

Matériel simple et expériences pour une étude sur l'énergie

EN CLASSE DE TROISIEME

par Denise DEBUIGNE,
Centre P.E.G.C. Rennes.

Le dispositif décrit dans cet article permet de réaliser aisément des manipulations simples sur les notions d'énergie, *puissance et rendement*.

Le matériel qu'il utilise est léger et portable.

Il illustre le transfert de l'énergie de niveau d'un corps dans le champ de pesanteur (énergie potentielle du système terre-objet). Ce système est le système « réservoir d'énergie ». L'énergie transférée à un autre système permet de *faire briller une ou plusieurs ampoules*.

Dans le cas choisi, les modes de transfert sont : d'une part, le travail mécanique du poids, d'autre part le travail électrique.

Le système intermédiaire comprend donc un générateur électrique.

Le générateur électrique est un alternateur de bicyclette.

Sa mise en rotation est provoquée par la chute d'une masse marquée accrochée à un fil initialement enroulé autour d'un cylindre coiffant le galet de l'alternateur.

Le montage permet de faire varier différents facteurs intervenant lors du transfert d'énergie et cela avec une grande facilité d'emploi.

Les modifications des conditions expérimentales permettent ainsi de faire varier, soit la quantité d'énergie transférable, soit le débit de cette énergie, c'est-à-dire la puissance. Des diverses expériences réalisées, on tire des conséquences concernant les transferts d'énergie. On peut, en outre, charger un condensateur, donc stocker de l'énergie.

Enfin, le même matériel peut servir à étudier les transferts inverses d'énergie : l'alternateur est alors utilisé en moteur ; de l'énergie est transférée sous forme électrique et une partie de

cette énergie est récupérée sous forme d'énergie de niveau d'un corps pesant.

Un dispositif comparable permet d'utiliser un moteur à courant continu fonctionnant, soit en moteur, soit en générateur.

1. INTERET ET DESCRIPTION GENERALE DU MONTAGE PROPOSE.

La mise en rotation de l'alternateur doit se faire pendant un temps suffisant pour permettre une observation convenable de l'éclat des ampoules ou pour effectuer des mesures électriques.

Il est donc indispensable que des masses marquées puissent tomber d'une hauteur suffisante. Cela implique que le générateur puisse aussi être disposé à cette hauteur. On est alors contraint d'utiliser des supports encombrants et la manipulation est souvent malaisée.

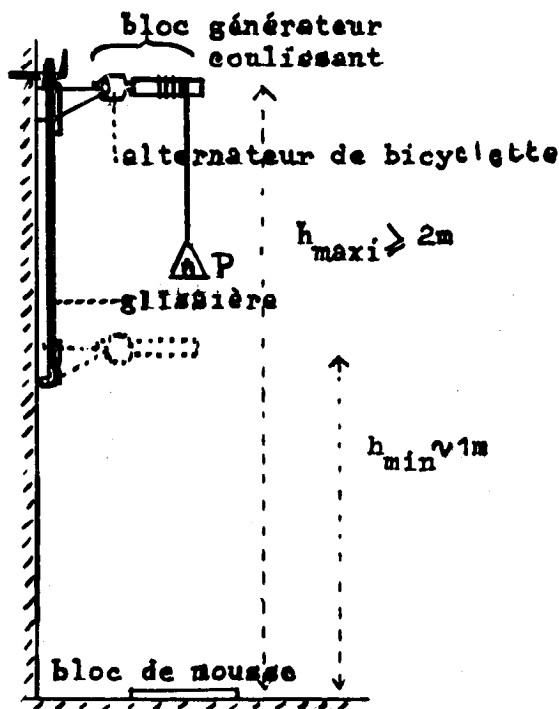


Schéma 1

Le montage proposé permet d'obtenir aisément des hauteurs de chute de l'ordre de 2 mètres. De plus, ces hauteurs pour-

ront varier de façon continue entre 1 et 2 mètres environ. Le « BLOC-GÉNÉRATEUR » peut en effet coulisser sur une longueur de 1 mètre minimum. Cela permet de plus de faire descendre ce bloc à la main afin de rembobiner aisément le fil autour d'un cylindre et de modifier éventuellement le nombre des ampoules utilisées.

L'ensemble se remonte ensuite à la hauteur voulue (schéma 1).

Les ampoules disposées sur un support vertical seront visibles de toute une classe.

Un jeu de cylindres de divers diamètres permet de modifier le moment du poids P par rapport à l'axe de rotation de l'alternateur, et donc de modifier la durée de sa chute pour une hauteur h donnée.

Enfin, avantage non négligeable, l'ensemble est immédiatement transportable d'une salle à l'autre, à la seule condition d'y trouver un piton à 2 mètres de hauteur environ.

II. MATÉRIEL NÉCESSAIRE.

La réalisation du montage nécessite :

- 1 mètre minimum de goulotte en plastique (PVC gris) que les électriciens industriels utilisent pour cacher des faisceaux de fils. Celle qui convient a 11 cm de large et 4 cm de hauteur. C'est le modèle L.F. de chez « THEALIT ». Il est vendu par longueurs de 2 m chez certains grossistes en fournitures générales pour l'électricité.

Il comporte la goulotte creuse proprement dite et son couvercle (voir la coupe sur le schéma 2),

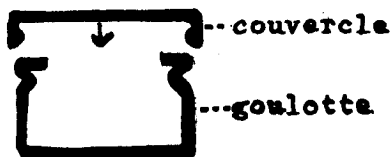


Schéma 2

- 1 alternateur de bicyclette,
- 8 bornes électriques, (6 pour le branchement des ampoules et 2 pour celui de l'alternateur),
- 3 supports mignonette pour ampoules,
- des ampoules 3,5 V - 0,2 A,
- 2,5 mètres de fine cordelette,

- des chutes de tuyaux en PVC de diamètre 20-22 mm (fournitures électriques) et 16-20 mm ou 14-16 mm,
- des chutes de bois, des fils électriques, des masses marquées, un plateau très léger et un gros piton.

III. REALISATION.

La partie fixe F.

C'est elle qui sert de glissière ; elle est faite à partir de la partie creuse de la goulotte dont on prélève une longueur de 1,20 m environ. Un trou bien centré, percé à son extrémité supérieure, permet de la suspendre à un piton fixé dans le mur à un peu plus de 2 mètres du sol. Elle pendra alors bien verticalement.

Le bloc-générateur.

Il doit coulisser sur la partie F fixée au mur.

Il comporte plusieurs parties que l'on construit dans l'ordre suivant :

* un coulisseau :

Il est constitué d'une portion de couvercle de goulotte sur laquelle viendra se fixer l'ensemble alternateur - ampoules - bornes. Pour le construire, on prélève un morceau de 25 cm dans le couvercle de la goulotte. A quelques centimètres de ce qui sera son bord supérieur, on découpe une ouverture rectangulaire de 7 cm dans le sens de la largeur de la goulotte et dont la hauteur est égale à l'épaisseur d'une chute de contreplaqué épais dont on fera le support du générateur ;

* un support horizontal :

Il s'agit d'une planchette découpée dans ce contreplaqué épais. Elle mesure 7 cm de large et 10 cm de long environ. Le trou réalisé dans le coulisseau doit permettre tout juste le passage de cette planchette.

On « clipse » alors ce morceau de couvercle sur F.

On enfonce horizontalement la planchette jusqu'à ce qu'elle touche le fond de la goulotte F lorsque le couvercle est « clipsé ».

On prend alors toutes les mesures nécessaires pour fixer sur la planchette 2 pièces de bois p_1 et p_2 de part et d'autre du couvercle. La pièce p_2 doit frotter contre le fond de F afin d'éviter tout glissement éventuel spontané du bloc le long de la partie fixe F.

D'autre part, p_1 doit concourir, avec p_2 à maintenir la planchette bien horizontale et solidaire du coulisseau plastique (schéma 3).

L'ensemble du coulisseau et du support doit pouvoir alors être positionné aisément à un endroit quelconque sur la goulotte pendue au mur ;

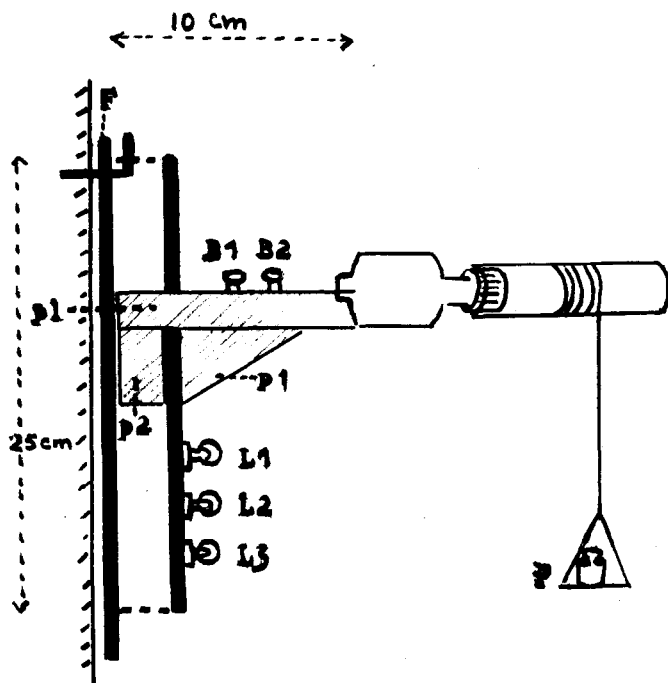


Schéma 3

* le générateur :

L'alternateur de bicyclette est alors fixé en position centrale sur la planchette.

Deux bornes B1 et B2 liées à cet alternateur permettent tous les branchements ultérieurs ;

* les ampoules :

Sur la partie inférieure du couvercle, on dispose les 3 supports des ampoules L1, L2, L3 avec leurs bornes (schéma 4).

Les liaisons ampoules - générateur se feront au moment de l'expérience, afin de pouvoir modifier le nombre d'ampoules utilisées ;

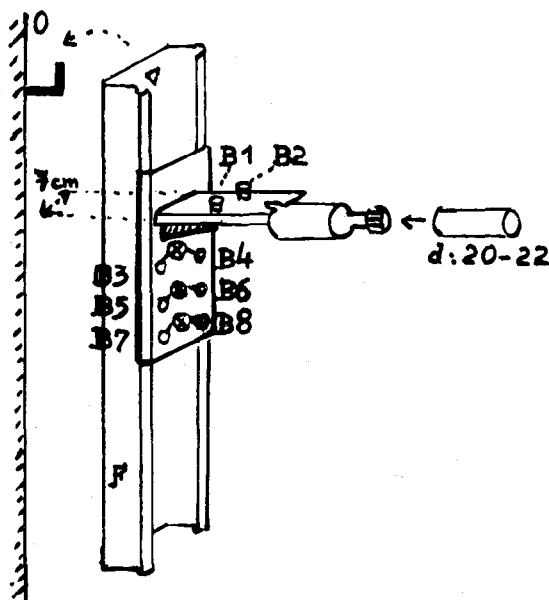


Schéma 4

* le cylindre sur lequel s'enroule la cordelette :

Il est constitué d'un tuyau en PVC de 11 cm de long et de diamètre intérieur 20 mm. Ce diamètre permet de l'engager sur la molette de la génératrice. Un léger chauffage peut être nécessaire pour l'enfoncer sur une profondeur de 1 cm.

Les crans du galet doivent empêcher ultérieurement le cylindre de glisser autour du galet.

Cependant, il doit être possible de retirer ce cylindre afin de le remplacer par un autre système dont une partie aura un diamètre extérieur plus faible.

Ce système (schéma 5) peut être fabriqué de la façon suivante : On n'utilise que 4 cm d'un cylindre de diamètre intérieur 20 mm, que l'on engage comme précédemment de 1 cm sur le galet. On introduit à l'intérieur, sur les 3 cm restant, un 2^e cylindre de 10 cm de longueur. Son diamètre extérieur doit évidemment être de 20 mm. Un collage des 2 tubes est conseillé. Si l'on a besoin d'enrouler le fil sur un cylindre de diamètre encore plus faible, on peut, de la même façon, utiliser des tubes de diamètres extérieurs plus faibles (ex. : 14 x 16 mm) pour réaliser une succession de cylindres emboîtés...

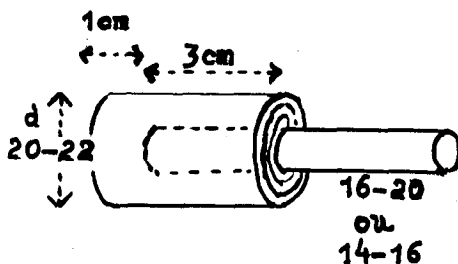


Schéma 5

Si, au contraire, on désire enrouler le fil sur un cylindre de diamètre extérieur supérieur à 22 mm, on obtient de bons résultats en collant un film plastique, sur une ou plusieurs épaisseurs, à la périphérie du cylindre s'emboîtant sur le galet.

Dans tous les cas, il faut veiller à ce que la cordelette soit enroulée bien régulièrement autour du cylindre, sans que les divers tours ne se chevauchent. Cette condition est en effet nécessaire pour que le moment du poids se maintienne constant lors de la chute.

IV. VARIANTE DU MONTAGE DECRIT.

* Première variante.

Un deuxième ensemble « bloc-générateur » peut être construit dans les mêmes conditions en fixant comme générateur, par exemple, un moteur « Mécano » à plusieurs vitesses de sortie. Le cylindre pourra être fixé sur l'axe, soit en vissant une roue dentée de la même marque de diamètre 20 mm, soit en utilisant un bouchon bien rigide.

* Deuxième variante :

On peut aussi fixer un petit moteur, du type de ceux utilisés en 5^e, qu'on munit d'un réducteur de vitesse, avec un axe suffisamment long sur lequel s'enroulera la cordelette.

V. QUELQUES EXPERIENCES POSSIBLES UTILISANT L'ALTERNATEUR DE BICYCLETTE.

Le matériel décrit permet de réaliser un certain nombre d'expériences variées ; quelques-unes sont relatées dans cet article. Cependant, il ne faut voir dans les valeurs numériques indiquées pour les masses qu'un ordre de grandeur : en effet, celles-ci peuvent changer de manière sensible suivant la qualité du générateur de bicyclette employé.

Dans tous les cas, on devra veiller en particulier à ce que l'enfoncement du cylindre ne gêne pas ultérieurement la rotation du galet. Il est important de le vérifier avant toute nouvelle expérience.

Les paramètres qui pourront être modifiés sont : la masse du corps, la hauteur de chute, le nombre des ampoules et le rayon du cylindre.

Lorsque la vitesse de rotation de l'alternateur est constante, la différence de potentiel U fournie est constante.

L'éclat des ampoules dépend de la puissance instantanée UxI qui leur est transférée, c'est-à-dire du débit énergétique. Il est donc constant lorsque la vitesse limite de chute est atteinte.

Pour avoir une puissance constante, il faudra donc se placer dans des conditions telles que, pendant pratiquement toute la durée de chute du corps, les ampoules brillent d'un éclat constant. Cela se produit effectivement en raison du freinage électromagnétique au niveau de l'alternateur. Cela est plus sûrement obtenu si la masse utilisée est inférieure à la masse déterminée dans l'expérience 1.

L'ordre choisi pour ce catalogue d'expériences peut permettre d'élaborer de façon progressive les concepts d'énergie et de puissance.

Dans le texte qui suit, les remarques mises entre parenthèses ne sont pas destinées aux élèves.

Note.

On trouvera mentions d'expériences illustrant des transferts d'énergie comparables dans les livres suivants destinés à la classe de 3^e. Un seul les utilise pour distinguer énergie et puissance.

- HACHETTE : livre élève : page 36,
livre du maître : pages 45, 46, 47, 81, 92, 93, 99, 103, 249.
- COLIN : livre élève : pages 92, 128,
livre du maître : page 87.
- ISTRA : livre élève : pages 52, 53, 66,
livre du maître : pages 33, 36.
-

A. EXPERIENCES
DANS LES CAS OU L'ON VEUT TRANSFERER L'ENERGIE DE NIVEAU
D'UN SYSTEME « RESERVOIR »
POUR FAIRE BRILLER DES AMPOULES

Expérience 1.

Conditions expérimentales :

- $h = 2$ mètres,
- une seule ampoule 3,5 V - 0,2 A aux bornes du générateur,
- le cylindre de diamètre extérieur 22 mm.

Paramètre variable : la masse du corps qui tombe.

Rôle de ce facteur sur l'éclat de l'ampoule.

On constate que :

* si la masse m est trop faible, l'ampoule peut ne pas briller du tout ;

* si on augmente m , donc l'énergie de niveau du corps, et donc le travail mgh du poids, elle brille ;

* pour qu'elle brille « normalement », on trouve une valeur « déterminée » pour m .

Ici 130 g conviennent,

* si, au cours de la chute du corps, on débranche l'ampoule, le corps descend plus vite ;

* lorsque m est arrêtée par le sol, donc lorsque le travail du poids cesse, l'ampoule cesse de briller.

On en déduit que :

* l'énergie de niveau du corps de masse M peut se transférer ;

* le transfert d'énergie sous forme électrique cesse dès qu'il n'y a plus diminution de l'énergie de niveau donc dès que cesse le travail mécanique du poids. Ce travail est donc un mode de transfert ;

* une autre partie de cette énergie de niveau est transférée pour communiquer de l'énergie cinétique à la masse M et à la partie mobile de la génératrice (aimant et cylindre). Ce transfert ne s'effectue que tant que la vitesse de chute de la masse augmente, donc au début de la chute. C'est la *première*

phase du mouvement : il y a régime transitoire pendant une chute de hauteur h_1 .

Dès qu'une vitesse constante est atteinte, il n'y a plus transfert d'énergie sous forme d'énergie cinétique : l'énergie de niveau du système terre-corps est transférée uniquement sous forme d'énergie électrique (si l'on néglige le travail des forces de frottement...). C'est la *deuxième phase du mouvement* : il y a régime permanent pendant une hauteur de chute h_2 ;

* l'énergie cinétique acquise par l'ensemble en mouvement est perdue lorsque le corps est arrêté à son arrivée au sol. C'est la *troisième phase du mouvement* ;

* le transfert d'une partie de l'énergie sous forme électrique existe toujours, même si l'ampoule brille peu ou pas. Il est important de rappeler que si une ampoule ne brille pas, cela ne signifie pas qu'aucun courant ne la traverse. Simplement, les conditions de ce transfert ne lui permettent pas de briller.

(REMARQUE : si aucune ampoule n'est branchée, une vitesse limite n'est pas atteinte car il n'y a plus de courant dans l'induit de l'alternateur donc plus de force de LAPLACE de freinage. L'énergie cinétique de l'ensemble en mouvement augmente donc pendant toute la durée de la chute de M , et ce transfert est pratiquement le seul mis en jeu, si l'on ne tient toujours pas compte des frottements dans un premier temps.)

Dans le cas du régime permanent, qui est à rapprocher du cas de certaines centrales électriques, une étude de la chaîne énergétique de ce dispositif s'impose. Elle met en évidence la succession des systèmes en interaction.

Dans un deuxième temps, on devra faire figurer les pertes d'énergie par frottement « sec ». En effet, ils ne sont pas négligeables comme on pourra le constater expérimentalement dans certaines expériences. En particulier, dans le cas où aucune ampoule n'est branchée, il faut une masse minimum de 40 g pour que le mouvement de rotation du cylindre se maintienne. (Le produit rmg donne un ordre de grandeur de la valeur du couple de frottement « sec » au niveau de l'alternateur.)

Une représentation de cette chaîne pourra s'inspirer de celle donnée dans le livre du maître HACHETTE de la classe de troisième, pages 81 et 236, et reproduite en annexe 1.

En régime permanent, les systèmes intermédiaires ne voient pas leur énergie varier. En fin de chaîne par contre, on trouve un autre système « réservoir » qui, lui, est récepteur d'énergie : la Terre (sol, air...).

Expérience 2.

Conditions expérimentales :

- une seule ampoule,
- $h = 2$ mètres,
- une masse légèrement inférieure à la masse déterminée pour une ampoule (ici 100 g).

Paramètre variable : le rayon du cylindre.

Rôle de ce facteur sur la puissance.

On constate que :

* les durées de chutes, donc les vitesses limites obtenues avec les différents cylindres sont différentes ;

* en régime permanent, l'éclat de l'ampoule dépend de cette vitesse limite : l'ampoule éclaire moins pour des vitesses plus faibles ;

* quand l'ampoule brille moins, elle brille par contre plus longtemps.

(REMARQUE : à des cylindres de plus petits rayons correspondent des moments de P par rapport à l'axe de rotation plus faibles, donc une descente plus lente.)

On en déduit que :

* dans les différents cas, la diminution de l'énergie de niveau du corps est la même. Elle se fait seulement plus ou moins rapidement, donc avec un débit plus ou moins grand ;

* globalement, l'énergie totale transférée à l'ampoule est plus grande quand la masse arrive au sol avec une faible vitesse. Comme dans ces conditions l'ampoule a un éclat plus faible, il faut en conclure que ce n'est pas l'énergie qu'il faut considérer pour expliquer l'éclat de l'ampoule lors de la phase de chute à vitesse constante ;

* lors de cette phase, l'énergie étant pratiquement transférée uniquement aux ampoules, il convient donc de tenir compte de la durée de ce transfert, donc du débit énergétique ;

* lorsque le système « réservoir d'énergie » la transfère au système intermédiaire avec un débit énergétique plus faible (c'est la puissance à l'entrée), celui-ci la transfère à son tour avec un débit énergétique plus petit (puissance à la sortie).

(Dans le cas de ce dispositif expérimental, la puissance fournie par la génératrice diminue rapidement quand r diminue.)

On met donc en évidence l'importance de cette notion de puissance qu'il est nécessaire de transférer à une lampe pour qu'elle puisse briller.

Expérience 3.

Conditions expérimentales : celles de l'expérience 1.

Paramètre variable : la hauteur de chute de la masse.

Rôle de ce facteur sur l'éclat de l'ampoule.

On constate que :

* la variation de h est sans effet sur l'éclat de l'ampoule, mais seulement sur la durée de l'éclairement obtenu.

On en déduit que :

* si l'énergie de niveau consommée diminue, il en est de même pour l'énergie obtenue au niveau de l'ampoule ;

* le débit énergétique est toujours le même quelle que soit la hauteur de chute car le poids tombe avec une vitesse constante ; au niveau des ampoules, le débit énergétique est aussi constant : à une même puissance à l'entrée du système alternateur-ampoule correspond donc une même puissance à la sortie de ce système, quelle que soit la durée de l'expérience.

Les expériences 2 et 3 permettent ainsi une première approche de la distinction entre énergie et puissance.

Expérience 4.

Conditions expérimentales :

- $h = 2$ mètres,
- le cylindre de diamètre extérieur 22 mm,
- $m = 150$ grammes.

Paramètres variables : le nombre n d'ampoules, branchées en dérivation aux bornes de l'alternateur (corrélativement, leur résistance électrique varie d'une expérience à une autre si leur éclat varie.)

Influence de ce nombre sur le transfert d'énergie.

On constate que :

* si l'on augmente le nombre d'ampoules, celles-ci éclairent de moins en moins bien ;

* parallèlement, la masse descend plus lentement (la vitesse de chute est rapidement constante.)

On en déduit que :

* la diminution de l'énergie de niveau du système de départ est la même dans les divers cas ;

* l'énergie s'est transférée à un autre système (3 ampoules en dérivation au lieu d'une seule).

(REMARQUE : ici, un raisonnement élémentaire concernant ce groupement d'ampoules est impossible : en effet, la résistance d'une ampoule augmente quand la température du filament augmente.

L'éclat des ampoules variant quand leur nombre varie, nous ferons le simple constat suivant : la diminution totale d'énergie de niveau lors des 2 phases de chute est toujours la même (mgh). Quand on augmente le nombre d'ampoules, la vitesse limite de chute diminue. L'énergie transférée sous forme cinétique a donc diminué. L'énergie totale transférée au niveau des ampoules pendant les 2 phases a augmenté. Mais le temps de chute a augmenté dans des proportions beaucoup plus importantes.)

Le transfert existant même lorsque les ampoules n'éclairent pas, il faut en conclure que lorsque l'énergie de niveau de la masse est transférée pendant une trop longue durée, le débit d'énergie, donc la puissance de transfert est trop faible pour que les ampoules éclairent convenablement.

En conclusion, disposer d'un système possédant de l'énergie ne suffit pas toujours pour pouvoir la transférer efficacement dans un but précis.

Expérience 5.

Il est possible de reprendre l'expérience 4 avec 2 ampoules en dérivation qui éclairaient mal pour $m = 150$ g. L'augmentation du rayon du cylindre permettra de les faire briller convenablement ;

* l'énergie a pu être transférée pendant un temps plus court : la puissance du transfert ayant été augmentée, la puissance fournie aux ampoules a aussi été augmentée.

Expérience 6.

Conditions expérimentales :

- $h = 2$ mètres,
- 1 puis 2 puis 3 ampoules,
- le cylindre de 22 mm.

Paramètre variable : la masse du corps qui tombe.

Influence de cette masse sur l'éclat des ampoules.

On constate que :

* si l'on veut faire briller avec le même éclat : 1 puis 2 puis 3 ampoules branchées en dérivation aux bornes de l'alternateur, sans modifier les conditions de l'expérience 4, il faudra augmenter la masse du corps qui tombe donc son poids P . (Une masse de 170 g convient pour 2 ampoules.)

(REMARQUE : expérimentalement, on constate qu'il n'y a pas proportionnalité entre m nécessaire et les nombres d'ampoules. Or théoriquement, si l'éclat de chaque ampoule est le même, l'intensité dans le circuit a doublé, la résistance de l'ensemble des ampoules est divisé par deux. La puissance RI^2 à leur fournir doit donc être multipliée par 2. Si cette puissance était la seule mise en jeu, cela impliquerait qu'il faudrait doubler m : à vitesse de chute égale, la puissance transférée serait donc doublée. Les résultats expérimentaux infirmant ce raisonnement, tendent à prouver que les frottements « secs » sont loin d'être négligeables ici. Les vitesses de chute changent donc. Les transferts en régime transitoire ont donc aussi été modifiés. Ce n'est pas simple...).

On en déduit que :

* dans des conditions expérimentales comparables, plus on voudra qu'un système nous transfère une puissance utile importante (puissance à la sortie), plus il faudra lui transférer une puissance importante, venant d'un système réservoir d'énergie (puissance à l'entrée).

Ceci est à rapprocher du cas du cycliste qui doit développer un plus gros effort et donc une plus grande énergie par unité de temps (plus grande puissance) pour obtenir la même vitesse avec éclairage que sans cet éclairage... et du cas de l'automobiliste qui consomme plus d'essence par unité de temps, à vitesse égale, s'il roule tous phares allumés...

Expérience 7.

Il est possible de mesurer l'énergie de position mgh utilisée et l'énergie $UI t$ apparue.

Une comparaison de ces 2 valeurs permettra de parler de rendement et de le calculer.

B. EXPERIENCE

MONTRANT UNE FORME PARTICULIERE DE STOCKAGE DE L'ENERGIE

Expérience 8.

Conditions expérimentales :

- le cylindre de 22 mm,
- une masse de 100 g environ,
- $h = 2$ mètres,
- une diode supportant 6 V,
- un condensateur électrochimique de forte capacité : 2000 microfarads environ, et de tension de claquage supérieure à 6 V,

(diode et condensateur doivent de préférence être montés sur support.)

On réalise la charge et la décharge du condensateur, pour montrer un exemple de stockage de l'énergie ;

* le circuit de l'alternateur est refermé sur la diode et le condensateur disposés en série.

(REMARQUE : le branchement de la diode doit respecter la polarité du condensateur électrochimique : la diode ayant pour fonction de redresser le courant fourni par l'alternateur, le sens conventionnel du courant dans la diode doit être tel qu'il chargera positivement l'armature positive du condensateur et négativement l'autre, sous peine de détérioration. Il est évidemment hors de question de soulever ce problème de polarité de condensateur en classe de 3^e... Il ne se poserait d'ailleurs pas si l'on pouvait trouver aisément des condensateurs de forte capacité non polarisés.)

Dans tous les cas, aucun courant ne traverse le condensateur dont les armatures sont séparées par un isolant. Il y a seulement déplacement d'électrons dans les conducteurs reliés aux armatures (schéma 6).

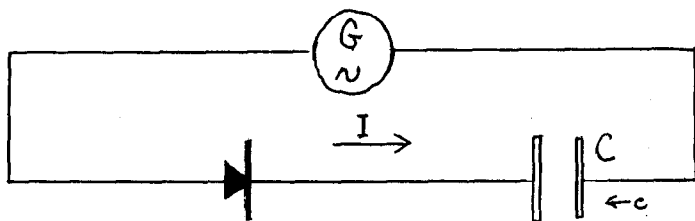


Schéma 6

Avant la fin de la chute du corps, on ouvre le circuit : le condensateur est chargé. Son énergie emmagasinée (système réservoir) a augmenté en raison de l'interaction des charges électriques de signes contraires présentes sur ses armatures.

Avec des élèves de 3^e, on pourra mettre en évidence :

- la tension entre les 2 plaques du condensateur à l'aide d'un oscilloscope,
- l'existence d'une énergie emmagasinée par le condensateur en branchant à ses bornes une ampoule 3,5 V - 0,2 A : elle brille brièvement.

On peut alors parler de stockage d'énergie.

(REMARQUE : le rendement énergétique de cette opération est excellent mais difficile à calculer en raison de la brièveté du flash obtenu.)

C. EXPERIENCE DANS LE CAS DE TRANSFERT D'ENERGIE ELECTRIQUE :

L'ENERGIE TRANSFEREE SERVANT A SOULEVER UN CORPS

Expérience 9.

Conditions expérimentales :

- pas d'ampoule,
- un générateur alternatif (6 V),
- un cylindre de faible diamètre.

On montre que :

* alimenté en courant alternatif, un alternateur de bicyclette, théoriquement réversible, peut servir de moteur. Il faudra cependant le lancer pour le faire démarrer, dans un sens dont on n'est pas maître, sinon il se contente de vibrer.

(REMARQUE : c'est en effet un moteur synchrone dont la vitesse de rotation est égale à la pulsation du courant alternatif d'alimentation.)

* les masses qu'il est capable de lever sont assez faibles, ce qui est normal, puisqu'il n'a pas été conçu pour cette utilisation.

VI. EXPERIENCES POSSIBLES AVEC UN MOTEUR MECANO A COURANT CONTINU.

Expérience 10.

Conditions expérimentales :

- un moteur mécano dont on utilise la plus faible vitesse,
- un générateur 6 V continu ou des piles,
- un cylindre de diamètre inférieur à 22 mm,
- $h = 2$ mètres,
- un ampèremètre,
- un voltmètre.

Facteur variable : la masse m .

On étudie et on compare :

- l'énergie électrique $U \times I \times t$ consommée par le moteur électrique,
- l'augmentation de l'énergie de niveau du système corps - terre : mgh .

Alimentant le moteur à l'aide d'une tension continue de 6 V, on mesure simultanément :

- la tension aux bornes du moteur,
- l'intensité le traversant,
- la durée de l'expérience,
- la hauteur de remontée de la masse m .

On montre que :

* si m augmente, donc si l'on veut accroître l'augmentation de l'énergie de position, l'énergie électrique consommée $U \times I \times t$ augmente aussi.

REMARQUE : si l'on utilise une pile comme générateur, les 3 facteurs U , I et t varient en même temps.

On retrouve alors la notion essentielle : plus on veut obtenir d'énergie à la sortie d'un système, plus il faudra lui transférer d'énergie. Il faudra donc disposer d'un réservoir d'énergie à l'entrée de la chaîne énergétique.

Pour la description de cette chaîne, on se référera aussi au livre du maître de 3^e - Hachette - page 44 ou à l'annexe 2 ;

* un tableau de mesures peut être rempli pour diverses valeurs de m ;

* le rendement mgh/UIt peut être calculé dans chaque cas ;

* une étude critique des pertes est possible.

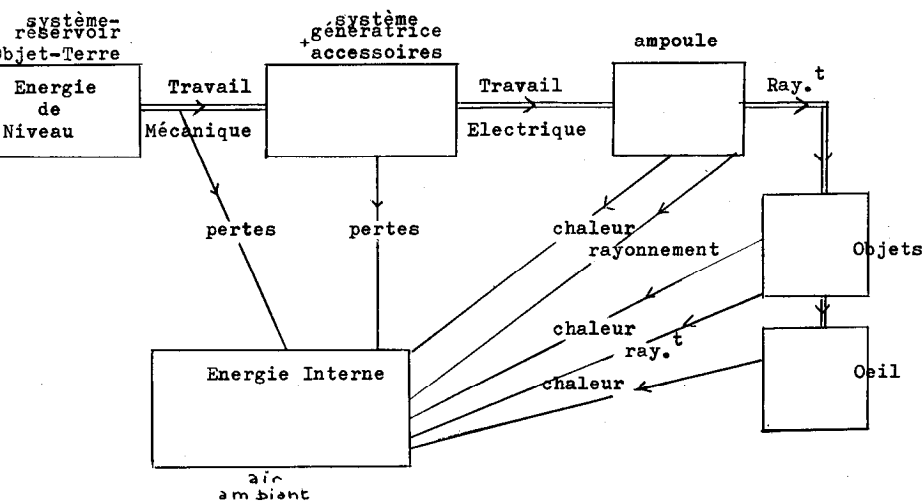
(REMARQUE : cette manipulation est particulièrement intéressante, car elle donne l'occasion, en 3^e, de revoir l'utilisation des appareils de mesures électriques.)

Expérience 11.

Inversement le même moteur peut être utilisé en générateur de courant continu.

On calcule la diminution mgh de l'énergie de niveau du corps et l'énergie électrique UIt apparue.

ANNEXE 1



ANNEXE 2

