

uns sur les autres, et multipliant ainsi, selon les cas, la force ou la vitesse d'une manière surprenante, mais d'ailleurs toujours l'une aux dépens de l'autre. Elles ont le grave inconvénient de causer, par les frottements, une grande perte de travail.

§ VII. Qu'est-ce que le treuil? — Où la résistance est-elle appliquée? — Et la puissance? — Quel est le rapport de la puissance à la résistance? — Comment est faite et employée la roue des carriers? — Comment est fait le treuil à tambour? — A quoi sert prin-

cipalement le treuil? — Qu'est-ce que le cabestan? — Quel avantage a-t-il sur le treuil à manivelle? — Qu'entend-on par roues dentées? — Quelle est la manière de les employer? — Qu'est-ce qu'un pignon? — Quel est le grand inconvénient des engrenages?

### VIII. Grue et chèvre.

Les grues (fig. 155) et les chèvres sont des machines des-

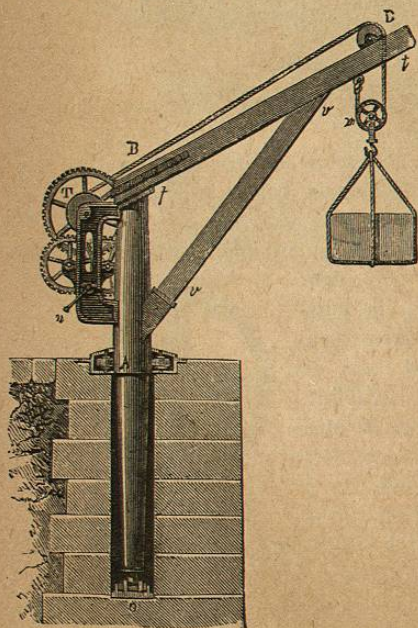


Fig. 155.

composé à rouages. La chèvre (fig. 156) employée pour la

construction des maisons est en bois; le plus souvent son treuil est simple. La puissance agit au moyen de leviers en bois qu'on implante dans l'arbre de ce treuil. Leur action est préférable à celle d'une manivelle, à laquelle on ne pourrait pas donner un assez grand rayon

C'est à l'aide des grues qu'on décharge les bateaux et les vaisseaux, et qu'on transborde leur chargement. Ces grues, posées sur le quai lui-même, doivent avoir leurs montants considérablement inclinés, afin que

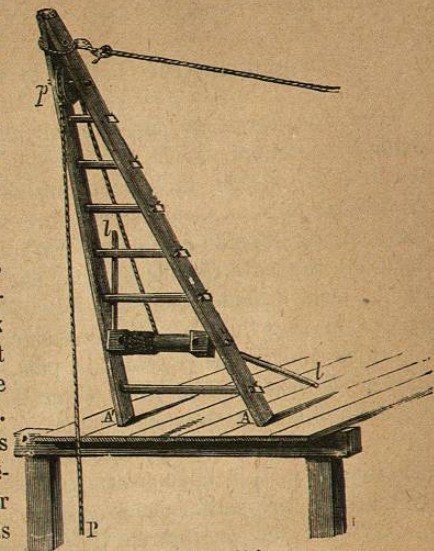


Fig. 156.

la corde ou la chaîne qui descend de leur extrémité supérieure puisse s'avancer jusque sur le navire. Pour maintenir les montants dans cette position, on n'emploie pas de cordages attachés au sol ou aux constructions voisines, comme on le fait d'ordinaire pour la chèvre. Ces montants font corps avec une colonne en fonte très lourde et profondément enfoncée dans une caisse en maçonnerie, à l'intérieur de laquelle elle peut tourner sur elle-même. On peut ainsi, après avoir soulevé le fardeau, faire pivoter la grue, amener le fardeau à terre, puis replacer la grue au-dessus du pont du bâtiment.

Le treuil de la grue est mis en mouvement soit avec une double manivelle, soit avec une roue à chevilles.

Les machines à mâter sont des grues d'une très grande hauteur, dont on se sert pour soulever les mâts des vaisseaux et les mettre en place.

§ VIII. A quoi servent les grues et les chèvres? — Quel est leur caractère commun? — Quel rôle le treuil y joue-t-il? — A quoi servent surtout les grues? — Comment sont disposées les grues tournantes? — Qu'est-ce que la machine à mâter?

### IX. Le plan incliné, la vis, la vis sans fin.

Lorsqu'un corps est posé sur un plan horizontal, son poids est équilibré par la résistance du plan; toute force serait alors capable de le mouvoir, s'il n'y avait pas un frottement plus ou moins grand entre les surfaces qui se touchent. Si le *plan est incliné*, il n'y a qu'une partie du poids qui se trouve équilibrée: pour faire monter le corps sur le plan, il faut vaincre à la fois et le frottement et la portion du poids qui n'est pas équilibrée; celle-ci est d'autant plus grande que la pente du plan est plus forte. On emploie le plan incliné pour élever de lourds fardeaux, par exemple pour monter une statue sur son piédestal.

La *vis* est encore une application du plan incliné; c'est en réalité un plan incliné tournant autour d'un cylindre. On fait tourner, et par suite monter ou descendre, tantôt l'érou sur la vis, tantôt au contraire la vis sur l'érou, à l'aide d'une ou plusieurs barres engagées dans la pièce mobile. Nous trouvons la vis employée sous cette forme dans les anciennes presses d'imprimerie, et aussi dans les pressoirs à vin ou à huile; elle est ordinairement associée alors à un cabestan dont la corde va s'enrouler sur une large roue formant la tête de la vis.

La *vis sans fin* est une vis sans érou, engrenant avec une roue à dents un peu obliques. Elle s'emploie dans les tournebrosches, dans les mouvements d'horlogerie appliqués aux lampes, et dans beaucoup d'autres machines.

§ IX. Quelle force a-t-on à vaincre pour faire glisser un corps sur un plan horizontal? — En est-il de même sur le plan incliné? — Dans quelle circonstance emploie-t-on le plan incliné? — Quel rapport y a-t-il entre la vis et le plan incliné? — Quelles sont les différentes façons de l'employer? — Comment se trouve-t-elle appliquée dans les pressoirs à vin et à huile? — Qu'est-ce que la vis sans fin? — Où la trouve-t-on employée?

### X. Roues hydrauliques.

Les *roues hydrauliques*, ou roues mues par le poids ou le choc de l'eau, sont de diverses espèces. Dans les unes, l'eau est reçue dans des boîtes ou *augets* disposés sur la circonférence de la roue, et son poids agit comme celui de l'ouvrier placé sur la roue de carrière; l'eau est amenée par un conduit à la partie supérieure de la roue; aussi donne-t-on à ces roues le nom de *roues en dessus*. La meilleure forme des augets est celle qui retient la plus grande quantité d'eau tant que l'auget n'est pas parvenu au point inférieur, où il doit se vider complètement.

On donne généralement le nom de *roues de côté* à des roues qui reçoivent l'eau vers le milieu de leur hauteur, soit sur des palettes droites, qui rasant le fond arrondi d'une fosse appelée *coursier*, où elles sont emboîtées, soit sur des palettes formées de deux portions inclinées l'une sur l'autre. L'eau agit d'abord sur ces palettes en les choquant, puis elle agit par son poids sur leurs faces supérieures, comme l'eau contenue dans les augets.

Les roues à palettes, ou aubes planes mues par-dessous, sont les plus anciennes. On les appelle *pendantes* quand elles sont mises en mouvement par un large courant d'eau, tel que celui d'une rivière, parce que, placées quelquefois sur le côté d'un bateau qui porte un moulin, elles semblent pendre de ce bateau. Ces roues *en dessous* ont dû être employées partout où l'on avait un courant et non une chute d'eau.

Les diverses espèces de roues ont chacune leurs avantages et leurs inconvénients. Les *roues en dessus* bien faites donnent les  $\frac{3}{4}$  de la force de la chute d'eau; les *roues de côté* donnent depuis les  $\frac{5}{10}$  jusqu'aux  $\frac{7}{10}$ ; et les *roues en dessous*, le  $\frac{1}{5}$  seulement.

Les roues hydrauliques servent à tirer parti de la force d'une masse d'eau pour faire tourner, avec une vitesse de rotation plus ou moins grande, un arbre horizontal, auquel

elles sont adaptées. Elles font le même effet qu'une poulie sur laquelle une corde enroulée tirerait dans le sens suivant lequel marche ou tombe l'eau. Il est vrai qu'il y a beaucoup plus de force perdue, mais cette force ne coûte rien. On emploie les roues hydrauliques à faire tourner des meules, à mouvoir des pilons, des marteaux, des scies, etc.

§ X. Que sont les roues hydrauliques? — Qu'entend-on par roues en dessus? — Quel est, dans le cas des roues en dessus, la meilleure forme à donner aux augets? — Qu'entend-on par roues de côté? — Qu'est-ce que le coursier? — Comment l'eau agit-elle dans ces sortes de roues? — Qu'en-

tend-on par roues en dessous? — Quelle fraction de la force de la chute d'eau donnent les roues en dessus? — Les roues de côté? — Les roues en dessous? — Dans quelles circonstances fait-on usage des roues hydrauliques? — Quel avantage offrent-elles?

### XI. Machines à vapeur.

La vapeur qui s'échappe de l'eau a, comme les gaz, une élasticité qui se développe très rapidement, à mesure que la température de l'eau devient plus élevée.

Depuis bien longtemps on cherchait à utiliser cette force de la vapeur. Mais jusqu'au dix-septième siècle on se borna à lancer la vapeur, comme on eût fait d'un gaz, sur les ailettes d'un moulin, ou à l'employer pour faire monter de l'eau dans un tube par la pression qu'elle exerçait sur la surface du liquide. C'est à un savant médecin français nommé Denis Papin, né à Blois en 1630, qu'il faut rapporter la découverte des principes sur lesquels repose l'emploi de la vapeur comme force motrice.

Nous ne pourrions pas suivre dans tous ses développements cette admirable invention; nous nous bornerons à en faire comprendre le principe et à en indiquer sommairement les applications.

Que l'on se représente un cylindre creux (fig. 157) dans lequel peut glisser à frottement un piston qui le partage en deux chambres complètement fermées. Chacune de ces chambres peut communiquer, par des conduits qui débouchent près des deux fonds du cylindre, soit avec une chaudière fournissant de la vapeur dont la force élastique est supérieure

à la pression atmosphérique, soit avec un espace froid appelé le *condenseur*. Quand la chambre supérieure communique avec la chaudière, sa communication avec le condenseur est interceptée, et pendant ce temps l'autre chambre communique avec le condenseur, mais non avec la chaudière.

On comprend que la vapeur venue de la chaudière pressera sur la face supérieure du piston, tandis que la vapeur qui est au-dessous ira se condenser dans la chambre froide, d'où résulte sous le piston un vide presque complet. Alors le piston descend jusqu'au bas du cylindre. Par le jeu d'un petit appareil très simple

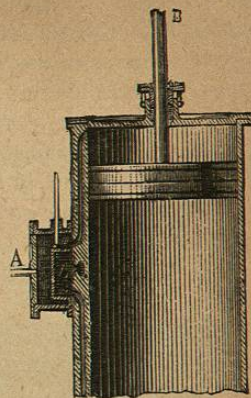


Fig. 157.

appelé *tiroir*, et que la machine elle-même met en mouvement, les communications sont immédiatement renversées; la vapeur arrive maintenant sous le piston, tandis que celle qui était au-dessus va se liquéfier dans le condenseur; alors le piston remonte, et ainsi de suite.

Le piston est muni d'une tige qui traverse dans un anneau de cuir le fond supérieur du cylindre. Cette tige porte à sa partie supérieure une *bielle*, c'est-à-dire une barre de fer analogue à celle qui va, dans un rouet, de la planchette sur laquelle on pose le pied, à la manivelle de la roue. La bielle joue le même rôle et fait tourner, absolument de la même façon, une grande roue appelée *volant*, et l'arbre sur lequel elle est montée.

Qu'on se figure le cylindre établi horizontalement avec sa chaudière sur un chariot: la bielle agira par le moyen d'une manivelle sur l'un des essieux et le fera tourner. C'est là une *locomotive*.

Quelquefois la tige, au lieu d'agir immédiatement sur la bielle, agit d'abord sur l'une des branches d'un grand balancier, à l'autre branche duquel est adaptée la bielle. Ce ba-

lancier fait ordinairement marcher les tiges de diverses pompes destinées à alimenter d'eau froide le condenseur, ou bien à en retirer cette eau après qu'elle s'y est échauffée par la condensation de la vapeur, ou encore à fournir de l'eau chaude à la chaudière. C'est une sorte de manivelle, appelée *excentrique*, montée sur l'arbre de couche qui fait marcher le tiroir.

Les machines où la vapeur est amenée avec une forte pression n'ont pas ordinairement de condenseur : la vapeur se condense dans l'air du dehors, avec lequel on la fait communiquer. C'est d'après ce principe que sont construites les locomotives.

Dans les bateaux à vapeur, les bielles font tourner un

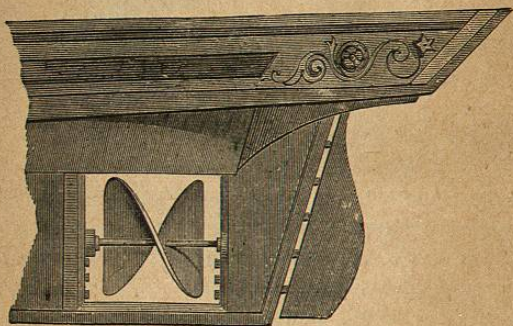


Fig. 158.

arbre horizontal placé en travers du bateau, et sur les extrémités duquel sont montées deux roues à palettes analogues à celles des moulins à eau. Dans les moulins, c'est la pression de l'eau sur les palettes qui fait tourner la roue. Dans les bateaux à vapeur, c'est au contraire la roue qui en tournant presse sur l'eau et pousse le bateau en avant.

Les roues placées ainsi sur le côté du bâtiment sont exposées à une multitude d'avaries qui peuvent entraver ou même arrêter complètement la marche. En outre, si le vent maintient le corps du bateau penché, il n'y a plus qu'une des roues qui travaille, l'autre tourne à vide. Aussi remplace-t-on maintenant les roues par une espèce de vis sans

fin, établie à l'arrière du vaisseau (fig. 158), sous le gouvernail, et entièrement plongée dans l'eau. La machine à vapeur est elle-même logée à l'arrière; l'avant se trouve ainsi légèrement soulevé, ce qui augmente la vitesse de la marche, et le bâtiment n'est plus exposé à s'ouvrir au milieu par les gros temps. Ces bâtiments, appelés bateaux à *hélice*, ont une marche plus rapide et plus régulière que les bateaux à roues.

§ XI. A qui faut-il attribuer l'invention de la machine à vapeur? — De quelle façon la vapeur agit-elle sur le piston? — Qu'est-ce que le condenseur? — Comment le mouvement du piston s'établit-il? — Quel est le jeu du tiroir? — Quel rôle joue la bielle dans les machines à action directe? — Comment fonctionnent les machines à balancier? — De quel genre est la locomotive? — Comment le tiroir est-il mis en mouvement? — Toutes les machines à vapeur sont-elles munies de condenseur? — Quelles sont celles qui n'en ont pas d'ordinaire? — Où la vapeur se condense-t-elle dans ce cas? — Comment fonctionnent les machines de bateaux? — Comment s'explique le mouvement de progression d'un bateau à vapeur marchant avec des roues à aubes? — Quels sont les inconvénients de ce genre de bateaux? — Qu'est-ce que l'hélice? — Où est-elle logée? — Quels avantages présentent les machines à hélice?