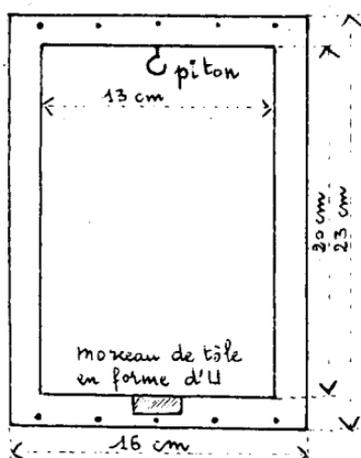


## Associations de ressorts et production d'une f.é.m. alternative sinusoïdale

En terminale C, il peut être intéressant de montrer que les lois d'associations des ressorts s'établissent ou se vérifient d'une façon simple et rapide. Pour cela, nous utilisons un cadre qui est décrit ci-après. Il permet la réalisation de montages avec des ressorts associés en parallèle, en opposition, en série ou d'une façon mixte.

D'autre part, ce même cadre fournit une expérience de cours : la production d'une force électromotrice alternative sinusoïdale avec comme possibilité la vérification à l'oscilloscope, de la nature du mouvement d'un pendule élastique.

### DESCRIPTION DU CADRE.



Une technique commode de réalisation du cadre, consiste à tailler dans une feuille de contreplaqué de 6 mm d'épaisseur, un rectangle de  $16 \times 23$  (cm) et ensuite à en évider la partie centrale.

Les 2 rangées de 5 trous sont ménagées à environ 3 mm des bords supérieur et inférieur du cadre. Ces trous sont équidistants (3 cm entre 2 trous voisins) et ont un diamètre de l'ordre

de 2 mm. Ils permettent de fixer les ressorts au cadre sans dispositif spécial.

Le piton intérieur sert à accrocher le plateau destiné à supporter les charges.

Pour fixer au cadre le barreau aimanté servant d'inducteur, on retourne le cadre et on met le barreau en contact avec le petit morceau de tôle en forme d'U rivé au cadre. Aucun amarage supplémentaire du barreau n'est nécessaire.

Les dimensions intérieures du cadre sont imposées par l'encombrement du matériel distribué par le centre d'équipement, à savoir : les plateaux que nous utilisons lors de l'étalonnage d'un ressort et les bobines équipant les transformateurs démontables.

## 1. VERIFICATION DES LOIS D'ASSOCIATION DES RESSORTS.

### 1) Matériel.

Support universel, deux noix pour maintenir horizontales deux tiges, plateau, une ou deux masses marquées, chronomètre, et quatre ressorts identiques — par exemple les ressorts à spires jointives de raideur de l'ordre de 25 N/m de la collection SEFARD. Ces ressorts peuvent avoir des caractéristiques de longueur et de raideur extrêmement proches.

### 2) Principe.

On va réaliser des associations variées de ressorts, associations pour lesquelles on déterminera la période du pendule élastique obtenu. En comparant ces périodes, on découvrira ou vérifiera les lois d'association des ressorts sans faire de mesures de raideur, mesures toujours un peu ennuyeuses.

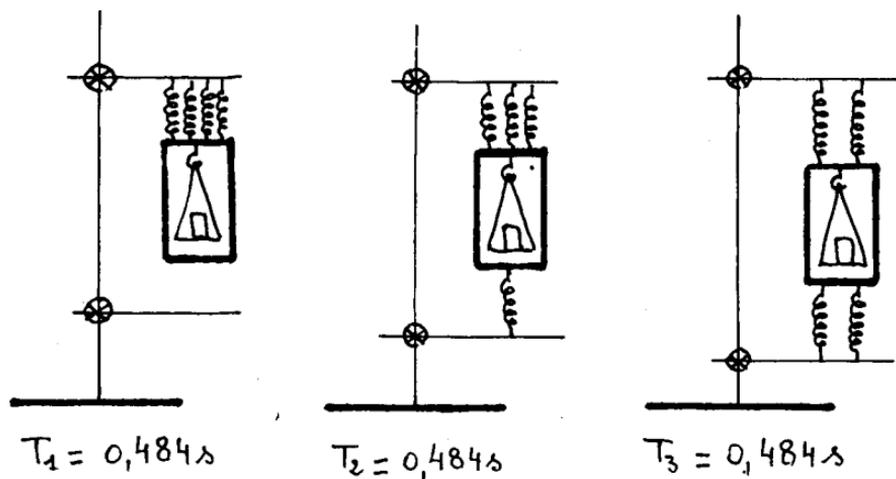
Dans tous les montages, nous allons conserver la même charge sur le plateau — par exemple, avec le type de ressort proposé, une charge de 500 g convient parfaitement.

Pour obtenir une valeur suffisamment précise de la période des pendules réalisés, en utilisant un chronomètre manuel au 1/5<sup>e</sup> de seconde, il est raisonnable de compter 100 oscillations (à la rigueur, on peut se contenter de 50 oscillations, mais il ne faut pas « descendre » au-dessous).

### 3) Expériences.

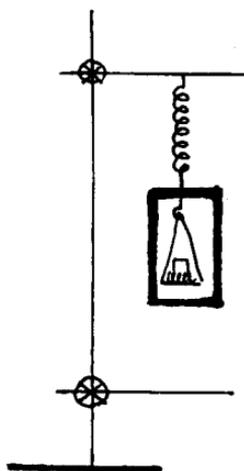
#### a) RESSORTS EN PARALLÈLE ET EN OPPOSITION.

*Conclusion.* — Puisque  $T_1 = T_2 = T_3$ , la raideur introduite par un ressort en opposition est la même que lorsqu'il est monté en parallèle.



b) RESSORT SEUL.

Le cadre n'est soutenu que par un seul ressort.



Pour comparer  $T_4$  avec les précédentes valeurs, il nous faut une masse oscillante identique. Or, il manque ici 3 ressorts. Comme la « participation » d'un ressort qui oscille est égale au tiers de sa masse, il suffit de placer l'un des ressorts non actifs sur le plateau (on peut l'accrocher au pignon) :

$$T_4 = 0,970 \text{ s.}$$

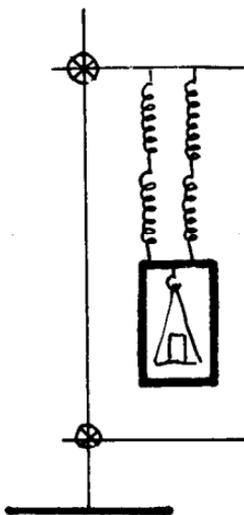
*Conclusion.* — Comme  $T_4 = 2 T_1$ , la raideur d'un seul ressort est le quart de celle des 4 ressorts associés en parallèle ou en opposition.

Quand les ressorts sont associés en parallèle ou en opposition, les raideurs s'ajoutent.

c) ASSOCIATION EN PARALLÈLE ET EN SÉRIE.

$$T_5 = 0,970 \text{ s.}$$

Puisque  $T_5 = T_4$ , chaque série de deux ressorts a comme raideur  $\frac{k}{2}$ .



La raideur de deux ressorts identiques montés en série est égale à la moitié de la raideur de l'un des ressorts.

*Généralisons.* Si l'on monte en série  $n$  ressorts de raideur  $k$ , la raideur de la série est égale à  $\frac{k}{n}$ .

d) RESSORTS EN SÉRIE.

Pour le confirmer, réalisons un montage avec les 4 ressorts en série — pour cela, il faudra installer le pied du support au ras de la table d'expérience car la série des 4 ressorts chargés est longue.

On trouve bien que  $T_6 = 2 T_4$ .

e) EXERCICE.

Voici un exercice que l'on peut proposer aux élèves.

On leur demande de n'utiliser que 3 ressorts et de réaliser les 2 montages suivants :

- les 3 ressorts en parallèle,
- les 3 ressorts en série.

Quel est le rapport des 2 périodes ?

L'expérience permettra de vérifier la conclusion théorique.

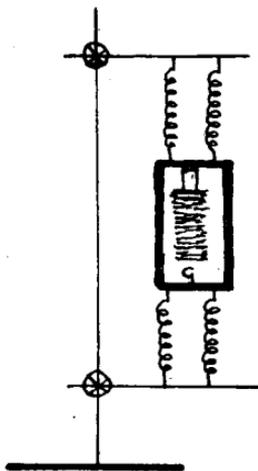
## II. PRODUCTION D'UNE FORCE ELECTROMOTRICE ALTERNATIVE SINUSOIALE.

### 1) Matériel supplémentaire.

Une bobine de transformateur démontable, une grosse pince de chimie pour la maintenir en position verticale, un petit support universel équipé d'une noix pour la pince, un barreau aimanté (par exemple un barreau de dimensions  $10 \times 2 \times 1$  cm dont le Centre d'Equipement a doté tous les lycées), un oscillographe cathodique.

### 2) Montage.

— Le barreau aimanté est maintenu seulement par l'action magnétique qu'il exerce sur le morceau de tôle d'acier, en forme d'U, rivé au cadre.



— Avec les 4 ressorts, utilisés dans la première partie, dont la raideur vaut environ  $25 \text{ N/m}$ , l'ensemble oscillant possède alors une fréquence de l'ordre de  $4 \text{ Hz}$ , ce qui est trop faible, si l'on utilise les oscillographes dont les lycées viennent d'être dotés. Avec de tels oscillographes, il faut des ressorts beaucoup plus durs.

SEFARD peut fournir des ressorts de même encombrement que les précédents, mais réalisés à l'aide d'un fil de  $1,5 \text{ mm}$  de dia-

mètre. Avec leurs 40 spires, leur raideur se situe aux environs de 500 N/m. On peut alors stabiliser la courbe enregistrée par l'oscillographe en utilisant le balayage à 10 ms/division et même à 5 ms division. L'ensemble oscillant possède une fréquence de l'ordre de 15 Hz.

### 3) Expériences.

#### a) PRODUCTION D'UNE FORCE ÉLECTROMOTRICE ALTERNATIVE SINUSOÏDALE.

En lançant le cadre, on observe une belle courbe sur l'écran de l'oscillographe. L'amortissement est faible. On stabilise sans difficulté.

#### b) CONSÉQUENCES.

L'examen de la courbe obtenue sur l'écran de l'oscillographe permet de vérifier certaines lois du pendule élastique :

- la nature du mouvement,
- l'isochronisme des oscillations puisque la stabilisation de la sinusoïde demeure tandis que la vibration s'amortit,
- la non influence de la tension des ressorts sur la période des oscillations ; en modifiant la tension des ressorts, la stabilisation de la courbe demeure,
- l'influence sur la période, de la raideur de l'ensemble des ressorts, par exemple : la courbe étant stabilisée sur 2 périodes avec les 4 ressorts associés en parallèle et en opposition, on modifie alors l'association : on oppose 2 séries formées de 2 ressorts chacune... la courbe est alors stabilisée mais sur une seule période.

### 4) Conclusion.

Nous avons ainsi montré aux élèves qu'en utilisant un modèle simple, de nombreux résultats théoriques sont justifiés par l'expérience.

C. GUILLON et J.-P. MARAIS,  
(Lycée Rémy-Belleau - Nogent-le-Rotrou).

---

Voir la description des différents ressorts commercialisés par SEFARD dans le B.U.P. n° 624, p. 1081.