

La longueur des plans inclinés n'est pas limitée comme celle des plans automoteurs. Elle est souvent considérable. La pente peut en être très-roide; toutefois il ne conviendrait pas de dépasser celle de 5 à 4 centimètres, si on voulait y effectuer un transport de voyageurs. Avec une pente plus forte, la rupture d'un câble peut occasionner de très-graves accidents.

#### SYSTÈME ATMOSPHÉRIQUE.

Bien que la plupart des ingénieurs considèrent le système atmosphérique comme définitivement condamné, nous ne croyons pas devoir en supprimer la description du *Traité élémentaire*. On s'occupe sérieusement dans ce moment de trouver le moyen d'établir des chemins de fer dans les pays de hautes montagnes. L'étude de ce système peut conduire à la solution du problème. Nous croyons, d'ailleurs, qu'il ne saurait être inutile de faire l'histoire d'un système qui a menacé, il y a quelques années, de détrôner les locomotives.

Le système atmosphérique diffère essentiellement du système funiculaire par le mode de transmission de l'action du moteur aux waggons.

**Système anglais.** — Medhurst, ingénieur danois, a proposé déjà, en 1810, d'appliquer le principe du système atmosphérique au transport des marchandises, des lettres et des journaux. Mais il faisait voyager ces objets dans l'intérieur d'un tube au lieu de les placer à l'extérieur, comme nous le verrons plus loin.

Valence, plus tard, essaya de faire circuler les voyageurs mêmes dans l'intérieur d'un tube en bois qu'il posa sur la route de Brighton. Une pareille tentative ne pouvait être couronnée de succès.

Medhurst ensuite, perfectionnant ses premières idées, chercha à transmettre l'action d'un piston glissant dans un tube à des waggons placés extérieurement, au moyen d'une tige se mouvant dans une ouverture ou rainure longitudinale pratiquée dans la partie supérieure de ce tube, rainure qu'il bouchait avec une soupape hydraulique. Cet appareil fut encore abandonné, parce qu'il ne pouvait être employé que sur un chemin constamment de niveau.

Un ingénieur américain, Pinkus, prit à Londres, en 1834, un

brevet pour fermer la rainure longitudinale au moyen d'une soupape en corde ; mais cette soupape ne réussit pas mieux que la soupape à eau. Pinkus essaya ensuite de nouveaux moyens avec le même insuccès.

MM. Clegg et Samuda enfin imaginèrent une soupape qui est aujourd'hui employée sur le chemin de Saint-Germain, et dès ce moment le système atmosphérique fut en état de prendre place parmi les moyens de locomotion, et rivalisa, momentanément du moins, avec le système des locomotives.

Il existe deux manières d'employer le système atmosphérique, celui *par aspiration* et celui *par compression*.

Le système par aspiration est le seul qui ait été appliqué sur une grande échelle. Il consiste à poser au milieu de la voie, dans toute la longueur du parcours, à quelques interruptions près, un gros tube en fonte dans lequel se meut un piston à la tige duquel est fixé l'un des waggons du convoi (fig. 435) par une barre d'atte-

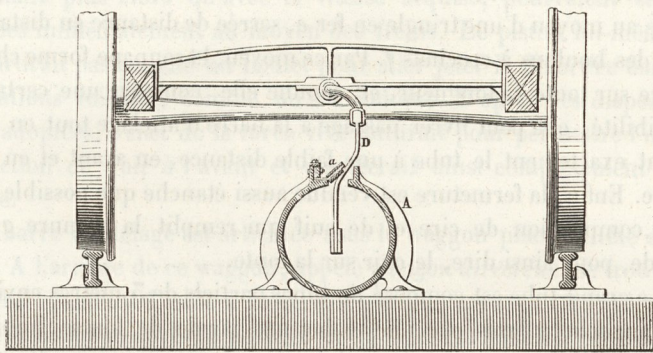


Fig. 435.

lage D. Une fente longitudinale ménagée à la partie supérieure du tube livre passage à cette barre. Entraînée par le piston en mouvement, elle glisse dans la rainure et entraîne elle-même le convoi. La rainure est recouverte par une soupape *a*. Cette soupape se soulève pour laisser passer la barre *D* et se referme en arrière. La machine fixe, à l'aide d'une pompe pneumatique, fait le vide dans le grand tube sur l'une des faces du piston, qui est alors chassé par



la pression de l'atmosphère agissant sur l'autre face. Le tube est fermé aux deux bouts par des soupapes spéciales. Tel est le principe du système atmosphérique par aspiration. Nous en compléterons la description en entrant dans quelques détails sur les différentes parties qui composent l'appareil.

La soupape qui ferme la rainure n'est autre chose qu'une lanière en cuir continue (fig. 454), consolidée par des lames de fer *c* et *d*

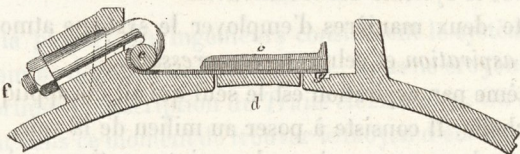


Fig. 454.

de même longueur, placées en dessus et en dessous, et réunies par des rivets. La bande de cuir est fixée sur l'un des côtés de la rainure au moyen d'une tringle en fer *e*, serrée de distance en distance par des boulons à crochets *f*. Par ce moyen, la soupape forme charnière sur toute sa longueur, et, comme elle, conserve une certaine flexibilité; elle peut livrer passage à la barre d'attelage tout en fermant exactement le tube à une faible distance, en avant et en arrière. Enfin, la fermeture est rendue aussi étanche que possible par une composition de cire et de suif qui remplit la rainure *g*, et soude, pour ainsi dire, le cuir sur la fonte.

Le grand tube est composé de tubes partiels de 5 mètres environ de longueur, réunis par une emboîture garnie de filasse imbibée d'huile et de suif, qui forme un joint étanche tout en permettant les dilatations et les contractions du métal.

Le piston est double : il se compose essentiellement de deux espèces de calottes, de cuir embouti, fixées sur la tige. La disposition est telle, que les bords s'appliquent par la pression de l'atmosphère contre les parois du tube, enduites préalablement d'une couche de graisse.

Des deux côtés et au droit de la barre d'attelage la tige du piston est munie de galets (fig. 455) qui soulèvent la soupape avant le

passage de la tige et la maintiennent ouverte sur une certaine longueur. Enfin, à l'extrémité opposée au piston se trouve un contre-poids qui équilibre tout l'appareil et empêche le piston proprement dit d'appuyer dans le bas du tube. La longueur de la tige doit être telle, que dans aucune circonstance la soupape ne puisse être soulevée au droit du piston.

La barre d'attelage n'a pas une épaisseur très-considérable, mais son excessive largeur la met pour ainsi dire à l'abri de toute chance de rupture. On a prévu du reste les effets d'une force vive qui serait le résultat soit d'un obstacle sur le chemin de fer, soit de quelque entrave à la marche du piston dans le tube longitudinal; la tige est reliée à cet effet au waggon directeur par un système d'assemblage dont l'organe principal est un boulon en bois qui se romprait par l'effet d'un choc violent, de telle sorte que le piston serait ainsi détaché de toutes les voitures du convoi. Les voitures, si l'arrêt provenait du piston et non d'un obstacle sur la voie, ne marchant plus alors qu'avec la vitesse acquise, pourraient être arrêtées immédiatement au moyen des freins. Le piston lui-même ne partirait pas comme un boulet pour aller jeter le désordre dans les stations voisines, comme on l'a indiqué. D'après les dispositions adoptées, l'effet de la force vive suffirait pour permettre l'introduction de l'air à l'avant et annulerait ainsi complètement la vitesse.

La barre d'attelage est articulée sous le waggon placé en tête du train. A l'arrière de ce waggon, appelé *waggon directeur*, se trouve un galet manœuvré, soit à bras, soit par un contre-poids, qui referme la soupape après le passage de la tige. Quelquefois on place sous le waggon directeur un petit fourneau chargé de combustible enflammé (*voir la fig. 435*), qui fond la graisse de la rainure et soude ainsi la soupape sur son siège après le passage du piston.

Dans les stations où le train doit pouvoir passer sur des voies de garage et aux passages à niveau où une route croise le chemin de fer, le tube est nécessairement interrompu. En ces points, le piston devra donc pouvoir entrer dans le tube et en sortir librement. Mais, d'un autre côté, on ne peut faire d'avance le vide dans ce tube que s'il est exactement fermé à ses deux extrémités au moyen de



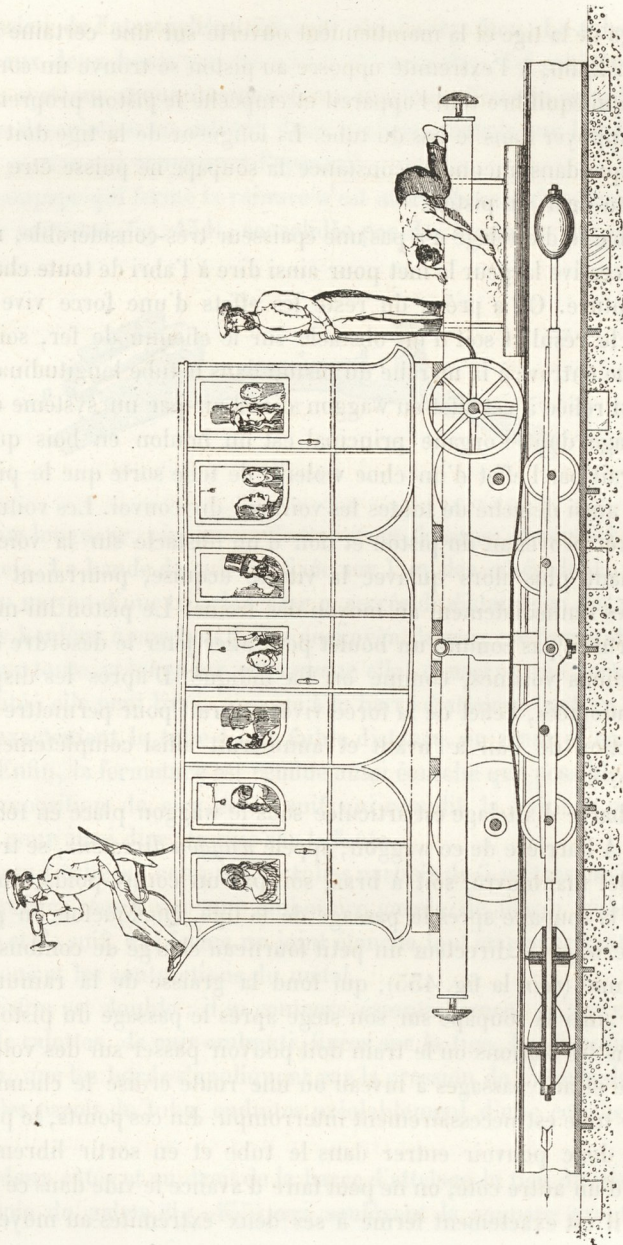


Fig. 455. — Wagon directeur, système atmosphérique.

souppes, l'une dite d'entrée (fig. 436), l'autre dite de sortie (fig. 438).

Les extrémités du tube sont évasées en entonnoir afin de faciliter

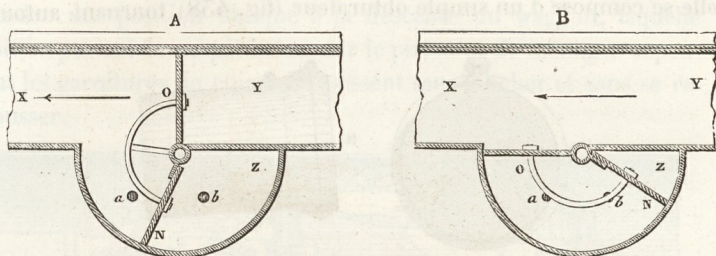


Fig. 456 et 457. — Soupape d'entrée.

l'entrée du piston. A une faible distance de l'entonnoir se trouve la soupape d'entrée, représentée fermée dans la figure A 456 et ouverte dans la figure B 457. Cette soupape se compose de deux parties O et N pouvant tourner autour d'un axe commun, la première dans le tube, qui, en ce point, a ses parois verticales à partir du diamètre horizontal, la seconde dans une chambre semi-cylindrique venue de fonte sous le tube. Le vide étant fait en X et la capacité Z communiquant avec l'air extérieur (fig. A 456) par le tube Y et par l'orifice *b*, les faces de droite des deux soupapes seront pressées par l'atmosphère, tandis que leurs faces de gauche ne recevront que l'action de l'air raréfié en X. Au moment où l'on donne le signal du départ, on met en communication les deux orifices *a* et *b* au moyen d'un tiroir analogue à ceux des locomotives; l'air contenu dans la capacité Z se précipite dans le tube X, et l'obturateur, pressé alors par l'air extérieur sur la face droite de la soupape O seulement obéit à cette pression, prend la position (fig. B 457) et livre passage au piston, qui est aspiré aussitôt par le vide du tube. On ramène à la main et au moyen d'un levier la soupape à sa position (fig. A) aussitôt que le convoi est passé; quant à la manœuvre du tiroir, elle se fait tantôt à la main, tantôt par l'intermédiaire des roues du train, qui pressent un levier saillant sur les rails H (fig. D 440). Souvent la soupape N est remplacée par un piston qui se meut dans un cylindre dont la capacité supérieure



s'ouvre dans le tube, tandis que la capacité inférieure, close, peut être, à volonté, mise en communication avec l'atmosphère ou avec le vide au moyen d'un tiroir. La soupape de sortie est plus simple : elle se compose d'un simple obturateur (fig. 438) tournant autour

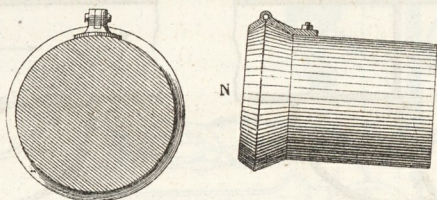


Fig. 438. — Soupape de sortie.

d'un axe horizontal placé dans le haut. Le tuyau qui établit la communication entre la machine pneumatique et le tube s'embranché sur celui-ci à une certaine distance de la soupape. Tant que le piston se trouve en amont (à droite) de ce tube, l'air qu'il refoule devant lui est aspiré par la machine pneumatique, et la soupape reste appliquée sur son siège par l'effet de la pression atmosphérique qui agit sur la face gauche. Mais, dès que le piston a dépassé le tuyau d'aspiration, l'air qu'il refoule devant lui augmente de pression, parce qu'il cesse d'être enlevé par la machine, et sa tension finit par devenir supérieure à celle de l'atmosphère ; alors la soupape se relève autour de son axe et donne passage au piston. Si le chemin était à une seule voie, il faudrait à chacune des extrémités du tube une soupape d'entrée et une autre de sortie.

**Système de Saint-Germain.** — Au chemin de Saint-Germain les dispositions du tube et de la soupape longitudinale sont sensiblement les mêmes que sur le chemin irlandais. Le piston ainsi que les soupapes d'entrée et de sortie seules sont différents.

La description suivante de ce piston et de ces soupapes est extraite de l'excellent ouvrage de M. Armengaud, intitulé : *Publication industrielle des machines, outils et appareils*.

Le piston (fig. 439) est simplement composé d'une tige à fourchette F reliée par le boulon a et par les boulons b, qui servent d'axes aux disques G. Cette tige se prolonge pour s'assembler avec