

FABRICATION D'UNE POMPE BÉLIER

CHEMINS DE FAIRE



AVANT PROPOS

Dans tout projet autour de l'autonomie, l'eau tient une place centrale. Que ce soit pour la consommation, les besoins ménagers ou l'irrigation. Il existe de nombreux moyens de récupérer ou d'acheminer de l'eau, cependant quand on parle de pompage, la question de l'alimentation électrique de la pompe soulève parfois des problématiques surtout dans des lieux isolés.

Lors d'une visite dans la communauté autonome [Sunseed technologia](#), en Andalousie, nous avons découvert la technologie de la pompe bélier. Ce type de pompe permet de relever l'eau d'un cours d'eau de manière mécanique, en mettant à profit un phénomène physique de compression des fluides.

Ici, nous allons vous guider dans la fabrication d'une pompe bélier à partir d'éléments de plomberie. Si vous souhaitez tout savoir sur le bélier hydraulique, son fonctionnement, les différents modèles et l'ensemble des contraintes techniques, nous vous encourageons à lire le site de [Didier Nebreda](#) ainsi qu'un [document](#) complet écrit par Benoît Arnold et Alisson Grosdemange qui nous a permis d'affiner mise au point du système.

A vos outils, prêt, partez !

contact@cheminsdefaire.fr
www.cheminsdefaire.fr

PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE LA POMPE

Un petit coup de bélier !

La pompe bélier est une pompe dite de relevage, elle permet d'acheminer de l'eau en hauteur depuis un cours d'eau en contre bas. Dans la théorie, la hauteur de relevage est conditionnée par la hauteur de chute : si l'eau tombe de 1 mètre dans le corps de pompe elle pourra être relevée de 10 mètres.

Une pompe bélier ne fonctionne qu'avec de l'eau courante : elle a besoin d'un fort débit d'eau et ne peut pas fonctionner dans de l'eau stagnante.



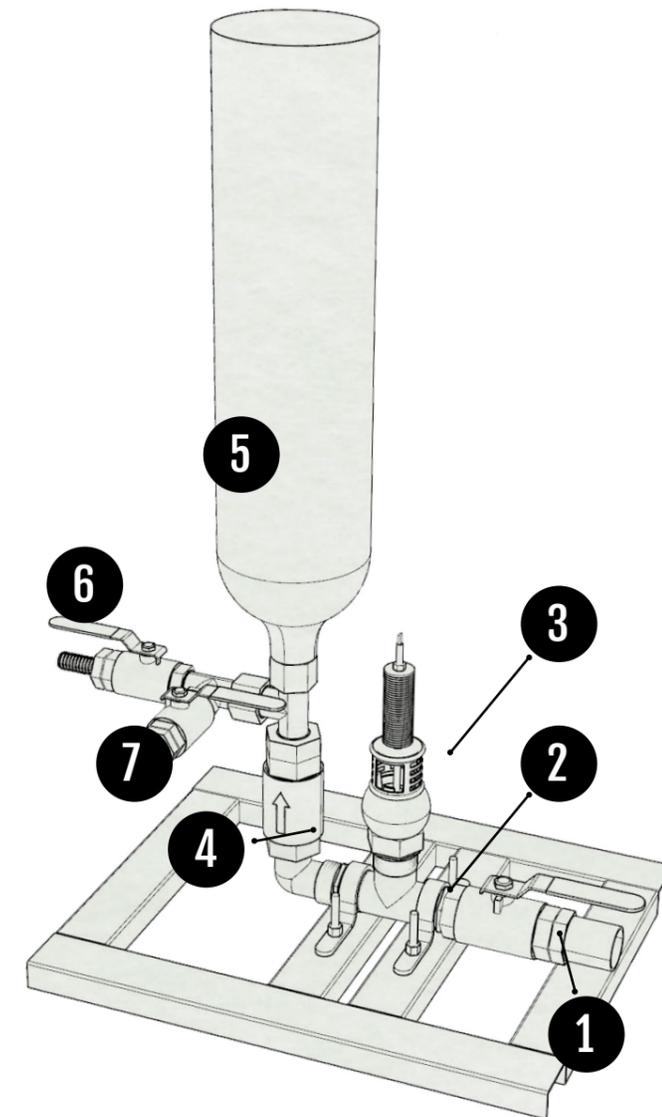
PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Fonctionnement et détail des éléments constituant le bélier hydraulique

Grâce à une retenue d'eau ou une cuve tampon placée au-dessus de la pompe, on achemine l'eau dans le corps de pompe via un tuyau de batterie, l'eau sort abondamment par le clapet de choc jusqu'à ce que la pression entraîne le fameux coup de bélier.

Le coup de bélier a pour effet de fermer le clapet de choc et de comprimer l'eau à l'intérieur du corps de pompe. Sous l'effet de la pression, le clapet anti-retour laisse passer une petite quantité d'eau dans la cloche à air et le clapet de choc s'ouvre de nouveau.

L'eau dans la cloche à air est mise sous pression et ne peut s'échapper que par la conduite de refoulement.



- | | | | | | |
|---|-----------------------|---|--|---|------------------|
| 1 | Vanne d'arrivée d'eau | 4 | Clapet anti-retour | 7 | Vanne de vidange |
| 2 | Corps de pompe | 5 | Cloche à air | | |
| 3 | Clapet de choc | 6 | Conduite de refoulement (sortie d'eau) | | |

EN PLUS >

La pompe présentée ici est inspirée du tutoriel réalisé par le [Low-tech Lab](#) et du système documenté par [Didier Nébréda](#) sur son site ou sur sa [chaîne Youtube](#).

LISTE DE MATÉRIEL & OUTILLAGE

Le matériel peut être acheté et/ou récupéré, vous lirez ci-dessous une liste générale des composants que nous avons utilisé. Dans chaque section de la notice, nous rappelons les éléments spécifiques utilisés.

Outillage

- Outils de découpe de l'acier
- Perceuse et forets acier
- Chalumeau
- Poste à souder et baguettes 2,6mm
- Taraud
- Pince étau
- Clés de serrage pour boulons
- Pince à griffes
- Outils de tracés et mesures

Matière première

- Profilé acier pour le socle (largeur 20 ou 30 mm) **x 1 M**
- Plaque métallique pour les colliers de serrage **x 30cm**
- Tuyaux PVC diam 32mm **x 5 M**
- Tige filetée M5 **x 1 M**
- Rouleaux de téflon **x 3**

Quincaillerie

- Boulons 5mm **x 4**
- Écrous et rondelles 5mm **x 10**
- Écrous nylstop 5mm **x 2**
- Écrous papillons 5mm **x 4**
- Écrous et rondelles 10mm **x 10**

Éléments plomberie

- Vanne 26/34 (vanne d'arrivée d'eau) **x 1**
- Coude 26/34 **x 1**
- Mamelons mâles en 26/34 **x 3**
- Té femelle 26/34 **x 1**
- Crépine 26/34 ou clapet anti-retour intérieur plastique (voir étape 3) **x 1**
- Clapet anti-retour en 26/34 avec intérieur inox/laiton **x 1**
- Réduction mâle 26/34 vers femelle 20/27 **x 1**
- Vannes 20/27 **x 2** ou vanne avec robinet de vidange **x 1**
- Croix mâle 20/27 **x 1** ou Té mâle 20/27 **x 2**
- Joints plomberie **x 12**
- Raccords femelle 20/27 **x 2**
- Tube fileté laiton 20/27 **x 1**
- Raccord PVC 26/34 diam 32mm **x 1**
- Adaptateurs nylon tuyau 20/27 **x 2**

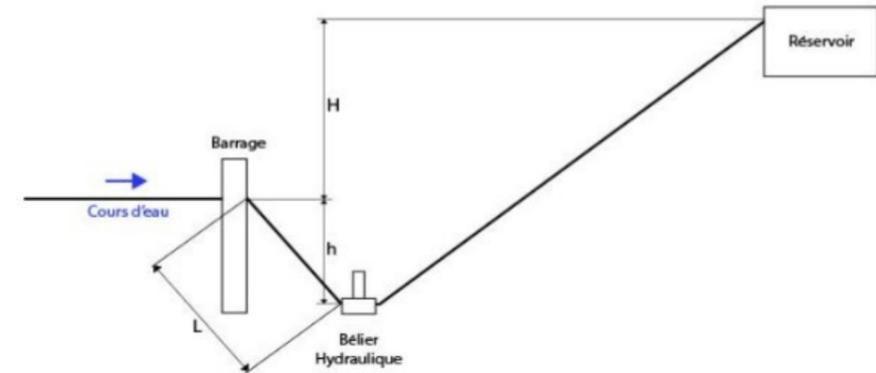
A récupérer

- Extincteur 7 ou 9L **x 1**

ÉTAPE 1 – ÉVALUER UN SITE ET DIMENSIONNER LE BÉLIER

Le positionnement de la pompe bélier est primordial, la hauteur de relevage étant conditionnée par la hauteur de chute. Pour débiter il faut construire ou aménager une chute d'eau, puis choisir un site parfaitement plan où positionner la pompe bélier. L'utilisation d'une pompe bélier laisse échapper une grande quantité d'eau, il est donc intéressant de positionner le bélier directement dans un cours d'eau ou dans un endroit permettant de récupérer l'eau qui s'écoule.

Schéma théorique d'installation d'un bélier hydraulique



1 Créer une retenue d'eau / définir la zone de captage

Pour mettre en place un bélier hydraulique, il faut pouvoir faire chuter de l'eau dans le corps de pompe. Plus la hauteur de chute sera grande, plus la hauteur d'eau relevée par la pompe sera importante.

> Pour positionner la pompe dans un cours d'eau il faudra réaliser une retenue et établir un point de captage.

> Pour éviter de réaliser un barrage, il est possible de dériver l'eau d'un cours d'eau vers un réservoir annexe alimenté en continu, positionné plus haut que le corps de pompe.

2 Mesurer la hauteur de chute

Quand le point de captage haut est établi, il faut mesurer la hauteur potentielle de la chute d'eau, cela permettra de dimensionner l'ensemble du circuit d'eau.

3 Déterminer la longueur du tuyau de batterie

En fonction de la hauteur de chute, on peut définir la longueur totale du tuyau de batterie. Un tuyau bien dimensionné permet de créer suffisamment de pression ou contre pression pour activer le mécanisme de la pompe. Un tableau de valeurs a été ajouté à la fin de cette notice dans la section documents annexes, s'y référer pour déterminer la longueur du tuyau de batterie.

4 Choisir l'emplacement de la pompe

Une fois la hauteur de chute et la longueur du tuyau de batterie déterminés, vous pouvez choisir l'emplacement de la pompe. La pompe doit être installée dans un endroit parfaitement plan. Comme notifié dans l'introduction, le fonctionnement d'un bélier hydraulique refoule beaucoup d'eau, il est donc recommandé d'installer la pompe dans un cours d'eau ou dans un endroit où l'eau va facilement s'écouler et se récupérer.

5 Évaluer la hauteur de relevage et positionner le réservoir

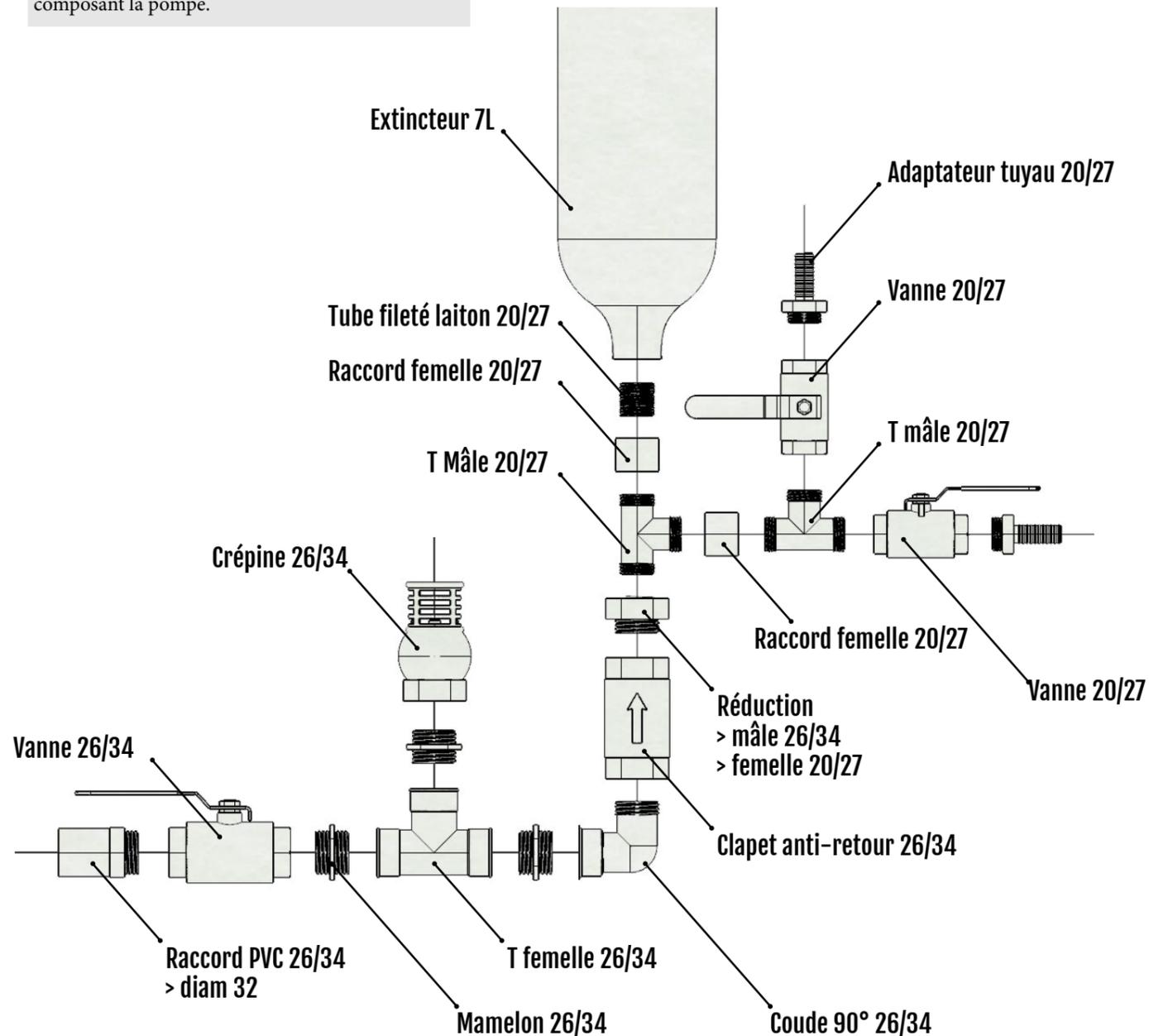
En fonction de la hauteur de chute, vous connaîtrez la hauteur théorique maximale de relevage. En théorie, la pompe peut relever 10 fois la hauteur de chute. Grâce à une carte avec courbes de niveaux, déterminer l'emplacement du réservoir. Positionner une cuve et un tuyau de refoulement.

ÉTAPE 2 – MONTAGE À BLANC DES ÉLÉMENTS DE PLOMBERIE

Pour fabriquer la pompe bélier, nous allons utiliser des éléments standard de plomberie, l'ensemble devra être jointé et solidaire. Pour bien comprendre la suite des opérations, il faut commencer par assembler les différents éléments constituant la pompe sans les joindre pour vérifier la compatibilité et l'encombrement du système.

PIÈCES À SE PROCURER ET À PRÉPARER :

Rassembler l'ensemble des pièces de plomberie composant la pompe.



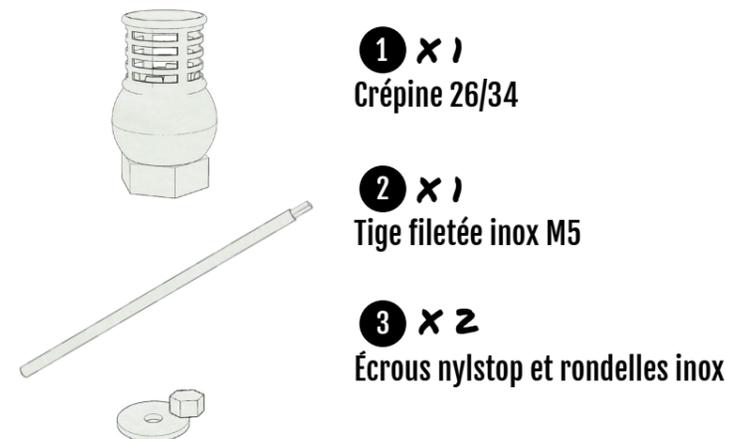
REMARQUE : Les dimensions sont données pour un montage avec un tuyau de batterie de 32mm. Dimensionner l'installation en fonction des informations données en étape 1.

ÉTAPE 3 – FABRICATION DU CLAPET DE CHOC

Le clapet de choc est la clé du bélier hydraulique, c'est au moment de la fermeture brutale du clapet (coup de bélier) que l'eau va pouvoir remonter dans la pompe. Pour réaliser le clapet de choc, nous allons transformer une crépine en laiton 26/34. C'est une pièce mécanique qui sera en mouvement : les usinages doivent être parfaitement alignés. Pour démonter une crépine, il faut utiliser un étau et une clé griffe, [ici une vidéo explicative](#).

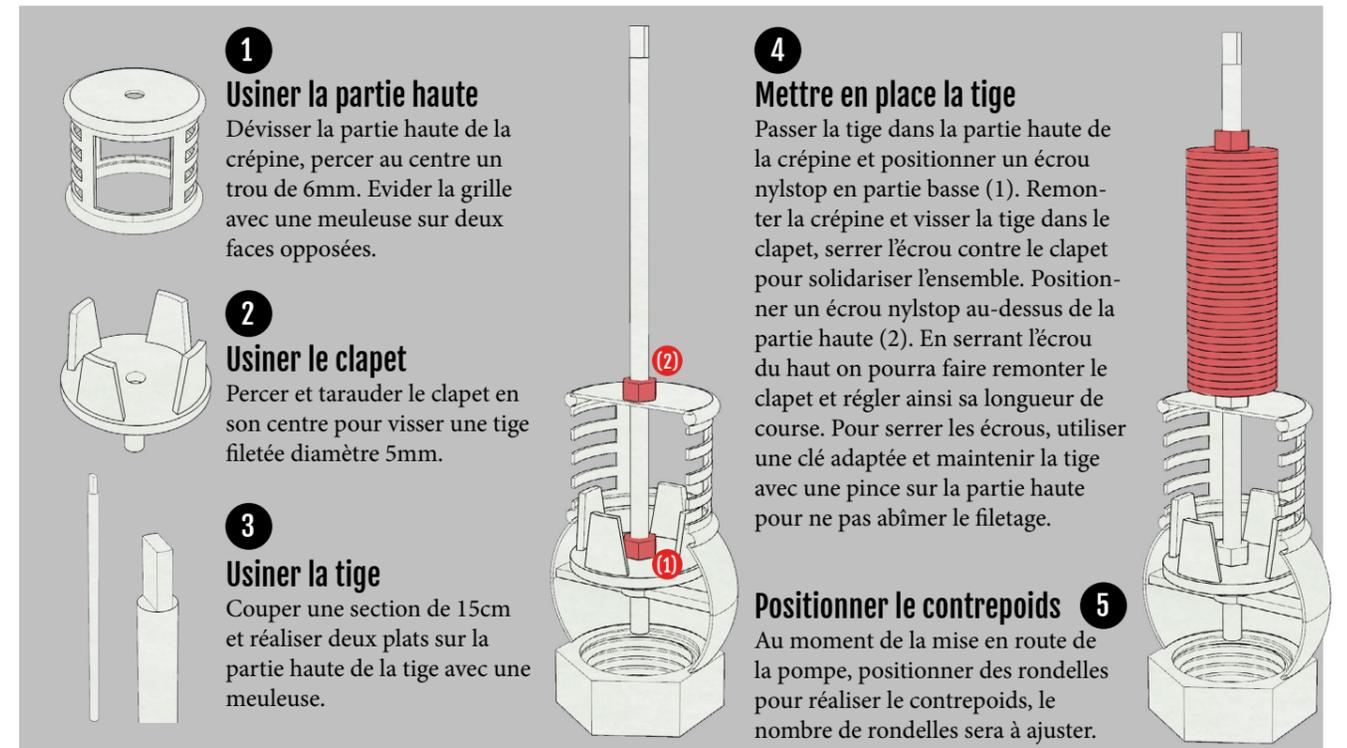
PIÈCES À SE PROCURER ET À PRÉPARER :

Les dimensions des pièces peuvent varier en fonction du dessin de votre machine.



USINAGES ET ASSEMBLAGES :

Les perçages et taraudages doivent être réalisés parfaitement alignés, ne pas hésiter à faire appel à un tourneur professionnel.



ASTUCE :

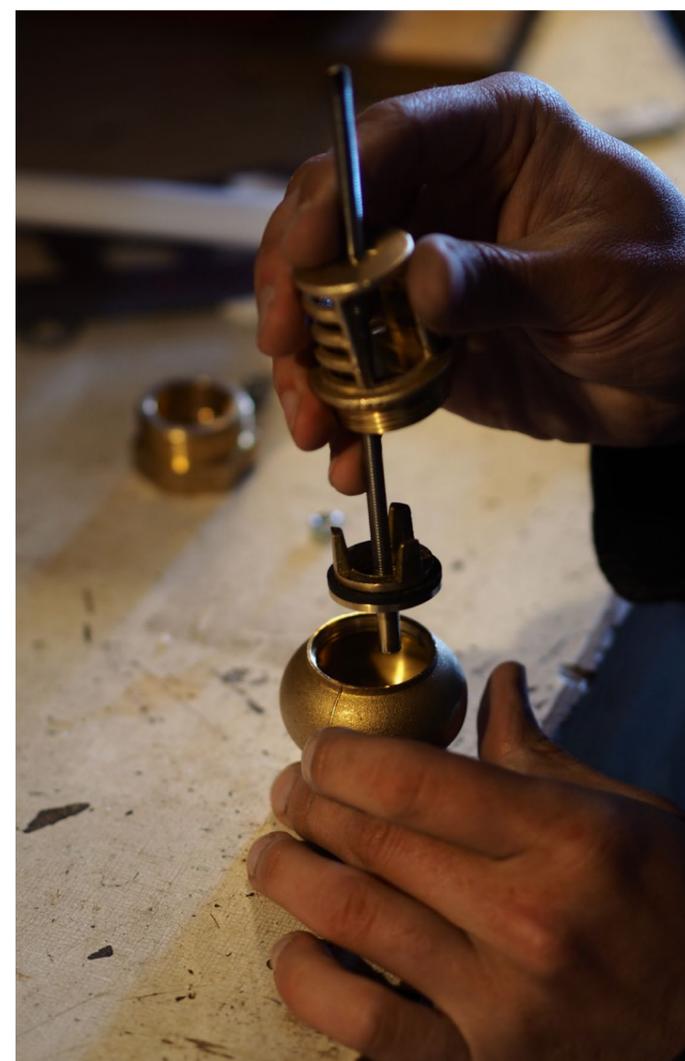
Lorsqu'on usine une tige filetée, on abîme le filetage. Pour le restaurer facilement, positionner un écrou sur la tige avant de l'usiner. Après les différentes opérations, dévisser l'écrou permettant ainsi de restaurer le filetage.



Éléments de plomberie



Transformation de la crépine



Montage du clapet de choc



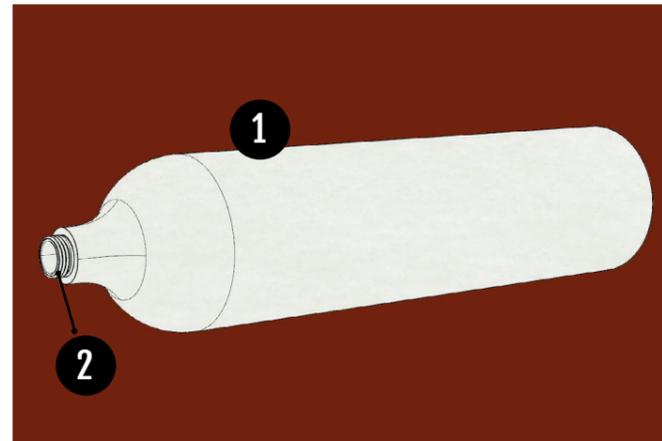
Détail du clapet de choc réalisé

ÉTAPE 4 – FABRICATION DE LA CLOCHE À AIR

C'est grâce à la compression de l'air dans la cloche que l'eau va être expulsée vers la conduite de refoulement et acheminée jusqu'à une cuve en hauteur. Il existe plusieurs façons de construire une cloche à air, ici nous avons récupéré la cuve d'un extincteur CO2 de 7L, il est également possible d'en fabriquer une avec des tubes de PVC pression en suivant [ce tutoriel](#).

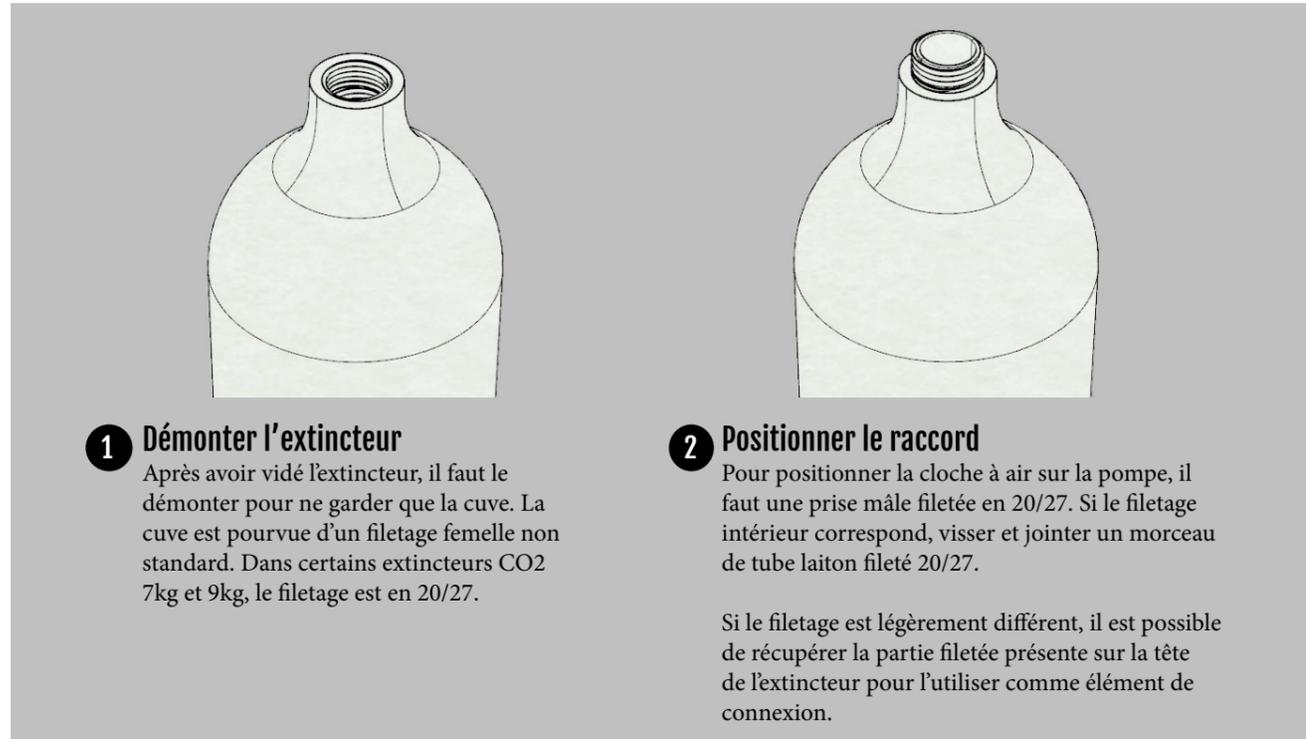
PIÈCES À SE PROCURER ET À PRÉPARER :

Attention ! Les filetages intérieurs des cuves d'extincteurs ne sont pas standard.



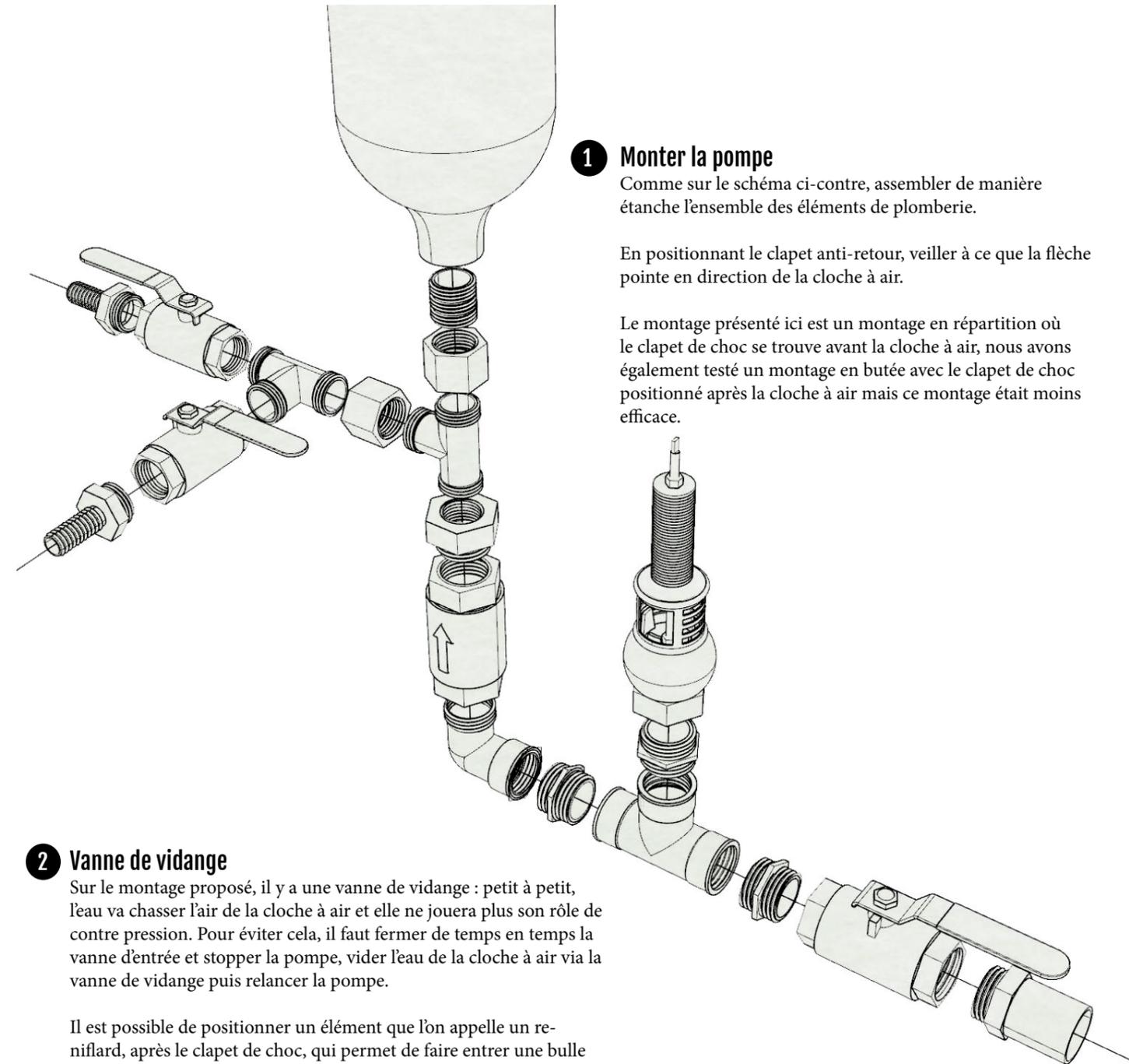
USINAGES ET ASSEMBLAGES :

Bien vider les extincteurs avant de les ouvrir, les extincteurs doivent être vidés dans un contenant pour éviter la dispersion de la poudre dans l'air. Porter un masque et des gants pendant la manipulation.



ÉTAPE 5 – ASSEMBLAGE DES ÉLÉMENTS

C'est le moment de monter la pompe. Tous les éléments doivent être assemblés de manière totalement étanche. Le mieux est d'utiliser de la pâte à joint et de la filasse, cependant si vous comptez démonter la pompe régulièrement l'utilisation de téflon est une bonne solution. Avant de positionner le téflon, passer une lime métal sur les filetages mâles des éléments en laiton pour assurer que le téflon accroche correctement. Une vidéo explicative est disponible en [cliquant ici](#).



Il est possible de positionner un élément que l'on appelle un reniflard, après le clapet de choc, qui permet de faire entrer une bulle d'air dans la cloche à chaque coup de bélier, assurant ainsi un volume d'air constant dans la cloche. Il est également possible de percer un trou (de 0.25 mm) au centre du clapet anti-retour pour jouer le rôle de reniflard mais nous n'avons pas testé cette solution.

REMARQUE : Transformer un extincteur en cloche à air peut être compliqué si on ne trouve pas les bons composants. Dans ce cas, la fabrication d'une cloche à air en PVC pression s'impose.



Démontage de l'extincteur



Ajout de joint téflon sur tous les éléments à visser entre eux



Assemblage des éléments



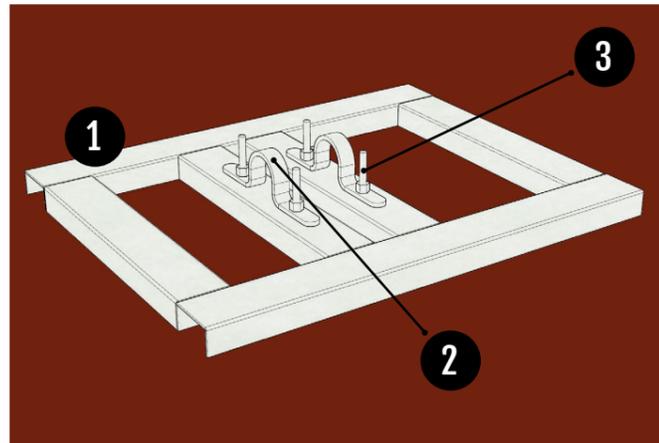
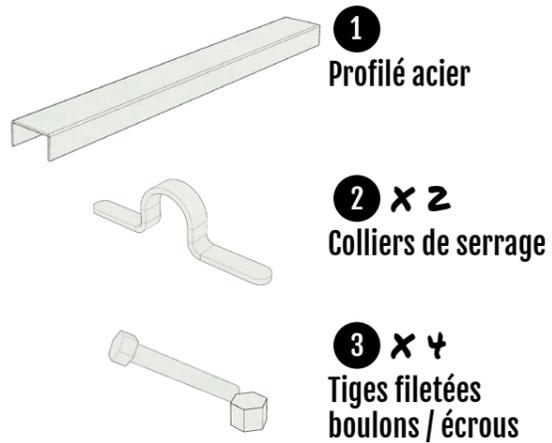
Vue de détail du montage

ÉTAPE 5 – PRÉPARATION D'UN SOCLE

Pour fonctionner correctement, il est impératif que le bélier hydraulique soit positionné parfaitement droit. Il faut fabriquer un socle lourd permettant de fixer le corps de pompe. Le fonctionnement du bélier hydraulique provoque des secousses, il est important qu'il soit maintenu fortement perpendiculaire au socle.

PIÈCES À SE PROCURER ET À PRÉPARER :

Profilés acier (épaisseur 2mm ou plus) à souder.

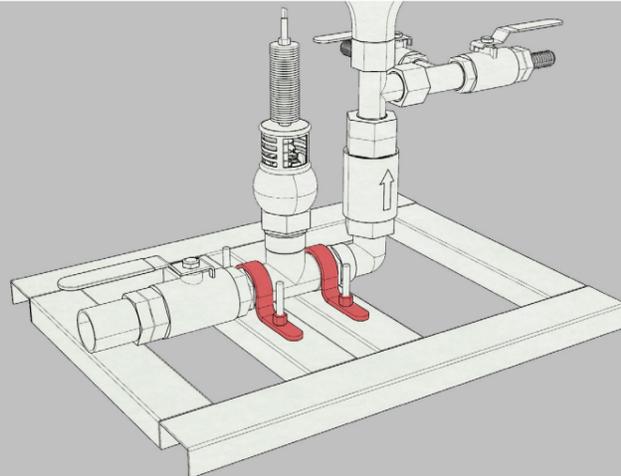


USINAGES ET ASSEMBLAGES :

Lors des découpes et soudures, porter des protections adaptées.

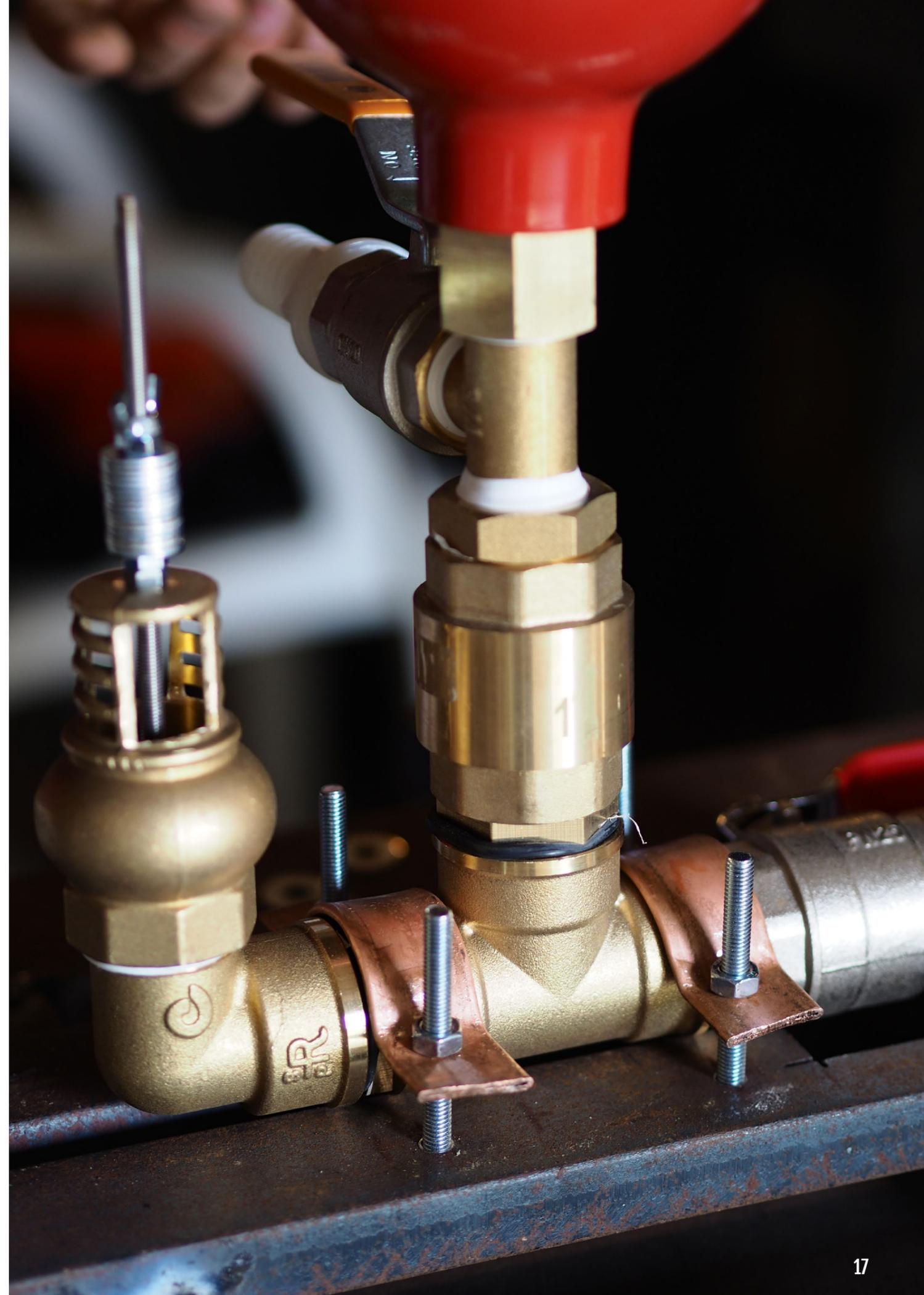
1 Fabriquer le socle

Découper les profilés acier pour assembler le socle, la pompe sera positionnée au centre du socle. Fabriquer un socle assez large pour assurer la stabilité de l'ensemble. Pour créer des accroches, percer les profilés pour positionner des tiges filetées ou des boulons et les souder par le dessous comme sur le schéma ci-joint (1).



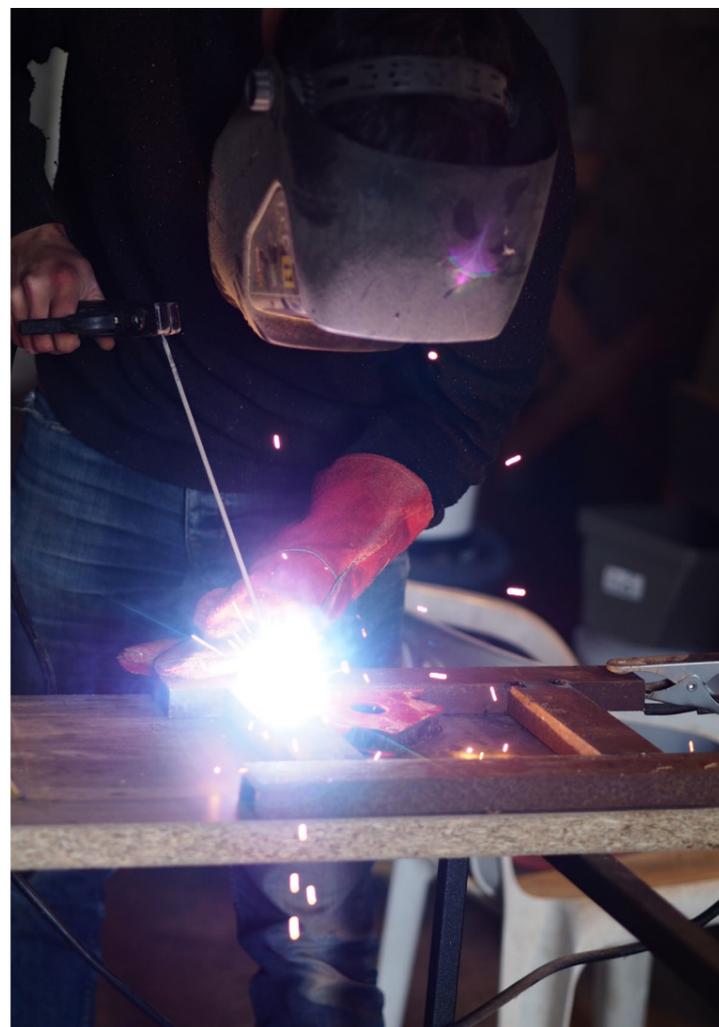
2 Fixer le corps de pompe

Comme sur la photo page suivante, vous pouvez fabriquer des colliers de fixation avec des sections de tube aplatis ou des plats d'acier (il existe ce type de pièce dans le commerce également). Positionner le corps de pompe au centre, parfaitement perpendiculaire au socle comme sur le schéma ci-dessus, installer les colliers et les serrer avec des écrous. Une fois serré, l'ensemble doit former un bloc solidaire.

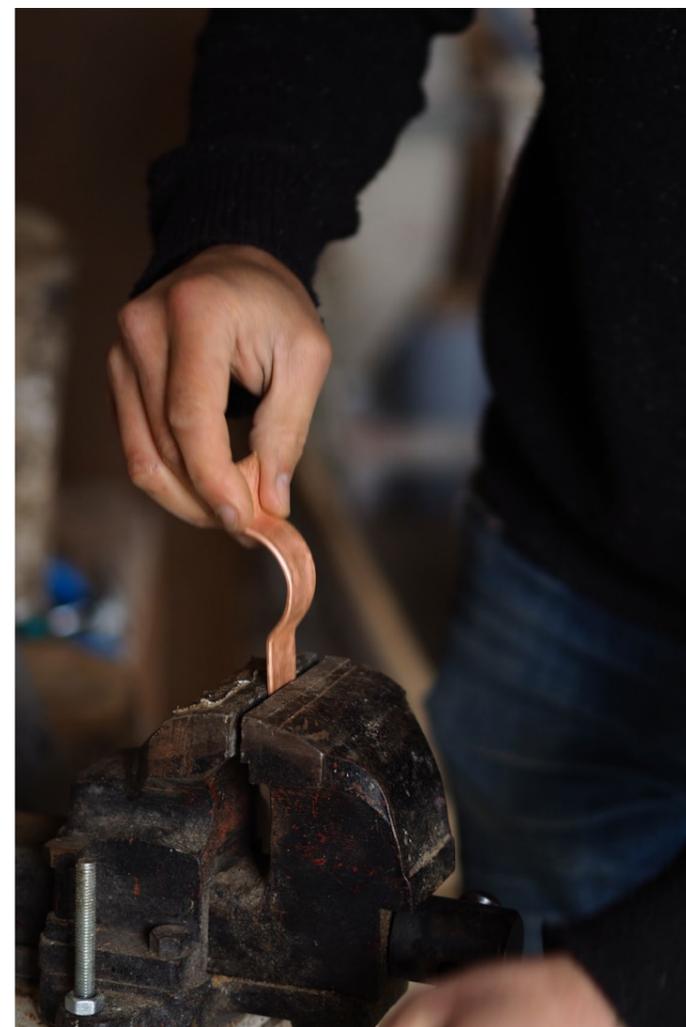




Découpe des profilés métalliques pour réaliser le socle



Soudure des éléments



Fabrication des pattes de fixation



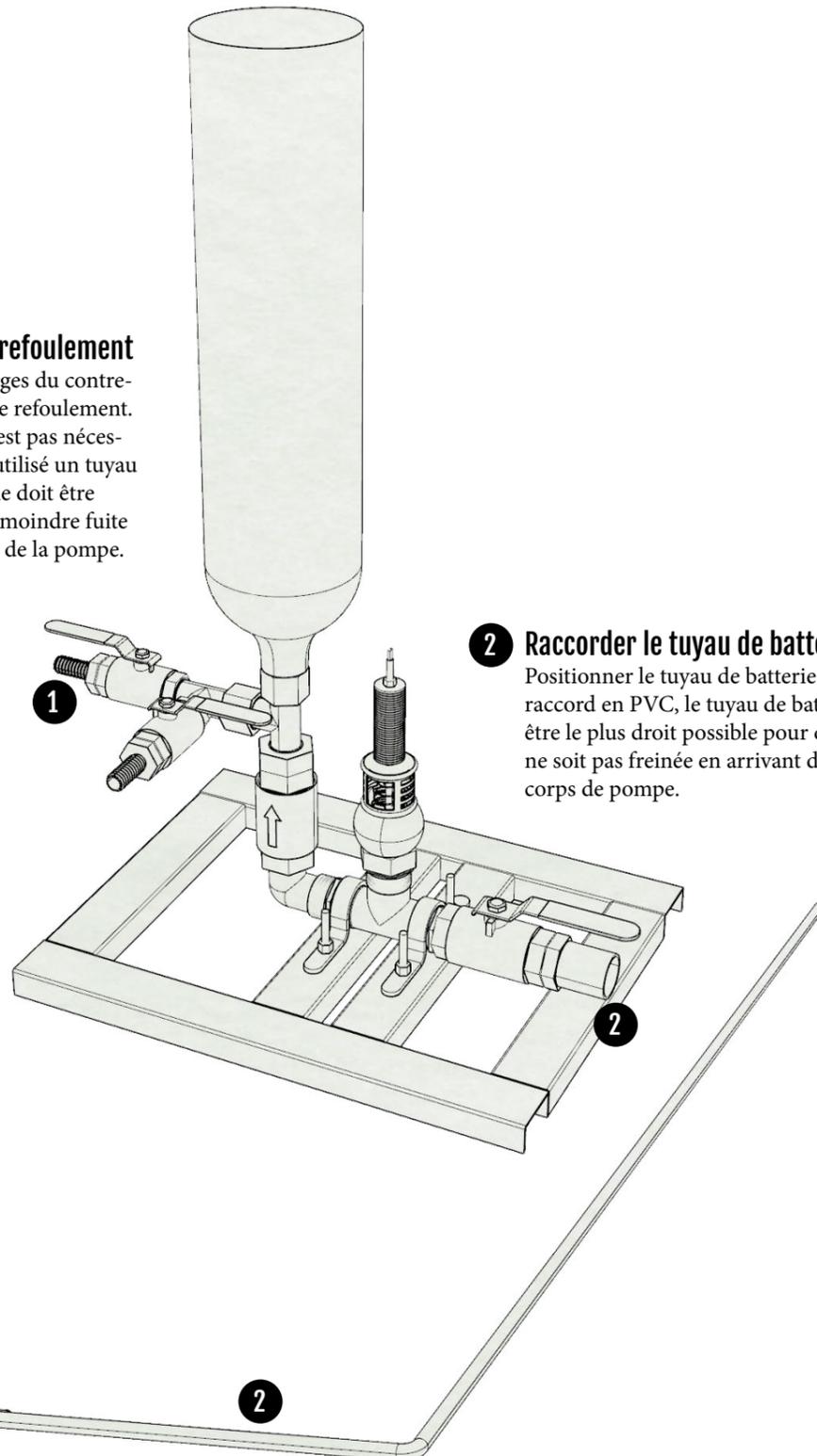
Montage de la pompe sur le socle

ÉTAPE 6 – MISE EN ROUTE DU SYSTÈME

La pompe est maintenant prête à être installée. Lors de l'étape 1, le site a été choisi, la hauteur de chute calculée, le tuyau de batterie dimensionné et la conduite de refoulement jusqu'au point haut de stockage installés. La pompe doit être positionnée parfaitement droite : utiliser un niveau à bulle pour l'installer. Les tuyaux de batterie et de refoulement peuvent ensuite être raccordés et le réglage du bélier hydraulique va pouvoir commencer.

1 Raccorder la conduite de refoulement

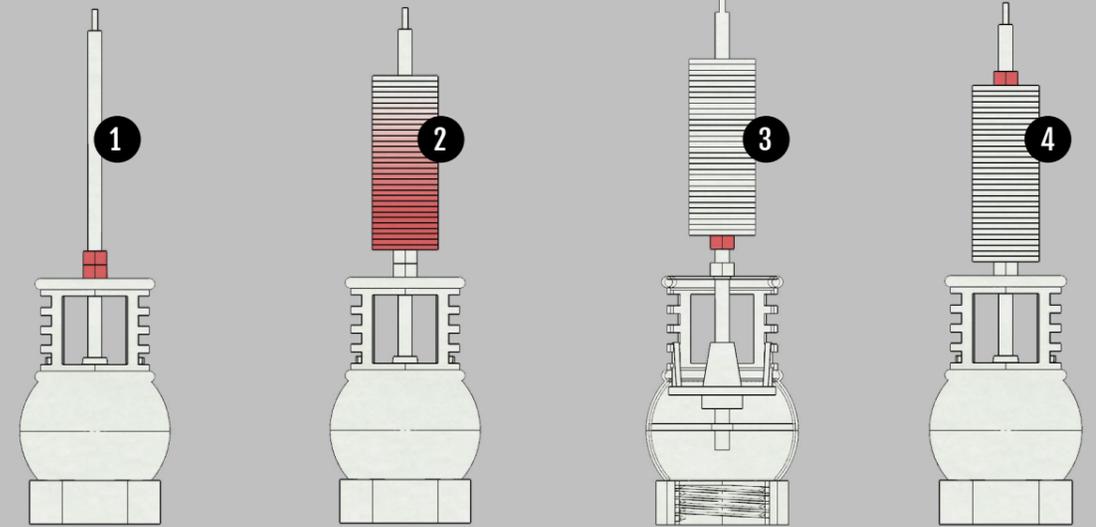
Avant de commencer les réglages du contre-poids, raccorder la conduite de refoulement. La conduite de refoulement n'est pas nécessairement rigide, nous avons utilisé un tuyau d'arrosage standard. L'ensemble doit être complètement hermétique, la moindre fuite impacte beaucoup sur le débit de la pompe.



2 Raccorder le tuyau de batterie

Positionner le tuyau de batterie dans le raccord en PVC, le tuyau de batterie doit être le plus droit possible pour que l'eau ne soit pas freinée en arrivant dans le corps de pompe.

Réglages du mécanisme :



1 Réglage du contre-poids

Sans aucun poids sur la tige, le clapet restera en position haute et l'eau ne s'écoulera pas. Lors du réglage, positionner deux écrous en partie basse avant de positionner les rondelles, un des deux écrous servira à solidariser l'ensemble à la fin du réglage mais il est important de prendre en compte son poids.

2 Déterminer le bon poids

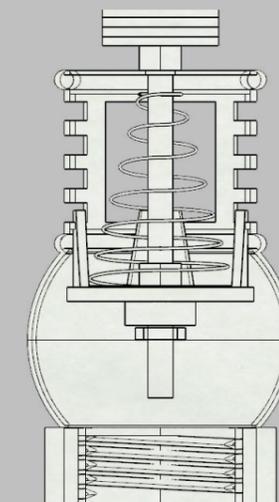
Ajouter petit à petit des rondelles pour trouver le point d'équilibre qui permettra au mécanisme de se mettre en marche. Le poids dépend de la hauteur de chute et du débit de l'eau, il ne peut pas être préétabli. Le contre-poids permet de maintenir le clapet en position basse, l'eau jaillit du clapet de choc, en prenant de la vitesse elle ferme brutalement le clapet : c'est le coup de bélier. Le poids fait ensuite redescendre le clapet, l'eau jaillit de nouveau, prend de la vitesse, le clapet se ferme et ainsi de suite.

3 Réglage de la course du clapet

Si le contre-poids devient trop lourd en ajoutant une rondelle (il ne remonte plus) mais qu'en enlevant cette rondelle il devient trop léger et reste en position haute : il faut alors jouer très légèrement sur la hauteur de course du clapet. En vissant l'écrou en rouge sur le schéma, le clapet va remonter, sa course sera moins longue et il remontera plus facilement.

4 Lancement du mécanisme et mise sous pression

Il peut être nécessaire d'aider le mécanisme au lancement, pour cela : il faut baisser manuellement le poids à chaque fois que le clapet revient en position haute jusqu'à ce qu'il y ait suffisamment de pression pour que le mécanisme fonctionne seul. Une fois le bon poids déterminé, solidariser l'ensemble avec un écrou. La cadence d'un bélier hydraulique est un peu plus rapide qu'un coup par seconde.

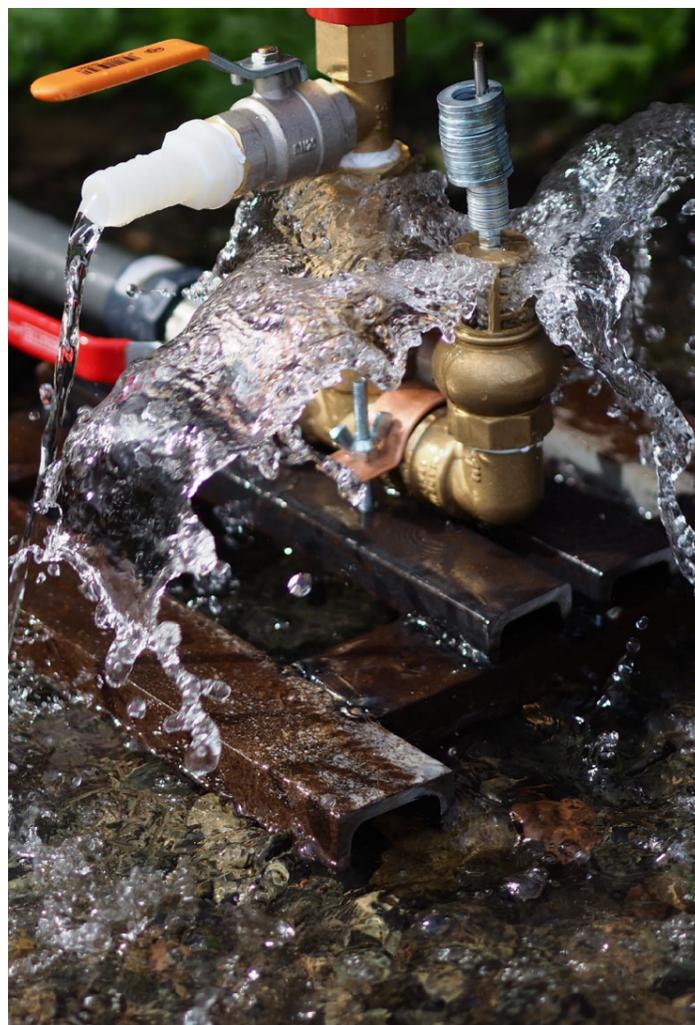


* Astuce du ressort

En démontant la crépine, on a récupéré un ressort conique placé sous le clapet. Si vous constatez que le mécanisme a du mal à fonctionner, même après avoir aidé manuellement le bélier hydraulique à se mettre en route, vous pouvez ajouter un ressort comme sur l'image ci-contre. Le ressort permettra de faciliter l'ouverture du clapet.



Installation du système en contrebas de la chute d'eau



Régalge du contrepoids



Test d'un deuxième emplacement plus bas



Détail du système en fonctionnement

DOCUMENTS ANNEXES

Ici sont fournis des tableaux de mesures et des documents permettant de bien dimensionner l'installation.

Mesures réalisées avec ce prototype

Les mesures de débit ci-dessous ont été réalisées pour une installation avec un bélier hydraulique tel que décrit dans cette notice. Pour une hauteur de chute de 1m10, nous avons positionné un tuyau de batterie de 5m de long x 32mm de diamètre et un tuyau de refoulement de diamètre 15mm. Le débit du cours d'eau n'est pas connu.

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	

- 1 Hauteur du réservoir par rapport à la pompe : 5m50
Volume du réservoir : 5L
Temps de remplissage du réservoir : 8min 23sec
Débit par heure : 35,25L/h
Volume potentiel relevé par jour : 846L/jour
- 2 Hauteur du réservoir par rapport à la pompe : 10m
Volume du réservoir : 5L
Temps de remplissage du réservoir : 16min 49sec
Débit par heure : 17,95L/h
Volume potentiel relevé par jour : 430,8L/jour
- 3 Hauteur du réservoir par rapport à la pompe : 15m
Volume du réservoir : 5L
Temps de remplissage du réservoir : 26min 33sec
Débit par heure : 11,5L/h
Volume potentiel relevé par jour : 276L/jour

CHUTE	1m	2m	3m	4m	5m	6m	7m	8m	9m	10m
	E B	E B	E B	E B	E B	E B	E B	E B	E B	E B
4	8 8	10 10	12 12	16 14	20 16	24 18	28 20	32 22	36 24	40 26
5	9 9	11 11	13 13	17 15	21 17	25 19	30 21	35 23	40 25	50 27
6	10 10	12 12	14 14	18 16	22 18	26 20	32 22	38 24	45 26	60 28
7	11 11	13 13	15 15	19 17	23 19	28 21	34 23	41 25	49 27	70 29
8	12 12	14 14	16 16	20 18	24 20	29 22	35 24	42 26	51 28	80 30
9	13 13	15 15	17 17	21 19	25 21	30 23	37 25	45 27	54 29	
10	14 14	16 16	18 18	22 20	26 22	32 24	39 26	48 28		
11	15 15	17 17	19 19	23 21	27 23	34 25	42 27			
12	16 16	18 18	20 20	24 22	28 24	36 26				
13	17 17	19 19	21 21	25 23	29 25					
14	18 18	20 20	22 22	26 24	30 26					
15	19 19	21 21	23 23	27 25	31 27					

Longueur de batterie en fonction de la hauteur de chute et d'élévation

E : élévation en mètres (hauteur entre le bélier et le réservoir de stockage)

B : longueur batterie en mètres (longueur du tuyau d'alimentation entre source et bélier)

MERCI POUR VOTRE INTÉRÊT

Nous vous remercions pour votre intérêt et espérons que ce document vous sera utile. Si vous vous lancez dans la fabrication de cette pompe bélier, n'oubliez pas, conformément à la licence Open source Creative Commons CC-BY-NC-SA jointe ci-dessous, que vous ne pouvez pas envisager de développements commerciaux, que vous devez citer Chemins de faire dans vos crédits et partager les améliorations apportées.

Vous pouvez nous écrire à l'adresse contact@cheminsdefaire.fr si vous cherchez des précisions et/ou si vous voulez partager vos expériences avec nous.

CHEMINS DE FAIRE - 2021

contact@cheminsdefaire.fr

www.cheminsdefaire.fr

