
SUPPLÉMENT DU PREMIER CHAPITRE.
*Addition aux articles 126 - 176 sur les machines hydrauliques
de 2^e. classe.*

I. **P**ARMI les machines qui servent à élever l'eau, et qui ne sont pas nécessairement mues par l'eau, le chapelet est une de celles qu'on emploie le plus fréquemment pour les épuisemens. On a déjà décrit (art. 46, chap. 1^{er}.) une espèce de chapelets à godets, qu'on nomme vulgairement *norias*, dont l'usage est très-répandu en Egypte et dans le midi de la France; ils servent à tirer l'eau des puits. On emploie dans les constructions deux autres chapelets, l'un qu'on nomme *vertical* et l'autre *incliné*. La partie principale du premier est un tuyau vertical, qu'on nomme *buse*. Une chaîne sans fin, dont un côté passe dans l'intérieur de la buse, roule sur une lanterne hérissée de griffes en fer. Cette chaîne est garnie de rondelles en cuir qu'on nomme *grains* ou *patenottes*. Les grains sont placés à des intervalles égaux sur toute la longueur de la chaîne, et ils sont serrés entre deux plaques en fer. En considérant la buse comme formée de deux demi-cylindres égaux, l'extrémité inférieure de cette buse est le prolongement d'un de ces demi-cylindres; on y attache une espèce de boîte percée de trous, par lesquels l'eau s'y introduit, et qu'on nomme le *sabot* du chapelet. On fait passer à travers les parois de ce sabot le boulon d'une poulie de renvoi, sur laquelle la chaîne sans fin roule, lorsqu'on donne un mouvement de rotation à la lanterne ou *hérisson*.

2. L'École des Ponts-et-Chaussées possède un modèle de chapelet vertical, qui a été employé aux épuisemens, pour la construction du Pont de la Concorde à Paris. Nous allons donner, d'après M. Le Sage, les dimensions des parties principales de ce chapelet.

		PIEDS.	POUCES.	MÈTRES.	
BUSE.	Longueur.....	22	0	7,15	
	Diamètre du cylindre extérieur.	1	0	0,32	
	Diamètre du cylindre intérieur.	0	6	0,16	
	Hauteur du demi-cylindre à l'extrémité inférieure.....	2	6	0,80	
		Diamètre du moyeu, au milieu.	1	4	0,43
HÉRISSON.	aux extrémités.	1	3	0,40	
	Longueur de chacune des six griffes.....	0	7	0,19	
	Épaisseur.....	0	$\frac{7}{12}$	0,016	
	Coude des manivelles.....	1	3	0,40	
	Poignée.....	3	4	1,08	
	CHAÎNE à grains ou patenottes.	Hauteur du grain, y compris la tige et la queue.....	0	6	0,16
		Diamètre du grain.....	0	$5\frac{1}{2}$	0,159
Distance des grains.....		4	0	1,30	

Des effets dynamiques du chapelet vertical.

3. On a observé que le chapelet vertical, dont on vient de donner les dimensions, étant mu par quatre hommes, élevait par heure 2000 pieds cubes (68,55 mètres cubes) d'eau à la hauteur de 16 pieds $\frac{1}{2}$ (5,3 mètres); ce qui revient à élever 363,315 mètres cubes d'eau à la hauteur d'un mètre. D'où il suit que chaque

homme élève en 1 heure 90,83 mètres cubes d'eau à la hauteur d'un mètre; et si on suppose que la durée du travail journalier de cet homme soit de 10 heures, l'effet dynamique dû à ce travail sera exprimée par le nombre 908; comme on sait qu'il est capable d'un effet 1111, il suit que l'effet utile du chapelet vertical est dans ce cas à la force employée à mouvoir cette machine, dans le rapport de 908 à 1111, ou à-peu-près de 0,8 à 1. En supposant qu'à chaque tour de manivelle, il se développe 1,4 mètre de chaîne sur l'hérisson, et que la manivelle fasse 25 révolutions, par minute, ce qui est assez d'accord avec l'expérience, la vitesse de chaque grain par minute est de 35 mètres.

4. M. Perronet rapporte une expérience qu'il a faite sur un chapelet vertical, lorsqu'on a construit le pont d'Orléans (*voy. ses Oeuvres*, pag. 19); il dit avoir observé que douze hommes, divisés en trois relais, élevaient en vingt-quatre heures, à la hauteur de 15 pieds (4,87 mètres), 500 pieds cubes (17,14 mètres cubes) d'eau; mais il pense qu'on ne peut obtenir cette quantité d'eau que par un travail extraordinaire, et il propose de la réduire d'un sixième. D'après cette réduction, le produit du travail journalier de l'homme serait exprimé par 139 (*mètres cubes d'eau élevés à la hauteur d'un mètre*), nombre qui est encore, d'après les expériences sur la force de l'homme, trop considérable.

M. Perronet ayant aussi employé des vis d'Archimède pour la construction du même pont, il a observé que deux hommes élevaient en une heure, à 3 pieds $\frac{1}{2}$ (1,137 mètres), 540 pieds cubes (18,51 mètres cubes). D'après cette observation, le produit de la vis serait exprimé par 105, la force du moteur (pour un travail effectif de 10 heures sur 24) étant 1111; mais comme il ajoute que les hommes se fatiguaient au-delà de leurs forces, il suit que le nombre 105 est trop considérable, et qu'il est plus exact de

prendre, pour le rapport de la force utilisée par la vis à la force employée à mouvoir cette vis, celui de 0,74 à 1, qui résulte des expériences rapportées art. 144, chap. 1^{er}.

On est souvent dans la nécessité de substituer au chapelet vertical le chapelet incliné dont nous allons donner la description, soit, pour éviter la construction d'un pont de service, ou pour transmettre aux manivelles de ce dernier chapelet le mouvement de l'arbre d'une roue qui reçoit directement l'action d'un moteur tel que l'eau.

Du chapelet incliné.

5. La partie principale du chapelet incliné est une buse composée de trois madriers assemblés carrément, et formant une boîte dont le fond est un plan incliné; une chaîne sans fin roule sur deux lanternes placées aux deux extrémités de la buse, et des palettes fixées aux chaînons obligent l'eau à s'élever dans la buse. Les palettes qui ont la forme de parallépipèdes rectangles, glissent en s'appuyant sur le plan incliné de la buse, de manière que la plus grande face de chaque palette soit perpendiculaire à ce plan incliné. Lorsque la chaîne est tirée par les griffes de la lanterne dans la direction de la buse, deux palettes consécutives comprennent un volume d'eau qui est terminé par un plan horizontal; d'où il suit que ce volume est d'autant plus grand que le chapelet est plus incliné. La hauteur H , à laquelle doit s'élever l'eau, et la longueur L de la buse étant données, $\frac{H}{L}$ est le sinus de la plus petite inclinaison qu'on puisse donner au chapelet. La hauteur H étant donnée, on peut diminuer l'inclinaison du chapelet en augmentant sa longueur L , mais alors on augmente le nombre des palettes dont la distance ne varie pas;

et comme on peut perdre en force, par le frottement de ces palettes sur le fond incliné de la buse, plus qu'on ne gagne par la diminution d'inclinaison du chapelet, la longueur du chapelet a une limite qu'on ne peut déterminer que par l'expérience.

Expériences sur les effets dynamiques des chapelets inclinés.

6. M. Perronet (pag. 18 de son grand ouvrage), a fait usage d'un chapelet incliné qui élevait, en une heure, 1998 pieds cubes d'eau, à la hauteur de 12 pieds, ou 23976 pieds cubes d'eau, à la hauteur de 1 pied.

L'eau d'une rivière frappait les aîles d'une roue à aubes, et le mouvement de l'arbre de cette roue était communiqué à la manivelle du chapelet. Chaque aube de la roue avait 4 pieds $\frac{1}{2}$ de largeur, et plongeait dans l'eau de 1 pied $\frac{1}{4}$, en sorte que la surface de la partie de l'aube qui plongeait dans l'eau était de 5,6 pieds carrés. La vitesse du courant qui était de 9 pieds par seconde, était due à une chute d'environ 1,35 pied; d'où il suit que la force appliquée pendant une seconde à une aube a pour expression (art. 25, chap. 1^{er}).
 $9^{\text{pi}} \times (5,6 \text{ pieds carrés}) \times (1,35)$ ou 68 pieds cubes d'eau tombant de la hauteur de 1 pied; et comme la force transmise par l'arbre de la roue n'est estimée que les deux tiers (art. 186 chap. 1^{er}.) de la force appliquée à l'aube, elle a pour expression 45 pieds cubes d'eau élevés en 1" à 1 pied, ou 162000 pieds cubes d'eau élevés en 1 heure à 1 pied. Ce rapport du produit de la machine à la force qui lui est appliquée, est donc dans le rapport de 23976 à 162000, ou environ de 0,15 à 1.

7. On fait encore mention, dans l'ouvrage de M. Perronet, de deux autres chapelets inclinés, mus par des chevaux, dont le pro-

