
N O T I C E

Sur un moyen d'alimenter la chaudière d'une machine à vapeur, avec de l'eau presque aussi chaude que l'eau bouillante.

I. Observations préliminaires.

1. L'UN des objets les plus importants à prendre en considération dans les machines à vapeur, est sans doute la consommation du combustible. Aussi est-ce vers ce point qu'ont été particulièrement dirigées la plupart des recherches de ceux qui se sont occupés du perfectionnement de ces machines.

2. Papin, qui (s'il n'en est pas l'inventeur) a proposé du moins plusieurs manières de les construire, paraît être le premier qui ait employé un piston ou un diaphragme solide pour empêcher l'absorption inutile d'une quantité considérable de vapeurs. D'autres après lui ont pensé qu'il serait avantageux de faire servir l'eau chaude provenant de l'injection pour alimenter la chaudière. Watt a imaginé le *condenseur*, pour éviter le refroidissement du cylindre, et diminuer la consommation de la vapeur et du combustible. D'autres ont proposé d'empêcher la déperdition de la chaleur en recouvrant les tuyaux, le cylindre, le fourneau même d'enveloppes, peu conductrices. D'autres constructeurs, non contents de faire

circuler la flamme sous le fond et autour des parois de la chaudière, l'ont fait passer dans un tube de métal qui traverse la masse d'eau qu'il faut vaporiser. D'autres enfin ont proposé différentes formes de fourneaux qui brûlent leur propre fumée.

3. A tous ces divers moyens, et à plusieurs autres qu'il est inutile de rappeler ici, et dont la réunion ne peut manquer de procurer une économie considérable de combustibles, M. Williams Hase vient d'ajouter une nouvelle disposition de tuyaux, qui est telle, que l'eau, avant d'entrer dans la chaudière, est échauffée à une température presque égale à celle de l'eau bouillante.

4. Nous allons d'abord décrire la machine, et les changemens imaginés par M. Williams Hase, et nous examinerons ensuite jusqu'à quel point cette invention peut être utile, et quelle économie elle peut apporter dans la consommation du combustible.

II. Description de la machine à vapeur de M. Williams Hase.

5. » Dans une machine (dit M. Hase, dans l'exposé de la patente qu'il a obtenue, et qui est insérée dans le cahier de septembre 1801, du *Repertory of arts*), » le fourneau, la chaudière, le cylindre, le piston et toutes les parties mouvantes, en général, sont construites » suivant les formes et les dimensions, et dans » les positions respectives que l'expérience a » montré être les plus convenables. Mais dans » toutes les machines construites ou connues,

» la chaudière est alimentée ou avec de l'eau
 » froide, ou avec de l'eau chauffée à une tem-
 » pérature qui n'excède pas celle qui est pro-
 » duite par le mélange de l'eau froide d'injec-
 » tion avec l'eau provenant de la vapeur con-
 » densée, température qui, quand l'injection
 » est assez abondante pour produire *un bon*
 » *vide*, n'est pas très-élevée (1). Le grand avan-
 » tage du procédé que j'ai inventé, consiste en
 » ce que l'eau qui alimente la chaudière, est
 » chauffée à une température qui égale, à peu
 » de chose près, celle de l'eau bouillante, quoi-
 » que le volume de l'eau d'injection soit suffi-
 » sant pour produire un *vide aussi parfait* (2)
 » que dans toute autre machine à vapeur «.

6. Pour obtenir cet effet, M. Williams Hase construit un petit réservoir qui doit être constamment rempli par l'eau chaude élevée par la

(1) Dans les machines à vapeur de *Chaillot* et du *Gros-Cailou*, l'eau sortant du condenseur en hiver, n'est qu'à 28 degrés. Dans les chaleurs moyennes, lorsque l'eau d'injection est à 12 degrés, l'eau retirée du condenseur est à 39 degrés. Enfin, dans les grandes chaleurs de l'été, l'eau d'injection étant à 20 degrés, celle qui sort du condenseur est quelquefois à 45 degrés. Voyez le *Mémoire de Bettancourt, sur la force expansive de la vapeur de l'eau, et l'architecture hydraulique de Prony*.

(2) Les expressions, *un bon vide*, *un vide aussi parfait*, laissent assez voir qu'il ne s'agit pas ici d'un vide absolu, mais d'un espace dans lequel la force élastique des vapeurs et des gaz qui le remplissent est très-affaiblie. On sait à présent que les vapeurs qui s'élèvent de l'eau échauffée à 35 ou 40 degrés, comme l'est celle de l'injection mêlée à la vapeur condensée, ont une force expansive égale à la pression d'une colonne de mercure haute de 60 à 80 millimètres. A. B.

pompe à air, et il force cette eau, à l'aide d'une petite pompe, de circuler dans des tubes disposés dans l'intérieur du tuyau qui conduit au condenseur. Par ce moyen la vapeur, dans le trajet qu'elle fait pour aller se mêler à l'eau d'injection, s'applique nécessairement aux parois des tubes, leur communique une grande partie de sa chaleur, et échauffe l'eau qu'ils renferment presque à la température de l'eau bouillante. Un tuyau d'embranchement adapté aux tubes ci-dessus à une hauteur convenable, et communiquant avec la chaudière, sert à y conduire l'eau chaude qui doit l'alimenter.

7. La planche LIV (que nous empruntons du *Journal of philosophy, chemistry and the arts by M. Williams Nicholson*) représente la coupe d'une *machine à vapeur continue* (1), avec les changemens et les additions que nous venons d'indiquer.

A A, est un grand cylindre dans lequel le piston se meut.

O, P, sont des boîtes à vapeur dans lesquelles la vapeur arrive de la chaudière par des tuyaux adaptés en O et en P, et qui ne sont pas re-

(1) C'est ainsi que nous avons proposé de nommer les machines à vapeur dans lesquelles la vapeur afflue continuellement de la chaudière dans le cylindre, et agit alternativement sur chacune des deux bases du piston, et que l'on a jusqu'ici appelées improprement, *machines à vapeur à double effet*, *machines à vapeur à deux coups*, *machines à vapeur doubles*, etc. Nous nommons au contraire, *machines à vapeur intermittentes*, celles qui ont été appelées *machines à vapeur à simple effet*. Voyez le tome IV des *Rapports des travaux de la Société philomathique de Paris*. A. B.

échauffera d'autant moins l'eau d'injection, et le vide, pour nous servir de l'expression usitée, sera plus parfait. 2°. L'eau de la chaudière ne sera point ou sera beaucoup moins refroidie par l'introduction continuelle de l'eau qui sert à l'alimenter, et l'on pourra employer moins de combustible pour produire, dans les mêmes circonstances, une quantité déterminée de vapeurs.

III. Examen des avantages qu'on doit attendre de cette machine.

10. Pour déterminer quelle peut être l'utilité de la machine ainsi modifiée, et quelle économie de combustibles on doit espérer d'obtenir, nous avons fait le raisonnement qui suit.

Trois sortes d'effets produits par le combustible consommé.

11. Tout le combustible que l'on emploie dans le fourneau d'une machine à vapeur (1), ne sert pas uniquement à produire l'effet utile pour lequel la machine est construite. Trois sortes d'effets ont lieu, 1°. une partie de la chaleur qui se dégage, sert à échauffer l'eau alimentaire qui entre continuellement dans la chaudière, et à l'amener à la température de l'eau qui y est contenue.

2°. Une autre partie vaporise une quantité d'eau égale à celle de l'eau alimentaire.

3°. Une troisième partie enfin, échauffe la masse du fourneau, la maçonnerie de la cheminée, le courant de fumée qui s'échappe sans

(1) On suppose ici la machine en action, l'eau de la chaudière en pleine ébullition, la masse du fourneau échauffée, etc.

cesse

cesse, etc. et contribue à maintenir l'eau de la chaudière à une température constante, malgré les diverses causes extérieures qui tendent à la refroidir.

12. Nous aurions pu subdiviser en plusieurs autres les deux premiers effets, et considérer à part la vapeur qui est strictement nécessaire au mouvement de la machine, et dont le volume, pour chaque coup, est égal à l'espace parcouru par le piston, celle qui se condense sous le dôme de la chaudière, sur les parois des tuyaux et du cylindre, celle qui se perd par la soupape de sûreté, par les jointures, par le stuffenbox, par la garniture du piston, etc.; mais cette distinction était inutile à notre objet: lorsque nous considérons le combustible employé sous la chaudière de la machine à vapeur, l'effet utile est toute la vapeur produite, quoiqu'elle ne serve pas toute au mouvement de la machine.

13. Pour comparer facilement entre eux les trois effets que nous avons distingués ci-dessus, prenons pour unité de tems, la durée d'un coup ou d'une course du piston: pour unité de quantité d'eau, la quantité même d'eau alimentaire qui s'introduit à chaque coup dans la chaudière: pour unité de quantité de chaleur, celle qui est nécessaire pour échauffer cette eau alimentaire de 0 à 80 degrés. Enfin supposons la température de l'eau de la chaudière égale à 80°, quoique souvent elle soit plus élevée.

14. Dans ces diverses hypothèses, si l'eau alimentaire était à zéro, il est clair que la quantité de chaleur nécessaire pour produire le premier effet, serait = 1. Si au contraire

Volume 12.

N

Examen de ces trois effets.

Évaluation du premier effet.

cette eau était à 26 ou 27 degrés, comme cela a lieu en hiver dans les machines à vapeur ordinaires, la quantité de chaleur nécessaire pour l'amener à la température de la chaudière, serait $= \frac{2}{3}$ environ. Enfin, si elle était à 40°, comme cela a lieu très-souvent, la quantité de chaleur qui serait nécessaire pour l'échauffer à 80°, serait $= \frac{1}{3}$ (1).

Évaluation
du second
effet.

15. Pour évaluer le second effet, il faut se rappeler que la quantité de chaleur, nécessaire pour vaporiser une quantité donnée d'eau bouillante à 80°, égale six fois environ celle qui suffit pour élever la même quantité d'eau de 0 à 80°. Et comme l'eau qui est convertie en vapeur à chaque coup, est parfaitement égale à l'eau alimentaire qui entre dans le même tems dans la chaudière, il s'ensuit que toute la chaleur qui sert à produire le second effet $= 6 \times 1 = 6$.

16. Les deux premiers effets exigent donc une somme de chaleur $= 6 + 1 = 7$, quand l'eau alimentaire est à zéro. Cette somme $= 6 + \frac{2}{3} = \frac{20}{3}$, quand l'eau alimentaire est à 26 ou 27°, elle est $= 6 + \frac{1}{2} = \frac{13}{2}$, quand l'eau alimentaire est à 40°.

Évaluation
du troisième
effet.

17. Quant à la troisième sorte d'effets, elle peut varier beaucoup selon la forme du fourneau dont ont fait usage. On sait en général que, dans les fourneaux les mieux construits, elle exige ordinairement une quantité de chaleur égale au tiers, ou même souvent à la moitié

(1) Nous supposons constante, entre les limites zéro et 80°, la quantité de chaleur nécessaire pour élever d'un degré la température de l'eau.

de toute celle qui se dégage du combustible consommé.

18. Si l'on ne considère d'abord que les deux premiers effets, on trouvera facilement quelle sera la portion de combustible que l'on épargnera, en ne versant dans la chaudière que de l'eau alimentaire à 80°. Cette portion sera égale, 1°. à $\frac{1}{7}$ du combustible nécessaire pour produire la somme des deux premiers effets, quand l'eau alimentaire est à zéro; 2°. à $\frac{1}{10}$ du combustible nécessaire, quand l'eau alimentaire est à 26 ou 27°; 3°. enfin à $\frac{1}{13}$ du combustible nécessaire, quand l'eau alimentaire est à 40°.

Combustible épargné quand l'eau alimentaire est à 80°.

19. Si l'on veut ensuite faire entrer dans le calcul toute la chaleur employée à produire la troisième sorte d'effets, et si l'on suppose que cette chaleur perdue, quelle qu'elle soit, est toujours proportionnelle, dans un fourneau de forme donnée, à toute la chaleur qui s'y dégage, ou ce qui est la même chose, à toute la quantité de combustible que l'on y consomme, on concevra facilement qu'en diminuant d'une part le combustible, lorsqu'on emploie de l'eau alimentaire plus chaude, on diminuera d'autre part la chaleur perdue dans la même proportion, et les fractions trouvées ci-dessus $\frac{1}{7}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{13}$, exprimeront aussi les rapports du combustible épargné avec la totalité du combustible réellement consommé, quand l'eau alimentaire est à 0, à 26 ou 27°, ou à 40°.

20. L'examen dans lequel nous venons d'entrer, suffit pour faire connaître les avantages qu'on peut attendre dans les circonstances ordinaires du moyen proposé par M. Hase. Si l'on veut rechercher quels seraient ces avantages

Formule générale du combustible consommé.

dans d'autres hypothèses que celles que nous avons admises, on pourra faire usage de la formule suivante :

$$S = c q \left(\frac{T-t}{T} + n \right) (1 + k),$$

dans laquelle S = la somme de chaleur qui se dégage, ou la somme du combustible consommé dans un tems donné.

T = la température de l'eau dans la chaudière.

t = celle de l'eau alimentaire.

c = la quantité de chaleur ou de combustible nécessaire pour échauffer l'unité de quantité d'eau de zéro à la température T .

q = la quantité d'eau alimentaire qui entre dans la chaudière dans le tems donné.

$1 : n$ est le rapport entre la quantité de chaleur ou de combustible nécessaire pour échauffer l'unité de quantité d'eau de zéro à la température T , et celle qui est nécessaire pour vaporiser la même quantité d'eau à la température T .

$1 : k$ est le rapport entre toute la chaleur utilement employée, et toute celle qui est perdue, c'est-à-dire, entre celle qui échauffe l'eau alimentaire de t à T , et la vaporise, et celle qui échauffe la masse du fourneau, le courant de fumée, etc. etc. A. B.



