

— 28376 — A.2594.

à Monsieur Belpaire,
Administration général des
Chemins de fer de l'Etat Belge

MÉMOIRE

*Hommage respectueux de
L. Soulierin*

SUR UN

NOUVEAU SYSTÈME DE FREIN CONTINU

PAR

M. L. SOULERIN

EXTRAIT DES MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

(Septembre 1889 et Janvier 1890.)

PARIS

E. BERNARD ET C^{ie}, ÉDITEURS

53 ter, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS

1890

TABLE DES MATIÈRES

Préface	3
-------------------	---

PREMIÈRE PARTIE

CHAPITRE PREMIER

Examen de l'action des freins en général.

	Pages
1. Force retardatrice.	7
2. Relation entre la force retardatrice F , la durée de son application t et l'espace parcouru e	8
3. Recherche des valeurs de f_1 et f_2	11
4. Expériences du capitaine Galton	11
5. Valeur de f_1	11
6. Valeur de f_2	12
7. Calcul de t lorsqu'il n'y a pas calage	12
8. Calcul de t lorsqu'il y a calage.	14
9. Influence des déclivités	14
10. Cas où il n'y a qu'une portion de la charge totale soumise à l'action des freins	15
11. Résumé des résultats obtenus par M. Galton	15
12. Conditions auxquelles devrait satisfaire un frein.	16
13. Réglage de la distance entre les sabots et les roues.	16
14. Appareils moteurs.	16

DEUXIÈME PARTIE

FREINS A AIR COMPRIMÉ

CHAPITRE II

1. — FONCTIONNEMENT DES FREINS A AIR COMPRIMÉ EN GÉNÉRAL.

15. Appareils spéciaux placés sur la locomotive.	8
16. Appareils spéciaux placés sous les voitures	18

Freins directs.

17. Fonctionnement	18
------------------------------	----

Freins automatiques.

18. Appareils spéciaux établis sur les véhicules	19
19. Classification des freins automatiques	19
20. Dépense d'air comprimé	20
21. Différence entre le fonctionnement des freins directs et le fonctionnement des freins automatiques	20

**II. — DESCRIPTION DES APPAREILS EN USAGE A FONCTIONNEMENT AUTOMATIQUE,
DANS LESQUELS LES DEUX CHAMBRES DES CYLINDRES A FREINS SONT EN
COMMUNICATION AVEC LA CONDUITE GÉNÉRALE LORSQUE LES FREINS NE SONT
PAS APPLIQUÉS.**

Freins Carpenter et freins Schleifer.

22. Frein Carpenter	20
23. Frein Schleifer	21
24. Inconvénients des freins Carpenter et Schleifer	21

Frein Clark.

25. Description et fonctionnement	21
---	----

Frein Wenger.

26. Description et fonctionnement	22
---	----

**III. — DESCRIPTION DES APPAREILS EN USAGE, A FONCTIONNEMENT AUTOMATIQUE,
DANS LESQUELS L'AIR COMPRIMÉ N'EST ADMIS DANS LE CYLINDRE A FREINS
QUE PENDANT LE SERRAGE.**

Frein Westinghouse.

27. Description et fonctionnement	23
---	----

Frein Westinghouse-Henry.

28. Description	23
29. Fonctionnement	25

IV. — OBSERVATIONS SUR LE FONCTIONNEMENT DES APPAREILS DÉCRITS.

30. Pression maxima exercée sur les pistons des cylindres à freins	27
31. Dépression minima à produire pour obtenir un commencement de serrage dans les freins Wenger et Carpenter	28
32. Dépression à produire pour effectuer le serrage avec les freins Westinghouse	28
33. Inconvénients résultant de la présence de freins Westinghouse et Wenger dans un même train	28

CHAPITRE III

34. **Nouveaux appareils fonctionnant par l'air comprimé.**

I. — APPAREILS DONT L'ACTION PEUT ÊTRE GRADUÉE ET QUI SONT APPLICABLES AUX SYSTÈMES DE FREINS DANS LESQUELS LE SERRAGE EST PRODUIT PAR L'ADMISSION DE L'AIR COMPRIMÉ DANS LE CYLINDRE A FREINS.

	Pages.
35. Ensemble des appareils	30
36. Distributeur	30
37. Serrage.	30
38. Desserrage.	32
a. — <i>Étude du distributeur.</i>	
39. Désignations employées.	32

Serrage.

40. Équilibre du système m, n, a	33
41. Pressions exercées sur le système p, q, f	33
42. Levée du clapet a	34
43. Application du clapet f	34
44. Valeur de la pression dans les cylindres à freins	34
45. 1 ^{er} cas $S_m - S_a > 0$	35
46. 2 ^{me} cas $S_m - S_a < 0$	36
47. 3 ^{me} cas $S_m - S_a = 0$	36
48. Modérabilité	37
49. Conditions à remplir relativement à la valeur de la résultante R des pressions exercées sur le système p, q, f	38

Desserrage.

50. Conditions dans lesquelles se fait le desserrage	40
51. Variation de y pendant le desserrage.	40
52. Valeur de la pression dans la conduite qui correspond au desserrage général	41
53. Conditions requises pour assurer le desserrage	41
54. Remarque	42
55. Résumé	43
56. Valeurs de x et de y en tenant compte de l'espace nuisible du cylindre à freins	45
57. Variations des valeurs de x et y pendant le mouvement du piston dans le cylindre à freins	45
58. Influence du travail sur les valeurs de x et de y	46

b. — *Application des formules pour l'établissement de divers types de nouveaux distributeurs.*

Appareils modérables.

59. Distributeur modèle n° 1	47
60. Distributeur modèle n° 2	49

II. — APPAREILS DONT L'ACTION PEUT ÊTRE GRADUÉE, ET QUI SONT APPLICABLES AUX FREINS DANS LESQUELS LE SERRAGE RÉSULTE DE L'ÉCHAPPEMENT DE L'AIR COMPRESSÉ QUI ÉTAIT CONTENU DANS LE CYLINDRE A FREINS. — TRANSFORMATION DES FREINS CARPENTER, SCHLEIFER ET WENGER, POUR EN ACTIVER LE SERRAGE ET AUGMENTER L'ÉTENDUE DE LEUR MODÉRABILITÉ.

61. Description des appareils	51
62. Fonctionnement.	51

a. — *Étude du distributeur.*

	Pages.
63. Désignations employées	52
64. Pressions exercées sur le système m, a, a', n	52
65. Pressions exercées sur le système p, q	53

Serrage.

66. Condition nécessaire pour obtenir un commencement de serrage dans le cas où l'espace compris entre p et q est relié par M avec la chambre réservoir du cylindre à freins.	53
67. Résultante des pressions exercées sur le piston moteur	53
68. Remarques	54
69. Cas où l'espace compris entre p et q ne communique pas avec la chambre réservoir du cylindre à freins.	54

Desserrage.

70. Cas où l'espace compris entre p et q communique avec la chambre réservoir du cylindre à freins.	55
71. Cas où l'espace compris entre p et q communique avec un réservoir supplémentaire.	56

b. — *Application numérique.*

Distributeur modèle n° 3.

72. Données	56
73. Calcul de S_q	57
74. Calcul de S'_q	57
75. Calcul de z_a	57
76. Tableau comparatif des valeurs de Y	58

III. — APPAREILS QUI DOIVENT PRODUIRE LE SERRAGE À FOND POUR UNE DÉPRESSION PARTIELLE PRODUITE DANS LA CONDUITE GÉNÉRALE ET PEUVENT FONCTIONNER A LA MANIÈRE DES FREINS WESTINGHOUSE, TOUT EN N'ENVYANT DANS LES CYLINDRES A FREINS QUE DE L'AIR A FAIBLE PRESSION.

77. Description	58
---------------------------	----

a. — *Étude du distributeur.*

Serrage.

78. Pression introduite dans le cylindre à freins	59
79. Pressions exercées sur le système n, a, m, f	68
80. Équilibre du système m, n, a	60
81. Conditions requises pour obtenir un commencement de serrage	61
82. Dépression nécessaire pour obtenir le serrage à fond	61

Desserrage.

83. Conditions requises pour que le desserrage puisse se produire.	62
--	----

b. — *Application numérique.*

Distributeur modèle n° 4.

84. Données	63
85. Calcul de k	63

86. Calcul de z_0	63
87. Calcul de p	64
88. Calcul de la valeur de x , correspondant au moment où le diaphragme arrive à fond de course et amène les sabots au contact avec les bandages des roues sur lesquels ils n'exercent aucune pression	64
89. Calcul du volume minimum du réservoir auxiliaire.	65
90. Calcul de la surface de m	65
91. Calcul de la valeur maxima de y'	66
92. Desserrage	66
93. Modifications à faire subir aux calculs, dans le cas où on supprime le ressort du distributeur.	68

CHAPITRE IV

I. — APPAREILS A FONCTIONNEMENT RAPIDE APPLICABLES AU FREINAGE DES TRAINS DE MARCHANDISES.

94. Appareils moteurs employés pour le freinage des trains de marchandises	68
--	----

Description des appareils à fonctionnement rapide qui ont été essayés.

95. Appareil Westinghouse	69
96. Appareil Wenger	69

II. — APPAREIL SOULERIN A FONCTIONNEMENT RAPIDE. ÉCOULEMENT DE L'AIR DANS LA CONDUITE GÉNÉRALE.

97. Propagation de la dépression lorsque l'écoulement se fait par un seul orifice situé à une extrémité de la conduite générale	71
98. Propagation de la pression lorsque l'alimentation se fait par un seul orifice situé à une extrémité de la conduite générale.	72
99. Propagation de la dépression lorsque l'écoulement se fait par plusieurs orifices établis le long de la conduite générale	73
100. Propagation de la pression lorsque l'alimentation se fait par des orifices établis le long de la conduite générale	75

Distributeur à fonctionnement rapide.

101. Description	76
102. Fonctionnement.	77

a. — Étude du Distributeur.

103. Équilibre du système m , n , a , et pressions exercées sur lui	78
104. Pressions exercées pendant le serrage sur les systèmes p , q , q' , f et b , c , d , d'	79

1^o SERRAGE GRADUÉ

105. Valeur de S_p pour que le serrage puisse être gradué	79
---	----

2^o SERRAGE RAPIDE

105 bis. Condition nécessaire pour faire ouvrir l'échappement E.	80
--	----

3^o DESSERRAGE

106. Valeur à donner à S_p pour que le desserrage puisse s'accomplir.	81
106 bis. Fonctionnement du système b , c , d , d'	81
107. Valeur de la pression résultant de l'échappement de l'air du cylindre à freins, dans la conduite générale.	82
108. Valeur de la pression dans le cylindre à freins.	82

b. — Application numérique.	
109. Données	84
Serrage gradué.	
110. Calcul de S_p	84
111. Calcul de z_o	84
112. Calcul de S_m	84
113. Calcul de la valeur de X correspondant au moment où le piston amène les sabots en contact avec les bandages des roues, mais sans exercer de pression	85
114. Valeur minima de $\frac{V_r}{V_c}$	85
115. Valeur de x_o	85
116. Valeurs de x , y et z pendant le serrage gradué	85
Serrage rapide.	
117. Calcul de S_p	86
118. Calcul des sections du conduit l , et de l'orifice d'échappement	68
119. Calcul de la section du conduit g'	86
Desserrage.	
120. Valeur de z pour laquelle le desserrage commence lorsqu'on a serré à fond.	87
121. Calcul de S_c et S_d	87
122. Calcul de V_c et V_r	88
123. Valeurs de Y et y_d	88
124. Remarques	85
Appareil de manœuvre.	
125. Description	89
126. Fonctionnement	90
127. Étude de l'appareil de manœuvre	91
128. Application numérique	92

TROISIÈME PARTIE

Freins à vide.

CHAPITRE V

1. — FONCTIONNEMENT GÉNÉRAL DES APPAREILS.

129. Appareils spéciaux	94
130. Freins non automatiques	94
131. Freins automatiques	95

II. — DESCRIPTION DES FREINS A VIDE AUTOMATIQUES DONT L'USAGE EST
LE PLUS RÉPANDU.

Frein Sanders.

132. Description	96
133. Valeur des pressions exercées pendant le serrage	97

Frein Clayton.

134. Description	93
----------------------------	----

Frein automatique Eames.

135. Description	98
136. Fonctionnement	99
137. Remarques sur le fonctionnement de l'appareil	99
138. Valeur de la pression pendant le serrage	100

CHAPITRE VI

Frein à vide automatique et modérable du nouveau système.

a. — *Étude du distributeur.*

139. Ensemble des appareils et fonctionnement général	100
140. Distributeur	101
141. Équilibre du système m , n , a , et résultante des pressions exercées sur le système p , q , f	101

Serrage.

142. Conditions requises pour qu'il y ait commencement de serrage	102
143. Pression dans le vase ou cylindre à freins	103
144. Cas de $S_m - S_a > 0$	103
145. Valeur de la résultante R de l'égalité (129 bis) pendant le serrage	105

Desserrage.

146. Condition du desserrage	106
147. Étendue de la modérabilité dans le desserrage	107

b. — *Application des formules
pour l'établissement des dimensions du distributeur.*

148. Modèle unique	180
149. Comparaison du nouveau frein avec les autres appareils	110

QUATRIÈME PARTIE

**Freins qui peuvent fonctionner indifféremment par le vide
ou par l'air comprimé.**

CHAPITRE VII

150. Conditions à remplir	111
-------------------------------------	-----

Frein Welch et Smith.

	Pages.
151. Description	111
152. Application du distributeur détendeur modèle n° 2	

Freins Soulerin.

I. — TRANSFORMATION DU FREIN A VIDE DIRECT EN FREIN POUVANT ÊTRE ACTIONNÉ INDIFFÉREMMENT COMME FREIN A VIDE DIRECT OU COMME FREIN A AIR COMPRIMÉ AUTOMATIQUE, LE FONCTIONNEMENT, DANS CE DERNIER CAS, DEVANT ÊTRE SYNCHRONE DE CELUI DU FREIN WESTINGHOUSE.

153. Description et fonctionnement	113
154. Distributeur	114
155. Double valve	114

II. — FREIN A VIDE DIRECT OU A AIR COMPRIME AUTOMATIQUE ET MODÉRABLE.

156. Description et fonctionnement	116
--	-----

III. — TRANSFORMATION DU FREIN A VIDE DIRECT EN FREIN POUVANT ÊTRE ACTIONNÉ INDIFFÉREMMENT COMME FREIN A VIDE DIRECT OU COMME FREIN A AIR COMPRIMÉ, TANTÔT AUTOMATIQUE, TANTÔT DIRECT, LE FONCTIONNEMENT PAR L'AIR COMPRIMÉ DEVANT SE FAIRE COMME DANS LE FREIN WESTINGHOUSE-HENRY.

157. Description et fonctionnement général	117
158. Double valve N°	117

IV. — MODIFICATION A FAIRE SUBIR AU DISTRIBUTEUR MODÈLE N° 4 (FIG. 13) POUR QUE LES APPAREILS PUISSENT FONCTIONNER, TANTÔT COMME LE FREIN WESTINGHOUSE, TANTÔT COMME LES FREINS CARPENTER, WENGER OU SCHLEIFER.

159. Description de la modification	118
160. Fonctionnement du distributeur lorsque le robinet à trois voies est dans sa position normale.	119

Etude du distributeur lorsque le robinet à trois voies est dans sa position anormale.

161. Équilibre du système m' , n' , a'	120
162. Pressions exercées sur le système n , a , m , f	120
163. Conditions requises pour obtenir un commencement de serrage	120
164. Condition requise pour que le desserrage puisse se produire.	120
165. Application numérique au distributeur n° 4, dans le cas où le ressort r est supprimé	121
166. Remarque	122

V. — APPAREILS PERMETTANT D'ACTIONNER LES FREINS INDIFFÉREMMENT, COMME FREINS A VIDE DIRECTS, COMME FREINS A VIDE AUTOMATIQUES, COMME FREINS A AIR COMPRIMÉ AUTOMATIQUES MODÉRABLES OU NON MODÉRABLES, OU COMME FREINS FONCTIONNANT A LA MANIÈRE DU FREIN WESTINGHOUSE-HENRY.

167. Description	123
168. Fonctionnement.	124
169. Vase à diaphragme.	124

Distributeur auxiliaire.

170. Description	124
171. Fonctionnement	125
a. — Étude du distributeur auxiliaire.	
172. Résultantes des pressions exercées sur le système P, Q, F	126
173. Résultantes des pressions exercées sur le système M, N, R	127
b. — Application numérique.	
174. Calcul de S_Q	127
175. Calcul de S_M , S_N , S_K et S_T	127

VII. — APPAREILS PERMETTANT D'ACTIONNER LES FREINS INDIFFÉREMMENT COMME FREINS A AIR COMPRIMÉ AUTOMATIQUES, MODÉRABLES OU NON MODÉRABLES, ET COMME FREINS A VIDE AUTOMATIQUES ET MODÉRABLES.

176. Description et fonctionnement	129
177. Remarques	130

CINQUIÈME PARTIE

Examen comparatif des différents systèmes de freins pneumatiques.

CHAPITRE VIII

Freins à air comprimé.

178. Appareils comparés et points sur lesquels porte la comparaison	131
---	-----

I. — RAPIDITÉ D'ACTION.

179. Influence de la sensibilité des distributeurs et de la rapidité de la propagation dans la conduite générale.	131
---	-----

Uniformité dans la sensibilité des distributeurs.

180. Établissement du degré de sensibilité.	131
181. Frein Wenger.	132
182. Frein Westinghouse.	133
183. Rainures de fuites dans les appareils Wenger et Westinghouse	133
184. Distributeur Soulerin	134
185. Résumé	134

Rapidité de propagation de la dépression dans la conduite générale.

186. Cas des appareils décrits et étudiés aux paragraphes 22 à 50.	134
--	-----

II. — MODÉRABILITÉ.

187. Comparaison des différents systèmes	136
--	-----

III. — DÉPENSE.

188. Conditions dans lesquelles est faite la comparaison	137
189. Frein Westinghouse.	137
190. Freins Carpenter, Schleifer et Wenger	137
191. Freins Soulerin	138
192. Résumé	138

IV. — CONCLUSIONS.

193. Conclusions tirées des précédentes études	138
194. Remarque	139

Appareils à fonctionnement rapide.

195. Comparaison du frein nouveau avec le frein Westinghouse	139
196. Comparaison du frein nouveau avec le frein Wenger	140

CHAPITRE IX

Freins à vide.

197. Appareils comparés et objet de la comparaison	140
--	-----

I. — RAPIDITÉ DU SERRAGE ET DU DESSERRAGE.

Serrage.

198. Volumes engendrés dans leur course par le piston du frein Clayton et par le diaphragme du vase à diaphragme	141
199. Quantité d'air à introduire dans la conduite générale	141

Desserrage.

200. Frein Clayton	142
201. Frein Eames	142
202. Frein Soulerin	142

REMARQUES.

203. Avantage des freins Soulerin sur le frein Clayton au point de vue de la rapidité d'action	143
--	-----

II. — MODÉRABILITÉ.

205. Frein Clayton	144
206. Frein Soulerin	144
207. Frein Eames	144

III. — SÉCURITÉ DFS APPAREILS.

208. Frein Clayton	144
209. Frein Soulerin	144
210. Remarques sur l'étanchéité des appareils	145

IV. — SIMPLICITÉ DES APPAREILS, POIDS DES DIFFÉRENTS ORGANES,
DÉPENSES ET FACILITÉ DE L'ENTRETIEN.

Simplicité.

211. Frein Clayton	147
212. Frein Soulerin	147

Poids des appareils.

213. Poids des freins Clayton et des freins Soulerin	147
--	-----

Dépense et facilité de l'entretien.

214. Frein Clayton	148
215. Frein Soulerin	148

V. — CONCLUSION.

216. Conclusions tirées des précédentes études.	149
---	-----

CHAPITRE X

**Comparaison entre les freins à vide et les freins
à air comprimé.**

I. -- FREINAGE DES TRAINS DE LONGUEUR ORDINAIRE.

217. Objet de la comparaison.	149
---------------------------------------	-----

Possibilité d'augmenter l'énergie du serrage.

218. Freins à air comprimé	149
219. Freins à vide.	150
220. Résumé	151

Rapidité d'action.

221. Serrage.	151
222. Desserrage	152
223. Résumé	152

**Simplicité et poids des appareils et dépense
de leur entretien.**

224. Simplicité	152
225. Poids des appareils.	152
226. Dépense de vapeur et d'entretien des appareils	152
227. Conclusions.	153

II. — FREINAGE DES TRAINS DE MARCHANDISES.

228. Conditions pratiques à réaliser.	153
229. Importance de l'emploi d'appareils moteurs modérateurs.	154
230. Moyen d'accélérer la vitesse de propagation du serrage avec des distributeurs ordinaires.	155
231. Remarque	156