

D'après Smeaton, pour le maximum, la vitesse à l'extrémité des ailes doit être de 2,6 à 2,7 celle du vent.

Un semblable moteur, qui produit une vitesse essentiellement variable et n'agit qu'à des intervalles qui ne peuvent être prévus, dont on n'évite les plus grandes irrégularités d'action qu'en faisant varier la surface des voiles, ne peut être évidemment employé que pour quelques opérations très-simples, et ne saurait servir pour des fabrications délicates, pour des opérations qui doivent s'effectuer d'une manière continue.

CHAPITRE IV.

Chaleur.

113. La chaleur est la source de force la plus générale et la plus importante ; c'est elle qui, par la vaporisation, est la cause des chutes d'eau ; c'est elle, si on voulait aller plus loin, qui est la cause du travail de l'homme, dont la respiration est une véritable combustion. Mais bornons-nous à la chaleur produite par la combustion dans les foyers, en ayant soin de la considérer en elle-même et de ne pas la confondre avec les excipients qui servent à l'utiliser ; vapeur d'eau, d'alcool, air chaud, etc., etc.

Il est important pour cela de poser un principe trop souvent oublié dans la théorie de la machine à vapeur, ce qui nous engage à y insister ici, bien qu'il paraisse presque évident ; c'est que le travail d'une unité de chaleur (capable d'élever d'un degré un kilog. d'eau) a un maximum de travail théorique, comme un poids d'eau qui tombe d'une certaine hauteur. On ne saurait admettre, en effet, qu'une quantité limitée de chaleur puisse produire un travail infini ; ce serait admettre un effet qui ne serait pas en rapport avec la cause qui le produit. C'est ce qui va paraître encore plus clair en étudiant la manière dont la chaleur produit du travail.

Ce principe a été établi pour la première fois, en 1824, dans un opuscule remarquable, auquel on fit trop peu d'attention, par S. Carnot. Nous allons rappeler, en nous aidant des considérations consignées dans cette brochure (*Sur la puissance motrice du feu*), les conditions à remplir pour bien utiliser cette source de travail.

1° *Le travail est produit par le passage de la chaleur d'un corps chaud à un corps froid.* — En considérant la machine à vapeur, il est facile de se rendre compte que c'est ainsi que le travail s'y produit. En effet, le calorique développé dans le foyer par l'effet de la combustion traverse les parois de la chaudière et vient donner naissance à de la vapeur en s'y incorporant en quelque sorte. Celle-ci l'entraînant avec elle la porte dans le cylindre où elle agit, et de là, dans le condenseur, dont l'eau froide, s'emparant du calorique développé dans la combustion, produit le vide, ou dans l'air, où la température et la pression sont inférieures à celles de la vapeur.

2° *Partout où il y a différence de température, il y a production de force motrice.* — Tous les corps sont susceptibles de changements de volume, de contractions et de dilatations successives par les alternatives de chaleur et de froid, tous sont capables de vaincre dans leurs changements de volume certaines résistances, et de développer ainsi une certaine puissance motrice. Un corps solide, une barre métallique alternativement chauffée et refroidie, augmente ou diminue de longueur et peut mouvoir des corps placés à ses extrémités. Un liquide chauffé peut vaincre les obstacles plus ou moins grands opposés à sa dilatation. Un fluide aériforme produira dans les mêmes conditions des mouvements de grande étendue. Tous ces changements supposent des alternatives de chaleur et de froid, c'est-à-dire la disposition d'un corps chaud pour transmettre la chaleur à un corps froid.

Puisque le passage de la chaleur d'un corps chaud à un corps froid est une source de force par la dilatation qui en résulte, le bon emploi de la chaleur exige qu'il ne se fasse dans les corps

employés à réaliser la puissance motrice de la chaleur aucun changement de température qui ne corresponde à un changement de volume. Cette condition est la condition capitale de la bonne utilisation de la puissance motrice de la chaleur incorporée dans de la vapeur. Si le corps est refroidi par contact avant d'avoir atteint la température du corps froid par l'effet de sa dilatation, il y a évidemment travail perdu, comme quand l'eau quitte une roue à augets en conservant une grande vitesse ; il aurait pu se produire un travail qui ne s'est pas produit par l'effet de cette chaleur, qui n'a pas causé de dilatation.

3° *La puissance motrice d'une même quantité de chaleur est-elle constante ou varie-t-elle avec l'excipient employé pour l'utiliser ?* On peut démontrer qu'elle est constante théoriquement, en raisonnant sur un gaz, cas dans lequel des effets ne sont pas mélangés d'actions moléculaires intérieures. En effet, la quantité de chaleur qui cause la dilatation d'un gaz produisant une certaine quantité de travail, cette même quantité de travail exercée en sens inverse pour comprimer ce gaz, devra à son tour produire le dégagement de la même quantité de chaleur ; il y a là réciprocité de causes et d'effets.

Si donc, pour une même quantité de chaleur, un corps A donnait un travail mécanique plus grand que tout autre B, l'emploi de ce travail mécanique produit par le corps A, employé à comprimer cet autre corps B, devrait fournir une quantité de chaleur supérieure à celle qui a produit le travail initial, et capable par suite d'engendrer, en se communiquant au corps A, une quantité de travail supérieure à celle qui a produit la compression. On pourrait ainsi créer de rien, en répétant la même opération, une quantité indéfinie de chaleur, réaliser la chimère du mouvement perpétuel ; en d'autres termes on arrive à une conséquence absurde.

On ne doit donc pas chercher à faire varier l'excipient dans l'espoir d'un bénéfice de travail, mais chercher seulement à utiliser le mieux possible le travail du calorique, qui, comme une chute d'eau, a un maximum théorique, dont les machines peu-

vent utiliser une fraction d'autant plus grande qu'elles sont plus parfaites.

114. *Équivalent mécanique de la chaleur.* — Les progrès de la théorie physique de la chaleur ont permis de déterminer la valeur théorique de ce maximum, et de démontrer qu'on devrait la considérer comme la mesure de la consommation de la chaleur, de sa transformation en travail mécanique. La chaleur produit des mouvements moléculaires habituellement perceptibles comme effets calorifiques, et qui deviennent d'ordre mécanique lorsqu'ils se transforment, se communiquent de manière à devenir des mouvements de masses matérielles.

Nous ne pouvons entrer ici dans plus de détails sur cette intéressante question, que nous avons traitée ailleurs en détail. Nous dirons seulement qu'une expérience directe et la discussion d'expériences antérieures, nous ont conduit à admettre le chiffre 140 pour l'équivalent mécanique de la chaleur, ou 140 kilogrammes élevés à 1 mètre pour le travail théorique que peut engendrer une calorie, la quantité de chaleur nécessaire pour échauffer 1 kilog. d'eau d'un degré centigrade.

Passons en revue les divers moyens possibles d'utiliser les effets du calorique.

Solides.

115. Les solides ont une force de cohésion que le calorique détruit à mesure qu'il agit, il y a donc une partie du travail produit par la chaleur annulé par cette cause; mais cette quantité est restituée lorsque, par le refroidissement, le corps revient à son état primitif.

La physique indique les moyens de calculer les effets dus à la dilatation des solides. On connaît l'étendue des dilatations et l'effort qui peut être produit, lors du refroidissement, en raison de l'élasticité du corps. Chacun connaît l'application faite par Molard pour redresser les murs du Conservatoire, exemple qui, ainsi que nombre de faits, prouve que la force ainsi engendrée est considérable, si le chemin parcouru est petit.

