

Machine pour le calcul des temps de parcours,

par M. F. CUYPERS,

Ingénieur au Service du Matériel de la Société Nationale des Chemins de fer belges.

Depuis 1933, la Société Nationale des Chemins de fer belges poursuit l'accélération de la marche de ses trains de voyageurs et de marchandises de toutes catégories.

Le Service de la Traction s'est trouvé ainsi dans l'obligation d'établir un nombre considérable de nouveaux temps de parcours.

Vu l'ampleur du travail à exécuter, l'application des méthodes connues de détermination de temps de parcours des trains aurait conduit, quelle que soit l'é-

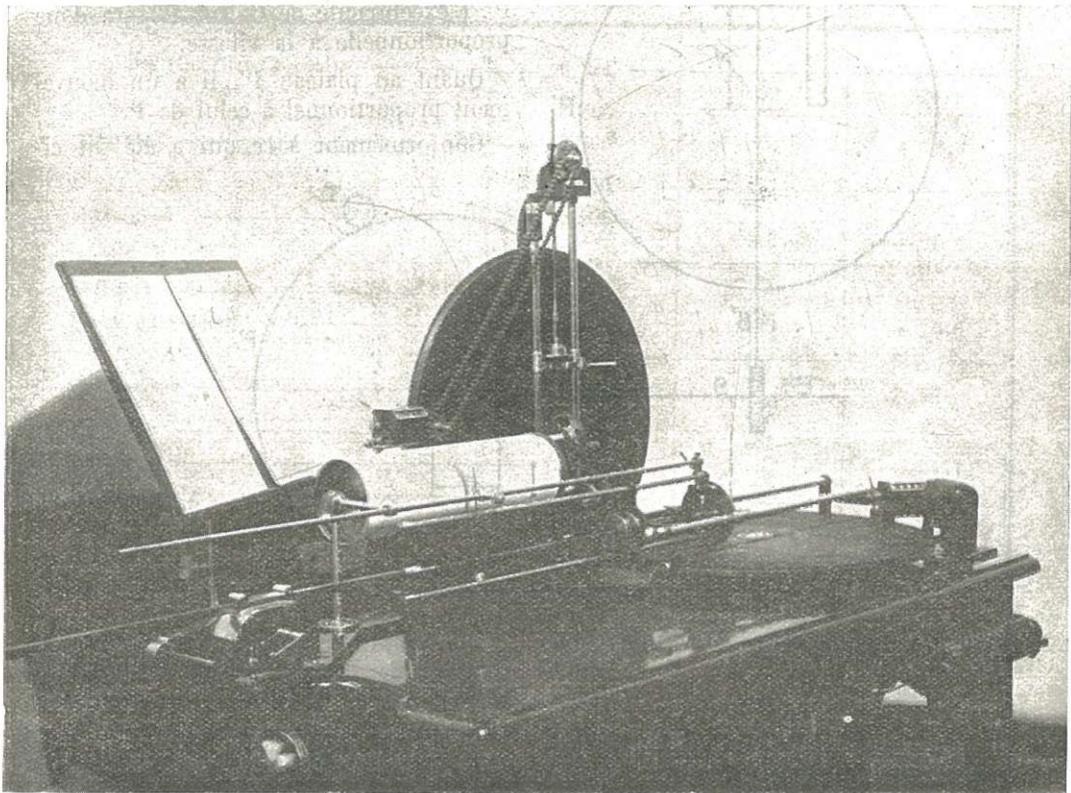
légance de ces méthodes, à de longs calculs.

On songea dès lors à construire une machine permettant d'exécuter rapidement et sans fatigue les calculs de temps de parcours.

Cette machine, conçue en 1933, fut mise en service en septembre de la même année.

Principe de fonctionnement.

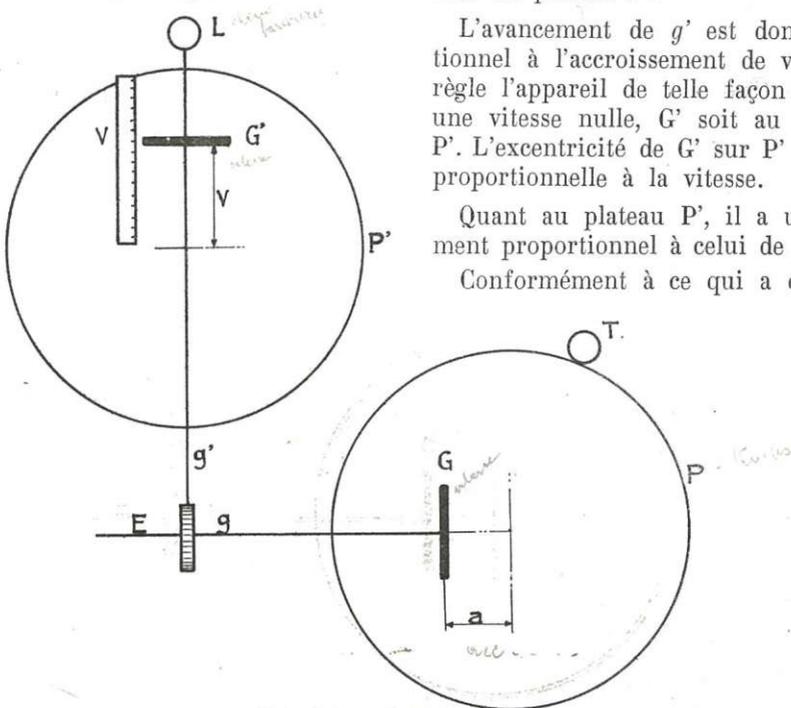
Un galet G est mis en contact avec un plateau tournant P. Le nombre de tours



de G sera proportionnel au produit du nombre de tours de P par l'excentricité a du galet G sur le plateau P.

On convient que la rotation de P représente l'écoulement du temps. Par exemple, un tour du plateau représente un dixième de minute. Il est utile de remarquer que cette notion est indépendante de la vitesse de rotation du plateau P.

Le nombre de tours du galet G sera donc proportionnel à $a \Delta T$, ΔT étant l'accroissement de temps.



Principe de fonctionnement.

dessus, la rotation de G' sera proportionnelle au produit

$$V \Delta T,$$

expression qui représente l'accroissement ΔL du chemin parcouru

$$\Delta L = V \Delta T.$$

Si l'excentricité a représente l'accélération d'un mouvement et si ΔV représente l'accroissement de vitesse, on aura aussi

$$\Delta V = a \Delta T.$$

La rotation de G est donc proportionnelle à l'accroissement de vitesse.

Le mouvement de rotation de l'axe g de G est transformé par un engrenage E et une crémaillère g' en un mouvement d'avancement. En bout de la crémaillère g' est monté un galet G' mis en contact avec un plateau P'.

L'avancement de g' est donc proportionnel à l'accroissement de vitesse. On règle l'appareil de telle façon que pour une vitesse nulle, G' soit au centre de P'. L'excentricité de G' sur P' sera donc proportionnelle à la vitesse.

Quant au plateau P', il a un mouvement proportionnel à celui de P.

Conformément à ce qui a été dit ci-

Un compteur T permet de mesurer la rotation de P, une règle graduée permet de lire la vitesse et un compteur L mesure la rotation de G'.

A tout instant, on a donc sous les yeux la valeur de la vitesse atteinte et celle du chemin parcouru.

Si donc on connaît à chaque instant la valeur de l'accélération a , le dispositif permet de calculer mécaniquement la vitesse de marche et le chemin parcouru par un mobile, et ce, à chaque instant de la marche.

* * *

Application de l'appareil au calcul des temps de parcours d'un train de chemin de fer.

Le problème à résoudre est le suivant :
Établir à tout instant la valeur de la

vitesse et du chemin parcouru par un train, connaissant les caractéristiques de la ligne parcourue, de la locomotive et de la charge remorquée.

a) *Ligne parcourue.* — On connaît les distances, les inclinaisons, le rayon de courbe, les vitesses admises, l'emplacement des stations, des bifurcations, postes de bloc, etc.

Tenant compte de la résistance offerte par les courbes, on dresse un tableau du modèle ci-après, tableau donnant tous les éléments de la ligne parcourue.

Bruxelles (Quartier-Léopold) à Ottignies.

STATIONS.	Distances cumulées.	Vitesses.	Inclinaisons.
Bruxelles (Quartier-Léopold)	6 341	50	
	6 800		
Etterbeek	8 590	120	+ 8.4
	9 000		
Watermael	10 205	120	+ 0.6
	10 600		
Boitsfort	11 914		
Forêt de Soignes	13 585	120	+ 6.6
	14 750		
Groenendael	15 915	120	
Hoeylaert	17 600		
Malaise	18 800		- 4.7
La Hulpe	21 054		
Genval	22 800		
	23 250		
Rixensart	24 890	120	+ 11.0
	26 100		
Profondsart	27 169		
Le Buston	28 900	120	- 8.3
Ottignies	29 865		

b) *Charge remorquée.* — On connaît le type de matériel utilisé et son poids, on connaît aussi la loi de la variation de la résistance r de ce matériel avec la vitesse (fig. 2).

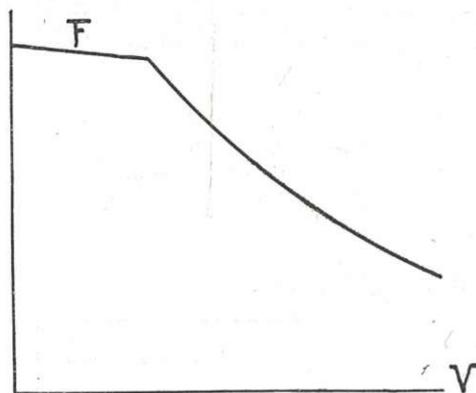


Fig. 1.

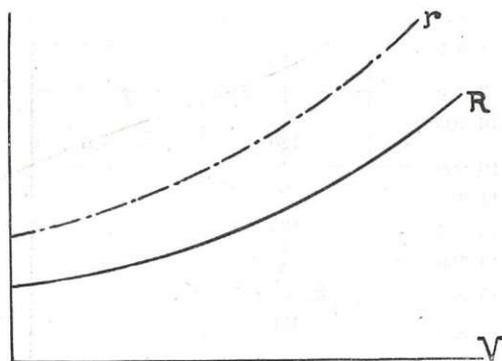


Fig. 2.

c) *Locomotive.* — On connaît la valeur de l'effort indiqué F aux différentes vitesses (fig. 1). On connaît aussi la loi de la variation de la résistance R (fig. 2) de la locomotive aux différentes vitesses.

En soustrayant de F la résistance $R + r$ du train complet, on trouve la loi de variation avec la vitesse de l'effort

accélérateur A de la locomotive remorquant en palier le train considéré (fig. 3).

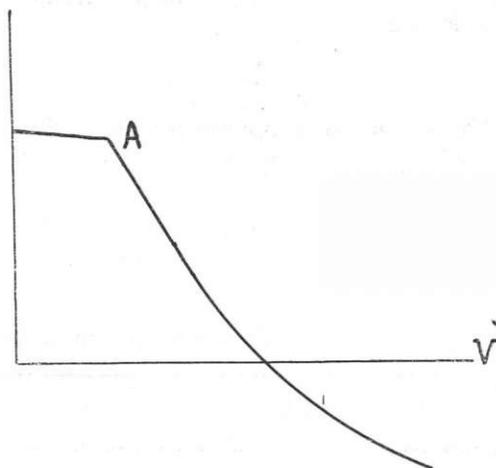


Fig. 3.

On en déduit par l'application des lois de la mécanique générale la loi de variation avec la vitesse de l'accélération a du train circulant en palier (fig. 4).

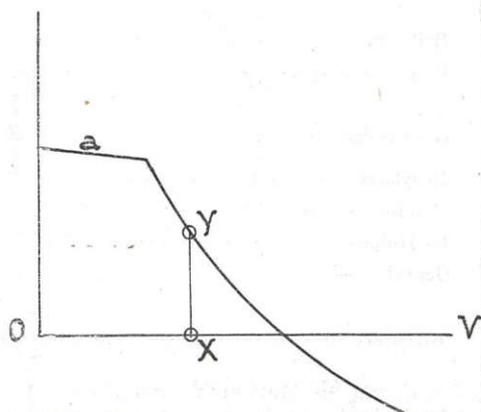


Fig. 4.

Ce diagramme a V étant établi, le dispositif décrit ci-dessus permettra d'effec-

tuer tous les calculs relatifs à l'horaire et sans autres recherches.

Ce dispositif est complété par un cylindre C (fig. 6). Sur ce cylindre on enroule le diagramme aV , les accélérations se comptant suivant les génératrices et les vitesses suivant les cercles du cylindre.

Le cylindre C reçoit un mouvement de rotation proportionnel à celui de G par le train d'engrenage E e.

Le contact de G sur P peut être conduit sur tout un diamètre dd' au moyen de la manivelle m agissant sur la tringle t .

La tringle t porte un index i .

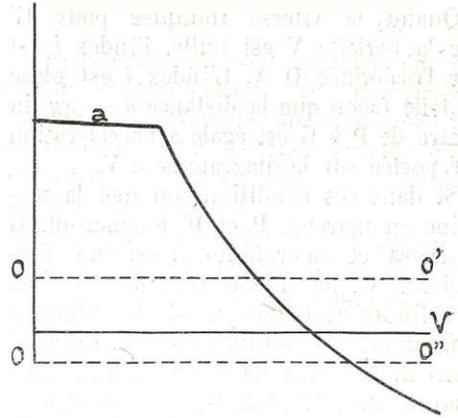


Fig. 5.

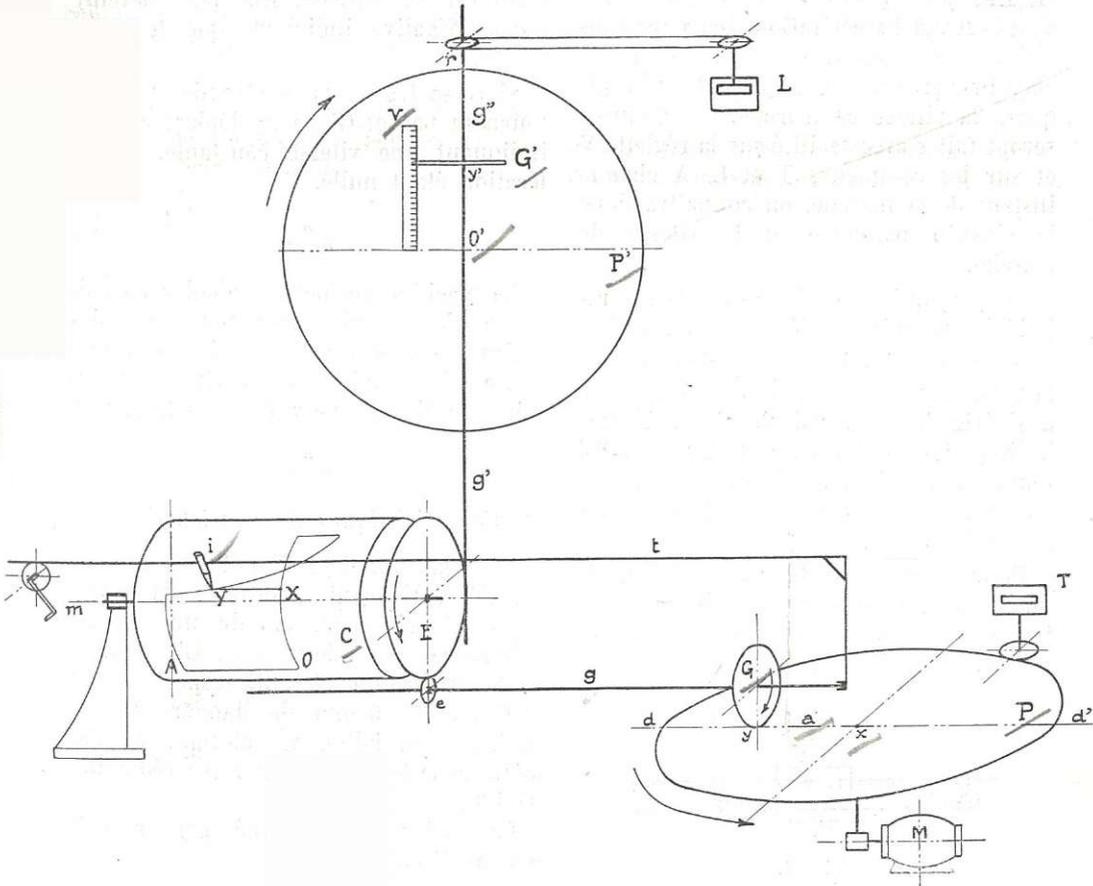


Fig. 6.

Quand la vitesse indiquée pour G' sur la réglette V est nulle, l'index i est sur l'ordonnée $O A$. L'index i est placé de telle façon que la distance $a = xy$ du centre de P à G est égale à l'accélération XY portée sur le diagramme $a V$.

Si dans ces conditions on met la machine en marche, P et P' tourneront, G tournera et sa rotation mesurera l'accroissement de vitesse. Quand G tourne, le cylindre C tourne aussi déroulant le diagramme $a V$ devant l'index i . En agissant sur la manivelle m on suivra le diagramme avec l'index. Dès lors, à chaque instant et quelle que soit la valeur de la vitesse, $xy = a$ sera toujours égale à XY , c'est-à-dire à l'accélération. Dans ces conditions, la rotation de G' mesurera le chemin parcouru et la réglette V indiquera la vitesse de marche. Ces lectures seront faites avec facilité sur la réglette V et sur les compteurs T et L . A chaque instant de la marche, on connaîtra donc le chemin parcouru et la vitesse de marche.

Tout ce qui a été dit ci-dessus est relatif à un train se déplaçant en palier.

Pour une inclinaison quelconque de la voie, on remarquera que le diagramme $a V$ (fig. 5) reste valable si on déplace la ligne des abscisses vers le haut en OO' d'une quantité égale à 0.981 cm. par seconde par seconde pour 1 mm. par mètre de rampe.

Pour réaliser ce déplacement sur le diagramme enroulé sur le cylindre C , la tringle t est graduée en rampes et pentes (fig. 7), le zéro de la graduation cor-

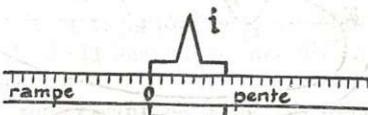


Fig. 7.

respondant au palier. Pour une inclinaison donnée, il suffit de mettre l'index i en regard du chiffre désiré.

* * *

On remarquera ce qui suit :

Si G se trouve à gauche du centre de P , l'accélération est positive et G' se déplace de bas en haut sur P' indiquant une vitesse croissante.

Si G se trouve à droite du centre de P , l'accélération est négative et G' se déplace de haut en bas sur P' indiquant une vitesse décroissante. Cette vitesse peut devenir nulle, indiquant que le train est en détresse. Elle peut devenir même négative indiquant que le train recule.

Si G se trouve au centre de P , G ne tournera pas et G' ne se déplacera plus, indiquant une vitesse constante, l'accélération étant nulle.

* * *

La machine permet de calculer les éléments de l'horaire non seulement des trains à vapeur, mais aussi des autres genres de traction. Il suffit de déterminer le diagramme $a V$ de ces tracteurs.

* * *

Caractéristiques de construction.

Les plateaux P et P' ont 500 mm. de diamètre. Ils sont recouverts de caoutchouc durci pour obtenir une bonne adhérence des galets G et G' . Ceux-ci sont en bronze et ont respectivement 92.6 mm. et 60 mm. de diamètre. Le cylindre C en laiton a 102 mm. de diamètre et le train Ee donne une réduction de 160.

La machine est entraînée par un petit moteur électrique M .

Communément, les échelles suivantes sont employées :

Un tour de P représente l'écoulement d'un dixième de minute dans le temps. Le compteur T donne le centième de minute.

Un tour de G représente un accroissement de vitesse de 1 km. à l'heure.

Le diagramme a V est dressé en prenant 2 mm. d'abscisse pour 1 km. à l'heure. 1 cm. d'ordonnée représente une accélération de un cm. par seconde par seconde.

Sur la tringle t , un millimètre de rampe est représenté par 9 mm. 81.

Sur la règlette V, 2 mm. mesurent 1 km. à l'heure.

Un tour de G' représente un hectomètre et le compteur L permet de lire jusqu'au mètre parcouru.

Ces échelles qui sont liées par des relations simples peuvent être modifiées à volonté, par exemple pour étudier des mouvements pour lesquels l'accélération au départ atteint 80 cm. ou 1 m. par seconde par seconde.

L'appareil est complété par une sonnerie qui avertit l'opérateur quand la vitesse excède 120 km. ou quand elle devient négative.

* * *

Cette machine a permis de remplacer les calculs numériques et graphiques toujours lents et sujets à erreur par de simples inscriptions de valeurs lues. Elle permet non seulement de calculer le temps de parcours en fonction de la charge, mais aussi de calculer la charge pour un temps de parcours donné.