



**UN COURANT
SANS CESSE**

CRÉATION DE L'ÉLECTRICITÉ EN UTILISANT LE BÉLIER HYDRAULIQUE

Concours inter-académique des Olympiades de Physique France

Travail réalisé par:
NGUYEN Hoang Tien
PHAM Ngoc Mai
NGUYEN Thu Trang

Encadrés par:
Monsieur PHAM Trung Dung



Année académique: 2017-2018

Résumé

Aujourd'hui, à l'ère de la technologie, les inventions extraordinaires ont révolutionné la vie de l'homme mais en même temps il se pose donc le problème des énergies et de l'environnement. De cette situation, l'énergie renouvelable a fait l'objet d'expérimentation pour remplacer les énergies polluantes qui sont en voie d'épuisement. En appliquant le principe de fonctionnement du bélier hydraulique qui fonctionne totalement grâce au courant d'eau et qui ne rejette aucun gaz toxique à l'environnement et celui d'hydro-turbine électrique, notre groupe décide de réunir ces deux expériences afin de résoudre les problèmes d'irrigation ou d'alimentation en eau et en électricité de l'Homme. Nous avons une grande ambition: créer de l'électricité en profitant de la force de l'eau qui court du bassin de refoulement de haut en bas. Cette eau qui se trouve en bas y est introduit par le bélier. Toutes ces deux expériences sont très utiles et faciles à appliquer populairement dans la vie quotidienne de tout le monde, particulièrement des gens qui habitent dans les régions éloignées, qui sont pauvres, etc. La science entraîne un perfectionnement de la vie humaine, ce que nous étudions ne sont pas simplement calculer la valeur des forces,... mais ce sont des produits scientifiques qui vont devenir des outils indispensables à la vie de tout le monde. C'est pourquoi nous apportons à ce concours deux produits qui sont fabriqués avec des matériaux très bon marché et nous espérons que notre initiative sera mise en réalité dans l'avenir.

TABLE DE MATIÈRES

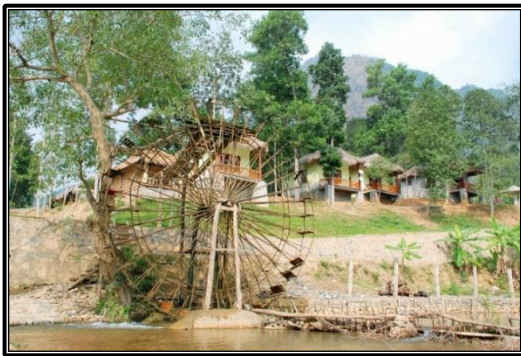
Résumé	2
I. INTRODUCTION	4
II. MATÉRIAUX ET FABRICATION	5
II.1) <u>Le béliet hydraulique</u>	6
II.1.1) Fabrication.....	6
II.1.2) Mise en fonctionnement	7
II.2) <u>Hydro-turbine électrique</u>	7
II.2.1) Fabrication.....	7
II.2.2) Installation	8
III. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT.....	9
III.1) <u>Le béliet hydraulique</u>	9
III.2) <u>Le générateur électrique/Hydro-turbine électrique</u>	11
IV. RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX	12
IV.1) Caractéristiques des béliets expérimentés.....	12
IV.2) <u>Étude de la hauteur maximale de refoulement pour 3 béliets</u>	13
IV.2.1) Résultats	14
IV.2.2) Conclusion	14
IV.3) <u>Comparaison de l'efficacité de 2 premiers béliets</u>	14
IV.3.1) Résultats	14
IV.3.2) Conclusion	15
IV.4) <u>Changement de la hauteur du réservoir d'alimentation</u>	15
IV.4.1) Résultats	15
IV.4.2) Conclusion	15
IV.5) <u>Changement de volume de cloche à air (bouteille d'eau)</u>	16
IV.5.1) Résultats	16
IV.5.2) Conclusion	16
IV.6) <u>Problématique des pressions nécessaires au fonctionnement des clapets</u>	16
IV.6.1) Résultats	16
IV.6.2) Conclusion	16
V. APPLICATION.....	17
VI. CONCLUSION	18
VII. BIBLIOGRAPHIE.....	20
VII.1) Les sites	20
VII.2) Les vidéos.....	20

I. INTRODUCTION

Les vietnamiens, depuis longtemps sont très sensibles au fournissement de l'eau et de l'électricité. À l'heure actuelle, même si la vie humaine est de plus en plus développée, il reste encore beaucoup des gens vietnamiens qui n'accèdent pas à l'eau potable et à l'électricité. Il exis beaucoup de méthodes pour transporter l'eau de la rivière à la maison mais elles sont particulièrement manuelles, très peu de méthodes appliquées sont automatiques.



Les gens, même les enfants sont en train de transporter l'eau manuellement depuis la rivière à leur maison



2



3

La roue à aubes – un des moyens de fourniture d'eau la plus avancée des peuples à hauts plateaux

Une des méthodes de transporter l'eau automatiquement est la fonction de la roue à aubes. Cette roue est une invention géniale qui permet d'introduire automatiquement l'eau de bas en haut grâce à la force hydraulique et cette eau est conduite vers une planche en bambou et va à la maison des gens vivant près de la source d'eau. L'aspect positif est très clair mais en revanche les désavantages sont nombreux: la grande taille, la faible capacité de lutter contre les tempêtes, les matériaux sont principalement des bambous (on doit couper beaucoup de bambous si on veut fabriquer une roue à aubes, ce qui influence négativement à l'environnement), le temps de fabrication est long (environ 1 semaine).

Alors pour résoudre ce problème, nous avons décidé aussi de faire un bélier hydraulique qui a une petite taille, qui est très solide, dont les matériaux sont très bon marchés et même gratuits et dont le temps de fabrication est très court: 30 minutes.

Si on pose une question: Pourquoi n'installe-t-on pas des pompes électriques au lieu d'utiliser un bélier hydraulique? Et nous vous proposons un exemple: Le village de Dong Ban, la commune de Son Thinh, le district de Van Chan, la province d'Yen Bai a un ruisseau, mais pendant la saison sèche, les 5 hectares de maïs, haricots et de pommes de terre souffrent d'un manque d'eau à cause de la différence d'élévation entre le champ et le ruisseau. "Les plantes ne peuvent pas grandir, beaucoup de gens doivent se serrer la ceinture afin d'avoir de l'argent pour acheter des pompes et des machines à essence parce que les prix des pompes sont trop élevés et les prix de l'essence sont également si élevés » a rappelé Hoang Van Cu, chef du village de Dong Ban.

¹ (Image sur <http://dantri.com.vn/giao-duc-khuyen-hoc/vung-cao-thieu-nuoc-nhieu-truong-ban-tru-gap-kho-khan-20160409151713674.htm>)

² Image sur <https://www.khamphadisan.com/lai-chau-ve-dep-con-nuoc-ban-bo/>

³ Image sur <https://www.khamphadisan.com/lai-chau-ve-dep-con-nuoc-ban-bo/>

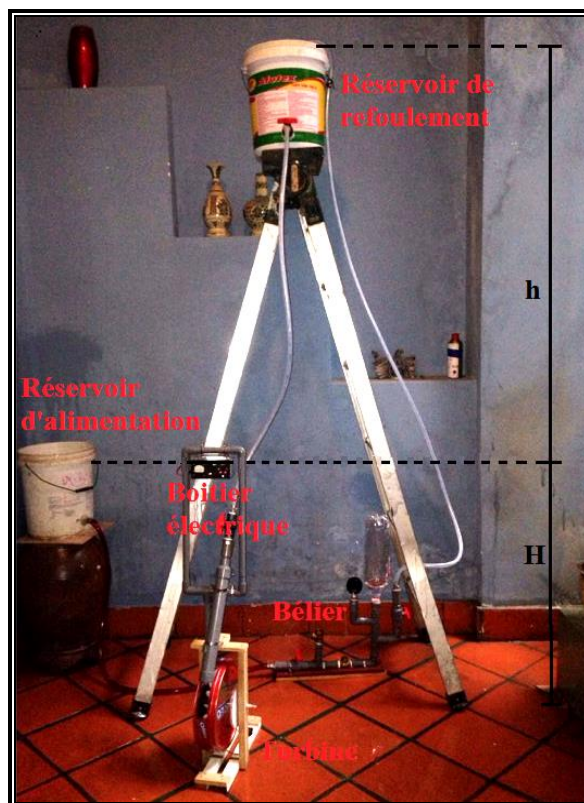
L'argent est un grand problème qui touche les pauvres gens des hauts plateaux. Une pompe électrique coûte chère: environ 15.000.000 VND. Pourquoi n'utilise-t-on pas un bélier hydraulique dont le prix est moins de 100.000 VND (prix de 2 vannes anti-retour). De plus, si les gens habitent loin du réseau électrique, nous avons également proposé une méthode de créer d'électricité. Nous pensons que la physique est née pour aider l'Homme et nous espérons que notre projet sera appliqué dans la vie humaine dans le but d'améliorer leur vie actuelle.

Avant l'expérience, nous avons fabriqué un bélier hydraulique et aussi une hydro-turbine électrique en profitant des déchets, de vieux objets. Pendant l'expérience, en premier lieu, nous avons fait fonctionner le bélier et mesuré les quantités d'eau pompée dans chaque cas différent, selon la hauteur du réservoir d'alimentation. En outre, en cherchant des modèles de béliers sur le Net, nous avons fabriqué 2 types de béliers différents: l'un avec le tuyau dont le diamètre est 15mm et il y a deux clapets de batterie et l'autre avec le tuyau dont le diamètre est 21mm et seulement 1 clapet de batterie. En second lieu, nous avons introduit la turbine au-dessous du réservoir d'alimentation et nous avons conduit l'eau du réservoir à la turbine afin de créer de l'électricité. Pendant cette période, nous avons mesuré également la tension de l'électricité créée par la turbine.

II. MATÉRIAUX ET FABRICATION

Intéressés par le bélier hydraulique, nous avons, dans un premier temps, décidé de fabriquer nous-mêmes ce type de pompe en utilisant des matériaux communs; des tuyaux déjà utilisés, des vannes collectées ou achetées au prix le plus bas, des bouteilles usagées. Nous avons aussi voulu créer une hydro-turbine électrique grâce à des déchets collectés; un boîtier, des CDs, des panneaux en bois, fils électriques...).

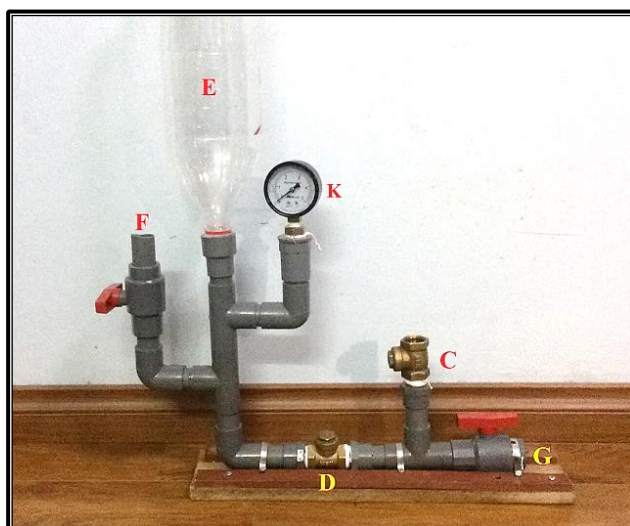
Pour imiter le courant d'eau du ruisseau, nous avons utilisé une bonbonne d'eau de 18 litres ou la bonbonne de peinture de 20 litres, l'eau qui va au bélier se trouve dans ces bonbonnes. C'est avec ces matériaux de récupération que nous avons créé un système d'alimentation de l'eau et de l'électricité identique à celui qui pourra servir aux gens qui habitent les régions éloignées et qui rencontrent trop de difficultés concernant le problème d'irrigation ou d'alimentation en eau et en électricité.





Quelques matériaux utilisés pour fabriquer
le bélier hydraulique et l'hydro-turbine électrique

II.1) Le bélier hydraulique



*Annotation:

C: clapet de batterie

D: clapet anti-retour (soutage de refoulement)

E: réservoir d'air (cloche à air)

F: début du tuyau de refoulement

G: entrée du tuyau de batterie

K: manomètre

II.1.1) Fabrication

Tuyau d'eau (tuyau de "batterie": G, tuyau de refoulement: F)

- Couper les pièces de tuyauterie de connexion et les longues sections de tuyau dans des sections plus courtes pour aller entre chacun des raccords.
- Raccorder chacune de ces petites unités à l'aide d'un tuyau
- Essayer de lisser le bord intérieur du tuyau.
- Nettoyer les bords des autres sections du tuyau
- Enlever tous les débris, nettoyez-le, donnez-lui un beau biseau ou un bord arrondi.
- Les rendre aussi lisses que possible, pour réduire la probabilité de développement de fissures avec les ondes de pression répétées qui se produisent à l'intérieur du tuyau.
- Enrouler du ruban de téflon autour des fils lors de la connexion des sections filetés.
- Se visser sur la bague que vous avez cimentée au bout d'un tuyau.
- Les tuyaux doivent être liés étroitement.

Les autres matériaux:

- 1 tube en forme T
- 3 coudes à 90°
- 3 réductions mâle-femelle hexagonale
- 3 mamelons doubles
- 2 robinets
- Récipient sous pression – Bouteille d'eau
- C et D: 2 clapets anti-retour
- E: une cloche à air (une bouteille d'eau jetée)
- K: un manomètre
- Et quelques tubes, raccords de réduction

II.1.2) Mise en fonctionnement

- Faire couler l'eau dans le tuyau vertical que vous avez connecté à la pompe principale.
- Lorsque vous l'installez de façon permanente (ou semi-permanente), vous devez trouver un bon endroit pour l'ancrer, probablement pas dans le flux.
- Placez le bélier hydraulique le plus bas possible.
- Installer aussi un manomètre à eau pour mesurer la pression hydraulique.



Le système du bélier hydraulique que nous avons fait

II.2) Hydro-turbine électrique

II.2.1) Fabrication

Premièrement, on va découvrir les étapes pour fabriquer la turbine. Deuxièmement, c'est la combinaison du bélier et de la turbine que nous avons fait. Dans cette phases, nous avons installé un boîtier de LED, un voltmètre, un branchement et des débranchements mais aussi un contact. Grâce au voltmètre, nous pouvons savoir la tension électrique créée par la turbine, les autres représentent un réseau électrique d'une maison.



- Coller les 16 cuillers d'une façon équilibre sur le CD.



- Coller un deuxième CD sur ces 16 cuillers



- Préparer le cadre en bois comme la figure ci-dessus. Utiliser les vitres pour faire ce cadre.



- Introduire un axe ferré dans la turbine.
- Coller la turbine à cet axe pour qu'il soit immobile même s'il doit subir une forte pression de l'eau. Coller la roue dentée à cet axe.
- Pincer le moteur (pris d'un vieux cédérom) avec la barre de bois. Lier la courroie de la roue dentée au moteur

II.2.2) Installation

La turbine est positionnée de façon à être alimentée par le flux d'eau en sortie du réservoir de refoulement....

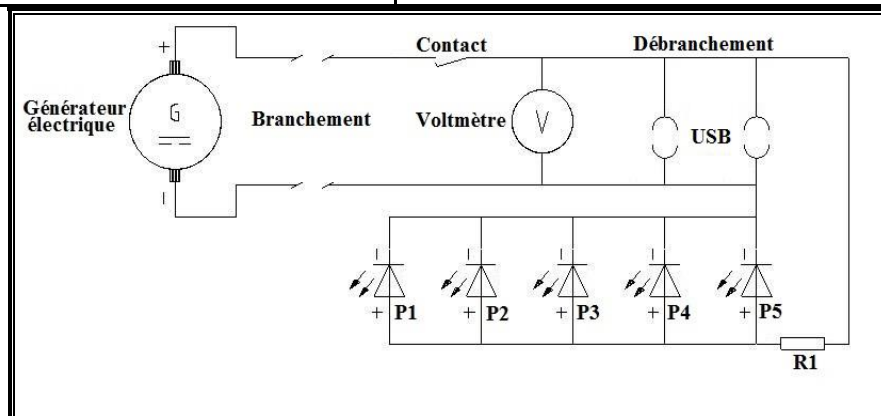
Quant au boîtier électrique, nous avons utilisé un vieux boîtier de Vinacafé, des diodes électroluminescentes (pris d'un circuit imprimé de l'ordinateur), des débranchements, un contact et un voltmètre (pris d'un vieux outil russe). Nous avons fait également un cadre pour pendre le boîtier au-dessus la turbine.



La turbine vue de près



Le boîtier électrique

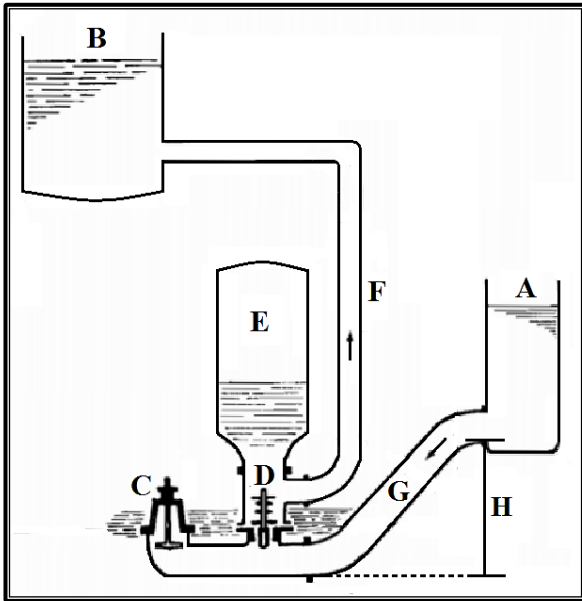


Le schéma électrique du boîtier

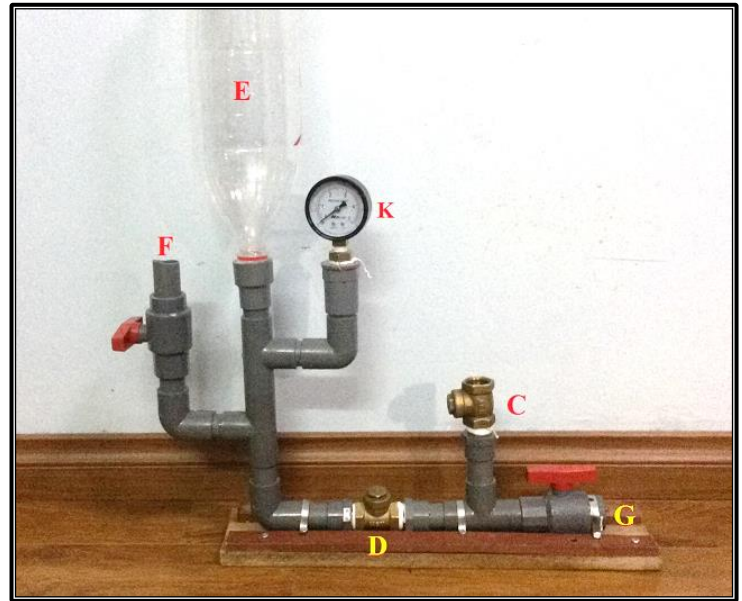
III. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

III.1) Le béliet hydraulique

- ✓ Après avoir étudié le principe de fonctionnement du béliet hydraulique en consultant des divers documents scientifiques, nous avons expliqué son fonctionnement comme ci-dessous:



Le schéma du béliet hydraulique le plus populaire⁴



Le béliet que nous avons fabriqué

***Annotation:**

- A:** réservoir d'alimentation
B: réservoir de refoulement
C: clapet de batterie
D: clapet anti-retour (soutage de refoulement)

- E:** réservoir d'air (cloche à air)
F: conduite de refoulement
G: conduite de batterie

Une fois le pompage initié, le cycle de fonctionnement d'un béliet hydraulique peut diviser en 4 phases:

- 1) Accélération de la veine liquide:** le clapet de batterie C étant ouvert, l'eau s'écoule à travers celui-ci venant du réservoir d'alimentation A et prend de la vitesse.

Principe physique mis en jeu :

Après que l'eau coule dans le tuyau, elle produit une énergie potentielle qui est calculée par la formule suivante: $E_{p1} = mgH$

Quand l'eau se trouve à tout bas du béliet, l'énergie cinétique produit est déterminée par la formule suivante: $E_{c2} = \frac{mv_2^2}{2}$

Comme l'énergie est toujours conservée, alors

$$E_{p1} + E_{c1} = E_{p2} + E_{c2}$$

De plus, comme $E_{c1} = 0$ car $v_1 = 0$; $E_{p2} = 0$ car $h=0$

Donc

$$E_{p1} = E_{c2}$$

Ou bien

$$mgH = \frac{mv_2^2}{2}$$

Alors

$$v_2 = \sqrt{2gH}$$

⁴ Image sur <http://www.tropicultura.org/text/v2n3/91.pdf>

On obtient que v se calcule par la racine carrée du produit de $2g$ et H dont g est la valeur de l'accélération gravitationnelle et H est la hauteur mesurée par la distance entre le clapet anti-retour D et le réservoir d'alimentation A.

Le système accumule l'énergie nécessaire à son fonctionnement (la soupape D est alors fermée).

- 2) Fermeture du clapet de batterie C:** à une certaine vitesse d'eau, sa force de portance sur le clapet équilibre le poids de celui-ci. Le clapet se soulève et se ferme brutalement, produisant un arrêt brusque de la veine liquide, c'est-à-dire un coup de bélier.

Principe physique mis en jeu :

On peut déterminer que cet arrêt brusque d'écoulement engendre une surpression donnée par la formule de Joukovski⁵

$$dP = Z_h \times Q$$

où Q est le débit de la source en $m^3.s^{-1}$

Z_h est l'impédance hydraulique en $kg.m^{-4}.s^{-1}$

On a:

$$Z_h = \frac{\sqrt{\rho \times B_{eff}}}{A}$$

où ρ est la masse volumique de l'eau,

A la section du tuyau d'alimentation

B_{eff} est le module de compressibilité effectif du liquide dans la conduite, exprimé en Pa

- 3) Refoulement de l'eau:** profitant de la vitesse acquise pendant la première phrase, l'eau ouvre la soupape de refoulement D et pénètre dans la cloche à air. Plus l'eau monte, plus l'air est comprimée et devient de plus en plus comprimée. L'air faisant un mur et l'eau ne pouvant pas redescendre en raison du clapet anti-retour D, une pression va se créer et l'eau trouvera le chemin de sa délivrance en passant par le petit tuyau. L'eau va donc remonter dans le tuyau tout fin, ce tuyau est nommé de "tuyau de refoulement" et sortir par le robinet.

Principe physique mis en jeu :

Il faut souligner que la hauteur de refoulement est en fonction de la pression d'entrée de l'eau. En appliquant le théorème de Bernoulli, la somme de l'énergie cinétique, l'énergie potentielle de gravité et l'énergie liant à la pression est constante, alors on a:

$$\frac{1}{2}\rho v_A^2 + \rho g z_A + p_A = \frac{1}{2}\rho v_B^2 + \rho g z_B + p_B$$

avec p_A , z_A et v_A respectivement la pression, l'altitude et la vitesse au niveau et du bas du tuyau de refoulement-cloche d'air.

p_B , z_B et v_B respectivement la pression, l'altitude et la vitesse au niveau du réservoir de refoulement.

De plus, comme la vitesse est constante, alors on a:

$$\rho g z_A + p_A = \rho g z_B + p_B$$

Donc:

$$p_A - p_B = \rho g(z_B - z_A) = \rho g h$$

Alors la hauteur h est calculée par:

$$h = \frac{p_A - p_B}{\rho g}$$

⁴ https://fr.wikipedia.org/wiki/Coup_de_bélier, partie « Expression de la surpression liée au coup de bélier »

4) **Ouverture du clapet de batterie:** Lorsque l'eau a perdu sa vitesse, elle revient en arrière, ferme le clapet anti-retour D et aspire le clapet de batterie C qui se rouvre, permettant à l'eau de s'écouler. On se retrouve au début du premier cycle.

***Remarque 1:**

Il est nécessaire d'initier le pompage en "lançant" le cycle d'ouverture fermeture du clapet de batterie.

***Remarque 2:**

En faisant fonctionner la pompe, nous avons constaté que la durée d'un cycle est l'ordre de la seconde. Pour mesurer, nous avons utilisé un minuteur, en 10 secondes, nous avons compté combien de fois le clapet anti-retour C se ferme. Alors nous avons conclu la durée d'un cycle en divisant 10 par le nombre de fermeture du clapet.

III.2) Le générateur électrique/ hydro-turbine électrique

Le générateur électrique fonctionne grâce à deux principes physiques fondamentaux :

- L'effet de l'induction électromagnétique découvert par Faraday. En effet, la variation d'un flux d'induction magnétique à travers une bobine en cuivre crée un courant électrique induit à travers le bobinage.

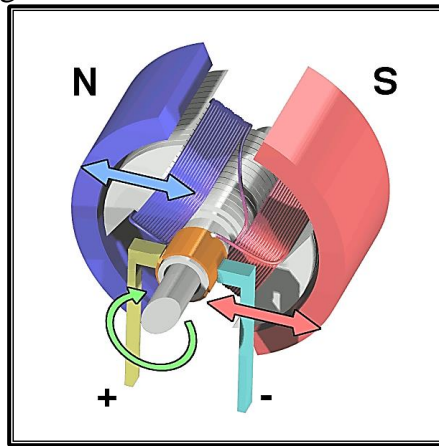


Schéma turbine électrique⁶

- La loi de Lenz qui relie la variation de flux (induit par le mouvement) à la force électromotrice induite, c'est-à-dire à la tension électrique produite. Ainsi, les alternateurs sont constitués de deux parties distinctes. Une partie fixe appelée stator et une partie rotative appelée Rotor.

Le stator constitue la partie induite. Il a pour rôle de recevoir l'induction produite par l'effet électromagnétique générée par le mouvement de rotation du rotor, pour la transformer en courant électrique.

Pour la turbine d'eau, on utilise la pression d'eau afin de créer une force poussant les pales de la turbine.




En faisant de l'expérience, nous avons constaté que la turbine tourne plus vite si la hauteur du réservoir de refoulement devient de plus en plus haut. Alors on peut conclure que plus la hauteur du réservoir est haute, plus l'eau coule vite, plus la lampe est brillante, c'est-à-dire la turbine crée plus d'électricité.

⁶ Image sur https://thcs-phongkhe-bacninh.violet.vn/document/show/entry_id/1318900

IV. RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

Nous avons essayé de faire fonctionner trois béliers de différentes caractéristiques. Nous avons étudié le débit d'eau de refoulement en changeant la hauteur du réservoir d'alimentation, le volume de cloche à air, le nombre de clapet(s) de batterie. Nous avons mesuré aussi la hauteur maximale du débit d'eau de refoulement pour vérifier l'exactitude des rapports sur le Net que nous avons consulté.

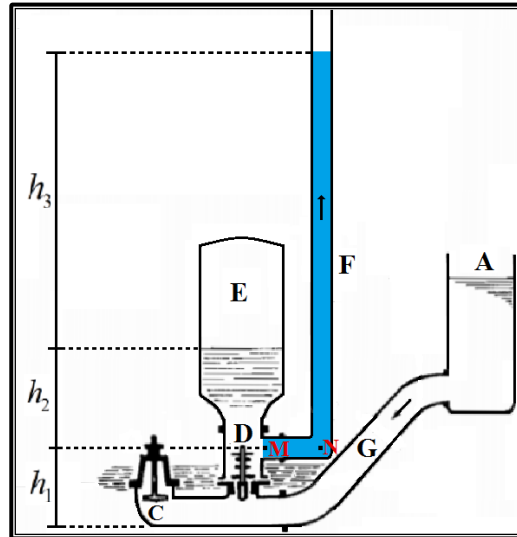
IV.1) Caractéristiques des béliers expérimentés

Bélier	Diamètre en millimètre du tuyau de batterie et par conséquent celle du corps du bélier et des vannes	Volume de cloche à air (litres)	Nombre de clapet(s) de batterie	Image
1	15x21	1,5	2	
2	21x27	0,5	1	
3	21x27	2,5	1	

IV.2) Étude de la hauteur maximale de refoulement pour 3 béliers

En faisant des expériences pour les deux premières pompes et en consultant des rapports de pompe hydraulique sur le Net, nous avons obtenu ces résultats comme dans ce tableau:

Nous avons cherché sur Internet, nous avons fait des expériences avec 2 béliers et plusieurs diamètres du tuyau de refoulement pour trouver la hauteur maximale de refoulement. Nous avons proposé aussi une méthode pour calculer la hauteur maximale suivante:



Pour calculer la hauteur maximale où on peut pomper l'eau, on considère qu'il n'existe pas le frottement entre l'eau et le tuyau, la température de l'air est constante et la pression atmosphérique est 101325 Pa.

$$P_M = P_1 + \rho g h_2 (1)$$

dont P_1 est la pression maximale dans la cloche à air E.

ρ est la masse volumique de l'eau.

h_2 est la hauteur entre le point M et la surface libre de l'eau dans la cloche à air E.

g est l'accélération de la pesanteur de la Terre.

Comme la température est constante, alors on applique la loi de Boyle-Mariotte:

$$P_0 V_0 = P_1 V_1 = \text{const}$$

$$\text{Alors } P_1 = \frac{P_0 V_0}{V_1} (2)$$

dont P_0 est la pression atmosphérique à 273K

V_0 est le volume total de l'air dans la cloche à air et le volume de l'air dans le tuyau avant que l'eau coule dans le tuyau.

V_1 est le volume de l'air dans la cloche à air quand l'eau est comprimée d'une façon maximale.

$$\text{De (1) et de (2), on obtient: } P_M = P_1 + \rho g h_2 = \frac{P_0 V_0}{V_1} + \rho g h_2$$

$$\text{De plus, } P_N = P_0 + \rho g (h_2 + h_3) \text{ et } P_M = P_N$$

$$\text{Donc: } \frac{P_0 V_0}{V_1} + \rho g h_2 = P_0 + \rho g (h_2 + h_3)$$

$$\text{Alors } h_3 = \frac{\frac{P_0 V_0}{V_1} + \rho g h_2 - P_0 - \rho g h_2}{\rho g} = \frac{P_0 V_0}{V_1 \rho g} - \frac{P_0}{\rho g}$$

Donc la hauteur maximale est calculée par la formule suivante:

$$h_{\max} = h_1 + h_2 + h_3 = h_1 + h_2 + \frac{P_0 V_0}{V_1 \rho g} - \frac{P_0}{\rho g}$$

IV.2.1) Résultats

*Hauteur de source: 0,95m

Diamètre du tuyau de refoulement (mm)	Hauteur maximale où on peut pomper l'eau (m)	Bélier 1	Bélier 2	Bélier 3
4	Résultat expérimental	4,25	3,22	2,36
	Calcul théorique	4,440625		
8	Résultat expérimental	4,22	3,25	2,34
	Calcul théorique	3,223409		
12	Résultat expérimental	4,24	3,2	2,31
	Calcul théorique	2,4125		

IV.2.2) Conclusion

Quant à la méthode pour calculer la hauteur maximale où on peut pomper l'eau, le résultat des calculs théoriques ne ressemble totalement pas aux résultats expérimentaux. Les raisons sont: nous considérons qu'il n'existe pas le frottement entre l'eau et le tuyau, la température de l'air est constante, la loi de Boyle-Mariotte destine seulement au gaz idéal mais nous appliquons cette loi au gaz réel, les erreurs pendant la mesure,....

D'après ces résultats, nous avons noté également que la hauteur maximale de chaque bélier ne dépend pas du diamètre du tuyau de refoulement. Alors la pression ne dépend pas de rayon du tuyau, c'est pourquoi elle ne dépend pas du diamètre du tuyau.

***Explication:** comme la pression est calculée par la formule suivante:

$$P = \frac{F}{S} = \frac{mg}{S} = \frac{\rho Vg}{S} = \frac{\rho Shg}{S} = \rho gh$$

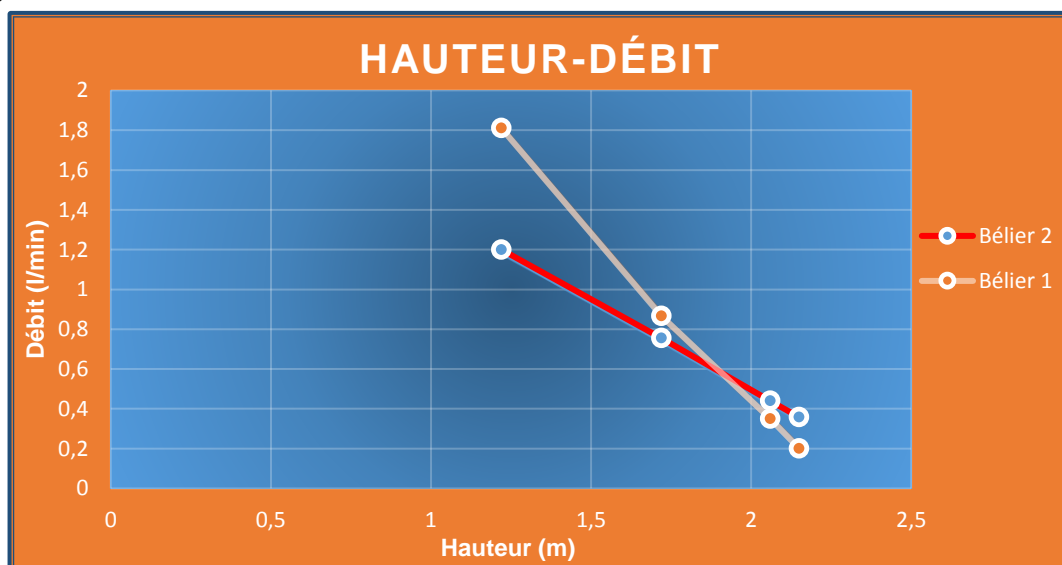
De plus, la hauteur maximale du bélier dépend des clapets de batteries. Plus il y a des clapets de batterie, même si le bélier a une petite formule, plus l'eau est montée en haut.

En plus, le volume de cloche à air influence aussi à la hauteur maximale où on peut pomper l'eau. Plus le volume de cloche à air est grande, plus la pression est forte, plus la hauteur maximale augmente.

IV.3) Comparaison de l'efficacité de deux premiers béliers

Dans cette expérience, nous avons étudié l'efficacité de deux premiers béliers pour évaluer l'efficacité de chaque bélier.

IV.3.1) Résultats



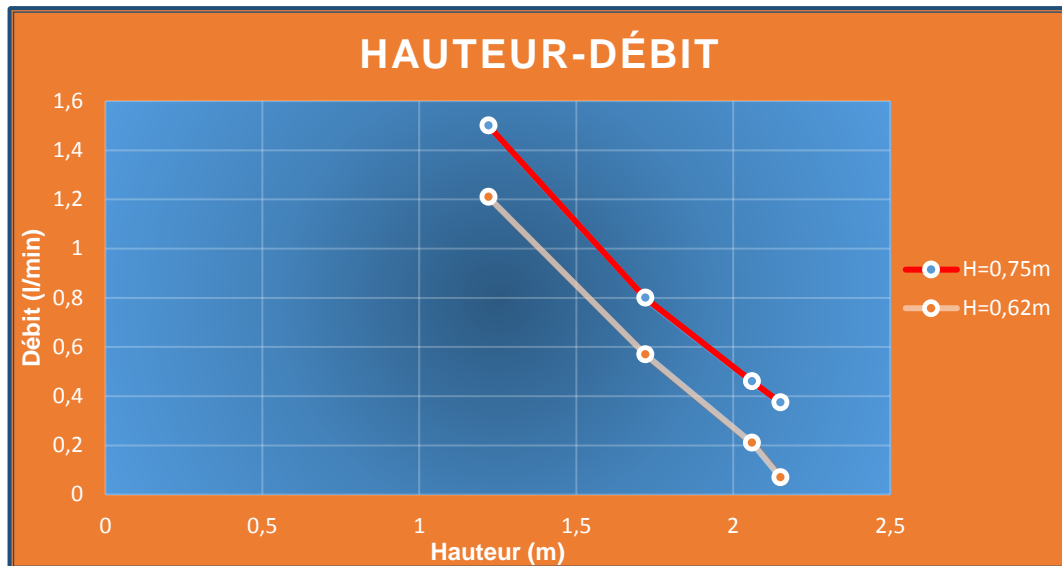
IV.3.2) Conclusion

Dans cette expérience, nous avons constaté que si on veut pomper l'eau sur le réservoir de refoulement qui est bas, le premier béliet est très efficace. En outre, quant au réservoir qui se trouve en haut, le deuxième béliet est plus utile.

De plus, il est vrai que plus la hauteur est basse, plus le débit de refoulement est grand.

IV.4) Changement de la hauteur du réservoir d'alimentation

IV.4.1) Résultats



IV.4.2) Conclusion

Grâce à ce tableau, on peut conclure que plus la hauteur du réservoir de refoulement est haute, plus le débit d'eau de refoulement est grand. Quant à l'explication, comme la pression est calculée par la formule:

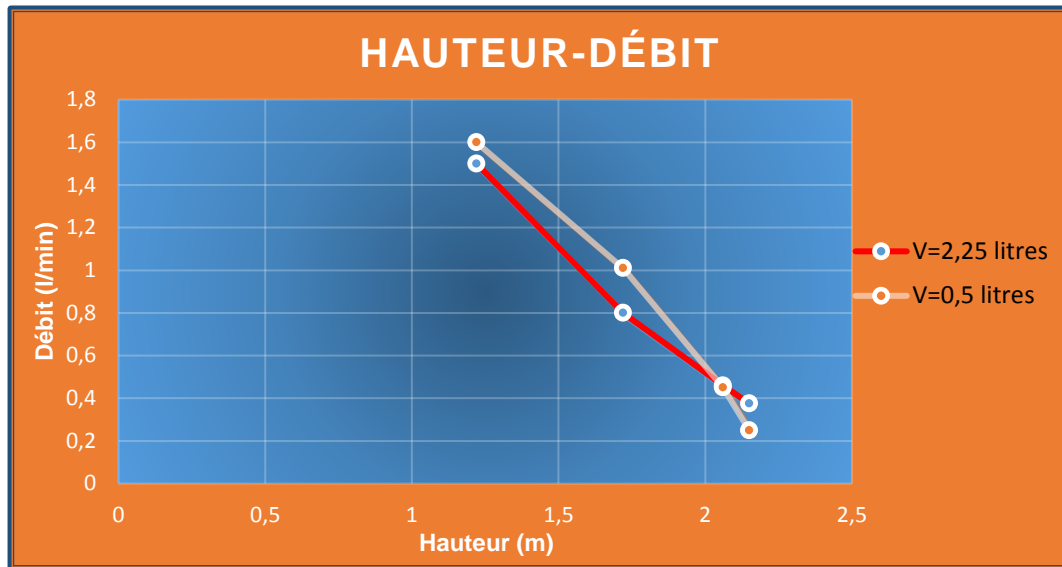
$$P = \frac{F}{S} = \frac{mg}{S} = \frac{\rho Vg}{S} = \frac{\rho Shg}{S} = \rho gh$$

Donc, si la hauteur de la source est plus haute, la pression de "batterie" est grande, c'est pourquoi l'air est plus comprimé et l'eau monte plus beaucoup – ce qui entraîne l'augmentation du débit de l'eau de refoulement.

IV.5) Changement de volume de cloche à air (bouteille d'eau)

Nous avons expérimenté les béliers 2 et 3 pour étudier l'influence de volume de cloche à air au débit de refoulement.

IV.5.1) Résultats



IV.5.2) Conclusion

En observant le tableau ci-dessus, on peut constater que, en fonction des deux premières hauteurs, le débit de l'eau de refoulement du bélier dont le volume de cloche à air est 0,5l est plus grand que celui dont le volume de cloche à air est 2,25l. En outre, le débit d'eau de refoulement de ces 2 béliers est presque identique si la hauteur est 2,06m et quand la hauteur est supérieure à 2,06m, le débit d'eau de refoulement du bélier dont le volume de cloche à air est 0,5l diminue fortement bien que celui dont le volume de cloche à air est 2,25l diminue progressivement.

IV.6) Problématique des pressions nécessaires au fonctionnement des clapets

Lorsque le réservoir de refoulement (B) est à côté du réservoir d'alimentation (A) alors cela ne fonctionne pas.

IV.6.1) Explication

Il se peut que le clapet D anti-retour n'a pas assez de pression venant de E (cloche à air) et donc ne se ferme pas, donc l'eau depuis G continue à couler vers le D et le F et le clapet de batterie n'a pas de pression pour à son tour fonctionner. L'eau est conduite directement au réservoir de refoulement, le fonctionnement du bélier dans ce cas n'est pas nécessaire.

IV.6.2) Solution

Pour que le bélier fonctionne, le réservoir de refoulement doit se trouver plus haut que celui d'alimentation. Si on doit pomper l'eau dans le réservoir de refoulement dont la hauteur est égale à celle du réservoir d'alimentation, la pompe est superflue.

V. APPLICATION

En utilisant la pompe, on peut fournir de l'eau pour les gens qui habitent en haut. L'eau de la rivière est conduite vers le tuyau du béliet hydraulique et après, elle est transportée en haut.



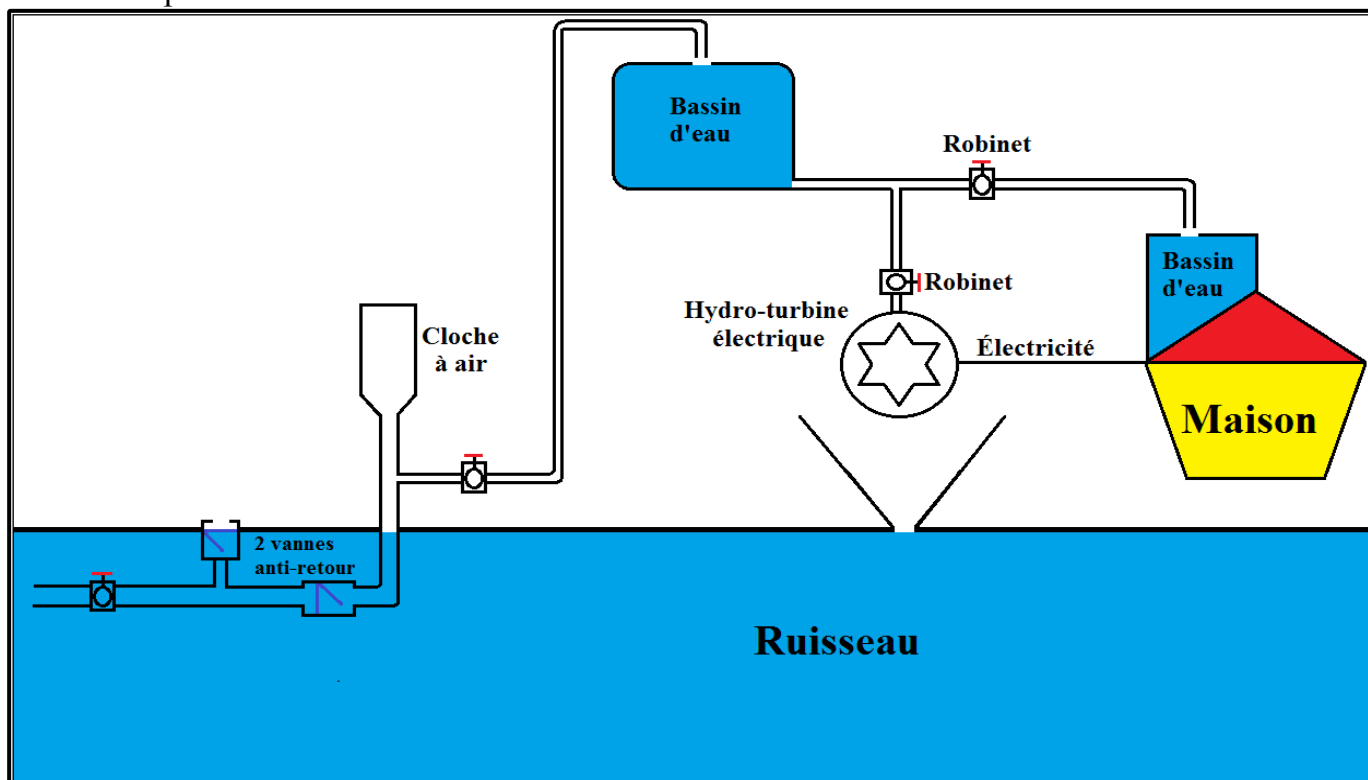
(Photo dans la vidéo <https://www.youtube.com/watch?v=I8EbyWrCdg4>)

Après deux heures d'essai du béliet dans le village de Na Giao, commune de Yen Duong, district de Ba Be, province Bac Kan, le béliet a apporté plus de d'eau au pied du champ à une hauteur de plus de 7m.

Le béliet hydraulique aide les paysans qui vivent au Bac Kan à cultiver les blés. À cette province, les paysans sont pauvres, ils n'ont pas assez de moyens pour introduire l'eau aux champs. Alors, si on applique le béliet hydraulique à la vie des gens, cela change tout, ils ont une bonne source hydraulique pour faire de l'agriculture, ce qui peut développer l'économie de cette province.

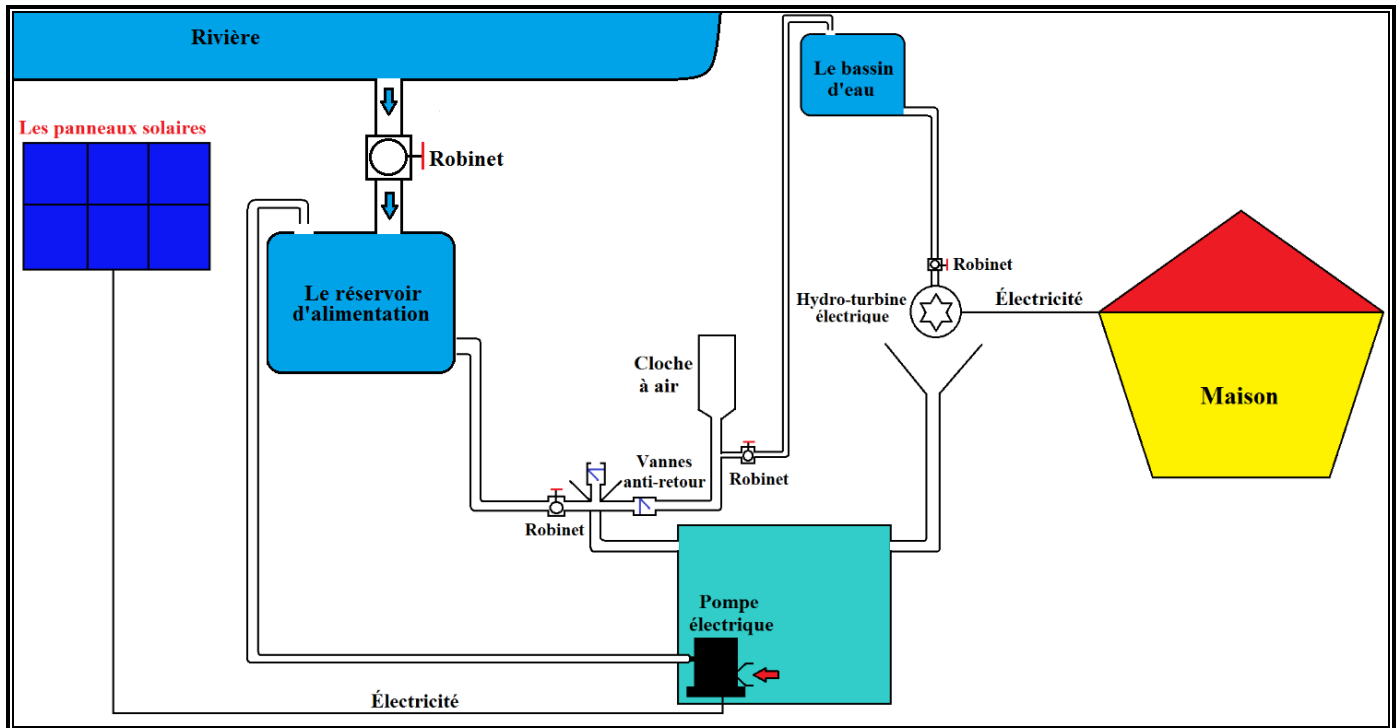
En utilisant la pompe, on peut fournir de l'eau en haut pour les gens. L'eau de la rivière, du ruisseau, du lac, de l'étang est conduite en bas vers le tuyau du béliet hydraulique et après, elle est transportée en haut.

On peut utiliser cette pompe dans les endroits où le cours d'eau est fort (dans le ruisseau), l'eau peut être conduite vers un bassin d'eau en haut. Puis l'eau coule de haut en bas. Une partie d'eau va créer l'électricité qu'on peut utiliser pour allumer une lampe ou faire marcher un moteur de petite puissance et une autre partie sert à l'utiliser.



Chaque famille peut facilement fabriquer ce produit car le prix est très bon marché.

Si une question se pose: "Comment pour ne pas gaspiller trop de l'eau si on ne peut pas introduire l'eau rejetée à la rivière?", nous proposons une solution afin de résoudre ce problème: traiter l'eau rejetée par le premier clapet anti-retour et aussi par l'hydro-turbine électrique.



Dans ce schéma que nous avons réalisé, l'eau qui est rejetée est introduite dans le bassin en bas et une pompe électrique fonctionnant grâce à l'énergie solaire va introduire l'eau dans le bassin A et le cycle répète.

VI. CONCLUSION

Nous sommes très contents de participer à ce concours et réaliser plein d'expériences scientifiques et une multitude de mesures destinées à l'analyse des résultats expérimentaux. Même si ce projet nous intéresse beaucoup, il existe encore des problèmes inévitables:

En raison de la pression de l'eau élevée, nous devons coller le bouchon de la bouteille fermement dans la bouche du tuyau de pompe mais les colles sont un grave problème de notre groupe. Toutes les colles: de la colle 502, de la colle ABC, de la colle Scotch-Weld, de la colle Epoxy,... sont utilisées mais nous avons remarqué que ces colles ne s'adaptaient pas au collage entre le PVC et le PET. Quant à l'axe aluminium de la turbine, pour lutter contre son desserrage quand les pales tournent, nous devons utiliser les vitres et les écrous pour les boulonner dans l'axe au lieu d'utiliser des colles. De plus, la bouteille en plastique doit être dure, sinon elle se casse sous la pression de l'air dans la bouteille.

Nous avons réfléchi à faire une turbine dans la rivière: l'eau de la rivière ferait d'abord tourner les turbines et amènerait l'eau vers le réservoir supérieur, mais en réalité la force de l'eau de la rivière n'était pas assez puissante pour faire tourner la turbine. Nous avons donc profité de la hauteur où l'eau est pompée par le bédier pour faire couler l'eau qui était suffisamment puissante afin de faire tourner la turbine et produire de l'électricité.

On peut dire que, grâce à ce projet d'expérience physique, nous avons eu l'occasion d'accumuler plus d'expériences et d'élargir nos connaissances et de pratiquer cette expérience scientifique. Nous avons aussi rencontré plusieurs difficultés et elles nous ont donné beaucoup d'expériences précieuses.

Pendant cette expérience, ce que nous avons appris n'est pas seulement le travail en groupe, mais aussi la façon de faire une expérience physique et un rapport scientifique.

De plus, c'est aussi la première fois que nous effectuons une expérience physique, la première fois à faire un rapport scientifique sur une expérience, donc nous n'avons absolument aucune expérience dans ce domaine. C'est pourquoi nos expériences ainsi que nos rapports ont encore des défauts. Cette expérience est comme la première fois que vous avez pris un tournevis, exploré ce qu'est une pompe pour concevoir, créer un système vous-même, ... Elle nous donnait non seulement des savoir-faire précieux en science expérimentale, en fabrication, mais aussi des connaissances physiques intéressantes.

Il faudrait d'ajouter aussi que nous sommes seulement des lycéens. Les connaissances que nous avons apprises en classe ne sont pas suffisantes pour nous aider à expliquer précisément le principe de fonctionnement de cette pompe et de cette turbine; cela exige que nous ayons beaucoup de connaissances, non seulement sur le lycée mais aussi sur l'université. À partir de nos connaissances seulement, nous ne pourrions pas concevoir et faire fabriquer par des "mécaniciens de brousse" un tel système réel qui alimente une maison en vrai sans aide de nos professeurs, nos parents. Afin de fabriquer ce système, nous avons dû faire référence à beaucoup de documents dans les livres, sur Internet, ainsi qu'aux conseils de plusieurs personnes, telles que nos professeurs de physique à l'école ou nos aînés - ceux qui ont suffisamment de connaissances, d'expérience pratique et de capacité de fournir des commentaires, de nous donner des meilleurs conseils pour améliorer notre système, car nous savons que des théories dans les livres ne sont pas toujours absolument vrais.

Dès le début de l'expérience, nous avons appris que de nombreuses personnes ont mis en œuvre cette expérience avec succès et l'ont mise en ligne. Cependant, au cours de l'expérience, nous avons découvert les différences entre nos résultats et les leurs; Nous avons essayé de comparer et de trouver la cause de cette différence. Cela nous a donné beaucoup de leçons précieuses. Nous nous sommes aussi rendu compte que les matériaux qu'ils utilisaient n'étaient pas bon marché et qu'ils avaient de mauvaises influences sur l'environnement, alors nous voulions comprendre comment fabriquer des pompes et des turbines écologiques en utilisant des matériaux réutilisables. Cela réduit le coût de production d'une pompe hydraulique et d'une turbine. Par conséquent, n'importe qui, y compris les pauvres, peut facilement créer une telle machine pour améliorer la vie quotidienne de leurs familles et leurs communautés. C'est notre espoir!

Malgré toutes ces restrictions, nous sentons très heureux d'accomplir les expériences et le rapport. Nous souhaitons que notre projet soit appliqué populairement dans la vie humaine, ce qui est notre objectif principal.

VII. BIBLIOGRAPHIE

VII.1) Les sites

HADENGUE, **Fabrication d'une Pompe à Bélier**, accédé le 02/11/2017, Site de Patrick Hadengue : <https://sites.google.com/site/fabricationdunepompeabelier/>

LEVAILLE, **Bélier hydraulique**, accédé le 29/11/2017, Site de Sylvain Lévaillé : <http://www.cluber.inter-systeme.ca/belier.html>

PETIT, **“Bélier hydraulique”**, accédé le 14/12/2018, Site de Régis Petit : <http://www.regispetit.fr/belier.htm>

BRAUSCH, **“Une pompe étonnante: Le bélier hydraulique”**, écrit par F.Brausch et G.Ledant, accédé le 21/12/2017, <http://www.tropicultura.org/text/v2n3/91.pdf>

NEBRED, **“BELIER HYDRAULIQUE Economie ! Ecologie”**, accédé le 02/01/2018, Site de Didier Nébréda : <http://www.belier-inox.fr>

BREVET, 1798, **“Description Des Machines et Procédés Spécifiés Dans Les Brevets D’invention ... - France Min. Du Commerce - Google Livres.”**, accédé le 04/01/2018, <https://books.google.fr/books?id=pkYFAAAAQAAJ&pg=PA245#v=onepage&q&f=false> et **“Recueil Des Proclamations et Arrêtés Des Représentans Du Peuple Français ... - Google Livres.”**, accédé le 04/01/2018, <https://books.google.fr/books?id=BYtDAAAACAAJ&pg=PA86#v=onepage&q&f=false>

VII.2) Les vidéos

<https://www.youtube.com/watch?v=ZyKV6rv5tdE> (You Tube, 1:10), accédé le 20/11/2017

<https://www.youtube.com/watch?v=jsquC8QAxdc> (You Tube, 4:25), accédé le 20/11/2017

https://www.youtube.com/watch?v=0S2u_tdZkHs (You Tube, 5:08), accédé le 01/11/2017

<https://www.youtube.com/watch?v=Z6haBgdo5b4&t=8s> (You Tube, 5:48), accédé le 01/11/2017

<https://www.youtube.com/watch?v=I8EbyWrCdG4> (You Tube, 6:30), accédé le 01/11/2017