

Bélier hydraulique



https://wiki.lowtechlab.org/wiki/B%C3%A9lier_hydraulique

Dernière modification le 01/12/2023

 Difficulté Facile

 Durée 2 jour(s)

 Coût 100 EUR (€)

Description

Ce tutoriel a pour objectif de faciliter la compréhension, le dimensionnement, la fabrication et l'installation d'un système d'élévation d'eau appelé "Bélier hydraulique".

Sommaire

Sommaire

Description

Sommaire

Introduction

Historique du bélier hydraulique

A quoi sert un bélier hydraulique?

Video d'introduction

Étape 1 - Comment marche un bélier hydraulique?

Étape 2 - Evaluer un site et dimensionner le bélier

Étape 3 - Choisir son type de montage

Étape 4 - Cloche à air

Étape 5 - Clapet de choc

Étape 6 - Assemblage

Étape 7 - Support

Étape 8 - Mise en fonctionnement

Étape 9 - Donnez-nous votre avis

Notes et références

Commentaires

Introduction

Historique du bélier hydraulique

Le système du bélier hydraulique a été inventé en 1797 par Joseph-Michel Montgolfier, celui qui construisit la première montgolfière en 1782 avec son frère, Jacques-Étienne. Il fut tout de suite très critiqué par ses contemporains qui l'associent aux théories du mouvement perpétuel, alors considérées comme des hérésies.

Il faut attendre 1857 pour qu'un brevet soit déposé par Ernest Sylvain Bollée qui améliore et concrétise l'invention de Montgolfier.

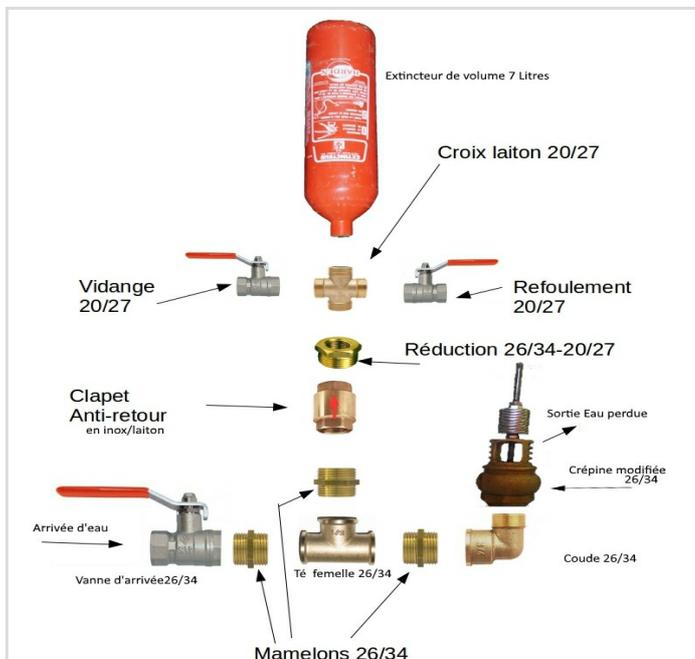
Dès lors beaucoup utilisé dans les campagnes françaises et européennes, il est maintenant implanté en Amérique et en Afrique dans des régions pour lesquelles l'approvisionnement en combustible est difficile ou onéreux.

A quoi sert un bélier hydraulique?

Le bélier hydraulique est un système d'élévation d'eau dont le fonctionnement dépend uniquement de la force motrice de l'eau, sans aucune autre intervention extérieure. Concrètement cela permet de pomper l'eau d'une source (rivière, lac, ruisseau) et de l'utiliser plus haut pour irriguer des cultures, abreuver des bêtes ou pour toute autre utilisation domestique.

Le bélier hydraulique présente plusieurs avantages :

- Il est relativement peu coûteux
- Il fonctionne de façon entièrement automatique, sans électricité, sur une longue durée, certains béliers fonctionnant depuis plusieurs dizaines d'années
- Il ne nécessite aucun graissage, aucun entretien autre que les soins de propreté
- Les réparations sont peu fréquentes, nécessitées seulement par l'usure inévitable des pièces mobiles
- Il est déclinable en pratiquement toutes les tailles pour s'adapter aux débits et aux hauteurs voulues



Erreur lors de la création de la miniature : convert: unable to extend

Matériaux

Ne pas utiliser de matière plastique pour le béliet, que ce soit vannes ou clapets, car ceux ci vont d'user très rapidement en fonctionnement.

i Ceci est un exemple pour le cas d'un béliet dimensionné en 26/34, il est donc à adapter selon les résultats du dimensionnement (Etape 2)

A acheter:

- Vanne en 26/34
- 1 Coude en 26/34
- 3 Mamelons mâles en 26/34
- 1 Té en 26/34
- 1 Crépine en 26/34 ou un clapet anti-retour intérieur plastique (voir étape 5)
- 1 Clapet anti-retour en 26/34 avec intérieur inox/laiton
- 2 Vannes en 20/27 ou 1 vannes avec robinet de vidange
- 1 Croix en 20/27
- 1 Réduction 26/34 vers 20/27
- 1 ou 2 Rouleaux de téflon pour l'étanchéité de tout l'assemblage
- Du frein filet pour la fixation de la tige filetée
- 4 Tiges avec écrous papillons
- Une dizaine de rondelles de diamètre intérieur 6mm
- 2 Ecrous pour tige filetée M5

A récupérer:

- 1 Extincteur de 7 ou 9 litres
- 1 Chambre à air ou autre caoutchouc pour faire un joint
- Clous
- 1 Planche en bois
- Fer plat de largeur 20 ou 30 mm, environ 60 cm
- 1 chalumeau (selon étape 5)

Outils

- Pince multiprise
- Pince à griffe pour ouvrir la crépine
- Ciseaux
- Marteau
- Perceuse + 1 Foret de 6 ou 7
- Taraud (ici M5)



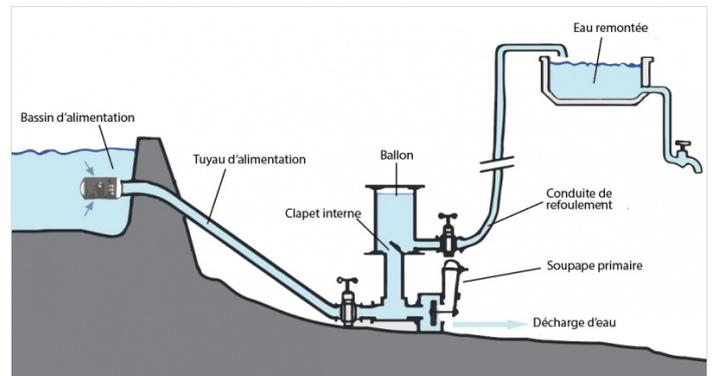
B_liier_hydraulique_Pompe_b_liier-1.pdf

Étape 1 - Comment marche un bélier hydraulique?

1. À l'amorçage, l'eau qui s'engouffre dans la canalisation d'arrivée s'écoule dans le déversoir à travers la soupape primaire.
2. L'accélération de l'eau provoque la brusque fermeture de la soupape primaire.
3. Freinée brutalement, la colonne d'eau génère une surpression dans le corps de pompe (coup de bélier), qui ouvre le clapet interne.
4. Sous l'effet de cette surpression, l'eau s'écoule dans le ballon (et le conduit de refoulement), comprimant le volume d'air jusqu'à équilibrage des pressions.
5. L'inversion des pressions referme le clapet interne.
6. L'eau emprisonnée sous pression dans le ballon se vide dans la canalisation de refoulement jusqu'à équilibrage des pressions (déterminée par la hauteur du conduit).
7. La fermeture du clapet interne ayant fait chuter la pression, la soupape primaire s'ouvre à nouveau. Un nouveau cycle commence...

Sans accident, ce processus se renouvelle perpétuellement, tant qu'il est alimenté en eau.

Voir des explications en vidéo



Étape 2 - Evaluer un site et dimensionner le béliet

Tout d'abord il faut trouver de l'eau en surface qui coule continuellement sur une pente suffisamment vive (de l'ordre de 10% minimum). Si il s'agit d'un barrage ou d'un lac, s'assurer qu'il existe des positions en contrebas.

Pour bien connaitre un site, il faut ensuite estimer 4 paramètres (voir schéma) :

- **q** le débit de la source
- **H** la hauteur d'élévation
- **L** la longueur de la conduite motrice
- **h** la hauteur de chute

Pour le débit de la source, une grande précision n'est pas nécessaire si s'agit seulement d'une indication, néanmoins indispensable au bon dimensionnement du système. Pour calculer un débit plusieurs techniques existent, à choisir selon le temps disponible, le matériel disponible ou l'envie (voir *Estimation du débit d'eau*)

i Attention le débit d'un cours d'eau peut énormément varier selon les saisons, il peut donc être pertinent d'établir un débit maximum et minimum sur l'année.

La hauteur d'élévation correspond à la différence de hauteur entre le béliet et le réservoir d'arrivée de l'eau. Concrètement il suffit de décider de l'endroit voulu pour l'arrivée d'eau et de mesurer les dénivelés entre ce point et le cours d'eau (en moyenne). Cette mesure est encore une fois indicative et sera affinée plus tard. Pour les mesures de dénivelés le site <https://www.geoportail.gouv.fr/carte> est assez fiable et précis. Il faut simplement placer les points GPS sur la carte et effectuer un profil asymétrique. Cela correspond à une courbe montrant l'altitude (en m) en fonction de la distance (en m).

La longueur de la conduite motrice et la hauteur de chute sont directement reliées à la pente de la rivière ou à la pente avale du lac (si c'est un lac). Il est aussi intéressant d'établir un profil asymétrique afin de se rendre compte des distances et des dénivelés.

Une fois que les paramètres du site sont mieux connus, il va falloir dimensionner le béliet pour avoir le débit voulu à l'arrivée et un coût minimal d'installation (plus le béliet est petit moins il coûte cher!).

Trouver L, H et h:

Formule générale: $q = ((h * Q) / (h + H)) * 0.70$

Où 0.70 est le rendement de la pompe et Q le débit d'arrivée

En pratique il faut:

- $H/10 < h < H/2$
- $3H < L < 15H$

On peut aussi s'aider d'un Diagramme de chute comme celui proposé ci-contre pour déterminer H et h.

Dimensionner la pompe:

Pour dimensionner la pompe en elle même il faut choisir le débit voulu en arrivée selon les besoins. Une des manières les plus pratiques est d'utiliser le tableau ci-contre qui donne la taille finale de tuyauterie en fonction du débit de la source, du rapport d'élévation (h/H) et du débit final.

Celui-ci permet de procéder comme suis:

- choisir le débit de sorti voulu correspondant aux besoins en eau
- trouver la case correspondante en fonction des rapports d'élévations possibles avec votre terrain
- ne pas hésiter à surdimensionner en cas de doute
- vérifier que le débit de votre cours d'eau est bien supérieur à celui indiqué dans la ligne choisie
- lire sur la même ligne les dimensions du béliet pertinente avec votre configuration

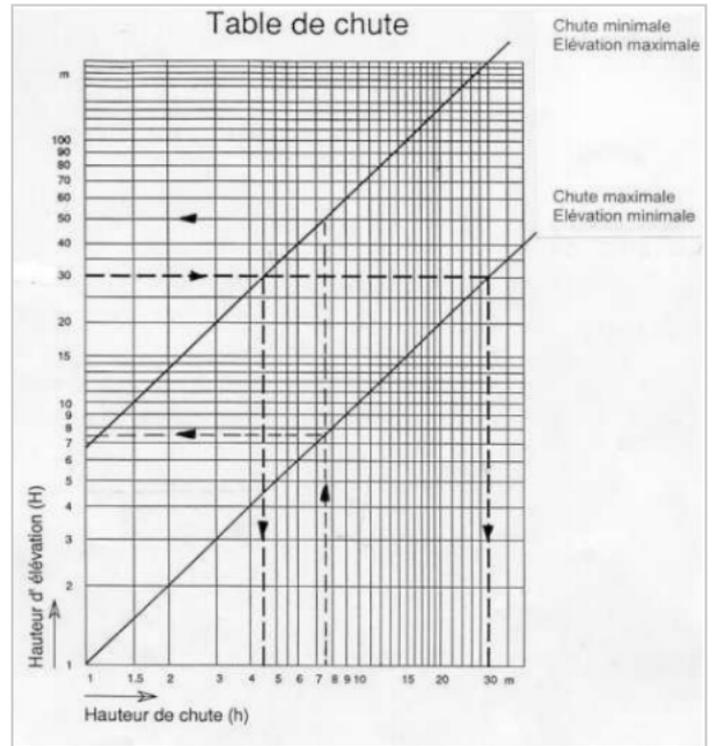
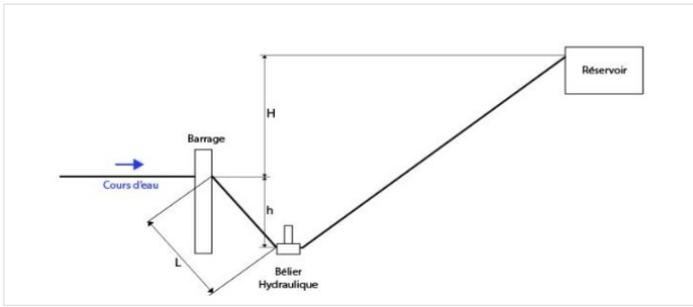
On obtient donc le diamètre D du tuyau de batterie (ou conduite motrice) qui est le même pour tous les composants de la pompe.

ex: 26x34 correspond à un diamètre intérieur de 26mm et un diamètre extérieur de 34mm

i Attention les dimensions sont donnés en mm mais peuvent être exprimés en pouces sur le marché.

Millimètres (mm)	Pouces ou inch
15x21	1/2
20x27	3/4
26x34	1
33x42	1 1/4
40x49	1 1/2
50x60	2

L'ensemble de la pompe est donc de même dimension sauf le tuyau de sortie (ou conduite de refoulement) qui est de telle sorte que son diamètre D' soit égal à la moitié du diamètre du tuyau de batterie : $D' = D/2$



BELIER	Débit de la source en L/min	Rendement en L/j dans le rapport de chute sur élévation			Diamètre en millimètre du tuyau de batterie et par conséquent celle du corps du bélier et du clapet de choc
		1/5	1/10	1/15	
1	1 à 4	210 à 800	120 à 440	60 à 240	15 x 21
2	3 à 9	680 à 2100	340 à 1050	150 à 500	20 x 27
3	5 à 16	1100 à 3600	550 à 1800	270 à 900	26 x 34
4	10 à 30	2300 à 7000	1150 à 3500	570 à 1750	33 x 42
5	20 à 50	4600 à 11000	2300 à 5500	1000 à 2750	40 x 49
6	40 à 100	8800 à 22000	4400 à 11000	2100 à 5500	50 x 60
7	80 à 180	18000 à 42000	9000 à 21000	4600 à 10000	

Étape 3 - Choisir son type de montage

Lors de la fabrication d'une pompe bélier, il existe 2 configurations qui jouent sur le rendement du bélier. Ces différents montages concernent les positions du clapet de choc, de la cloche à air et du clapet anti-retour.

Montage en répartition (voir image 1):

Il s'agit d'un montage où le clapet de choc est situé avant la cloche à air, cela peut donner au bélier une allure plate comme sur la photo de présentation. Selon certaine source ce montage aurait 20% de rendement en plus par rapport à l'autre mais cela reste à prouver.

Montage en butée (voir image 2):

C'est celui présenté dans ce tuto, il est aussi beaucoup utilisé et donne au bélier une allure verticale.



Il est difficile de choisir entre les deux car les avis sont très partagés sur le sujet.



MONTAGE EN " REPARTITION "





Étape 4 - Cloche à air

Pour démonter l'extincteur il faudra dévisser l'embout à l'aide d'une clef multiprise puis sortir la cartouche de CO2 contenue à l'intérieur. Il faut ensuite retirer de la bombone la lance ainsi qu'un tube plastique.

La sortie est normalisé 20x27 ce qui permettra le raccord par vissage avec le corps du béliet.

Pour obtenir une cloche à air en état de fonctionner il reste à vider la poudre et à laver minutieusement l'intérieur.

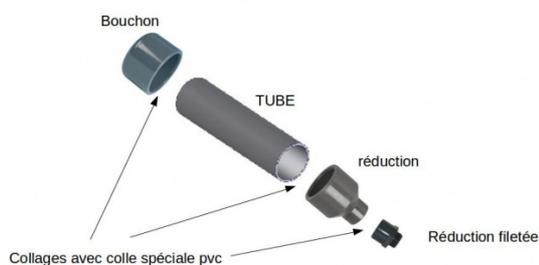
Le trou de lance doit être bouché par quelque chose qui résiste à la pression! Trouver un bouchon voir souder une pièce ronde dessus peut être une solution.

Souder une pièce ronde ou trouver un bouchon pour fermer le trou de la lance. Il faut que ça puisse tenir la pression.

💡 Si aucun extincteur n'est à portée de main il est possible de fabriquer une cloche à air à l'aide d'un tube bouché à une extrémité et d'un raccord, les deux en PVC pression. La liaison entre le raccord PVC et un pas de tuyauterie standard se fait par une réduction filetée plus difficile à trouver dans le commerce (voir photo).



CLOCHE PVC



Attention!!! uniquement du pvc "pression" et non du pvc pour eaux pluviales ou écoulements sanitaire .

Étape 5 - Clapet de choc

i Rappel: Il s'agit toujours d'un exemple pour un dimensionnement en 26/34, à adapter

Première technique à l'aide d'une crépine (image 1):

Cette technique est la plus robuste mécaniquement mais présente plus de difficulté lors de la construction.

Il faut d'abord démonter la crépine à l'aide d'une pince à griffe.

Une fois le clapet extrait, le donner à un tourneur dans un atelier pour qu'il perce au centre avec un foret de 4mm, sur 7 à 10 mm de profondeur.

Tarauder à 5mm.

Percer avec foret de 6 ou 7 mm au centre du haut de la crépine

Insérer la tige avec un peu de frein filet dans le trou de 5 mm.

[1] Je vous conseille de regarder ceci : <https://www.youtube.com/watch?v=HZNX5r4G-cs>

Deuxième technique à l'aide d'un clapet anti-retour (image 4):

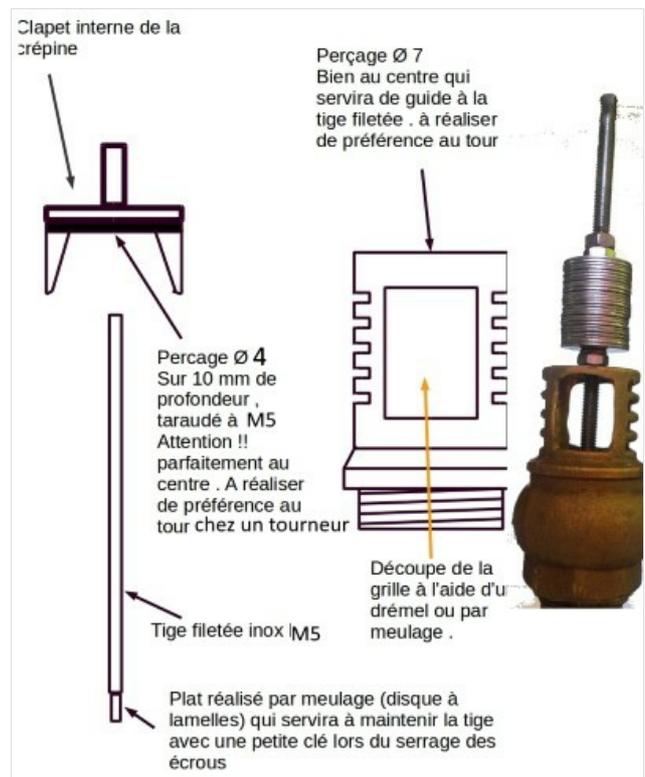
Cette technique est moins solide mais plus accessible car ce type de clapet en plastique se trouve dans tous les magasins en France.

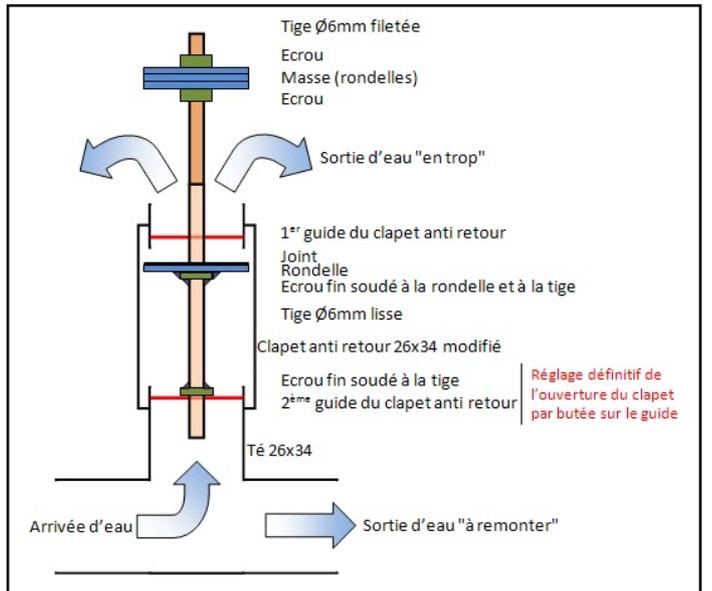
Pour ouvrir le clapet anti-retour:

- Placer des raccords mâles de chaque côté pour éviter de l'abîmer pendant la manipulation
- Distinguer une ligne (très fine) séparant les deux parties du clapet
- Chauffer à l'aide d'un chalumeau au niveau de cette ligne pour faire fondre la colle à l'intérieur (ne pas trop chauffer non plus).
- Dévisser le clapet (à l'aide d'une pince à griffe et d'un étau par exemple)

Il suffit ensuite d'enlever le clapet en plastique contenu à l'intérieur et de le remplacer par une rondelle, des écrous et une tige filetée comme sur la quatrième image.

⚠ Attention, pour les deux techniques, donner un soin tout particulier au centrage de la tige sans quoi elle risquerait de se coincer, bloquant ainsi le fonctionnement de la pompe.





Étape 6 - Assemblage

Avant d'assembler le système, il recouvrir les filetages de téflon ou de tout autre moyen permettant d'assurer l'étanchéité.

Voici une vidéo explicative pour la pose du téflon.

Il suffit ensuite d'assembler le béliet selon le schéma ci-contre.

⚠ Il est important de bien étanchéifier le béliet car la moindre fuite aurait des répercussions importantes sur le rendement final!



Étape 7 - Support

Pour choisir un support il faut prendre en compte la taille du dispositif et en particulier de la cloche à air car c'est elle qui risque de faire basculer l'ensemble. Le socle peut être en bois ou en métal mais pour des béliers sensés résister dans le temps l'idéal est de couler une dalle de béton pour fixer l'ensemble.

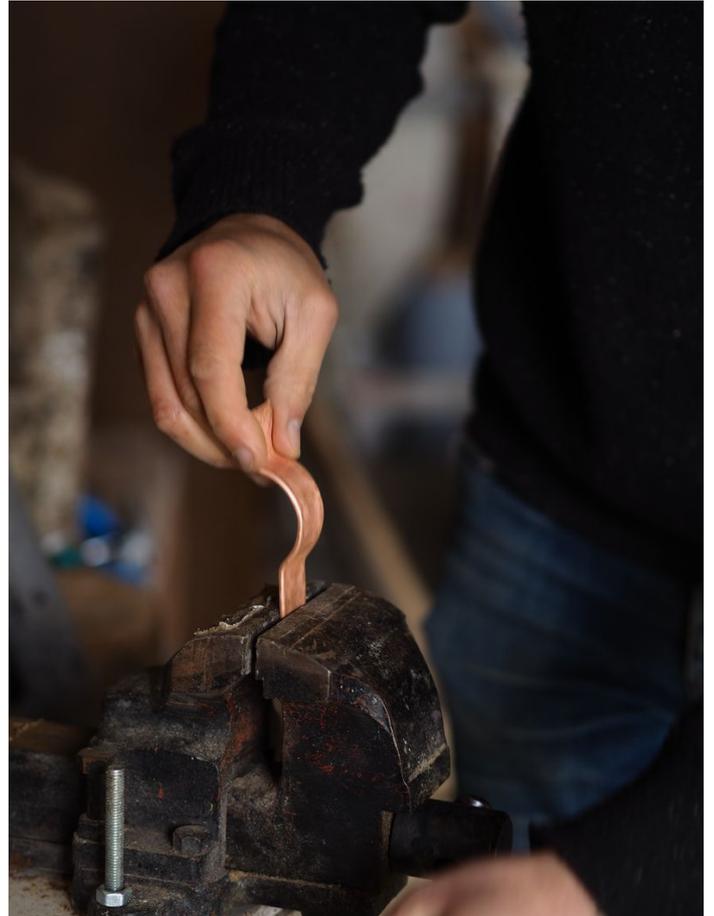
Découper les fers plats en fonction des longueurs désirées.

Fabriquer 2 ou 3 pièces en arc avec la méthode des clous (en traçant l'arc au diamètre du raccord choisi pour la fixation).

Percer les pièces en arc et le socle aux bons endroits afin d'obtenir un serrage conséquent mais pas démesuré (pour ne pas abîmer les conduites).

Fixer les pièces en arc au socle avec le béliers grâce à des tige filetées et des écrous papillon.

💡 Pour empêcher la cloche à air d'osciller et d'abîmer le système il est possible de rajouter un tuteur fixé au socle ou planté dans le sol.



Étape 8 - Mise en fonctionnement

Tout d'abord, placer le bélier dans un endroit plat et régulier, s'aider d'un niveau si nécessaire. Installer en suite la conduite de chute ainsi que celle de refoulement et effectuer les branchements (sans oublier le téflon).

Initialement, le bélier est vide d'eau et toutes les vannes sont fermées. On commence par ouvrir un peu la vanne de refoulement vers la citerne, puis en totalité celle d'arrivée d'eau. Normalement l'eau va pousser sur le clapet de choc et le mettre en marche.

S'il n'est pas encore en mouvement, il est utile de l'actionner plusieurs fois à la main afin d'avoir suffisamment de contre-pression dans la conduite de refoulement pour lancer le système. Il est possible que ça ne marche pas si le poids des rondelles est trop grand ou si le réglage de la course du clapet n'est pas adapté, c'est pourquoi ce modèle vous permet de faire ces réglages en changeant la position du premier écrou et le nombre de rondelles. Le réglage impactera aussi sur la quantité d'eau remontée par rapport à celle perdue.

 Plus le nombre de rondelle est élevé, plus le coup sera fort mais plus la fréquence sera faible. Il s'agit donc de trouver un équilibre entre fréquence et force du coup de bélier.

Vous devrez vidanger régulièrement le bélier. En effet, le principe de fonctionnement implique qu'il doit y avoir toujours de l'air sous pression poussée par l'eau, dans la cloche, or cet air se videra au fur et à mesure. Il faudra donc couper la vanne d'arrivée et de refoulement, ouvrir celle de vidange et réamorcer comme initialement.

Vidéo [ici](#)



Étape 9 - Donnez-nous votre avis

Comme tout le travail du Low-tech Lab, ce **tutoriel est participatif**, n'hésitez pas à ajouter les modifications qui vous semblent importantes, et à partager vos réalisations en commentaires.

Notes et références

Cette technologie a été documenté par Cyprien Cayla et Guénoél Conrad lors d'une escale du Nomade des Mers aux Philippines, sur l'île de Negros. L'ONG "Alternative Indigenous Development Foundation (AIFDI)", basée dans la ville de Bacolod depuis 1991, aide plus de 160 communautés rurales à répondre à leurs besoins en eau grâce à l'installation de béliers hydrauliques un peu partout dans l'archipel. Le bélier présenté dans ce tutoriel est une version différente de celle utilisée par l'AIFDI car plus accessible.

Merci à Alizée et Yoann du projet Chemins de Faire pour les photos et les retours d'expériences.

- Permatheque
- PDF sur la remontée d'eau, les conduites, les débits...

- <http://www.belier-inox.fr/fabriquez-votre-belier-p867652>
- <http://www.pearltrees.com/apfeltheo/construction/id12619255#item125024933>
- http://www.regispetit.fr/bel_pra.htm#pra7
- <http://www.cluber.inter-systeme.ca/belier.html>
- <https://sites.google.com/site/fabricationdunepompeabelier/>
- <https://www.humanosphere.info/2014/07/comment-construire-une-pompe-a-eau-qui-fonctionne-sans-electricite/>
- <https://www.youtube.com/@bernardlepoder6172> Partage de connaissances sur le belier hydraulique