

DE LA COMPOSITION DES MACHINES.

LIVRE PREMIER.

Des Moteurs.

CHAPITRE PREMIER.

Des Moteurs animés.

1. **L'EFFORT** que les moteurs animés en général, et que les hommes en particulier, peuvent exercer sur les machines, est produit, ou par la force musculaire, ou par le poids de leur corps, ou enfin par le concours simultané de ces deux forces. Quelle que soit cependant la manière dont l'effort est produit, il résulte de la combinaison de trois élémens qu'il importe de bien distinguer : 1°. la pression ou traction, 2°. la vitesse imprimée par cette pression ou traction, 3°. la durée de l'action, qui dépend elle-même de la fatigue éprouvée par l'agent-moteur.

2. L'effort est momentané ou continu. S'il est momentané, la courte durée de l'action permet de donner aux deux autres élémens toute l'intensité dont ils sont susceptibles. S'il est continu, c'est - à - dire, s'il se prolonge pendant des journées entières, alors ces élémens sont nécessairement modifiés par la durée de l'action ; et l'effort continu, comparé, à égalité de circonstances, dans un même laps de temps, à l'effort momentané, doit toujours lui être inférieur. Le rapport entre ces deux efforts varie dans les divers cas, mais l'expérience semble indi-

quer qu'ordinairement l'effort continu est à peu près le tiers du momentané.

3. La pression ou traction, la vitesse, la durée de l'action peuvent dans chaque cas avoir une infinité de valeurs relatives différentes; mais toutes les combinaisons de ces valeurs ne sont pas également avantageuses: il en existe une entre elles, qui donne le plus grand produit possible, que l'on désigne sous le nom de *maximum*. La théorie, sans l'expérience, est insuffisante pour déterminer ce maximum, et l'expérience, dans ce cas et dans tous ceux qui concernent l'effort continu, ne peut être d'une utilité réelle, et ne peut donner de résultats positifs; 1°. si elle ne s'exerce directement sur les machines mêmes ou sur les organes mécaniques dont on veut connaître l'effet; 2°. si elle n'est prolongée régulièrement pendant plusieurs journées entières de travail; 3°. si l'on n'y a employé successivement plusieurs individus de force analogue; 4°. si enfin le travail n'a été surveillé consciencieusement avec toute l'attention et l'assiduité possibles. A ces quatre conditions il serait important d'en ajouter une cinquième, qui n'est pas cependant indispensable. Cette utile condition consisterait dans l'emploi de plusieurs machines de même espèce, sur chacune desquelles on renouvellerait les expériences.

4. Cette méthode expérimentale est sans doute longue et coûteuse, elle exige une persévérance peu commune, mais elle est la seule qui puisse contribuer avec efficacité au perfectionnement de cette branche importante de la mécanique, qui, maintenant dépourvue de données positives, est dans un état d'imperfection qui réclame vivement les soins des savans qui ont pour but de rendre leurs travaux utiles à la société. L'homme, employé comme moteur mécanique, produit son action de deux manières différentes: 1°. en demeurant toujours à la même place; 2°. en donnant à son corps un mouvement de translation.

Il opère de la première manière lorsqu'il tire ou pousse verticalement du haut en bas ou du bas en haut, et lorsque, étant assis ou ayant le corps appuyé contre un objet fixe, il tire ou pousse horizontalement et obliquement par l'intermède de la force musculaire de ses bras ou de ses jambes.

5. Il y a deux espèces de pressions ou de tractions ; *l'absolue* et la *relative*. La première exclue la vitesse et ne produit qu'une sorte d'équilibre, elle est, dans chaque manière d'agir, la plus forte qu'un individu puisse exercer; c'est elle qui est indiquée par le dynamomètre, lorsque la personne qui expérimente sa force au moyen de cet instrument, y concentre toute sa vigueur. La *relative*, combinée avec la vitesse, est modifiée par elle; sa valeur, toujours moindre que celle de l'absolue, suit la proportion inverse des degrés de vitesse.

6. Lorsqu'un homme, sans changer de place, tire ou pousse, soit dans une direction verticale du haut en bas ou du bas en haut, soit dans une direction horizontale ou oblique, il agit par la force musculaire de ses bras; et, comme dans ces quatre espèces d'actions, la cause opératrice est identique, on peut en conclure que l'effet résultant est le même à égalité de circonstances. Le poids du corps coopère à l'action dans les tractions, verticale du haut en bas, horizontale et oblique; mais cette coopération n'augmente ni ne diminue l'effet produit par la seule force musculaire; car il est évident que le poids agissant doit être indispensablement soutenu par une portion équivalente de la force musculaire, et que cette portion cesse alors de contribuer directement à la traction. Ainsi, dans les quatre cas désignés, la pression ou la traction dépend entièrement de la force musculaire; c'est elle qui la produit, et c'est elle qui l'entretient; le poids du corps ne possède qu'une force inerte qui doit à la force musculaire toute sa faculté motrice.

7. Mais, dans ces mêmes cas, quelles sont les valeurs des pressions ou tractions, absolue et relative? Nous n'avons pas un assez grand nombre d'expériences positives pour pouvoir les déterminer avec exactitude. Il paraît cependant, d'après quelques expériences faites avec le dynamomètre de M. *Regnier*, que la pression absolue exercée par quelques individus très-robustes équivaut à 200 ou 300 kilogrammes, et que le terme moyen est approximativement égal à 130 kilogrammes, c'est-à-dire, à un poids double de celui de l'individu qui opère. D'après les observations faites par M. *Coulomb* sur les hommes qui travaillent au mouton, dans les travaux hydrauliques, on peut évaluer la *traction relative continue* à un poids de 20 kilogrammes, élevé vingt fois à la hauteur d'un mètre pendant une minute, en supposant une durée de trois heures au travail effectif, dans une journée, déduction faite de toute espèce d'interruption et de repos. Et enfin, d'après ce que nous avons dit (2), je crois que l'on peut attribuer à la *traction relative momentanée* une valeur triple de celle que nous venons d'indiquer.

8. Il est une autre sorte de traction verticale du haut en bas, qui paraît *absolue* en apparence, et qui cependant est bien moindre que la *traction absolue réelle*. Si l'homme qui agit dans ce cas n'a aucun poids étranger sur le corps, la plus forte traction qu'il pourra exercer, sera équivalente au poids de son corps; car, agissant avec vigueur, son corps se soulève de terre, et, sans autre appui que la corde ou l'organe mécanique qui reçoit l'action, il produit le simple effet d'un corps inerte abandonné à sa force de gravité. Mais il est certain qu'un homme, quoique chargé, peut encore tirer de la même manière; il faut donc, en évaluant la force absolue réelle, ajouter au poids du corps celui de la plus grande charge qu'il peut porter, sans que cette charge l'empêche de se suspendre.

9. La force musculaire des jambes et des cuisses paraît être plus vigoureuse que celle des bras. Nous observons journellement des portefaix chargés d'un poids de 100 à 150 kilogrammes, marcher avec aisance, et nous savons que dans la marche, le corps et le fardeau sont soulevés à chaque pas par cette force musculaire des jambes et des cuisses. L'expérience nous démontre aussi que la pression absolue qu'un homme assis exerce avec ses jambes est très-vigoureuse et qu'elle équivaut au poids de 300 kilog., lorsque l'individu est robuste.

10. Si l'on parvient à faire agir simultanément la force musculaire des bras et celle des jambes, alors on produit ces sortes d'efforts extraordinaires dont quelques jongleurs savent tirer parti pour alimenter la curiosité publique. Le mécanicien peut également se servir du même moyen pour opérer dans les travaux utiles des efforts momentanés très-énergiques.

11. Dans la plupart des cas où la pression et la traction sont produites par la locomotion du corps de l'individu moteur, la force musculaire ne sert qu'à produire cette locomotion, et l'effort résulte presque uniquement du poids absolu ou relatif de l'individu. C'est ce que l'on observe toutes les fois que les hommes agissent sur les roues à tambour et à chevilles et sur les bascules, ou bien sur les plateaux mobiles et sur les échelles flexibles que j'ai inventées. On ne doit pas cependant trop généraliser cette proposition, et il est un cas qui appartient à la catégorie des *tractions par locomotion*, où l'expérience a démontré que la force musculaire ne se borne pas à produire la locomotion, mais contribue aussi à la traction simultanément avec le poids matériel du corps. C'est le cas où l'homme moteur agissant par la marche, tire ou pousse horizontalement sans faire usage de ses bras, comme quand il tire une charrette, et quand il travaille à la remonte des bateaux : il est prouvé que,

