

Les bandes enseignantes programmées

par M. Berteloot

Nous avons lancé, il y a quelques années, l'idée de la réalisation d'un Manuel Moderne de Physique. Le supplément BT n° 132 préfigurait grossièrement ce que pourrait être ce manuel : un outil de travail au niveau des élèves plutôt qu'un recueil de connaissances.

Ce SBT répondait avant la lettre à l'idée de programmation, mais un manuel réalisé suivant cette technique paraîtrait en retard à présent.

Les progrès techniques vont plus vite que notre capacité individuelle de réalisation. A la programmation, s'ajouteront bientôt les machines enseignantes et nos expériences doivent tenir compte de ces faits.

A notre niveau d'enseignement général et dans le domaine de la physique en particulier, il est possible de concilier programmation et machine à enseigner avec la recherche expérimentale par des travaux scientifiques individualisés. La bande que nous vous présentons ainsi n'a pas la prétention d'être parfaite ; c'est une bande expérimentale qu'il faut mettre à l'essai et qui sera remaniée en conséquence. Dans ce domaine, où tout est à faire, il faut se lancer hardiment ; c'est l'expérience qui dira si oui ou non nous avons raison.

(Voir bande en annexe : *Les eaux naturelles*).

M. B.

Fiche annexe I.

Extrait de la brochure n° 132 LES ELECTROLYSES « *Supplément Bibliothèque de travail* » à CEL BP 282 - 06 Cannes.

CONSTRUIS TON MATERIEL

Il te faut maintenant des appareils plus pratiques, mieux adaptés, plus stables.

Les expériences précédentes ont pu te suggérer un projet.

Cet appareil appelé électrolyseur, doit pouvoir utiliser différentes espèces d'électrodes, en fer, en cuivre, en charbon, et même des espèces différentes pour un même électrolyseur.

Invente un moyen pour qu'un objet métallique soit l'une des électrodes : clef, pièce de monnaie.

Tu as observé l'état physique des corps produits. L'électrolyseur précédent te permet de recueillir des solides sur ses électrodes, mais que font les gaz ?

Il te faut construire un appareil capable de les recueillir. Cet appareil s'appelle un voltamètre.

Fais des projets ; note les matériaux nécessaires.

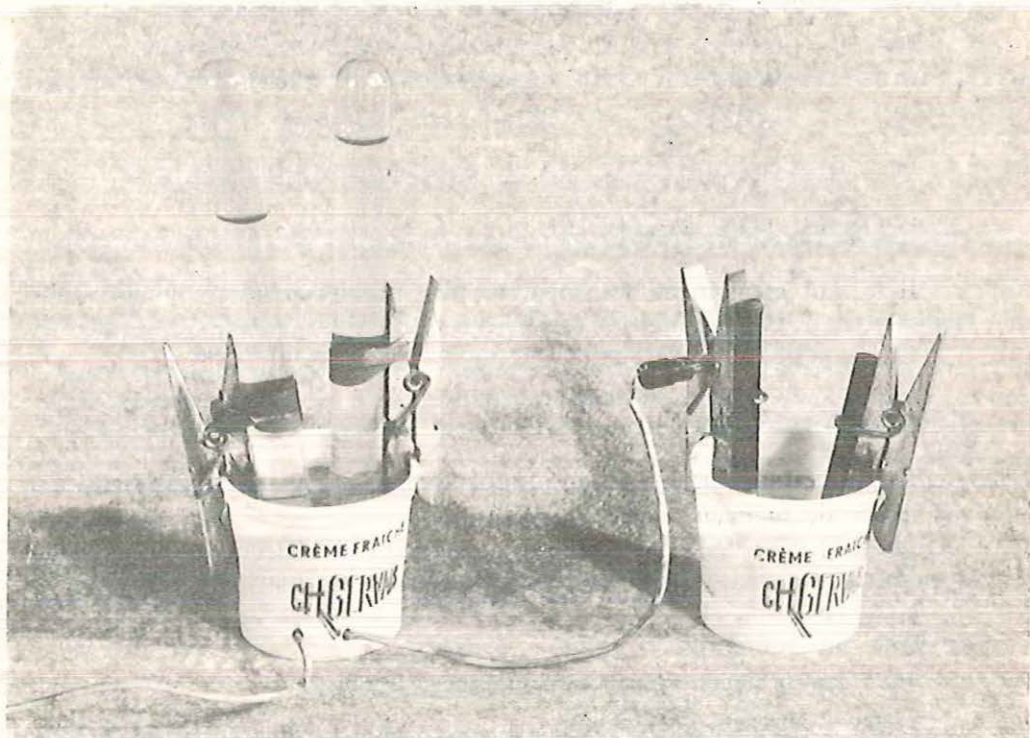
Pense à justifier ton choix.

Si tu n'y parviens pas, demande à consulter la fiche technique n° 1.

Tu peux adapter, modifier ; le modèle proposé n'est qu'une des nombreuses solutions possibles.

FICHE TECHNIQUE N° 1

(Ces fiches ne sont remises qu'aux élèves qui en font la demande).

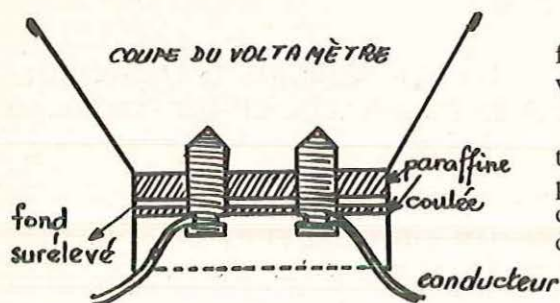


La reproduction se passe de commentaires. Observe surtout comment l'épingle à linge assure à la fois la fixation de l'électrode, le contact, et la stabilité du tout sur les bords du pot à crème fraîche. (La publicité ne nous est pas payée.)

FICHE TECHNIQUE N° 1 (bis)

Pour fabriquer un *Voltamètre* (électrolyseur capable de recueillir des gaz) il te faut :

— un *réceptacle inattaquable* par les produits chimiques ; choisis un pot avec fond surélevé et en matière mauvaise conductrice. Les trous dans les matières plastiques se font soit à la perceuse, soit avec un clou à peine chauffé. Si dans cette opération le pot se fend, ne le jette pas : il peut encore servir.

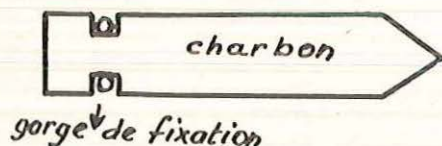


Tu perces deux trous dans le fond pour le passage des charbons verticaux.

Tu perces également deux autres trous dans le rebord inférieur, pour le passage des conducteurs, comme te le montre la reproduction.

— des électrodes inattaquables.

Tu en trouveras en démontant une vieille pile.



Tu en casses une en deux. Pour en façonner une comme te l'indique le croquis, tu la places sur une perceuse à métaux à la place de la mèche. Tu la fais tourner sur une lime.

Tu fais de la même façon la gorge qui fixera les conducteurs. Tu fixes de suite les conducteurs sur les charbons ; tu peux consolider la fixation en les soudant : couler de la soudure fondue dans la gorge, sur le fil.

Dans le fond, percé des deux trous ajustés au diamètre des électrodes, mets en place les deux charbons, passe les deux conducteurs dans les trous pratiqués à cet effet.

Si une fente s'est produite au façonnage du récipient, place un papier fort sur la fente. Si les trous des électrodes sont trop grands, pratique la même opération.

Dans un récipient métallique, fais fondre de la paraffine. Coule-la dans le voltamètre alors qu'un morceau solide de paraffine n'est pas encore fondu : cherche la raison de cette précaution ?

Pour assurer une solidité et une étanchéité parfaites, coule également une couche de paraffine sur l'autre face du fond.

Laisse refroidir et durcir chaque couche de paraffine un quart d'heure.

Les tubes à essais qui recueilleront les gaz, peuvent être remplacés par des tubes de plastique à médicament.

Tu peux coller un papier millimétrique pour repérer les volumes des gaz.

Fiche annexe II

Extrait de la brochure n° 118 "LE PRINCIPE D'ARCHIMÈDE"
« Supplément Bibliothèque de Travail » CEL BP 282 - 06 Cannes.

COMMENT CONSTRUIRE UN DENSIMÈTRE?

Matériel : Un tube de verre de 12 à 15 cm avec un bouchon
Une bande de papier millimétré
Des grains de plomb ou du sable
De l'eau très salée. De l'alcool.

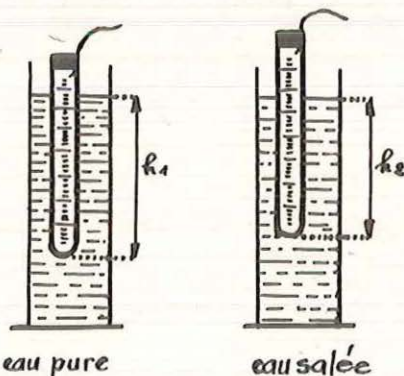
1. Glisse dans le tube la bande de papier millimétré et leste ce tube avec des grains de plomb de façon que, plongé dans l'eau, il s'enfonce environ aux $\frac{2}{3}$ de sa hauteur. Note cette hauteur $h_1 = \dots$

2. Plonge-le dans l'alcool et note la hauteur immergée $h_2 = \dots$
Compare h_1 et h_2

Calcule le rapport $\frac{h_1}{h_2} = \dots$

Compare le résultat avec la densité de l'alcool.

3. Mesure la densité de l'eau très salée.



$$\text{densité} = \frac{h_1}{h_2} =$$

4. Mesure la densité d'un mélange d'alcool et d'eau, ou la densité du lait.
5. Construis maintenant un densimètre qui te donne la densité par simple lecture. Pour cela indique sur la bande de papier 0,8 ; 0,9, etc... Vérifie avec un liquide de densité connue que ton densimètre est exact.

Fiche annexe III

ETUDE DE LA FUSION

Au plan de travail de la semaine est inscrite l'étude de la fusion. Plusieurs fiches figurent au fichier :

— fiches d'observations : fusion de l'étain, du verre, de la glace, changement de volume accompagnant la fusion, expérience du flacon brisé, du regel, etc...

— une fiche d'étude des lois (voir modèle ci-joint) ;

— une fiche de mesure : chaleur de fusion de la glace.

Les élèves réalisent librement leurs expériences. La part du maître est alors aussi discrète que possible : aider les plus maladroits au montage du matériel, signaler chaque demi-minute, etc...

Les élèves rédigent ensuite individuellement leur compte rendu. Un compte rendu en commun est ensuite indispensable. Chacun fait part de ses remarques, on expose les graphiques. La loi doit sortir petit à petit de cet échange de vues : c'est la part du maître.

A mon avis, cette façon de procéder présente les avantages suivants :

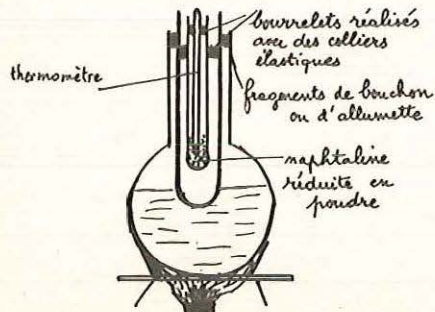
— On ne se contente pas d'une seule observation : la loi est tirée d'un ensemble d'expériences réalisées dans les mêmes conditions ;

— Les erreurs commises sont très utiles : elles montrent, en physique l'importance des conditions de l'expérience, de la précision des instruments de mesure et attirent l'attention sur le fait qu'il ne faut jamais conclure trop vite. La recherche des causes d'erreurs est très profitable.

FICHE DE TRAVAIL

Rassemble le matériel suivant :

- quelques boules de naphthaline ;
- 2 tubes à essai de diamètres différents ;
- un ballon en pyrex ou un récipient pour bain-marie (en verre de préf.) ;
- un thermomètre (gradué jusqu'à 100°) ;
- un appareil de chauffage avec un support (lampe à alcool, bec Bunsen) ;
- des fragments de bouchon, des allumettes, des élastiques.



Réalise le montage suivant :

- Ecrase de la naphthaline et place la poudre obtenue dans le plus petit tube (2 cm à 3 cm).

— Le ballon peut être remplacé par un récipient en verre de préférence.
Relève la température toutes les demi-minutes
 Commence vers 60° et cesse de chauffer vers 90° . Note les résultats dans le tableau suivant :

Temps	0	$\frac{1}{2}$	1	$1 \frac{1}{2}$	2	$2 \frac{1}{2}$	3	$3 \frac{1}{2}$	etc
Température									

N'oublie pas d'observer attentivement la naphtaline.

Quand tu cesses de chauffer, retire le tube intérieur en le saisissant avec une pince en bois ou un collier de papier ; laisse refroidir et note la température toutes les demi-minutes.

Temps	0	$\frac{1}{2}$	1	$1 \frac{1}{2}$	2	$2 \frac{1}{2}$	etc
Température							

Cesse de noter vers 60° .

Rédige un compte rendu

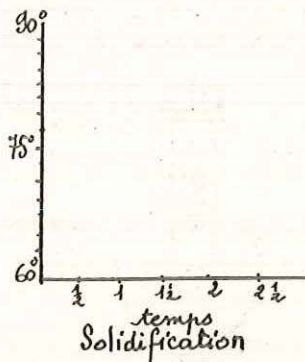
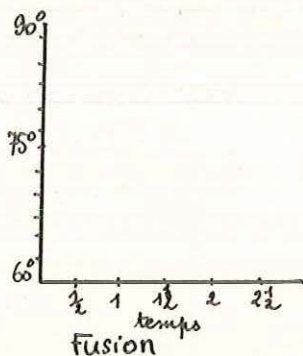
- La température s'est-elle élevée régulièrement?
- A quelle température la fusion a-t-elle commencé?
- A quelle température a-t-elle été terminée (naphtaline entièrement liquide)?

Après avoir cessé de chauffer :

- La température a-t-elle baissé régulièrement?
- A quelle température la solidification a-t-elle commencé?
- A quelle température a-t-elle été terminée (naphtaline entièrement solide)?

Essaie de tirer une conclusion de toutes ces remarques.

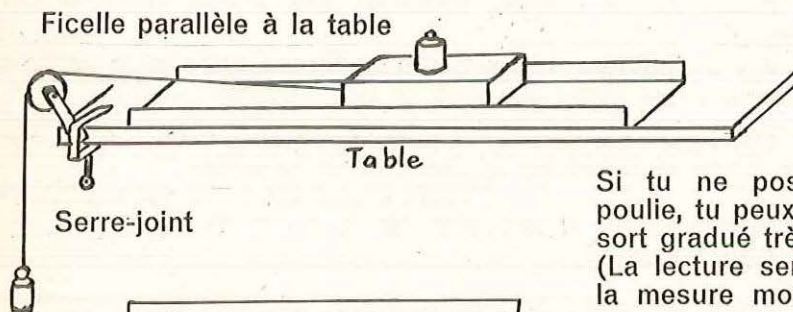
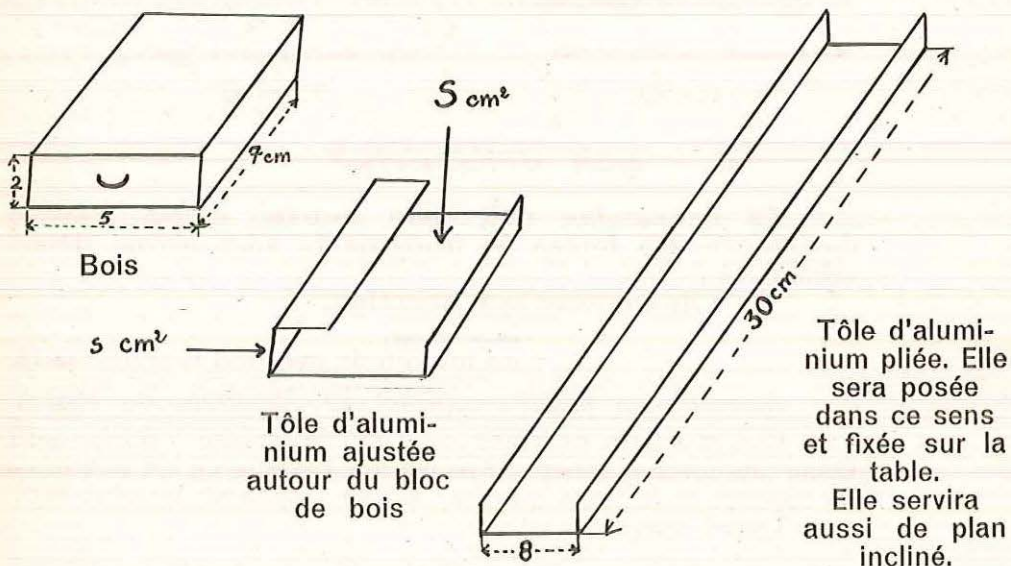
Construis deux graphiques



FICHE-GUIDE (destinée au maître)

Étude expérimentale d'une force de frottement

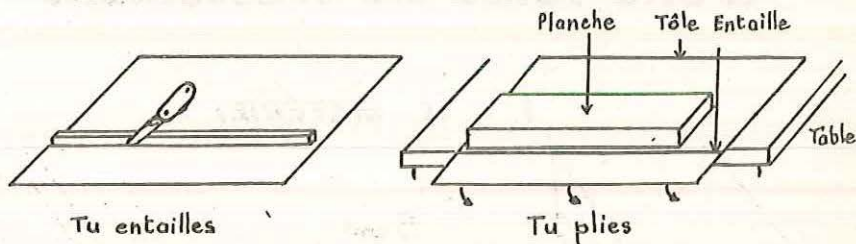
I - LE MATÉRIEL



Si tu ne possèdes pas de poulie, tu peux utiliser un ressort gradué très sensible. (La lecture sera plus difficile, la mesure moins précise).

Pèse le chariot complet
à ± 1 gp

La tôle d'aluminium se travaille très bien. Pour la plier, tu l'entailles avec une lame pointue de canif suivant une règle. Tu poses la plaque à plier sur une table de manière que la raie suive le bord de la table. Tu recouvres la plaque d'une planche et tu plies à la main la tôle d'aluminium, l'entaille à l'extérieur du pli. Attention, ne plier qu'une fois !



II - SON UTILISATION

Ta fiche-guide doit faire trouver à tes élèves : l'existence des forces de frottement ; elles seront déterminées si :

ils trouvent leur direction,
leur sens,
un moyen de mesurer leur intensité.

Accroche un poids insuffisant au démarrage du chariot.

Quelle action ce poids a-t-il sur le chariot ? Bouge-t-il ?

Donc une force le retient. (Précise que cette force est une force de réaction à la force qui tire, qu'elle n'apparaît qu'avec elle).
Conclusion ?

Accroche des poids croissants et détermine à 1 gp près la force qui équilibre la force de frottement.

Demande un croquis d'analyse des forces agissant sur le chariot.

Il y a équilibre. Les différentes forces ont des directions communes, des sens opposés et des intensités égales.

Deux sont connues : *le poids du chariot P ou force pressante. Il est équilibré par la réaction de la table.

*La force qui tire ; elle est équilibrée en direction, sens et intensité par la force de frottement.

Conclusion ?

Dans les expériences qui suivent, conseille de ramener le chariot exactement au même endroit (la surface de la plaque d'aluminium ne peut être parfaitement homogène, et les résultats de la mesure de la force de frottement diffèrent suivant la place ; il faut polir les surfaces de contact).

Ta fiche-guide doit faire trouver ce qu'est un coefficient de frottement.

Tu surcharges le chariot de poids marqués p ; tu obtiens des forces pressantes $F = p + P$.

Pour chaque force pressante, tu détermines les forces de frottement correspondantes : f (Les surfaces de contact sont les mêmes en grandeur et en nature).

Tu demandes au moins quatre expériences.

Tu fais résumer dans un tableau les résultats.

Forces de frottement : $f_1 f_2 f_3 f_4 f_5$

Forces pressantes : $F_1 F_2 F_3 F_4 F_5$

Tu fais calculer les rapports (la première décimale sera égale, la deuxième ne sera guère différente).

Conclusion ?

C'est le coefficient de frottement de l'aluminium sur l'aluminium. Tu peux demander les résultats des différentes équipes, tu verras qu'à quelques exceptions près, ils seront tous voisins. Tu iras voir ceux dont les résultats s'écartent trop de la moyenne.

Ta fiche-guide doit suggérer les moyens de montrer les constantes et les variations de ce coefficient de frottement.

Varie-t-il si, la force pressante demeurant la même, la surface pressée change en grandeur, mais pas en nature ?

Tu demandes comment on peut réaliser les mêmes forces pressantes mais sur une surface pressée différente ? (poser le chariot sur $S \text{ cm}^2$. (voir croquis).

Avec cette nouvelle surface tu fais des expériences.

Pour $S \text{ cm}^2$.			}	Pour $s \text{ cm}^2$.			}
F	f	k		F	f	k	
Résultats précédents			Nouveaux résultats				
Pour $S \text{ cm}^2$: en moyenne $k =$			Pour $s \text{ cm}^2$: en moyenne $k =$				

Conclusion ?

Varie-t-il si, la force pressante et la surface pressée demeurant les mêmes en grandeur, les surfaces en contact changent en nature ?

Intercaler entre le chariot et l'aluminium du feutre ou du cuir ; huiler les surfaces d'aluminium en contact.

Résultat précédent	Nouveau résultat	Autre résultat
Aluminium sur aluminium $k =$	Aluminium sur feutre Nouveau $k_1 =$	Film d'huile $k_2 =$

Plusieurs expériences

Conclusions ?

Le coefficient de frottement varie-t-il pendant le mouvement ?

Ici, je crois qu'il faut organiser une discussion en commun, certaines notions n'étant pas du programme, mais étant quelquefois intuitives. On admet que les surfaces sont homogènes ; tu fais remarquer que ce n'est pas le cas dans de nombreuses expériences.

Tu fais remarquer :

* qu'un caillou qui tombe va de plus en plus vite, bien que la force qui le fait tomber demeure pratiquement invariable pendant sa chute ; tu en tires une conclusion sur les mouvements accélérés.

* qu'une force qui cesse d'agir sur le mouvement d'un corps lui communique un mouvement uniforme.

Quand ton chariot est en équilibre sous l'action de la force qui tire et de la force de frottement, tu le sollicites par une force (une légère pichenette).

S'il s'arrête : le mouvement augmente la force de frottement.

Si le mouvement est uniforme : la force de frottement est constante pendant le mouvement.

Si le mouvement s'accélère : la force de frottement est diminuée par le mouvement.

Fais beaucoup de réserves sur les résultats (difficulté de classer mouvement uniforme ou accéléré).

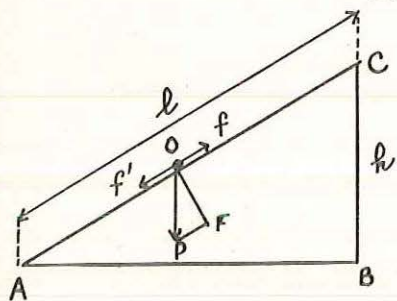
Cependant, en collationnant tous les résultats au tableau (une trentaine), tu verras que la majorité indiquera que la force de frottement semble varier peu pendant le mouvement, qu'elle a tendance à diminuer.

La discussion peut se poursuivre :

— les cas où les forces de frottement sont utiles ; quels moyens emploie-t-on pour les augmenter (augmenter la force pressante par les leviers et le coefficient par la matière en contact)

— les cas où elles sont nuisibles...

Problème vivant de physique



Mesure la longueur de la plaque d'aluminium.

Tu connais le poids de ton chariot.

Pose-le à un endroit de la plaque et soulève celle-ci par l'une de ses extrémités.

Que devrait faire le chariot ?

Conclusion ?

Continue de soulever.

Quelle est la force qui a été équilibrée au moment du démarrage ?

Mesure la hauteur à laquelle s'est produit le mouvement.

En te rappelant le cours sur le plan incliné, calcule :

— la force de frottement ;

— la force pressante (qui ici n'est plus le poids) ne changeant pas, tu peux recommencer et retrouver par ce moyen les conclusions précédentes.

Tu peux même par une méthode géométrique trouver directement le coefficient de frottement. Considère les triangles *OPF* et *CBA*.

$$\frac{AB}{OF} = \frac{h}{f} \quad \text{d'où} \quad \frac{f}{F} = \frac{h}{AB} = k$$

M. Berteloot

