TP : RADIO FREE PLAY
Comment produire de l'énergie dans un endroit désertique ?

Nom des élèves du groupe :	Classe :	Date :

Caractéristiques du système

Le poste de radio Free Play est un appareil dont la principale caractéristique est son autonomie du point de vue énergétique. En effet il possède des accumulateurs qui peuvent être rechargés de trois façons différentes :

- Par un chargeur branché au réseau électrique,
- Par un capteur solaire
- Par une manivelle entraînant une génératrice électrique (alternateur).

La radio Free Play est donc un produit à vocation

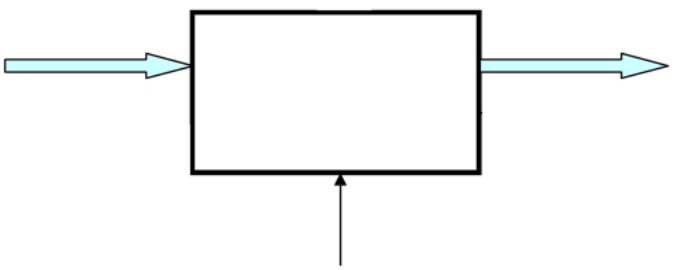
- Ecologique : pas de piles jetables,
- Humanitaire : il donne accès à la radio et donc rompt l'isolement des habitants de pays en voie de développement dépourvus de réseau électrique.

I. DECOUVERTE DE L'OBJET TECHNIQUE

Préciser la fonction principale du système.

Expliquer simplement, avec vos propres termes, le fonctionnement du système.

En vous aidant du document « *Démarche d'analyse d'un système* », compléter le diagramme SADT ci-dessous :



En vous aidant du document «*Démarche d'analyse d'un système* » et de la maquette de la radio, **compléter le document réponse n°1.**

Vous vous aiderez des termes suivants :

Energie solaire	Convertir l'énergie musculaire en énergie mécanique	Batterie
Energie musculaire	Convertir l'énergie mécanique en énergie électrique alternative	3x LED
Energie électrique continue	Convertir l'énergie électrique alternative en énergie électrique continue	Redresseur à diodes PD6
Energie mécanique	Stocker l'énergie électrique	Radio
Energie électrique alternative	Convertir l'énergie électrique en son	Panneau solaire
Son	Convertir l'énergie solaire en énergie électrique	Manivelle + réducteur
Lumière		Alternateur
		Redresseur à pont de diodes PD6

II. ETUDE DE LA PRODUCTION DE L'ENERGIE MECANIQUE ET ELECTRIQUE

1. Estimation du couple nécessaire à la mise en rotation de la manivelle

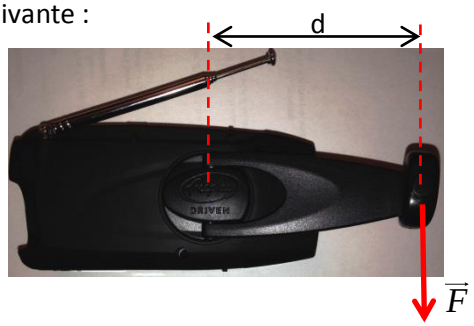
Comment se nomme le type de mouvement que l'on a à l'entrée du mécanisme (sur la manivelle) ?

En vous aidant de la ressource « *énergie puissance* », indiquer les relations permettant de calculer les puissances mécanique en entrée et électrique en sortie du mécanisme {manivelle + réducteur + alternateur}.

Le **couple** est l'action mécanique de rotation de la manivelle. Sa valeur dépend de la force appliquée à la manivelle et de la distance du point d'application par la relation suivante :

$$C = F.d$$

Avec : C : Couple en Newton-mètre (Nm)
F : Force en Newton (N)
d : Distance en mètre (m)



Nous allons mesurer le couple nécessaire pour entraîner la manivelle en attachant des masses à son extrémité. La force (ou plus exactement le poids) qui s'exercera sera alors lié à la masse par la relation :

$$F = P = m.g$$ Avec : P : Poids en Newton (N)
m : Masse en Kilogramme (Kg)
g : Accélération de la pesanteur (g=9,81 m/s²)

L'objectif de l'expérience qui va suivre est de déterminer le couple nécessaire à la mise en rotation de la manivelle. Cela nous permettra par la suite d'évaluer expérimentalement l'énergie mécanique fournie par la mise en rotation de la manivelle pendant 1 minute.

Réaliser l'expérience suivante : Attacher des masses de valeurs croissantes à l'extrémité de la manivelle et mesurer la valeur de la masse « m » à partir de laquelle la manivelle se met à tourner. Donner sa valeur en kilogrammes.

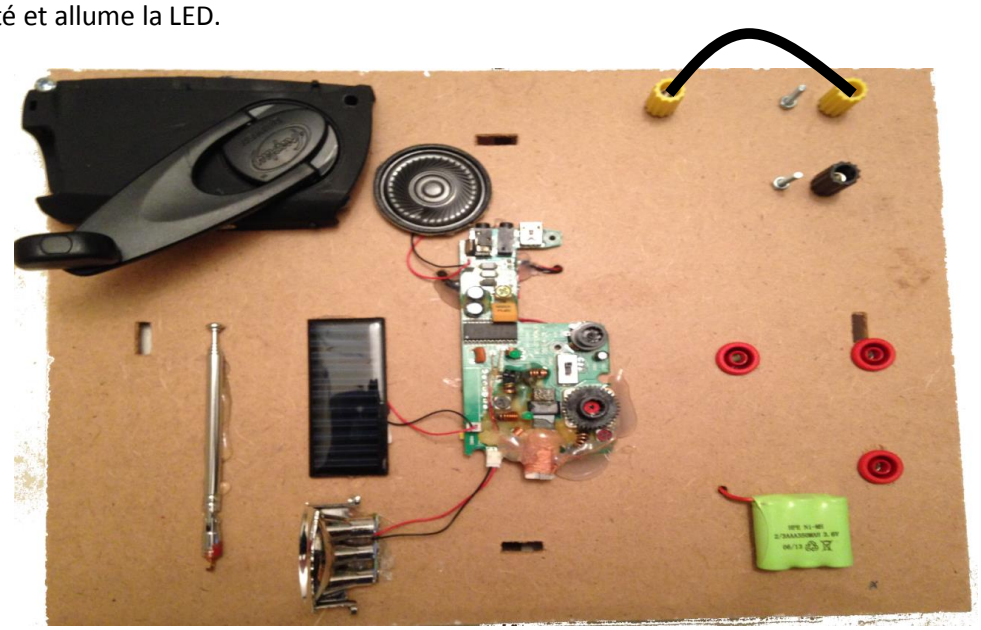
Calculer alors la valeur du poids « P » correspondant en vous aidant de la formule P = m.g. Donner sa valeur en Newton.

Mesurer la distance « d » entre le centre de rotation de la manivelle et le point d'attache de la masse. Donner sa valeur en mètre.

Calculer alors la valeur du couple « C » nécessaire à la mise en rotation de la manivelle en vous aidant de la relation C = P.d. Donner sa valeur en Newton-mètre.

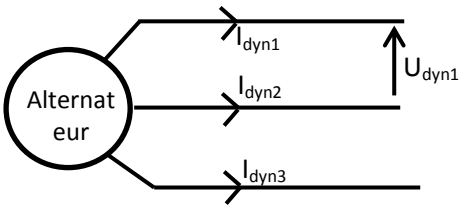
L'objectif de l'expérience qui va suivre est de déterminer l'énergie mécanique produite par la mise en rotation de la manivelle pour 50 tours de manivelle ainsi que l'énergie électrique produite par l'alternateur.

Réaliser le câblage ci-dessous sur votre maquette et vérifier que la mise en rotation de la manivelle produit de l'électricité et allume la LED.



2. Mesure à l'oscilloscope de la puissance électrique produite

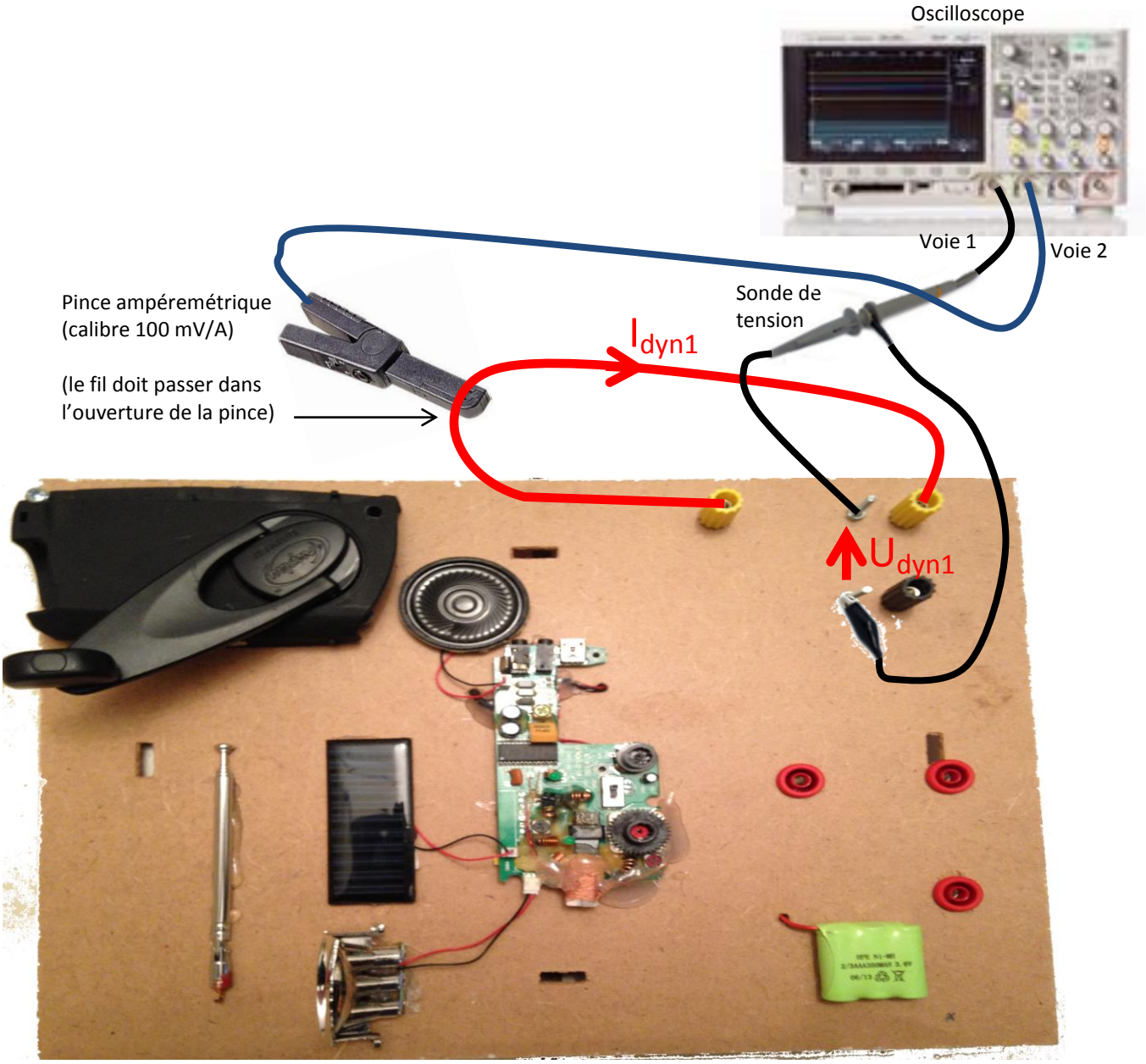
Dans l'expérience suivante, nous allons visualiser et mesurer la tension U_{dyn1} et l'intensité du courant I_{dyn1} en sortie de la première phase de l'alternateur de la radio freeplay :



→ Regarder la vidéo expliquant le fonctionnement de l'alternateur dans votre dossier ressource « Alternateur.mp4 ».

Réaliser le câblage ci-dessous sur votre maquette :

- La sonde de tension permet de mesurer la tension U_{dyn1} (sur la voie 1) ;
- La pince ampéremétrique permet de visualiser le courant I_{dyn1} (calibre sur 100 mV/A) (voie 2)



Après avoir allumé l'oscilloscope, réaliser le paramétrage ci-dessous :

- Appuyer sur la touche

pour charger les réglages par défaut ;
- Puis appuyer sur la touche

pour afficher le panneau de configuration de la voie « 1 ». Vérifier alors que la voie 1 est en mode « Couplage CC » (voir en bas à gauche de l'écran) :

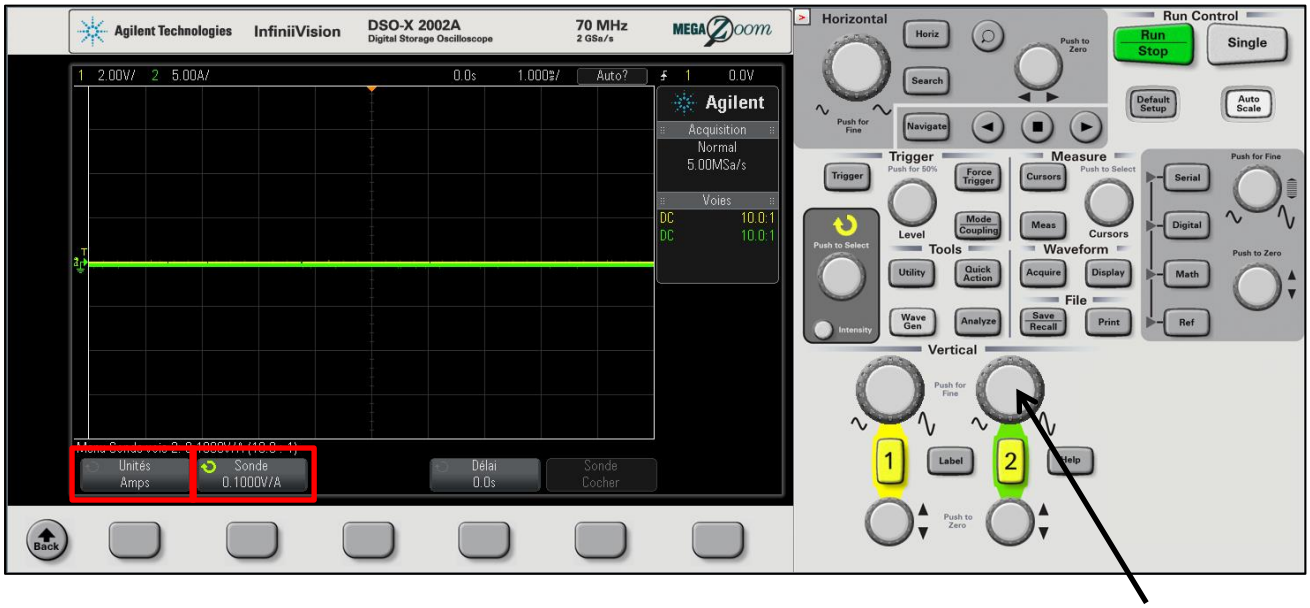
- Appuyer ensuite sur le bouton qui se trouve sous le menu

afin d'afficher le menu des sondes ;
- Sur l'écran qui s'affiche, vérifier que le rapport de la sonde est égal à « 10.0 : 1 » comme indiqué ci-dessous. Cela signifie que la sonde de tension atténue le signal avec un rapport 10 : 1 (1V en sortie de la sonde correspond à 10V en réalité). Si tel n'est pas le cas, appuyer sur le bouton sous « Sonde 10 : 1 », choisir « Rapport » et utiliser le bouton rotatif pour choisir le rapport « 10 : 1 » et appuyer dessus pour valider.

- Régler ensuite l'échelle de tension de la voie 1 sur 2.00V/div en tournant le bouton rotatif « Vertical » de la voie 1. Le haut de l'écran de l'oscilloscope doit afficher une échelle de 2.00V/div pour la voie 1 :

- Appuyer maintenant sur la touche 2 pour afficher le panneau de configuration de la voie 2 :

- Cette fois ci, sélectionner le mode « Couplage CA » en appuyant sur le bouton sous le texte.
- Appuyer ensuite sur le bouton permettant de paramétrer la sonde de la voie 2.
- Configurer ensuite la sonde tel qu'indiqué sur l'écran ci-dessous (Unité : « Amps » et Sonde « 0.1V/A »). Pour cela, appuyer sur le bouton sous « Unités » afin de sélectionner les bonnes unités. Ensuite, appuyer sur le bouton sous « Sonde » et choisir le rapport souhaité à l'aide du bouton rotatif et appuyer dessus pour valider.

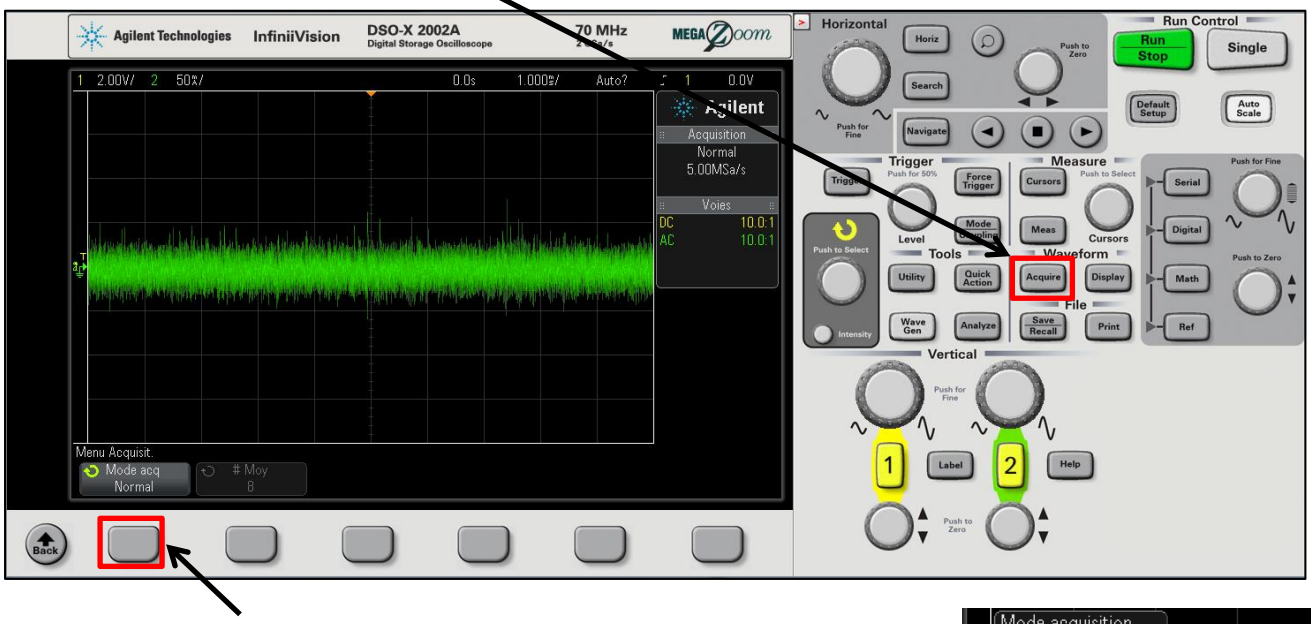


- Régler enfin l'échelle de tension de la voie 2 sur 50mA/div à l'aide du bouton rotatif « Vertical » de la voie 2. Le haut de l'écran doit maintenant afficher une échelle de 50mA/div pour la voie 2 :

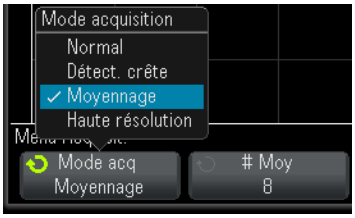
On remarque que le signal de la voie 2 est très bruité. Afin de diminuer le bruit, nous allons modifier la méthode d'acquisition du signal en effectuant un moyennage.

- Appuyer sur le bouton

;



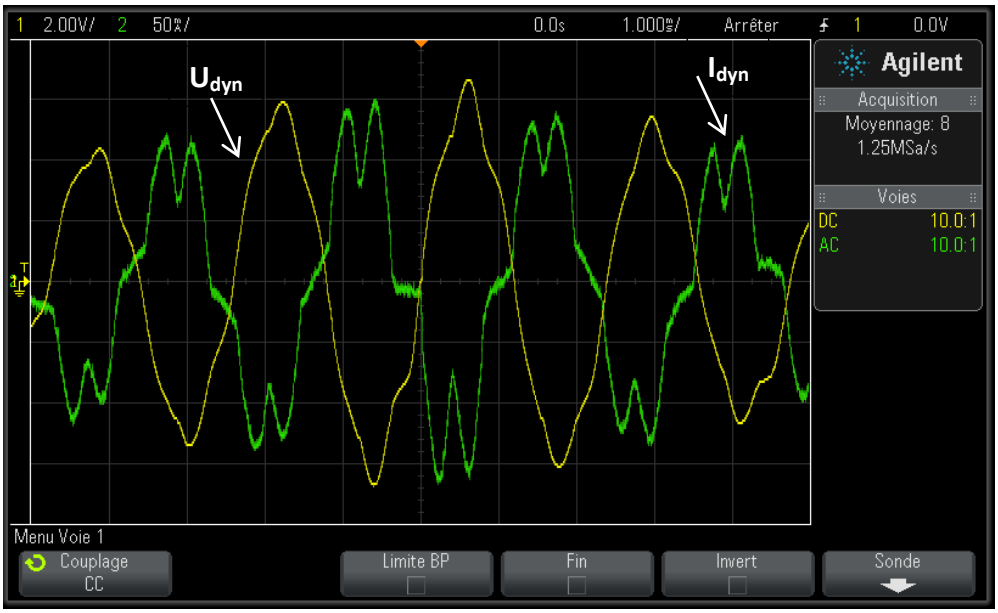
- Appuyer ensuite sur le bouton sous le texte « Mode acq normal » puis sélectionner le mode « Moyennage » dans le menu qui s'affiche :



- Régler maintenant l'échelle des temps à « 1ms/div » à l'aide du bouton rotatif « Horizontal » :

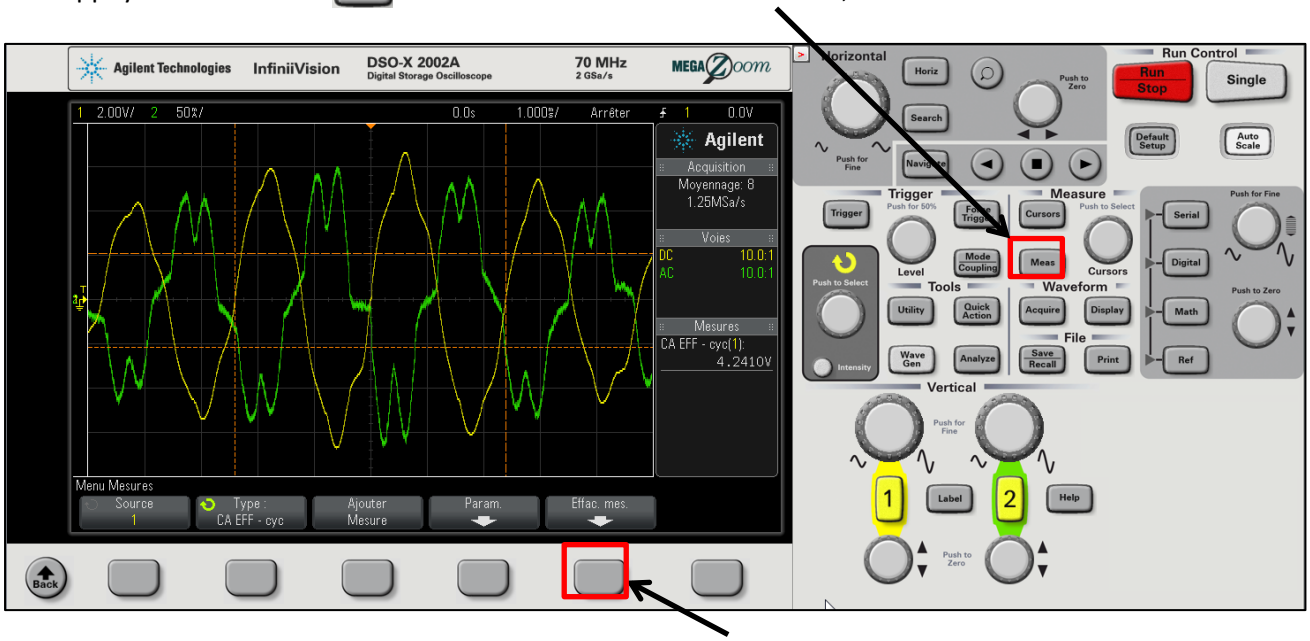
L'oscilloscope est maintenant configuré pour effectuer les mesures de la tension et du courant en sortie de la phase 1 de l'alternateur.

Tourner la manivelle et vérifier que vous obtenez l'allure de la tension U_{dyn1} et du courant I_{dyn1} représentés ci-dessous sur l'écran de votre oscilloscope.



Nous allons maintenant configurer l'oscilloscope afin qu'il réalise la mesure de la tension efficace en sortie de la phase 1 de l'alternateur. Pour cela :

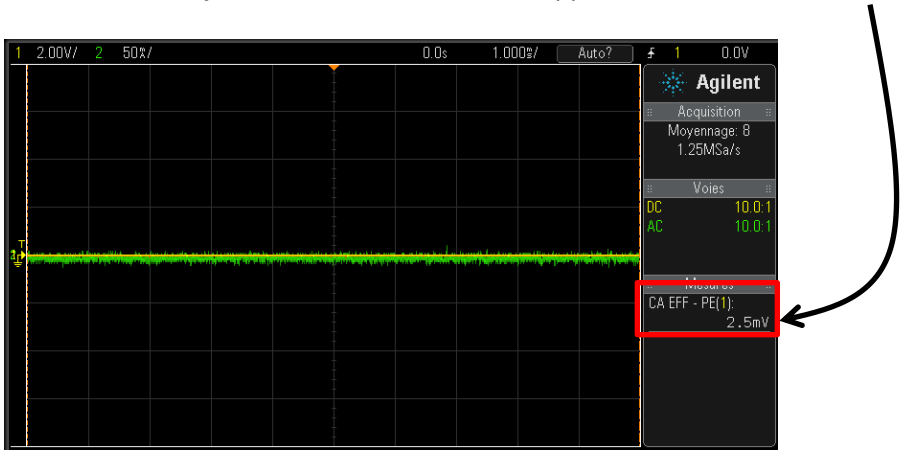
- Appuyer sur le bouton Meas afin d'accéder au menu des mesures ;



- Appuyer ensuite sur le bouton au-dessous du texte « Effac. Mes » puis sélectionner « Effac. Tous » :

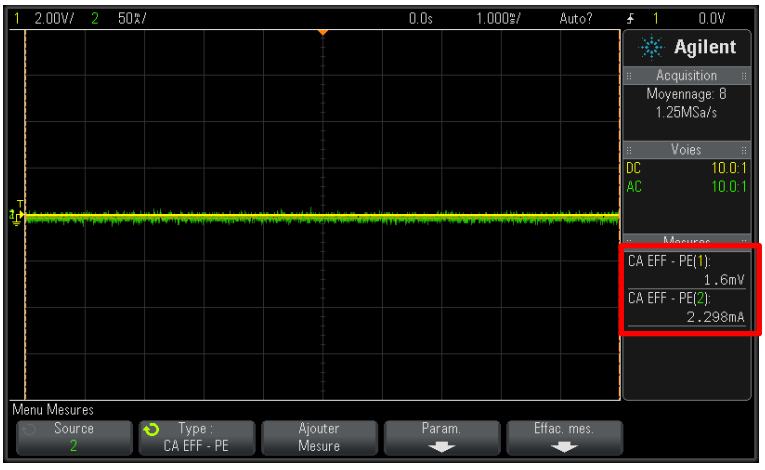
- Sélectionner la source 1 en appuyant sur le bouton sous le texte « Source 1 » :

- Sélectionner la mesure de type « CA EFF – Plein écran » pour mesurer une tension de type efficace ;
- Appuyer ensuite sur le bouton « Ajouter Mesure ». La mesure apparait à droite de l'écran :



Nous allons maintenant configurer l'oscilloscope afin qu'il réalise la mesure efficace de l'intensité du courant en sortie de la phase 1 de l'alternateur. Pour cela :

- Sélectionner la source 2 en appuyant sur le bouton sous le texte « Source 2 » ;
- Sélectionner la mesure de type « CA EFF – Plein écran » pour mesurer une intensité de type efficace sur un grand nombre de cycles ;
- Appuyer ensuite sur le bouton « Ajouter Mesure ». La mesure apparait à droite de l'écran avec la mesure précédente.



Expérience à réaliser : On demande de suivre les phases ci-dessous :

- Avec un chronomètre, vous allez mesurer la durée pendant laquelle vous effectuez 15 tours de manivelle à vitesse constante ;
- Pendant ce temps, vous ferez l'acquisition à l'oscilloscope de la tension U_{dyn1} et I_{dyn1} et vous mesurerez leurs valeurs moyennes. Ces valeurs vont varier mais vous prendrez la moyenne « à peu près ».

Indiquer dans le tableau ci-dessous les valeurs de vos mesures à l'oscilloscope :

U_{dyn1} (V)	I_{dyn1} (A)

Calculer alors la puissance électrique « P_{dyn1} » fournie par une phase de l'alternateur.

Sachant que l'alternateur possède trois phases et que la puissance totale est égale à $P_{elec} = \sqrt{3}.P_{dyn1}$, en déduire la puissance électrique totale « $P_{élec}$ » fournie par la mise en rotation de l'alternateur.

3. Estimation de la puissance mécanique produite

Indiquer le temps « t » que vous avez mis pour effectuer les 15 tours de manivelle.

En utilisant la formule : $\omega = \frac{30\pi}{t}$, calculer la vitesse de rotation angulaire ω (en rad/s) de la manivelle durant votre expérience. « t » représente la durée pendant laquelle vous avez effectué les 15 tours de manivelle.

En utilisant la formule $P_{méca} = C.\omega$, calculer la puissance mécanique fournie à l'alternateur pendant votre expérience. « C » est le couple nécéssaire à la mise en rotation de la manivelle trouvé en page 3 du sujet.

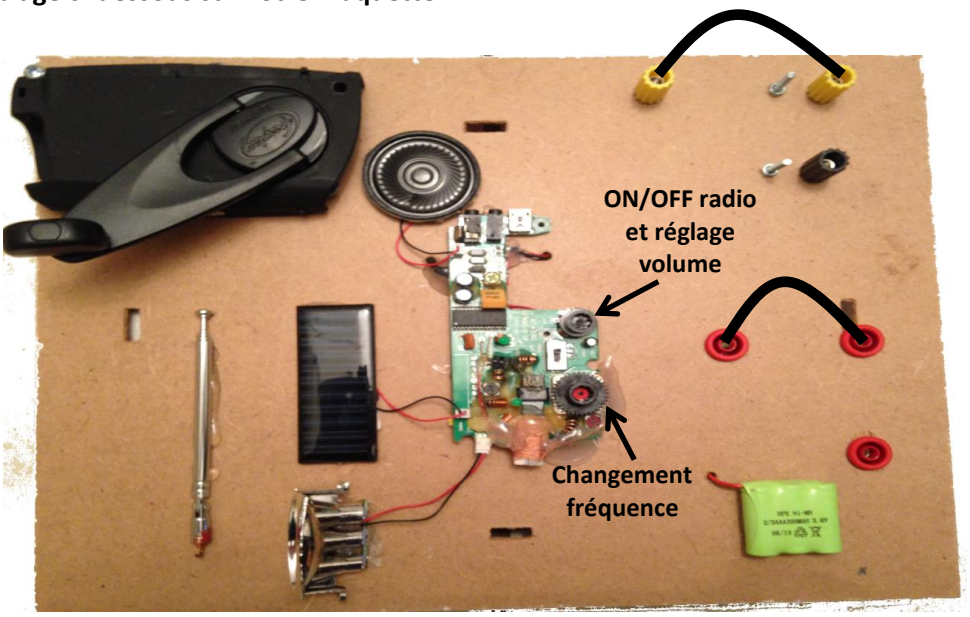
4. Conclusion sur la conversion de la puissance mécanique en puissance électrique

Comparer les valeurs de la puissance électrique P_{elec} et de la puissance mécanique $P_{méca}$. Que remarquez-vous ?

III. POUR ALLER PLUS LOIN - ETUDE DE L'AUTONOMIE DE LA BATTERIE

L'objectif de l'expérience qui va suivre est d'estimer la durée pendant laquelle la batterie peut subvenir aux besoins en énergie de la radio freeplay.

Réaliser le câblage ci-dessous sur votre maquette.



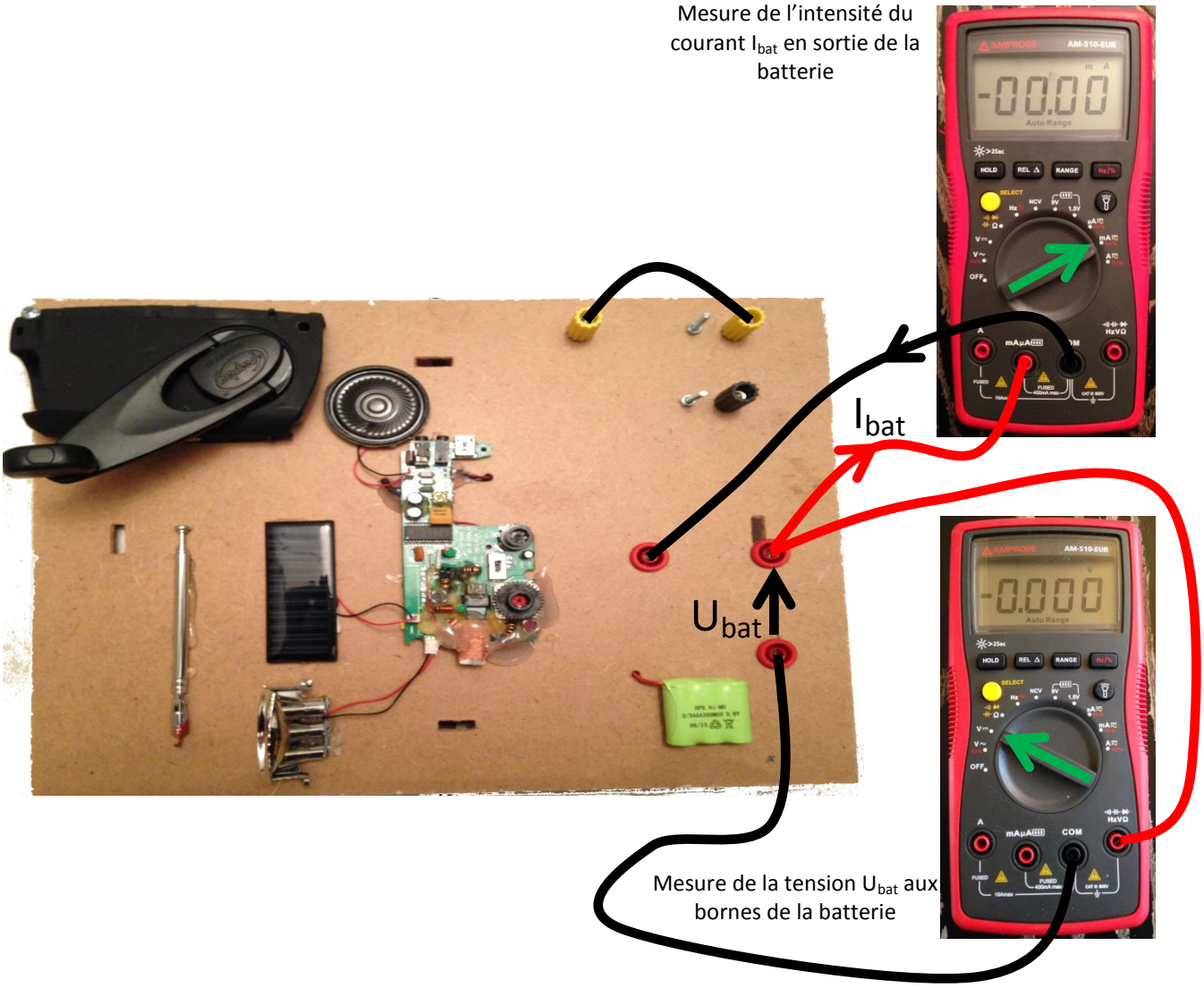
Effectuer 15 tours de manivelle afin de recharger la batterie. Ensuite, mettre en marche la radio afin de vérifier que la batterie est suffisamment chargée pour faire fonctionner la radio et les LEDs.

(Passer à la page suivante)

Nous allons maintenant mesurer l'intensité du courant I_{bat} et la tension U_{bat} que fournie la batterie pour alimenter la radio freeplay.

Réaliser le câblage ci-dessous sur votre maquette.

- *On mesurera ici le courant de la batterie « I_{bat} » qui est continu (il varie de manière continue en fonction du temps) ; On utilise donc un **multimètre en mode Ampèremètre continu** ;*
- *De même, la tension aux bornes de la batterie « U_{bat} » est aussi continue ; On utilise donc un **multimètre en mode Voltmètre continu**.*



Allumer la radio et décrire comment évoluent l'intensité du courant « I_{bat} » ainsi que la tension « U_{bat} » à ses bornes.

En déduire la puissance électrique P_{radio} consommée par la radio.

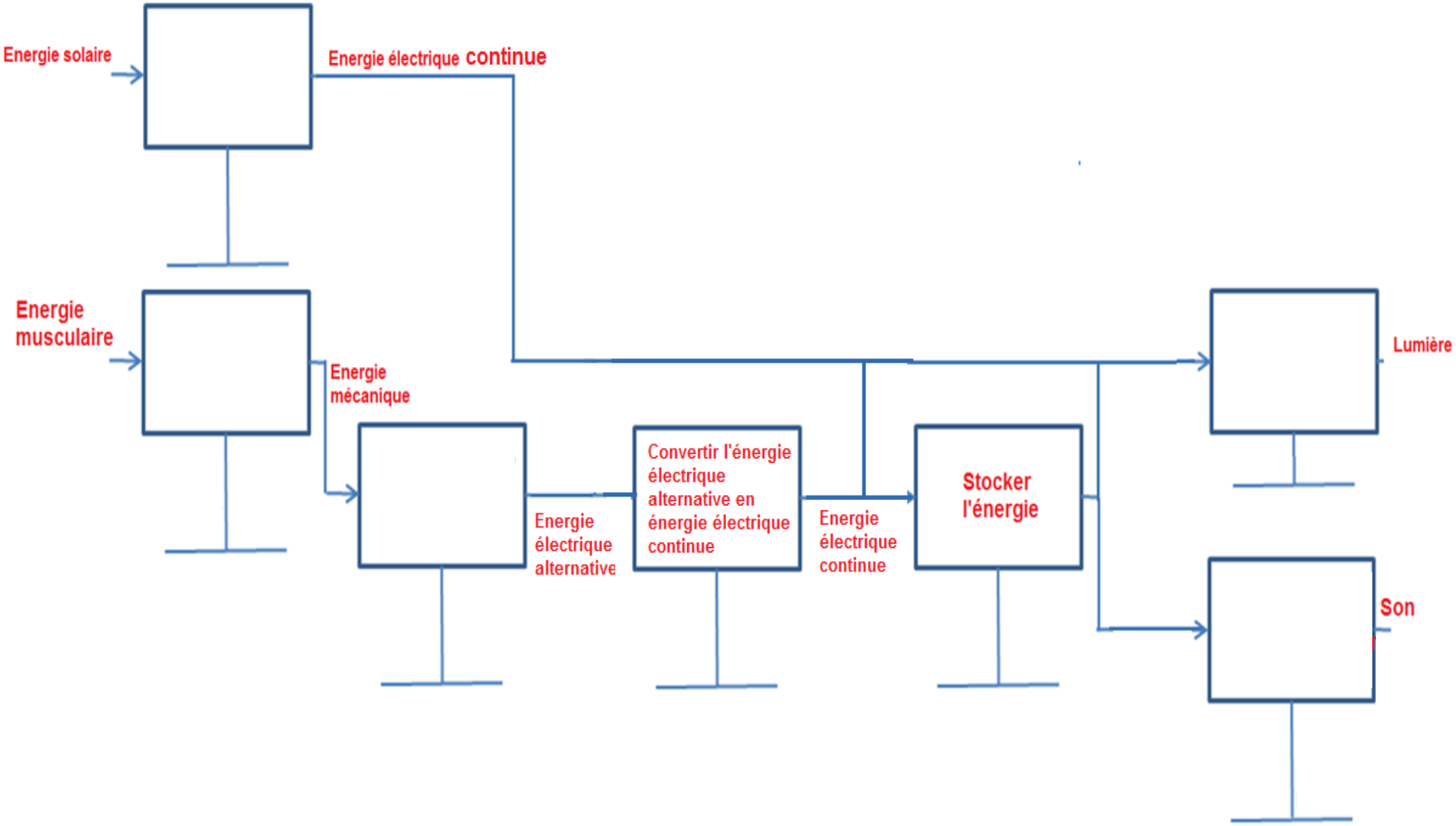
D'après les résultats des calculs de la puissance électrique fournie par la mise en rotation de la manivelle, la radio peut-elle fonctionner correctement par le seul fait de mettre en rotation la manivelle ?

Donner la capacité de la batterie C_{bat} (en mAh) ainsi que sa tension de fonctionnement U_{bat}. Ces indications sont données sur la batterie.

Calculer l'énergie W_{bat} en W.h (Watt-heure) que peut fournir la batterie en utilisant la relation:

$W_{bat} = 0,001*U_{bat}*C_{bat}$

(avec W_{bat} en W.h et C_{bat} en mAh).

En déduire la durée pendant laquelle il faut tourner la manivelle pour recharger complètement la batterie.

DOCUMENT REPONSE 1 : Décomposition du système en sous-ensembles à partir de la puissance motrice jusqu'à la puissance de sortie en précisant les caractéristiques des puissances intermédiaires.