

## C. La machine à vapeur

### MUSÉE DE L'HISTOIRE DU FER

*Etude d'un modèle réduit de machine à vapeur : comment fonctionne cette machine ? A quoi sert-elle ?*



#### 1. Informations de base sur le projet

*11. Institutions qui ont développé le projet*

IUFM de Lorraine, rue Paul Richard, 54320 Maxéville, France.

*Musée de l'Histoire du Fer*, avenue du Général de Gaulle, 54140 Jarville la Malgrange, France.

Personne à contacter : François Lemoine, +33 3 83 15 27 73- [lemoine.kf@wanadoo.fr](mailto:lemoine.kf@wanadoo.fr).

Ouvert en 1966, le Musée de l'Histoire du Fer présente de façon chronologique l'évolution des techniques de production du fer, de la fonte et de l'acier dans leurs contextes économiques, sociaux et culturels. Sont ainsi traités, au moyen de maquettes, d'objets originaux et d'une abondante documentation iconographique, les trois étapes essentielles de l'histoire de la sidérurgie : Antiquité et Moyen Age, XV<sup>e</sup>-XVIII<sup>e</sup>, XIX<sup>e</sup>- début du XX<sup>e</sup> siècle. Le service pédagogique est assuré par deux professeurs déchargés à temps partiel (3 heures chacun). Les écoles bénéficient de la gratuité des visites.

*5 classes :*

*Ecole de Lenoncourt*: Ecole primaire, 13 place Mairie, 54110, Lenoncourt. Personnes à contacter : Alain Barthes et Anthony Gendron -[ecole.lenoncourt@wanadoo.fr](mailto:ecole.lenoncourt@wanadoo.fr).

Cette école fait partie d'un regroupement pédagogique éclaté avec les villages d'Art sur Meurthe et Bosserville, qui comporte 6 classes réparties sur les trois villages. Elle se situe à 14 km de Nancy en milieu rural. Le milieu socio-culturel est relativement favorisé.

*Ecole de Sorneville*: Ecole primaire 24, Grande Rue, 54280, Sorneville. Personne à contacter : Bernard Pecqueur - [ecolesorneville@wanadoo.fr](mailto:ecolesorneville@wanadoo.fr).

C'est une école en milieu rural qui fait aussi partie d'un regroupement. Elle se situe à 25 km de Nancy. Le public scolaire ne présente pas de problème particulier au niveau comportemental, ce qui permet des travaux en autonomie.

*Ecole Claude Gellée de Jarville*: Ecole Claude Gellée, 54140, Jarville la Malgrange. Personne à contacter : Patricia Kislin - [Patricia.Kislin@ac-nancy-metz.fr](mailto:Patricia.Kislin@ac-nancy-metz.fr)

Cette école se situe dans la banlieue de Nancy.

*Ecole Vincent Van Gogh de Leyr* : Ecole primaire, rue des écoles 54760 Leyr, France. Personne à contacter : Kadriye Lemoine - [kadriye1@free.fr](mailto:kadriye1@free.fr)

C'est une école en milieu rural, à quelques dizaines de km de Nancy.

*Ecole Montaigu*, rue Damery, 54410 Laneuveville. Personne à contacter : Véronique Chrétien-[chretien.veronique@club-internet.fr](mailto:chretien.veronique@club-internet.fr)

Cette école se situe dans la banlieue de Nancy.

*Ecole Pierre Brosselette*, rue Jean Macé 54510 Tomblaine. Personne à contacter : Olivier Rambaut-[patol.rambaut@wanadoo.fr](mailto:patol.rambaut@wanadoo.fr)

Cette école se situe dans la banlieue de Nancy.

*Ecole Jules Ferry* 54130 Saint Max. Personne à contacter : Patrice Charnot- [Fabrice.CHARNOT@wanadoo.fr](mailto:Fabrice.CHARNOT@wanadoo.fr)

Cette école se situe dans la banlieue de Nancy.

*12. Buts du projet*

L'observation en classe du fonctionnement d'un modèle réduit d'une machine à vapeur, objet prêté par le musée du fer, constitue l'élément déclencheur de ce projet portant sur l'étude d'un objet technique complexe. Pour l'enseignant, cette action lui a permis d'introduire auprès des élèves un travail pédagogique pluridisciplinaire portant sur des notions scientifiques : les sources et formes d'énergie, les différents états de l'eau, et sur des notions techniques comme la transmission et la transformation du mouvement.

*13. Matériels nécessaires*

au musée :

- Les machines et les maquettes : la collection permanente du musée

- Plusieurs machines fonctionnant à air comprimé, qui seront montées et démontées

à l'école :

- modèle réduit de machine à vapeur, prêté par le musée
- documents fournis par le musée : documents pour l'enseignant, schémas de la machine

sur le terrain :

possibilité de visiter des mines.

## **2. Première partie, en classe, 3 séances**

### **L'énergie**

#### Objectifs :

- évoquer les principales énergies utilisées par l'homme.
- classer des objets en fonction de l'énergie utilisée.
- répertorier et valider les différentes sources d'énergie naturelles.
- aboutir à une distinction entre sources et formes d'énergie.
- mettre en place un recueil de représentations sur le fonctionnement d'un système complexe.

Présentation de l'activité : les enfants ont travaillé dans un premier temps par groupe de 5. Des panneaux (tri d'objets de la vie courante) ont été réalisés et ont été présentés à la classe par les secrétaires de chacun des groupes. A l'issue de chaque restitution, une discussion collective a eu lieu mettant en avant les interrogations souvent légitimes des enfants.

Consigne : classer les images en différentes catégories,



Commentaire : il ne semble pas évident aux élèves de trouver un classement et de le justifier. Certains groupes trouvent tout de suite un classement, d'autres sont indécis et changent de type de classement. Les élèves étant très perturbés par le fait qu'un grand nombre d'images sont présentes dans plusieurs catégories, le maître donne des indices pour deux groupes (comment ou avec quoi ça marche ?)

Le classement donné par chacun des groupes est très différent. Un groupe a classé les objets d'une façon temporelle : MODERNE signifiant "de notre temps" et ANCIEN "avant". Il est bien entendu impossible de donner des limites temporelles à "ancien et moderne", chaque enfant ayant lui-même des valeurs très personnelles à ces limites. Ces classements ont permis de mettre en évidence les différentes sources d'énergie naturelles existantes. Les objets fonctionnant à l'électricité ont amené des contradictions évidentes, puisque l'électricité doit être "fabriquée" avant par une autre machine.... Certains enfants évoquent déjà des transformations (eau-vapeur) et le besoin d'un élément intermédiaire (turbine - moteur - centrale) pour le bon fonctionnement de l'objet.



classement "ancien - moderne"



découverte des sources d'énergie

C'est aussi lors de ce premier classement que vont ressortir les notions de vapeur et les transformations de l'eau. Les élèves, à ce moment de l'apprentissage, donnent individuellement leur définition de ce qu'ils entendent par source et forme d'énergie.

« SOURCES »	« FORMES »
les énergies naturelles les éléments qui forment l'énergie les phénomènes naturels l'énergie du début/de départ les inventaires d'énergie ce qui fabriquent l'énergie	Les énergies de fin les phénomènes artificiels les énergies qui font fonctionner les énergies polluées les énergies naturelles transformées les énergies fabriquées par l'homme

Tableau récapitulatif des propositions des enfants

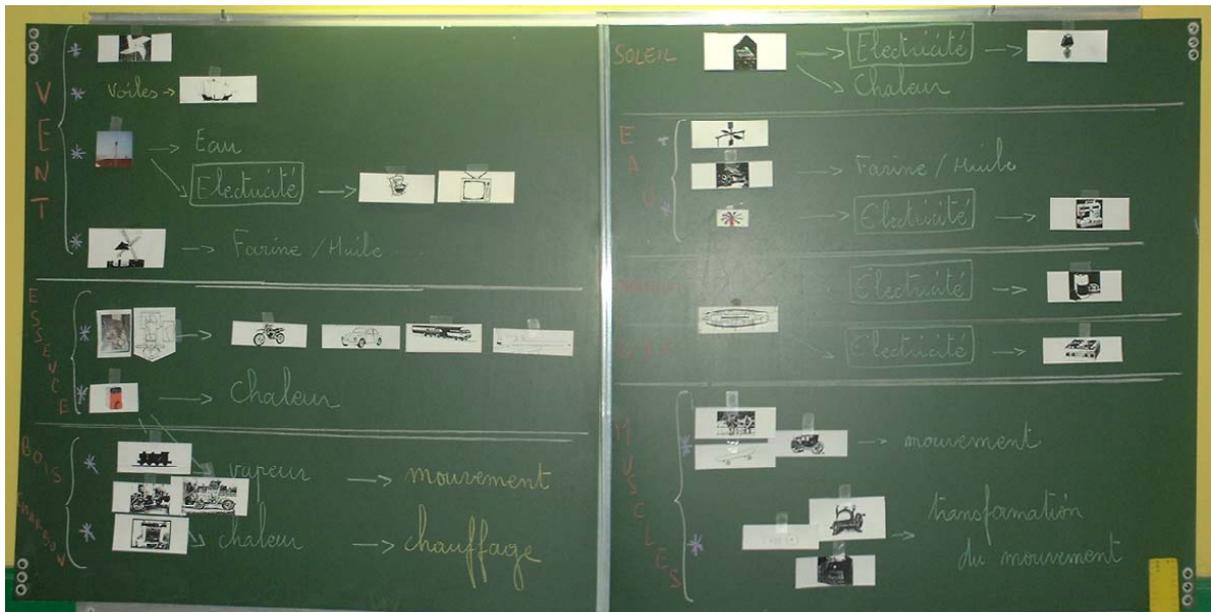
Présentation de l'activité et consigne : dans un deuxième temps, les enfants ont travaillé individuellement et collectivement. Un tableau divisé en neuf parties est mis en place : chaque source d'énergie naturelle donnée par



une élève vient positionner son étiquette



tableau récapitulatif



Vue d'ensemble du tableau final sur les sources et formes d'énergie

Présentation de l'activité et consigne : Pour conclure ce travail sur l'énergie, les enfants ont réalisé à l'aide de fiches techniques des objets fonctionnant avec diverses énergies : vent, chaleur, eau..

- chaudière
- moulinets
- turbines
- roues à aubes





Différentes expériences réalisées en atelier par les enfants.

Commentaires : Ces objets ont été fabriqués par groupe de trois enfants. A l'aide d'une fiche technique, ils devaient, dans un premier temps, rassembler tout le matériel nécessaire à la fabrication de leur objet puis commencer le montage des différents éléments.

Les enfants ont pu constater la grande différence existant entre la réalité de l'objet et sa représentation sur le papier. Il a fallu, dans beaucoup de cas, émettre des hypothèses sur le non fonctionnement de l'objet et remédier par des moyens techniques aux problèmes rencontrés.

### 3. Deuxième partie, en classe, 3 à 5 séances

#### Observation du modèle réduit

#### Travail sur les parties de la machine à vapeur

Mots clé : foyer, chaudière, tuyau, cylindre, piston, bielle + action de la vapeur.  
Plusieurs séances. Différentes entrées d'étude.

Objectifs : Le but de ces séances est de :

- découvrir une maquette représentant un système complexe : la machine à vapeur.
- émettre des hypothèses sur un objet peu familier.
- s'approprier les différentes parties qui composent la machine à vapeur.
- retrouver les différents éléments de la machine à vapeur.
- utiliser un vocabulaire technique précis.
- mettre en évidence les états de l'eau dans la machine : eau-vapeur, eau-liquide.
- retrouver le trajet de la vapeur de la citerne au cylindre.
- noter les lieux, les causes et les conséquences de ces différentes transformations.

#### Présentation de l'activité :

3 Groupes : —> observation de la machine à vapeur (les élèves prennent des notes lors de la démonstration).  
L'observation de la machine à vapeur se fait pour chacun des groupes en trois étapes.

Dans un premier temps, les enfants découvrent la machine, l'observent et se posent des questions sur l'utilité d'une ou de plusieurs machines. Il leur est demandé alors d'émettre des hypothèses sur son fonctionnement et son rôle.

Ensuite, la machine est mise en route. Les enfants constatent qu'il est nécessaire d'utiliser de la chaleur, mais aussi de l'eau. Pendant le déroulement de l'expérience, il est demandé aux enfants de noter et/ou de dessiner tous les événements visuels, sonores, olfactifs ou autres qu'ils pourraient remarquer (et peut-être d'émettre des hypothèses quant à ces événements).

A la fin de l'expérience, la consigne est identique à celle posée lors de la phase initiale de l'expérience. Le maître demande si les premières hypothèses émises sont confirmées et, dans le cas contraire, il fait émerger de nouvelles idées après avoir observé le fonctionnement de la machine.

Commentaire : classement des notes prises par le groupe 3 : relevé des expressions ou termes employés par les élèves au cours des 3 phases d'observation de la machine.

AVANT 1	PENDANT 2	APRES 3
Caméra /caméscope 2 machines machine à feu/à eau/à vapeur ça sert à faire de l'électricité, de l'énergie ça marche avec l'eau, air, feu, gaz usine à faire du feu	Présence d'eau dans un réservoir Bruit d'eau qui bout Eau qui bout Vapeur qui sort par un petit trou Feu + eau Ça va bouillir L'eau va faire tourner la roue	Moteur d'un train Locomotive à vapeur Roue de train qui fonctionne grâce à la vapeur Usine à vapeur Usine à eau J'ai découvert que c'est une
c'est très ancien maquette où il y a 3 instruments maquette d'une usine d'électricité ça sert à décorer de l'eau qui se transforme en vapeur fondre du plastique faire du thé machine à coudre chaudière pollution	Machine à vapeur 1 Eau + feu forme de la vapeur Il faut tirer le « truc » pour faire la vapeur. C'est la vapeur qui va faire tourner. ça siffle comme une cocotte huile attendre que ça chauffe/15 mn ça va faire de la buée à l'intérieur du tube et l'eau monte. De la fumée qui sort d'un pot d'échappement Fabriquer du gaz /de l'eau sucrée !	machine à vapeur Ça se mettait sur une ancienne locomotive Ça nous explique un peu comment l'on faisait marcher les locomotives Ça réduit l'eau dans le réservoir L'eau se vide Faire de l'eau chaude donc de l'énergie hydraulique La roue tourne de plus en plus vite La roue ralentit quand l'allume-feu est fondu On enlève le feu et la roue ne tourne plus La roue ralentit car il y a moins d'eau Ça ralentit quand on appuie sur le bouton noir (soupape)



Première découverte de la machine à vapeur



Comment ça marche ?

Présentation de l'activité et consigne : travail individuel puis collectif – synthèse et mise en commun avec analyse, émission d'hypothèses et critiques.

**phase 1** : positionnement eau / vapeur dans machine.

Le maître montre collectivement à l'aide du rétroprojecteur le schéma de la machine à vapeur utilisée en classe. Il rappelle les différentes étapes du fonctionnement de la machine et les enfants se remettent en mémoire les observations qu'ils avaient notées.

Il demande de colorier en bleu les endroits où l'on trouve de l'eau sous forme liquide et en rouge les endroits où l'on trouve de la vapeur.

### Commentaires :

Tous les enfants ont bien distingué que l'eau de la cuve s'était transformée en vapeur . La même vapeur est passée par le tuyau et a permis de faire fonctionner la machine.

Beaucoup d'enfants ont rempli la citerne entièrement. 9 ont tout de même remarqué que la cuve n'était pas complètement remplie d'eau, et ils ont colorié en rouge le complément.

1/3 de la classe a montré un échappement de vapeur par le sifflet. On l'avait fait fonctionner pendant le déroulement de l'expérience et les enfants ont bien compris que de la vapeur s'en échappait.

Par contre, 5/6 de la classe n'a pas colorié la soupape. Les élèves n'ont pas compris le rôle de cet élément et n'ont pas vu, pendant l'expérience, de la vapeur en sortir.

Tous les enfants ont colorié entièrement le tuyau en rouge sauf un qui a commencé en rouge puis a mis, par intermittence, du bleu quand il se rapprochait du cylindre. Il avait constaté que de l'eau s'écoulait à cet endroit et il pensait certainement que la vapeur se transformait peu à peu en eau liquide dans le tuyau.

La plupart des enfants ont observé l'écoulement d'eau dans la cuvette mais ils sont incapables pour l'instant d'expliquer ce phénomène. Seul un enfant pense que la vapeur rejetée par le cylindre à son extrémité est transformée au contact de l'air en eau liquide.

**- Phase 2 :** travail individuel – utilisation d'un vocabulaire technologique précis.

Lors de cette phase, les enfants reçoivent la maquette de la machine à vapeur sans les noms, mais avec les flèches.

α 1ère étape : le maître demande aux enfants de donner un nom aux différentes parties de la machine en s'aidant des flèches proposées.

α 2ème étape : le maître donne aux enfants les noms des différentes parties de la machine. Les enfants doivent découper les étiquettes et les placer sur leur schéma.

Il demande aux enfants de placer en premier les étiquettes dont ils sont sûrs, puis de rechercher, en fonction des flèches restantes, le meilleur endroit possible pour les étiquettes non placées.

α 3ème étape : correction collective et mise en place des noms des différents éléments de la machine. Explication rapide et analyse des erreurs par les enfants.

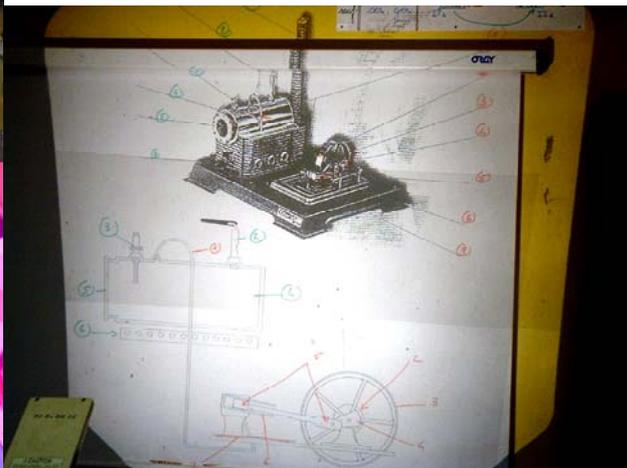
Cheminée	: 27		
Sifflet	: 28		
Soupape	: 3	bouchon : 4	chargeur d'eau : 1
Chaudière	: 9	tube : 1	bouilloire : 1
Eau	: 15	hublot : 2	réservoir d'eau lucarne : 5
Citerne	: 6	vapeur : 1	: 1
Feu	: 15	manette feu : 2	pour chauffer : 2
Tuyau	: 19	vapeur : 5	tuyau avec vapeur : 8



Mise en place des étiquettes



C'est pas toujours facile ...



Utilisation du rétroprojecteur pour la mise en commun

#### 4. Troisième partie, au musée

##### Le système piston bielle manivelle.

Objectifs : le but de ces séances est de :

- donner un sens aux activités menées en classe. Voir les objets réels.
- s'approprier et utiliser un vocabulaire précis,
- repérer les différents éléments du système bielle / manivelle
- émettre des hypothèses quant au fonctionnement correct ou non du système fabriqué.
- remédier aux problèmes rencontrés.
- réinvestir des connaissances et étudier plus précisément une véritable machine à vapeur à l'aide d'un questionnaire et d'un schéma.

Présentation de l'activité et consigne : travail par groupes de deux – construction du système bielle / manivelle et analyse des difficultés rencontrées.



Construction par groupes de deux d'un système piston – bielle – manivelle

Commentaires : la construction du système a été réalisée à partir d'un patron photocopié. Le montage des parties roue-manivelle-bielle a nécessité des réajustements (positionnement des différentes pièces et rigidité de la bielle).

Organisation de la visite au musée : lors de la visite au musée de l'histoire du fer de Jarville, le groupe classe a été divisé en 2 sous-groupes.

Le premier groupe a construit une petite machine à vapeur. A l'aide d'une fiche technique et de consignes de travail, les enfants par deux ont assemblé et fait fonctionner cette machine.

A la suite du montage, il a été demandé aux enfants de donner un nom et de préciser le rôle de chacune des pièces utilisées.



Assemblage des différentes pièces de la machine à vapeur



Mise en évidence de la sortie de l'air



C'est fatigant, la machine à vapeur ...

Pendant ce temps, les enfants du 2<sup>ème</sup> groupe (par deux) ont reçu le plan d'une machine à vapeur se trouvant dans le musée. Sans aucune aide extérieure, ils ont dû chercher la machine, retrouver sur des panneaux informatifs son histoire, mais aussi, après observation, repérer les différentes parties connues en concordance avec la machine à vapeur observée en classe. Enfin, ils devaient imaginer les parties fixes, les parties mobiles (avec un mouvement de rotation ou un mouvement de va et vient), et émettre des hypothèses sur l'utilisation de cette machine.



Rencontre avec une « vraie machine » (visite au musée)

### Commentaires :

Il est intéressant, lors de la première activité, de voir et de constater les différences existant entre les groupes. Si certains ont suivi la fiche technique d'une façon très normalisée, d'autres se sont lancés à l'aventure, soit en ayant déjà repéré les pièces et leur fonctionnement, soit en imaginant tout logiquement l'emplacement des pièces en fonction des parties à assembler.

En ce qui concerne la rencontre avec les « vraies machines », les enfants ont pu se rendre compte de leurs dimensions réelles et de la complexité des mécanismes. De plus, la visite a permis de mettre du sens sur les activités menées en classe et de continuer l'étude de l'objet complexe qu'est la machine à vapeur.

### Présentation de l'activité et consigne :

Lors du retour en classe, les enfants par groupe ont dû se mettre d'accord pour arriver à un travail commun. Il fallait vérifier les réponses de leur questionnaire et réaliser des panneaux qui devaient présenter et expliquer la machine étudiée au musée. Chacun de ces panneaux devait comporter : un titre, un texte historique, un texte explicatif sur le rôle et le fonctionnement de chacune des pièces, des photos annotées et des schémas (en couleur) montrant les différentes parties de la machine.

Ces panneaux ont été présentés par les enfants au reste du groupe-classe. La transmission des informations s'est faite directement d'élève à élève. Le plan de chaque machine a été projeté sur écran à l'ensemble de la classe : occasion de retrouver dans chacune des machines observées le vocabulaire précis relatif au système bielle-manivelle.

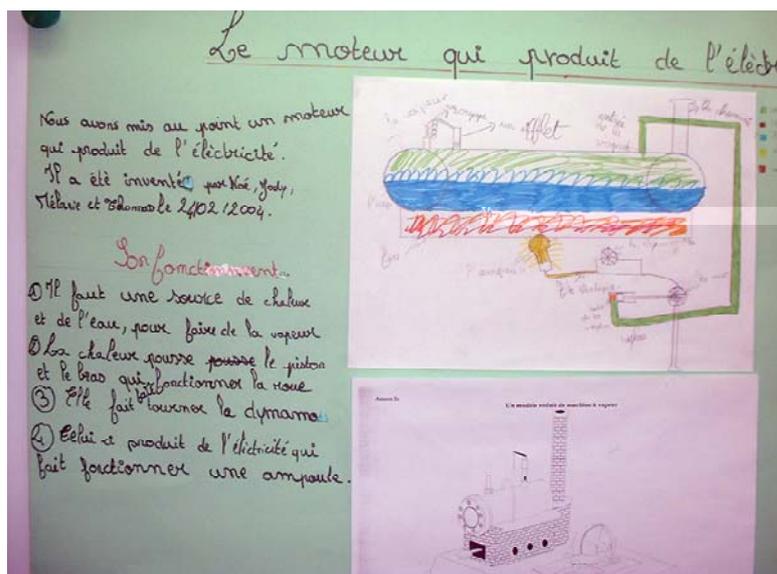
Le dernier groupe (les enfants qui n'étaient pas allés au musée) devait inventer une machine à vapeur et imaginer la fiche technique.



Présentation des panneaux par les élèves



Panneaux réalisés par les différents groupes sur les six machines observées au musée.



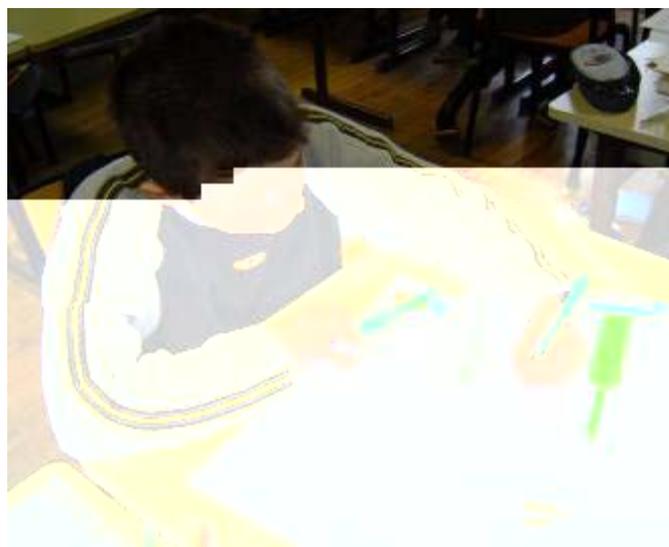
Machine inventée par le groupe absent au musée

Commentaires : on a constaté un réel intérêt pour ce type d'activité. La réalisation des panneaux a nécessité le recours à de nombreux savoir-faire et compétences transversales. Les échanges oraux lors de la phase collective ont été porteurs de sens et ont permis pour chaque enfant d'avancer dans sa réflexion expérimentale.

Pour conclure ce travail, chaque enfant a dessiné un système piston-bielle-manivelle et a écrit un texte explicatif sur le fonctionnement de ce système, dans lequel il précisait les différents états de l'eau et ses transformations (en expliquant les causes).



Ouf ! On a fini ...



## 5. Autres domaines

### a) Histoire :

Objectifs :

- Lire et construire une frise chronologique.
- Distinguer les grandes périodes de l'Histoire.
- Replacer des personnages, des groupes sociaux et des productions techniques et artistiques dans ces périodes, notamment la période de la Révolution Industrielle.

### Présentation des activités :

les enfants ont travaillé de façon individuelle ou en binôme. Mise en commun au tableau.

Frise sur les grandes périodes de l'Histoire et les formes d'énergie utilisées.

Cette phase s'est insérée dans le travail pédagogique de repérage dans le temps. Il s'agissait pour cela de faire construire aux élèves une frise à partir d'un texte sur l'énergie à travers le temps. Les difficultés que les élèves ont rencontrées se situaient au niveau de l'extraction des bonnes informations, de leur transposition sur un axe horizontal et de leur correspondance avec les années et les siècles. Les résultats ont été mitigés et donc la notion de frise à revoir (forme, contenu).

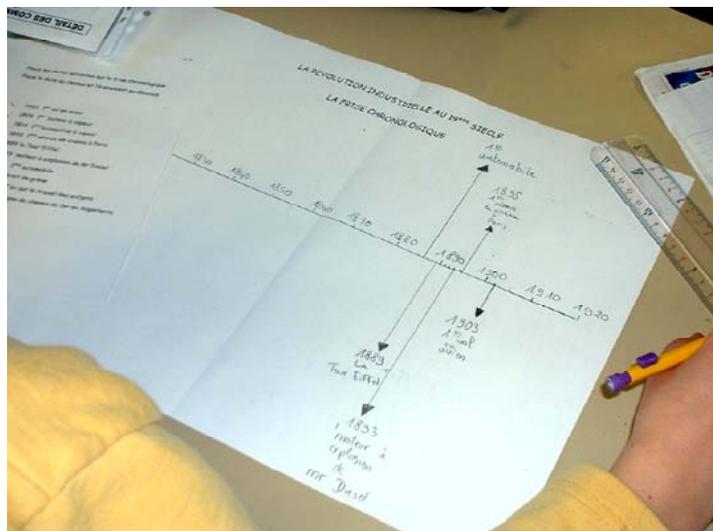
Frise sur les grands périodes et situation des grandes inventions techniques.

L'accent a été mis sur la notion de siècle et des années correspondantes. Les enfants ont pu approfondir la notion sur les trois derniers siècles. Les enfants devaient placer des étiquettes d'inventions techniques à la bonne époque. Certains enfants ont confondu invention et utilisation des objets. D'où une précision concernant la consigne : « coller les étiquettes à l'époque où l'objet a été inventé, c'est à dire utilisé pour la première fois. ».

### Frise sur la Révolution Industrielle.

Les élèves ont dû placer 10 dates correspondant à des événements de la Révolution Industrielle sur un axe.

Exemples : 1903 premier vol en avion ; 1889 Tour Eiffel ; 1886 première automobile ; 1841 interdiction du travail des enfants de moins de huit ans etc.



L'élève place les dates des inventions.

### Les conditions de vie des ouvriers et le travail des enfants au 19<sup>ème</sup> siècle.

Les enfants ont travaillé à partir de corpus documentaires sur les usines, les ateliers, les lois, le logement des ouvriers. Les reproductions de dessins et de tableaux de François Bonhommé ont permis de comparer l'habillement, le lieu de travail, la condition sociale des métiers de la mine. Les élèves ont été très sensibles à cette partie du programme et ont posé de nombreuses questions, ce qui a permis d'aborder l'éducation civique.



Reproductions de dessins de François Bonhomme.

b) Education civique :

Les élèves ont travaillé sur la variation de la durée du travail (passage aux 40, 39 puis 35 heures), les lois et droits du travail.

En étudiant le travail des enfants en France et en Angleterre au 19ème siècle, il a été également question du travail des enfants dans certains pays à notre époque.

c) Géographie :

Localisation des régions industrielles.