

Dossier Travail	TRAVAUX PRATIQUES	
L'énergie – Lampe dynamo		

L'énergie

DOSSIER TRAVAIL



Dossier Travail	TRAVAUX PRATIQUES	
L'énergie – Lampe dynamo		

Objectifs du TP :

L'objectif de ce TP est de : Distinguer la fonction de base parmi les fonctions de service ;

- Distinguer une fonction principale d'une fonction contrainte.
- Distinguer une fonction de service d'une fonction technique.

Vous avez entre vos mains le système. Avant de commencer votre travail, **MANIPULEZ-le, OBSERVEZ-le** soigneusement et, en présence du professeur, faites le fonctionner.

Consignes de travail :

- Il est demandé de **ne pas écrire sur les documents « DOSSIER TRAVAIL »** ;
- Sauf indication contraire les **réponses aux questions se feront sur une feuille de copie** ;
- Pour certaines questions il faudra répondre sur un « document réponse » et cela vous sera indiqué clairement ;
- Chaque fois que cela est indiqué , **APPELEZ** le professeur afin qu'il valide les activités réalisées ;

Descriptif :

Cette lampe torche ne nécessite aucune pile : tourner la manivelle pendant une minute et vous aurez environ une heure d'éclairage.

Simple et pratique d'utilisation, la batterie, intégrée dans le produit, peut se recharger au moins 500 fois.

L'éclairage se fait par 3 diodes électroluminescentes blanches dont vous pouvez commander l'allumage, par un bouton poussoir séquentiel, d'une seule DEL ou des trois DELS .

Le boîtier assure une étanchéité contre la pluie.

Parsa dimension, votre lampe torche trouvera sa place au quotidien.

Suivant la prise de votre téléphone portable, un jeu de cordon vous permet de charger votre téléphone.

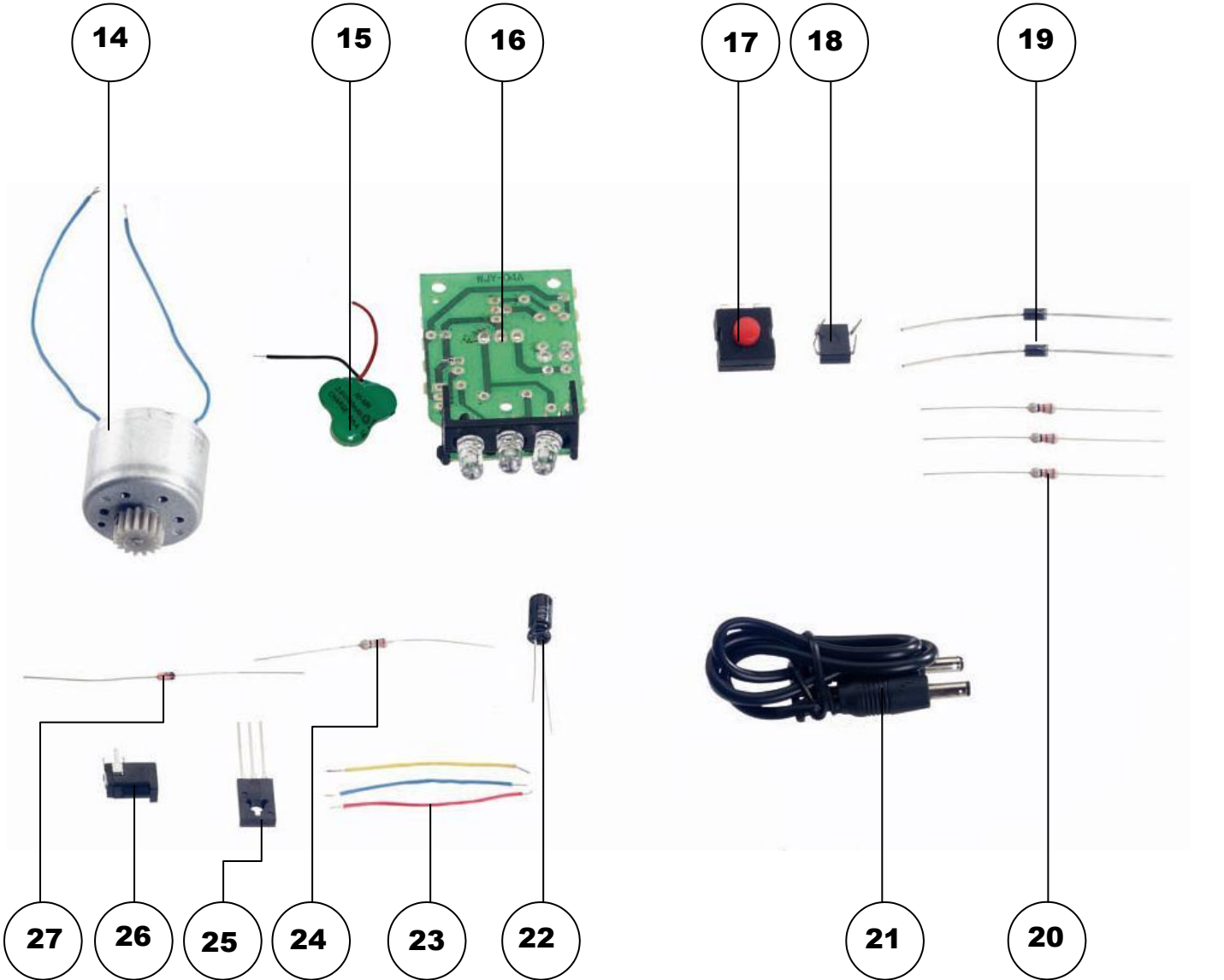
Nous vous proposons également d'utiliser votre lampe comme générateur et d'alimenter ainsi quelques dispositifs (Radio, chargeur d'accumulateur ...).

Caractéristiques :

- ▣ 3 DELS hautes luminosités blanches 15 000 mcd Ø 5 mm.
- ▣ Manivelle.
- ▣ Poignée antidérapante.
- ▣ Prise pour charge de téléphone portable.
- ▣ Alimentation : Batterie au lithium de type Ni-MH de 3,6V 40mAH, rechargeable en tournant la manivelle.
- ▣ Dimensions : 14 cm X 5.5 cm.
- ▣ Poids : 170 grammes



13	1	Lot de 4 engrenages (3 engrenages doubles, 1 simple)	En plastique gris
12	3	Axe Ø 2,40 x 19,4 mm	Acier
11	4	Vis à tête Ø 2 x 5 mm	Tête bombée
10	3	Vis à tête Ø 3 x 4 mm	Tête fraisée
9	2	Vis M2 x 4 mm	Tête fraisée
8	1	Vis à tête Ø 1,90 x 5,1 mm	Tête bombée
7	1	Bouton (*)	
6	1	Optique	
5	1	Bâti	
4	1	Défecteur	
3	1	Demi-boîtier supérieur	
2	1	Demi-boîtier inférieur	
1	1	Manivelle	
Rep	Nbre	Désignation	Caractéristiques



27	1	Diode zener 6,2V	
26	1	Jack Femelle	
25	1	Transistor D882	NPN boîtier TO-126
24	1	Résistance 150 Ω	1/4W
23	1	Lot de 3 fils électriques jaune, bleu, rouge L= 45mm	Section 0,22mm²
22	1	Condensateur 100µF / 16V polarisé	Chimique radial
21	1	Cordon équipé de deux prises jack mâle	L= 420 mm
20	3	Résistance 20 Ω	1/4W
19	2	Diode 1N4007	
18	1	CI DF04 pont redresseur monophasé	
17	1	Bouton poussoir séquentiel	
16	1	Carte électronique simple face	3 Dels soudées
15	1	Accumulateur câblé avec deux fils	NPN boîtier TO-126
14	1	Moteur Ø 24,3 mm câblé avec pignon 15 dents	
Rep	Nbre	Désignation	Caractéristiques

Dossier Travail	TRAVAUX PRATIQUES	
L'énergie – Lampe dynamo		

Problème 1 : Un concept original ? Pour quoi faire ?

1 – Notion de valeur ajoutée :

Configuration et réglage du produit :

Procédure à suivre :

Prendre la lampe dans une main puis tourner la manivelle pendant 20 secondes dans le sens horaire.

Appuyer une première fois sur le bouton :
La DEL centrale doit s'allumer.

Appuyer une seconde fois sur le bouton :
La DEL doit s'éteindre.

Appuyer une troisième fois sur le bouton :
Les trois DELS doivent s'allumer.

Appuyer une quatrième fois sur le bouton :
Les trois DELS doivent s'éteindre.

Une minute de rotation de la manivelle permet d'obtenir environ 1 heure d'éclairage



Conclusion : Par rapport à une lampe de poche ordinaire, **RETROUVER** la valeur ajoutée au produit (**CHOISISSEZ** et **RECOPIEZ** la réponse qui vous paraît correcte)

- ☐ Remonter la manivelle dans le sens horaire.
- ☐ Avoir une manivelle escamotable.
- ☐ S'éclairer à partir de la force humaine..

Dossier Travail	TRAVAUX PRATIQUES	
L'énergie – Lampe dynamo		

2 – Modéliser le système à l'aide d'un actigramme : (réponse : Sur doc réponses)

Un produit agit sur de la **matière d'œuvre**, en modifiant ses caractéristiques pour lui conférer une **valeur ajoutée**.
La matière d'œuvre peut être de 3 types :

- matérielle ;
- informationnelle ;
- énergétique.

Exemples :

- *La machine-outil usine la pièce, la pièce est la matière d'œuvre matérielle du produit machine-outil.*
- *L'ordinateur traite des informations, les informations sont la matière d'œuvre informationnelle du produit ordinateur ;*
- *Le moteur électrique convertit l'énergie électrique en énergie mécanique , l'énergie est la matière d'œuvre énergétique du produit moteur mécanique.*

Une **matière d'œuvre matérielle** peut subir des modifications :

- de ses caractéristiques physiques , chimiques, biologiques.... Suivant sa nature et le type de traitement subi ;
- de son agencement et de son organisation fonctionnelle par des travaux de montage et d'assemblage de ses constituant.

Une **matière d'œuvre informationnelle** peut être traitée , lue , transmise , stockée...

Une **matière d'œuvre énergétique** peut être produite , transportée , stockée , convertie ,

Un produit se justifie par rapport à un **besoin de modification de la matière d'œuvre**.
Cette modification s'appelle la **valeur ajoutée**.

Valeur ajoutée = Matière d'œuvre sortante – matière d'œuvre entrante

Exemple : La machine à café

- *la matière d'œuvre est matérielle (eau froide et poudre de café) ;*
- *la valeur ajoutée est la transformation de l'eau froide et de la poudre de café en café chaud.*

La fonction globale ou fonction de base d'un produit confère une valeur ajoutée à une matière d'œuvre à l'état initial , la matière d'œuvre entrante.

Exemple : La machine à café

*La **fonction globale** de la **machine à café** c'est de **faire du café chaud**.*

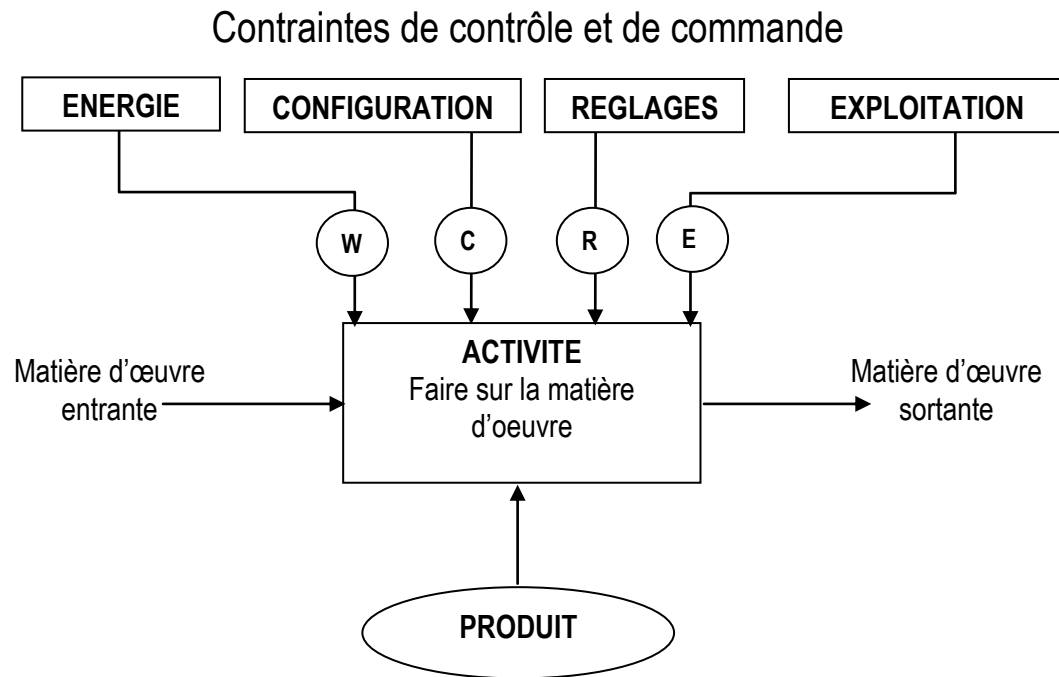
La fonction globale est placée sous des conditions de réalisation telles que :

- la **disponibilité** en énergie (**W**) ;
- la **configuration** du produit (**C**) ;
- le **réglage** de divers paramètres (**R**) ;
- l'**exploitation** avec ses modes de dialogue et de communication (**E**).

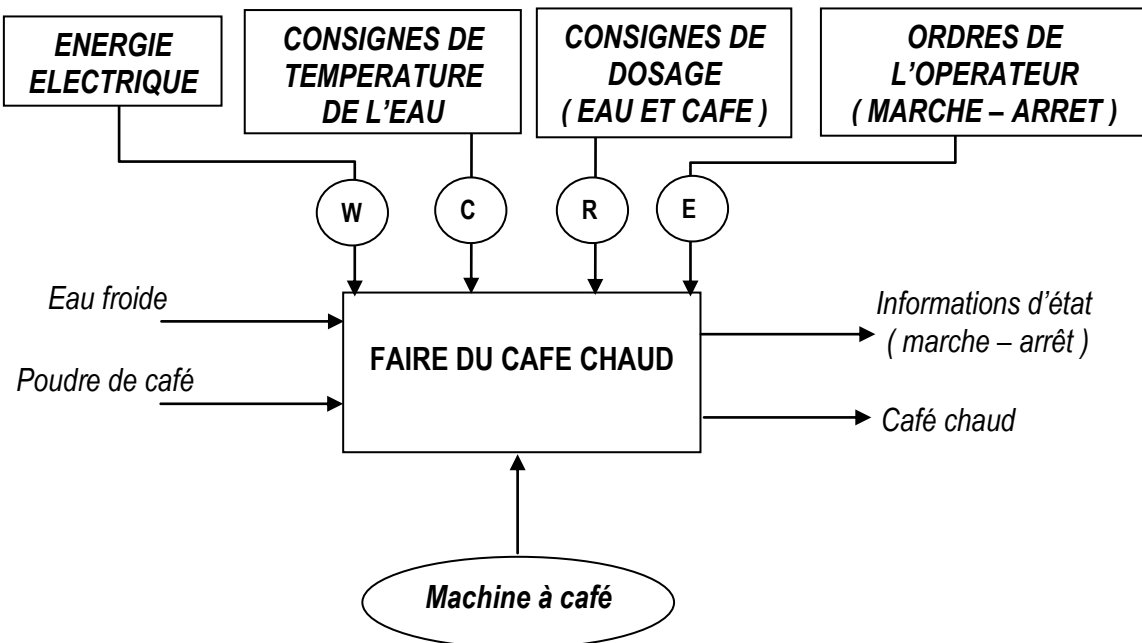
Exemple : La machine à café

- *W* est l'énergie électrique ;
- *C* correspond aux consignes de température de l'eau ;
- *R* correspond aux consignes de dosage en eau et en café ;
- *E* correspond aux ordres de l'opérateur (marche-arrêt).

D'où la représentation de la fonction globale du produit :



Exemple : La machine à café



Dossier Travail	TRAVAUX PRATIQUES	
L'énergie – Lampe dynamo		

En vous aidant de l'exemple précédent, **REALISEZ** l'actigramme de la lampe dynamo en utilisant les informations :

- *Energie musculaire ;*
- *Exploitation par l'utilisateur (marche-arrêt , réglage) ;*
- *Energie musculaire ;*
- *Energie électrique ;*
- *Convertir l'énergie musculaire en énergie électrique ;*
- *Lampe dynamo ;*

3 – Esthétique et ergonomie du produit :

Dans le cadre d'une production industrielle de série, le mot "**DESIGN**" caractérise la part de création qui, dans la conception d'un nouvel objet, assure la cohérence entre les impératifs techniques de fabrication (ex : Comment fabriquer l'objet, à quelle cadence, à quel coût, avec quels matériaux et quelle technique.), la structure interne de l'objet (sa mécanique, les composants nécessaires à son fonctionnement, leur agencement, leur volume...), son utilisation (de taille réduite ou non, transportable ou non, confortable ou non, solide ou non...), son aspect (l'apparence externe de l'objet, ses couleurs, sa matière, l'objet doit être séduisant).

Le Design c'est faire UTILE, PRATIQUE et BEAU.

3 - 1 – L'usage du produit : RECOPIER vos réponses sur feuille de copie

Un produit existe seulement à travers l'**USAGE** que l'Homme en fait, c'est-à-dire à la fois à travers l'**UTILITE** de l'objet (A quoi ça sert ?) et à travers son **UTILISATION** (Comment on s'en sert ?).

L'Utilité : Dans la liste ci-dessous, cocher l'UTILITE propre de l'appareil :

- ☐ Eclairer
- ☐ Sauvegarder l'environnement.
- ☐ Affirmer son autonomie.

3 – 2 L'utilisation : RECOPIER vos réponses sur feuille de copie

On sait que la lampe dynamo peut fonctionner à l'aide l'énergie mécanique.

Selon-vous quel est l'élément qui permet de le faire comprendre ?

3 – 3 Etude de la conception de la manivelle :

RECOPIER vos réponses sur feuille de copie

DECRIRE en une phrase à quoi sert la manivelle.



Avez-vous compris tout de suite comment il faut utiliser la manivelle ?

Lorsque l'on arrête d'utiliser la manivelle, que se passe-t-il ?

Quel est le principal avantage d'un tel dispositif sur le plan pratique ?

Si nous disposions d'une manivelle démontable et amovible, quel en serait le principal inconvénient ?

Quels sont les avantages d'une manivelle de couleur foncée ?

Conclusion :

DONNEZ une note (sur 20) pour chaque domaine :

- la manivelle est facile d'utilisation ;
- la forme indique comment il faut l'utiliser ;
- la forme est esthétique ;
- la couleur est agréable à regarder ;
- l'ensemble est protégé des chocs lorsqu'elle n'est pas utilisée.

La manivelle vous paraît-elle bien conçue ? **JUSTIFIEZ** votre réponse

Problème 2 : Comment l'énergie humaine permet-elle de faire fonctionner la lampe ?

1 - Notion de chaîne d'énergie :

L'objectif pour disposer d'une lampe autonome du point de vue énergétique est d'utiliser la **force humaine** pour recharger les **accumulateurs électriques**.

Le problème est de **recharger** au maximum cette batterie en énergie, et ce, en toute circonstance.

Une **chaîne d'énergie** utilise en général les **quatre fonctions** de la figure 1 ci-contre, dans cet ordre ou dans un ordre différent, en totalité ou en partie :

Alimenter : reçoit de l'énergie d'une source externe et l'adapte éventuellement au système auquel elle est destinée.

Distribuer : transporte et répartit l'énergie.

Convertir : transforme une énergie d'une certaine nature (par exemple électrique) en une énergie d'une autre nature (par exemple mécanique).

Transmettre : amène l'énergie jusqu'à l'endroit où elle est utilisée (exemple du train d'engrenage).

COMPLETER le schéma de la chaîne d'énergie de la lampe dynamo

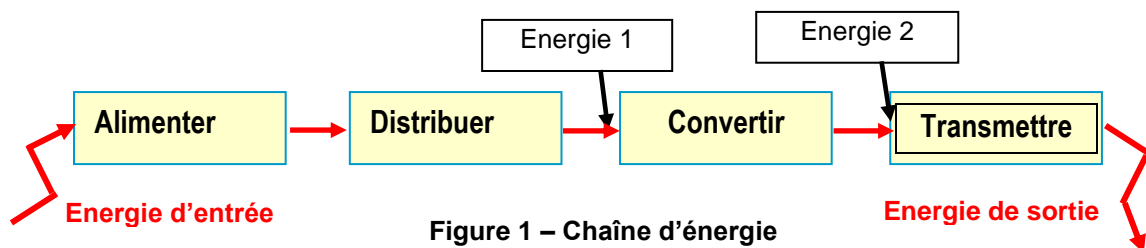


Figure 1 – Chaîne d'énergie

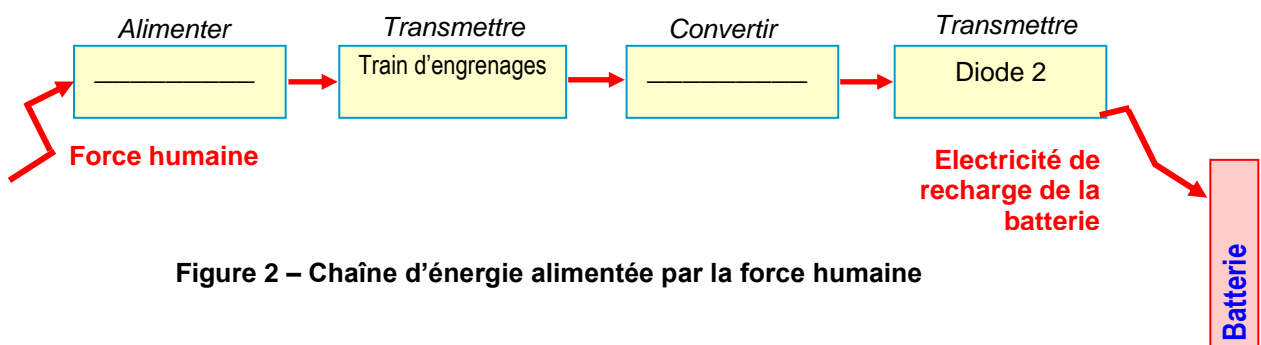


Figure 2 – Chaîne d'énergie alimentée par la force humaine

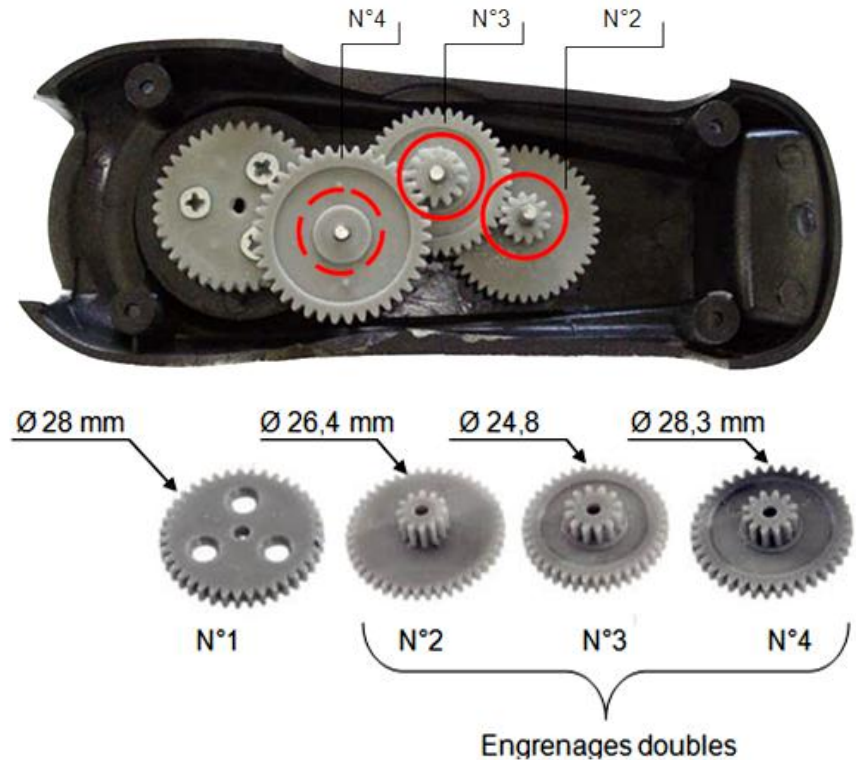
2 – Etude de l'alimentation par l'énergie humaine -

Nous allons observer et chercher à comprendre les moyens utilisés pour transmettre et transformer l'énergie mécanique d'origine humaine en énergie électrique.

2.1 – Observation 1 :

FAIRE TOURNER la manivelle dans le sens horaire (5 tours environ).
Qu'observez-vous pendant cette action ? : (réponse : sur feuille de copie)

- ☐ On entend un bruit de cliquet.
- ☐ Les roues dentées tournent dans le sens horaire.
- ☐ Les roues dentées tournent dans le sens anti-horaire.
- ☐ Il est impossible de tourner la manivelle dans le sens anti-horaire.
- ☐ On entend aucun bruit.
- ☐ On entend un bruit de moteur.
- ☐ Les roues dentées ne tournent pas.



Définitions : deux roues dentées en contact constituent un **engrenage**.
Plusieurs roues dentées en contact les unes avec les autres forment un **train d'engrenages**.

2.2 – Observation 2 :

LACHER la manivelle. Qu'observez-vous ? : (réponse : sur feuille de copie)

- ☐ La manivelle ne tourne pas.
- ☐ Les roues dentées ne tournent pas.
- ☐ On entend un bruit de cliquet
- ☐ La manivelle tourne dans le sens anti-horaire (trigonométrique).
- ☐ Toutes les roues dentées tournent.
- ☐ On entend le bruit de la rotation.

3 – Etude de l'alimentation par l'énergie humaine - Vitesse d'entraînement de la dynamo :

Fréquence de rotation des roues dentées

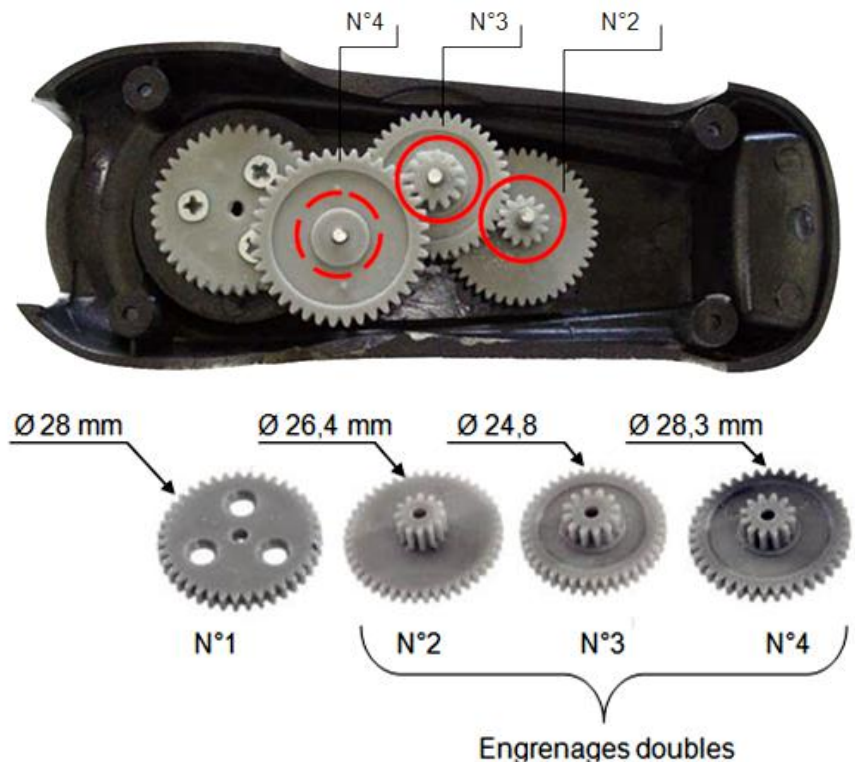
Lorsqu'on fait tourner la manivelle, à la fréquence de rotation de la roue 1 : $N_1 = 60$ tr/min et en fonction de la géométrie des roues dentées qui sont entraînées, **FAIRE** un schéma de la chaîne cinématique et **DETERMINEZ** les fréquences de rotation N_2 , N_3 et N_4 des roues dentées 2, 3 et 4
 Vous **POUVEZ** éventuellement **DEMONTER** la lampe si besoin.

DETERMINER la fréquence de rotation de la dynamo.

Bilan : la dynamo tourne
 fois plus vite que la roue dentée 1.

Quelles solutions techniques ont été retenues pour arriver à ce résultat :

.....



La tension électrique E développée aux bornes d'une dynamo en rotation est proportionnelle à la vitesse angulaire Ω . Pour pouvoir recharger la batterie il faut donc tourner suffisamment vite pour que $E = k.\Omega > 2,4$ Volts (tension de la batterie d'accumulateurs). On rappelle que $\Omega = 2.\pi.N/60$, avec Ω en rad/s.

PROPOSEZ un protocole de mesures pour **VERIFIER** que la tension électrique E développée aux bornes d'une dynamo en rotation est proportionnelle à la vitesse angulaire Ω .

REALISEZ les mesures puis **TRACEZ** la ou les courbes correspondantes

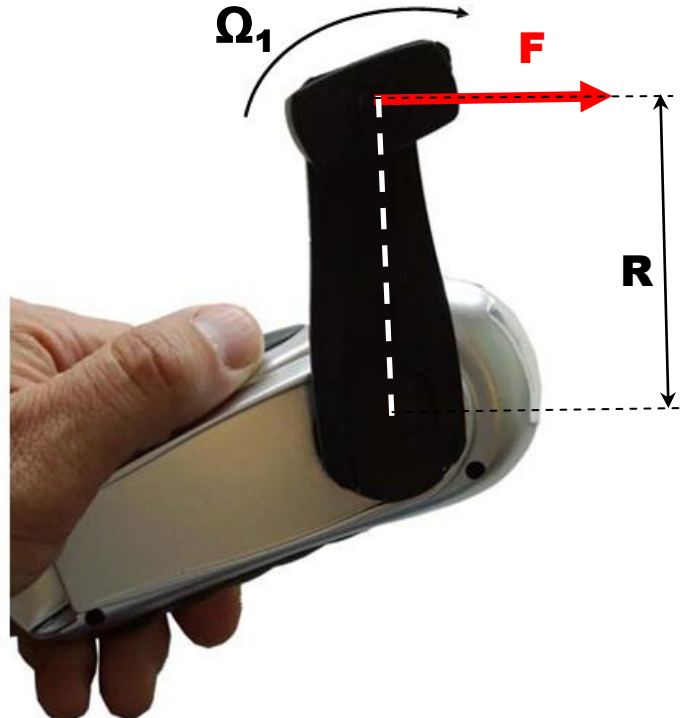
4 – Etude de l'alimentation par l'énergie humaine – Energie mécanique d'entrée

4 – 1 Calcul de la puissance d'entrée

L'énergie mécanique est transmise à la dynamo par le système train d'engrenage.

Puis la dynamo, lorsqu'elle tourne suffisamment vite, convertit cette énergie mécanique en énergie électrique, sous la forme d'une tension électrique continue V et d'un courant continu I . La puissance électrique P_{elec} ainsi fournie est égale au produit $V.I$ et s'exprime en Watt.

Cette énergie est transmise à la batterie via l'électronique.



ETEINDRE la lampe.

Les résultats seront reportés sur la feuille de copie .

1 - TOURNER la manivelle (à 1 tour/seconde) et **MESURER** la **force** F à l'extrémité de la manivelle, avec le peson.

$$F = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N } \quad (\text{Newton})$$

2 - La vitesse angulaire $N1$ de la roue dentée 1, est identique à la vitesse de rotation de la manivelle.

$$N1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ tr/min}$$

Puis la **CONVERTIR** en unité légale du système international, soit des **radians/seconde**

$$\Omega_1 = 2.\pi.N1/60 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ rad.s}^{-1}$$

La **puissance mécanique** développée est égale au produit du couple $C1$ par la vitesse Ω_1 , avec

$$C1 = F.R \text{ (} C1 \text{ en N.m, } F \text{ en N et } R \text{ en m)}$$

R étant le rayon d'action de la manivelle = $\underline{\hspace{1cm}}$ cm.

3 - En DEDUIRE $C1$ puis $P_{méca}$ en Watt :

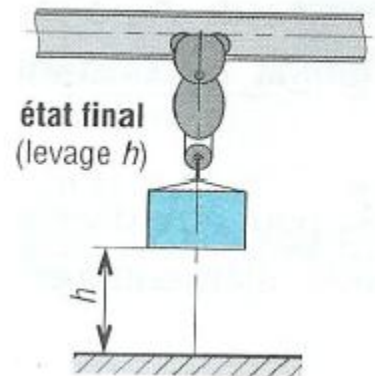
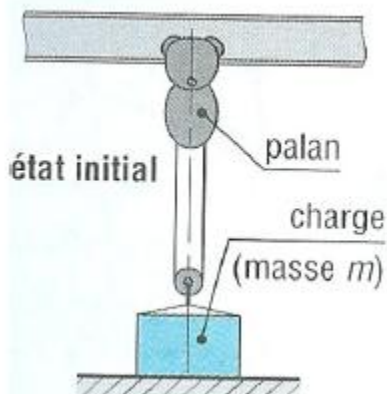
$$C1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N.m } \text{ et } P_{méca} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ W}$$

4 – 2 Evaluation de l'énergie d'entrée

On veut connaître l'autonomie de la lampe, pour cela il faut, dans un premier temps, évaluer la quantité d'énergie apportée par le remontage de la manivelle.

NOTIONS D'ENERGIE ET DE PUISSANCE

Ces deux notions sont liées bien que différentes.



Pour lever la charge d'une hauteur h , c'est à dire amener le système de l'état initial à l'état final, il faut fournir de l'énergie. Durant toute l'opération, le moteur du palan délivrera une certaine puissance.

Le travail ou l'énergie, c'est ce qu'il faut fournir au système pour passer d'un état à un autre (image du volume d'eau nécessaire pour remplir le réservoir).

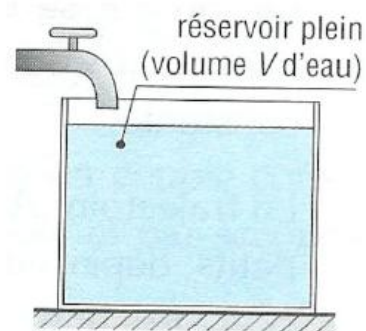
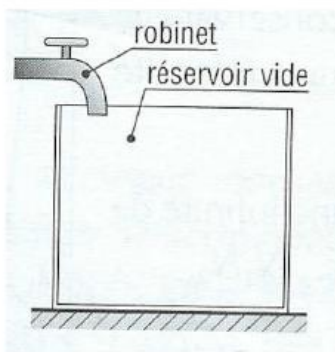
Unité : le Joules

La puissance caractérise le débit d'énergie fourni à chaque instant. C'est la quantité de travail effectué par unité de temps.

(image du débit de l'eau, ouverture plus ou moins grande du robinet, durée plus ou moins longue de remplissage)

Selon la puissance du moteur, la durée du levage de la charge sera plus ou moins longue.

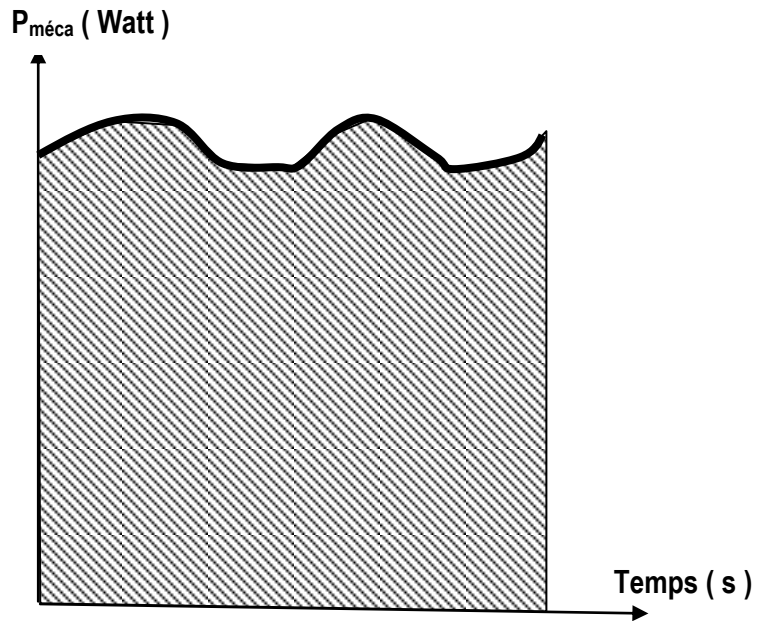
Unité : le Watt



Unité : 1 Watt = 1 Joule / 1 seconde. = $1 \text{ J} \cdot \text{s}^{-1}$.

Calcul de l'énergie à partir de la puissance :

Avec la courbe de la puissance de l'action mécanique appliquée sur la manivelle on peut déterminer l'énergie emmagasinée au cours de la phase de remontage.
 En effet l'énergie est égale à la surface (hachurée) située sous la courbe de puissance.
 On considère que le remontage se fait à une vitesse constante de 1 tr/s, **PROPOSEZ** une méthode pour tracer la courbe de puissance.
REALISEZ les mesures puis **TRACEZ** la courbe de puissance en fonction du temps.
DETERMINEZ l'énergie emmagasinée lors du remontage (en joules)



5 – Energie délivrée par la dynamo à la batterie

Pendant que la dynamo recharge la batterie, mesurer la **tension électrique V** et le **courant** de recharge I avec un **voltmètre** et un **ampèremètre** (schéma ci-dessous). (réponse : sur feuille de copie)

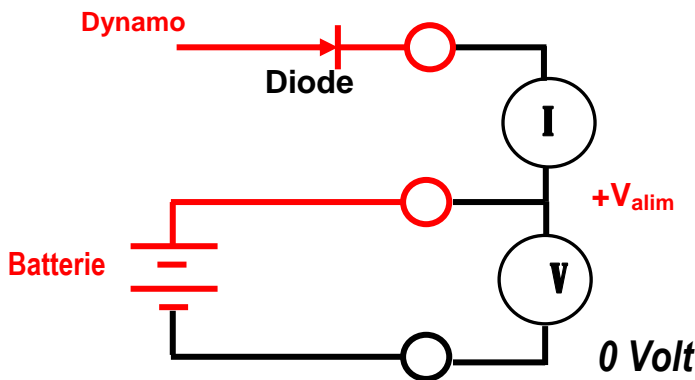


Schéma de câblage des appareils de mesure de la tension et du courant électrique

En **DEDUIRE** la **puissance électrique** de sortie : $P_{élec} = V.I = \underline{\hspace{2cm}} \text{ W}$

La différence entre la puissance mécanique emmagasinée dans le ressort $P_{méca}$ et la puissance électrique de recharge de la batterie $P_{élec}$, représente l'ensemble des pertes mécaniques (frottement) et électriques (échauffement dans les résistances internes) de la chaîne d'énergie.

Le **rendement** du système s'exprime par le rapport de la puissance de sortie $P_{élec}$, sur la puissance d'entrée $P_{méca}$:

$$\eta = P_{sortie} / P_{entrée} = \underline{\hspace{2cm}}$$

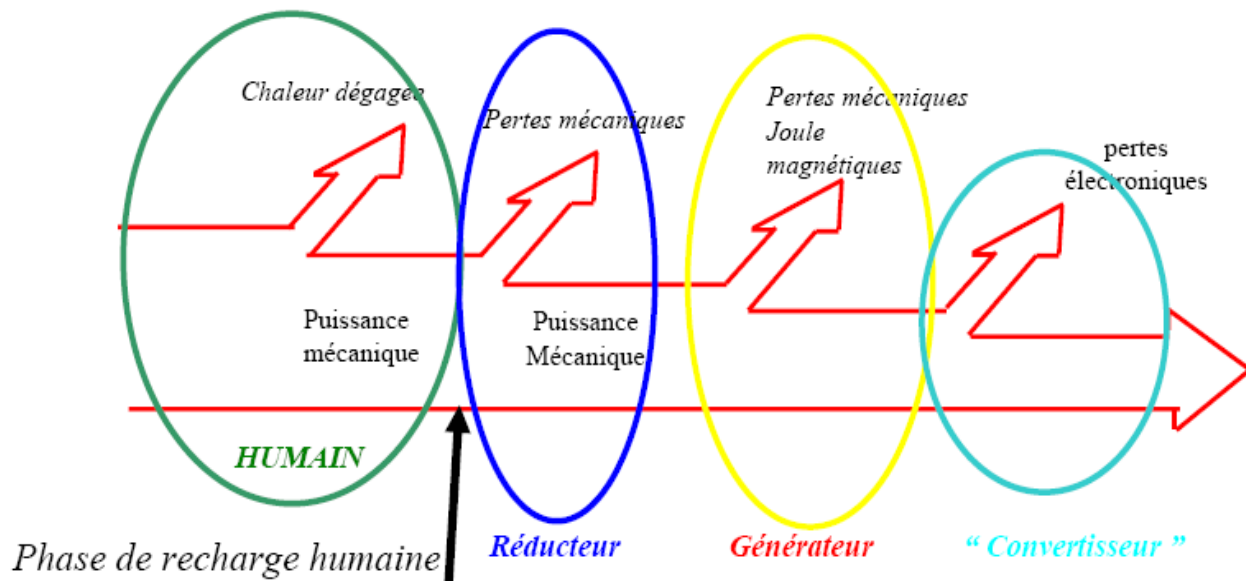
$$\eta = \underline{\hspace{2cm}} \%$$

Dossier Travail	TRAVAUX PRATIQUES	
L'énergie – Lampe dynamo		

A l'aide de l'énergie mécanique d'entrée et du rendement global calculé précédemment, **DETERMINEZ** l'énergie disponible (en Joules) au niveau de la batterie pour un cycle de remontage complet (60 tours de manivelle)

A l'aide de la valeur de l'énergie disponible au niveau de la batterie et de puissance électrique de sortie **CALCULEZ** la durée de fonctionnement de la lampe (= autonomie) pour 60 tours de manivelle .

6 – Bilan énergétique global (pour l'alimentation en energie humaine)



Conclusion :

L'alimentation par l'énergie humaine présente des avantages et des inconvénients , lesquels ?

Quel votre avis personnel sur l'intérêt et les limites de la lampe dynamo (concept, utilisation, recyclage, protection de l'environnement) ?