Titre : Etude d'une chaine énergétique.

Type d'activité : Travaux pratiques (TP cours ou élèves)

Classe(s) : Bac Techno, Filière scientifique …

Prérequis :

Energie : $E = P \times t$
Puissance électrique $P = U \times I$ et $P = E/t$
Energie mécanique : $Em = Ec + Ep$; $Ec = \frac{1}{2}mv^2$; $Ep = mgh$
Energie thermique : $P_{joule} = Ri^2$
Etablir un diagramme énergétique.

Durée : 3h (salle de tp et d'info)

Objectifs :

Les objectifs du tp sont de réaliser une chaine énergétique comprenant un rétroprojecteur, une photopile, un moteur électrique afin de soulever une charge et de déterminer le rendement de chaque convertisseur ainsi que le rendement global de cette chaine énergétique. En parallèle, des mesures seront effectuées à l'aide d'un logiciel de traitement vidéo. Des connaissances théoriques sur les formes d'énergies et la quantification de l'énergie sont indispensables avant de réaliser cette activité.

Matériel	TIC , logiciels
Consomètre Rétroprojecteur. (ou Lampes « classique » , halogène , basse consommation…) Photopile Moteur électrique (Maquette Jeulin énergie et rendement) Masse marquée Multimètres Webcam (Philips Toucam)	Logiciel de traitement vidéo (Virtual dub, generis…) Pour aller plus loin : Logiciel de traitement de données (tableur excel , regressi…) Animation : rendement moteur électrique http://physiquecollege.free.fr/lycee_premiere.htm

Remarques :

Les manipulations de la partie V « pour aller plus loin » peuvent être traitées lors de séquences futurs.

- 1) Rendement d'un moteur à l'aide d'une simulation. (réinvestissement et complément)
- 2) Caractéristique d'une photopile.

Auteur :

Elaboré dans le cadre du GAP physique chimie.
Cette séquence se situe après avoir introduit les notions de basse de l'énergie (disponible lors de stages régionaux réalisés par des enseignants de l'enseignement agricole)
lien : http://www.enfa.fr/ressources/ressources-pedagogiques-et-didactiques/physique-chimie/

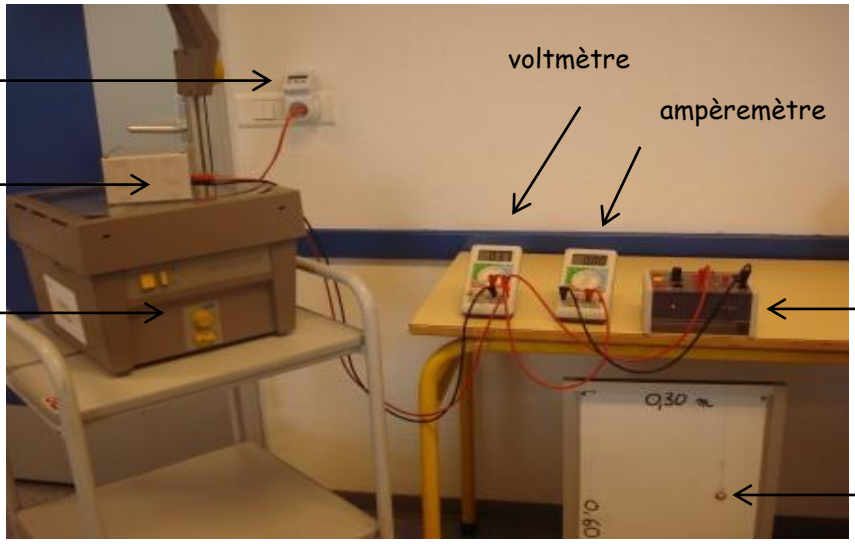
TP - Chaine énergétique

Problème posé : Comment évaluer le rendement d'une chaine énergétique ?

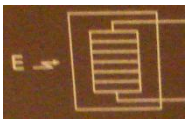
I. Etude de la situation.

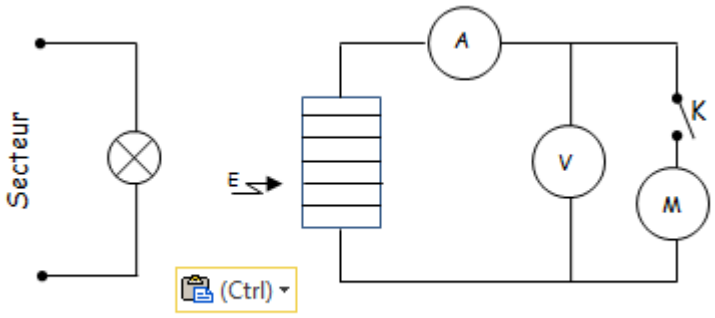
Le dispositif permet de soulever une masse *m*, sur une hauteur *h* pendant une durée *t*.

1) Légender sur la photo principale les différents éléments du montage.

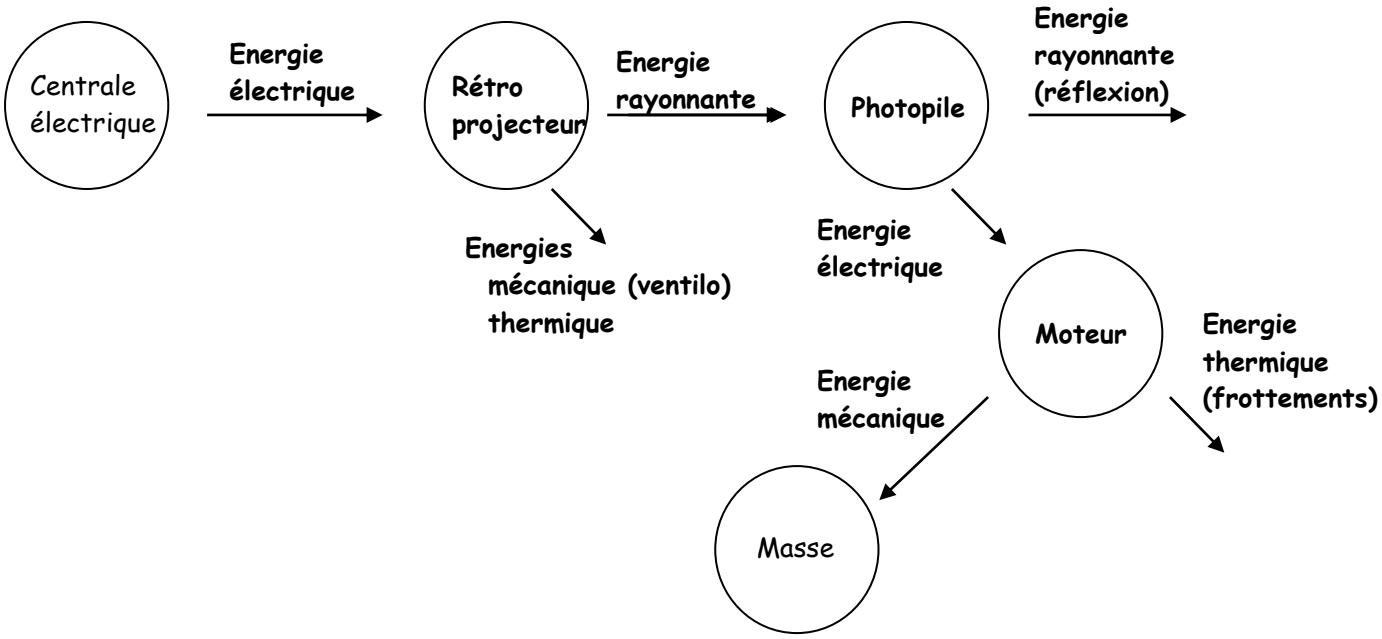


2) Faire un schéma du montage électrique.
Remarque : utiliser le symbole suivant pour la photopile





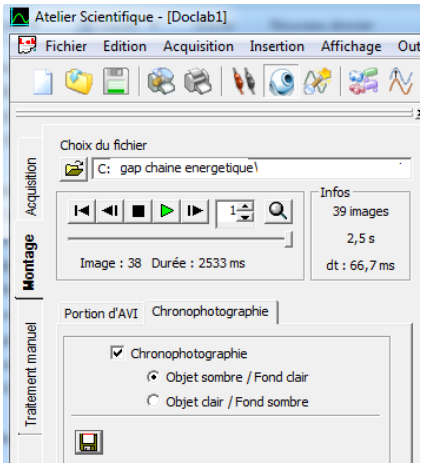
3) Réaliser le diagramme énergétique en précisant les formes d'énergie mises en jeu.



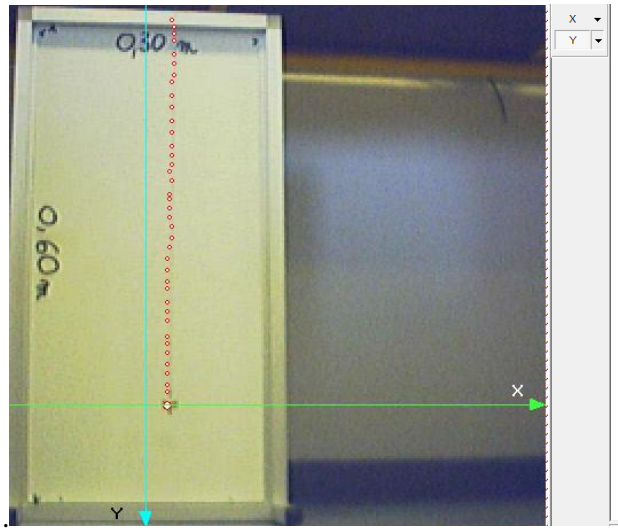
II. Protocole

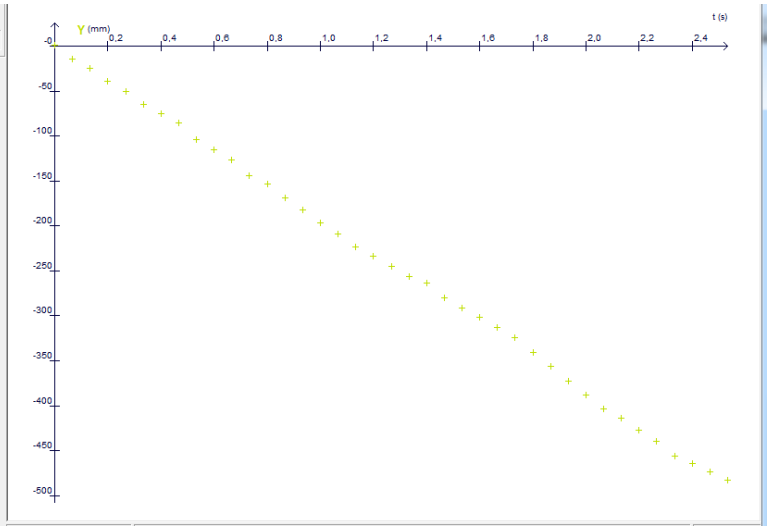
- ☐ Réaliser le montage avec le matériel disponible.
- ☐ Allumer le rétroprojecteur puis relever les mesures fournies par le consomètre.
- ☐ Mesurer à l'aide d'un luxmètre l'éclairement E_{ray} reçu par la photopile.
- ☐ Basculer l'interrupteur du moteur puis enregistrer le mouvement de la masse à l'aide d'une webcam.
  logiciels\Webcam log-gratuits.doc

- ☐ L'enregistrement du mouvement de la masse permet de déterminer la puissance utile du moteur.
  1ère méthode : Réaliser la chronophotographie du mouvement de la masse avec le logiciel generis (ou regavi).



2ème méthode : Réaliser le traitement manuel avec generis (ou avec Avistep) :





- ☐ Relever les valeurs de la tension *U* aux bornes du moteur et l'intensité *I* qui traverse celui-ci pendant le déplacement de la masse *m* = 20 g.
- ☐ Bloquer l'arbre du moteur et mesurer les valeurs de U' et I' .
- ☐ Restituer les mesures dans un tableau.

Rétroprojecteur					Moteur			
U	I	F	cos φ	E_{lux}	U	I	U'	I'
234 V	1,30 A	50 Hz	0,97	45000 lux	1,40 V	0,30 A	1,34 V	0,41 A

III. Exploitation.

1) Donner la nature du courant reçue par le rétroprojecteur puis calculer la puissance consommée par celui-ci.

Courant alternatif de 50 Hz ,
Puissance reçue par le rétroprojecteur : $P_{secteur}$ = UxI xcos φ = 295 W

2) Donner la nature du courant reçue par le moteur puis déterminer la puissance reçue $P_{élec}$ par celui-ci.

Courant continu,
Puissance reçue par le moteur : $P_{élec}$ = UxI = 0,42 W

3) Utiliser la relation, 1 lx correspond à $4{,}75.10^{-2}$ $W.m^{-2}$ afin de déterminer la puissance reçue *Pr* par la photopile.

E_{ray} = 45 000x 4,75 .10^{-2} = 2137 $W.m^{-2}$ de plus S photopile = 0,01 m² donc Pr = 21 W

4) En déduire le rendement de la photopile.

$\eta_{photopile}$ = Pélec/Pr = 0,02 = 2%

5) Déterminer le rendement du rétroprojecteur.

$\eta_{rétro}$ = Pr/$P_{secteur}$ =21/ 295 = 0,07 = 7 %

6) Déterminer la résistance (électrique) interne *r'* du moteur.

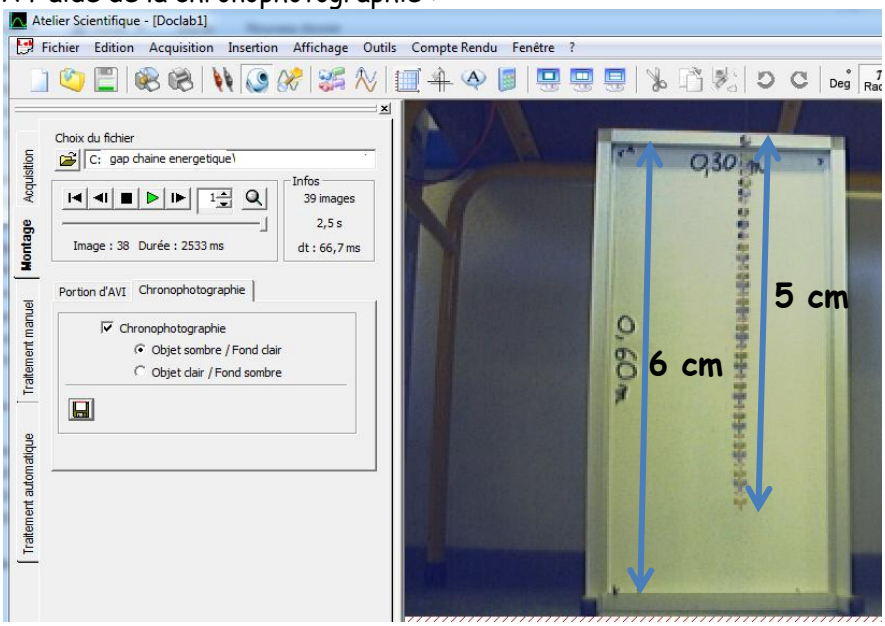
Résistance interne du moteur : d'après la loi d'ohm, r' = U'/I' = 3.2 Ω

7) Donner la nature du mouvement de la masse dans le référentiel du laboratoire.

Mouvement rectiligne uniforme.

8) Déterminer la distance *h* parcourue par la masse pendant la durée *t* de l'enregistrement puis en déduire la puissance mécanique $P_{méca}$ fournie par le moteur.

A l 'aide de la chronophotographie :



h = 0,5 m et t = 2,5 s (g = 9,8 N/kg)
d'où une énergie mécanique reçue par la masse : E = mgh = 0,10 J
et une puissance $P_{méca}$ = E/t = 0,04 W

A l 'aide du traitement manuel :

Grd	t	X	Y
Unit,	s	m	m
1	0,000	0,029	0,001
2	0,067	0,027	-0,014
3	0,133	0,029	-0,025
37	2,400	0,036	-0,464
38	2,467	0,036	-0,473
39	2,533	0,035	-0,483
40			
41			

On obtient des résultats proches (peut-être plus précis …) h = 0,483 m et t = 2,533 s

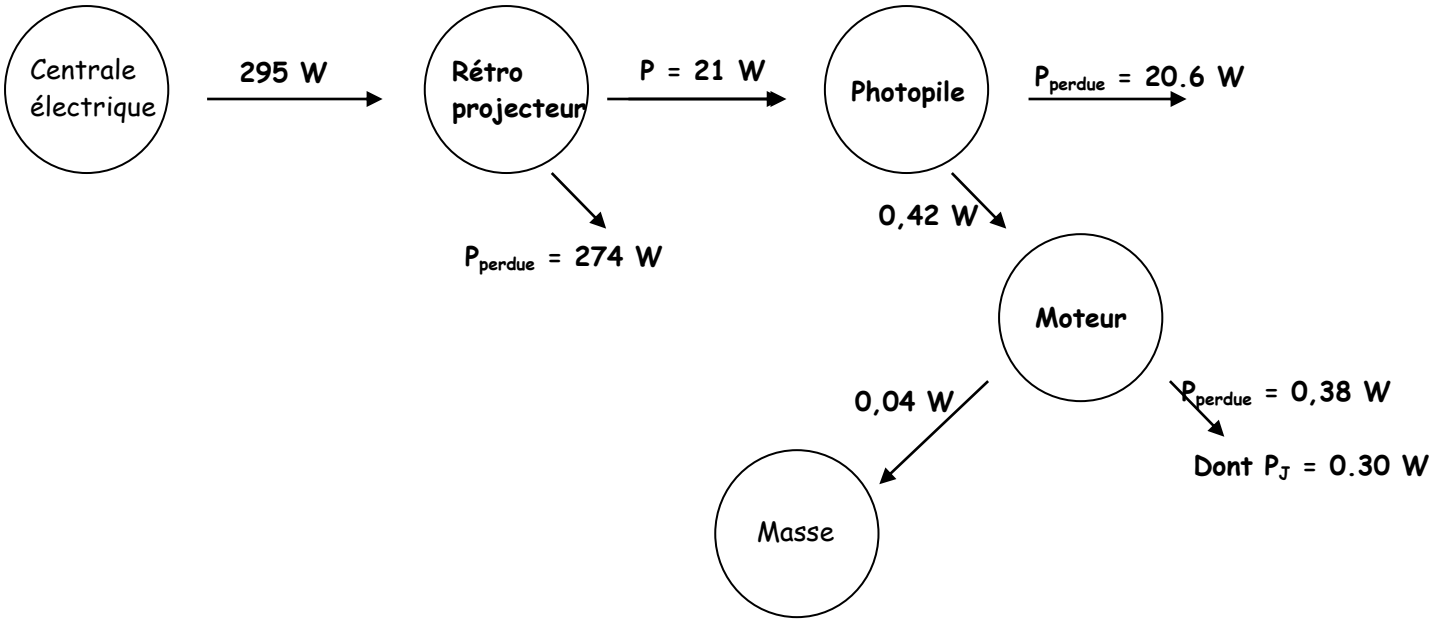
9) Déterminer le rendement du moteur.
η = Puissance utile / Puissance reçue = Puissance reçue par la masse / Puissance reçue par la moteur
$\eta_{moteur} = P_{méca} / P_{élec}$ = 0,040 /0,42 = 0,095 = 9,5 %

10) Déterminer la puissance dissipée par effet joule P_J dans le moteur.
$P_J = r'I^2$ = 0.30 W

11) En déduire la puissance perdue par frottements et d'origine magnétique.
$P_{frott} = P_{élec} - (P_J + P_{méca})$ = 0,42 –(0.3+0.04) = 0.08 W

IV. Conclusion

1) Compléter le diagramme énergétique en précisant les valeurs des puissances utiles, reçues puis en déduire les puissances perdues.



D'après le principe de conservation de l'énergie, pour chaque convertisseur :
$P_{perdue} = P_{reçue} - P_{utile}$

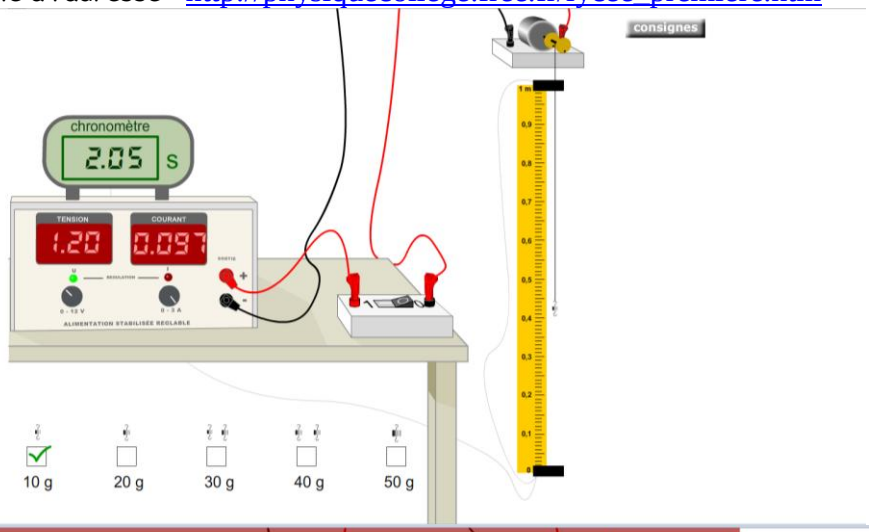
2) Déterminer le rendement global de la chaine énergétique.
η_{global} =Puissance mécanique reçue par la masse / Puissance électrique reçue par le rétroprojecteur soit η_{global} = 0,040 / 295 = $1,3.10^{-4}$ = 0,014 %
ou $\eta_{global} = \eta_{rétro} \times \eta_{photopile} \times \eta_{moteur}$ = 7% x 2%x 9,5% = 0,014 %

V. <u>Pour aller plus loin :</u>

1) Problème posé : Le rendement d'un moteur dépend t-il de la masse soulevée ?

☐ Ouvrir le logiciel de simulation « rendement d'un moteur »

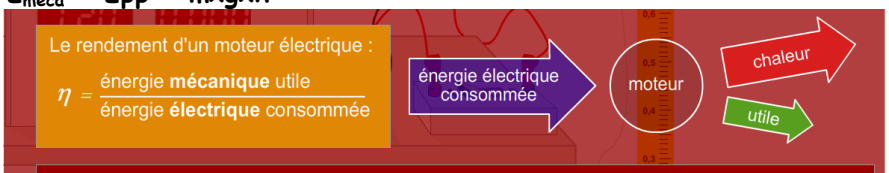
Téléchargeable à l'adresse : http://physiquecollege.free.fr/lycee_premiere.htm



$E_{élec}$ = UxIxt

b. Donner l'expression de l'énergie **mécanique** mise en jeu pour élever un objet de masse *m* d'une hauteur *h* (fonction de *m* et *h*).

$E_{méca}$ = Epp = mxgxh



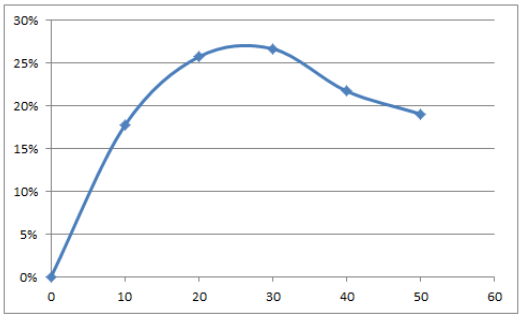
2. a. Evaluer η pour chaque valeur de *m* proposée dans l'animation.

masse (g)	U (V)	I (A)	t (s)	d (m)	Em utile (J)	E élec (J)	η
0	1,2	0,007	10000		0	84,00	0%
10	1,2	0,097	4,75	1	0,10	0,55	18%
20	1,2	0,116	5,47	1	0,20	0,76	26%
30	1,2	0,143	6,42	1	0,29	1,10	27%
40	1,2	0,185	8,12	1	0,39	1,80	22%
50	1,2	0,202	10,6	1	0,49	2,57	19%

b. Quel est le rendement du moteur s'il tourne à vide (*m* = 0) ?

η = 0% !

c. Obtenir le graphique donnant la valeur de η en fonction de *m*.



3. Conclure en répondant à la question : le rendement d'un moteur électrique dépend-il de la masse soulevée ?

PCCL © animation publiée en mars 2011

Le rendement évolue suivant la valeur de la masse m.

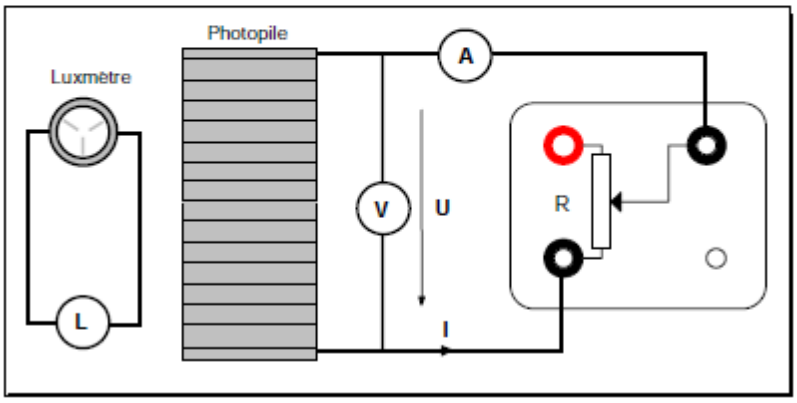
2) Problème posé : Comment déterminer la caractéristique d'une photopile ?

a) <u>Manipulations.</u>

- ☐ Réaliser un montage permettant de mesurer la valeur de la tension fournie par la photopile et la valeur de l'intensité qu'elle délivre.

1ère étape : le montage

On réalise le montage représenté par le schéma ci-dessous : il fait appel au MODULE PHOTOGENERATEUR dont on utilise la photopile 7,5 V-0,125 W et le potentiomètre du MODULE CHAINE ENERGETIQUE. Deux multimètres sont installés : V en voltmètre et A en milliampèremètre.



- ☐ Compléter le tableau de mesures suivant puis tracer la caractéristique u= f(I) de la photopile.

U (V)									
I(A)									

- ☐ Tracer la courbe donnant la puissance en fonction de l'intensité I à l'aide d'un logiciel de traitement de données (exel ou regressi)

b) <u>Questions</u>

✓ Donner la valeur de la puissance maximale fournie par la photopile.

✓ …