

dans les courbes le rail extérieur. Il ne faut pas craindre, dans le double intérêt de la facilité et de la sécurité de la circulation, de baser l'inclinaison transversale de la voie sur la plus grande des vitesses avec lesquelles les trains de voyageurs pourront avoir à parcourir chaque courbe.

Résistances accidentelles. — Les résistances accidentelles proviennent :

- 1° De l'état d'entretien de la voie et du matériel roulant;
- 2° De l'imperfection naturelle de ces deux éléments du chemin de fer;
- 3° De l'action du vent.

On a mesuré l'influence du vent et on a trouvé :

Que, si le vent souffle en sens contraire de la marche du convoi, son influence comme cause de résistance n'est pas très-grande.

Mais que, lorsqu'il souffle latéralement au convoi, il peut, dans certains cas, doubler la résistance.

Résistances sur chemins de fer et autres voies. — Comparant les résistances totales sur les chemins de fer de niveau et en ligne droite à celles des routes et des canaux, on trouve :

Qu'à des vitesses modérées la résistance sur une bonne route est de huit à dix fois aussi grande que sur un chemin de fer;

Qu'à de très-faibles vitesses elle est sur les canaux le quart ou le cinquième de ce qu'elle est sur un chemin de fer; mais que, la vitesse croissant, elle dépasse bientôt la résistance sur les chemins de fer.

THÉORIE DES LOCOMOTIVES.

Problème à résoudre. — *Quelle est la charge que peut traîner à une vitesse donnée une machine locomotive de dimensions données?*

Tel est le problème à résoudre, et, pour le résoudre, il faut établir une équation entre le travail moteur et le travail résistant, équation établissant une relation entre la charge, la vitesse et les dimensions de la machine. La même équation sert à déterminer la vitesse, la charge et les dimensions de la machine étant don-

nées, ou l'une des dimensions de la machine, la charge, la vitesse et les autres dimensions étant données.

Adhérence. — La charge traînée dépend :

1° De la puissance de la machine;

2° De l'adhérence des roues motrices.

L'adhérence varie suivant l'état des rails. On admet qu'elle est en moyenne de $\frac{1}{6}$ du poids qui l'a produite, ou, en d'autres termes, que, eu égard à l'adhérence, on peut utiliser un effort de traction égal à $\frac{1}{6}$ du poids porté par les roues motrices ou par les roues couplées avec les roues motrices.

Puissance. — Quant à la puissance de la machine, on ne peut l'apprécier qu'en se rendant compte du travail moteur et du travail résistant.

Le travail moteur se divise en trois périodes : travail 1° pendant l'admission; 2° pendant la détente; 3° pendant l'échappement anticipé. Le travail résistant se divise en travail 1° pendant l'échappement; 2° pendant la compression; 3° pendant la marche à contre vapeur.

Le travail pendant l'admission et pendant l'échappement dépend de circonstances variées qui n'ont pu jusqu'à présent être soumises au calcul; il devient donc impossible d'établir une équation entre le travail moteur et le travail résistant. — On se contente de formules empiriques.

On se base, pour établir ces formules empiriques, sur le raisonnement et sur les résultats d'expériences.

Résultats d'expériences. — Voici quelques données sur le travail de la vapeur dans les machines et sur les résultats d'expériences.

Perte de pression. — La perte de pression dans le passage de la chaudière aux cylindres varie : 1° avec l'ouverture du régulateur; 2° avec les dimensions et les sinuosités des conduits; 3° avec l'orifice maximum des lumières; 4° avec la vitesse du piston; 5° avec la quantité d'eau entraînée par la vapeur dans les conduites ou provenant de la condensation.

Dans les machines munies de la coulisse Stephenson, elle croît rapidement à mesure que l'on détend davantage. Cela tient à ce

que, pour les fortes détente, le tiroir ne découvre plus les lumières que de quelques millimètres.

Les machines à coulisses ne marchent dans des conditions avantageuses qu'autant que la pression dans la chaudière est très-élevée et les dimensions des cylindres considérables.

Détente. — Lorsqu'on détend au quart de la course, le travail de la détente est égal à celui de l'admission.

Elle est considérablement augmentée par le mélange de l'eau entraînée avec la vapeur. Elle peut être triplée.

La quantité de vapeur produite par la chaudière est généralement insuffisante pour qu'on puisse marcher à pleine vapeur dans les meilleures conditions. La marche la plus avantageuse pour le développement de la puissance est celle qui correspond à une admission de 66 à 75 p. 100 de la course, suivant les machines.

Échappement anticipé. — La perte de force expansive par l'échappement anticipé est très-peu sensible. Elle est presque nulle et plus que compensée par la diminution de contre-pression.

Eau entraînée ou condensée. — La quantité d'eau entraînée ou condensée augmente avec la détente.

Pression soufflante. — La pression soufflante varie comme le vide dans la boîte à fumée, quelle que soit la détente.

Vide dans les deux boîtes. — Le vide dans la boîte à fumée croît de manière très-différente avec la puissance soufflante dans les différentes machines. Le vide croît avec la pression soufflante même aux plus grandes vitesses.

Le rapport du vide dans la boîte à feu au vide dans la boîte à fumée varie de un tiers à un quart.

Consommation de coke. — On marche économiquement toutes les fois que le poids d'eau évaporée par kilogramme de coke atteint 9 kilogrammes.

Surfaces de chauffe et de grille. — Le rapport entre la surface de chauffe et la surface de grille dans les machines récemment construites varie de 72 : 1 machines à voyageurs, et 100 : 1 machines à marchandises.

Surfaces de chauffe du foyer et des tubes. — Le rapport entre

ces surfaces est de $\frac{1}{12}$ à $\frac{1}{13}$ dans les machines à voyageurs; de $\frac{1}{14}$ à $\frac{1}{15}$ dans les machines à marchandises.

Surface de chauffe et volume de vapeur par coup de piston. — La partie variable du rapport $\frac{S+S'}{d^2 l}$ (voir p. 748) doit se rapprocher de l'unité ou lui être égale.

Section des tuyaux. — Le rapport entre la section du tuyau qui conduit la vapeur aux boîtes et celle du piston doit être de 1 à 10; le rapport entre la section des lumières et l'aire du piston également de 1 à 10. La section du tuyau d'échappement doit, pour chaque cylindre, être égale à celle du tuyau de prise de vapeur.

NOUVEAUX SYSTÈMES.

Machines électriques. — L'électricité, dans l'état actuel de la science, ne peut être appliquée avec avantage aux machines locomotives ni comme moteur ni comme moyen d'augmenter l'adhérence.

Machines rotatives. — Les machines rotatives ne peuvent être appliquées avec avantage à la locomotion.

Système Laignel. — Le système Laignel ne présente des avantages que pour des petites lignes, sur lesquelles on marche à de petites vitesses.

La plus grave objection au système Laignel est que, s'il diminue incontestablement le travail nécessaire pour opérer un certain changement de direction, il laisse encore subsister une résistance qui devient excessive par unité de distance parcourue dans des courbes dont le rayon ne dépasse pas 50 mètres.

Machines à air comprimé. — La vapeur est, dans tous les cas, sur les chemins de fer, préférable à l'air comprimé ou à l'air chaud comme moteur.

La plus grave objection faite à l'emploi de l'air comprimé est de ne permettre d'emmagasiner dans le tender que l'approvisionnement d'une quantité de force motrice très-inférieure à celle qu'on emmagasine en se servant de vapeur.

Systèmes divers pour augmenter l'adhérence. — On a tenté, sans grande utilité, différents moyens d'augmenter l'adhérence des