



Systemes de pompage hydrauliques



pour l'abreuvement du bétail

Les producteurs qui ont la chance de disposer d'une source d'approvisionnement en eau continue peuvent exploiter l'énergie fournie par le cours d'eau lui-même pour acheminer l'eau vers un endroit où le bétail peut la boire aisément et sans effet sur la source.

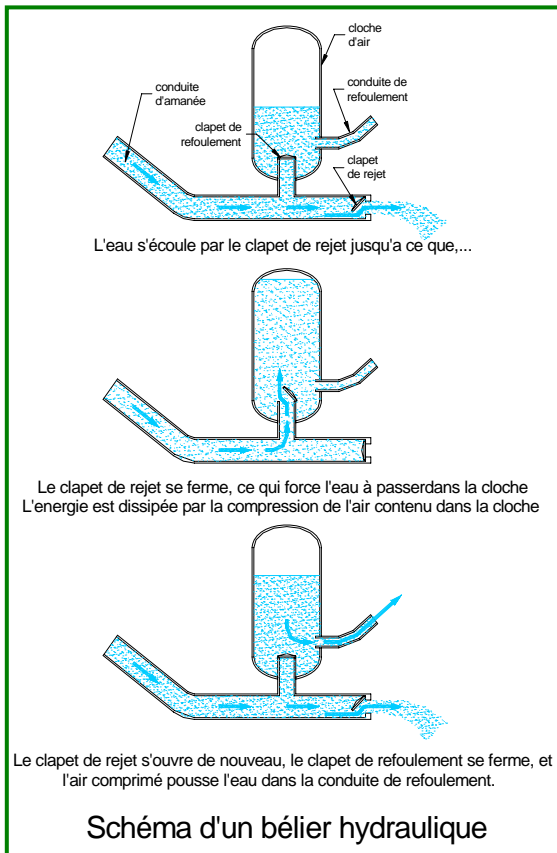
Quels sont les types de pompes hydrauliques?

Il est possible d'exploiter l'énergie des cours d'eau par l'entremise de roues à aubes ou de turbines. De plus, l'énergie ainsi recueillie peut être transformée en électricité et emmagasinée afin d'alimenter un moteur électrique entraînant une pompe de type courant (à membrane, volumétrique, centrifuge). L'énergie peut aussi être utilisée directement, pour entraîner mécaniquement une pompe de type courant. La présente fiche de renseignements porte sur deux pompes atypiques faisant appel à l'énergie du cours d'eau (gravité) pour pousser l'eau: le bélier hydraulique et la pompe rotative.



Prototype de pompe flottante (roué à aubes)

Béliers hydrauliques



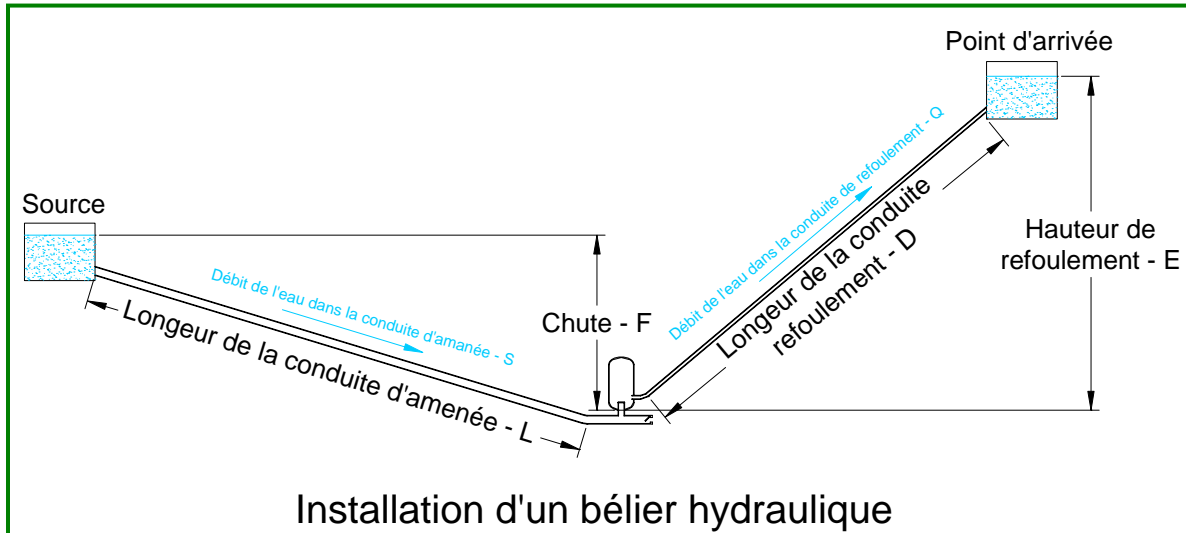
Le bélier hydraulique exploite l'énergie cinétique de l'eau qui s'écoule dans une conduite en appliquant le principe du coup de bélier, un phénomène qui se manifeste par le claquement qui se fait entendre dans une plomberie résidentielle quand on ferme le robinet trop rapidement. Perfectionné par Joseph-Michel Montgolfier (le célèbre inventeur du ballon à air chaud), le bélier hydraulique existe depuis près de 200 ans.

Initialement, l'eau provient d'une source (habituellement un cours d'eau), pénètre dans la *conduite d'amenée* et passe dans un *clapet de rejet*. Habituellement, l'eau évacuée par le *clapet de rejet* est retournée au cours d'eau d'où elle a été prélevée. Le débit de l'eau s'écoulant par le *clapet de rejet* augmente jusqu'à ce que la force de frottement de l'eau contre le *clapet de rejet* dépasse la résistance du ressort tenant le *clapet de rejet* ouvert. À ce moment, le *clapet de rejet* se ferme, ce qui provoque une hausse subite de la pression dans la *conduite d'amenée* et force l'eau à passer par le *clapet de refoulement* et à entrer dans la *cloche d'air*. L'air contenu dans la *cloche* est comprimé et pousse l'eau dans la *conduite de refoulement*. L'air comprimé continue à pousser l'eau contenue dans la *cloche* dans la *conduite de refoulement*.

Quand la pression de l'eau dans la *cloche* s'équilibre avec celle de l'eau contenue dans la *conduite d'amenée*, le *clapet de rejet* s'ouvre à nouveau et le cycle recommence. Une fois que le cycle est lancé, il continue indéfiniment, tant que la *conduite d'amenée* est alimentée en eau. Selon le modèle de pompe, le cycle peut se répéter jusqu'à 60 fois par minute.

Quelle quantité d'eau un bélier hydraulique peut-il fournir?

La quantité d'eau qu'un bélier hydraulique peut fournir dépend de la taille des éléments composant la pompe et de la disposition de l'ensemble. Le croquis ci-dessous montre les principales caractéristiques.



Le débit pouvant être fourni au point d'arrivée peut être estimé au moyen de l'équation suivante :

$$Q = \frac{\eta SF}{E}$$

Où :

- S = débit de l'eau dans la conduite d'amenée (gal/min)
- Q = débit de l'eau dans la conduite de refoulement (gal/min)
- F = chute verticale entre la source et la pompe (pi)
- E = hauteur de refoulement verticale entre la pompe et le point d'arrivée (pi)
- η = efficacité de la pompe – variable, habituellement près des 60 % ou 0,60

La relation ci-dessus n'est valable que si l'aménagement du système respecte certains critères.

- La longueur de la conduite d'amenée (L) doit être de 5 à 10 fois supérieure à la chute (F). Si le terrain exige que la longueur de la conduite d'amenée soit supérieure à ce rapport, un réservoir intermédiaire ou une cheminée d'équilibre ouverte peuvent être installés, à bonne distance de la pompe.
- La hauteur de refoulement (E) doit être de 6 à 12 fois supérieure à la chute (F) pour qu'il y ait une contre-pression suffisante. Si la hauteur de refoulement est inférieure à ce rapport, on peut créer une contre-pression au moyen d'un clapet d'étranglement ou de serpentins.
- Le diamètre de la conduite d'amenée doit toujours être supérieur à celui de la conduite de refoulement (environ le double) et la longueur de la conduite de refoulement (D) doit être de 150 à 1 000 fois supérieure au diamètre de la conduite d'amenée.
- La conduite d'amenée doit être faite d'un matériau rigide, de préférence en acier ou en PVC de série 40.

Le tableau ci-dessous indique les diamètres habituels des conduites des béliers hydrauliques ainsi que leurs débits approximatifs de pompage.

Bélier hydraulique – Cotes préliminaires			
Diamètre de la conduite (pouces)		Débit (gal/min)	
Conduite d'amenée	Conduite de refoulement	Source - S (minimum)	Arrivée - Q (maximum)
0,75	0,50	2,00	0,70
1,00	0,50	6,00	1,39
1,50	0,75	14,00	2,80
2,00	1,00	25,00	4,90
2,50	1,25	35,00	6,90
3,00	1,50	60,00	13,90
6,00	3,00	150,00	50,00

Par exemple, considérons une situation dans laquelle on désire acheminer de l'eau vers un point d'arrivée situé environ 80 pi plus haut que l'emplacement de la pompe, à un débit d'environ 2 gallons par minute (gal/min). D'après le tableau précédent, pour une telle situation, le diamètre de la conduite de refoulement et de la conduite d'amenée devraient être de 0,75 po et 1,5 po, respectivement. La chute entre la source et la pompe devrait être comprise entre 6 pi et 12 pi et la longueur de la conduite d'amenée devrait osciller entre 30 pi et 130 pi. Supposons que la topographie du terrain est telle qu'en plaçant la pompe à environ 60 pi de la source, on dispose d'une chute de 10 pi. D'après l'équation de la page précédente, il faudrait que le débit à la source soit d'au moins 20 gal/min.

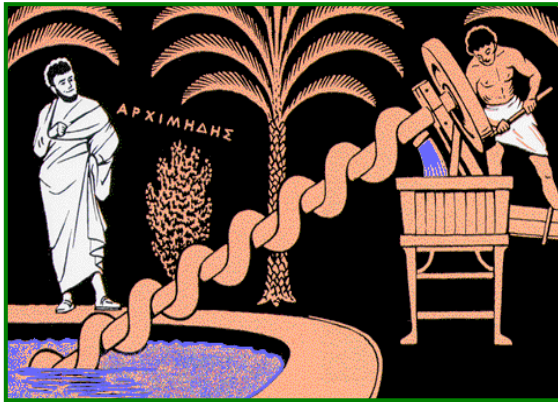
Il existe de nombreux fabricants de béliers hydrauliques commerciaux, mais il est facile d'en fabriquer un avec des tuyaux et des raccords courants, et ce, sans soudage, taraudage ou outils spéciaux. Si vous voulez des renseignements supplémentaires sur la façon de fabriquer un bélier hydraulique artisanal, il existe de nombreux ouvrages à ce sujet et Internet constitue aussi une source d'information gratuite. Certaines de ces sources sont fournies à la fin de la présente fiche de renseignements.

Quels sont les autres éléments à considérer au sujet des béliers hydrauliques?

La prise d'eau de la conduite d'amenée doit être munie d'une crépine pour éviter que des débris ne bouchent le système. La conduite d'amenée doit être aussi droite que possible (éviter les changements de direction) et elle doit être faite d'un matériau rigide résistant à la pression.

Les béliers hydrauliques sont durables et économiques, mais leur utilisation est limitée aux situations dans lesquelles on dispose d'une alimentation en eau et aux endroits où la topographie permet leur installation. Par conséquent, leur utilisation sera probablement limitée à la région située au pied des Rocheuses ou à d'autres régions similaires.

Note : Toute modification à un cours d'eau ou toute alimentation en eau à partir d'un cours d'eau peut devoir être autorisée, conformément à la réglementation provinciale et aux politiques de Pêches et Océans Canada. Vous devez donc vous informer avant d'installer un système de ce genre.



Vis d'Archimède

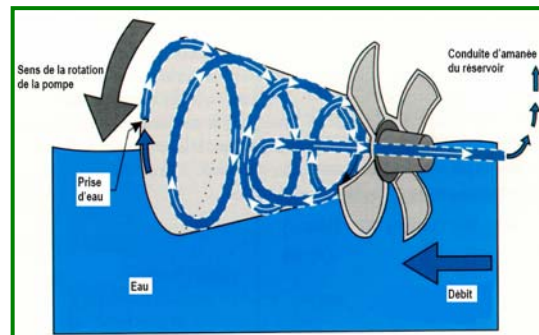
Source de la photo : *The Internet Glossary of Pumps*
<http://www.animatedsoftware.com/pumpglos/archsnai.htm>

Pompes à hélice

Le fonctionnement de la pompe à hélice repose sur un concept encore plus ancien que celui du béliet hydraulique. Il y a environ 2 000 ans, Archimède de Syracuse a découvert la vis sans fin, le principe sur lequel s'appuient aujourd'hui encore les pompes à hélice. La « vis sans fin » était actionnée par des humains ou des animaux, mais, de nos jours, c'est le cours d'eau lui-même qui s'en charge. La pompe à hélice est une version commerciale et actionnée par le cours d'eau de la vis sans fin d'Archimède.



Pompe à hélice en marche



Pompe à hélice – Croquis

Source de la photo : *The Stockman's Guide to Range Livestock Watering From Surface Water Sources*

Les pompes à hélice commerciales sont constituées d'un tube disposé hélicoïdalement dans un boîtier cylindrique dont l'extrémité avant est munie d'une hélice. Un raccord pivotant, fixé à l'avant de la pompe, permet au corps de cette dernière de pivoter librement, sans effet sur la conduite de refoulement. L'eau s'écoulant contre les pales de l'hélice montée à l'avant de la pompe imprime un lent mouvement de rotation au corps de la pompe. L'eau et l'air pénètrent en alternance dans l'entrée du tuyau en spirale et le mouvement rotatif de la pompe pousse les éléments vers l'amont de la conduite. La pompe à hélice peut aussi être actionnée par le vent. Puisque le raccord pivotant est le seul composant mécanique de la pompe, cette dernière ne nécessite pratiquement aucun entretien.

Si vous ne voulez pas acheter une pompe à hélice du commerce, vous pouvez en fabriquer une. Cependant, il semble qu'il n'y ait pas beaucoup de données précises sur lesquelles se fonder pour concevoir une pompe de ce genre. En fait, on trouve surtout des indications générales, comme celles de la prochaine section.

Quelle quantité d'eau une pompe à hélice peut-elle fournir?

La quantité d'eau qu'une pompe à hélice peut fournir et la distance sur laquelle elle peut être refoulée dépendent du nombre de boucles du corps de la pompe et de leur diamètre, du diamètre de la conduite décrivant les boucles, ainsi que de la vitesse de rotation du corps de la pompe, laquelle dépend du courant du cours d'eau. Le tableau ci-dessous présente les données de rendement fournies par un fabricant.

Pompe à hélice – Rendement			
Modèle	1-16	2-16	2-20
Diamètre intérieur du tube (po)	0,5	0,5	0,625
Distance de refoulement (pi)	26	82	49
Profondeur du cours d'eau requise (pi)	1,0	1,5	1,5
Refoulement à un débit de 2 pi/s (gal/min)	0,57	0,73	1,1
Refoulement à un débit de 1,5 pi/s (gal/min)	0,39	0,46	0,73
Dimensions (Diamètre X Longueur, po)	21 X 34	25 X 54	25 X 54

Source : Rife Hydraulic Engine Mfg. Co. Inc., <http://www.riferam.com/sling/slingspec.htm>

Quels sont les autres éléments à considérer au sujet des pompes à hélice?

Comme dans le cas des béliers hydrauliques, l'utilisation de pompes à hélice actionnées par un cours d'eau est limitée aux endroits où on a accès à un cours d'eau ayant un débit continu. De plus, la profondeur du cours d'eau doit être suffisante pour que la pompe fonctionne. Les débris flottants peuvent réduire le rendement d'une pompe à hélice et il peut être prudent d'installer une crépine sur la prise d'eau. Puisque la quantité d'eau qu'une pompe à hélice peut acheminer vers un point d'arrivée est limitée, plusieurs pompes peuvent être nécessaires pour desservir un grand troupeau.

Le débit et la profondeur d'un cours d'eau peuvent être modifiés, notamment par l'aménagement d'étranglements ou de petites digues. Cependant, toute modification à un cours d'eau ou toute alimentation en eau à partir d'un cours d'eau peut devoir être autorisée, conformément à la réglementation provinciale et aux politiques de Pêches et Océans Canada. Vous devez donc vous informer avant d'installer un système de ce genre (consulter la fiche de renseignements *Sources d'approvisionnement en eau pour le bétail de pâturage*, dans la présente série).

Est-il nécessaire d'emmagasiner de l'eau dans un réservoir si on se sert de pompes à hélice?

Il est peu probable qu'un bélier hydraulique ou une pompe à hélice puisse fournir un débit suffisant pour répondre à la demande de pointe d'approvisionnement en eau du bétail. De plus, malgré leur robustesse, ces types de pompes ne sont pas à l'abri des pannes. Il est également possible que la source d'approvisionnement en eau subisse des variations naturelles. Par conséquent, si on utilise l'un ou l'autre de ces types de pompes, il faut prévoir le stockage d'une quantité d'eau suffisante pour abreuver le bétail pendant trois ou quatre jours. Pour obtenir des renseignements supplémentaires sur les besoins en eau, la pointe de consommation d'eau et le stockage de l'eau, vous pouvez consulter les fiches de renseignements suivantes, qui font partie de la présente série : *Besoins en eau du bétail de pâturage*, *Auges pour l'abreuvement du bétail de pâturage* et *Installations de stockage de l'eau pour les systèmes d'abreuvement du bétail*.

Vue d'ensemble

Les systèmes de pompage hydrauliques pour l'abreuvement du bétail ne sont qu'une des possibilités qui s'offrent aux producteurs désirant aménager leurs pâturages de manière à fournir à leur bétail un approvisionnement en eau de haute qualité et à protéger leurs sources d'approvisionnement en eau. Pour obtenir des renseignements supplémentaires sur les systèmes intégrés d'abreuvement du bétail, contactez votre bureau local d'AAC – ARAP ou téléphonez le numéro sans frais au 1-800-667-7644.

Les sources d'information utilisées pour la rédaction de la présente fiche de renseignements comprennent : *The Stockman's Guide to Range Livestock Watering From Surface Water Sources*, du Prairie Agricultural Machinery Institute, http://www.pami.ca/pami_publications.htm#stockman_guide; *B.C. Livestock Watering Manual*, ministère de l'Agriculture et des Pêches de la Colombie-Britannique, service des sols et du génie; *Hydraulic Ram Pumps*, publication n° EBAAE 161-92, North Carolina Cooperative Extension Service; *Home-made Hydraulic Ram Pump*, Clemson University Cooperative Extension Service, <http://virtual.clemson.edu/groups/irrig/Equip/ram.htm>; *HYDRAULIC RAM PUMPS - A guide to ram pump water supply systems*, T. D. Jeffrey, T H Thomas, A V Smith, P B Glover et P D Fountain; *All About Hydraulic Ram Pumps - How and Where They Work* (ISBN 0-96315626-2-9).

ABRÉVIATION DES UNITÉS

lb/po² – livre au pouce carré
mm – millimètre
po – pouce

kPa – kilopascal
m – mètre
km – kilomètre

gal/min – gallon américain par minute
pi – pied
l/s – litres par seconde

CONVERSION DES UNITÉS

1 gallon US = 3,785 litres
1 gallon impérial = 4,546 litres
1 pouce = 25,4 mm

1 mètre cube (m³) = 1 000 litres
1 kilomètre = 1 000 m = 0,62 milles
1 lb/po² = 2,307 pi d'eau

1 mètre (m) = 3,28 pieds
1 lb/po² = 6,985 kPa
1 hp = 746 watts

Mise à jour en février 2008

Also available in English under the title *Water-Powered Pumping Systems for Livestock Watering*