

JOURNAL
DE
MATHÉMATIQUES

PURES ET APPLIQUÉES

FONDÉ EN 1836 ET PUBLIÉ JUSQU'EN 1874

PAR JOSEPH LIOUVILLE

ANATOLE DE CALIGNY

**Rapport fait à la société philomathique sur une machine
à flotteur oscillant**

Journal de mathématiques pures et appliquées 1^{re} série, tome 4 (1839), p. 243-247.

http://www.numdam.org/item?id=JMPA_1839_1_4_243_0

 gallica

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>

*Rapport fait à la Société Philomathique sur une Machine
à flotteur oscillant*

DE M. ANATOLE DE CALIGNY.

(Commissaires, MM. CAGNIARD DE LATOUR, et COMBES, rapporteur.)

La machine dont M. de Caligny a entretenu la Société (*) a pour but d'obtenir un mouvement rectiligne alternatif, par le moyen d'un simple flotteur, qui s'élève et s'abaisse périodiquement, avec le niveau de l'eau qui le supporte. M. de Caligny obtient ce niveau périodiquement variable par les dispositions suivantes :

Un large siphon, à branches inégales en hauteur, débouche d'un côté, par la plus haute branche, dans le réservoir des eaux motrices, tandis que l'autre s'ouvre au bas de la chute. Une espèce de couronne ou soupape annulaire, posée autour de la première branche du siphon, et dont le bord supérieur s'élève au-dessus du niveau des eaux, dans le bassin, quand elle repose sur son siège, ne permet à l'eau motrice de s'introduire dans cette branche, que lorsqu'elle est soulevée, ce qui a lieu, à des intervalles périodiques, par l'intermédiaire d'un flotteur particulier. Cette soupape ou vanne annulaire, et le flotteur principal, sont les seules pièces solides de la machine, qui fonctionnent d'ailleurs, sans avoir besoin d'aucun autre robinet ou soupape, le mouvement alternatif et périodique d'oscillation de l'eau, dans le siphon, se produisant par la seule influence de la gravité.

Dans le siphon de M. de Caligny, la portion de la première branche qui correspond à la hauteur de chute est rétrécie. Dans la partie inférieure à la chute, le siphon prend une section plus considérable, et la deuxième branche qui débouche au niveau inférieur de la chute se termine par un évasement d'une fort grande section.

(*) Le 26 janvier 1839.

Pour concevoir le jeu de cette machine, il suffira de se représenter d'abord le siphon entièrement rempli d'eau, dans toutes ses parties, la soupape d'admission des eaux motrices fermée, et le flotteur supprimé. L'eau descendrait alors dans la première branche, et son niveau baisserait au-dessous du bas de la chute, d'une hauteur qui dépendrait du rapport entre les sections des deux parties du siphon, supérieure et inférieure au niveau de la décharge. A cette oscillation descendante de l'eau, dans le siphon, succéderait une oscillation en sens inverse, dans laquelle l'eau remonterait, abstraction faite des frottements, à la hauteur de la source.

Ce mouvement oscillatoire se continuerait indéfiniment, s'il n'était pas éteint par les frottements des filets liquides entre eux, et contre les parois du tube. Par suite de ces résistances, l'amplitude des oscillations diminuerait et bientôt deviendrait nulle. Mais il suffira, pour les entretenir, de laisser couler, chaque fois que l'oscillation en retour vers la source sera terminée, une petite quantité d'eau de la source, dans la première branche du siphon. Cette quantité d'eau se versera, à la fin de l'oscillation descendante, au bas de la chute, et les oscillations conserveront leur amplitude, pourvu que le travail moteur dû à la chute d'eau, versée à chaque oscillation, soit égal au travail résistant absorbé par les frottements.

Si maintenant on conçoit qu'un simple flotteur soit placé dans la branche supérieure du siphon, celui-ci oscillera, avec le niveau de l'eau dans cette branche, et la continuité des oscillations sera encore entretenue par une dépense d'eau motrice renouvelée, à la fin de chaque oscillation du flotteur, suffisante pour vaincre les résistances passives.

Si le flotteur est lié à un contre-poids, par l'intermédiaire d'un balancier, ou de tout autre système analogue, de façon que le contre-poids soit élevé à chaque oscillation descendante du flotteur, l'immersion du flotteur dans l'eau diminuera par suite de l'action du contre-poids, et il sera facile de déterminer, par les principes les plus simples de la Mécanique, la hauteur verticale dont le flotteur chargé du contre-poids s'abaissera, dans la première partie de l'oscillation de l'eau, ou ce qui est la même chose, la hauteur à laquelle le flotteur sera soulevé. Dans la seconde partie de l'oscillation, si le contre-poids

cesse d'agir sur le flotteur; et si l'on emploie sa chute à l'exécution d'un certain travail, le flotteur, abstraction faite des frottements, ne remontera pas à la hauteur du point de départ; pour l'y ramener, il faudra verser dans le siphon, à la fin de l'ascension, une quantité d'eau motrice, dont le poids multiplié par la hauteur de chute, soit égal au contre-poids que le flotteur a à soulever, multiplié par la hauteur à laquelle celui-ci a été élevé. Cette eau se versera à chaque oscillation, au bas de la chute. Il faudra y joindre une certaine quantité d'eau pour surmonter les frottements, et la somme de ces deux quantités formera la dépense totale d'eau motrice. On voit donc que pour assurer la continuité du jeu de la machine, il suffit de soulever la soupape annulaire, vers la fin de chaque course ascendante du flotteur, et de la tenir ouverte, pendant un temps suffisant, pour qu'elle verse la quantité d'eau nécessaire, pour conserver l'amplitude des oscillations. Il est facile de soulever cette soupape, dans le moment convenable, au moyen d'un flotteur particulier qui la lève, dès que l'eau a atteint un certain niveau, et la laisse retomber, quelque temps après le commencement de l'oscillation descendante.

Tel est le principe de la machine projetée par M. de Caligny. Elle donne lieu à un mouvement rectiligne alternatif, qui peut être transmis à des tiges de pompes, ou à d'autres outils qui doivent recevoir un mouvement du même genre, et présente ainsi de l'analogie, avec les machines à colonne d'eau, et les machines à vapeur à simple effet.

C'est une condition essentielle du bon établissement des appareils de ce genre, que les parties qui ont un mouvement alternatif diminuent de vitesse, par degrés insensibles, à la fin de chaque période de mouvement, pour prendre ensuite une vitesse en sens contraire. Si cette condition n'est point remplie, la machine est bientôt détruite par les chocs, qui se reproduisent périodiquement, à des intervalles rapprochés. Ainsi dans les machines à vapeur à simple effet, l'on obtient une vitesse du piston graduellement décroissante jusqu'à 0, dans la course descendante, en réglant convenablement la partie de la course, pendant laquelle la vapeur de la chaudière est admise dans le cylindre; l'on détruit graduellement la vitesse, dans la course ascendante, en fermant la soupape d'équilibre, avant que cette course soit entièrement accomplie, de sorte que la pression de la vapeur

croissant, à mesure que son volume diminue, ralentit insensiblement, et éteint la vitesse. Dans les machines à colonne d'eau, ces moyens ne sont plus applicables, à cause de la faible compressibilité de l'eau. On y supplée d'une part en diminuant beaucoup la vitesse moyenne des pistons, et d'autre part, par l'ouverture et la fermeture très lente des passages, par lesquels les eaux motrices entrent dans le cylindre, et en sortent. Il est évident que l'on n'obtient ici ce résultat, qu'aux dépens de la force motrice. Car le rétrécissement des ouvertures, que le liquide doit traverser, donne lieu à des résistances passives, que l'on peut comparer à celle d'un frein, que l'on appliquerait extérieurement à une machine, dont on voudrait ralentir la vitesse. Dans le bélier hydraulique, les variations de vitesse ont lieu, dans un temps très court, surtout lorsqu'on supprime le réservoir d'air, et c'est sans contredit à cette cause, qu'il faut attribuer la prompte détérioration de ce genre de machine, et la diminution d'effet utile observée, à mesure qu'on élève l'eau à une hauteur plus grande, par rapport à la chute d'eau. La machine à flotteur oscillant de M. de Caligny, n'est pas sujette aux inconvénients de cette espèce. La vitesse du flotteur, aux extrémités de la course s'éteindra en effet, par degrés insensibles, sans aucun choc ni perte de forces, comme la vitesse de la colonne d'eau oscillante, et de plus il est tout-à-fait impossible qu'il survienne, à cette époque un choc entre corps solides, comme cela arrive souvent, par la maladresse des machinistes, dans les machines à vapeur à simple effet et les machines à colonne d'eau.

Quant aux résistances passives, elles consistent; 1° dans les frottements que la colonne d'eau éprouvera, pendant les oscillations; 2° dans la force vive que l'eau conservera, en se déversant au bas du siphon; 3° dans le choc de l'eau motrice qui est versée, dans la branche supérieure du siphon, à la fin de chaque oscillation; 4° enfin dans l'effort nécessaire, pour soulever périodiquement la soupape ou la vanne annulaire.

Les frottements peuvent être diminués, en augmentant la section, et le développement du siphon, dans la partie qui se trouve inférieure à la hauteur de chute. On est le maître d'allonger ainsi la durée des oscillations, autant qu'on le veut, il suffit de voir que la diminution de vitesse qui en résulte, compense l'allongement des surfaces

frottantes, au moins jusqu'à un certain point. La force vive que l'eau conserve, en se déversant au bas de la chute, est rendue très petite, dans le dispositif de M. de Caligny, par l'élargissement de l'orifice. Le soulèvement de la soupape annulaire n'exige qu'une dépense de force excessivement médiocre, puisqu'elle peut être équilibrée au besoin par des contre-poids, et qu'il suffit d'une faible pression sur le siège, pour prévenir l'écoulement de l'eau, sous une faible charge. Il ne reste plus que le choc de l'eau motrice, au moment où elle arrive sur l'eau contenue dans le siphon, choc dont M. de Caligny prévient le mauvais effet, en évasant convenablement la première branche du siphon, ce qui fait que l'eau motrice ne vient frapper l'eau remontante, qu'avec une très petite vitesse.

La machine à flotteur oscillant de M. de Caligny est surtout propre à utiliser de petites chutes, avec un grand volume d'eau.

Placée dans de pareilles circonstances, il ne nous paraît pas douteux qu'elle fonctionne avec un avantage au moins égal à celui des meilleures machines connues, et employées à produire des mouvements alternatifs. L'auteur a fait, dans sa composition, une application rationnelle des vrais principes de la mécanique appliquée. Elle se recommande par sa simplicité, qui est telle qu'on n'a point à craindre de rencontrer dans la mise à exécution, des résistances que l'on n'aurait pas prévues d'abord.

En conséquence votre Commission est d'avis que le Mémoire de M. de Caligny, sur une nouvelle machine à flotteur oscillant, est digne de l'approbation de la société.
