

# LES DÉMARCHES EN TECHNOLOGIE À L'ÉCOLE PRIMAIRE : ADAPTATION À L'ÉTUDE ET À LA FABRICATION DE VÉHICULES

Arlette L'HARIDON

Professeure de technologie, IUFM de ROUEN  
Étude doctorale, laboratoire CIVIIC, Université de Rouen

Les objectifs disciplinaires dans le domaine de la Technologie au Cycle 3 sont identifiés dans les programmes en vigueur de 2008, en relation avec des concepts : « leviers, mécanismes, électricité, énergie ». L'objet technique porteur de ces concepts à découvrir est choisi par l'enseignant parmi une multitude de systèmes disponibles dans notre environnement quotidien, pour l'abondance des savoirs que l'activité permettra de construire chez l'élève.

Cet article prétend montrer la richesse d'une pareille étude, tant sur le plan didactique (construction par les élèves de concepts fondamentaux pointés par les programmes) que pédagogique (variété des approches possibles) et invite à déclencher chez les élèves une interrogation critique quant aux choix technologiques à opérer dans leur quotidien.

D'une façon générale, les objets techniques, même les plus ingénieux, ont toujours été bâtis sur le socle des connaissances techniques antérieures. L'invention technique judicieuse est liée à une compilation, un engrangement, une mise à disposition de possibilités techniques variées, originales, pouvant être dépassées, réinventées. La connaissance du fonctionnement de ces objets paraît être un socle culturel essentiel pour l'élaboration ou la compréhension des objets futurs. Cet article montre comment il est possible d'enseigner la technologie dès l'école primaire. Il présente tout d'abord, de manière synthétique, deux démarches d'enseignement, essentielles en technologie, la démarche d'analyse et la démarche de conception-réalisation. Ces démarches sont ensuite illustrées par de nombreux exemples issus de pratiques de classes. La conclusion de l'article revient sur les relations entre les démarches présentées et ouvre sur de nouvelles perspectives.

## Les démarches en technologie

Les instructions officielles<sup>1</sup> précisent que « *observation, questionnement, expérimentation et argumentation, pratiqués par exemple selon l'esprit de la Main à la pâte, sont essentiels pour atteindre ces buts ; c'est pourquoi les connaissances et les compétences sont acquises*

---

<sup>1</sup> BO Hors série n° 3 du 19 juin 2008, p. 24.

*dans le cadre d'une démarche d'investigation qui développe la curiosité, la créativité, l'esprit critique et l'intérêt pour le progrès scientifique et technique ».*

Cette démarche d'investigation sur des objets et systèmes techniques est appréhendée dès les années 1960, précise Ignace Rak, au travers de « l'analyse technique ».

Quel que soit le cycle envisagé, cette démarche d'investigation peut se décliner selon deux approches principales qui permettent les enseignements de découverte de ce monde artificiel que constituent les objets techniques : la démarche d'analyse et la démarche de conception-réalisation. Dans ce premier paragraphe, nous envisageons les éléments structurant ces démarches sous forme de grilles en quatre moments qui seront développés dans notre étude adaptée aux véhicules, présentée en second paragraphe.

## **La démarche d'analyse**

Cette démarche vise l'observation et l'analyse de certains objets existant déjà dans notre quotidien pour faire acquérir des connaissances sur leur structure et leur fonctionnement. Elle correspond à un enchaînement logique d'étapes sans toutefois imposer une règle de déroulement chronologique figé.

### **Démarche d'analyse : l'objet existe**

#### **1- Situation de fonctionnement**

Questions relatives à l'objet, à son fonctionnement

Problématisation

#### **2- Analyse fonctionnelle**

Hypothèses, conceptions initiales

#### **3- Validation**

Démontage / remontage

Modélisation par schéma ou maquette

#### **4- Ouverture**

Structuration des savoirs acquis

Correspondance avec d'autres objets existants (même structure/fonction différente)

Adaptation du système analysé dans une autre fabrication

### Grille A - Démarche d'analyse

Cette démarche vise à rendre les élèves capables de curiosité face aux objets. Elle a pour but le développement de différentes compétences telles que d'installer des liens entre structure et fonction, et ainsi conduire des analyses et établir des relations de causalité.

Cette démarche favorise une forme de raisonnement spécifique amenant l'élève, à partir d'un problème donné, à émettre une proposition de fonctionnement « hypothèse », de la mettre à l'épreuve au cours d'une expérience afin de la valider. C'est à partir des résultats que l'élève déduit une forme de savoir : un savoir d'abord contextualisé dans l'activité ou la fabrication, puis généralisé sous forme de lois adaptables à tout autre objet.

## La démarche de conception- réalisation

Cette démarche vise l'invention de nouveaux objets : elle consiste à rechercher des solutions techniques. « *L'élève s'initie dans le cadre d'une réalisation à la recherche d'une solution technique, au choix et à l'utilisation raisonnée d'objets et de matériaux* »<sup>2</sup>. Là encore, cette démarche correspond à un enchaînement logique d'étapes sans toutefois imposer une règle de déroulement chronologique figé.

### **Démarche de conception-réalisation : l'objet n'existe pas ou est à modifier**

#### **1- Besoin à satisfaire**

Définition de l'objet

Détermination des contraintes, des performances attendues

Élaboration du cahier des charges

Problèmes à résoudre

#### **2- Recherche de solutions**

Conceptions initiales

Expérimentation, modélisation, emprunt et adaptation de solutions existantes

Recherche de matériaux, de techniques, d'énergie

#### **3- Choix de solutions**

Décisions concernant les choix techniques

Décisions concernant les étapes de fabrication

Décisions concernant la répartition des tâches

#### **4- Fabrication**

Tests aux différentes étapes de la procédure

Validation par rapport au cahier des charges

Structuration des savoirs acquis

### Grille B - Démarche de conception-réalisation

Cette démarche favorise une forme divergente de raisonnement, basé sur l'intuition, le pragmatisme, la recherche par essai-erreur. On remarque l'importance fondamentale du cahier des charges. Il s'agit en effet d'un ensemble de contraintes que l'objet réalisé devra être capable de remplir. À ce stade, aucune technique précise, aucun matériel ou outil ne peut être déjà identifié. Seuls les essais suivants permettront la détermination de solutions techniques. Comme on le devine, l'anticipation, l'argumentation et la référence à des acquis antérieurs peuvent être sollicitées.

Ces deux démarches d'analyse et de conception-réalisation (Grilles A et B), présentées indépendamment l'une de l'autre, sont susceptibles d'être emboîtées, de se combiner l'une à l'autre. La fabrication d'un objet peut en effet intégrer, au cours de l'étape « recherche de solutions », l'analyse et la compréhension d'un système technique existant permettant de remplir la fonction souhaitée pour un objet à construire. Par exemple,

<sup>2</sup> BO n° 1 du 14 février 2002, chapitre 7 : *le monde construit par l'homme*.

la recherche d'un système de propulsion pour une voiture-jouet, peut amener à l'observation d'une toupie mise en rotation grâce à un lanceur tiré vivement, permettant d'adapter ce système de propulsion à l'objet fabriqué. De même, l'analyse d'un objet technique ayant abouti à la construction d'un savoir précis peut conduire à l'identification d'un principe, que l'élève réinvestit dans la fabrication d'un objet d'une toute autre fonction. Par exemple, l'analyse technique d'une lampe de poche structure des notions relatives à la connaissance des montages électriques en série pouvant être réinvestis dans une toute autre fabrication fonctionnant à l'électricité comme une construction de jeu question-réponse, de manège ou de maquette de maisons.

Ces deux démarches, amenant l'enseignant à varier les modèles d'apprentissage, sont complémentaires, puisqu'elles permettent à l'élève d'engager des regards différents pour comprendre le monde des objets et ainsi, en résolvant des problèmes, acquérir des savoirs, savoir-faire et savoir-être.

### **Le questionnement permet la construction des savoirs**

Les situations pédagogiques déclenchant un projet de découverte d'un objet technique peuvent être variées : fête locale, communication entre écoles, défi technologique, explicitation de faits médiatisés, expérimentation ou invention .... Quelle que soit la situation déclenchant l'activité ou la démarche sur laquelle il s'appuie, l'enseignement technologique est fondé sur « *des situations de manipulation, de questionnement relatif à des investigations* ». <sup>3</sup>

Cette centration sur le questionnement est reprise dans les grilles de référence <sup>4</sup> indiquant que la première phase de la démarche d'investigation « *consiste à poser une question à partir de l'observation d'un phénomène ou d'informations fournies afin d'envisager une ou plusieurs explications possibles.* » Chaque problème à résoudre provoque une recherche de solutions techniques.

Dewey a mis en lumière l'importance de l'apprentissage comme une réponse à l'interrogation du sujet, du questionnement dans la mise en place du sens donné à la structuration de la connaissance, concept actuellement répandu « *toute leçon doit être une réponse* ». Il développa durant la seconde moitié du XX<sup>ème</sup> une forme d'apprentissage en opposition au béhaviorisme. Cette forme d'enseignement, qui prétend apporter d'abord des connaissances emmagasinées par le sujet, disponibles et réutilisables plus tard en fonction des circonstances, lui apparaît non seulement linéaire et artificielle mais installe une vision de subordination de l'intelligence à la somme des connaissances enregistrées, organisées. Claparède précisait que l'intelligence n'est pas au service des connaissances mais que ce sont les connaissances qui sont au service de l'intelligence : « *l'intelligence est faculté de résoudre les problèmes* ». En effet, au-delà de cette faculté d'enregistrer, d'organiser des connaissances, l'intelligence concerne la faculté de résoudre des obstacles en faisant appel à ses formes multiples que sont la compréhension, l'invention, le jugement, la logique, la création et l'adaptation. Ainsi développe-t-on une capacité de transfert ultérieur des connaissances acquises devenant des compétences.

À travers ces démarches, l'activité permet à l'élève, comme le préconise l'injonction ministérielle, « *d'acquérir une habileté manuelle* », de « *choisir des matériaux* », de

---

<sup>3</sup> BO n° 1 du 14 février 2002, chapitre 7 : *le monde construit par l'homme*.

<sup>4</sup> Ministère de l'éducation nationale, janvier 2011, *Grilles de référence pour l'évaluation et la validation des compétences du socle commun*. p. 36.

« *comprendre la logique des étapes de construction* », de « *concrétiser certaines structures* »<sup>5</sup>. Dans les programmes du Cycle 3, l'objectif est de « *s'orienter plus librement dans des sociétés où les objets techniques jouent un rôle majeur* ».<sup>6</sup>

Bien que l'institution ne précise pas explicitement les projets à travailler à l'école primaire, le thème du transport est souvent choisi comme support d'étude. Il permet la construction de savoirs identifiés dans les programmes tout en donnant du sens aux questionnements et aux recherches que les élèves organisent.

### **L'approche fonctionnelle d'un véhicule roulant en cycle 3**

Voici des exemples d'activités technologiques concernant l'étude ou/et la fabrication des objets correspondant au thème des transports : les véhicules. Tous les objets présentés ont été réalisés dans différentes classes du CE2 au CM2, les sujets d'étude étant approfondis à partir des propositions ou des interrogations des élèves. Nous relatons ici une synthèse non exhaustive de cet ensemble d'activités de classes.

Ces activités visent à construire des connaissances détaillées dans les programmes actuels (2008) et des compétences spécifiques à la discipline, mentionnées dans les fiches connaissances des documents d'application des programmes 2002 (toujours en vigueur), qui précisent les difficultés éventuelles et les réinvestissements notionnels possibles. Ces orientations pointent également des compétences transversales relatives à la citoyenneté et à la maîtrise de la langue. Le « dire, lire, écrire » permet de travailler sur un registre lexical spécifique à l'activité et de dégager les structures langagières particulières au domaine, comme l'explication, l'argumentation... Les schémas donnés à lire (et interpréter) ou écrits par les élèves, permettent de « *traiter une information complexe comprenant du texte, des images, des schémas, des tableaux, etc.* »<sup>7</sup>.

La démarche que l'on va développer dans cette étude de véhicules peut-être de type **conception-fabrication**. Une situation déclenchante comme un « défi technologique » proposé à l'occasion d'un rassemblement de productions de différentes classes, amène les élèves à se poser le problème suivant :

Comment construire un objet capable d'être mis en mouvement, sans le pousser ?

Les **contraintes** sont définies dans le **cahier des charges**, avec la participation des élèves, afin qu'ils s'investissent dans le projet. Dans une classe, elles sont du type :

Le véhicule aura des roues, il se déplacera de façon autonome et pourra transporter des petites charges sur 10 m.

Les élèves connaissent un certain nombre de véhicules roulants, fonctionnant de façon autonome. Ils suggèrent, sans hiérarchie, différents systèmes empruntés à leur environnement : jouet, voiture à essence ou électrique, char à voile, avion à réaction ... L'émergence de ces propositions va donner du sens à une investigation plus approfondie afin d'appréhender le fonctionnement de ces différents systèmes, sous forme de conceptions initiales puis de modifier leurs représentations préalables ou d'affiner leurs connaissances.

---

<sup>5</sup> Plan de rénovation, BO spécial n° 23 du 15 juin 2000.

<sup>6</sup> Documents d'application des programmes de sciences et technologie, Cycle 3, octobre 2002, p. 5.

<sup>7</sup> BO Hors série n° 1 du 14 Février 2002, Compétences spécifiques : « Dire, Lire, Écrire ».

Dans la perspective de ce projet, la situation problème évolue vers des problématisations différenciées, concernant la constitution du véhicule (sa structure), le système de propulsion et l'énergie nécessaire, la transmission des mouvements aux roues...

Chacun de ces problèmes est le point de départ d'une recherche de solution technique ciblée.

### La structure

Lors de la réalisation d'un objet qui roule, le premier problème à résoudre vient de la constitution de ses deux parties, un châssis et des roues, et de leur assemblage.

La recherche de la structure du véhicule, en l'occurrence du châssis, doit correspondre au double critère (cahier des charges) de solidité et de légèreté. Les élèves décident de fabriquer un cadre de forme rectangulaire en tasseau carré de 1 cm de côté, dont ils déterminent les mesures : 15 cm sur 6 cm. En cherchant des solutions, ils perçoivent que ce cadre assure la fonction technique de support. Ils assemblent les morceaux mais dénoncent la faiblesse du cadre.

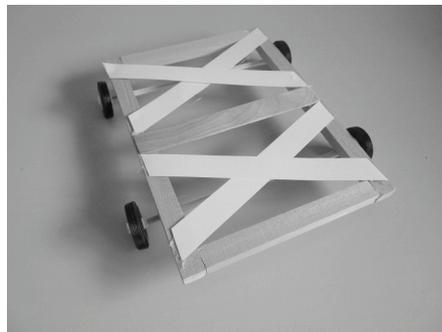


Figure 1 – Structure du chariot

Afin de « garder le rectangle droit », et d'éviter la déformation du rectangle en parallélogramme, ils envisagent l'ajout d'un tasseau plat au milieu, dont la fonction est d'assurer une plus grande rigidité (Figure 1). Ils réinventent ainsi « l'étai » ou la « décharge » utilisés pour d'autres constructions techniques, en particulier en architecture.

Ils remarquent que ce cadre ne leur permet pas de transporter des charges et inventent une base légère pour combler les vides de la structure. Ils décident d'utiliser des bandes de carte, s'entrecroisant pour renforcer la solidité.

Puis, la fonction de déplacement génère une autre recherche liée à la fixation des roues au châssis.

Dans un premier temps, les élèves clouent directement les roues au châssis. Dès les premiers essais, le constat de blocage les amène à prendre en compte le frottement.

Différentes hypothèses sont alors évoquées par les élèves :

- « il faudrait mettre quelque chose pour que ce soit pas contre... » ;
- « il faudrait que l'axe qui tourne soit tenu au châssis, mais sans que ça le bloque quand il tourne... ».

Les notions de **liaison mobile** et plus spécifiquement de **liaison pivot** sont perçues.

Puis, les élèves testent leurs hypothèses : ils perçoivent ainsi que certains frottements sont dommageables au bon fonctionnement de leur objet (par exemple, le frottement entre l'essieu et le châssis), alors que d'autres sont nécessaires au déplacement du véhicule (par exemple, les frottements entre les roues et l'essieu permettant de rendre ces pièces solidaires). Ainsi, des notions plus complexes, comme la **liaison encastrement**, apparaissent.

Quelques expériences, quelques tests utilisant différents matériaux pour les pneus ou le revêtement du sol montrent l'importance de l'adhérence des roues.

## L'énergie

Lors de l'émergence des conceptions initiales, les propositions citées par les élèves étaient des chars à voile, des véhicules utilisant des produits pétroliers, des jouets familiers à ressort ou à pile..., leur référence en matière d'objets roulants.

« *Les objets techniques conçus et réalisés par l'homme constituent autant de réponses aux différentes « situations problèmes » rencontrées pour les satisfaire.* »<sup>8</sup> La situation problème se centre sur l'énergie nécessaire à l'objet :

Quelles sont les différentes sources d'énergie utilisables pour faire avancer **notre** objet ?

Une recherche de différentes sources d'énergie disponibles est envisagée, en restant dans le cadre de la fonction explicitée : énergie mécanique, énergie solaire, énergie électrique...

La réalisation de certains objets fonctionnant avec des énergies utilisées dans d'autres systèmes (comme l'énergie éolienne) est validée, lorsque le résultat correspond à une réponse au problème posé, à savoir se déplacer de façon autonome.

En fonction des contraintes définies, d'autres problèmes apparaissent. Par exemple, dans le cas de ce char à voile (Figure 2), les élèves recherchent des solutions techniques en ce qui concerne la direction de l'essieu avant (solution de la liaison pivot réinvestie) et les possibilités d'orientation et de blocage de la voile pour mieux capter l'énergie éolienne.

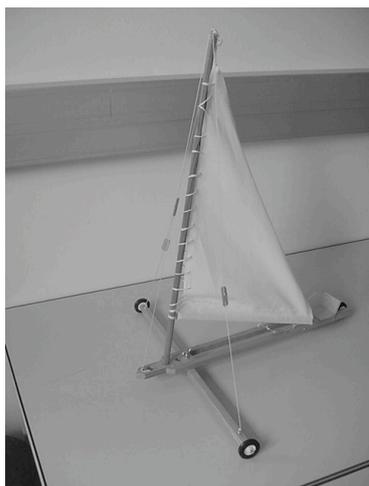


Figure 2 – Char à voile

---

<sup>8</sup> Documents d'application cycle 3, 2002.

## La propulsion

La propulsion est l'action de faire avancer un objet technique au moyen d'organes spécifiques.

Le questionnement généré par la situation de départ de l'activité conduit à une problématisation précisée par l'enseignant du type :

Quels sont les organes qui peuvent contribuer à la fonction propulsion ?

Les propositions suivantes, collectées dans différentes classes, présentent des moments de ces activités relevant du questionnement, de l'exploration, de la fabrication et de la structuration.

### Étude du volant d'inertie

Lorsque les élèves ont évoqué les systèmes connus de leur environnement, ils ont suggéré la voiture « à friction ».

**Une démarche d'analyse** de ce type de jouets est alors menée à partir de cette question :

Comment fonctionnent ces différents moteurs ?

L'observation de leur fonctionnement met en évidence un organe de propulsion : **le volant d'inertie**. Le mouvement de rotation de la masse est transmis à l'essieu. L'arrêt est dû à l'épuisement de l'énergie cinétique au cours du déplacement du véhicule.

Après avoir démonté un de ces jouets et observé son système de propulsion, les élèves évoquent la possibilité d'utiliser ce moyen pour leur fabrication.

Peut-on adapter ce type de moteur sur notre véhicule ?

**La démarche de conception-fabrication** peut intégrer ces solutions techniques découvertes sur d'autres objets. Les élèves ont à leur disposition du matériel modulaire et recherchent « quelque chose de lourd pour faire comme dans le jouet ». Ils trouvent des aimants de tableau et du matériel de récupération, comme on le voit sur cette production d'élève (Figure 3).

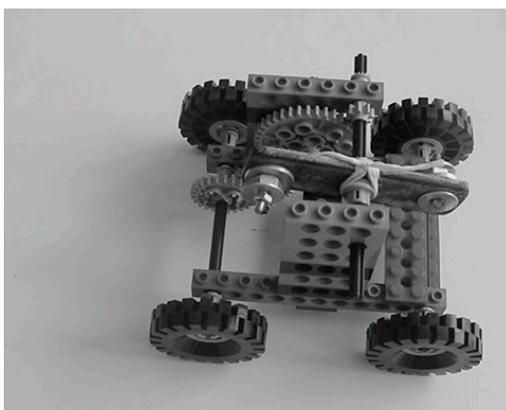


Figure 3 – Maquette d'un véhicule à volant d'inertie

### Étude du moteur à réaction

La maquette ci-après<sup>9</sup> permet de mettre en lien le sens de l'éjection des gaz et le sens inverse du déplacement du véhicule (Figure 4).

---

<sup>9</sup> Matériel Opitec.

Les élèves dessinent le véhicule, en indiquant par des flèches les sens du déplacement de l'objet et de l'échappement de l'air. Le nom du système « moteur à réaction » est alors trouvé ou apporté par le maître. Les élèves recherchent dans des documents des objets réels fonctionnant avec ce principe (avion, fusée).

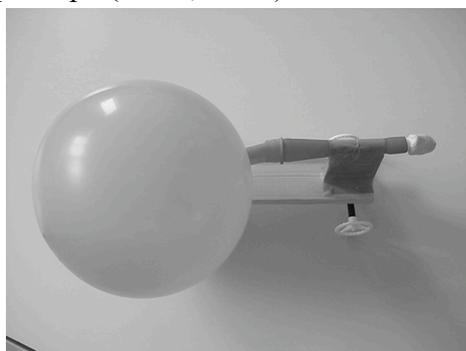


Figure 4 – Maquette de moteur à réaction

Cette recherche d'informations correspond à une compétence visée à l'école primaire dans le cadre de la maîtrise de la langue : « *initiation aux différents modes de recherche documentaire* » mentionnée dans les documents d'application déjà cités. Les supports de l'information peuvent être informatisés, dans ce cas la recherche pointe des compétences visées dans le Brevet Informatique et Internet (b2i), ou mentionnées dans la fiche n°26<sup>10</sup>, comme « *chercher, se documenter au moyen d'un produit multimédia, cédérom, dévérom, site interne, base de données...* »

### Étude du moteur à hélice

Dans la phase d'exploration des objets existants, les élèves ayant proposé la référence aux avions, précisent que l'hélice est actionnée par le moteur. La rotation des pales permet de « tirer » le véhicule. Ils décident d'adapter ce système à leur projet et recherchent des organes techniques capables de faire tourner une hélice. En faisant référence aux jeux, ils proposent l'élastique pour générer le mouvement des pales.

Les élèves qui ont opté pour cette hypothèse de propulsion à hélice, conçoivent un système utilisant l'élastique pour faire tourner l'hélice. Différents problèmes surviennent comme : Comment fixer l'hélice à l'élastique ? Ils demandent le matériel qui leur paraît nécessaire pour la fabrication de leur objet (Figure 5).

On remarque, sur cet essai, que le côté intuitif n'est pas toujours un préalable suffisant et efficace à l'action technologique et que la gestion de plusieurs paramètres à la fois est très difficile à cet âge. Le constat d'inefficacité de cette production les amène à résoudre un autre problème : **la mesure** des pales par rapport au diamètre des roues !

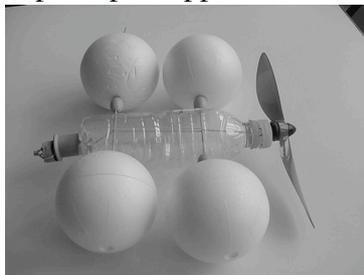


Figure 5 – Proposition de maquette d'un moteur à hélice (non fonctionnelle)

<sup>10</sup> Fiches connaissances Cycles 2 et 3 (2002) Technologie de l'Information et de la communication - n° 26.

Quelle longueur maximale les pales peuvent-elles avoir?

La réalisation d'un objet technique nécessite la prise en compte simultanée d'un grand nombre de paramètres. La découverte petit à petit de ces différentes contraintes incontournables permet d'aboutir à une fabrication fonctionnelle après des tâtonnements et des réajustements successifs. Les élèves mettent ainsi en relation des compétences mathématiques, liées à la mesure.

### Étude du moteur thermique

Parmi les différentes propositions de propulsion d'objets roulants les élèves ont bien sûr évoqué la voiture à essence. Bien que ce système ne puisse être envisagé pour le fonctionnement de leur production, il ne peut être réfuté sans une analyse explicative. Pour comprendre le fonctionnement de certains objets techniques complexes, difficilement abordables à ce jeune âge, le recours à la **maquette de modélisation**, par le fait qu'elle limite l'observation et l'analyse à quelques paramètres, devient un recours intéressant pour la technologie.

La maquette de modélisation du moteur à explosion est réalisée par les élèves en suivant une procédure consignée sur une fiche technique distribuée par l'enseignant. Le maître aide à la prise d'indices (lecture de codes, mesures, découpage et collage), à l'exactitude et à la cohérence du relevé des informations sur le document, à la recherche d'informations supplémentaires nécessaires à la fabrication, à la détermination des tâches et à leur répartition dans le temps, compétences à relier à la maîtrise de la langue (Figure 6).

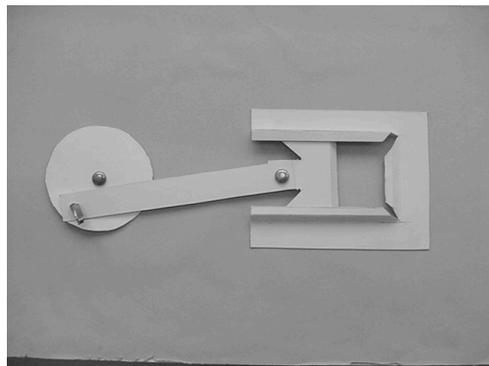


Figure 6 – Maquette du piston du moteur à explosion

Les élèves découpent et fixent les différentes parties. La découverte du fonctionnement en situation réelle, virtuelle ou sur la maquette permet de comprendre la logique du moteur à 4 temps (admission, compression, explosion, échappement).

La particularité mécanique est identifiée dans un premier temps à l'oral selon une formulation structurée du type : « L'explosion entraîne le mouvement de translation du piston qui entraîne la rotation du disque »

Après la fabrication, la notion de **transformation du mouvement** est mise en évidence lors de la manipulation de la maquette. Les élèves réalisent le schéma légendé sur le cahier, accompagné d'une phrase de structuration des notions acquises, du type : « *Ce système permet la transformation du mouvement de translation du piston en mouvement de rotation de l'arbre à cames (manivelle), grâce à la bielle* ». Cet exemple est indiqué dans le document d'application des programmes, Fiches connaissances Cycle 3 - 2002 - n°25 : système bielle - manivelle, exemple d'utilisation : piston de moteur : « *Objets mécaniques ; transmission de mouvements.* »

## Étude du moteur électrique

Les élèves découvrent le fonctionnement d'un jouet électrique en le démontant. Ils observent plus particulièrement son système de propulsion : le moteur électrique. Cette approche est en lien avec les connaissances ciblées dans le document déjà cité<sup>11</sup> : « *Circuits électriques alimentés uniquement avec des piles : bornes, conducteurs et isolants ; quelques montages en série et en dérivation.* »

La **démarche d'investigation** appliquée au moteur à courant continu permet le réinvestissement de connaissances acquises concernant le circuit électrique simple en boucle (pile, moteur, conducteur). Elle met en évidence :

- la rotation de l'arbre de sortie lorsque le moteur est électriquement câblé ;
- le changement de sens de rotation lorsque les contacts aux bornes de la pile sont inversés.

La réalisation de la maquette du moteur électrique (Figure 7) permet de découvrir :

- la structure du moteur
  - rotor : bobinage de 2 m de fils électriques autour de deux vis placées de part et d'autre d'une cheville en plastique dans laquelle est pointée une aiguille (axe) ;
  - stator : bande de carte pliée sur laquelle deux aimants sont collés en opposition et dans laquelle l'aiguille du rotor est maintenue ;
  - collecteur : les deux extrémités dénudées des fils des bobines sont posées au contact de deux câbles électriques dénudés, placés parallèlement sur un support en bois. Ils sont reliés à la pile par des pinces crocodiles ;
- l'arrêt du mouvement du rotor dès l'ouverture du circuit électrique et la reprise de ce mouvement dès que le contact est rétabli ;
- l'effet des aimants du stator (placés de part et d'autre de la boîte), en les ôtant ou en les déplaçant.

Ces expérimentations, jouant sur une variable à la fois, mettent en évidence les conditions minimales, électromagnétiques, de fonctionnement du moteur électrique : le circuit électrique d'une bobine, des aimants de part et d'autre. Le changement de sens du moteur est mis en relation avec l'inversion du branchement aux bornes de la pile. Les élèves réinvestissent les notions électriques citées et perçoivent les notions de sens du courant et de différence entre les bornes de la pile.

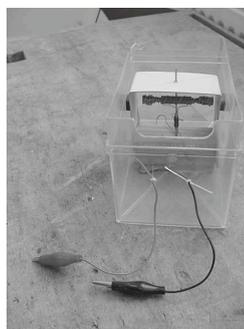


Figure 7 – Maquette de moteur électrique

<sup>11</sup> Fiches connaissances Cycle 3 (2002) n° 23.

## Les systèmes mécaniques

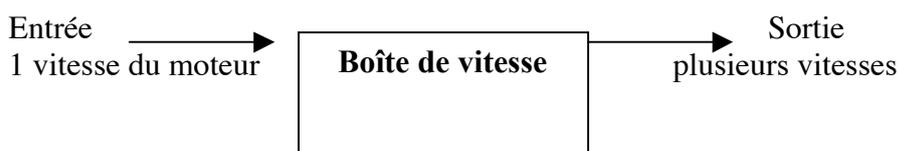
Pour les élèves (et pour bon nombre d'utilisateurs !) les particularités du fonctionnement de l'automobile relèvent du mystère. C'est le cas du changement de vitesse ou de la possibilité de tourner les roues avant. Après avoir précisé la fonction réelle de la boîte de vitesse ou du changement de direction des groupes d'élèves différents proposent des solutions techniques pour l'un ou l'autre des systèmes mécaniques explorés. Puis, des maquettes sont réalisées simultanément à partir de fiches techniques proposées par différents constructeurs (Légo, Celda...). Ces maquettes permettront de faire comprendre aux élèves le fonctionnement de cette **transmission ou transformation de mouvement**.

### La boîte de vitesse

La maquette de modélisation permettra de comprendre :

- la variation de la vitesse de sortie en fonction des différents couples souhaités,
- l'inversion du sens du mouvement de rotation pour la marche arrière en ajoutant une roue dentée entre les deux axes<sup>12</sup>.

La situation réelle est analysée : l'enseignant aide à la problématisation en identifiant entrée et sortie sous forme de système technique.



La situation problème est : Comment peut-on obtenir 2 vitesses de rotation à la sortie du système d'engrenage ?

Avec du matériel modulaire les élèves réalisent le système de transmission à plusieurs vitesses (Figure 8). Ils schématisent leur production sur le cahier.

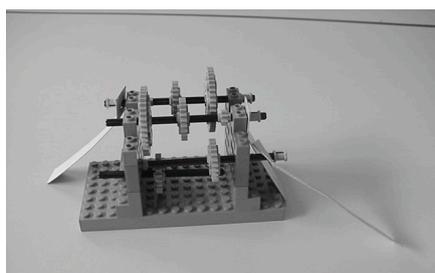


Figure 8 – Maquette de la boîte de vitesses

Les notions de mécanique fondamentales, comme **le sens de rotation ou le rapport d'engrenage**, sont ainsi travaillées.

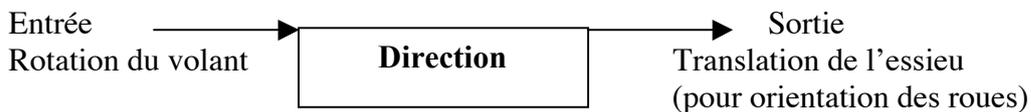
---

<sup>12</sup> Fiches connaissances Cycle 3 (2002) n°25, engrenages, fonction.

## Changement de direction

La maquette de modélisation proposée permettra de comprendre la transformation du mouvement entre le pignon (rotation du volant) et la crémaillère (déplacement en translation de l'essieu).

La situation réelle est analysée : l'enseignant aide à la problématisation en identifiant entrée et sortie sous forme de système technique.



La situation problème est : Comment changer la direction des roues ?

Les élèves pensent rapidement à un essieu commun aux deux roues avant. Mais ils comprennent que ce système ne serait pas fonctionnel lorsque la voiture tourne à angle droit (les roues se trouvant perpendiculaires à l'axe du déplacement et sous le véhicule !). Ils envisagent de séparer les deux roues pour réaliser un système indépendant pour chacune. Le parallélogramme leur est proposé. Ils constatent que le déplacement d'un des côtés permet l'orientation souhaitée des roues. Comment maintenant transformer le mouvement de rotation du volant en mouvement de translation de l'essieu ?

Avec du matériel modulaire sélectionné (roues dentées de différents diamètres, vis sans fin, crémaillère...), l'enseignant peut provoquer des recherches nouvelles amenant les élèves à tester l'ensemble du matériel, à anticiper des effets, à observer les résultats mécaniques obtenus, à isoler les organes correspondant le mieux au fonctionnement attendu.

Ainsi, les élèves réalisent le système de transformation du mouvement « **pignon-crémaillère** » (Figure 9). Ils schématisent leur production sur le cahier.

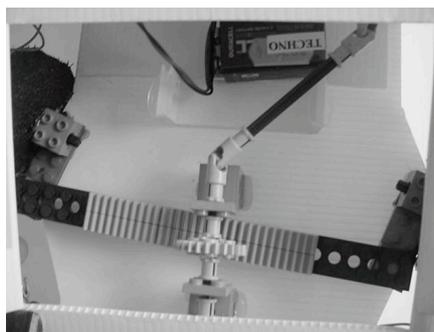
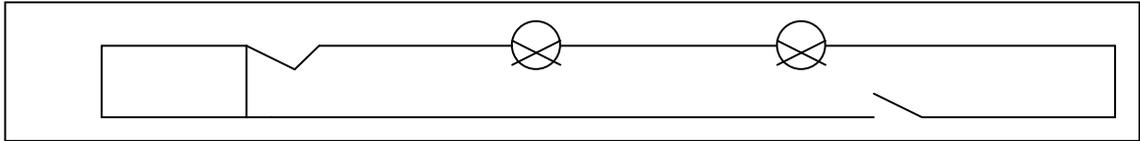


Figure 9 – Maquette du changement de direction

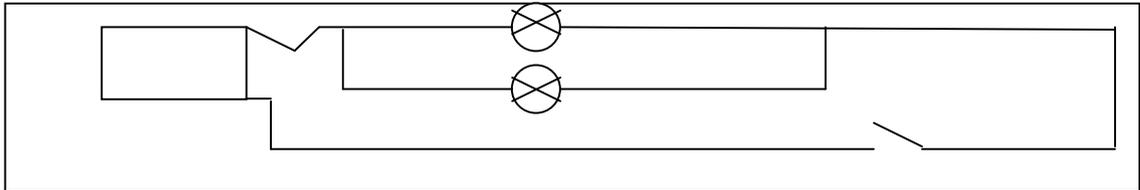
## Les systèmes électriques

La situation problème est d'inventer un système permettant d'obtenir un éclairage soit faible soit intense.

Plusieurs propositions sont évoquées (correspondant aux schémas suivants), dont certaines ne correspondent pas à une solution opérationnelle dans le cas de notre objet.



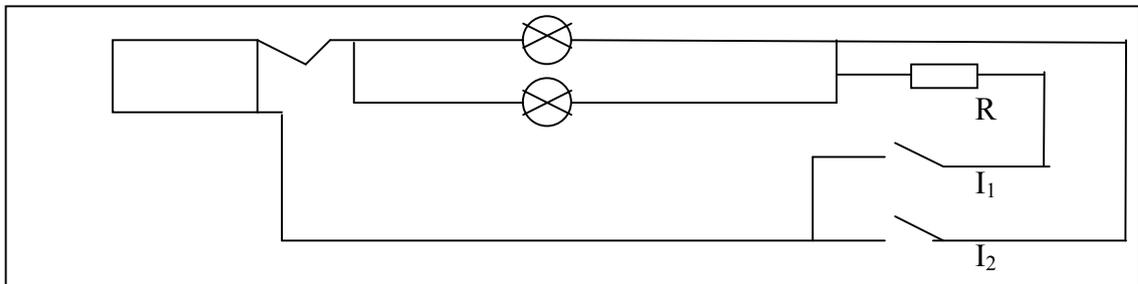
Proposition n° 1 - Proposition de circuit code (non fonctionnelle)



Proposition n° 2 - Circuit phare

Les recherches par tâtonnement conduisent à la réalisation de montages en série ou en dérivation, dont les limites de fonctionnement ou de fiabilité sont testées. Ainsi, le circuit n° 1 ne correspond pas aux contraintes de sécurité du cahier des charges car, même si le niveau de luminosité obtenu est correct, le câblage ne permet pas de maintenir un éclairage si l'une des lampes est défectueuse. Les élèves sont invités à améliorer leur proposition.

Le nouveau montage validé est inséré au véhicule et schématisé sur le cahier. (Au cycle 3, les « normes » ne sont pas obligatoirement fidèles à la convention internationale mais peuvent être établies collégialement dans le but d'éviter les représentations trop figuratives et d'aller nettement vers la symbolisation. L'enseignant tentera d'amener progressivement les codes en vigueur.)



Proposition n° 3 - Circuit institutionnalisé « phare-code »

R est une résistance de  $150 \Omega$  ; I1 Interrupteur du circuit code ; I2 Interrupteur du circuit phare

Le réinvestissement de notions acquises au cycle précédent comme la définition d'un circuit électrique simple en boucle, les caractéristiques des différents montages électriques signifiées dans le programme du cycle 3, sont construites comme les fonctions des composants d'un circuit électrique, les particularités des montages en série ou en dérivation.

Sur cette maquette de voiture (Figure 10, voir ci-après) réalisée par un groupe d'élèves de CM2, un grand nombre de circuits électriques différenciés correspondent au fonctionnement des codes, des phares, des clignotants et du moteur électrique du véhicule.

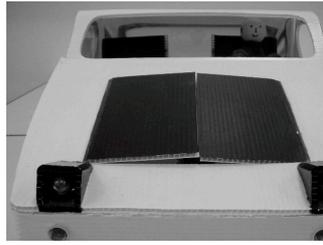


Figure 10 – Éclairage avant

Le schéma est particulièrement valorisé parmi les connaissances et compétences à évaluer dans les documents d'aide à l'évaluation émanant du ministère. Certes les exercices qui y sont proposés concernent plus spécifiquement le chapitre des leviers et balances, mais la compétence visée concerne bien la capacité de représentation et différentes stratégies sont proposées aux enseignants « *si le dessin n'est pas perçu comme instrument pour réfléchir* »<sup>13</sup> marquant ainsi le but assigné à la représentation.

## Vers une approche historique

La mise en perspective d'une histoire des objets techniques et de leur évolution est essentielle à la culture technologique pour comprendre notre environnement actuel et surtout anticiper ou se préparer aux mutations à venir. « *Le questionnement... peut être relatif...à la mise en perspective historique de l'évolution des sciences et des techniques* ».<sup>14</sup>

Les objectifs de cet enseignement à l'école primaire visent la prise de conscience par les élèves :

- du besoin de déplacement (lié à l'être humain existant depuis son origine) et de son évolution par rapport à de nouvelles habitudes de vie, de travail, d'éloignement de la famille...C'est-à-dire que l'élève comprenne que cette évolution est déterminée par des paramètres sociaux, économiques, scientifiques, techniques, écologiques et des choix politiques ;
- de la coexistence de différents principes techniques à certaines époques.

Dans les classes, ce dernier objectif peut être abordé également en s'appuyant sur les moyens de transport. Son étude sera limitée à une échelle de temps relativement courte.

L'activité présentée est menée dans une classe de CM2 à partir de 6 photos ou d'illustrations de véhicules ayant existé autour de 1900. La recherche documentaire, par groupes différenciés, permet d'identifier et de retrouver les caractéristiques de ces véhicules :

- Véhicule *hippomobile* : diligence, tramway et omnibus, fonctionnant de l'Antiquité jusqu'à 1976 (en Suisse).
- Moteur à gaz : de Delamare Debutteville, conçue à Rouen en 1901.
- Moteur à vapeur de la « Scotte », fabriquée à Lyon en 1892,

<sup>13</sup> Ministère de l'éducation nationale (2010) Ressources pour faire la classe : *Aide à l'évaluation des acquis des élèves en fin d'école élémentaire*, p. 10.

<sup>14</sup> Documents d'application des programmes, Cycle 3 (2002) p. 28.

- Le « *tricycle* » de Benz en Allemagne, moteur à essence à allumage électrique, 1897.
- Moteur à *pétrole* : « Buggy » de Panhard en France, 1891.
- Moteur à *essence* : la « Ford T », première voiture construite en série de 1908 à 1927, aux USA.
- Moteur *électrique* : du belge Jenatzy dépassant les 100 km/h en 1899.

L'observation pour chaque binôme ayant chacun trois représentations, déclenche des questionnements divers. Une problématique est retenue par l'enseignant :

« Quels types de moteurs et quelles énergies sont utilisés durant cette période ? »

Un tableau, dont les rubriques sont déterminées collectivement, est renseigné par chaque groupe :

Type de moteur	Type d'énergie	Inventeur Nom Lieu	Invention Date

Cette mise en forme des résultats correspond à une compétence identifiée dans les instructions officielles relative à l'usage particulier de l'écriture, spécifique à l'enseignement des sciences et de la technologie, que constitue l'établissement de tableaux.

Ainsi, l'observation, la mutualisation et l'analyse de ces différents systèmes de propulsion utilisés durant une très courte période mettent en évidence la prolifération d'inventions utilisant une grande variété de sources d'énergie, avant la stabilisation sur un type d'énergie, le pétrole, actuellement à nouveau remis en cause.

Cette activité permet d'acquérir des compétences transversales, comme « *prélever des informations* » et de découvrir les éléments de l'histoire des techniques, tels que :

- L'aspect mondial de la naissance de l'automobile ;
- La reprise de formes, de structure et de matériaux déjà validés et fonctionnels sur d'autres objets techniques (diligences, le vélo ou le train) ;
- L'adaptation et l'amélioration d'éléments techniques déjà opérationnels (chaîne de bicyclette, moteur à vapeur) ;
- La genèse cumulative, constituée d'améliorations successives de l'ensemble très complexe de l'objet actuel (moteur, roue, allumage, transmission, frein...) ;
- La variation des priorités de recherche et de production dans cette quête d'améliorations.

La comparaison avec des documents actuels permet de montrer que nous sommes au cœur d'une problématique liée au développement durable qui suscite de nombreuses recherches. Différentes solutions techniques coexistent à nouveau avant l'affirmation future de l'une

d'entre elles : moteur électrique, moteur utilisant la pile à combustible, moteur diesel, moteur à essence, moteur à gaz, moteur hybride etc. ?

## Conclusion

La technologie a pour objectif de comprendre et de décrire le monde construit par l'Homme, d'agir sur lui et de maîtriser les changements induits par l'activité humaine. Cette étude contribue à faire saisir aux élèves la distinction entre faits et hypothèses vérifiables d'une part, opinions et croyances d'autre part.

Observation, questionnement, expérimentation et argumentation pratiqués selon l'esprit de la Main à la pâte, sont essentiels pour atteindre ces buts ; c'est pourquoi les connaissances et les compétences sont acquises dans le cadre d'une démarche d'investigation qui développe la curiosité, la créativité, l'esprit critique et l'intérêt pour le progrès scientifique et technique. Comme on peut le voir dans l'article, les deux démarches peuvent s'imbriquer et elles lient la logique productive et la logique d'apprentissage :

- de la conception vers l'étude d'objet ;
- de l'étude d'objet vers la conception de maquettes ou d'objets.

La démarche de conception-fabrication transforme le réel : cela est plus spécifique à la technologie. Les modèles d'apprentissage sont principalement le tâtonnement expérimental, mais aussi le tâtonnement essai-erreur dans le cas de problème complexe.

À travers ces activités, les contenus ciblés dans les programmes sont traités, les compétences de fin de cycle envisagées. La maîtrise de la langue est au cœur des apprentissages, l'écrit est présenté comme un incontournable de la construction des concepts scientifiques et technologiques. Les travaux des élèves font l'objet d'écrits divers consignés, par exemple, dans un carnet d'observations ou un cahier d'expériences. Les traces élaborées collectivement, à mémoriser, sont bien différenciées par des couleurs, positionnement, encadrement ou écriture.

Cet article illustre la spécificité de l'école primaire dans l'enseignement de la technologie à travers des activités réalisées du CE2 au CM2 sur des objets techniques appartenant au thème des transports, thème ciblé également en 6<sup>ème</sup> au collège, mais abordé différemment.

La richesse et la créativité des enseignants, la dynamique de la classe confèrent à ces projets la souplesse et l'originalité que l'on peut souhaiter.

Si ces deux démarches spécifiques à la technologie prennent en compte les apports de la recherche en didactique et répondent aux injonctions ministérielles, on peut se poser les questions suivantes : y a-t-il d'autres démarches et d'autres modèles d'apprentissage ? Faut-il varier les démarches en technologie ?

## Bibliographie

- AUVERLOT D. et al., (1997) *Sciences et technologie : mécanismes et énergie*, CRDP Lille, Coll. Démarches et outils pour la classe.
- BÉDART-NAJI E. (2000) *La technologie au cycle 3*, Coll. « Pratiques de classe ». Retz.
- CLAPARÈDE E. (1931) *L'éducation fonctionnelle*. Neufchâtel et Paris : Delachaux et Niestlé (réédition Fabert 2003).

COUÉ A. & VIGNES M. (1995) *Découverte de la matière et de la technique*. Hachette éducation, Coll. Pédagogie pour demain.

DEWEY J. (1910) *How we think*. Lexington, Mass: D.C. Heath.

HARLEM W. (2011) *10 notions-clés pour enseigner les sciences*. Belin, Pommier.

L'HARIDON A. (2003) *Enseigner la technologie au cycle 3*. Nathan.

RAK I. (2007) *Technologie 2005 : démarche d'investigation, retour au début du XX<sup>ème</sup> siècle ?* Association Pagestec. [www.pagestec.org](http://www.pagestec.org). (Analyse de « fiches d'informations pédagogiques et techniques » n°102-103 de mars avril 1961 dans un article de F. Canonge professeur à l'ENNA de Paris).

VÉRILLON P. et al. (2005) *Produire en technologie à l'école et au collège*. INRP.

## **MUSÉES**

- Musée National des techniques CNAM, 292 rue St Martin, 75 141 PARIS Cedex 03.
- Centre de culture scientifique, technique et industrielle, 188 Av de Colmar, 68 100 MULHOUSE.
- Musée National de l'automobile, 192 Av de Colmar, 68 100 MULHOUSE.

## **REVUES**

TDC : - La planète automobile, 2003, n° 860.

- L'automobile au quotidien, 1986, n° 421.

B T J: - Un jouet technique: La voiture électrique, 1991, n° 350.

*Mécanique, pour aller plus loin*, Coll. Bibliothèque, CELDA, (1999).

*Technologie au cycle 3*, Coll. Banques pédagogiques, CRDP Lille, (2002).

## **JEUNESSE**

SCARRY H. (1992) *Comment fonctionnent les véhicules terrestres*. Col pour mieux comprendre, HEMMA.

SUTTON R. (1990) *Un moteur et quatre roues*. Coll. Les yeux de la découverte, GALLIMARD.

*Ces drôles de machines qui roulent*, NATHAN, 1985.

## **AUDIO VISUEL**

CHAYLE F. (1994) *Une affaire qui roule (l'automobile)*. C'est pas sorcier n° 5.

DE ROSNAY J., *Une voiture comment ça marche*, La Villette.

*Naissance de l'automobile*, CNDP.

## **CD-ROM**

Technologie au cycle III, CRDP Nord-Pas de Calais, 2000.

Toutes les sciences, Cycle 3, Nathan, 2011.