
COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME – COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME

Vitesses et forces

Trois TP en fiches

par Dany LAUNER
Collège Les Coutures - 95620 Parmain

RÉSUMÉ

Cet article propose quelques TP de mécanique en collège où les élèves mettent en œuvre une démarche scientifique pour répondre à une question. Le premier s'intéresse à la vitesse, le deuxième aux frottements de roulement et de glissement, le dernier à l'action réciproque de la poussée d'Archimède.

FICHE A

A1 - L'INTENTION INITIALE

Ce TP étant le premier de l'année, l'objectif est de mettre en confiance les élèves, de leur montrer qu'ils ont des connaissances et des capacités à faire émerger. C'est aussi la première organisation du travail en équipe.

A2 - OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Objectif transversal

- S'organiser pour travailler à plusieurs.

Objectif méthodologique

- Mesurer une durée, une longueur.
- Utiliser une formule.

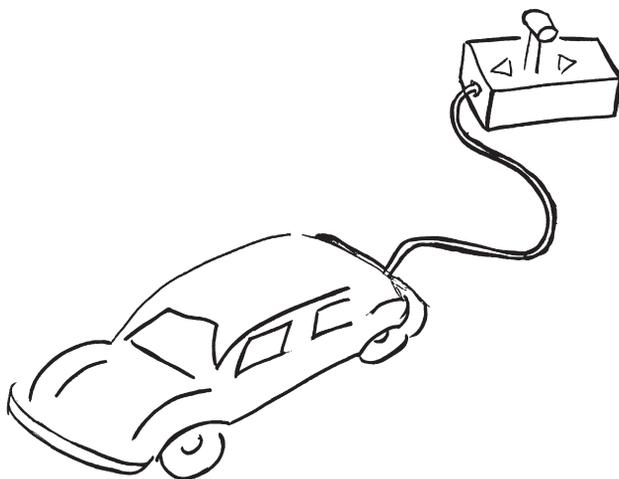
Objectif conceptuel

- Unités de distance, de temps et de vitesse.
- Vitesse moyenne.

COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME – COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME

FICHE A

*Déterminez expérimentalement la vitesse
de la petite voiture*



Rédigez un compte-rendu

COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME – COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME

A3 - MODALITÉS

Durée : $\frac{3}{4}$ d'heure.

Organisation : Quatre équipes de trois ou quatre élèves.

Aucun cours préalable n'a été donné. Cela n'est pas utile puisque les élèves ont déjà calculé des vitesses en mathématiques (classe de cinquième), et dans la vie quotidienne : leur donner la formule de calcul d'une vitesse les empêcherait de la retrouver seuls. Par contre les documents sont autorisés (manuel, dictionnaire). La fiche est donnée dès que les équipes sont formées, puis après un court temps de lecture, un représentant de chaque équipe vient choisir un mobile. Les mobiles étudiés sont des jouets variés allant de la rapide voiture radio-commandée au petit animal-gadget qui se déplace laborieusement. Il faut varier les styles, car s'il n'y a que des petites voitures, l'adhésion des filles est plus limitée. Chaque équipe rédige un compte-rendu. Après le TP, une synthèse très rapide permet d'écrire la formule de la vitesse moyenne sur le cours, avec les unités légales et usuelles.

A4 - DU CÔTÉ DES ÉLÈVES

Les réactions sont immédiates à l'entrée en classe puisque les jouets sont en évidence sur le bureau : «*Madame c'est pour nous, ça ?*». Comme la réponse est positive, la curiosité s'installe. Le premier débat, qui dure peu de temps heureusement, concerne le jouet à prendre. Contrairement à ce que l'on pourrait penser a priori, ce n'est pas inutile : en effet l'existence de ce choix donne le ton du travail, en indiquant aux élèves que leur marge de liberté est réelle dans le cadre défini par la fiche. Certains préfèrent cependant s'en assurer : «*Madame, on peut faire comme on veut pour calculer la vitesse ?*». Parmi les élèves de chaque équipe, il y en a souvent un qui connaît la formule, et sinon, ils savent que cette formule existe. Il suffit de leur suggérer de consulter le manuel. Lorsque certaines questions se posent qui renvoient aux notions de vitesses moyenne et instantanée, on peut leur demander de stipuler sur le compte-rendu le choix qu'ils auront fait pour leur mesure. Compte tenu du matériel (trotteuse de montre ou chronomètre), ils ne peuvent pas faire de mesures instantanées, mais s'ils s'affranchissent des phases de démarrage et/ou d'arrêt, ils pourront parvenir à une vitesse moyenne qui se confond avec une vitesse instantanée. Certains élèves s'interrogent sur la précision de leur mesure de temps, et sont amenés à rallonger le parcours du mobile.

Après les mesures, la grande question qui se pose est de **savoir quel nombre diviser par l'autre !** Parfois ils ont choisi une distance de 1 m «pour simplifier les calculs»,

COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME – COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME

et il n'est pas rare qu'ils restent sur cette idée en mettant le «1» au dénominateur sans s'interroger davantage. En fait pour les élèves, la difficulté essentielle réside dans l'identification des grandeurs physiques. L'utilité d'écrire le nom de ces grandeurs n'apparaît pas spontanément, ni a fortiori celle de les symboliser par une lettre. Dans la phase de calcul, il n'est pas rare de voir les valeurs numériques changer d'unité d'une ligne à l'autre, et c'est à ce stade que les élèves sont les plus réceptifs aux conseils méthodologiques.

A5 - DU CÔTÉ DE L'ENSEIGNANT

Il n'y a aucun complément d'information indispensable, seulement des méthodes de travail à donner comme : consulter tous les membres de l'équipe («vous avez quatre cerveaux, êtes-vous sûrs d'avoir besoin du mien en plus ?»), ou transcrire le nom des grandeurs mesurées et les unités (lorsqu'ils inversent le temps et la distance dans le calcul). C'est une séance très plaisante pour le professeur, car il y a très peu de matériel à distribuer, et aucun appareillage fragile ou dangereux. On peut observer tout à loisir les tâtonnements, les démarches, mais aussi les personnalités.

COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME – COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME

FICHE B**B1 - L'INTENTION INITIALE**

Le dynamomètre est fréquemment utilisé pour mesurer l'intensité d'une force verticale, identifiée souvent trop rapidement au poids du corps soutenu. Les élèves mémorisent alors le dynamomètre comme un instrument de mesure du poids, et c'est tout. Souvent aussi, une force est mesurée de façon gratuite, sans autre question que de savoir quelle est son intensité. Ce TP propose de mettre les élèves en situation de réclamer un appareil de mesure, celui-ci apparaissant comme le seul moyen de prouver qu'ils ont raison.

B2 - OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES***Objectif transversal***

- Rechercher des arguments convaincants pour étayer une affirmation.

Objectif méthodologique

- Tester une hypothèse à l'aide d'un instrument de mesure.
- Utiliser un dynamomètre de sensibilité adaptée à la force mesurée.

Objectif conceptuel

- Les frottements de roulement sont généralement faibles par rapport aux frottements de glissement.

B3 - MODALITÉS

Pré-requis : la notion de force et le dynamomètre ont été présentés lors d'un cours précédent.

La fiche est distribuée, ainsi qu'un livre ficelé. Le reste du matériel est donné sur présentation du projet : morceaux de moquette, cylindres en plastique (ou effaceurs des élèves), et dynamomètres de différentes sensibilités 2N 5N 10N.

COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME – COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME

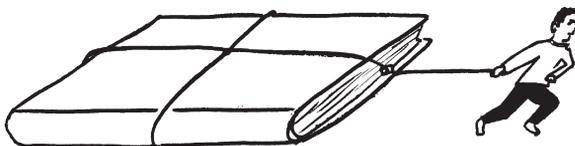
FICHE B

***Sur quel support sera-t-il plus facile
de faire bouger le livre ?***

Sur de la moquette ?

Sur la table en verre ?

Sur des cylindres ?



- *Formulez une hypothèse*
- *Faites un projet d'expériences*
- *Dressez une liste de matériel*
- *Après accord du professeur, réalisez les expériences*
- *Concluez*

Rédigez un compte-rendu comportant toutes les étapes de votre travail.

COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME – COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME

Durée : $\frac{3}{4}$ d'heure.

Organisation : Quatre équipes de trois ou quatre élèves.

Chaque équipe rédige un compte-rendu.

B4 - DU CÔTÉ DES ÉLÈVES

L'hypothèse faite est toujours la bonne, sous réserve que le sens des cylindres soit perpendiculaire au mouvement recherché (ce qu'il faudrait peut-être préciser dans la fiche). Les élèves sont désarçonnés à cause de la moquette, ils pensent qu'on ne peut pas demander ce genre de choses dans une liste de matériel, et ont tendance à s'auto-censurer. Il faut les rassurer : *«demandez-moi la lune, et si je ne l'ai pas, je vous proposerai autre chose pour la remplacer dans votre expérience»*. Ils ne demandent pas au départ de dynamomètre, car le recours à la sensation leur paraît suffisant pour valider leur hypothèse, en effectuant la traction directement à la main. Le premier groupe qui pense à un dynamomètre entraîne rapidement les autres qui voient l'instrument. Certains groupes ne sentent pas la nécessité de comparer : ils ne demandent que les cylindres, pour faire l'expérience qui correspond à leur hypothèse, et sont surpris de réaliser ensuite leur incapacité à conclure ; *«alors, il faut faire les trois expériences ?»*.

B5 - DU CÔTÉ DE L'ENSEIGNANT

Je m'amuse à jouer la mauvaise foi quand les élèves affirment : *«On sent bien madame que c'est plus facile !»*. J'essaie, puis *«ah, tiens, j'aurais dit l'inverse»*. Les élèves perçoivent vite l'humour, et comprennent que je soutiendrai toujours le contraire de ce qu'ils me disent jusqu'à ce que je sois mise en face d'une preuve incontestable. La mesure doit être faite en mouvement lent si on veut faire référence aux frottements dynamiques, on est amené à le préciser aux élèves. Le choix du dynamomètre le plus sensible n'est pas indispensable pour mettre en évidence l'écart des intensités des forces (environ 2N pour le verre comme la moquette contre 0,0N pour les cylindres). Cet objectif apparaît donc comme assez artificiel : il faut naviguer très vite entre les groupes à ce moment-là si on veut l'atteindre. La fiche pourrait être modifiée pour demander aussi de hiérarchiser le verre et la moquette, mais ce résultat est aléatoire à cause de la ficelle sous le livre. Il faudrait donc d'abord améliorer le matériel.

COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME – COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME

FICHE C

C1 - L'INTENTION INITIALE

Dans le TP précédent, les élèves utilisaient le dynamomètre pour confirmer ce qu'ils savaient déjà. Il s'agit ici de montrer un cas où la mesure s'impose pour trancher un vrai débat scientifique.

C2 - OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Objectif transversal

– Le doute est un moteur de connaissance.

Objectif méthodologique

– Démarche scientifique : émettre une hypothèse, concevoir un dispositif expérimental pour la tester.

Objectif conceptuel

– AUCUN. Le lien avec la poussée d'Archimède et sa réciproque n'est pas un objectif puisqu'il fait appel au bilan des trois forces s'exerçant sur l'eau. On peut y revenir après l'équilibre d'un corps sous l'action de deux forces, à titre de prolongement.

C3 - MODALITÉS

Pré-requis : le dynamomètre.

Durée : 1 heure.

Organisation : Quatre équipes de trois ou quatre élèves.

Chaque équipe rédige un compte-rendu.

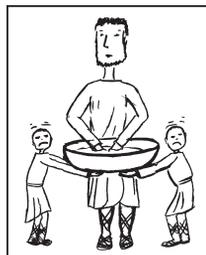
Matériel par groupe

Une bouteille vide d'eau minérale coupée et trouée pour passer de la ficelle, fourchette épaissie en forme de petite main avec de la pâte à modeler, ou plus prosaïque-

COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME – COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME

FICHE C

César



Est-il vrai que les enfants ont plus de difficultés à porter la bassine quand César y plonge les mains ?

- *Formulez une hypothèse*
- *Faites un projet d'expériences*
- *Dressez une liste de matériel*
- *Après accord du professeur, réalisez les expériences*
- *Concluez*

Rédigez un compte-rendu comportant toutes les étapes de votre travail.

 COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME – COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME

ment trois bâtons de colle et un effaceur maintenus ensemble par un élastique, dynamomètres 5N ou 10N (voir figure 1).

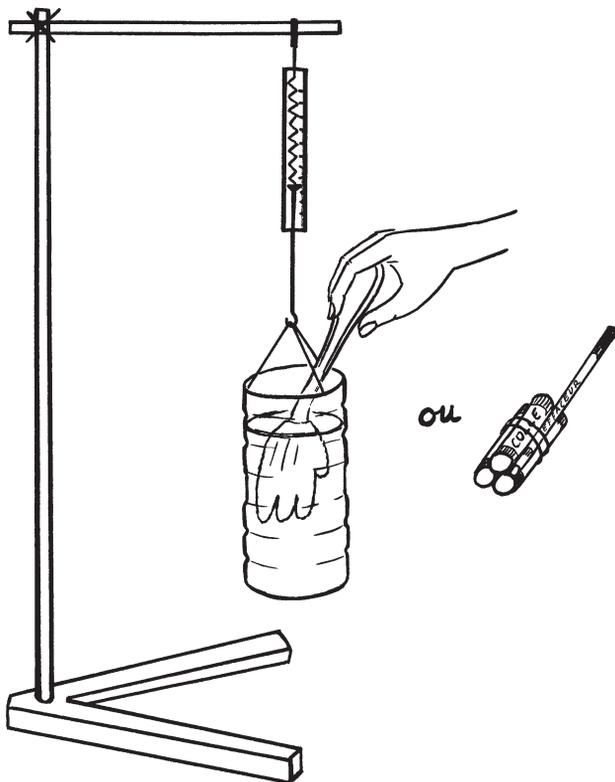


Figure 1

C4 - DU CÔTÉ DES ÉLÈVES

Certains abordent la question comme une devinette et cherchent le «piège» : est-ce que les mains touchent la bassine ? Non ? Alors c'est évidemment faux. Mais quand même, si la prof pose la question, c'est que ça ne doit pas être si évident. Et puis quand on met les mains, l'eau monte autour. Oui, mais on soutient ses mains dans l'eau si elles

COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME – COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME

ne touchent pas le fond, donc on les porte... Il est fréquent que les groupes ne parviennent pas à un consensus sur l'hypothèse à formuler ; ils portent alors les deux sur le compte-rendu et s'en remettent à l'expérience. Ensuite, les élèves envisagent plus une balance qu'un dynamomètre pour mesurer l'effort des enfants de l'image. C'est ce que j'ai fait moi-même le jour où j'ai voulu une confirmation de la réponse. Mais en troisième, il faut s'y opposer résolument, car ils n'ont pas les outils théoriques (moment d'une force) pour justifier cet usage de la balance. Une démonstration scientifique ne saurait être convaincante si d'une part on fait appel à un instrument de mesure de masse pour évaluer une force, et si d'autre part on utilise cet appareil sans respecter son mode d'emploi, qui impose de ne pas le toucher pendant son fonctionnement. La difficulté devient alors de passer d'une force exercée par en dessous à une force exercée par le dessus à l'aide d'un dynamomètre. C'est loin d'être immédiat pour les élèves. D'autant plus que suspendre une bassine n'est pas chose aisée. L'idée d'une mini-bassine et d'une mini-main peut leur être donnée à ce stade pour éviter l'auto-censure. Quand un élève de l'équipe n'a pas conceptualisé ce transfert de la force, le montage qu'il réalise peut se révéler surprenant (voir figure 2).

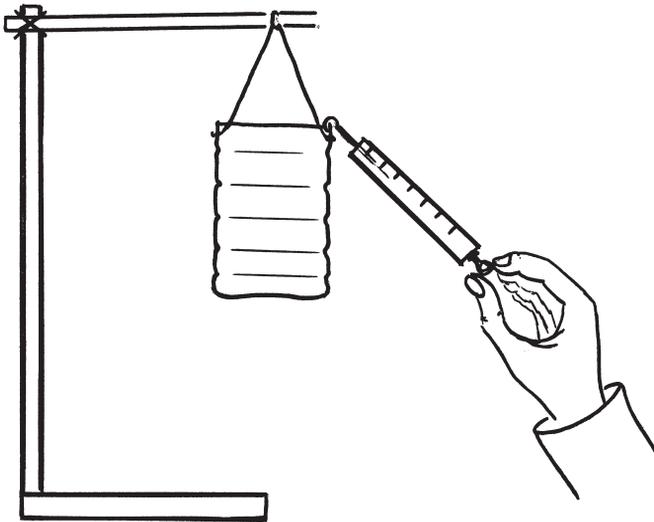


Figure 2

COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME – COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME

La variation à détecter ayant la même intensité que la poussée d'Archimède, elle est plus ou moins perceptible selon le rapport des volumes de la «main» et de l'eau. Et certains élèves (qui ont fait l'hypothèse de sa non-existence) ne veulent pas la voir ! «Ça ne change presque pas». Il faut donc les pousser à trancher : la force à exercer varie-t-elle (même un peu) ou ne varie-t-elle pas du tout ? Cela impose un grand soin dans la manipulation, et amène soit à mettre moins d'eau pour pouvoir prendre le dynamomètre 5N au lieu de 10N, soit à mettre plus d'eau pour mieux immerger la «main». Quand l'expérience a rendu son verdict, des élèves ont tendance à croire qu'il faut changer leur hypothèse pour rédiger le compte-rendu : «*Madame, vous auriez pu nous le dire plus tôt, maintenant il faut qu'on recommence tout !*». C'est tout le contraire, bien sûr, puisqu'ils ont là l'occasion de montrer leur honnêteté scientifique et leur capacité à découvrir autre chose que ce qu'ils croient déjà savoir.

C5 - DU CÔTÉ DE L'ENSEIGNANT

Chaque groupe avançant à sa vitesse dans la réflexion, il est important de ne rien brusquer. D'ailleurs les arguments sont passionnants à écouter. Mais il y a différents stades où des interventions s'imposent. Au stade de l'hypothèse, il faut éviter que certains s'enlisent dans la discussion théorique, et pour cela réaffirmer le rôle de l'expérience. Il y a ensuite le refus de la balance. Et pour le groupe le plus avancé, il faut suggérer l'expérience miniature pour éviter qu'ils bloquent sur l'incompatibilité entre les petits dynamomètres du laboratoire et la grande bassine. L'interaction inévitable entre les groupes fait que les suivants n'ont pas ce problème. Ensuite, il faut surveiller qu'ils ne démontent pas très vite leur montage après avoir «vu» ce qu'ils voulaient voir...

Mais au final, le plus passionnant pour l'enseignant, c'est le jour où il se pose lui-même la question pour la première fois. Car entre l'intuition et la logique, il n'est pas si facile de trancher, même pour un scientifique : rien ne vaut une bonne preuve expérimentale...

BIBLIOGRAPHIE

R. VOGEL : «*Mécanique en troisième : stratégie d'évaluation*» - Collection Outils pour la réussite - CRDP Poitiers, 1985.

(Ce photocopié de 203 pages date d'une époque où le programme de mécanique de troisième était bien plus étoffé qu'aujourd'hui. Il peut aujourd'hui être utile également aux enseignants de lycée. L'expérience de la fiche C de cet article figure à la page 174).