif de la tripler, pour atteindre 9% en 2024 ». Ce plan vélo est constitué de quatre grands axes qui visent à lever les principaux freins identifiés à l'utilisation du vélo comme moyen de locomotion :

- « Développer les aménagements cyclables et améliorer la sécurité routière » pour améliorer la sécurité des cyclistes ;
- Mettre en place un processus de marquage pour lutter contre le vol de vélos ;
- Inciter fiscalement à l'utilisation du vélo en le reconnaissant « comme un mode de transport vertueux » ;
- « Développer une culture vélo » en mettant en place des actions visant à améliorer l'accessibilité, afin que dès le plus jeune âge, « le réflexe vélo puisse être adopté ».

Ces ambitions montrent à quel point le vélo est un objet phare, qui a un grand rôle à jouer dans le défi des Hommes pour le XXI^{ème} siècle : vivre en harmonie avec son environnement.

Le programme du cycle 3 (Eduscol, 2018) indique que « l'enseignement des sciences et de la technologie au cycle 3 a pour objectif de faire acquérir aux élèves une première culture scientifique et technique indispensable à la description et la compréhension du monde et des grands défis de l'humanité ».

L'étude approfondie de l'objet technique qu'est le vélo avec une classe de cycle 3 répond tout à fait à ces deux projets majeurs gouvernementaux, d'une part en sensibilisant les élèves au respect de l'environnement et d'autre part en leur permettant de « comprendre le monde et les grands défis de l'humanité ».

1.2 Problématisation

L'approche pédagogique qui permettra cette étude approfondie de l'objet technique « vélo » est précisément ce qui fait l'objet de ce mémoire. Le choix qui a été fait et qui sera étudié, est de mettre le vélo au centre d'une démarche interdisciplinaire, dans le but que

chaque discipline contribue à l'acquisition de connaissances sur cet objet, son histoire, son fonctionnement. Apparaît donc la problématique suivante :

→ Comment construire et mettre en œuvre un enseignement axé sur l'objet vélo ?

C'est en procédant par étapes et en décomposant ce questionnement que nous apporterons des éléments de réponse.

D'abord, une première partie théorique portera sur l'interdisciplinarité à l'école primaire et sur la place de la technologie et des objets techniques à l'école et dans les programmes. Cela permettra notamment d'aborder les questions suivantes : en quoi une approche interdisciplinaire peut-elle favoriser l'acquisition de certaines compétences ? Quel est l'intérêt et la place des objets techniques et de la technologie dans le domaine « sciences et technologies » en cycle 3 ?

Ensuite, la seconde partie, spécifique au choix du vélo en tant qu'objet technique de référence, abordera des aspects pratiques et la mise en œuvre d'un scénario interdisciplinaire « autour du vélo » dans ma classe de CM2. Celle-ci devra notamment permettre de répondre aux questions suivantes : comment cet objet peut-il être placé au centre de plusieurs apprentissages en tant que « fil rouge » dans une approche interdisciplinaire ? Quels sont les intérêts pédagogiques et l'impact sur les apprentissages de la démarche proposée ?

1.3 Organisation du mémoire

La partie 2 du mémoire s'appuie sur une bibliographie principalement constituée d'articles de pédagogues et enseignants-chercheurs en lien avec l'interdisciplinarité, l'enseignement de la technologie à l'école et la vulgarisation scientifique. Elle permet de constituer un bagage théorique permettant de guider la conception du scénario à mettre en œuvre en classe.

Les parties 3 et 4 s'appuieront d'une part sur des apports bibliographiques techniques et des connaissances personnelles sur le « vélo » et les phénomènes physiques associés ; d'autre part sur l'analyse du scénario interdisciplinaire mis en œuvre dans ma classe. Cette analyse sera menée en deux temps :

- une analyse préalable de la démarche qui permettra notamment d'explicitier les choix faits pour le scénario et la bande dessinée (partie 3) ;

- une analyse a posteriori qui permettra d'analyser le déroulement des séances menées en classe et d'analyser les données recueillies afin de dégager les points forts et les limites de la démarche (partie 4).

1.4 Méthodologie

Plusieurs données sont recueillies pour contribuer à l'analyse a posteriori du scénario interdisciplinaire. Ces données sont constituées intégralement des travaux d'élèves de ma classe de CM2 :

- D'une part, des dessins de vélos réalisés au début du scénario lors du recueil des conceptions initiales pourront être comparés à des dessins réalisés à la fin du scénario afin d'en faire ressortir les évolutions.
- D'autre part, une « fiche de lecture » sur la BD d'Olivier Mélando « sur deux roues » a été complétée par les élèves. L'analyse de ces fiches pourra permettre de mettre en évidence ce que les élèves auront principalement retenu de cet ouvrage, fil rouge du scénario.
- Enfin, une évaluation sommative permettra de tirer des conclusions sur le niveau des connaissances techniques des élèves.

L'ensemble de ces données permettra finalement de porter un avis sur l'efficacité globale du dispositif interdisciplinaire mis en œuvre « autour du vélo ».

2 Technologie, vulgarisation et interdisciplinarité à l'école

2.1 L'enseignement de la technologie à l'école

2.1.1 Liens entre sciences et technologie

Au cycle 3, les programmes ne comportent pas de partie spécifique à la technologie, mais une partie commune nommée « sciences et technologie » qui laisse entendre une certaine proximité et une frontière relativement perméable entre ces deux composantes. Ils indiquent par ailleurs que « toutes les disciplines scientifiques et la technologie concourent à la construction d'une première représentation globale, rationnelle et cohérente du monde dans lequel l'élève vit. Le programme d'enseignement du cycle 3 y contribue en s'organisant autour de thématiques communes qui conjuguent des questions majeures de la science et des enjeux sociétaux contemporains ».

Au cycle 4, dans la continuité de ce qui est vu en cycle 3, les disciplines sont approfondies, les enseignants sont spécialisés. Ainsi, les sciences de la vie et de la terre, la physique/chimie et la technologie sont enseignées par des professeurs différents et font l'objet de parties distinctes dans les programmes. Cependant, ces disciplines restent étroitement liées puisque « la technologie se nourrit des relations complexes entre les résultats scientifiques, les contraintes environnementales, sociales, économiques et l'organisation des techniques » (programmes du cycle 4 de 2018, p.106).

Les programmes du cycle 4 proposent une formulation qui permet d'éclaircir la frontière entre ces enseignements :

- D'un côté, « les sciences expérimentales et d'observation, dont font partie la physique et la chimie, explorent la nature pour en découvrir et expliciter les lois » (programmes du cycle 4 de 2018, p.106).
- De l'autre, « la technologie permet aux êtres humains de créer des objets pour répondre à leurs besoins. L'enseignement de la technologie au cours de la scolarité obligatoire a pour finalité de donner à tous les élèves des clés pour comprendre l'environnement technique contemporain et des compétences pour agir » (programmes du cycle 4 de 2018, p.132).

2.1.2 La technologie à l'école élémentaire

En cycle 3 comme en cycle 4, les programmes orientent l'enseignement de la technologie sur l'étude d'objets techniques « ancrés dans la réalité sociale [des élèves] » (programmes du cycle 4 de 2018, p.132). A la fois par des travaux d'analyse et de conception, « les élèves peuvent décrire les interactions entre les objets techniques et leur environnement et les processus mis en œuvre [...] » ainsi que comprendre leur évolution technologique (programmes du cycle 3 de 2018, p.89).

Les attendus de fin de cycle 3 des programmes de 2018 en lien avec les objets techniques sont donc principalement de savoir :

- « Identifier les principales évolutions du besoin et des objets.
- Décrire le fonctionnement d'objets techniques, leurs fonctions et leurs constitutions. »

Un article d'Arlette L'Haridon met en avant les intérêts pédagogiques de l'étude d'objets techniques, et particulier d'objets roulants. Elle indique que les innovations

technologiques, même « les plus ingénieuses » sont généralement le fruit d'évolutions, de connaissances techniques antérieures. Il est donc intéressant de transmettre aux élèves un « socle culturel » d'objets techniques qui leur permettra par la suite de comprendre le fonctionnement d'autres objets, et peut-être de devenir les inventeurs de demain.

2.2 La BD comme outil de vulgarisation

La vulgarisation est « l'action de mettre à portée du plus grand nombre et de non spécialistes, des connaissances techniques et scientifiques » (dictionnaire Larousse). D'après Grize dans la préface du livre *Textes et images de vulgarisation scientifique* de Jacobi (1987, p8) « la vulgarisation relève des activités de communication et [...] elle est produite par des sujets énonciateurs pour des sujets récepteurs ». Dans le cas où celle-ci est utilisée à des fins d'enseignement, elle doit donc être adaptée aux élèves et aux objectifs d'apprentissages visés par l'enseignant, sans pour autant que ce dernier n'en soit l'auteur. La BD peut-elle alors être considérée comme un outil de vulgarisation ? Selon Grize (1987, p11) la vulgarisation « exige la coordination de deux systèmes sémiotiques, celui du langage et celui de l'image [...], l'énonçable et le visible ». La bande dessinée semble donc être capable de vulgariser des notions scientifiques ou technologiques. Cependant, comme le précise Jacobi (1987, p20), si « la vulgarisation se rapproche, sans cependant se confondre avec eux – des termes comme : information, culture, éducation, distraction », il ne faut pas confondre l'acte de vulgariser et celui d'enseigner. La bande dessinée peut donc être un outil de vulgarisation, que l'enseignant peut exploiter pour construire des enseignements.

Comme évoqué par Blanchard et Raux (2019) dans le n°51 de la revue *Trema*, la BD peut « être un support original et motivant pour les élèves ». Cependant, elle est peu utilisée voire « sous-utilisée » à l'école dans les enseignements, elle fait très rarement l'objet d'une étude d'œuvre intégrale, et ceci pour différentes raisons. Elle n'est certes que peu valorisée dans les programmes, ce qui peut être lié à « l'image négative encore accolée à une partie de la production éditoriale dans ce domaine », mais pas seulement. Il s'avère également que c'est un support qui est mal maîtrisé par les enseignants du fait de sa faible présence dans leur propre formation. Cependant, l'analyse du contenu des blogs d'enseignants montre aujourd'hui un intérêt certain pour la BD et l'intégration parmi les œuvres intégrales étudiées en classes (2019).

L'importance de l'image dans la vulgarisation scientifique est mise en avant dans le livre de Jacobi qui y consacre un chapitre complet (1987, p 109) et utilise en titre « de l'image de science à la science en images ». Ceci insiste sur le rôle à jouer par l'iconographie qui est un moyen « permettant de communiquer sans recourir au langage articulé ». Blanchard et Raux (2019) inscrivent la BD dans le terme de « littérature dessinée », à distinguer de la « littérature illustrée » puisque, « dans les littératures dessinées, les images constituent un point d'ancrage permanent de la lecture ». De ce fait, les « choix de mises en scènes, [...] de mises en situations, [...] de mises en images » réalisés par les créateurs de la BD doivent être faits en liens avec ce qu'on veut faire apprendre aux élèves et avec la manière par laquelle on souhaite les guider vers la compréhension de phénomènes. Toutefois, les propriétés d'une bande dessinée peuvent servir à illustrer le phénomène étudié sous différents angles. Par exemple, le « séquençage d'actions », peut permettre de détailler étape par étape le déroulement d'une expérience avec plus ou moins de détails et en se focalisant sur certains moments clés utiles à la compréhension.

2.3 L'interdisciplinarité à l'école

2.3.1 Définition et enjeux de l'interdisciplinarité

Les programmes scolaires sont divisés en différentes parties chacune étant relative à une discipline, toutefois les termes « interdisciplinarité » ou « projets interdisciplinaires » ressortent à plusieurs reprises. Il est même écrit « des projets interdisciplinaires sont réalisés chaque année du cycle ». Qu'entend-t-on lorsque l'on parle d'interdisciplinarité pourquoi ne parle-t-on pas de pluridisciplinarité et en quoi le projet envisagé est-il un projet interdisciplinaire ?

Tout d'abord, la pluridisciplinarité est définie par le Ministère de l'Éducation nationale comme étant la juxtaposition de disciplines qui interviennent pour résoudre un problème. Toutefois il n'existe aucune interaction entre les disciplines. L'interdisciplinarité, quant à elle, entraîne une interaction entre les disciplines du fait de la complexité de l'objet d'étude qui ne peut être réduit à un seul champ scolaire. Nathalie Reveyaz (2016) parle ainsi de « vision binoculaire », lorsque deux disciplines interagissent, coopèrent, se lient elles permettent d'obtenir une vision plus complète et en relief de l'objet étudié. Elle affirme également que « l'interdisciplinarité, c'est des situations créées par les enseignants, mais qui permettent à l'élève d'intégrer, de comprendre, d'apprendre. »

En conséquence, si l'on souhaite élaborer un projet interdisciplinaire autour du vélo il ne suffit pas de lire un roman sur le vélo en français, en sciences d'observer le mécanisme du pédalier et en sport de faire du vélo. Il est nécessaire que chaque étape du projet apporte des éléments qui permettront de mieux comprendre l'objet dans toutes ses dimensions. Il sera donc nécessaire, si l'on veut que le projet soit efficace, que, ce qui sera lu en français, par exemple, apporte des éléments de réponses qui permettront de mieux comprendre le mécanisme du vélo. En étudiant le contexte historique de la création du vélo les élèves comprendront mieux à quels besoins les innovations ont répondu et pourquoi elles ont été pensées de cette manière. Ainsi, ils apprendront que l'objet qu'ils utilisent est le fruit d'innovations techniques mais également des besoins, des contraintes d'époques différentes. Pour que l'interdisciplinarité ait du sens il est également nécessaire que les élèves puissent faire eux-mêmes le lien entre ce qu'ils ont vu le matin en français et ce qu'ils étudient l'après-midi en sciences.

2.3.2 Difficultés liées à l'interdisciplinarité

Il existe un écueil à éviter selon Jacques Hamel (2002) qui affirme que « la pédagogie placée sous l'autorité envahissante de l'interdisciplinarité peut rapidement conduire, à mon sens, à la dilution des contenus de cours. » Il faut donc que l'enseignant maîtrise bien les savoirs venus de toutes les disciplines qui doivent intervenir lors du projet pour éviter de « survoler » la compréhension de l'objet sans finalement l'approfondir dans aucun des domaines. Un article de la revue canadienne *TrajEthos*, produit à partir d'une conférence donnée à l'OCDE par Yves Lenoir en 2017, insiste d'ailleurs sur le fait que l'interdisciplinarité n'est pas une fin en elle-même mais un moyen parmi d'autres pour favoriser l'acquisition de savoirs par les élèves.

Mais qu'en est-il vraiment des pratiques des enseignants du primaire ? Un article de Thierry Philippot paru en 2015 dans la revue *Tréma*, met en avant à travers une enquête, que les enseignants du primaire, forts de leur « polyvalence » caractéristique, se préoccupent de la mise en œuvre de pratiques interdisciplinaires. Cependant, il ressort que la logique des disciplines scolaires, fortement présente dans les programmes et les manuels, ainsi que la « maîtrise épistémologique » de ces disciplines par les enseignants sont des freins à la mise en œuvre dans les pratiques quotidiennes de classe.

3 Conception d'un scénario interdisciplinaire « autour du vélo » en CM2

3.1 La démarche « Autour du vélo »

3.1.1 L'objet technique « vélo » : histoire et motivation du choix de l'objet

Le mot « vélo », employé dans le langage courant, est l'abréviation de « vélocipède » qui est un terme regroupant l'ensemble des cycles à propulsion humaine, quel que soit le nombre de roues. Un vélocipède à deux roues est donc aussi appelé bicycle ou bicyclette.

Derrière ces mots se cache un objet revenu à la mode en ce début de XXI^{ème} siècle, car il a de nombreux atouts, mais dont l'invention remonte au XIX^{ème} siècle. En effet, le vélo a pour origine la draisienne ou « machine à courir », du nom de son inventeur, l'allemand Karl Drais von Sauerbronn (1817). Les évolutions de la draisienne pendant une quarantaine d'années ont ensuite conduit à l'apparition en France des premiers vélocipèdes à pédales dans les années 1860, qui ont connu un succès populaire dès leur commercialisation en 1867.

Le vélo est alors un véhicule, permettant de se déplacer à une vitesse de deux à plus de cinq fois supérieure à celle d'un piéton, sur différents types de terrains, sans apport d'énergie autre que « l'énergie musculaire » (énergie d'origine chimique) de son utilisateur : le « cycliste ». Le vélo est un moyen de transport à la fois écologique et économique, au regard du carburant qu'il permet d'économiser par rapport à des moyens de transports à énergie thermique par exemple. Par ailleurs, il permet d'allier l'utile à l'agréable en se déplaçant de manière rapide mais silencieuse. Cela permet par exemple en vélo tout terrain « VTT » de pouvoir apprécier le calme de la nature, d'explorer de nouveaux chemins, tout en bénéficiant des bienfaits d'une activité physique.

D'après Laruelle-Detroussel et Lesot (2016) la fonction d'usage d'un objet technique répond à la question « à quoi me sert cet objet ? ». La fonction d'estime, quant à elle, répond à la question « pourquoi cet objet me plaît-il ? » et dépend donc des goûts de l'utilisateur, en ayant sur lui un impact psychologique ou affectif. Ainsi, si la fonction d'usage la plus générale pour le vélo est de se déplacer sur de courtes distances, on peut définir plusieurs fonctions d'usage, plus précises, spécifiques à différents types de vélos. La fonction d'usage d'un VTT serait par exemple de se déplacer sur des terrains escarpés et accidentés. Celle d'un vélo à assistance électrique serait de se déplacer en « lissant » l'effort physique à fournir par l'utilisateur sur l'ensemble du trajet. Celle d'un vélo de route serait de permettre de se déplacer sur de grandes distances, de 100 à quelques centaines de kilomètres. Celle d'un vélo

de ville serait de se déplacer sur de courtes distances avec un maximum de confort... La grande diversité de vélos existant aujourd'hui permettrait de détailler les fonctions d'usages de chaque type voire « sous-type » de vélos. Un des intérêts principaux de cet objet technique réside justement dans cette diversité, qui entraîne de nombreux choix technologiques qu'il sera possible d'étudier avec des élèves de cycle 3 et qui peuvent faire l'objet de différents domaines d'apprentissage : matériaux, transmission de mouvements, types de mouvements, sécurité routière, aspect écologique...

Le vélo est donc un objet du quotidien, connu des élèves, abordable, pratique, fiable, ludique, facile d'utilisation, et dont l'usage peut être recommandé à la fois pour ses bienfaits pour la santé et pour la planète. L'histoire du vélo et sa diversité en font un objet technique intéressant à étudier à l'école.

3.1.2 Quelques notions essentielles sur le fonctionnement du vélo

Le vélo est principalement composé de deux roues, en rotation autour d'axes horizontaux. L'axe de la roue arrière est fixé sur un cadre le plus souvent en acier ou en aluminium, parfois en carbone pour les modèles les plus performants. L'axe de la roue avant est fixé sur une fourche, elle-même liée au cadre par un pivot quasi vertical, qui permet au cycliste d'orienter le vélo par l'intermédiaire du guidon. Selon le type d'utilisation visé, le cadre et la fourche peuvent avoir des géométries différentes et être équipés ou non d'amortisseurs. De plus, les choix des matériaux et des profils des tubes formant le cadre permettent de jouer sur la rigidité de ce dernier, qui doit être adaptée aux différents types de pratique et aux différents budgets.

Sur le plan moteur, la force motrice fournie par les jambes du cycliste (assis sur la selle, elle-même fixée sur le cadre) est transmise à la roue arrière motrice par l'intermédiaire d'un pédalier et d'un système de transmission par chaîne à rouleaux (ou plus rarement par courroie) et roues dentées (plateaux et pignons). A l'avant, la chaîne s'enroule sur un plateau solidaire du pédalier et à l'arrière sur un pignon solidaire de la roue. Le système de transmission peut être plus ou moins complexe selon la présence ou non de système de démultiplication, avec l'utilisation d'un ou plusieurs plateaux/pignons permettant de modifier le rapport nombre de tours du pédalier / nombre de tours de roue, ce qui permet d'adapter l'effort à fournir à la pente notamment. Changer de vitesse revient alors à modifier le bras de levier de la transmission, modifiant ainsi l'effort à fournir. Deux termes spécifiques permettent d'illustrer ce phénomène : le braquet et le développement.

Les cyclistes utilisent le terme de « braquet » pour désigner le nombre de tours de rotation du pignon (égal au nombre de tours réalisés par la roue arrière) pour un tour de pédalier. Ce nombre s'obtient en divisant le nombre de dents du plateau par le nombre de dents du pignon. A titre d'exemple, en descente (ou sur terrain plat avec de l'entraînement), un braquet dit « élevé » de 52/11 correspond à l'utilisation d'un plateau de 52 dents et d'un pignon de 11 dents : il correspond donc à environ 4,7 tours de roue pour un seul tour de pédalier. Au contraire, un braquet dit « faible » permet de passer des cotes difficiles, ou de « récupérer » en roulant très lentement : par exemple, un braquet de 22/36 correspond à environ 0,6 tours de roue pour un tour complet de pédalier, ce qui demande un effort modéré.

Un second terme, en lien avec le braquet, est aussi régulièrement employé en cyclisme : le développement. Le développement désigne la distance parcourue par le vélo pour un tour de pédalier. Il est donc directement lié au braquet et au périmètre de la roue arrière. Si l'on reprend le braquet de 52/11 par exemple, avec une roue arrière de 2 mètres de circonférence, le développement obtenu est de $2 \times 52/11$ soit environ 9,5 mètres. Ainsi, en réduisant le braquet, on réduit l'effort à fournir mais également la distance parcourue par le vélo pour un tour de pédalier, c'est-à-dire le développement.

3.1.3 Principe et intérêt de la démarche

L'étude du vélo - et éventuellement de ses équipements - en tant qu'objet technique peut être utilisée comme un fil rouge et servir de porte d'entrée vers de nombreux sujets d'apprentissages au programme du cycle 3, en sciences et technologie, mais aussi dans d'autres domaines.

Cette approche transversale peut permettre de donner plus de sens aux apprentissages et motiver l'acquisition de connaissances multiples. Par exemple, il serait intéressant de créer des liens entre le fonctionnement des objets techniques et les phénomènes scientifiques qui permettent de les expliquer ; entre les progrès de la sciences et l'évolution des objets dans l'histoire ; entre l'évolution des besoins en lien avec l'histoire de l'humanité et les évolutions techniques qui ont permis d'y répondre, etc. Toutes ces connections possibles, autour d'un objet technique central, permettent de créer un vaste champ de connaissances qu'il est possible, voire nécessaire, d'explorer de manière interdisciplinaire.

Pour de nombreuses raisons évoquées précédemment, le « vélo » est un objet d'étude présentant de nombreux intérêts. Ses multiples évocations en tant qu'exemple dans les programmes de sciences et technologie et la place qui lui est souvent réservée dans les

manuels scolaires de sciences et technologie, en cycle 3 notamment, témoignent de ses nombreux intérêts pédagogiques.

En cohérence avec les programmes du cycle de 3, l'étude du « vélo » apparaît souvent dans les manuels dans les chapitres réservés au domaine concernant les « matériaux et objets techniques ». En effet, dans ce domaine, il permettra notamment de travailler sur les attendus de fin de cycle suivants : « identifier les principales évolutions du besoin et des objets ; décrire le fonctionnement d'objets techniques, leurs fonctions et leurs constitutions ; identifier les principales familles de matériaux ».

Le vélo est régulièrement abordé aussi dans la partie concernant le domaine « matière, mouvement, énergie et informations » dans laquelle son étude peut contribuer en particulier à l'atteinte des attendus de fin de cycle suivants : « observer et décrire différents types de mouvements » et « identifier différentes sources et connaître quelques conversions d'énergie ».

Cependant, les champs des sujets d'études possibles autour du vélo ne se limitent pas au champ disciplinaire des « sciences et technologies ». Le tableau présenté au chapitre 3.2 donne un aperçu des sujets de travaux possibles autour du vélo, ou à partir de notions abordées grâce au vélo.

3.1.4 Champ des possibilités

Le scénario interdisciplinaire élaboré pour ma classe de CM2 est un ensemble de séances « autour du vélo » donc en lien avec cet objet de manière plus ou moins directe. A travers ce cheminement seront étudiés : son histoire, son fonctionnement et les phénomènes qui y sont associés, les notions qui permettent de pouvoir comprendre ces phénomènes, ses qualités, éventuellement ses défauts, ses fonctions en lien avec le contexte historique, son utilisation, les sports dans lesquels il intervient, etc.

Pour élaborer ce scénario, des choix ont nécessairement dû être faits à travers un champ de possibilités très large comme nous l'avons évoqué en introduction, ce qui fait l'un des intérêts de l'étude de cet objet. Le tableau ci-dessous donne une idée des possibilités d'exploration, chaque sujet pouvant globalement faire à lui seul l'objet d'une séquence d'apprentissage.

Sujets potentiels (champ des possibilités)	Disciplines de référence
Etude de l'objet technique « vélo de ville » (par exemple) : fonctions, étude du fonctionnement	Technologie
Quel type de vélo pour quel besoin ?	Technologie
Caractéristiques et choix des matériaux que l'on trouve sur les différents types de vélos	Technologie
L'histoire du vélo : origines, évolution et usages, à travers un album de littérature jeunesse	Français - Histoire
L'origine des mots – les mots de la même famille – la formation de mots par composition (« vélo », « vélocipède »)	Français
Les différents types de mouvements et leur caractérisation	Sciences physiques
La transmission et la transformation des mouvements : roues, engrenages, chaînes, poulies...	Sciences physiques
Sources d'énergie : production et transfert d'énergie pour mettre en mouvement un objet roulant	Sciences physiques
Formes d'énergie : les formes d'énergies intervenant sur un vélo, de la mise en mouvement au freinage.	Sciences physiques
Transformation d'énergie et production d'électricité : à partir de la « dynamo » du phare de vélo	Sciences physiques
Propriétés de l'air (compressibilité, masse) à travers l'étude d'un élément particulier : la fourche du VTT (fourche à air comprimé).	Sciences physiques
Electricité : étude du fonctionnement du phare	Sciences physiques et technologie
Faire des économies d'énergie pour être un citoyen responsable : en quoi le vélo est-il une solution intéressante ?	Education morale et civique
Agir contre les pollutions de l'air : en quoi le vélo est-il une solution intéressante ?	Education morale et civique
Assurer sa sécurité à vélo : maîtriser son vélo et le code de la route (sécurité routière). Les éléments de sécurité sur un vélo.	Education morale et civique
Le rôle du vélo dans l'émancipation des femmes.	Histoire et EMC
L'utilisation du vélo pendant les deux grandes guerres.	Histoire
Le vélo à pédales face à la concurrence des moteurs (thermiques puis électriques)	Histoire et technologie
La diversité des activités sportives en lien avec le vélo.	Education Physique et Sportive
Education à la santé et activité physique : exemple du cyclisme	EPS et SVT
Périmètre du cercle, d'une roue, puis calcul du développement (distance parcourue par le vélo en un tour de pédalier)	Mathématiques

3.2 Structure du scénario

3.2.1 Objectif du scénario interdisciplinaire

L'objectif de ce scénario interdisciplinaire autour du vélo est d'apporter aux élèves une connaissance détaillée de cet objet technique dans « toutes » ses dimensions : historique, technologique et scientifique, sportive, citoyenne.

3.2.2 Déroulement du scénario en séances

Suite au choix des sujets à explorer dans le scénario, dans le respect des programmes du cycle 3, les séances sont agencées selon une progression logique et peuvent être associées à une ou plusieurs disciplines de référence. Chaque séance, dans les différentes disciplines de référence, doit ainsi contribuer à l'acquisition de connaissance et compétences qui seront généralement réinvesties dans les suivantes. Les élèves acquerront ainsi une connaissance et une compréhension approfondie de cet objet technique grâce aux éléments apportés par les différentes disciplines de manière complémentaire.

Le tableau ci-dessous présente une vue d'ensemble du scénario choisi et l'enchaînement chronologique des séances. A la suite, nous verrons plus en détails les grandes phases et les choix didactiques réalisés dans chacune d'elles.

Séances	Disciplines de référence	Description du contenu des séances
S1 – Evaluation diagnostique, recueil des conceptions initiales sur le vélo et son fonctionnement	Techno.	Les élèves dessinent individuellement leur représentation initiale du vélo, avec une légende. Mise en commun au tableau des dessins et commentaires sans validation. Recueil de mots de vocabulaire en lien avec le vélo et les dessins des élèves. Présentation du scénario sur le thème du vélo.
S2a - L'ancêtre du vélo : la Draisienne (via la BD)	Français : Lecture/compr. Lexique	Présentation aux élèves de la BD <i>Sur deux roues</i> d'Olivier Melano (Ecole des Loisirs, 2016) Lecture silencieuse de la BD jusqu'à la page 12 (jusqu'à l'invention de la Draisienne). Point sur certains mots de vocabulaire. Questions de compréhension. Collection de mots autour du vélo relevés dans le texte.
S2b – L'origine du mot « vélo »	Français : Lexique	Leçon et exercices sur les mots de la même famille, origine du mot « vélo » à partir de « vélocipède » : Vélo : vélocipède, véloce, vélociraptor Pède : pied, pédales, pédalier, pédestre
S3 - L'ancêtre du vélo : la Draisienne (étude techno.)	Techno.	Rappel de l'ancêtre du vélo découvert dans la BD : la draisienne. Fiche d'identité de la draisienne, avec appui sur la BD, sur la partie documentaire et vidéo sur le bicentenaire de la draisienne.

<p>S4 – L’invention du pédalier, la « Michaudine » (via la BD)</p>	<p>Français : Lecture/compr. Lexique</p>	<p>Lecture silencieuse de la BD jusqu’à la page 14 (jusqu’à l’invention du Vélocipède à pédales). Questions de compréhension. Collection de mots autour du vélo relevés dans le texte</p>
<p>S5 – La « Michaudine » (étude techno)</p>	<p>Techno.</p>	<p>Rappel de l’évolution de la draisienne vu dans la BD : le vélocipède à pédales ou « Michaudine » Fiche d’identité de la « Michaudine », avec appui sur la BD et documentaire Introduction vocabulaire : roue motrice, directrice, transmission de l’énergie musculaire</p>
<p>S6 - Pour aller plus vite : Le grand-bi (via la BD)</p>	<p>Français : Lecture/compr. Lexique</p>	<p>Lecture silencieuse de la BD jusqu’à la page 18 (jusqu’à l’invention du grand-bi). Questions de compréhension. Collection de mots autour du vélo relevés dans le texte</p>
<p>S7 – Le grand-bi (étude techno)</p>	<p>Techno.</p>	<p>Rappel du nouveau type de vélocipède découvert dans la BD : le grand-bi. Fiche d’identité du grand-bi, avec appui sur la BD, partie documentaire et vidéo.</p>
<p>S8a et S8b – Types de roues et sources d’énergie pour les mettre en mouvement</p>	<p>Techno.</p>	<p>Quelle énergie permet de faire tourner la roue motrice du vélo ? Appui sur <i>Sciences CMI</i> (RETZ, S13) Recueil des conceptions par écrit sur la définition d’une roue. Recherche de classement des différents types de roues. Sources d’énergie en jeu.</p>
<p>S9 – Distance parcourue en un tour de pédalier : Périmètre du cercle et développement (chapitre longueurs et périmètres)</p>	<p>Maths. : grandeurs et mesures</p>	<p>Pourquoi le grand bi va-t-il plus vite que la Michaudine ? -Réinvestir la technique vue pour comparer les périmètres des polygones et l’adapter pour mesurer le périmètre d’un cercle -Etablir le lien entre diamètre de la roue et distance parcourue en un tour de roue et donc en un tour de pédale pour le Grand bi et la Michaudine. -Utilisation de l’animation flash Michaudine et Grand bi : distances parcourues en un tour de pédalier (en masquant le vélo moderne)</p>

S10a- Vers le vélo d'aujourd'hui : La bicyclette de sécurité (via la BD)	Français : Lecture	Suite de la BD de la page 19 à la page 23. Questions de compréhension
S10b - La bicyclette de sécurité	Techno.	Rappel du nouveau type de vélocipède découvert dans la BD : la bicyclette de sécurité Fiche d'identité de la bicyclette de sécurité, avec appui sur la BD et partie documentaire.
S11a – S11b (3 séances décrochées) - Utilisation du vélo pour se déplacer et sécurité routière	Ed. Morale et Civique Ed. Physique et Sportive	Séances 11a et 11b : ateliers de pratique du vélo avec intervention de la police municipale : <ul style="list-style-type: none"> - Atelier 1 : agilité sur le vélo (parcours d'obstacles) - Atelier 2 : sécurité routière (circuler sur une ville miniature en respectant le code) Expérimentation et mise en pratique des notions abordées en classe.
S12 – Le système de transmission par chaîne sur la bicyclette de sécurité	Techno.	Pourquoi la « bicyclette de sécurité » est-elle plus performante que la Michaudine et le Grand bi ? -situation déclenchante : animation flash comparant le développement des ancêtres et du vélo moderne. -La transmission de mouvement par chaîne et roues dentées. Appui sur <i>Sciences CMI</i> (RETZ – S14) Manipulation et observation d'un vélo en classe
S13 – Transmission et transformation de mouvements	Sciences	Les différents types de mouvements. Comment transférer ou transformer un mouvement ? Appui sur <i>Sciences CMI</i> (RETZ , S3A-S3B)
S14 – Etude d'une roue arrière de « vélo à vitesses »	Techno.	Pourquoi y a-t-il plusieurs pignons (cassette de pignons), comment changer de pignon ?
S15a – Le vélo dans le monde du sport (via la BD)	Français : Lecture	Suite et fin de la lecture de la BD Découverte à travers la BD de l'évolution de la pratique du vélo et de sa fonction : du vélo pour se déplacer au vélo spécialisé pour les performances sportives (course sur route et sur piste, cycle-balle...)

S15b – Le vélo dans le monde du sport (en vidéos)	Techno. EPS / culture sportive	Découverte de la diversité des sports de vélo. Visionnage de vidéos de sport : VTT crosscountry, VTT descente, cyclisme sur route, BMX flatland, cycle-balle, vélo trial. Association de chaque sport au bon type de vélo, description et explication des particularités de chaque type de vélo.
S11c - Utilisation du vélo pour se déplacer et sécurité routière	EMC EPS	Evaluation par la police municipale et obtention de l'ASSR (attestation scolaire de sécurité routière).
S16 – Evaluation partie 1	Français : Littérature Techno.	Fiche de lecture sur la BD : « qu'avez-vous retenu de cette BD ? [...] aimé, moins aimé ? ... » Faire le schéma de deux types de vélos aux choix, avec légende.
S17 – Evaluation partie 2	Techno. Sciences	Questionnaire sur l'histoire du vélo et son fonctionnement.
S18 - Etude de la fourche suspendue de VTT	Techno.	A quoi sert une fourche « suspendue » ? Comment ça fonctionne ? Etude de deux fiches techniques : 1 fourche à ressorts en alu, 1 fourche carbone à air comprimé. Différences et points communs : fonction, matériaux, poids, fonctionnement ...
S19 - Propriétés de la matière : compressibilité et masse de l'air	Sciences	Pourquoi la fourche à air est-elle si efficace ? L'amortisseur à air : fonctionnement, explication du phénomène, modélisation (seringue) Comprendre l'avantage d'un amortisseur à air par rapport au ressort : gain de poids (comparaison de la masse d'air dans la fourche et de la masse d'un ressort de fourche), possibilité de réglage de la dureté avec la quantité d'air injectée.

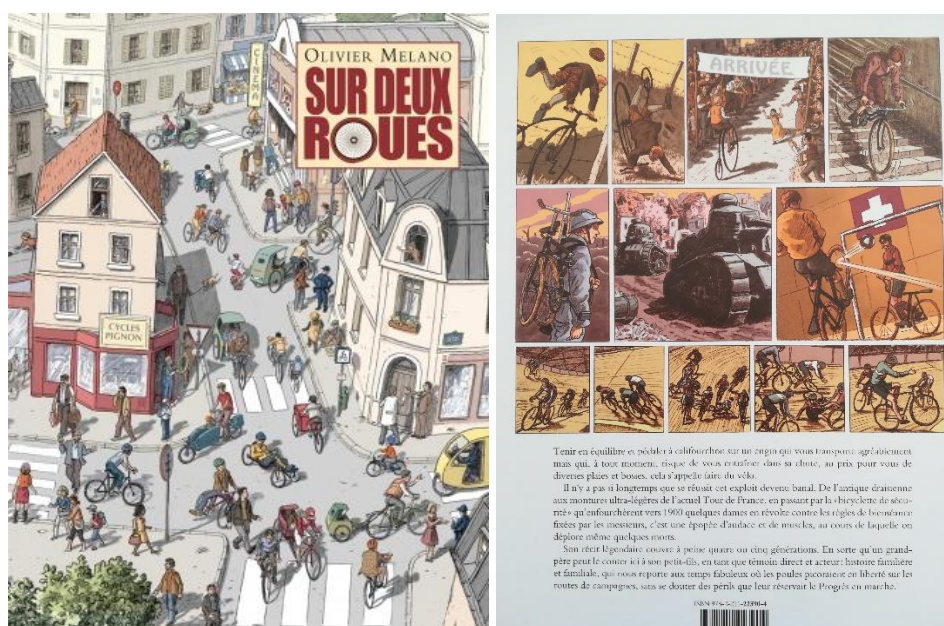
3.3 La bande dessinée : support du scénario et outil de vulgarisation

3.3.1 Présentation de la BD et de l'auteur

Environ la moitié des séances pensées pour le scénario mis en œuvre (S2 à S7 puis S10 et S15) prennent appui sur la bande dessinée d'Olivier Melano (auteur et illustrateur), *Sur deux roues* (L'école des loisirs, 2016).

La collection « Archimède » à laquelle appartient cet ouvrage, propose des livres qui racontent des « histoires vraies », sur des événements historiques, des chercheurs, des inventeurs et des inventions.

Olivier Melano, auteur et illustrateur indépendant, est né à Paris en 1957. Il enseigne les arts plastiques et travaille en tant qu'illustrateur à la fois pour la presse et l'édition. Il est auteur et illustrateur d'une quinzaine d'ouvrages de littérature jeunesse pour la collection Archimède entre 1999 et 2018.



1 - Page de couverture et quatrième de couverture

La plus grosse partie de l'ouvrage est une fiction sous forme de bande dessinée, de quarante et une pages. Dans cette bande dessinée, deux enfants, Léa et Théo, vont découvrir à travers le récit de leur grand-père au sujet de leurs ancêtres, l'histoire du vélo de son invention à aujourd'hui. La présentation de l'ouvrage proposée par l'auteur sur la quatrième de couverture explicite clairement son contenu et ses ambitions :

« Tenir en équilibre et pédaler à califourchon sur un engin qui vous transporte agréablement mais qui, à tout moment, risque de vous entraîner dans sa chute, au prix pour vous de diverses plaies et bosses, cela s'appelle faire du vélo.

Il n'y a pas si longtemps que se réussit cet exploit devenu banal. De l'antique drâisienne aux montures ultra-légères de l'actuel Tour de France, en passant par la « bicyclette de sécurité » qu'enfourchèrent vers 1900 quelques dames en révolte contre les règles de bienséance fixées par les messieurs, c'est une épopée d'audace et de muscles, au cours de laquelle on déplore même quelques morts.

Son récit légendaire couvre à peine quatre ou cinq générations. En sorte qu'un grand-père peut le conter ici à son petit-fils, en tant que témoin direct et acteur : histoire familière et familiale, qui nous reporte aux temps fabuleux où les poules picoriaient en liberté sur les routes de campagnes, sans se douter des périls que leur réservait le Progrès en marche » (2016, quatrième de couverture).

A la fin, une partie documentaire de quatre pages illustrées par de nombreuses photographies historiques de qualité apporte des informations détaillées sur l'histoire du vélo, des détails, des dates. Cette partie, complémentaire à la première, sera également exploitée en classe, comme cela sera détaillé plus loin au chapitre 3.4.3 concernant l'articulation entre la lecture et les séances de technologie.

3.3.2 Liens entre narration et faits historiques, aspect motivationnel

Comme présenté dans la première partie de ce mémoire au chapitre 2.1.3, la BD est un moyen efficace de vulgarisation, notamment pour celle-ci dans le domaine de la technologie et de l'histoire.

Le vélo est une invention relativement récente puisque le brevet de la draisienne ou « machine à courir » de Karl Drais von Sauerbronn a été déposé en 1818. L'histoire de son évolution pour aboutir à la diversité et à la performance des vélos d'aujourd'hui s'étale donc sur environ 200 ans. Le bicentenaire de la draisienne a d'ailleurs été célébré à Paris, dans le Jardin du Luxembourg en 2018, lieu sur lequel elle avait été présentée en France deux siècles plus tôt.



2 - Course de vélocipèdes (draisiennes) dans les jardins du Luxembourg (artiste inconnu, 1818)

Cette bande dessinée a la particularité de ne contenir que peu de bulles à l'intérieur des dessins, donc assez peu de dialogues entre les personnages. Les dialogues minimalistes sont donc présents pour « donner vie » aux intervenants du passé (dans le récit du grand père) et pour faciliter la compréhension des scènes racontées par le grand-père. Les personnages qui

parlent le plus dans la BD (avec l'utilisation de bulles) se situent dans le présent, au moment de la narration par le grand-père : il s'agit donc des enfants Léa, Théo et de leur grand-père. René, le grand père, au parc avec ses petits-enfants, va leur raconter l'histoire de leur famille, qui est « liée à celle du vélo » (voir l'extrait ci-dessous, page 9). Le suspense est créé par le grand-père qui ne présente bien sûr pas son récit comme « l'histoire du vélocipède » mais comme « l'histoire qui a rendu [son] père malheureux ».

Cette famille fictive permet de faire le lien entre les différents moments clés de l'histoire du vélo qui sont proposés au lecteur. En effet, les différents personnages de la famille (les « ancêtres ») évoqués ont tous été « témoin » de certaines grandes étapes de l'évolution du deux roues. C'est donc à travers l'histoire de cette famille fictive et le récit du narrateur, le grand-père, que le lecteur va prendre connaissance de faits historiques réels. Ceci peut avoir une dimension motivationnelle importante, les élèves s'attachant aux personnages et à l'histoire de cette famille, pourtant fictive, tandis que les faits historiques, eux, sont bien réels. Les faits réels apparaissant dans la BD sont présentés par ordre d'apparition dans le tableau ci-dessous :

Faits historiques réels	Liens avec la narration
1818 : dépôt du brevet d'invention de la draisienne ou « machine à courir » par le baron Drais.	Un ancêtre des enfants et du narrateur, Honoré Pignon, « curieux de toutes les nouveautés » (page 10) achète une draisienne en 1820.
1817 : le baron Drais parcourt 14,4 km en une heure, tandis que les diligences font ce trajet en 4 heures.	Honoré Pignon veut parcourir 15 km en moins d'une heure en draisienne, convaincu que cette nouvelle invention va remplacer le cheval. Il meurt d'une chute en tentant de relever son défi, en ne pouvant éviter un obstacle faute de freins sur la machine. → Le lecteur découvre la draisienne, son fonctionnement, ses qualités et défauts
1861 : un client dépose sa draisienne à la roue avant défailante chez un serrurier, Pierre Michaux. Pierre Michaux et son fils Ernest ont l'idée de placer des pédales sur la roue avant.	En 1861, Adrien, le petit-fils d'Honoré, confie la draisienne de son grand-père à son ami Ernest Michaux pour qu'il la remette en état. Pierre et Ernest Michaux installent des pédales sur la roue avant.

	<p>→ Le lecteur découvre la vraie histoire de l'invention du vélocipède à pédale, son fonctionnement</p>
<p>1867 : Pierre et Ernest Michaux présentent la Michaudine à l'exposition internationale de Paris, après de nombreuses améliorations et évolutions. L'invention a beaucoup de succès.</p>	<p>Adrien ouvre un magasin de cycles et essaye toutes les nouveautés, en particulier celles des Michaux avec les différents modèles de Michaudines.</p> <p>→ Le lecteur découvre les évolutions de la Michaudine</p>
<p>1869 : invention de la roue libre. 1870 : invention du grand-bi.</p>	<p>En 1871, Adrien reçoit un grand-bi d'Angleterre pour son magasin et se lance dans des courses de grand-bi. Un concurrent anglais possède un grand-bi plus évolué avec roue libre et freins efficaces.</p> <p>→ Le lecteur prend conscience des avantages et inconvénients du grand-bi par rapport à la Michaudine, puis de l'invention des freins et de la roue libre.</p>
<p>1869 : prototype de vélo à roue arrière motrice avec chaîne de transmission par André Guilmet – sans suites en raison de la mort de son inventeur en 1870 à la guerre. 1879 : brevet pour une invention similaire par Harry Lawson. – sans suites. 1885 : invention de la Rover Safety Bicycle (bicyclette de sécurité Rover) par l'industriel John Starley. 1891 : invention du pneu démontable à chambre à air gonflable qui permet à la bicyclette de sécurité de ressembler aux vélos de ville actuels.</p>	<p>En 1892, Camille, la fille d'Adrien, reçoit en cadeau de ses parents une bicyclette de sécurité, ancêtre le plus proche du vélo de ville moderne.</p>
<p>Fin du XIXème siècle : rôle du vélo dans l'émancipation des femmes, succès populaire de la bicyclette de sécurité, apparition de manèges à bicyclette pour</p>	<p>Camille apprend le vélo et devient une cycliste confirmée. La bicyclette de sécurité a beaucoup de succès, des manèges à vélo permettent aux gens d'apprendre.</p>

enseigner son utilisation.	Camille participe aux défilés de femmes à vélo pour l'égalité des droits.
<p>1892 : premier prototype de bicyclette pliante par Charles Morel</p> <p>1913 : formation du GCC (groupe de chasseurs cyclistes) dans l'armée française, utilisant des bicyclettes pliantes.</p> <p>1914-1918 : première guerre mondiale pendant laquelle le GCC interviendra.</p>	<p>Antoine, le fils de Camille, qui est aussi le père du narrateur René, part à la guerre en 1914 et rejoint le 3^{ème} bataillon de chasseurs à vélo équipés de bicyclettes pliantes.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➔ Rôle du vélo pendant la guerre ➔ Adaptation de l'objet au besoin (portabilité du vélo)
<p>1893 : invention du cycle-balle par Nicholas Edward Kaufmann</p> <p>1896 : à Senlis (Oise), construction du premier vélodrome en France.</p> <p>1903 : le Tour de France</p>	<p>Après la guerre et suite à une longue période de dépression, Antoine remonte la pente grâce au sport : d'abord du cyclisme sur piste, puis plus tard, du cycle-balle.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➔ Effets positifs du sport sur la santé physique et mentale ➔ Evolution de la fonction d'usage du vélo ➔ Naissance de vélos de sport spécialisés
<p>Années 1930 : Le vélo est très populaire car les voitures sont encore rares ; succès du tandem que les couples ne pouvant acheter de voiture utilisent pour partir en vacances.</p>	<p>Antoine fabrique un tandem six places pour toute sa famille.</p> <p>Les vélos sont utilisés pour se déplacer et transporter des bagages.</p>
<p>1939-1945 : seconde guerre mondiale. Avec les pénuries de carburant et les mouvements de populations hors de Paris, le succès du vélo est grandissant.</p>	<p>René (le narrateur) et son frère utilisent le vélo pour dissimuler des messages dans le guidon dans le cadre de la résistance.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➔ Succès populaire du vélo ➔ Fonction d'usage évolutive
<p>Années 1960 à 1990 : Popularité croissante des cyclomoteurs (Mobylette, Vélosolex), le succès du vélo diminue.</p>	<p>A ses 18 ans, René qui travaillait jusqu'à lors avec son père dans la boutique de vélo familiale, achète un cyclomoteur.</p> <p>La boutique de vélo fait faillite. René reprend le magasin familial pour réparer des cyclomoteurs.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➔ Diminution du succès du vélo avec l'arrivée des cyclomoteurs



3 - Extrait de la BD, page 9

3.3.3 Cheminement dans la BD choisi par l'enseignant

Cette bande dessinée est très riche en informations et en détails visibles sur les images, comme cela a été entrevu dans le tableau des faits réels apparaissant dans la narration (chapitre 3.4.2.2). Il est donc évident que l'enseignant doit faire des choix, tout ne pouvant pas être exploité dans le moindre détail, au risque de ne faire que survoler les sujets.

L'objectif de ce scénario interdisciplinaire étant avant tout d'explorer l'évolution de l'objet technique qu'est le vélo, de son invention à aujourd'hui, ces choix ont été orientés vers les aspects technologiques, le fonctionnement et sur les usages du vélo. Ainsi, les parties portées davantage sur l'histoire des Hommes (les deux guerres mondiales, l'émancipation des femmes et la lutte pour l'égalité homme-femme) ne font pas l'objet d'une étude approfondie.

L'exploitation de la BD a plutôt été réalisée en plusieurs temps, dans des séances de français en lecture – compréhension et portant sur l'évolution du vélo :

- La séance 2 permet une lecture jusqu'à la page 12. Cette étape permet de se familiariser avec l'ouvrage et de découvrir l'ancêtre du vélo qu'est la draisienne.
- La séance 4 permet une lecture jusqu'à la page 14 et permet de découvrir l'évolution de la draisienne au vélocipède à pédales avec la fixation de pédales sur la roue avant par Pierre et Ernest Michaux. Elle permet également (étant sur la même page) de voir les évolutions

du vélocipède à pédale (ou Michaudine) avec le changement de matériaux, l'augmentation modérée du diamètre de la roue avant.

- La séance 6 permet une lecture jusqu'à la page 18 et permet d'atteindre l'arrivée du grand-bi, comme extrême évolution de la Michaudine avec sa roue avant démesurée permettant d'atteindre des vitesses supérieures (les pédales étant toujours fixées sur la roue avant).
- La séance 10 permet une lecture jusqu'à la page 19 à la page 23 et la découverte d'un changement radical par rapport au dangereux grand-bi : la bicyclette de sécurité et sa transmission par chaîne et roue arrière motrice, une révolution, très proche des vélos de villes d'aujourd'hui. Bien que représentée finement dans la BD, la bicyclette de sécurité n'est pas détaillée sur le plan fonctionnel. Des apports extérieurs à la BD (observation/manipulation d'un vélo en classe, animations sur ordinateur) permettront d'étudier son fonctionnement et le système de transmission par chaîne.
- La séance 15 permet aux élèves de terminer la lecture de la BD et de mettre fin au suspense. Cette étape a cependant une importance majeure puisqu'elle permet de mettre l'accent sur l'évolution de la fonction d'usage du vélo, le développement des sports de vélo (le cyclisme sur route, sur piste, le cycle-balle) et les évolutions technologiques associées. L'évolution vers les engins motorisés ne sera pas particulièrement approfondie pour se concentrer plutôt sur les types de vélos.

3.3.4 Analyse iconographique

La bande dessinée présente l'avantage d'allier le texte à l'image, ce qui permet de multiplier les informations, et parfois d'illustrer simplement par une image quelque chose qui serait fastidieux à décrire, comme nous l'avons vu dans la partie 2. De plus, dans le cas qui nous intéresse, où l'aspect technologique des inventions est mis en avant et travaillé en classe, les images ont une importance toute particulière.

D'abord, les images permettent de visualiser globalement les vélos dans leur contexte historique. Ainsi, l'ensemble du décor accompagnant l'objet sur l'image, les personnages et leur style vestimentaire, le lieu, sont autant d'informations qui permettront aux élèves d'ancrer l'objet dans son contexte historique et de le garder en mémoire. Par exemple, nous découvrons la draisienne puis le grand-bi dans un décor rural représentatif du XIX^{ème} siècle. Par la suite, la bicyclette de sécurité est vue en ville, dans les manifestations pour l'égalité hommes-femmes. Des détails comme des affichages dans la rue (ordre de mobilisation, publicités) sont aussi des éléments qui permettent de situer la scène et l'objet dans une



époque. Enfin, les tenues vestimentaires ont évolué, les façons de penser aussi, et tout cela transparaît dans le texte, mais aussi dans les images.

Pouvoir visualiser grâce aux images, ces scènes datant de 100 ou 200 ans permet aussi aux élèves de mieux comprendre l'évolution du besoin et des fonctions d'usage des vélos. Dans les années 1940 par exemple, l'image de vélos équipés de bagages pour partir en vacances ou quitter la capitale pendant la guerre ne peut que faciliter la mémorisation du succès du vélo à cette époque et de l'usage qui en été fait principalement.

Dans cet ouvrage, les dessins de l'illustrateur et auteur Olivier Melano sont d'un style réaliste. Les personnages et leur environnement sont très détaillés. Ce choix de l'auteur révèle aussi l'intention pédagogique de l'ouvrage et ramène à la notion de vulgarisation des faits historiques, mais aussi de la technologie. L'intérêt des images en est renforcé. Les différents types de vélos sont finement représentés. Les images permettent d'observer des détails précis de la conception des vélos, les mécanismes, les matériaux. De plus, il est intéressant de noter que pour chaque type de vélo rencontré, une ou plusieurs vignettes permettent d'en donner une vue d'ensemble, avec des éléments extérieurs de contexte, tandis qu'une autre vignette présente quasi systématiquement un gros plan sur des éléments caractéristiques du vélo en question.

Sur le plan historique, certains points que l'auteur souhaite mettre en avant sont également présentés dans des vignettes de très grande taille, voire en pleine page.

Le tableau ci-dessous illustre ces deux derniers points et donne un aperçu des vélos découverts à travers la BD :

Vignettes de vues des vélos en contexte	Vignettes en gros plans mettant en avant des détails
 <p data-bbox="399 1859 550 1892"><i>Draisienne</i></p>	 <p data-bbox="965 1859 1228 1892"><i>Système de direction</i></p>



*Premier vélocipède à pédales
(Michaudine)*



*A gauche : fixation de pédales sur la roue
avant de la draisienne*

A droite : évolutions de la Michaudine



Grand-bi



*Diamètre de la roue avant, système de
transmission*



Bicyclette de sécurité



Transmission par chaîne et grand plateau



Bicyclettes pliantes de l'armée française



Astucieux système de cadre pliant



Vélo de cycle-balle



Transmission par chaîne, petit plateau de même dimension que le pignon fixe

Vignettes de vues des vélos en contexte



Vélo de course sur piste

Vignettes grand format mettant en avant des éléments historiques



L'accent est mis sur la popularité du sport et le vélodrome



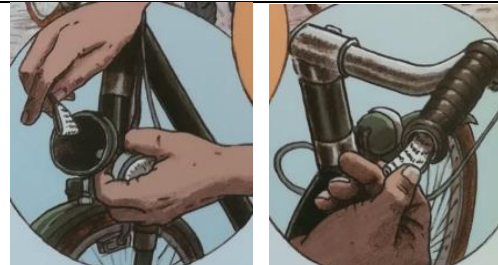
Le tandem (présentation photo du grand-père à Théo et Léa)



Le succès des vélos pendant dans la première moitié du XXème siècle



Vélos de ville – les familles quittent Paris pour la Provence (sec. guerre mondiale)



Dissimulation de messages secrets pendant la Résistance

Enfin, pour terminer sur l'analyse iconographique, il est essentiel de noter le lien entre l'époque où se déroule l'action, et la coloration de l'image, à la manière des effets que l'on peut donner parfois aux photographies aujourd'hui : couleur, noir et blanc, sépia, etc. afin de donner un aspect vieilli par exemple. Cette idée est intéressante puisqu'elle permet d'accompagner le lecteur dans son « exploration temporelle » et de faciliter la compréhension, d'autant qu'il y a, à plusieurs reprises dans la BD, des retours dans le présent au moment de la situation d'énonciation (le grand-père et ses petits-enfants dans le parc).

Pour illustrer cela, voici dans l'ordre chronologique des époques, l'évolution colorimétrique que l'on observe dans les illustrations : les couleurs sont de plus en plus vives et nombreuses :



3.3.5 Moteurs des avancées technologiques en lien avec le contexte historique et évolution de la fonction d'usage

L'approche technologique du vélo par cette bande dessinée permet aux élèves de prendre connaissance, par une approche motivante (la fiction), du contexte historique dans lequel est né le besoin qui a motivé l'invention ou l'évolution des ancêtres du vélo d'aujourd'hui. Nous allons voir ci-dessous les éléments qui apparaissent dans la BD :

La draisienne

Pour la draisienne dans un premier temps, plusieurs éléments sont donnés :

- Dans le présent de la narration (2016), la petite draisienne permet à Théo d'apprendre l'équilibre du deux roues, avant de passer sur un vélo à pédales. Les draisiennes sont d'ailleurs très utilisées de nos jours dans les écoles maternelles à cet effet.
- « Honoré est convaincu que cette invention va remplacer le cheval » (BD p.10) ce qui laisse supposer la concurrence qui a pu exister entre ces deux moyens de déplacement à cette époque, en l'absence de véhicules motorisés.
- Honoré souhaite « parcourir les 15 km jusqu'à la ville voisine en moins d'une heure » (BD p.10), ce qu'une diligence réalise en quatre heures. Ce défi que se lance le personnage de la fiction correspond au défi que s'est lancé l'inventeur de la draisienne, le baron Drais, et met en évidence l'apparition du besoin de se déplacer plus rapidement d'une ville à une autre.
- Par le texte et l'image (p.11), les difficultés de l'utilisation de la draisienne sont mises en avant pour préparer le lecteur à l'évolution vers le vélocipède à pédales. Honoré « peine pour avancer » (p.11) dans les montées, mais « fonce à toute vitesse » dans les descentes (image de droite). L'image apporte une information complémentaire en montrant qu'Honoré doit lever les jambes dans les descentes en raison de l'absence de cales pieds. Avec l'accident mortel d'Honoré, l'auteur met en avant l'absence de freins sur les premiers modèles de draisienne.



4 - extrait de la BD, p.11 : la draisienne

La Michaudine

Concernant l'apparition du vélocipède à pédales (Michaudine) :

- L'histoire vraie de l'installation des pédales par les serruriers Michaux, sur une draisienne en bois est reprise dans la BD, par l'intermédiaire de l'intervention d'Adrien, personnage fictif, qui joue le rôle de la personne anonyme ayant réellement apporté une draisienne à l'atelier Michaux pour une réparation.
- L'intérêt de placer des repose pieds sur la draisienne est d'abord proposé par le fils Michaux, ce qui fait écho au manque de cales pieds en descente vu page 11.
- De nouveaux arguments sont apportés par le narrateur concernant l'intérêt des pédales finalement fixées sur la roue avant par les Michaux : « fini les chaussures sales et les semelles usées » (p.14).
- Le vélocipède à pédales ayant du succès. Sur les images les chemins de campagne des années 1820 ont été remplacés par des rues pavées, facilitant la circulation de véhicules roulants.
- Les vignettes suivantes (p.14) illustrent par le texte et l'image les besoins qui sont rapidement apparus chez les utilisateurs :
 - o l'amélioration du confort d'abord, avec l'amélioration du cadre et l'évolution des matériaux (du bois vers le métal). Le cadre en métal a permis de placer la selle sur une lamelle métallique souple, permettant d'amortir les vibrations et améliorant significativement le confort de l'utilisateur, initialement assis sur une simple poutre en bois.
 - o le gain de rapidité, qui a été possible d'une part grâce à l'optimisation de l'objet (poids notamment), mais surtout avec l'augmentation du diamètre de la roue avant motrice, sur laquelle les pédales sont fixées. Avec ce système, un tour de pédales entraînant nécessairement un tour de roue, seule l'augmentation de la taille des roues pouvait alors permettre d'aller plus vite.



5 - extrait de la BD, p.14 : la Michaudine

Le grand-bi

Le grand-bi quant à lui apparaît comme une évolution de la Michaudine dans la recherche de vitesse, voire de « performance » pour la course.

- L'intérêt de l'évolution du diamètre des roues est clairement énoncé « Grâce à une roue avant démesurée et une roue arrière minuscule, le grand-bi est très rapide » (p.15).
- Son principal défaut est aussi donné et illustré : « pour piloter une grand-bi, il faut être un vrai acrobate » (p.15).
- On évoque des « courses de vitesse » (p.16), de « coureurs renommés », de « modèles [de vélos] plus performants » de « l'entraînement [des cyclistes] ». C'est donc l'utilisation des vélos dans le sport qui apparaît avec le grand-bi, et donc l'évolution de la fonction d'usage.
- Avec l'augmentation de la vitesse pouvant être atteinte en deux roues, l'intérêt des freins et de la roue libre sont mis en avant.



6 - extrait de la BD, p. 15 : le grand-bi

La bicyclette de sécurité

Les défauts du grand-bi (dangerosité, difficulté pour y monter) sont les moteurs de l'évolution vers la bicyclette de sécurité.

- Certes le grand-bi permet d'aller vite mais « il est bien trop dangereux pour les loisirs » (p.16). Ce passage permet de mettre l'accent sur l'intérêt de la bicyclette de sécurité.
- La bicyclette de sécurité est présentée comme « un modèle presque semblable aux vélos d'aujourd'hui ».
- Des détails techniques sont apportés par les illustrations, notamment le système de transmission par chaîne (cf. chapitre sur l'analyse iconographique).



7 - extrait de la BD, p.19 : la bicyclette de sécurité

Les vélos de sport d'aujourd'hui

Plus loin dans la BD, Antoine, personnage fictif de la famille de Théo et Léa, pratique le cyclisme sur piste puis plus tard le cycle-balle. L'accent est mis sur le sport, on voit alors évoluer la fonction d'usage de l'objet technique :

- Le narrateur parle alors de « vélos spéciaux » qui rendent possible « d'incroyables figures d'équilibriste ». Les images apportent des détails complémentaires, en effet, le cadre a une forme particulière et une selle très reculée permettant de faciliter le soulèvement de la roue avant pour « cabrer ». Par ailleurs, un gros plan sur la transmission permet de constater la présence d'un pignon fixe unique, de la même taille que le plateau, ce qui permet d'améliorer le contrôle du vélo en pédalage ou rétropédalage.
- Sont évoqués également « le Tour de France », les « courses cyclistes », les « vélodromes », « passion pour un sport », « le club [de sport] local », les « matchs à travers toute l'Europe ». Tous ces éléments mettent en avant l'arrivée du vélo dans le monde du sport, la naissance des compétitions internationales, l'arrivée des vélos spécialisés, nécessaires à l'amélioration des performances. Après le confort et la sécurité recherchés sur les premiers modèles de vélocipèdes, un nouveau moteur de progrès technologiques et d'innovation apparaît : le sport.

4 Analyse a posteriori du scénario interdisciplinaire

Dans cette partie, nous faisons une analyse a posteriori du déroulement des séances dans un premier temps, puis une analyse des résultats des élèves à différentes évaluations.

4.1 Déroulement des séances

Comme évoqué précédemment, le scénario « autour du vélo » a été développé sur plusieurs séances, chacune pouvant être rattachée à une discipline de référence et contribuant à l'atteinte des objectifs visés. Cette partie décrit et analyse a posteriori le déroulement des différents types de séance.

4.1.1 Les séances de français : lecture-compréhension et lexique

Comme évoqué dans le chapitre 2.1.3, la BD peut être un très bon outil de vulgarisation. Cependant, c'est le guidage de l'enseignant en particulier dans les séances de lecture-compréhension qui permet aux élèves de suivre le cheminement souhaité. C'est également le guidage de l'enseignant pendant les lectures, et à travers les questions de compréhension qui va permettre de mettre l'accent sur les notions voulues, en fonction des choix qui ont été faits.

Pour cela, les séances de lecture de la bande dessinée se sont globalement déroulées de la façon suivante :

- Dans un premier temps, afin d'assurer la continuité de l'histoire, un temps d'échanges collectifs permettait de se remémorer la lecture de la fois précédente. Si besoin, une relecture des pages précédentes était possible.
- Dans un second temps, les élèves disposaient d'un temps adapté pour lire individuellement la suite de la BD jusqu'à la page demandée, selon le cheminement présenté au chapitre 3.4.1.3.
- Enfin, des questions de compréhension étaient proposées aux élèves et traitées selon différentes modalités (oral, écrit). Un temps de mise en commun des réponses et de validation par la recherche d'informations dans la BD permettait de s'assurer que l'ensemble de la classe avait compris les éléments essentiels. Les questions portaient d'abord sur les personnages, le fonctionnement de la BD et la situation d'énonciation, pour s'orienter ensuite sur le sujet principal du scénario : le vélo et son histoire.

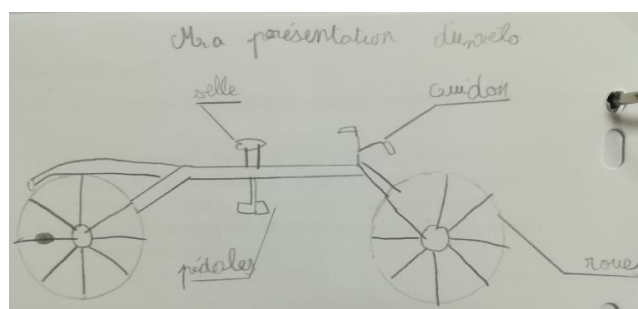
Pour créer un maximum de lien entre les différents apprentissages, un travail sur le lexique a aussi été fait en classe pendant les temps consacrés à l'étude de la langue. Ainsi, plusieurs questions ont pu être abordées :

- Travail sur l'origine du mot « vélocipède » par l'étymologie et la composition : mot composé du latin *velox* (« rapide, véloce ») et du suffixe *-pède* (pied) ;
- Travail sur les mots de la même famille que « vélo » et « pied » : véloce, vélocité, vélodrome ... / pédales, pédestre, pédicure ...
- Travail sur les abréviations (en parallèles des sigles) : vélo est l'abréviation de vélocipède comme prof est l'abréviation de professeur.
- Différents temps ont été consacrés à l'étude du vocabulaire lié au vélo de la même façon : recherche du champ lexical du vélo, compréhension de termes tels que roue motrice (contient « moteur », qui engendre le mouvement), roue directrice, la polysémie des mots tels que rayon (rayon d'une roue, rayon de soleil), etc.

4.1.2 Les séances de technologie

Séance d'introduction

La première séance du scénario était une séance d'évaluation diagnostique et a permis de recueillir les conceptions initiales des élèves, par la réalisation individuelle d'un dessin de vélo. Il était également demandé de préciser le nom des éléments connus à l'aide d'une légende. Cet exercice, couramment réalisé en sciences, est intéressant sinon indispensable pour l'enseignant afin de connaître le niveau des élèves, mais également intéressant pour les élèves puisqu'il leur permet de mettre le doigt sur les points de blocages, de prendre conscience des difficultés, ce qui peut avoir un effet motivant pour l'apprentissage.



8 - représentation initiale du vélo d'un élève

Séances sur les « fiches d'identité » des vélos

Une partie des séances de technologie ont été conçues selon un même modèle sont directement complémentaires aux séances de lecture de la BD. Il s'agit des séances :

- S3 (la draisienne),
- S5 (la Michaudine),
- S7 (le grand-bi),
- S10 (la bicyclette de sécurité),
- S15b (les vélos de sport d'aujourd'hui).


Ces séances étaient proposées en alternance avec les séances de lecture et avaient pour objectif d'identifier et caractériser les différents types de vélos rencontrés au cours de l'histoire.

- Dans un premier temps, un rappel du dernier vélo rencontré dans la séance de lecture. Par un temps d'échanges collectifs, les éléments dont se souviennent les élèves émergent et se complètent. Le travail sur les questions de compréhension réalisé suite à la lecture prend alors tout son sens et facilite le retour sur le vélo considéré.
- Dans un second temps, les élèves reçoivent individuellement une « fiche d'identité » vierge à compléter préparée par l'enseignant. Cette fiche contient des rubriques à remplir, comme on le voit sur l'exemple ci-dessous (voir agrandissements en annexe) :
 - *Nom et surnom éventuel de l'objet technique* : permet d'identifier au début de la fiche l'objet dont il est question. Pour certains vélos, il existe plusieurs noms possibles : draisienne/machine à courir ; vélocipède à pédales/Michaudine ...
 - *Date d'invention* : elle est précisée sur les documentaires distribués aux élèves. En cas d'ambiguïté (date de brevet ou du premier prototype par exemple), un échange collectif permet de trancher sur la date à retenir.
 - *Histoire* : il s'agit de préciser ici l'histoire de l'invention, le contexte historique et les motivations ; ces informations se trouvent en partie dans la BD à travers le texte et les images (cf. chapitre sur étude iconographique) puis dans le documentaire.
 - *Fonctionnement* : il est demandé ici d'expliquer avec ses mots le fonctionnement de l'objet : comment permet-il d'avancer ? de se diriger ? Les détails donnés dans la BD, ainsi que le visionnage de vidéos des ancêtres du

vélo et l'observation en classe d'une draisienne (pour enfants) et d'un tricycle (pédales sur la roue avant) permettent d'apporter des éléments de réponse.

- *Fonction d'usage* : la BD et le contexte historique qu'elle permet d'aborder permettent de traiter avec les élèves la question de : pourquoi cet objet a-t-il été créé ?
 - *Matériaux utilisés* : documentaire et observation des vignettes permettent de d'identifier les différents matériaux utilisés.
 - *Caractéristiques* : poids, vitesse, sont des informations que les élèves peuvent trouver dans la partie documentaire, complétée parfois par une recherche encyclopédique.
 - *Avantages/inconvénients* : Ce tableau à compléter permet de mettre l'accent sur l'évolution du vélo et les motivations de ces évolutions. Ces informations sont observables en partie dans la BD, en vidéos, et par la réflexion des élèves.
 - *Schéma légendé* : il permet, avec la question des matériaux d'approcher la réponse aux questions : comment cet objet est-il fabriqué ? de quoi est-il composé ? Un schéma correctement réalisé doit permettre de comprendre le fonctionnement de l'objet et d'en identifier les principaux composants.
- Sur ces « fiches d'identité », un extrait de la partie documentaire de la fin de la BD, concernant le vélo en question, est inséré au-dessus du cadre réservé à la réalisation du schéma. Cela présente plusieurs avantages : faciliter la réalisation du schéma et avoir un document autoporteur. Il est donc demandé aux élèves, par petits groupes ou individuellement, de compléter cette fiche avec les informations découvertes dans la BD et les informations complémentaires apportées par la partie documentaire. En complément lors de certaines séances, des vidéos d'utilisation de ces anciens vélos pouvaient aider à la compréhension et apporter d'autres informations.

La draisienne

Surnom : vélocipède ou machine à cavalier 

Date d'invention : En 1817-1818, il y a deux

Histoire : La draisienne a été créée par le baron allemand Karl Drais en 1817, d'où son nom draisienne. Elle est considérée comme le ancêtre du vélo, puisque à l'époque, elle a été commercialisée en France sous le nom de « vélocipède ». Ce mot vient de « vélocité » qui signifie rapide et « pédale » qui signifie pied.

Fonctionnement :
Avec son pouce, on pousse avec ses pieds pour avancer.

Fonction d'usage : Se déplacer sur de petites distances, plus rapidement qu'à pied.

Matériaux utilisés : du bois et de la ferronnerie soignée.

Poids : Elle pèse 12,5 kg et 2,5 kg

Vitesse : 14,4 km/h avec de l'entraînement

Avantages	Inconvénients
Ne pousse pas Aides poussée qu'à pied Pas de maintenance, ride très peu par trousses Poids conséquent pas de transmission	Pas de pédale Pas de frein Une de chaussures

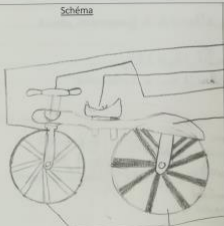
Documentaire sur la draisienne
(extrait de la BD « Sur deux roues » d'Olivier Meisano)

Il y a plus de cent ans, il est arrivé le XVII^e siècle pour se représenter l'acte d'un vélocipède à deux roues en ligne droite par une série de coups de pied. Mais c'est en 1817 que le baron allemand, le baron Karl Drais, met au point une machine à deux roues d'un genre nouveau. Avec à l'avant une roue plus petite que celle de l'arrière, il peut courir en se propulsant avec les pieds (4,4 km en une heure, alors qu'une diligence ne va pas plus vite).

Karl Drais von Sauerbrunn inventeur, en 1817, d'une machine à deux roues à courir, aujourd'hui appelée draisienne.

le nom de vélocipède (vélocité / rapide, pied / pied) puisque son but est de faire marcher une personne à une grande vitesse. Deux siècles après son invention, la draisienne a fait son retour dans les rayons de cycles pour enfants car elle permet aux plus jeunes d'acquiescer de façon autonome l'équilibre à bicyclette.

Schéma d'une draisienne



Schéma

Légende

- la gauche
- la selle
- le guidon
- cadre
- roues

9 - Exemple de fiche d'identité de draisienne

- Pour finir, un temps de mise en commun permettait de compléter ensemble la fiche d'identité « idéale » de ce vélo. Cette phase permettait de donner ou redonner des explications si nécessaire sur les différents éléments à compléter.

Cette alternance à répétition entre lecture de la BD et séance de technologie présente l'avantage de permettre aux élèves une prise de repères dans la manière de travailler, l'acquisition de routines et de méthodes qui facilitent au fil des séances la réalisation des « fiches d'identité » avec plus d'autonomie. L'étayage de l'enseignant peut donc être adapté au fil du temps et être réduit sur les dernières séances pour laisser aux élèves davantage d'autonomie dans ce travail de réflexion et de recherche d'informations. Par ailleurs, le travail sur les aspects technologiques était très complémentaire au travail de lecture-compréhension. En effet, l'étude de certains aspects technologiques facilite la compréhension de l'histoire, tandis que dans l'autre sens, la fiction apporte des éléments de contextes pour saisir les motivations et le sens des évolutions technologiques.

La réalisation systématique de schémas à la fin des fiches d'identité a pour objectif d'une part de faire progresser les élèves dans la réalisation de schémas. De plus, cette étape est essentielle pour concrétiser la compréhension de l'objet technique dont il est question. Détailler et représenter les éléments qui le composent puis se poser la question « est-ce que ce que j'ai représenté peut fonctionner ? » sont deux étapes intéressantes à travailler avec les élèves et qui peuvent leur permettre de se rendre compte des éléments qu'ils auraient mal compris.

Séances « d'approfondissements technologiques »

Plusieurs séances de technologie, plus spécifiques, étaient prévues pour approfondir une notion, mieux comprendre une partie du fonctionnement de l'objet technique. Il s'agit notamment des séances :

- S8a-S8b, types de roues et sources d'énergie. Ces séances sont placées après l'étude de la Michaudine et du grand-bi dont le principe de fonctionnement est proche et relativement simple : transmission directe de la force de pédalage à la roue avant motrice. Ainsi, les objectifs de cette séance étaient d'une part de permettre aux élèves de connaître la définition d'une roue, élément essentiel du vélo, et les différents types de roues pour préparer le travail à venir sur le système transmission par chaîne (roues pour faciliter un mouvement de translation, roues dentées pour entraîner un mécanisme, etc.) ; d'autre part de statuer sur l'énergie permettant la mise en mouvement du vélo.
- S12, le système de transmission par chaîne de la bicyclette de sécurité,
- S13, transmission et transformation de mouvement : ces deux dernières séances permettent d'étudier, par modélisation (animations interactives sur ordinateur) et manipulation d'un vélo, le fonctionnement de la transmission par chaîne et le rapport en braquet et développement, pour pouvoir répondre à la question : pourquoi la bicyclette de sécurité est-elle plus efficace que ses ancêtres (grand-bi, Michaudine) ?
- S14, étude d'une roue arrière de « vélo à vitesses » : cette séance a permis un temps d'arrêt plus spécifique sur la conception d'une roue arrière de vélo. Le but était d'en observer les différents éléments plus en détails : cassette de pignons, pignons de différentes tailles et de nombre de dents différent, rayons, moyeu et axe de rotation de la roue, jante, fond de jante, chambre à air, pneu. Dans un second temps, un retour sur le système de transmission en faisant le lien entre vitesse et choix du pignon.
- S15b, les vélos du monde du sport : cette séance est à la fois en lien avec la fin de la lecture de la BD axée sur les sports de vélo, et différents temps de visionnage de vidéos de sports de vélo en classe. L'objectif est triple : insister sur l'évolution de la fonction d'usage du vélo (un BMX est-il lui aussi conçu pour se déplacer ?) et la spécialisation des vélos dans le monde du sport, étudier les particularités technologiques de ces vélos, et donner aux élèves une culture sportive liée au vélo.
- S18, étude d'une fourche de VTT à air comprimé : faisant suite à la découverte des vélos spécialisés dans le monde du sport, cette séance vise à étudier en détail un

élément globalement propre aux différents types de vélos tout terrain : la fourche suspendue. A quoi sert-elle ? Comment fonctionne-t-elle ? L'observation et la comparaison de deux fourches, l'une à ressort, l'autre à air permet de se questionner d'en étudier le fonctionnement et les avantages/défauts propres à chacune. Cette séance va de pair avec la séance de sciences S19 qui permettra de comprendre le phénomène qui permet d'expliquer le fait que l'air peut remplacer le ressort (compressibilité de l'air et masse de l'air, en prolongement de ce qui a pu être vu en cycle 2).

Dans ces différentes séances, les élèves sont amenés à se questionner sur des points précis du fonctionnement du vélo. Leurs places dans le scénario ont été choisies stratégiquement pour apporter des connaissances complémentaires à ce qui venait d'être vu précédemment, et pour permettre aux élèves de réinvestir ces connaissances dans les séances suivantes. On constate par ailleurs que ces approfondissements abordent d'abord des éléments phares comme les roues pour finir sur des éléments plus spécifiques comme la cassette de pignons ou la fourche suspendue.

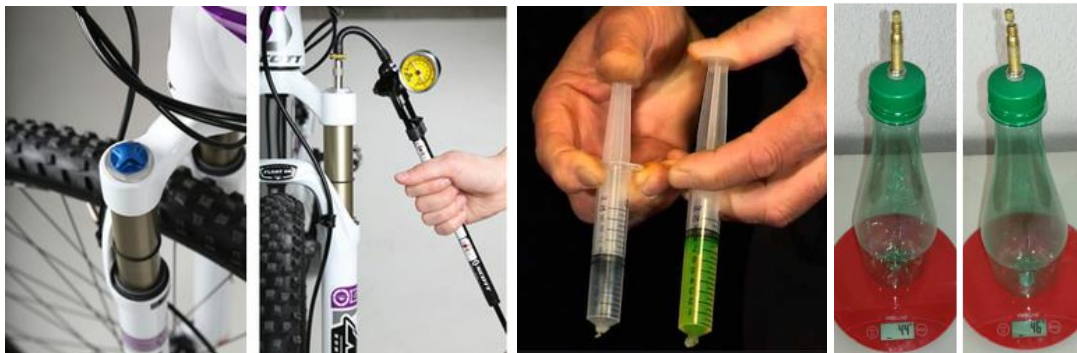
Différents moyens sont exploités pour aider à la compréhension du fonctionnement de l'objet technique dans ces séances comme des modélisations de mécanismes sur ordinateur, des maquettes, des manipulations d'éléments réels en classe (vélo, roues, fourche). Le déroulé précis de quelques séances est présenté en annexe par des fiches de préparation.

4.1.3 Les séances de sciences physiques

Les séances de sciences et de technologie sont étroitement liées. Cependant, quelques séances peuvent être plutôt rattachées aux sciences qu'à la technologie dans la mesure où elles permettent de se décentrer un peu l'objet central d'étude qu'est le vélo pour prendre du recul sur certains phénomènes physiques, en vue de pouvoir les appliquer ensuite au cas du vélo pour mieux comprendre son fonctionnement.

La séance S13 avait pour but d'amener les élèves à comprendre la différence entre transmission et transformation de mouvement puis à voir différents dispositifs permettant de réaliser ces deux actions. Une étape essentielle a été de repérer ensuite sur des objets du quotidien, les mécanismes en question, à partir du cas du vélo qui venait d'être rencontré dans les séances précédentes.

La séance S19 faisait suite à la S18 (en technologie) dans laquelle les élèves ont été amenés à étudier et à comparer deux types de fourches suspendues : une à air, l'autre à ressort. Dans cette séance de science, le but était donc de comprendre le phénomène à l'origine du fonctionnement de la fourche à air et de ses qualités, en réinvestissant puis en approfondissant des connaissances abordées en cycle 2 : d'abord, la compressibilité de l'air est abordée et visualisée à l'aide de seringues considérées comme une modélisation de la fourche à air. Puis, à l'aide d'un dispositif de bouteille rigide dont le bouchon a été équipé d'une valve, les élèves ont pu expérimenter la possibilité d'ajouter de l'air dans un volume constant à l'aide d'une pompe. Par la même occasion, ils vérifieront la matérialité de l'air par à l'augmentation de la masse de la bouteille : l'air a donc une masse et occupe un volume, c'est donc de la matière.



10- travail sur la matérialité de l'air

4.1.4 Les séances de mathématiques

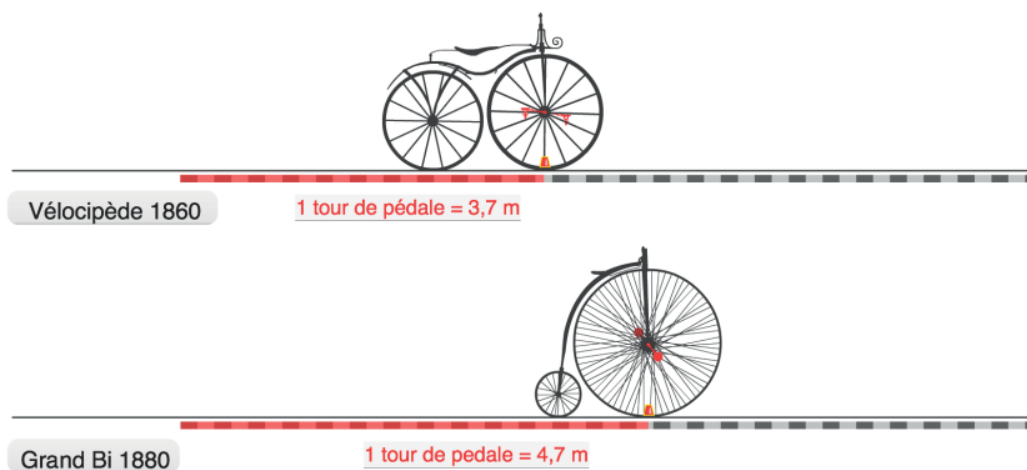
Autour de la séance S9 rattachée au mathématiques, plusieurs séances ont été réalisées en classe sur la mesure de périmètres de figures, en commençant par les triangles et les quadrilatères les plus fréquents, afin que les élèves construisent correctement la notion de périmètre comme une longueur. Pour cela, les élèves reportaient bout à bout sur une droite les longueurs des différents côtés des figures, pour pouvoir comparer les périmètres de plusieurs figures. Différents outils ont pu être manipulés comme la règle graduée et le compas.

L'enjeu était ensuite d'amener les élèves à se confronter au cas du cercle, en trouvant une technique permettant de comparer le périmètre d'un cercle à celui d'un quadrilatère. Le calcul du périmètre du cercle n'est pas au programme du CM2 mais une technique de manipulative, à l'aide de ficelle ou de bandelettes de papier permet, de reporter le périmètre sur une droite pour en obtenir une valeur approchée. Une fois cette technique comprise, les

élèves ont donc pu comparer et classer des cercles en fonction de leur périmètre et comprendre le lien de proportionnalité entre le diamètre et le périmètre du cercle.

A partir de là, nous sommes revenus sur la question à l'origine de toutes ces recherches : pourquoi le grand bi peut-il aller plus vite que la Michaudine ? Une étape supplémentaire a été nécessaire pour aider les élèves à faire le lien entre la problématique et les travaux faits sur le périmètre du cercle. Des manipulations de cerceaux de différents diamètres ont permis d'atteindre cet objectif : d'abord en mesurant au sol la distance parcourue par un cerceau en ne lui faisant faire qu'un seul tour (visualisé à l'aide d'un repère sur le cerceau) ce qui correspond au développement ; puis en comparant cette mesure au sol à la mesure du périmètre du cerceau grâce à de la ficelle, comme cela avait été fait auparavant sur des cercles tracés sur une feuille.

Les élèves sont ainsi parvenus à faire le lien entre le développement et le diamètre de la roue, dans le cas où les pédales, comme sur le grand-bi et la Michaudine sont directement fixées sur la roue avant. La roue avant du grand-bi étant plus grande, elle parcourt une plus grande distance en un tour de pédales, donc le grand-bi permet d'aller plus vite que la Michaudine. Pour terminer, faute de disposer d'un grand bi à l'école, une animation flash a permis de visualiser le résultat qui avait pu être modélisé avec les cerceaux (cf. ci-dessous). Une version papier de l'animation permettait aux élèves de conserver la trace écrite de ce résultat en surlignant la zone parcourue par chaque vélo en un tour de pédale.



11- animation flash "grand-bi VS Michaudine" extraite du manuel de Raoul-Belanger (2016)

4.1.5 Les séances de pratique du vélo

En CM2, les élèves sont amenés à passer l'ASSR, l'attestation scolaire de sécurité routière. Pour cela, 3 séances de pratique du vélo ont été réalisées et encadrées par des intervenants de la police municipale. Deux objectifs sont visés dans ces séances qui sont constituées de deux ateliers :

- Travailler l'agilité et la maîtrise du vélo, sur un parcours composé de différents obstacles : slalomer, se baisser, passer sur une bascule, freiner au bon moment, lâcher une main du guidon, sont ainsi différentes capacités à travailler.
- Apprendre à respecter le code de la route, en prenant connaissance des différents types de signalisation verticale et horizontale, puis en pratiquant sur le plateau d'entraînement, sous les regards attentifs des policiers et de l'enseignant.



12- photos des deux ateliers : agilité et code de la route

Durant ces séances, des vélos étaient mis à dispositions des élèves ce qui était une opportunité pour observer en situation réelle les phénomènes étudiés en classe. Cependant, ces séances « clés en main » organisées par la police municipale n'ont pas permis dans les faits de passer suffisamment de temps sur les notions vues en classe en technologie. Il aurait été préférable de pouvoir proposer des séances spécifiques d'expérimentation du vélo dédiées à son étude, pour que l'interdisciplinarité prenne tout son sens. Ces séances ont tout de même pu être mises en relation avec les apprentissages et ont apporté une réelle motivation aux élèves qui étaient enthousiastes à l'idée d'aller faire des tests sur les vélos.

4.2 Analyse des travaux d'élèves

4.2.1 Précision sur les données utilisées

Sur cette classe de CM2 de 33 élèves, nous retiendrons pour cette analyse un échantillon de 25 copies représentatives pour la partie concernant la BD et les schémas, réalisée en classe le même jour, et 32 élèves pour la partie évaluation sommative. Les autres

correspondent à des élèves absents lors des évaluations ou qui ne se sont pas suffisamment engagés dans l'activité demandée pour permettre de tirer des conclusions (feuilles rendues blanches par exemple).

4.2.2 Impact de la bande dessinée

Au-delà de l'objet vélo en lui-même, la bande dessinée a joué un rôle central dans le déroulement de ce scénario interdisciplinaire. Il est donc intéressant de se pencher sur le ressenti des élèves sur cet ouvrage d'une part, et sur ce qu'ils en ont retenu d'autre part. Pour cela, en fin de scénario, une fiche de lecture a été distribuée aux élèves afin qu'ils répondent à plusieurs questions :

- a) Qu'as-tu principalement retenu de cette bande dessinée sur le vélo ?
- b) Qu'est-ce que tu as aimé dans cette BD ? Qu'est-ce que tu as moins aimé ?
- c) Conseillerais-tu cette BD à un ami et pourquoi ?

Nous allons ici synthétiser et analyser les réponses des élèves à ces questions.

a) Ce que les élèves ont retenu de la bande dessinée

Pour cette première question, l'analyse des réponses des élèves a permis de dresser le tableau de synthèse à trois entrées ci-dessous. Pour chaque élève, le tableau indique les catégories d'informations qui prédominent dans sa réponse à la question :

- **Narration** : correspond à des éléments concernant les personnages de la fiction comme le grand-père (narrateur) et ses petits-enfants.
- **Éléments techniques** : correspond à des indications concernant le fonctionnement des vélos, l'intérêt technologique de certaines innovations : la grande roue du grand-bi, l'ajout de freins ou de roue libre, etc.
- **Histoire du vélo** : correspond à des indications concernant la chronologie des inventions, les inventeurs, le contexte lié à ces inventions.

Qu'as-tu retenu de la BD ?			
Elèves	Narration	Eléments technique	Histoire du vélo
1	100%	0%	0%
2	0%	20%	80%
3	50%	20%	30%
4	70%	0%	30%
5	100%	0%	0%
6	100%	0%	0%
7	100%	0%	0%
8	50%	0%	50%
9	40%	30%	30%
10	50%	10%	40%
11	30%	30%	40%
12	90%	0%	10%
13	50%	0%	50%
14	20%	0%	80%
15	20%	40%	40%
16	0%	0%	100%
17	20%	0%	80%
18	30%	30%	40%
19	10%	40%	50%
20	20%	0%	80%
21	80%	0%	20%
22	100%	0%	0%
23	50%	0%	50%
24	0%	0%	100%
25	90%	0%	10%
	51 %	9 %	40 %

Il ressort de ce tableau que 51% des éléments évoqués par les élèves concernent la narration, 40% concernent l'histoire du vélo et 9% concernent des éléments techniques.

La prédominance des éléments liés à la narration était prévisible. En effet les élèves à cet âge-là sont très sensibles à l'histoire des personnages. Ceci s'explique notamment par le fait qu'ils s'identifient aux personnages de la fiction qui sont des enfants de leur âge. Pour la plupart, le récit du grand-père sur les ancêtres et les souvenirs de famille les ramènent à des situations vécues et qu'ils vivent encore régulièrement en dehors de l'école. Nous verrons plus loin que la question b) apporte des indications claires sur la sensibilité des élèves à la vie des personnages. Nous relèverons à titre d'exemple :

- « J'ai retenu que Louis a perdu son père et sa mère était très malade ».

- « *J'ai retenu que l'ancêtre de Théo a eu un accident en vélo mais que cet accident a été fatal pour lui* ».
- « *J'ai retenu qu'il y avait un enfant qui était sur un vélo et qui est tombé dans une fontaine* ».
- « *Il a voulu esquiver la poule, et là, malheureux, il tombe la tête la première et il meurt* ».
- « *Louis est devenu champion de vélo* ».
- « *Sa femme mourut d'une maladie et son fils fut envoyé dans un orphelinat* ».

En deuxième position, c'est l'histoire du vélo qui apparaît dans les écrits des élèves. Ce résultat est satisfaisant du point de vue de l'enseignant puisque cela signifie que les élèves ont retenu des éléments clés de l'histoire du vélo, grâce à la BD, et qu'ils ont su identifier, grâce au travail mené en parallèle en technologie, ce qui relevait de faits réels historiques. C'était là un des principaux objectifs visés par le travail en parallèle de lecture de la BD et d'analyse en technologie. Nous relèverons à titre d'exemple :

- « *D'abord il y a eu la draisienne qui n'avait pas de pédales mais qui fatiguait les jambes [...], alors ils ont inventé un vélo avec des pédales et c'est là qu'il y a eu le vélocipède à pédales qui était beaucoup plus agréable, ensuite il y a eu le grand-bi [...]* ».
- « *40 ans après, la Michaudine est née.* »
- « *Il amena chez M. Michaux et son fils le vieux vélocipède de son père et ils installèrent des pédales sur la roue avant. Une nouvelle invention, le pédalier !* »
- « *[Le grand-père] leur dit que [leur ancêtre] est mort à cause de la draisienne, puis le vélocipède à pédales a été inventé, puis le grand-bi* ».
- « *J'ai retenu qu'en 1871 le grand-bi a été inventé et en 1891 la bicyclette* ».

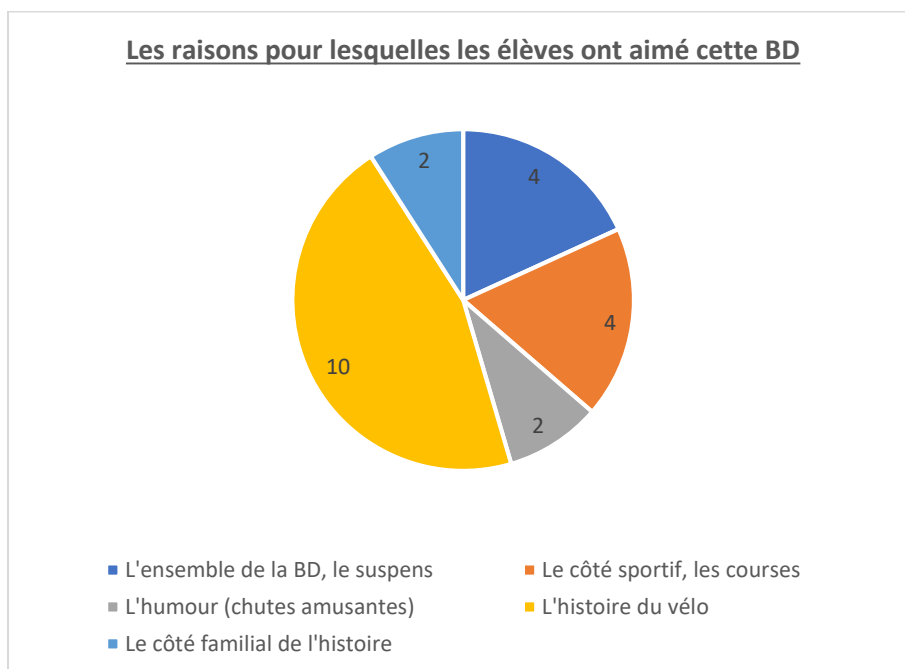
Enfin, une minorité des éléments rapportés par les élèves concernent des précisions techniques. Ceci n'est pas surprenant car la BD n'avait pas vocation à apporter des explications techniques sur le fonctionnement des vélos, mais à en illustrer les innovations dans leur contexte historique. La question posée aux élèves portant sur « ce qu'ils ont retenu de la BD », il est normal que ces éléments soient minoritaires, mais présents cependant. Nous relèverons à titre d'exemple :

- « *Comme il n'y avait pas de freins, il évita un obstacle et tomba dans un ravin* ».

- « [Il] a eu la bonne idée de mettre des repose pieds sur la roue avant et M. Michaux lui a dit de les fixer à une manivelle, voici la bicyclette ».
- « [Il] reçoit un grand-bi qui va plus vite car il a une roue avant gigantesque et une roue arrière minuscule ».
- « Seuls les plus acrobates et les plus agiles peuvent conduire des grand-bis ».
- « Vu que la roue était plus grande, le vélo allait plus vite ».

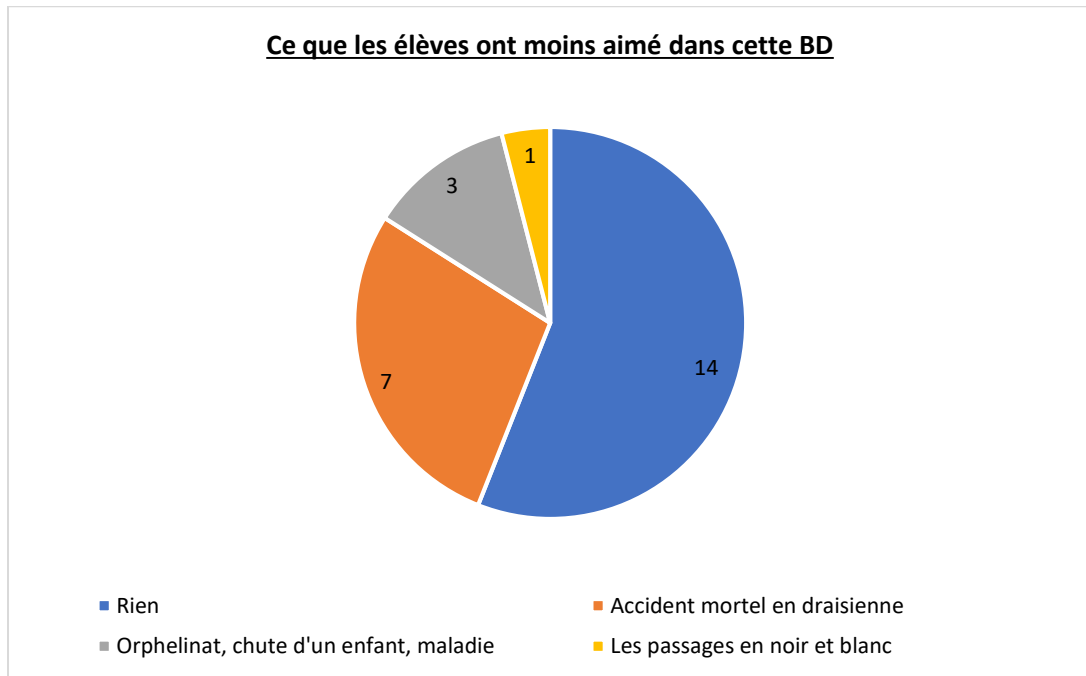
b) Ce que les élèves ont aimé et moins aimé dans cette BD

Les réponses des élèves montrent qu'ils ont apprécié de travailler sur cette bande dessinée. 85% (22 élèves) d'entre eux indiquent un élément qu'ils ont particulièrement apprécié. Ces résultats sont synthétisés dans sur le graphique ci-dessous :



La prédominance des éléments en rapport avec l'histoire du vélo est nette, plus que ce qui était attendu, ce qui a été une agréable surprise. Ceci témoigne que les élèves ont dans l'ensemble été intéressés par l'histoire du vélo telle qu'elle est abordée dans cet ouvrage. Dans l'ordre, c'est ensuite la BD dans son ensemble et le suspens de l'histoire familiale qui ont séduit les élèves à égalité avec le côté sportif de l'histoire et la présence de plusieurs courses de vélos. Enfin, le côté humoristique de certaines scènes comme des chutes (hors chute mortelle) et le côté familial du récit sur les ancêtres par le grand-père ont également contribué au succès de l'ouvrage dans la classe. Voici quelques exemples issus des écrits des élèves :

- « J'ai aimé quand le pédalier a été inventé, parce que c'est mieux maintenant ! »
- « J'ai aimé la passionnante histoire du vélo ! »
- « J'ai aimé toute l'histoire, j'ai vu que le vélo avait une grande histoire. »
- « J'ai aimé le côté sportif de cette histoire. »



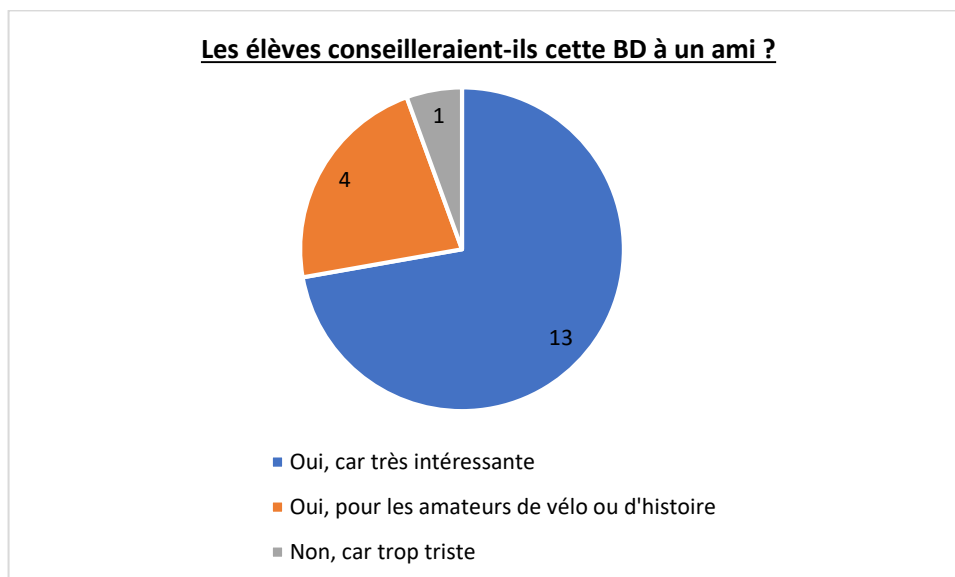
Le succès de la BD est confirmé par la question inverse « qu'avez-vous moins aimé dans cet ouvrage ? », plus de la moitié des élèves ayant répondu « rien » ou « j'ai tout aimé ». Le second point remarquable dans ces résultats reprend ce que nous avons évoqué au sujet de la sensibilité des élèves aux éléments de la fiction, en raison de leur identification aux personnages. En effet, 10 élèves sur les 25 ont indiqué ne pas avoir aimé les événements tristes de la fiction que sont l'accident mortel de l'ancêtre en draisienne (7 élèves), la maladie d'un parent et le placement d'un enfant à l'orphelinat (3 élèves). Enfin, une élève n'a pas apprécié que certains passages du récit soient en « noir et blanc », ce qui lui faisait penser à « un livre d'histoire ».

c) Les élèves conseilleraient-ils cette BD à un ami et pourquoi ?

Cette dernière question permettait de compléter la précédente et de savoir si des conditions existaient pour conseiller cette BD à quelqu'un. Parmi les élèves ayant répondu à cette question, la majorité des élèves conseilleraient l'ouvrage sans condition particulière, car ils ont trouvé l'histoire intéressante et riche en informations sur l'histoire du vélo. Il est intéressant de constater que 4 élèves ont précisé qu'ils conseilleraient cette BD à des amis

plutôt amateurs d'histoire ou de vélo. Voici quelques exemples de réponses illustrant les différents avis :

- « Oui, soit à mon cousin qui fait du VTT, soit à mon papi qui adore le vélo et qui ne fait que ça ».
- « Oui s'il aime l'histoire mais sinon, non. ».
- « Oui, car il apprendrait comment le vélo est né ».
- « Oui, parce que c'est impressionnant (l'histoire du vélo) ... »
- « Oui parce que ça nous apprend beaucoup de choses sur le fonctionnement du vélo ».
- « Oui car ça nous apprend l'histoire du vélo et comment sont les anciens modèles et les différences avec ceux d'aujourd'hui ».



4.2.3 Les schémas de vélos

Représentations initiales des élèves

Au début du scénario, lors de la première séance de technologie, il a été demandé aux élèves de dessiner sur une feuille blanche un vélo, sans précision particulière, et d'ajouter ensuite une légende pour indiquer les éléments qu'ils connaissaient. Cette évaluation diagnostique a permis aux élèves de constater les premières difficultés pour représenter un vélo avec tous les éléments, sans modèle, et de garder une trace de leur niveau initial pour pouvoir comparer à la fin. Des exemples de dessins sont présentés en annexe.

Dans l'ensemble les élèves connaissent les éléments principaux du vélo (roues, selle, guidon et cadre) et ajoutent souvent des éléments annexes telle que la sonnette ou le panier. Par ailleurs, les difficultés qui apparaissent sont surtout pour assembler ces éléments. Les

élèves ont du mal à relier le cadre et les roues ainsi que le système de transmission. Celui-ci est pour la majorité des élèves incomplet voire inexistant. Il semble également difficile pour eux de représenter sur une feuille un objet en trois dimensions, on trouve ainsi des erreurs au niveau des pédales et du cadre. Il ressort également que les élèves qui pratiquent le vélo de manière personnelle ont ajouté plus de détails et ont fourni des schémas de vélo pertinents, presque fonctionnels.

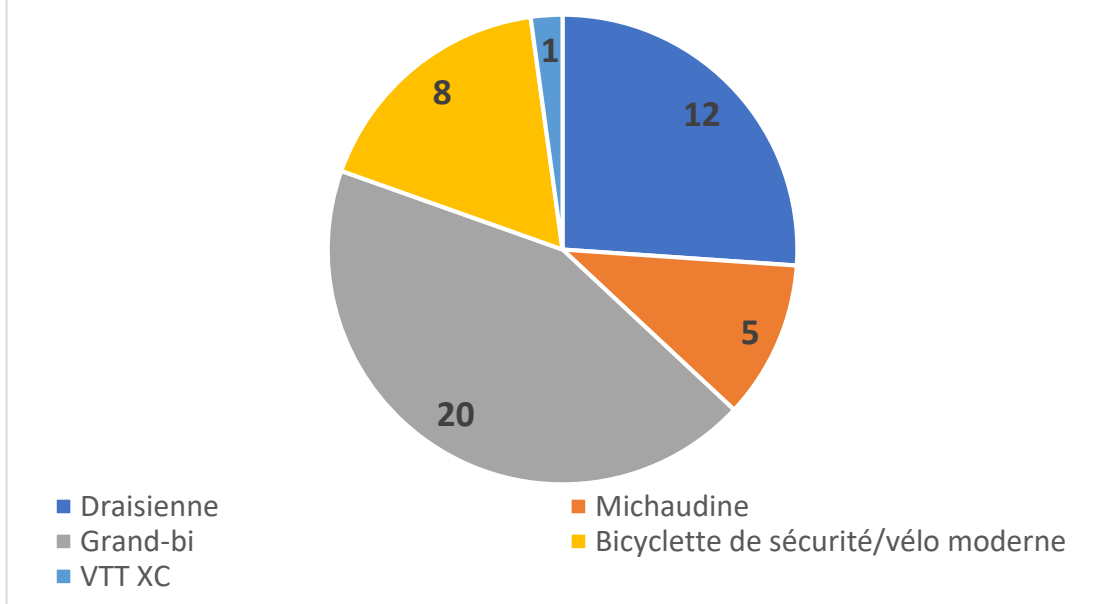
Schémas réalisés en fin de scénario

En fin de scénario, il a été demandé aux élèves de « schématiser deux types de vélos différents, en donnant des précisions grâce à la légende située sur le côté », sur une fiche distribuée, composée de deux zones de schémas organisées comme sur les fiches d'identité sur lesquelles les élèves ont pris l'habitude de travailler : une zone de tracé à gauche et une zone de légende à droite. Il était précisé que les élèves pouvaient librement choisir les vélos qu'ils avaient le mieux retenu, ou ceux qui leur avaient le plus plu, et qu'il pouvait s'agir de vélos d'aujourd'hui comme d'ancêtres du vélo moderne.

L'objectif de ce travail pour l'enseignant était d'avoir une vision d'ensemble du niveau des élèves pour représenter un vélo, à l'issue du scénario interdisciplinaire. Cela permettait également de constater ce qui les avait le plus marqué. Pour les élèves, ce travail permettait de se rendre compte des progrès qu'ils avaient pu faire par rapport au dessin de vélo réalisé en tout début de scénario.

Le graphique ci-dessous illustre les proportions des vélos représentés par les élèves. Il est important de préciser que tous les élèves n'ont pas représenté deux vélos, certains n'en n'ont fait qu'un seul. Plusieurs témoignages d'élèves (récoltés oralement après coup) ont permis d'expliquer pourquoi certains n'ont réalisé qu'un seul schéma. Les principaux motifs évoqués étaient les suivants : « je n'ai pas eu le temps de finir », « je ne sais pas comment le dessiner », « je ne sais plus comment c'est ».

Vélos schématisés par les 25 élèves (46 schémas au total)



Une des données frappantes sur ce graphique est la prédominance du grand-bi dans les vélos représentés par les élèves (20 schémas). Ce succès auprès des élèves s'explique d'une part par le caractère original de ce vélo avec sa roue avant surdimensionnée, d'autre part par la place importante qu'il occupe dans la BD, avec notamment une course et la chute humoristique d'un personnage dans une bouse de vache qui a marqué les esprits.

Ensuite, on peut également remarquer la prédominance des ancêtres du vélo moderne, avec 37 schémas sur 46. Le grand-bi (20 schémas), la draisienne (12 schémas) puis la Michaudine (5 schémas) ont été mémorisés par les élèves et ont donné lieu à schémas comportant des détails intéressants : présence de calles pour grimper sur le grand-bi, placement des pédales sur la roue avant, diamètre important de la roue avant pour le grand-bi... Ceci souligne l'intérêt que les élèves ont eu pour l'histoire du vélo. Le vélo moderne et la bicyclette de sécurité ne représentent que 8 schémas, tandis qu'un seul élève s'est lancé dans la représentation d'un VTT. Un biais existe cependant quant à ces données, le choix des vélos ayant été laissé aux élèves : il est possible par exemple que certains élèves aient choisi de dessiner une Michaudine, un grand-bi ou une draisienne car ils sont plus simples à représenter qu'un vélo moderne. Le système de transmission par chaîne a pourtant été étudié en classe mais sa représentation reste plus complexe que celle d'une transmission directe sur la roue avant (Michaudine, grand-bi).

Les schémas obtenus témoignent de la complexité de la tâche demandée pour des élèves de CM2 puisque différentes difficultés sont encore constatées sur beaucoup de schémas, comme détaillé ci-dessous. Cependant, des progrès ont pu être observés, et la grande majorité des élèves a su s'engager dans ce travail et réaliser au moins un schéma. On peut noter que les élèves ont toujours choisi des vélos qui avaient été schématisés en classe en technologie, hormis un élève qui a commencé à dessiner un VTT, avec notamment un élément caractéristique qui est la fourche suspendue. Avec le recul, il aurait été intéressant de laisser plus de temps aux élèves pour terminer.

Difficultés rencontrées par les élèves et analyse

Plusieurs difficultés ont pu être constatées à partir de ces travaux d'élèves. Ces difficultés sont de plusieurs ordre, voici les principales :

- Difficulté de se remémorer de manière exhaustive tous les éléments importants à faire figurer sur le schéma, ainsi qu'à sélectionner les éléments importants. Certains élèves ont donc par exemple oublié les pédales, la selle ou encore le guidon sur leurs schémas.
- Difficulté liée aux représentations du réel par un schéma, et notamment au passage de la vision 3D que l'on a en tête d'un objet à sa représentation en 2D. Ceci se manifeste par exemple par la difficulté de représenter sur la feuille en 2D, dans un même plan, des éléments qui dans la réalité sont sur des plans différents. Par exemple, on constate qu'une liaison entre le cadre et au moins une des roues au niveau du moyeu n'est visible que sur 24% des schémas (11 sur 46). Pour les autres, les roues sont soit séparées du cadre, soit reliées de manière non fonctionnelle. Ceci peut également s'expliquer par le fait que les élèves ne semblent pas s'autoriser à dessiner des éléments du cadre par-dessus les roues, ce qui pour eux empêcherait les roues de tourner. Un autre exemple frappant est que beaucoup d'élèves ont eu des difficultés pour schématiser les pédales. En considérant qu'une représentation était correcte si les pédales étaient opposées l'une à l'autre, environ 30% des élèves a fait une représentation erronée. En présence d'une photo ou de l'objet comme modèle pour réaliser le schéma, cette erreur n'était pas faite par les élèves lors des séances de technologie.

Avec le recul, un travail plus poussé sur la réalisation de schémas aurait pu permettre aux élèves de mieux réussir. Le travail réalisé en mathématiques plus tard dans l'année sur la perspective et la représentation de solides usuels aurait pu y contribuer.

Réussites

Si des difficultés ont pu être constatées sur les travaux des élèves, ce qui est normal à ce niveau étant donné la complexité de la tâche demandée, des réussites en ressortent également et témoignent de ce que les élèves ont retenu, de ce qui les a principalement marqués sur les différents types de vélos :

- La diversité des vélos représentés par les élèves montre l'intérêt qu'ils ont porté à l'histoire du vélo et à ses différentes évolutions technologiques.
- La prise en compte sur les schémas des particularités des différents vélos illustre ce qu'ils ont mémorisé. Au niveau des diamètres des roues, tous les élèves ont représenté le grand-bi avec une grande roue à l'avant, tandis que les autres types de vélos ont globalement deux roues de même diamètre. Plus de la moitié des grand-bis schématisés ont même été équipés des cales qui permettent au cycliste de se hisser jusqu'à la selle.
- La quasi-totalité des roues ont été représentées munies de rayons correctement tracés depuis le centre. Une partie des roues ont même été tracées au compas, ce qui illustre le lien pouvant être fait par les élèves avec les apprentissages faits en géométrie.

4.2.4 Résultats de l'évaluation sommative

La séquence a été conclue par la réalisation d'une évaluation sommative sur l'objet technique vélo. Les résultats à cette évaluation ont été satisfaisants dans l'ensemble. Le tableau ci-dessous donne un aperçu de la réussite des élèves dans les différentes parties de l'évaluation. Les pourcentages donnés correspondent au pourcentage d'élèves ayant atteint l'objectif visé dans chaque composante. Les pourcentages complémentaires correspondent donc à des élèves qui ont partiellement atteint ou qui n'ont pas atteint les objectifs visés.

4 composantes de l'évaluation sommative :	Réussite des élèves :
Histoire du vélo : chronologie, noms des vélos, naissance du premier vélo à pédale	88%
Fonctionnement : repérage roue motrice/directrice, développement/taille des roues et syst. de transmission	63%
Fonction d'usage et innovations : avantages/inconvénients de différents modèles	75%
Placer le vocabulaire spécifique sur un schéma	91%

On peut penser au regard des résultats que l'exploitation de la bande dessinée et les péripéties des personnages ont contribué à la mémorisation de l'histoire du vélo et des avantages des différentes innovations. Ces points ont été doublement travaillés à travers la lecture de la BD puis à travers les séances de technologie, ce qui a donné de bons résultats. Les notions de roue motrice et le développement ont quant à elles posé plus de difficulté aux élèves, malgré le travail réalisé en mathématiques et la redondance de la notion de roue motrice dans les séances de technologie. Il aurait donc été utile d'y consacrer un peu plus de temps, ou de l'aborder d'une façon différente.

5 Conclusion

La réalisation d'un mémoire autour de la technologie et en particulier centré sur l'objet technique vélo m'a particulièrement motivé. En effet, cet objet mérite d'être mieux connu et valorisé auprès des futurs citoyens que sont les élèves pour les multiples raisons évoquées en amont. De plus, mon goût personnel pour les activités cyclistes et la mécanique ont été pour moi une aide en donnant une culture et facilitant la maîtrise des savoirs à enseigner et une motivation supplémentaire dans ce travail.

La possibilité de mettre en œuvre dans ma classe de CM2 le scénario interdisciplinaire imaginé « autour du vélo » a été une opportunité très enrichissante en tant qu'enseignant dans le 1^{er} degré puisqu'elle m'a permis de tester en situation et parfois en temps réel, les choix réalisés tout au long du scénario qui s'est déroulé sur environ 7 semaines, et ainsi d'en percevoir les points forts et les limites.

Comme recommandé par les programmes, une approche interdisciplinaire a pu être mise en place afin que les différents enseignements contribuent à la compréhension de l'objet

et de son histoire. Comme nous l'avons vu dans l'étude du champ des possibilités, le choix d'un objet tel que le vélo facilite ce type de démarche par la richesse des apprentissages qui peuvent y être associés. Cette démarche a eu un réel intérêt puisqu'elle a permis de donner du sens aux enseignements, de créer du lien entre eux, et a engendré une grande motivation de tous les élèves. L'intérêt des élèves pour le sujet transparaît dans les résultats globalement bons des évaluations et dans les retours qu'ils ont fait sur la lecture de la BD.

Il est important de noter que le scénario créé repose ici sur l'étude intégrale de la bande dessinée d'Olivier Melano, *Sur deux roues* (2016). Cet ouvrage de vulgarisation met à portée des enfants de 10 ans l'histoire du vélo, à travers une fiction réaliste, et en reprenant les faits réels importants. La bande dessinée a joué un rôle majeur puisqu'elle a permis, par une approche motivante, d'aborder des faits historiques et techniques, et d'aider à la mémorisation en particulier grâce à la dimension affective avec l'identification aux personnages et humoristique. Il pourrait être intéressant d'exploiter d'autres BD de cet auteur comme *Le Mètre : une invention révolutionnaire* en mathématique ou *La Grotte sacrée* en art et en histoire. En effet, ces bandes dessinées sont riches d'informations et pourront constituer des supports d'enseignement aussi intéressant et motivant pour les élèves que *Sur deux roues*.

6 Bibliographie

6.1 Sources officielles

- Ministère de l'Éducation Nationale (2018). *Programmes du cycle 3 en vigueur en partir de la rentrée 2018-2019*. [consulté le 14 décembre 2018]. Disponible sur le web : <http://eduscol.education.fr/>
- Ministère de l'Éducation Nationale (2018). *Programmes du cycle 4 en vigueur en partir de la rentrée 2018-2019*. [consulté le 14 décembre 2018]. Disponible sur le web : <http://eduscol.education.fr/>
- Ministère de l'Éducation Nationale (2015). *Socle commun de connaissances de compétences et de culture*. [consulté le 14 décembre 2018]. Disponible sur le web : <http://eduscol.education.fr/>
- Ministère de l'Éducation Nationale (2016). *Mettre en œuvre son enseignement dans la classe : matériaux et objets techniques. Le Vélo (cycle 3)*. [consulté le 14 décembre 2018]. Disponible sur le web : <http://eduscol.education.fr/>
- Ministère de la transition écologique et solidaire (2018). *Le plan vélo et les mobilités actives*. [consulté le 14 décembre 2018]. Disponible sur le web : <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/plan-velo-et-mobilites-actives>
- Ministère de l'Éducation Nationale (2016). *La diversification, la différenciation, l'interdisciplinarité en et à partir des arts plastiques*. [consulté le 21 avril 2019]. Disponible sur le web : http://cache.media.eduscol.education.fr/file/Arts_plastiques/92/2/37_RA16_C4_APLA_divers-diff-inter_sereperer_interdisciplinarite_DM_646922.pdf

6.2 Articles et ouvrages scientifiques

- Charland P., Fournier F., Riopel M., Potvin P. (2009). *Apprendre et enseigner la technologie*. Éditions MultiMonde.
- Durey A., Vérillon P. *La technologie : unité et diversité d'un enseignement*. Aster, n°23. INRP.
- Hamel J., (2002). *La pédagogie comme pivot de l'interdisciplinarité*. [consulté le 21 avril 2019]. Revue internationale d'éducation Sèvres, n°30. Disponible sur le web : <https://journals.openedition.org/ries/1969#entries>
- Jacobi D. (1987). *Textes et images de vulgarisation scientifique*. Éditions Peter Lang SA.
- Laruelle-Detroussel C., Lesot H. (2016). *Sciences expérimentales et technologie : épreuve orale d'admission*. Hatier.
- Lebeaume J. (1996). *Une discipline à la recherche d'elle-même : trente ans de technologie pour le collège*. Aster, n°23. INRP.
- Lenoir Y. (2017). *Sur l'interdisciplinarité*. TrajEthos, vol. 6, n°1. Communalis
- L'Haridon A. (2011). *Les démarches en technologie à l'école primaire : adaptation à l'étude et à la fabrication de véhicules*. Grand N, n°88. IREM
- Blanchard M., Raux H. (2019). *Usages didactiques de la bande dessinée*. Tréma n°51.
- Philippot T. (2013). *Les enseignants de l'école primaire et l'interdisciplinarité : entre adhésion et difficile mise en œuvre*. Tréma n°39.
- Reveyaz N., Goupil C. (2016). *Une définition de l'interdisciplinarité*. [consulté le 21 avril 2019]. Disponible sur le web : <https://www.reseau-canope.fr/notice/une-definition-de-linterdisciplinarite.html>

6.3 Encyclopédies et dictionnaire

- Larousse. *Dictionnaire en ligne*. [consulté le 18 avril 2019]. Disponible sur le web : <https://www.larousse.fr/dictionnaires>
- Dodge P. (1996). *La grande histoire du vélo*, Flammarion
- Wikipédia. *Bicyclette*. [consulté le 14 décembre 2018]. Disponible sur le web : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Bicyclette>
- Wikipédia. *Vélocipède*. [consulté le 14 décembre 2018]. Disponible sur le web : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Vélocipède>

6.4 Littérature jeunesse

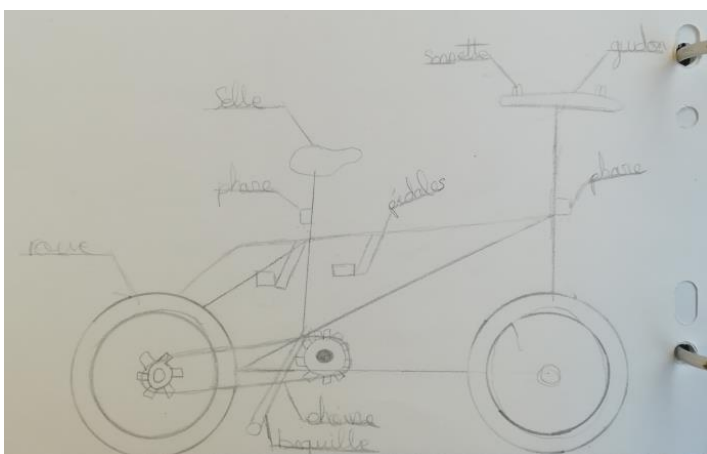
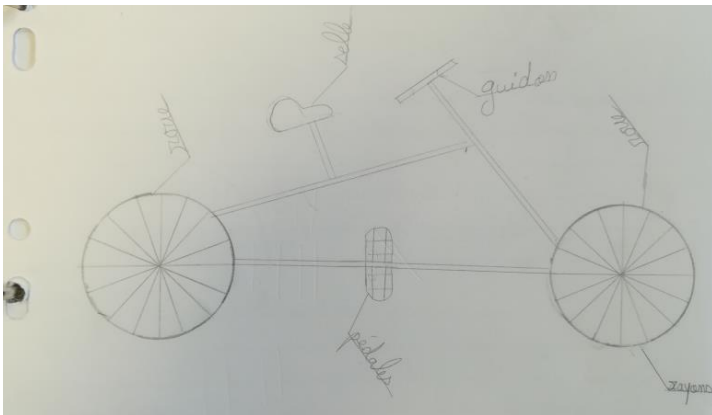
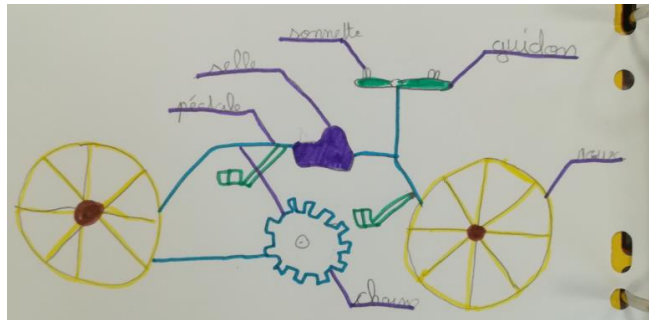
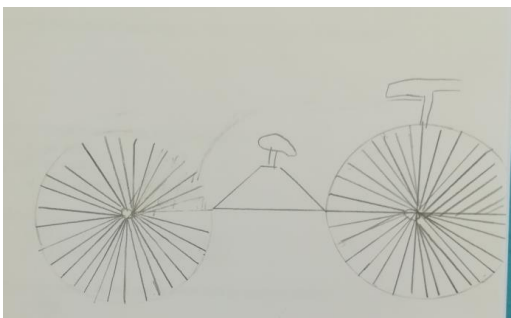
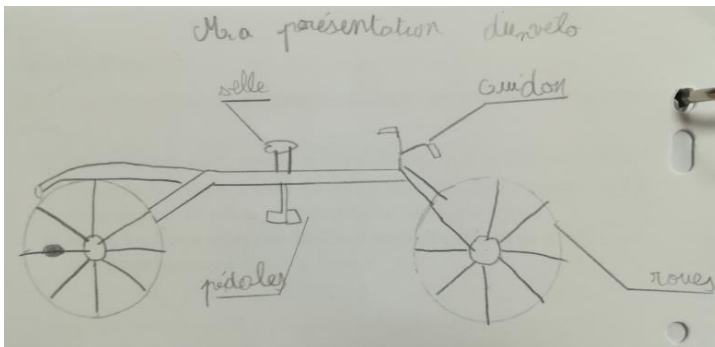
- Melano O. (2016). *Sur deux roues*. L'école des loisirs

6.5 Manuels scolaires

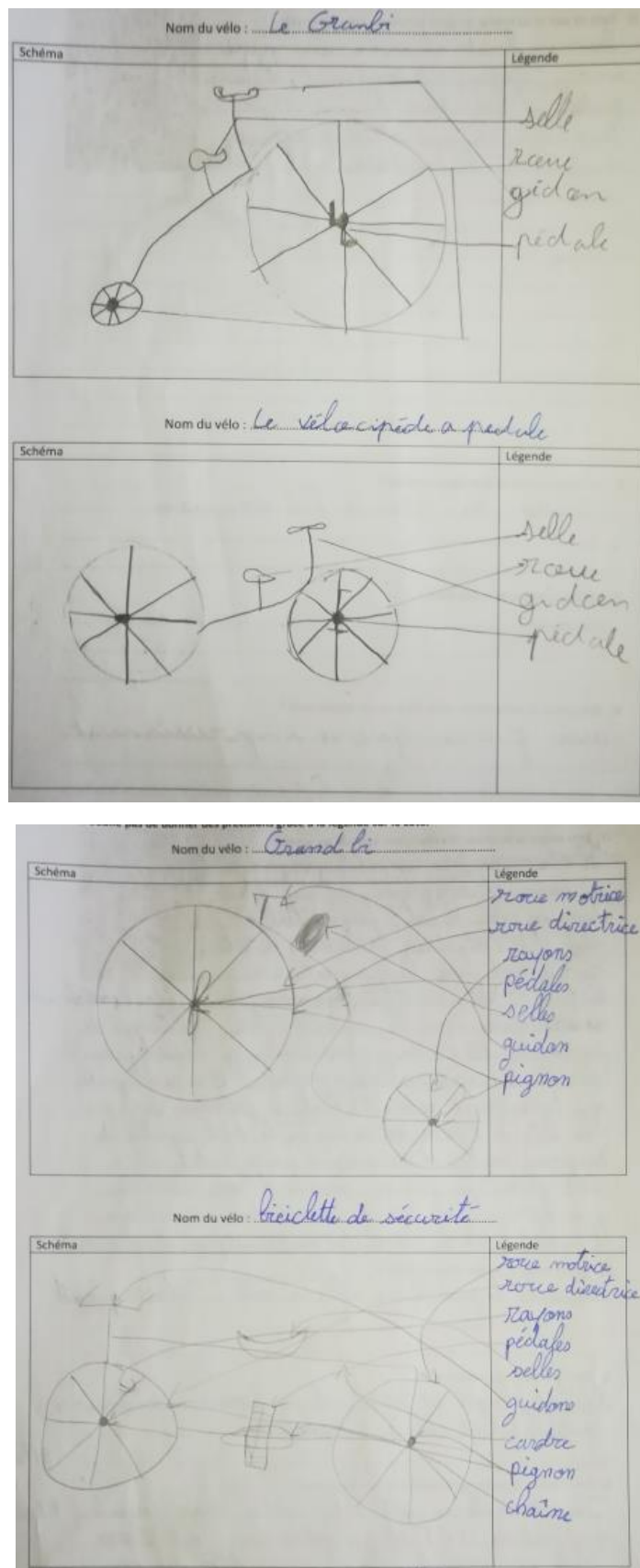
- Guichard J., Decourchelle M., Guichard F., Lemaire M., Prou E., Robin S. (2018). *Citadelle : sciences et technologie cycle 3*. Hachette Education.
- Raoul-Belanger A., Dedieu L., Kluba M., Panis L. (2016). *Sciences CM1*. Retz
- Rolando J., Pommier P., Simonin G., Simonin M., Nombrot J., Laslaz J., Combaluzier S. (2015). *Sciences expérimentales et Technologie CM1-CM2 : 48 enquêtes*. Magnard
- Vilaro C., Fritz D. (2015). *Sciences expérimentales et technologie CM*. Istra

7 Annexes

7.1 Représentations initiales des élèves (exemples)



7.2 Schémas de vélos, évaluation finale (exemples)




7.3 Fiche de lecture sur la BD (exemple)

Nom et prénom : /
Lachond

La BD : « Sur deux roues » d'Olivier Melano

1) Ecris ce que tu as retenu de cette bande dessinée sur le vélo :

Quand 1871 le grand bi a été inventé et en 1861 la bicyclette M. Pignon est mort en faisant une course de drâsienne.



2) Qu'est-ce que tu as aimé dans cette BD ?

ce que j'ai aimé dans la bd c'est quand ils expliquent comment on était inventé les vélos.

3) Qu'est-ce que tu as moins aimé ?

Mais j'ai moins aimé la fin au au milieu de la bd quand M. Pignon est mort et que sa femme est tombée gravement ~~malade~~ malade.

4) Est-ce que tu conseillerais cette BD à un ami et pourquoi ?

Oui je conseillerais cette BD à un ami(e) car cette BD est très intéressante.

7.4 Fiche d'identité de la draisienne (exemple)

La draisienne



Surnom : Vélo à pieds, machine à courir.....

Date d'invention : en 1817-1818, il y a cent ans!...

Histoire : La draisienne a été inventée par le baron Karl Drais en 1817, d'où son nom draisienne. Elle est considérée comme l'ancêtre du vélo, puisque à l'époque, elle a été commercialisée en France sous le nom de « vélocipède ». Ce mot vient de « vélocité » qui signifie rapide et « pédale » qui signifie pied.

Fonctionnement :

Assis, on pousse avec les pieds pour avancer.

Fonction d'usage : Se déplacer sur des petites distances, plus rapidement qu'à pieds.

Matériaux utilisés : du bois et de la ferronnerie, du cuir.

Poids : 13 et 23 Kg.

Vitesse : environ 14 km/h, avec de l'entraînement (maximum).

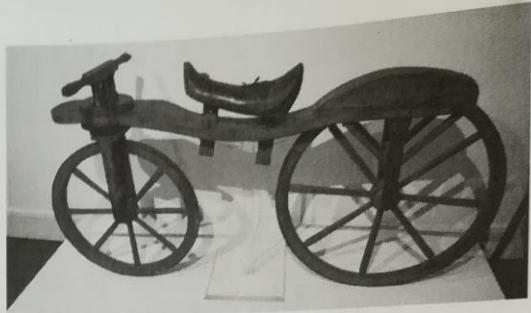
Avantages	Inconvénients
ne pollue pas, aller plus vite qu'à pieds pas de nourriture ni de repos par rapport au cheval. pas de crevaillon. moins encombrant.	pas de pédale pas de freins use les chaussures

Documentaire sur la draisienne
 (extrait de la BD « Sur deux roues » d'Olivier Melano »)

Bien que l'invention de la roue remonte à plus de cinq mille ans, il faut attendre le XVIII^e siècle pour qu'apparaisse l'idée d'un véhicule individuel à deux roues en ligne reliés par une traverse de bois. Mais c'est en 1817 que débute véritablement l'histoire du deux-roues lorsqu'un Allemand, le baron Karl Drais, met au point une machine à courir munie d'un guidon. Assis à califourchon sur une poutre en bois reliant deux roues, il parcourt en se propulsant avec les pieds 14,4 km en une heure, alors qu'une diligence accomplit le même trajet en quatre heures. Cette machine, appelée communément en France draisienne, est brevetée en 1818 sous



Karl Drais von Sauerbronn inventeur, en 1817, d'une Laufmaschine (machine à courir), aujourd'hui appelée draisienne.



le nom de «vélocipède» (véloce / rapide, pède / pied) puisque son but est de faire marcher une personne à une grande vitesse.



Vélocipède construit par Nicéphore Niepce vers 1820

Deux siècles après son invention, la draisienne a fait son retour dans les rayons de cycles pour enfants car elle permet aux plus jeunes d'acquérir de façon autonome l'équilibre à bicyclette.

Schéma d'une draisienne

