

JOURNAL
DE
MATHÉMATIQUES
PURES ET APPLIQUÉES

FONDÉ EN 1836 ET PUBLIÉ JUSQU'EN 1874

PAR JOSEPH LIOUVILLE

DE CALIGNY

Note de M. de Caligny sur un moyen d'éviter l'oscillation en retour dans une de ses machines hydrauliques, sans que l'on soit obligé d'augmenter la profondeur des fondations, ni d'employer des soupapes ou autres obturateurs gardant l'eau dans deux sens opposés alternativement

Journal de mathématiques pures et appliquées 2^e série, tome 12 (1867), p. 205-208.

http://www.numdam.org/item?id=JMPA_1867_2_12_205_0



NUMDAM

Article numérisé dans le cadre du programme
Gallica de la Bibliothèque nationale de France
<http://gallica.bnf.fr/>

et catalogué par Mathdoc
dans le cadre du pôle associé BnF/Mathdoc
<http://www.numdam.org/journals/JMPA>

NOTE DE M. DE CALIGNY

Sur un moyen d'éviter l'oscillation en retour dans une de ses machines hydrauliques, sans que l'on soit obligé d'augmenter la profondeur des fondations, ni d'employer des soupapes ou autres obturateurs gardant l'eau dans deux sens opposés alternativement.

Dans l'appareil à élever de l'eau au moyen d'une chute d'eau et d'un tube vertical oscillant, il y a du temps perdu à cause de l'oscillation en retour. Si cela n'a pas beaucoup d'importance quand le cours d'eau moteur n'est pas très-abondant, il serait cependant utile d'éviter cet inconvénient, notamment dans les circonstances où il faut non-seulement élever de l'eau, mais la conduire à de grandes distances par un système donné de tuyaux de conduite. Voici un moyen d'atténuer cet inconvénient par l'étude de quelques combinaisons dont les principes sont bien nouveaux.

On remarquera d'abord qu'au lieu de faire verser l'eau immédiatement par le tuyau d'ascension de cette machine; si ce tuyau est suffisamment prolongé, on peut y faire monter l'eau beaucoup au-dessus de la hauteur où elle doit verser, et la faire décharger ensuite par une seconde oscillation un peu au-dessous de la hauteur de son centre de gravité, pourvu qu'une cause quelconque empêche de revenir en arrière vers le bief d'amont la colonne liquide qui se déchargerait ainsi après être montée dans le tuyau vertical dont il s'agit. Cette oscillation de décharge pourrait se faire par un tuyau recourbé du côté d'aval.

Si l'on suppose maintenant qu'un clapet ordinaire empêche l'eau du tuyau vertical de revenir du côté d'amont, tant que cette eau sera au-dessus du bief d'amont l'oscillation de décharge se fera comme si la communication avec le tuyau de conduite d'arrivée était irrévocablement fermée. Mais quand la colonne sera descendue au-dessous du

niveau de ce bief, l'eau de ce dernier tendra à venir se mêler avec celle qui se décharge. Cependant, si le tuyau d'arrivée est assez long par rapport au tuyau de décharge, l'inertie de l'eau contenue dans le premier fera en quelque sorte fonction de soupape, et l'eau d'amont n'aura pas le temps de venir en quantité sensible pendant la fin de la décharge. Si même le tuyau d'arrivée avait une très-grande longueur par rapport au tuyau de décharge, on pourrait supprimer entièrement ce clapet.

Il reste à examiner comment doit se comporter le système de fermeture du tuyau de décharge, et si l'on peut se dispenser d'en avoir un qui garde alternativement l'eau dans les deux sens. Cela dépend du rapport de la longueur du tuyau d'arrivée à celle du tuyau de décharge.

On sait par ce que j'ai dit dans ce journal, dans mes Mémoires sur les ondes, relativement au mécanisme intérieur de l'*onde solitaire*, que si un tuyau de conduite très-mince, ouvert par les deux extrémités, disposé horizontalement et croisé avec un tuyau vertical, aussi ouvert par les deux bouts, et formant avec le premier une sorte de grand T renversé, contient de l'eau en mouvement dans la partie en amont de la branche verticale, et de l'eau en repos dans la partie d'aval, les dimensions peuvent être disposées de telle sorte, dans certaines circonstances, que la force vive de l'eau de la colonne d'amont, laquelle finit par être réduite au repos, passe dans la colonne d'aval, sauf les résistances passives, après avoir fait osciller l'eau dans la branche verticale. C'est un effet parfaitement analogue qui se présente dans le mouvement de l'*onde solitaire*.

Si maintenant on suppose, dans l'appareil dont il s'agit aujourd'hui, que le tuyau latéral dit de décharge débouche dans un réservoir ayant son niveau à la même hauteur que celui d'amont, on se trouvera encore dans des circonstances analogues à ce qui vient d'être dit, à partir du moment où l'eau arrivera, dans le tuyau vertical, à la hauteur du niveau d'amont.

Supposons que le réservoir du côté d'aval ait son niveau plus élevé, et qu'un clapet empêche l'eau élevée dans ce dernier de revenir en arrière. La colonne liquide, en montant dans le tuyau vertical, ne commencera à agir sur celle du tuyau de décharge qu'à partir du moment où elle sera arrivée à la hauteur où l'on veut qu'elle se

verse par ce dernier tuyau, sauf les effets secondaires de la percussion provisoirement négligés.

La colonne d'arrivée devrait être plus longue, toutes choses égales d'ailleurs, pour qu'on se retrouvât dans des circonstances analogues à ce qui vient d'être dit. Quant à la hauteur de l'élévation de l'eau qui sera suffisante, il n'y a point d'abord à s'en préoccuper dans cette théorie, si l'on fait provisoirement abstraction des résistances passives, c'est-à-dire en employant d'assez grands diamètres, puisque, avec des tuyaux d'une longueur très-grande, on pourrait dans cette hypothèse élever de l'eau dans le tuyau vertical intermédiaire à une hauteur bien suffisante, en laissant écouler l'eau motrice assez longtemps par le tuyau vertical mobile alternativement soulevé.

On peut supposer les choses disposées de telle sorte que les effets diffèrent aussi peu qu'on le voudra du mécanisme ci-dessus, qui est celui de l'onde solitaire, si l'on met un clapet au tuyau d'amont. L'essentiel est de voir si la décharge se fera assez profondément dans le tuyau vertical pour que celui-ci (en un mot, la branche verticale du T renversé) puisse se relever alternativement comme celui de l'appareil à tube oscillant, mais avec oscillation en retour.

Or cela paraît assez évident d'après ce qui précède, si l'on a fait élever l'eau assez haut dans le tuyau vertical dont il s'agit; il est même possible que cette élévation soit assez grande pour qu'il reste encore du mouvement dans le tuyau de décharge au moment où le tuyau vertical sera soulevé et permettra à l'eau d'amont de s'écouler du côté d'aval, de sorte qu'une partie de cette eau sera peut-être aspirée dans le tuyau de décharge latérale qui la versera au point où l'on veut élever le liquide.

Maintenant on demandera d'après quelles bases devra être réglée la hauteur d'élévation de l'eau dans le tuyau mobile vertical pour être suffisante. Je ne peux entrer ici dans ce détail, voulant seulement exposer le principe de cette combinaison nouvelle.

Il faut tenir compte de ce qu'une partie de l'eau du tuyau d'amont continuera sans doute, au moins pendant un certain temps, à entrer dans le tuyau de décharge supérieure dont il s'agit, à l'époque où la colonne contenue dans le tuyau vertical redescend sans être encore arrivée au niveau du bief d'amont.

Il y a lieu d'espérer que le clapet d'amont pourra être supprimé. Quant au clapet du tuyau de décharge supérieure, il faut tenir compte de ce que ce tuyau sera en général le plus court, et de ce que la pression résistante qui y éteindra graduellement la vitesse sera plus grande que la pression du bief d'amont; il sera donc utile de le conserver, surtout dans le cas où la hauteur du versement au-dessus du niveau d'amont ne sera pas très-petite, et même de tenir compte de ce que l'eau ne coulera pas d'une manière continue dans ce tuyau. Plus l'eau devra être versée haut par rapport à la chute, plus il faudra tenir compte du temps de repos dans le tuyau de décharge supérieure, quand on tiendra à perdre le moins de temps possible, si l'on a non-seulement de l'eau à élever, mais aussi à en conduire à de grandes distances.

On peut encore faire verser l'eau élevée par le sommet du tuyau mobile, et disposer le niveau du réservoir de décharge latérale à la hauteur du niveau du bief d'amont ou un peu au-dessus. Ce cas est celui dont la démonstration est la plus évidente, parce qu'il se rapporte plus directement à celui des tuyaux croisés en forme de T renversé. Ces principes m'ont paru intéressants, même abstraction faite de l'utilité qu'ils pourront avoir dans la pratique.

