

Qui se souvient du frein de Prony

A propos du frein de Prony.

Les plus simples des objets scientifiques ou industriels recèlent une histoire insoupçonnée. Jean-Yves Dupont nous en donne un exemple aujourd'hui. Agrégé de mécanique, professeur de Sciences industrielles en classes préparatoires aux grandes écoles (CPGE) et chercheur associé au Service d'histoire de l'éducation (INRP), il travaille notamment sur la création des cours de Théorie, Construction et établissement des Machines à l'École centrale.

Qui se souvient du frein de Prony.

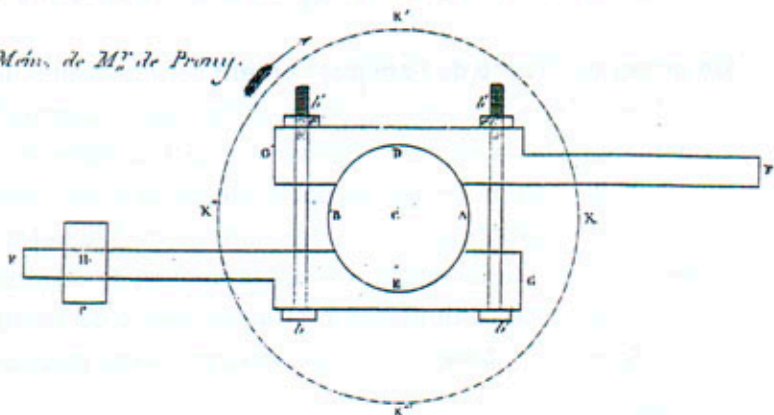
Jacques Dureil (49)

A propos du frein de Prony.

Qui se souvient encore du frein de Prony, disparu de nos enseignements depuis quelques décennies ? Si on mentionne encore cet appareil aujourd'hui, c'est sous une formule lapidaire telle que "frein dynamométrique qui a servi dans les essais des machines thermiques pour mesurer la puissance disponible sur l'axe" (Elie Lévy, *Dictionnaire de physique*, 1988). Mise à part la mention des seules machines à vapeur qui laisse de côté les roues hydrauliques, cette définition est un raccourci que l'on peut comparer

FIGURE 1 :

Fig. du Mécan. de M^r de Prony.

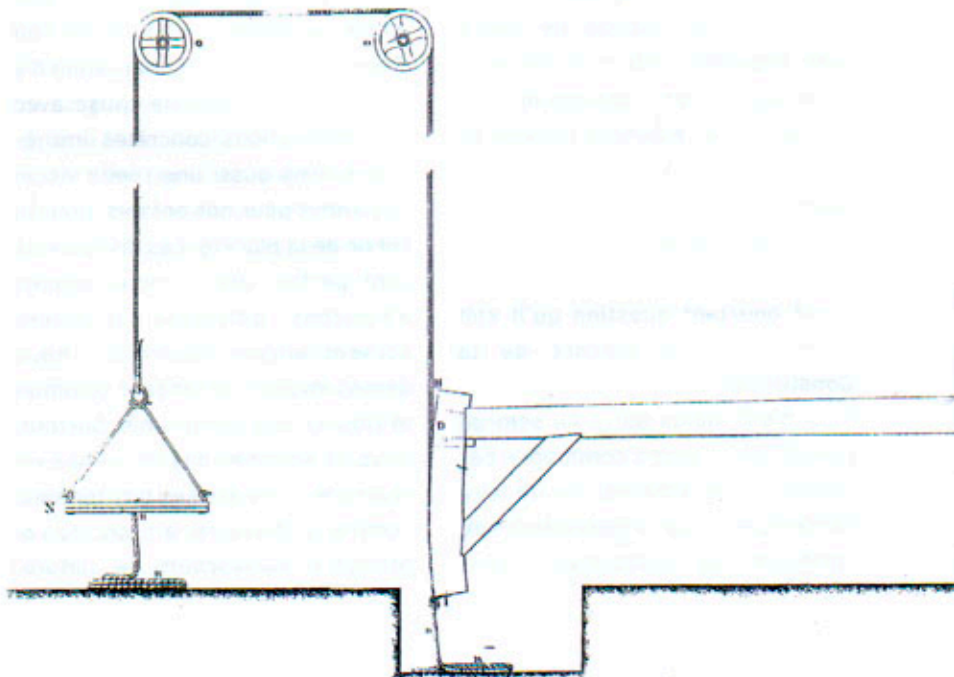


à celle du *Dictionnaire des arts et manufactures* (*Description des procédés de l'industrie*) dont la première édition date de 1845-47. Charles Laboulaye y écrit : "Cette invention a été un pas immense pour les progrès de la mécanique pratique, en permettant d'évaluer directement le travail transmis par les récepteurs, et par suite, de comparer pratiquement les dispositions diverses de ceux-ci pour s'arrêter au plus convenable." La distinction entre puissance et travail n'est pas ici significative : au XIXe siècle le travail était ramené

à l'unité de temps et ne concernait pratiquement que le mouvement uniforme. Par contre, s'agissait-il d' "évaluer" ou bien de "mesurer" ?

Problèmes d'expertise industrielle.

Entre 1810 et 1830, de nombreux mécaniciens se préoccupent de la "mesure de l'effet dynamique des machines de rotation" - ainsi que de sa définition théorique. A la suite d'un projet de remplacement de machine à vapeur (correspondant à une évolution technologique, du type de Watt au modèle de Woolf) à l'usine



du Gros-Cailloeu (Paris), un conflit oppose l'entrepreneur au constructeur. Les deux machines étant installées sur le même lieu, comment prouver que la nouvelle est la meilleure ? Sur quels critères ? Avec quel instrument ? De nombreuses expertises se succèdent ; elles n'aboutiront qu'en 1826 avec la publication d'un rapport détaillé - et n'auront pas de suite, le constructeur ayant abandonné la partie devant a mauvaise foi de l'entrepreneur. C'est à cette occasion que Gaspard Riche de Prony (académicien et directeur de l'Ecole des ponts et chaussées) publie, fin 1821, une Note de huit pages avec un croquis [figure 1] donnant la théorie d'un "moyen nouveau". Sa paternité sera contestée, l'idée étant dans l'air du temps ; mais il est indéniable qu'on lui en doit la première description publiée. Malgré les articles de Jean-Nicolas-Pierre Hachette (professeur du cours de machines à l'Ecole polytechnique révoqué à la Restauration) destinés à faire connaître cet appareil, il faut attendre la fin des années vingt pour que le monde des ingénieurs s'en

FIGURE 3 :

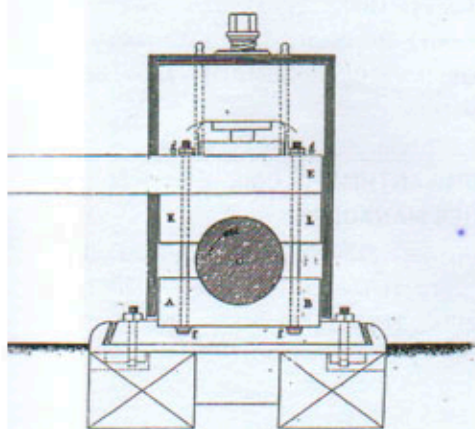
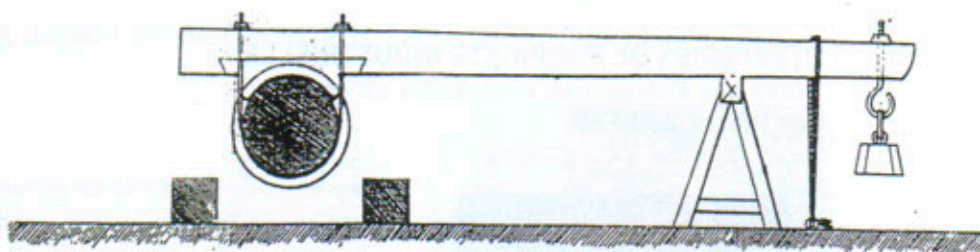


FIGURE 2 :



empare - de pair avec la notion de "travail".

Mesure de couple et évaluation du travail.

L'emploi de ce "dynamomètre" consiste à désolidariser l'arbre des machines-outils et à installer sur l'arbre moteur un frein flottant associé à une balance. Pour une vitesse de rotation donnée, on équilibre alors les effets d'entraînement dus au frottement avec un poids marqué. Les efforts appliqués à l'ensemble arbre-frein se ramènent au couple moteur en entrée, aux actions des paliers et au poids monté sur la balance. Ainsi le couple moteur est-il égal au moment de ce poids, compte tenu du bras de levier. Cet appareil mesure donc un "couple" ; et il est remarquable que les lois du frottement n'interviennent pas dans ce calcul (même si Prony la met en jeu dans l'équilibre du frein seul). Il suffit ensuite de multiplier ce couple par la vitesse de rotation (mesurée avec un chronomètre) pour obtenir la puissance utile. Mais les ingénieurs d'alors s'obligent à interpréter physiquement le résultat de ce calcul. Le produit du bras de levier par la vitesse de rotation de l'arbre correspond à la vitesse linéaire qu'aurait l'extrémité du levier s'il était entraîné par un blocage du frein ; par conséquent, le "travail utile" du moteur est égal au travail virtuel

de la charge de la balance.

Du modèle à l'atelier.

L'expérimentation s'effectue dorénavant in situ, sur des machines réelles et non plus sur des modèles réduits : d'où des contraintes d'encombrement. Ainsi, dans le dessin [figure 2] fourni en 1827 par Jean-Victor Poncelet (professeur de mécanique appliquée aux machines à l'Ecole militaire de Metz) le levier de la balance est situé au-dessus de l'arbre moteur ; le montage est alors instable et nécessite des précautions : chevalet et corde limitent le débattement du levier. Dans un mémoire primé en 1829 par la Société industrielle de Mulhouse, Benoît Fourneyron (ancien élève de l'Ecole des mineurs de Saint-Etienne) propose de monter la balance à l'envers, c'est-à-dire entraînée vers le bas [figure 3]. A cette même époque l'Ecole centrale des arts et manufactures ouvre ses portes et il lui faut inventer un enseignement de mécanique et de machines. On peut déjà noter qu'elle ne reste pas à l'écart des innovations techniques, comme le prouve la publication du mémoire de Fourneyron sur l'emploi du frein de Prony dans les Annales de l'industrie française et étrangère (Bulletin de l'ECAM).

Jean-Yves Dupont