DES VEHICULES PLEINS D'ENERGIE

Concours « C'génial » 2017

Projet du collège MALLARME de SENS

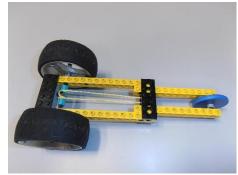
















CADRE DU PROJET

Le projet a été mené dans le cadre d'un atelier de culture scientifique. Une douzaine d'élèves volontaires sont réunis chaque semaine en dehors du temps scolaire, pendant toute l'année.

Le thème principal est proposé par l'équipe de pilotage mais l'ensemble du projet se réalise avec les élèves en s'appuyant principalement sur leurs idées. Le point de départ est toujours un questionnement, une problématique, qui aboutit ensuite à différentes pistes de résolution.

Les élèves sont encadrés par leur professeur de physique-chimie et par l'aide de laboratoire, M. POIRIER. Le but est de les guider dans leur démarche de recherche, de les aider à repérer les difficultés techniques prévisibles et d'orienter leur travail vers des solutions réalisables au collège. Mais l'objectif principal reste avant tout d'initier les élèves à la pratique d'une démarche scientifique, en essayant de les inciter à un maximum de méthode et de rigueur dans leur travail.

D'autres professeurs ou des intervenants extérieurs peuvent se joindre à l'équipe en cours d'année en fonction des besoins.

Des contacts sont en cours avec un partenaire scientifique de l'IUT d'Auxerre, Jean François FONTAINE. Une rencontre avec les élèves devrait être prévue avant la fin de l'année.

Il est donc important de noter que les élèves et les encadrants sont tous dans une action de découverte, sans savoir à priori si les solutions retenues pour résoudre le problème aboutiront à une réussite.

Le travail de recherche doit aboutir à plusieurs réalisations techniques qui évolueront au cours du temps, les mesures expérimentales et les découvertes réalisées par les élèves permettront de les améliorer.

THEME DU PROJET ET PROBLEMATIQUE

Le thème choisi est en lien avec l'énergie et l'environnement, qui sont des thématiques importantes dans les nouveaux programmes du collège.

Voici le problème soumis aux élèves :

Comment déplacer un véhicule miniature en utilisant une source d'énergie autre qu'une pile du commerce ?

De manière à obtenir une autonomie complète, il sera nécessaire que la source d'énergie soit portée par le véhicule tout au long de son mouvement.

L'idée principale est d'introduire une réflexion sur les sources d'énergie en s'appuyant sur la conception d'un objet ludique, concret et intéressant à manipuler dans le cadre d'une démarche de recherche expérimentale.

Bien entendu, des connexions seront possibles avec l'espace, notamment dans le contexte probable d'une mission d'exploration de la planète Mars dans les 20 prochaines années.

Le travail effectué sur des modèles réduits pourra aboutir ensuite à une réflexion sur les moyens de transports utilisés dans la vie de tous les jours.

OBJECTIFS

- Initier les élèves à la démarche scientifique en s'appuyant sur une pédagogie de projet
- Repérer des paramètres physiques pertinents et mener des expériences simples pour comprendre leur influence
- Améliorer les dispositifs expérimentaux en s'appuyant sur des critères mesurables.
- Comprendre les notions de base sur l'énergie et s'initier à la réalisation de bilans énergétiques
- Communiquer les résultats obtenus dans le cadre de concours et lors de rencontres prévues avec des élèves du primaire.

CHOIX DU MATERIEL

Nous voulions limiter au maximum les contraintes liées à la fabrication des dispositifs, il fallait donc trouver des systèmes simples à construire et efficaces, permettant des modifications rapides en fonction des idées des élèves. En effet, dans le cadre d'une étude expérimentale, il est nécessaire de faire varier des paramètres de manière indépendante pour étudier leur influence sur le comportement du véhicule.

Très rapidement, la solution des systèmes « LEGO » a été retenu, aussi bien pour la fabrication des supports de véhicule que pour élaborer des dispositifs permettant des mesures (fixation de dynamomètres par exemple). De plus, les nombreux engrenages disponibles permettront d'adapter les systèmes d'entraînement.

MODE OPERATOIRE

Chaque séance débute par la formulation d'un objectif à atteindre, un élève est désigné pour garder une trace de la séance (photos + résumé écrit)

Généralement, les élèves travaillent par petits groupes en fonction des objectifs fixés en début de séance

Pour une série de 3 ou 4 séances, les activités pour les élèves s'organisent généralement de la façon suivante :

Etape 1 : Identification de la source d'énergie

Pour chaque source d'énergie retenue, on essaie tout d'abord de mieux la définir, en essayant de répondre à la question suivante : De quoi dépend la source d'énergie ?

Pour les élastiques par exemple, les élèves expriment facilement l'idée que plus l'élastique est étiré, plus l'énergie accumulée est grande. Cependant, lorsqu'on leur demande comment varie la force de traction en fonction de l'étirement, les réponses sont beaucoup plus floues. Il leur apparaît donc pertinent d'effectuer des mesures de forces à l'aide d'un dynamomètre pour réaliser ensuite un graphique.

Etape 2 : Adaptation de la source d'énergie au véhicule

Une fois la source d'énergie choisie, il faut l'adapter sur le véhicule pour qu'elle puisse donner lieu à un déplacement. Les élèves ont à leur disposition du matériel simple pour permettre une assez grande liberté dans les assemblages.

Etape 3 : Repérage des difficultés

Après les premières tentatives, nous réalisons un bilan collectif. Chacun peut intervenir pour indiquer ce qui fonctionne bien ou mal. On essaie ensuite de trouver des pistes possibles pour améliorer les dispositifs. Les idées principales sont écrites et schématisées sur feuille pour la séance suivante.

M. POIRIER, notre aide de laboratoire présent à toutes les séances, s'appuie ensuite sur les propositions des élèves pour préparer les aménagements ou les nouveaux dispositifs.

Etape 4 : Nouveaux essais expérimentaux

Après avoir apporté les modifications nécessaires, les élèves effectuent de nouvelles expériences. Lorsque le dispositif fonctionne correctement, ils réalisent les mesures de vitesse et comparent les performances des véhicules.

Etape 5 : Bilans énergétiques

Une fois le véhicule finalisé, les élèves doivent être capables de compléter un bilan énergétique simplifié, comprenant les différentes formes d'énergies et leurs transformations.

LES VEHICULES

Dispositif 1 : Energie élastique avec roues

La première piste envisagée par les élèves a été l'élastique, car cela leur paraissait le plus simple à réaliser.

En pratique, plusieurs difficultés techniques se sont présentées. En effet, il a fallu trouver un moyen de relier l'élastique à l'axe des roues arrières qui entraînent le véhicule.



Constats:

- Au départ, beaucoup d'élèves utilisent l'élastique à la façon d'une courroie reliant les roues avants et arrières. Dans ce cas l'énergie élastique n'est pas exploitée.
- La taille des roues a une importance sur la vitesse du véhicule
- Si les roues sont trop petites, elles patinent au démarrage
- L'adhérence de la roue au sol est importante pour le démarrage.
- Le poids du véhicule influence beaucoup la vitesse de déplacement
- Lorsque l'élastique est complètement déroulé, le véhicule finit par s'arrêter pour ensuite revenir en arrière.
- Certains élèves ont proposé d'utiliser l'élastique en torsion plutôt qu'en enroulement. La durée du mouvement est plus grande mais la force d'entraînement est plus faible.

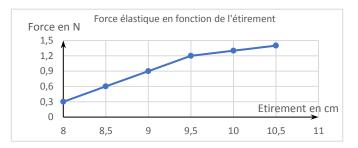
Expérimentations:

 Utilisation d'un dynamomètre pour mesurer l'intensité de la force élastique en fonction de l'étirement : Les mesures font apparaître une proportionnalité entre l'étirement (E) et la force élastique. On observe un changement de comportement si l'élastique est trop tendu (après 9,5 cm).

Expression de la force du type F = k E où k est une constante liée à l'élastique.







 Mesure de la force de traction en fonction de la taille de la roue : Les résultats font apparaître que la force de traction augmente si la taille de la roue diminue





Influence du poids sur la force de traction : Les élèves ont placé des masses marquées de différentes valeurs sur le véhicule, ils ont pris soin d'utiliser les mêmes roues avec un nombre de tours d'élastique constant. Un dynamomètre permet de mesurer la force de traction exercée par l'élastique. On constate que la force de traction diminue sensiblement avec l'augmentation de la masse tractée. Il est donc important que le véhicule soit le plus léger possible.



 Les élèves ont réalisé plusieurs séries de mesures sur une piste en salle de classe pour calculer les vitesses moyennes des véhicules (distances et temps de parcours). Cela a permis de vérifier l'influence de chaque paramètre étudié sur le comportement du véhicule et d'aboutir à une version finalisée du véhicule à élastique.



Bilan:

Ce véhicule est particulièrement efficace et permet d'atteindre des vitesses importantes sur une longue distance. Le châssis a été allégé le plus possible mais nous avons retenu des roues assez lourdes avec pneumatiques en caoutchouc pour améliorer l'adhérence au sol. En effet, l'élastique est assez puissant pour exercer la force de traction nécessaire. Si le véhicule est trop léger, les roues patinent parfois. Le diamètre des roues est important pour atteindre la plus grande vitesse possible. Une amélioration importante a été apportée au dispositif : un petit ergot placé sur l'axe permet d'accrocher l'élastique au départ de l'enroulement. A la fin du parcours, l'élastique se décroche et permet au véhicule de continuer sa course en « roue libre ». Ainsi le véhicule ne revient plus en arrière en fin de course.



Dispositif 2 : Energie élastique avec hélice

Lors de la réalisation du premier véhicule, certains élèves ont proposé de remplacer les roues par une hélice. D'abord pour contourner les difficultés liées au mécanisme d'entraînement mais aussi pour permettre un déplacement sur l'eau ou dans les airs.

Nous avions remarqué aussi qu'en utilisant l'élastique en torsion, le mouvement pouvait durer plus longtemps.

Constats:

- Malheureusement des difficultés importantes se sont retrouvées au niveau de l'accroche de l'hélice sur le châssis. En effet l'élastique tend l'hélice sur son axe de rotation, ce qui limite fortement sa vitesse. Nous en avons conclu qu'il fallait limiter au maximum la surface de contact en utilisant par exemple la partie pointue d'une mine de stylo bille. Un trombone nous a servi d'axe de rotation et a permis d'accrocher l'élastique.
- L'hélice tourne assez vite et longtemps mais ne permet pas toujours de déplacer le véhicule
- Le démarrage semble le plus difficile, une fois qu'il avance il prend régulièrement de la vitesse
- La taille des roues semble également jouer un rôle important dans ce type de véhicule. Notre aide de laboratoire, Monsieur POIRIER, nous a confectionné de nouvelles roues en PVC, plus grandes, permettant de s'adapter aux axes Légo.





Expérimentations:

- Les expériences réalisées pour le véhicule précédent nous ont été très utiles pour améliorer le dispositif. Nous avons rapidement convenu que le véhicule devait être le plus léger possible.
- Les élèves ont proposé ensuite de tester plusieurs hélices différentes, dans leur forme et dans leur taille. Un dynamomètre nous a permis de mesurer la force de traction maximale obtenue.
- Après plusieurs tests, nous nous sommes aperçus que plus les roues étaient grandes plus le démarrage du véhicule était facilité. Nous pensons que cela est lié aux frottements sur le sol mais aussi au point d'application de la force (levier plus important)
- Des calculs de vitesse ont été réalisés sur piste, avec plusieurs hélices différentes et plusieurs diamètres de roue. Nous avons pu ainsi déterminer la meilleure configuration possible.



Bilan:

Ce véhicule fonctionne très bien et plaît beaucoup aux élèves. Il est en effet assez amusant de l'observer prendre de la vitesse et parcourir de grandes distances parfois. En revanche ses capacités restent assez limitées et il est impératif de diminuer au maximum le poids. L'autre inconvénient est le temps de la mise en œuvre, il faut en effet enrouler l'élastique un très grand nombre de fois. Nous avons donc fabriqué un dispositif à l'aide d'engrenages pour accélérer les choses.

En ce qui concerne les hélices, le modèle à deux pales est vite apparu le plus efficace. La plus grosse hélice a provoqué des vibrations qui ont perturbé fortement le déplacement. Les plus petites tournaient très rapidement mais ne semblaient pas « appuyer » suffisamment sur l'air pour être efficaces.



Dispositif 3 : Energie élastique avec un ballon de baudruche

Pour ce véhicule, la source d'énergie élastique du ballon est utilisée pour créer un déplacement d'air. La force de réaction crée par l'éjection de l'air fait avancer le véhicule.

Constats:

- La fixation du ballon sur le châssis du véhicule n'a pas été simple en raison de l'encombrement du ballon une fois gonflé, certains éléments LEGO ont été très pratiques pour constituer un cadre support.
- L'embout d'éjection de l'air a posé aussi quelques difficultés, il a fallu trouver un moyen de le fixer au véhicule sans gêner le passage très rapide du gaz.
- Comme pour le précédent véhicule, nous avons fait en sorte d'obtenir un véhicule très léger avec des roues aussi grandes que possible.
- En gonflant le ballon à la bouche, nous nous sommes vite rendus compte que de l'eau se formait dans le ballon, nous avons donc choisi d'utiliser une pompe manuelle. Nous avons pu mesurer approximativement la pression dans le ballon, le nombre de mouvements effectués a permis de maintenir un volume d'air à peu près constant entre chaque expérience.

Expérimentations :

- Etude du comportement du véhicule en fonction du volume d'air enfermé dans le ballon
- Influence de la taille des roues
- Etude de la vitesse de l'air à la sortie du ballon lorsqu'il se dégonfle, utilisation d'un anémomètre.
- Variation du diamètre du tube permettant l'éjection de l'air

Constats:

- Nous avons été étonnés par la vitesse atteinte par l'air à la sortie du tube d'éjection, elle dépasse parfois 100 km/h
- Le ballon se dégonfle très vite si le tube d'éjection a un diamètre trop grand. En revanche, si le diamètre est trop petit, la vitesse de l'air est trop limitée pour permettre un déplacement du véhicule.
- Si on utilise le même ballon plusieurs fois de suite, on constate une diminution de la vitesse de l'air. Il semble donc perdre de son élasticité.
- Lorsque le ballon se dégonfle, la vitesse de l'air est presque constante mais elle augmente toujours à la fin.
- Plus le tube d'éjection a un diamètre élevé, plus la vitesse de l'air est grande.

Bilan:

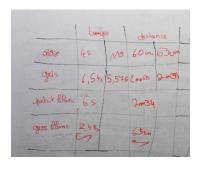
Ce véhicule fonctionne très bien également et il est amusant de l'observer prendre son accélération. Il permet d'atteindre des vitesses élevées et parcourt une distance importante. La préparation du véhicule est assez rapide mais il a fallu trouver un dispositif de blocage de l'air à la sortie du ballon pour faciliter le déclenchement. Les élèves se sont entraînés pour réussir les manipulations (gonfler le ballon puis déclencher la sortie de l'air).

Les mesures expérimentales réalisées au cours des séances nous ont permis de choisir l'association « ballon – tube d'éjection » la plus efficace pour améliorer les performances du véhicule.









Dispositif 4 : Energie potentielle de pesanteur

L'idée de départ est d'utiliser une source d'énergie simple, présente sur l'ensemble de la planète, c'est-à-dire la gravité. Nous avons donc cherché à suspendre une masse le plus haut possible sur le véhicule. Si cette masse est accrochée à une ficelle, elle pourra entraîner l'axe de rotation des roues.

Le plus compliqué fût de trouver une structure suffisamment haute et rigide mais qui ne perturbe pas le mouvement de la masse. Encore une fois, les éléments LEGO ont été d'un grand secours. Nous avons pensé que les roues allaient jouer un rôle très important pour ce véhicule, notre agent de laboratoire nous a donc fabriqué plusieurs séries en cherchant à varier au maximum leur diamètre.



Expérimentations:

- Utilisation de plusieurs masses marquées différentes avec un diamètre de roue constant.
- Variation du diamètre des roues avec une valeur de masse fixe
- Mesures de distance parcourue par le véhicule
- Mesures de temps de parcours et de vitesse.





Constats:

- Le plus délicat a été de trouver la masse adaptée au véhicule. En effet, si la masse est trop élevée, le véhicule n'avance pas régulièrement et un balancement gênant peut se produire. Si la masse est trop faible, la force d'entraînement n'est plus suffisante pour créer le mouvement.
- Comme pour le véhicule à élastique, nous avons choisi un système d'accroche qui permet à la ficelle de se libérer en fin de course. Ainsi, le véhicule poursuit sa route par inertie.
- Le diamètre des roues est déterminant dans ce type de véhicule, il est lié directement à la distance parcourue, mais s'il est trop élevé, la force d'entraînement devient insuffisante pour faire avancer le véhicule.



Bilan:

Ce véhicule donne de bons résultats même si la vitesse de déplacement est moins élevée que les autres véhicules. Il nous a permis d'observer plus précisément le rôle du diamètre des roues grâce à une force d'entraînement assez régulière.

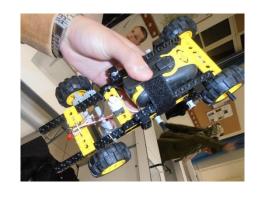
Dispositif 5 : Le véhicule « sans pile »

Les lampes sans pile que nous trouvons facilement dans le commerce nous ont donné l'envie de les utiliser pour faire avancer notre véhicule. Il s'agit donc d'exploiter l'énergie musculaire produite par l'opérateur lorsqu'il tourne la manivelle, de l'accumuler sous forme électrique dans le système interne de la « lampe » pour la restituer ensuite à un moteur. Nous en avons profité pour utiliser la lampe comme phare de notre véhicule, une DEL rouge placée à l'arrière nous a servi de feu arrière.



Expérimentations:

- Etude sur les systèmes d'engrenages. En effet, en raison de l'utilisation du boîtier de lampe sans pile, il a fallu construire un châssis assez gros et robuste. Donc le véhicule a une masse totale assez élevée. Les élèves ont donc étudié des associations d'engrenages, pour augmenter la force d'entraînement du moteur.
- Mesures de vitesse et de distance parcourue.



Bilan:

Ce véhicule est intéressant car il permet une utilisation d'un objet du quotidien dans un contexte différent. C'est notre premier véhicule utilisant un moteur électrique, ce fût donc l'occasion de faire une étude sur les engrenages. En effet, le moteur électrique avait des difficultés au départ pour actionner les roues car le poids du véhicule est assez élevé.

Les différentes séances ont montré que les élèves n'ont pas une compréhension immédiate des systèmes de multiplication ou de démultiplication. L'objectif concret de faire avancer le véhicule avec une source d'énergie limitée est donc intéressant pour motiver les élèves à maîtriser quelques bases techniques sur les transmissions.

Sur le bilan énergétique, nous avons pris conscience que la lampe possède un accumulateur capable de stocker l'électricité. Il peut donc être assimilé à une batterie, l'aspect important ici est qu'elle puisse être rechargée par le mouvement d'une manivelle.

Dispositif 6 : Le véhicule à cellule thermique

Ce véhicule utilise une cellule thermique à base de semi-conducteurs pour transformer une différence de température en énergie électrique. Cette technologie utilise le principe du thermocouple : Si on applique une différence de température à deux métaux différents soudés, il apparaît à leurs extrémités une tension électrique. C'est ce phénomène qui est utilisé dans les thermomètres numériques.

Nous voulions donc fabriquer un véhicule capable d'exploiter cette technologie.

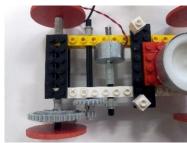
Comme pour le véhicule précédent, l'étude des engrenages a été très utile pour assurer un entraînement efficace du véhicule.



Expérimentations:

- Mesure de la tension électrique produite en fonction de la différence de température
- Recherche d'un mélange réfrigérant efficace pour constituer une source froide
- Recherche d'un système de chauffage utilisant des bougies et respectant les consignes de sécurité.
- Recherche d'un système de transmission avec engrenages adapté au moteur et au poids du véhicule.





Bilan:

L'étude expérimentale de ce véhicule n'est pas entièrement finalisée à la date d'écriture de ce dossier mais nous avons déjà obtenus des résultats encourageants. Le véhicule fonctionne et il est très amusant de constater qu'un glaçon et une bougie suffisent à faire tourner un moteur. Nous recherchons actuellement des améliorations au niveau de la transmission thermique vers la cellule (notamment au niveau de la boîte de conserve).

Lors d'une recherche sur les robots d'exploration envoyés sur Mars, nous nous sommes aperçus que l'un d'entre eux, le robot « Curiosity », utilise une technologie similaire aux cellules thermiques. La source chaude étant assurée par la désintégration d'un élément radioactif. En effet, la température moyenne assez faible sur Mars est intéressante à exploiter.

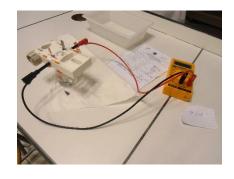
En ce qui concerne les panneaux solaires, leur fonctionnement peut être perturbé par les poussières soulevées lors des tempêtes martiennes. De plus, les heures d'ensoleillement ne seraient pas suffisantes pour assurer pleinement le fonctionnement de tous les appareils. Les cellules thermiques ont l'avantage de fonctionner de jour comme de nuit.





Projet de dispositif 7 : Le véhicule « pile maison »

Nous voulions utiliser de l'énergie chimique pour faire avancer notre véhicule, donc notre idée était de construire notre propre pile électrochimique. Plusieurs expériences ont été menées, avec en particulier l'utilisation de fruits. Malheureusement, malgré de nombreuses tentatives, nous n'avons pas encore réussi à obtenir une intensité suffisante pour actionner un moteur capable d'entraîner le véhicule. Nous continuons cependant nos recherches.



CONCLUSION

Au cours de cette année scolaire, nous avons recherché des solutions les plus variées possibles pour faire avancer nos véhicules. Même sur des modèles réduits, les élèves se sont rendus compte qu'il n'était pas simple de passer de l'idée de départ à une réalisation finale qui fonctionne bien. Ces véhicules se sont révélés très intéressants au niveau pédagogique, ils permettent d'aborder des thématiques très variées et ouvrent de nombreuses perspectives pour les mesures expérimentales. Les élèves ont pris conscience de l'importance d'une méthode rigoureuse pour comprendre les phénomènes physiques et pour résoudre des problèmes.

L'initiation à la démarche scientifique est toujours restée l'objectif principal de notre travail et les véhicules ont apporté un support très motivant pour les élèves.

La thématique choisie pour le projet a permis aussi une réflexion sur les sources d'énergie. Même pour des modèles réduits, il a fallu beaucoup d'imagination et d'efforts pour les mettre en mouvement. Cependant, nous réalisons bien que notre travail ne pourra pas aboutir à des solutions pour des véhicules à l'échelle humaine. Difficile en effet d'imaginer des voitures à élastiques pour les déplacements de tous les jours.

Cependant, l'ensemble du travail aura permis de sensibiliser les élèves à la nécessité d'économiser l'énergie, en particulier les sources non renouvelables qui restent encore actuellement difficiles à remplacer pour nos transports.

Encadrement:

Vincent DEVAUX : Enseignant en sciences physiques

Sébastien POIRIER : Aide de laboratoire

Liste des élèves :

Atelier scientifique 2016 - 2017		
Noms	Prénoms	Classe
RANARIVELO	Mickael	34
DE SEDE	Clément	34
SAGNA	Soriba	34
KOUREISSY	Moussa	34
MARQUEGNIES	Ugo	51
LAKHDAR	Sälim	63
SAN ROMAN	Eliot	63
PIERA	Julien	63
ROLLET	Pauline	65
NAASSE	Ines	65
LENOIR	Jeanne	65
POITRAT-BOUCHET	Simon	65
SHEHATA	Mariame	65
LEFEVRE HESS	Enora	65
DINET	Clémence	65



