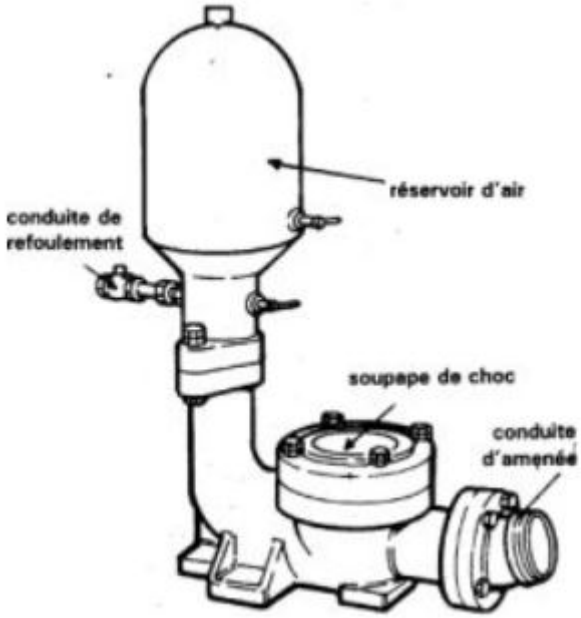
E43 - Les pompes à énergie hydraulique (bélier hydraulique)

8 février 2012



Sommaire

- 1) De quoi s’agit-il ?
- 2) Qui utilise surtout ce moyen et depuis quand ?
- 3) Pourquoi ?
- 4) Qui est surtout concerné ? Lieux ou contextes dans lesquels ce moyen parait le mieux adapté
- 5) En quoi consiste ce procédé ? Comment est-il mis en oeuvre ?

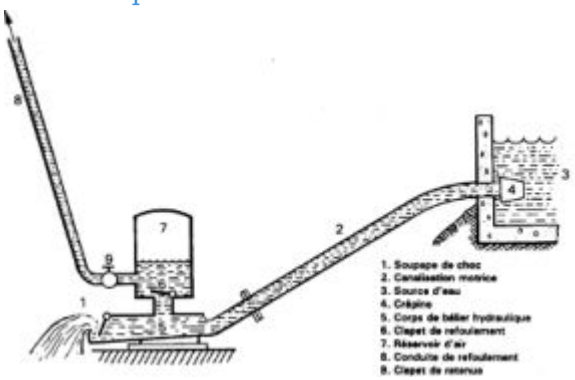


Figure 1 – Schéma d’un bélier hydraulique (Source [3] « Econogie »)

- Figure 2- Bélier hydraulique classique (Blakes) de fabication européenne (Source [3] « Econogie »)
- Figure 3 - Bélier hydraulique utilisé au Sud-Est de l’Asie (Source [3] « Econogie »)

- a) Principe de fonctionnement

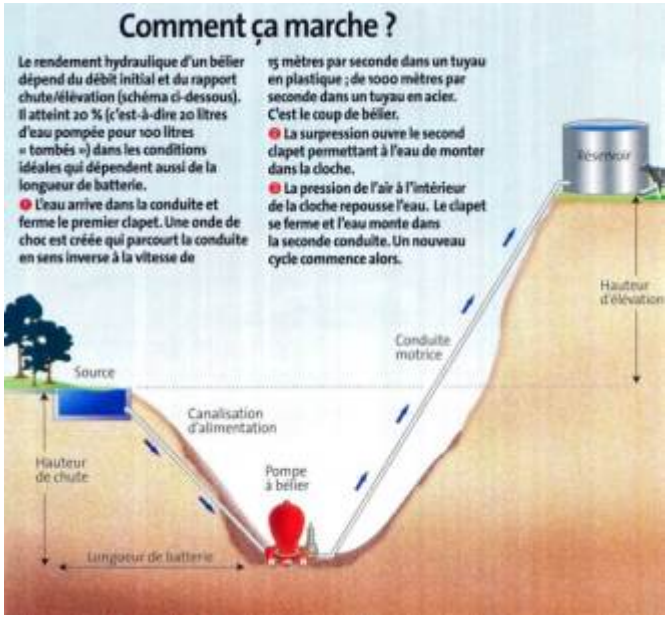


Figure 4 – Résumé du fonctionnement (Source [2])

- 6) Difficultés particulières et remèdes - Précautions éventuelles à prendre
- 7) Principaux avantages et inconvénients
- 8) Coût (de Réalisation + de Maintenance)
- 9) Où s’adresser pour trouver davantage d’informations ?

1) De quoi s’agit-il ?

Il s’agit de disposer d’un appareil permettant non seulement de pomper de l’eau mais également d’élever automatiquement à des grandes hauteurs de l’eau provenant d’un réservoir ou d’un point d’alimentation (rivière/ruisseau, lac/étang,…).

2) Qui utilise surtout ce moyen et depuis quand ?

Le bélier hydraulique a été inventé en 1796 par Joseph Michel Montgolfier. Le dispositif est peu coûteux et nécessite peu d’entretien ce qui le rend particulièrement adapté à un usage en zone montagnarde, par des bergeries par exemple, ou des villages en situation élevée par rapport aux points d’eau.
Ce procédé repose sur un phénomène facilement observable dans nos propres conduites d’eau et que l’on appelle « coup de bélier ». Quand on ferme brusquement un robinet on peut entendre un bruit, un peu

comme une légère détonation. Ceci est dû à l'onde de choc engendrée par l'arrêt brusque de l'eau en mouvement. Ce phénomène détériore les canalisations et peut même les faire éclater. Il s'agit ici de transformer ce phénomène inutile, voire même dangereux, en énergie utile.

3) Pourquoi ?

Les principaux points forts des pompes à bélier hydraulique sont leurs faibles besoins d'entretien et l'absence de coûts liés à la présence d'un moteur puisque l'énergie permettant de faire fonctionner le bélier provient de la chute de l'eau. Elle permet de palier au problème des pompes aspirantes dont la hauteur d'aspiration diminue avec l'altitude, au fait que l'on ne puisse alimenter les endroits surélevés par gravitation (des tuyaux inclinés dans lesquels l'eau descend naturellement avec la pente) et offre une alternative aux solutions coûteuses qui reposent sur la présence d'un moteur électrique ou diesel.

4) Qui est surtout concerné ? Lieux ou contextes dans lesquels ce moyen parait le mieux adapté

Ce moyen est particulièrement adapté pour des zones situées en hauteur et au voisinage d'un étang ou d'une source d'eau. Grâce à cette technologie il est possible d'alimenter en eau des villages ou des installations rurales isolées situées en hauteur.

5) En quoi consiste ce procédé ? Comment est-il mis en oeuvre ?

Description des principaux composants d'une pompe à bélier hydraulique

(Partie surtout destinée à ceux qui souhaitent connaître cette pompe de façon très détaillée)

- **Le clapet de batterie** (aussi appelé « soupape de choc ») :

C'est la pièce, généralement métallique, qui permet de provoquer les coups de bélier lors de sa fermeture sous l'action de la pression de l'eau. C'est elle qui va dicter les performances du bélier hydraulique, notamment le rendement de la pompe, pour cette raison il est bon qu'elle soit installée par un technicien qualifié.

- **Le tuyau de batterie** (aussi appelé « canalisation motrice ») :

Il relie la pompe au réservoir. Aussi appelé « canalisation motrice ».

- **Le corps de la pompe** :

Le corps de la pompe reçoit l'eau provenant de la source d'alimentation à partir du tuyau de batterie et la transmet au clapet de batterie et la soupape de refoulement. Les coups de bélier se produisent dans le corps de la pompe ce qui impose à celui-ci d'être réalisé dans un matériau capable de résister aux variations de pression et à une éventuelle attaque chimique par l'eau de la source d'alimentation.

- **La soupape de refoulement** (aussi appelé « clapet de refoulement ») :

Elle a un rôle spécifique dans chaque phase du fonctionnement. Au cours de la phase de surpression, ouverte, elle permet le passage de l'eau du corps de la pompe au réservoir pneumatique. Au cours de la phase de sous-pression, fermée, elle empêche la vidange du réservoir dans le corps de la pompe.

- **Le réservoir pneumatique** (aussi appelé « chambre à air » ou « réservoir d'air ») :

Il reçoit l'eau dans les périodes de surpression et la refoule dans le tuyau de refoulement en période de sous-pression dans le corps de la pompe. Le réservoir d'air est essentiel au bon fonctionnement de la pompe, il permet d'en augmenter le rendement et d'éviter que le corps de la pompe, la canalisation motrice ou même le réservoir n'explose sous les coups de bélier.

- **Le reniflard** :

C'est un petit orifice aménagé en dessous de la soupape de refoulement dans le corps de la pompe qui permet d'alimenter le réservoir pneumatique en air, nécessaire au refoulement de l'eau dans le tuyau de refoulement. Il n'est installé que sur les béliers hydrauliques les plus perfectionnés afin d'éviter d'avoir à purger le réservoir d'air.

- **Le clapet de retenue** :

Il permet d'éviter qu'en cas d'arrêt de la pompe, l'eau de la conduite de refoulement ne remplisse le réservoir.

- **Le tuyau de refoulement** :

Il est relié au réservoir pneumatique et au réservoir placé *en hauteur où l'eau est recueillie*.

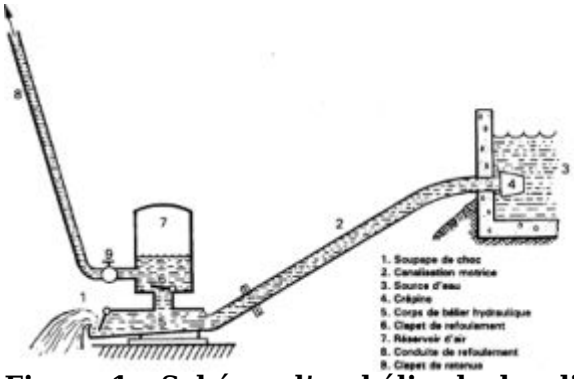


Figure 1 – Schéma d'un bélier hydraulique (Source [3] « Econogie »)

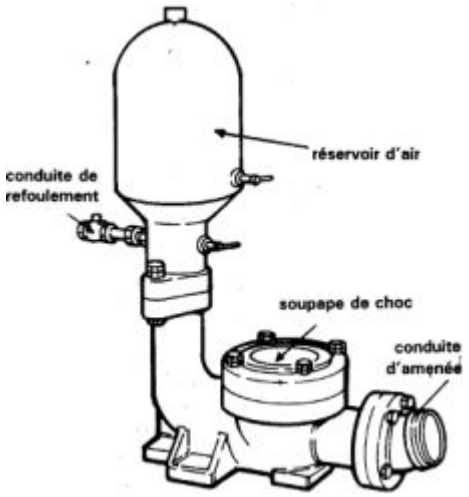


Figure 2- Bélier hydraulique classique (Blakes) de fabication européenne (Source [3] « Econogie »)

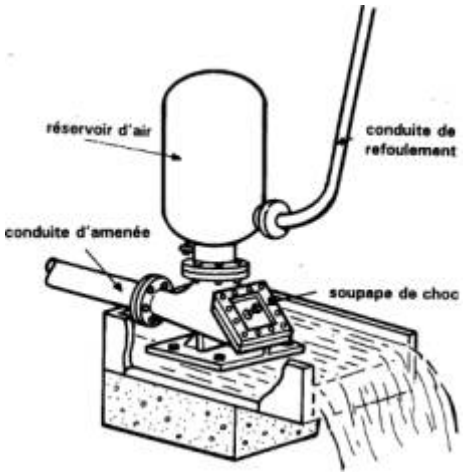


Figure 3 - Bélier hydraulique utilisé au Sud-Est de l'Asie (Source [3] « Econogie »)

a) Principe de fonctionnement

L'eau arrive à l'intérieur du corps de la pompe avec une vitesse croissante ce qui provoque la fermeture du clapet de batterie (soupape de choc) sous l'influence de la pression interne. La fermeture de ce clapet provoque une surpression qui permet l'ouverture du clapet de refoulement et permet à l'eau qui est dans le corps de la pompe de passer dans le réservoir pneumatique. L'air contenu dans ce réservoir se comprime.

La pression dans le corps de la pompe diminue donc et le clapet de refoulement se referme sous la pression de l'air contenu dans le réservoir et le poids de l'eau. L'air comprimé dans le réservoir pneumatique permet de propulser une partie de l'eau contenue dans le réservoir jusqu'à ce que les pressions de l'eau refoulée dans le tuyau de refoulement et celle du poids de l'eau et de la pression atmosphérique s'équilibrent.

Ensuite le clapet de batterie s'ouvre de nouveau et le cycle recommence tant que la source d'alimentation n'est pas coupée

Vidéos sur le principe de fonctionnement de béliers hydrauliques et leur mise en œuvre :

- Philippe Fievet. Bélier FVT. Disponible [en ligne] sur : http://www.youtube.com/watch?v=lV2P...
- Meribah Ram Pump. Pump water without electricity or fuel. Disponible [en ligne] sur : http://www.youtube.com/watch?v=Na-PhTS07KQ

- Bazaine. Mon bélier hydraulique. Hydraulic ram pump. Disponible [en ligne] sur : http://www.youtube.com/watch?v=GAqG...

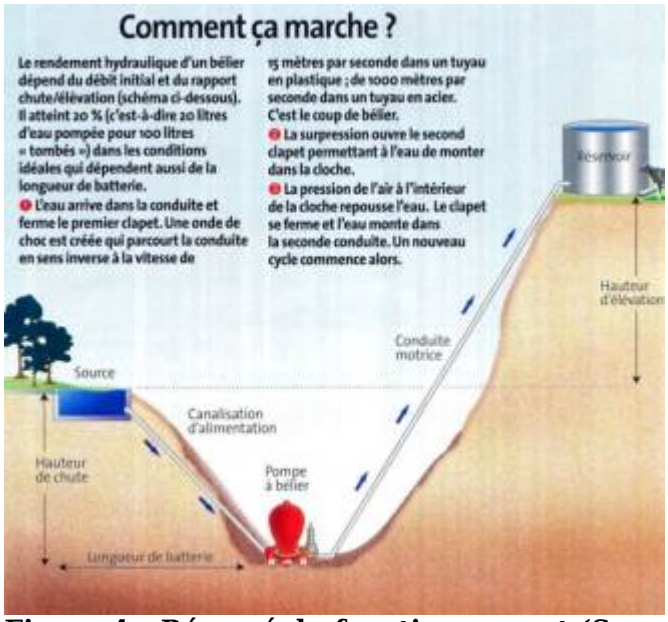


Figure 4 – Résumé du fonctionnement (Source [2])

6) Difficultés particulières et remèdes - Précautions éventuelles à prendre

Dans l'éventualité où le réservoir ne serait pas équipé d'un reniflard mais simplement de deux robinets (un pour l'admission de l'air et un pour la purge de l'eau), il est extrêmement important d'arrêter la pompe régulièrement pour purger le réservoir d'air. Ceci tient au fait que l'air peut se dissoudre dans l'eau. Après un certain nombre de cycles, l'air est dissous dans l'eau et évacué avec l'eau refoulée, ce qui rend le dispositif vulnérable aux coups de béliers.

Dans le cas où la pompe est équipée d'un reniflard, il est important de vérifier régulièrement le bon fonctionnement de celui-ci et d'enlever les saletés ou débris susceptibles de le colmater.

En fonction des besoins ou de la rareté de la ressource, l'eau perdue au niveau de la soupape de choc peut être récupérée dans un bassin de recueillement ou rejetée dans le milieu naturel.

Le débit de la pompe est relativement constant, puisqu'il faut éviter de modifier le réglage de la soupape de choc. Aussi il est courant d'installer plusieurs pompes à bélier en parallèle afin de régler le débit voulu en jouant sur le nombre de pompes en fonctionnement.

Les graviers ou autres débris perturbent le fonctionnement de la pompe (usure du tuyau de batterie et blocage du clapet de batterie), il est nécessaire d'équiper le tuyau de batterie d'une crépine afin d'empêcher les impuretés de pénétrer dans la pompe.

Pour éviter les phénomènes de résonance et garder une eau claire il est important que le tuyau de batterie soit bien fixé au corps de la pompe qui lui-même doit être solidement ancré à un socle de béton et suffisamment haut pour que la soupape de choc ne soit pas immergée et que la pompe puisse fonctionner.

La longueur idéale du tuyau de batterie est de 100 fois son diamètre, ces paramètres étant choisis en fonction de la pression de service et de la hauteur de refoulement souhaitée (cf Source [3] pour plus de détails). Il est aussi préférable que la conduite soit rectiligne et faite à partir d'un acier de qualité pour ne pas être trop endommagée par les coups de bélier.

Le tuyau de refoulement peut être constitué de tout matériau pouvant supporter la pression de refoulement toutefois dans le cas d'hauteurs d'élévation importante il est préférable que la partie inférieure du tuyau soit faite en acier.

7) Principaux avantages et inconvénients

Avantages :

- Coût en énergie (électricité, essence) nul

- Entretien limité
- Durée de vie de l’ordre de la dizaine d’années
- Encombrement limité

Inconvénients :
- Rendement limité (pertes importantes au niveau de la soupape de choc)
- Sensibilité aux impuretés de l’eau
- Procédé mal connu et peu répandu car peu commercialisé.
- Fabrication en petite série, peu de fournisseurs
- Coût de certains modèles

8) Coût (de Réalisation + de Maintenance)

Les prix d’achat des pompes à bélier hydraulique sont très variables de l’ordre de 500 à 1500 €, voire 4000 euros en haut de gamme (cf Source [5]). Cependant il est aussi possible de réaliser de façon artisanale une telle pompe à moindre coût (Sources [6] et [7]), mais la durée de vie d’une pompe artisanale est plus faible.

L’entretien de la pompe peut être fait régulièrement par ses utilisateurs, ce qui ne représente donc pas de coûts supplémentaires. En revanche les parties les plus fragiles comme le clapet de batterie et la soupape de refoulement peuvent avoir besoin d’être changées en cas d’usure trop importante.

En France, la société Walton fabrique environ 50 pompes à bélier par an. Certaines alimentent des villages africains de 600 à 1000 personnes .

Des élèves et professeurs d’un lycée professionnel français de Tarare ont réussi à réaliser par eux-mêmes des prototypes.

9) Où s’adresser pour trouver davantage d’informations ?

SOURCES d’information :

(1)Econologie. **Le Bélier Hydraulique**.
Disponible [en ligne] sur : http://www.econologie.info/share/pa...
(2)Wikipédia. **Bélier Hydraulique**.
Disponible [en ligne] sur : http://fr.wikipedia.org/wiki/B%C3%A...
(3) Archives de documents de la FAO. **Les machines élévatoires**.
Disponible [en ligne] sur : http://www.fao.org/docrep/010/ah810...
(4)Onpeutlefaire. **Fiche technique – Le bélier hydraulique : le pompage perpétuel**.
Disponible [en ligne] sur : http://www.onpeutlefaire.com/fiches...
(5)Energies Nouvelles Entreprises. **Les béliers hydrauliques**.
Disponible [en ligne] sur : http://energies-nouvelles-entrepris...
(6)Faisonsle. **Pompe bélier hydraulique**.
Disponible [en ligne] sur : http://www.faisonsle.com/belierhydr...
(7)Clemson University. **Home-made Hydraulic Ram Pump** (en anglais).
Disponible [en ligne] sur : http://virtual.clemson.edu/groups/i...
(8) Codeart. **Réalisation d’un bélier hydraulique**.
Disponible [en ligne] sur : http://www.codeart.org/pdf/dossier/...
Document de 10 pages expliquant le fonctionnement d’un bélier hydraulique et donnant des éléments pour choisir un bélier adapté, calculer son rendement, installer correctement le bélier
(9) Walton. **Exemples d’adductions d’eau potable par pompage béliers hydrauliques au Burundi**.
Disponible [en ligne] sur : http://www.walton.fr/hydraulic-ram
Exemples de villages alimentés par des pompes à bélier hydraulique
(10)Marcel Frelin. **Coups de bélier**.
Disponible [en ligne] sur : http://www.techniques-ingenieur.fr/...
Document technique de 27 pages sur la modélisation et le dimensionnement du coup de bélier

(11) Patrick HADENGUE **La Pompe à bélier Excellent site, très bien illustré et documenté** ,sur les pompes à bélier, leur fabrication et leur **mode d'utilisation**, initialement destiné aux élèves des Ecoles des métiers des pays de la Somme (au nord de la France) https://sites.google.com/site/pompe...

Vidéos

(voir liens donnés dans le paragraphe 5)

- Emplacement : Accueil > fr > WikiWater > Les fiches > Faciliter l'accès à l'eau > Distribuer >
- Adresse de cet article : https://wikiwater.fr/e43-les-pompes-a-energie