

COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE L'EST



LE

CHAUFFAGE DES VOITURES

DE TOUTES CLASSES

SUR LES CHEMINS DE FER

PAR

L. REGRAY

INGÉNIEUR EN CHEF DU MATÉRIEL ET DE LA TRACTION DE LA COMPAGNIE DES
CHEMINS DE FER DE L'EST.

PUBLIÉ PAR ORDRE DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

Avec un Atlas de 51 Planches

TEXTE



PARIS

LIBRAIRIE ADMINISTRATIVE DE PAUL DUPONT

41, RUE JEAN-JACQUES-ROUSSEAU, 41

1876



CHAUSSAGE DES VOITURES

PAR M. L. BRONAY

L. BRONAY

PARIS, CHEZ M. L. BRONAY, 10, RUE DE LA HARPE, 1878



TABLE DES MATIÈRES

	Pages.
NOTE du Directeur de la Compagnie des Chemins de fer de l'Est.	xxvii
INTRODUCTION	1

PREMIÈRE PARTIE.

Étude des modes de chauffage employés sur les chemins de fer étrangers.

Observation générale	5
--------------------------------	---

CHAPITRE PREMIER.

MODES DE CHAUFFAGE EMPLOYÉS SUR LES DIVERS CHEMINS DE FER DE L'ALLEMAGNE.

Chemins de fer de Berlin-Anhalt.	8
<i>Appareil à combustibles agglomérés monté dans les voitures de 1^{re}, 2^e et 3^e classe</i>	<i>8</i>
Description.	9
Dépenses d'installation des appareils	10
Combustible	10
Résultats calorifiques. — Consommation de combustible.	
— Prix de revient du chauffage	10
<i>Poêle des voitures de 4^e classe.</i>	<i>12</i>

*



	Pages.
Chemins de fer de Berlin-Potsdam-Magdebourg.	12
<i>Appareil à combustibles agglomérés adopté pour les voi-</i> <i>tures des quatre classes.</i>	12
Dépenses d'installation des appareils.	13
Composition du combustible.	13
Dimensions, compression et séchage.	13
Allumage des briquettes.	14
Résultats calorifiques.	14
Consommation de combustible.	15
Prix de revient du chauffage.	15
 Chemins de fer de Berg-Marche.	 16
<i>Appareil à combustibles agglomérés appliqué aux voitures</i> <i>de 1^{re} et de 2^e classe.</i>	16
Combustibles agglomérés.	16
Résultats calorifiques.	17
Consommation de combustible.	17
Prix de revient du chauffage.	17
<i>Poêles des voitures de 3^e et 4^e classe.</i>	17
Description.	18
Consommation de combustible.	18
 Chemins de fer royaux de Saarbrück.	 18
<i>Appareil à combustibles agglomérés monté dans les voi-</i> <i>tures de 1^{re}, 2^e et 3^e classe.</i>	18
Description.	19
Combustibles agglomérés. — Composition.	19
Résultats calorifiques.	19
<i>Poêles des voitures-salons alimentés au charbon de bois.</i>	19
<i>Poêles à la houille des voitures de 4^e classe.</i>	20
Prix de revient du chauffage.	21
 Chemins de fer du Rhein-Nahe.	 21
<i>Appareil à combustibles agglomérés appliqué aux voitures</i> <i>de 1^{re}, 2^e et 3^e classe.</i>	21
Description.	21
 Chemins de fer royaux de la Westphalie.	 22
<i>Appareil à combustibles agglomérés appliqué aux voitures</i> <i>de 1^{re}, 2^e et 3^e classe.</i>	22
Description.	23
Combustibles agglomérés.	23
Résultats calorifiques et consommation de combustible.	23

TABLE DES MATIÈRES.

	Pages.
Prix de revient du chauffage	23
<i>Chauffage au poêle</i> des voitures de 3 ^e et 4 ^e classe	24
Chemins de fer de l'État de Hanovre	24
<i>Appareil à combustibles agglomérés</i> monté dans les voi- tures de 1 ^{re} , 2 ^e et 3 ^e classe	24
Description	25
Dépenses d'installation des appareils.	26
Prix du combustible.	26
Résultats calorifiques et consommation de combustible	27
<i>Poêle à la houille</i> monté dans les voitures de 3 ^e et 4 ^e classe. — Description	27
Dépenses d'installation des poêles	29
Durée du chauffage.	29
Prix de revient du chauffage.	30
Manutention des appareils.	30
<i>Essai du chauffage par la vapeur</i>	30
Chemins de fer de l'Alsace-Lorraine	30
<i>Appareil à combustibles agglomérés.</i> — Description.	31
Combustible aggloméré.	31
Résultats calorifiques. — Consommation	31
Dépenses du chauffage de l'hiver 1874-1875	32
Essai du charbon de bois de hêtre.	32
Chemins de fer du Nassau.	33
<i>Appareil à combustibles agglomérés</i> des voitures de 1 ^{re} et de 2 ^e classe.	33
Dépenses d'installation des appareils.	33
Consommation de combustible.	34
Observations diverses sur le fonctionnement des appareils.	34
Dépenses du chauffage	35
<i>Chauffage au poêle</i> des voitures de 3 ^e et 4 ^e classe.	35
Dépenses d'installation des poêles	36
Prix de revient du chauffage	36
Chemin de fer du Mein-Weser	36
<i>Appareil à combustibles agglomérés</i> adopté pour les voi- tures de 1 ^{re} et de 2 ^e classe.	36
Dépenses d'installation des appareils.	37
Prix des combustibles agglomérés.	37
Résultats calorifiques et consommation de combustible	37
Prix de revient du chauffage.	37



	Pages.
<i>Poêle à la houille adopté pour les voitures de 3^e et de 4^e classe</i>	38
Dépenses d'installation des poêles	38
Résultats calorifiques et consommation du combustible.	38
Prix de revient du chauffage	38
Chemins de fer de Cologne-Minden	39
<i>Appareil à combustibles agglomérés adopté pour les voitures de 1^{re}, 2^e et 3^e classe</i>	39
Dépenses d'installation des appareils	39
Prix du combustible	40
Appareil d'allumage des briquettes.	40
Chemins de fer de l'Est Bavaois.	40
<i>Chauffage à la vapeur fournie par la locomotive.</i>	40
Indication des trains chauffés et de ceux qui ne le sont pas.	41
Description générale	41
Prise de vapeur sur la locomotive.	42
Pression de la vapeur employée au chauffage	42
Régulateur de pression.	42
Appareil de chauffage des voitures	44
Canalisation extérieure	44
Robinets de la conduite de distribution	44
Tuyaux de chauffe	44
Appareil de réglage à la disposition des voyageurs.	45
Appareil des voitures de 3 ^e classe et des fourgons	45
Dimension des tuyaux de chauffe.	46
<i>Tuyaux de raccordement entre les véhicules. — Soupape automatique de purge.</i>	46
Nature des tuyaux de raccord en caoutchouc.	47
Dépenses d'installation des appareils.	47
Expérience sur les appareils de chauffage.	48
Nombre de voitures que l'on peut chauffer	49
<i>Conduite des appareils de chauffage. — A. Avant le départ du train</i>	49
<i>Conduite des appareils de chauffage. — B. Pendant la marche.</i>	51
<i>Conduite des appareils de chauffage. — C. Après la marche.</i>	52
Personnel chargé de la conduite du chauffage.	52
Remarque générale sur le fonctionnement des appareils	53
Dépenses de main-d'œuvre	53
Dépenses de combustible	53
Dépenses d'entretien	53
Chemins de fer de l'État Bavaois.	54



TABLE DES MATIÈRES.

Pages.

<i>Chauffage à la vapeur, soit par la locomotive, soit par une chaudière spéciale.</i>	54
Abandon futur des chaudières spéciales	54
Description des appareils de chauffage	55
Appareil de prise de vapeur sur la locomotive. — Régulateur de pression	55
<i>Chaudière spéciale</i>	55
Effectif des chaudières spéciales.	56
<i>Appareil de chauffage des voitures.</i> — Conduite générale de distribution.	57
Robinets de la conduite de distribution	57
Appareil de réglage mis à la disposition des voyageurs	57
Tuyau de raccordement entre les voitures	58
<i>Dépenses d'installation des appareils.</i>	59
Résultats calorifiques	59
Expériences sur la consommation de combustible.	59
Nombre maximum des voitures que l'on peut chauffer par une chaudière spéciale	60
Position de la chaudière spéciale dans le train	60
Conduite des appareils des trains chauffés par une chaudière spéciale.	60
Personnel employé au chauffage des trains.	61
<i>Chauffage par la locomotive.</i>	61
Prix de revient du chauffage	62
Dépenses d'entretien	62
Chêmins de fer de l'Est Prussien.	62
<i>Chauffage à la vapeur prise soit à la locomotive, soit à une chaudière spéciale</i>	63
Pression de la vapeur employée pour le chauffage des voitures.	63
<i>Régulateur de pression monté sur les locomotives</i>	63
<i>Chaudière spéciale montée dans un fourgon.</i>	64
<i>Appareil de chauffage des voitures.</i> — Conduite de distribution	65
Robinets de fermeture	66
Tuyau de raccord entre les voitures	66
Robinet de fermeture à l'extrémité de la conduite.	67
Appareils des voitures de 1 ^{re} et 2 ^e classe	67
Clapets de réglage à la disposition des voyageurs	67
Prise de vapeur sur la conduite de distribution	68
Robinets d'admission	68
Appareils des voitures de 3 ^e classe	69
Appareils des voitures de 4 ^e classe	69
Dépenses d'installation des appareils.	70



	Pages.
Résultats calorifiques.	71
Quantité de vapeur condensée	71
Consommation de combustible.	71
Nombre de voitures chauffées.	72
Position des chaudières spéciales dans le train.	72
<i>Conduite des appareils.</i> — A. Avant le départ.	72
d° — B. Pendant la marche	73
d° — C. Après la marche	73
Personnel chargé de la conduite du chauffage.	74
Dépenses du chauffage	74
Chemins de fer Rhénans	74
Emploi simultané de plusieurs systèmes de chauffage.	74
<i>Appareils à combustibles agglomérés.</i> — Appareil encastré dans le plancher	75
Dépenses d'installation des appareils.	76
Appareil monté sous les sièges.	76
Prix de revient des appareils	76
Observations de la Compagnie sur l'usage des appareils à combustibles agglomérés	77
Prix des combustibles agglomérés.	77
Dépense de combustible pour le chauffage.	77
<i>Appareil de chauffage à la vapeur.</i>	77
<i>Appareil à circulation d'eau chaude.</i>	78
<i>Chauffage au moyen de poêles</i>	78
<i>Appareils à air chaud Kiénast et Rothmüller</i>	78
Chemins de fer de l'État Grand-duché de Bade	79
<i>Poêles au charbon de bois des voitures-salons.</i>	79
<i>Chauffage à la vapeur fournie par une chaudière spéciale.</i>	80
Dépenses d'installation des appareils	80
Nombre des voitures chauffées.	80
Résultats calorifiques et consommation de combustible	81
Prix de revient du chauffage.	81
<i>Appareil à combustibles agglomérés</i>	81
<i>Appareil à air chaud Kiénast</i>	82
<i>Appareil à air chaud Thamm et Rothmüller</i>	82
Chemins de fer royaux du Wurtemberg	83
<i>Chauffage par des poêles</i>	83
<i>Chauffage à la vapeur.</i>	84
<i>Essai de l'appareil Thamm et Rothmüller</i>	84
Chemins de fer du Brunswick	84

TABLE DES MATIÈRES.

	Pages.
<i>Apareils à combustibles agglomérés.</i>	85
Inconvénients des appareils à combustibles agglomérés.	85
Chaufferettes à eau chaude	85
Emploi du sable chaud	86
Chauffage par l'eau chaude à haute pression (système Perkins)	86
Ancien essai du chauffage à la vapeur.	86
Chemins de fer royaux de l'État Saxon	87
Emploi simultané de divers systèmes	87
Chemins de fer de Berlin-Hambourg.	88
<i>Chauffage à la vapeur.</i>	89
Dépenses du chauffage	89
<i>Apareils à combustibles agglomérés.</i>	89
Dépenses du chauffage	90
Chemins de fer de la Haute-Silésie	90
Emploi simultané de cinq systèmes différents.	90

CHAPITRE II.

MODES DE CHAUFFAGE EMPLOYÉS SUR LES CHEMINS DE FER DE L'AUTRICHE, DE LA RUSSIE, DE LA SUÈDE ET DE LA NORVÈGE.

Chemins de fer du Sud de l'Autriche.	92
<i>Chaufferettes à eau chaude</i>	93
<i>Poêles des troisièmes classes.</i>	93
<i>Poêle de Maüch et Brock.</i> — Description	93
Installation dans les voitures.	95
Effet utile	95
Consommation de combustible	96
Tableau des expériences.	96
Dépenses d'installation des appareils.	98
Dépenses du chauffage	98
<i>Poêle Blazicek.</i>	98
Consommation de combustible.	98
Tableau des expériences.	98
Dépenses d'installation des appareils.	100
Dépenses du chauffage	100



	Pages.
Adoption du poêle Blazicek	100
<i>Poêles alimentés par des combustibles agglomérés.</i>	100
<i>Appareil à air chaud Thamm et Rothmüller.</i>	100
Ventilateurs	102
Combustible employé.	102
Conduite du chauffage.	102
Durée de la combustion.	103
Résultats calorifiques	103
Consommation de combustible	104
Tableau des expériences	104
Dépenses d'installation des appareils	106
Dépenses du chauffage	106
Conclusions des expériences	106
Chemins de fer de l'État Autrichien	105
<i>Poêles des voitures de 3^e classe</i>	107
Dispositions particulières	107
Poids de l'appareil	107
Conduite des appareils	107
Entretien.	108
Prix de revient des appareils	108
Frais de réparation	108
Dépenses du chauffage	108
Chemins de fer de Varsovie à Vienne et à Bromberg.	109
<i>Chaufferettes à eau chaude</i>	109
<i>Poêles de voitures-salons</i>	109
<i>Essai du chauffage à la vapeur prise à la locomotive.</i>	109
Résultats des essais.	110
<i>Essai des appareils à combustibles agglomérés.</i>	111
<i>Essais de l'appareil à air chaud Thamm et Rothmüller</i>	111
Chemin de fer Charles-Louis de Gallicie	112
<i>Chauffage à la vapeur</i>	112
Chemin de fer Nicolas	113
Dispositions générales du matériel à voyageurs.	113
<i>Chauffage au moyen de poêles</i>	113
Nombre des poêles placés dans les voitures.	114
Installation des poêles	116
Effet utile des poêles	116
<i>Poêle américain monté dans une voiture du train Impérial.</i>	116
Avantages et inconvénients des poêles	117

TABLE DES MATIÈRES.

	Pages.
Voitures incendiées par des poêles.	118
<i>Chauffage à la vapeur système de M. le baron de Derschau.</i>	118
Avantages et inconvénients du chauffage à la vapeur de M. le baron de Derschau.	119
Renseignements complémentaires sur le chauffage à la vapeur de M. le baron de Derschau.	120
Chaudières spéciales	121
Appareils des voitures	121
Tuyau de raccord entre les voitures	121
Dépenses d'installation des appareils.	122
Résultats calorifiques.	122
Quantité de vapeur dépensée. — Dépense de combustible.	122
Nombre de voitures chauffées.	122
Conduite des appareils	122
 Chemin de fer du Sud de Constantinow.	 122
<i>Chauffage par des poêles.</i>	122
 Chemin de fer de Mittau	 123
<i>Chauffage par des poêles</i>	123
 Chemin de fer de Losowo-Sébastopol.	 123
<i>Chauffage par des poêles</i>	123
 Chemins de fer de Kursk, Charkow, Asow et Abo-Tammerfors- Tavastehüs.	 125
<i>Chauffage par des poêles</i>	125
Ventilateurs.	126
 Chemins de fer de l'État Suédois	 127
<i>Application du chauffage à la vapeur</i>	127
 Chemins de fer Norwégiens.	 127
<i>Indications des systèmes en usage sur les diverses lignes.</i>	127
<i>Chauffage au moyen de combustibles agglomérés.</i>	129



CHAPITRE III.

MODES DE CHAUFFAGE EMPLOYÉS SUR LES CHEMINS DE FER DE LA SUISSE,
DE LA BELGIQUE, DE LA HOLLANDE, DE L'ANGLETERRE ET DE L'ITALIE.

	Pages.
Chemins de fer du Central-Suisse	130
<i>Chauffage au moyen de poêles</i>	130
Description	131
Dépenses d'installation	131
Résultats calorifiques	131
Combustible	132
Entretien du feu	132
Appareil à air chaud. — <i>Premier appareil expérimenté</i> . .	132
d° — <i>Deuxième appareil, actuellement</i> <i>appliqué</i>	133
Dépenses d'installation	133
Consommation de combustible	133
Résultats calorifiques	133
Dépenses du chauffage	134
 Chemins de fer de l'Union-Suisse	 134
<i>Types de poêles en service</i>	134
Appareil à air chaud. — Appareil imité de celui de MM. Thamm et Rothmüller	134
Appareil spécial à l'Union-Suisse	135
 Chemins de fer du Nord-Est de la Suisse	 136
<i>Poêles</i>	136
Appareils à air chaud. — Appareil essayé	137
Appareil adopté. — Première disposition. — Description . .	138
Inconvénients des dispositions adoptées	139
Deuxième disposition, actuellement adoptée	139
Dépenses d'installation	139
Résultats calorifiques	139
Consommation de combustible	140
Dépenses du chauffage	140
 Chemins de fer de l'État Belge	 140
Indication générale des appareils expérimentés	140
<i>Système à air chaud Grandjean</i>	141
Appareil à combustibles agglomérés, système <i>Berghausen</i> <i>et Philipps</i>	141
Appareil à air chaud, système <i>Grandvallet et Kiénast</i> . .	142



TABLE DES MATIÈRES.

	Pages.
<i>Chauffage par le gaz, système Chaumont</i>	144
Description de l'appareil.	145
Résultat des essais	146
Dépenses de chauffage	147
Dépenses d'installation des appareils	147
Nouvelle disposition proposée par M. Chaumont	147
<i>Chauffage au pétrole</i>	147
Dépenses de chauffage	148
Chemins de fer de l'État Néerlandais.	148
<i>Essais d'appareils à combustibles agglomérés.</i>	148
Angleterre	149
<i>Emploi général des chaufferettes à eau chaude</i>	149
Chauffage de l'eau	150
Chemins de fer de la Haute-Italie.	151
<i>Chaufferettes à eau chaude</i>	151

CHAPITRE IV.

MODES DE CHAUFFAGE EMPLOYÉS OU ESSAYÉS PAR CERTAINES COMPAGNIES
SECONDAIRES DE CHEMINS DE FER EN FRANCE.

Chemin de fer des Dombes.	152
<i>Chauffage à l'air chaud</i>	152
Description de l'appareil.	152
Disposition de l'appareil dans les voitures	153
Dépenses d'installation	154
Combustible employé	154
Conduite de l'appareil	154
Résultats calorifiques	155
Consommation de combustible.	155
Dépenses du chauffage	155
Chemins de fer des Charentes.	155
<i>Chauffage par la vapeur de chaufferettes à eau, fixées dans les voitures.</i>	155
<i>Description des appareils montés sur les voitures. — Dis- position de 1873</i>	157



	Pages.
Conduite extérieure	158
Disposition de 1874	159
Disposition de 1875	159
Tuyau de raccordement entre les voitures.	160
Prix de revient des appareils	161
<i>Conduite du chauffage.</i> — Chauffage avant le départ.	161
Réchauffage du train	161
Emploi de la machine du train comme source de vapeur.	162
Emploi des machines de réserve.	162
<i>Conduites souterraines</i>	162
Temps nécessaire pour le chauffage.	163
Temps nécessaire pour le réchauffage.	163
<i>Résultats des expériences</i>	163
Expérience du 22 octobre 1873, faite en stationnement à Saintes.	164
Expérience en marche du 30 octobre 1873	165
d° 9 décembre 1873	166
d° 10 décembre 1873	166
Résultats calorifiques.	167
Dépense de vapeur	167
Chauffage	167
Réchauffage	168
Condensation dans les conduites souterraines	168
Dépenses de combustible	168
Dépenses de main-d'œuvre	169
Dépenses d'entretien	169
<i>Inconvénients résultant des dispositions de construction des appareils.</i>	169
Appareils de 1873.	169
Appareils de 1874.	170
Appareils de 1875.	171
<i>Inconvénients que présentait la conduite des opérations de chauffage et de réchauffage</i>	171
Durée de l'application du système de chauffage à la vapeur sur le réseau des Charentes.	172
Motifs de l'abandon de ce système de chauffage	172

DEUXIÈME PARTIE.

Expériences et essais de la Compagnie des chemins de fer de l'Est pendant les hivers de 1874, 1875 et 1876.

CHAPITRE V.

ESSAIS ET EXPÉRIENCES SUR LE CHAUFFAGE DES VOITURES AU MOYEN DE POÊLES.

	Pages.
Chauffage au moyen d'un poêle	175
Type du poêle expérimenté	175
Description du poêle	176
Foyer	176
Réservoir	176
Cendrier	176
Grille	177
Enveloppe intérieure	177
Cheminée	177
Enveloppe extérieure	177
Prise d'air pour la combustion	178
Prise d'air pour le chauffage	178
Installation du poêle dans la voiture	178
Résultats calorifiques	179
Résumé des expériences	180
Expérience en marche du 15 janvier 1874	181
Influence du sens de la marche et des chargements de combustible	183
Consommation de combustible et prix de revient du chauffage	184
Dépenses d'installation de l'appareil	184
Conclusions des expériences	184

CHAPITRE VI.

ESSAIS ET EXPÉRIENCES SUR LE CHAUFFAGE DES VOITURES AU MOYEN D'APPAREILS A AIR CHAUD.

Appareil à air chaud, système Grandvallet et Kiénast.

Principe	186
Description	186



	Pages.
Foyer	187
Portes de chargement et de nettoyage	187
Prises d'air pour la combustion.	187
Orifices de sortie des produits de la combustion	187
Conduites d'air chaud, serpentins	188
Prises d'air pour le chauffage, manches à vent.	188
Clapets des manches à vent.	188
Tuyaux de distribution.	189
Bouches de chaleur.	189
Combustible	189
Résultats calorifiques obtenus sur une voiture de 3 ^e classe.	189
Effet utile	189
Distribution de la chaleur.	190
Consommation de combustible.	194
Prix de revient du chauffage.	194
Dépenses d'installation de l'appareil	194
Conclusion des expériences.	194
Appareil à air chaud, système Mousseron	195
Principe de l'appareil	195
Appareil primitif monté sur une voiture de 3 ^e classe	195
Effet utile	196
Distribution de la chaleur.	196
Consommation de combustible.	196
Résumé des expériences	196
Expérience en marche du 23 janvier 1874.	197
Inconvénients des dispositions de l'appareil.	198
<i>Première modification des appareils à air chaud, système Mousseron.</i>	<i>200</i>
Description de l'appareil monté sur une voiture de 3 ^e classe.	
— Foyer.	200
Enveloppes à air.	200
Conduits de chaleur.	201
Tuyau de fumée	201
Introduction de l'air autour du foyer	201
Inégalités de température des deux couches d'air autour du foyer	201
Registre	202
Grilles	202
Bouches de chaleur.	202
Disposition permettant la réparation du véhicule	203
Résultats calorifiques.	203
Résultats des expériences faites avec une voiture spéciale non livrée aux voyageurs	203

TABLE DES MATIÈRES.

Pages.

Mode de distribution de l'air chaud à l'intérieur de la voiture	203
Influence du sens de la marche	204
Influence des chargements	204
Influence de l'ouverture des portières	204
Résultats des expériences faites avec une voiture livrée aux voyageurs	204
Résumé des expériences	205
Expérience en marche du 6 janvier 1874	205
Effet utile	207
Distribution de la chaleur	207
Résumé des expériences faites sur l'appareil monté dans une voiture de 2 ^e classe	209
Effet utile	209
Distribution de la chaleur	209
Influence de l'ouverture des glaces	211
Résumé des expériences faites sur l'appareil monté dans une voiture de 1 ^{re} classe	211
Expérience en marche du 12 février 1874	211
Combustible, coke de four	214
Coke de gaz	214
Entretien des foyers	214
Consommation de combustible	215
Dépenses du chauffage	215
Dépenses d'installation des appareils	216
Lenteur du chauffage en stationnement	216
 <i>Deuxième modification des appareils à air chaud, système Mousseron</i>	
Nécessité de construire un appareil muni de chauffe-pieds .	217
Application des chaufferettes à un appareil à air chaud Mousseron	217
Application à une voiture de 3 ^e classe	218
Effet utile. — Distribution de la chaleur	218
Températures des chauffe-pieds	218
Vices de cet appareil	218
Résumé des expériences	220
Expérience en marche du 12 mars 1874	220
Application à une voiture de 3 ^e classe	220
Température du plancher	222
Effet utile	222
Résumé des expériences	222
Expérience en marche du 10 janvier 1875	222
Application à une voiture de 3 ^e classe	222
Effet utile	226



ULTIMHEAT®
VIRTUAL MUSEUM



	Pages.
Distribution de la chaleur	226
Températures sur les chaufferettes	226
Résumé des expériences.	226
Expérience en marche du 16 avril 1874.	226
Effet utile	228
Distribution de la chaleur.	228
Température des chaufferettes.	230
Résumé des expériences.	230
Combustible. — Entretien des foyers. — Consommation et prix de revient du chauffage.	230
Dépenses d'installation des appareils à chaufferettes en tôle.	330
<i>Troisième modification des appareils à air chaud, système Mous- seron.</i>	
	232
Résultats calorifiques.	232
Résumé des expériences	232
Expérience en stationnement du 26 décembre 1874	234
Expérience en marche du 16 mars 1875	234
Consommation de combustible.	236
Prix de revient du chauffage	236
Prix de revient de l'installation de l'appareil	238
Remarque générale sur l'entretien des appareils Mous- seron	238

CHAPITRE VII.

ESSAIS ET EXPÉRIENCES SUR LE CHAUFFAGE DES VOITURES A L'AIDE DE
CHARBONS AGGLOMÉRÉS (*Briquettes, charbon nouveau, charbon
de Paris*).

Appareil à chaufferettes avec combustibles agglomérés, système Grandjean	240
Principe	240
Description de la chaufferette	240
Paniers à combustible.	241
Installation de la chaufferette dans les voitures	242
Fonctionnement de l'appareil	242
Combustibles employés	242
Charbon nouveau, sa composition	243
Charbon de Paris, sa composition.	243
Allumage du combustible	244
Appareil d'allumage Grandjean	244



ULTIMHEAT®

XVII VIRTUAL MUSEUM

TABLE DES MATIÈRES.

	Pages.
Chargement du combustible	244
Résultats calorifiques	244
Température intérieure	245
Température des chaufferettes.	245
Résumé des expériences	245
Expérience du 8 avril 1874	245
Consommation de combustible.	249
Prix de revient des appareils.	249
Inconvénients de la chaufferette Grandjean.	250
Appareil à chaufferettes avec combustibles agglomérés, type Est 1874	251
Description	251
Paniers à combustibles	252
Dégagement d'air chaud dans la voiture	253
Couche d'air isolante	253
Installation de l'appareil.	253
Surhaussement de la caisse de la voiture sur son châssis.	253
Fourneau pour l'allumage du combustible	254
Combustibles Grandjean et Cohen.	254
Résultats calorifiques	255
Emploi du charbon nouveau.	255
Charbon Cohen.	256
Charbon Grandjean.	256
Résumé des expériences	256
Expérience en marche du 5 janvier 1875.	258
Consommation de combustibles et prix de revient du chauffage	260
Dépenses d'installation des chaufferettes dans les voitures.	260
Conclusions des expériences faites sur les chaufferettes et sur les combustibles agglomérés	261

CHAPITRE VIII.

ÉSSAIS ET EXPÉRIENCES SUR LE CHAUFFAGE DES VOITURES AU MOYEN D'UN COURANT D'EAU CHAUDE CIRCULANT DANS DES APPAREILS FIXES (THERMO-SYPHON).

Appareils à circulation d'eau, système Weibel et Briquet.	263
Principe de l'appareil.	263
Appareils Weibel et Briquet montés par la Compagnie de l'Est.	264



	Pages.
<i>Appareil n° 1.</i>	264
Chaudière	264
Position de la chaudière.	265
Départ de la cheminée.	265
Contenance de la chaudière.	265
Grille.	265
Canalisation.	266
Conduite de départ d'eau.	266
Conduite de retour d'eau.	266
Section des conduites.	267
Tuyaux de chauffe.	267
Vase d'expansion.	267
Flotteur.	268
Conduite de remplissage de l'appareil.	268
Robinet de vidange.	268
Joints.	268
Volume d'eau contenu dans l'appareil.	269
Poids de l'appareil.	269
 <i>Dispositions spéciales de l'appareil n° 2.</i>	 269
Position de la chaudière.	269
Contenance de la chaudière.	270
Section des conduites de départ et de retour d'eau.	270
Position de la cheminée.	270
Volume d'eau contenu dans l'appareil.	270
Dépenses d'installation des appareils.	270
 <i>Résultats calorifiques. — Appareil n° 1.</i>	 271
Résultats des expériences faites avec une voiture spéciale occupée par l'expérimentateur. — Effet utile	271
Résultats obtenus dans les quatre compartiments restés en communication.	271
Compartiment isolé.	271
Temps nécessaire au chauffage des voitures.	272
Influence de l'ouverture des portières.	272
Influence des chargements.	272
Influence du refroidissement de la cheminée.	272
Influence du sens de la marche.	273
Voiture occupée par les voyageurs.	273
Résumé des expériences.	273
Expérience en marche du 2 mars 1875.	273
Consommation de combustible.	275
Prix de revient du chauffage.	275
 <i>Résultats calorifiques. — Appareil n° 2.</i>	 277
Effet utile.	277

TABLE DES MATIÈRES.



	Pages.
Consommation de combustible.	277
Prix de revient du chauffage.	277
Cause de la différence des effets calorifiques fournis par les deux appareils.	277
Observations communes aux deux appareils. — Consommation d'eau.	278
Marche des foyers des appareils.	278
Entretien des appareils.	278
Avantages et inconvénients des appareils Weibel-Briquet.	279
Avantage dû à l'emploi de l'eau chaude.	279
Inconvénients de la canalisation à l'intérieur de la voiture.	279
Excès de puissance des chaudières.	280
Excès de surface des grilles.	280
Examen critique des dispositions de détail.	280
Conduit annulaire de fumée dans la chaudière.	281
Orifice du départ de fumée.	281
Direction des barreaux des grilles.	281
Position de la chaudière de l'appareil n° 2.	281
Etude d'un nouvel appareil à eau chaude.	282
Théorie du chauffage à l'eau chaude par circulation continue ou par thermo-siphon.	282
Principe du thermo-siphon appliqué par la Compagnie de l'Est au chauffage des voitures.	283
Nécessité de faire des expériences.	284
Disposition de l'appareil d'essai.	284
Résultats des expériences.	287
Chaleur émise.	287
Vitesse de l'eau.	288
Constatation expérimentale de la vitesse.	288
Travail dépensé pour maintenir le liquide en mouvement.	288
Distribution de la chaleur dans les chaufferettes.	288
Position de la chaudière par rapport aux chaufferettes.	289
Appareil à circulation d'eau chaude avec chaufferettes, type Est 1873	289
Canalisation.	290
Chaufferettes.	290
Montage des chaufferettes.	291
Vase d'expansion.	292
Flotteurs.	292
Conduite de remplissage.	292
Dilatation de la conduite de départ d'eau.	292
Surface de chauffe.	293
Capacité de l'appareil.	293



	Pages.
Résultats des expériences faites avec une voiture spéciale ne contenant pas de voyageurs. — Effet utile	293
Températures au contact des chaufferettes.	294
Influence du sens de la marche.	294
Influence de l'ouverture des portières.	295
Influence des chargements.	295
Temps nécessaire au chauffage des voitures.	295
Résumé des expériences.	295
Expériences en marche des 26 et 27 février 1875	295
Consommation de combustible et prix de revient du chauffage	298
Conclusions des essais de notre appareil à circulation d'eau et à chaufferettes, type 1873.	302
Appareil à circulation d'eau avec chaufferettes, type Est 1874.	303
Chaudière.	303
Enveloppe de la chaudière.	303
Robinet de remplissage et de vidange.	304
Trémie.	304
Hauteur du feu.	304
Grille.	305
Cendrier	305
Conduit de fumée de la chaudière.	305
Positions de la chaudière et de la cheminée.	306
Voitures de 1 ^{re} classe.	306
Hauteur de la cheminée.	306
Enveloppe de la cheminée.	307
Regard.	307
Voitures de 2 ^e et de 3 ^e classe	307
Hauteur des cheminées.	308
Sections des cheminées.	308
Enveloppe des cheminées.	308
Canalisation.	308
Conduites de départ d'eau : 1 ^o voiture de 1 ^{re} classe.	308
— — — — — 2 ^o voitures de 2 ^e et de 3 ^e classe.	308
Joint.	309
Enveloppe des conduites de départ	309
Conduite de retour d'eau froide.	309
1 ^o Voiture de 1 ^{re} classe.	309
2 ^o Voitures de 2 ^e et de 3 ^e classe	310
Enveloppe des conduites de retour.	310
Chaufferettes.	310
Montage des chaufferettes.	310
Vase d'expansion	311
Suppression du flotteur.	311
Pertes d'eau.	311

TABLE DES MATIÈRES.

	Pages.
Position du vase d'expansion : 1 ^o voiture de 1 ^{re} classe . . .	311
— — — 2 ^o voitures de 2 ^e et de 3 ^e cl.	312
Conduites de départ d'air.	312
Surface de chauffe.	313
Capacité des appareils.	313
Poids des appareils.	313
Levage des caisses.	313
<i>Résultats calorifiques.</i> — Appareil de la voiture de 1 ^{re} classe.	314
Résultats des expériences faites avec une voiture spéciale.	314
1 ^o Températures intérieures.	314
2 ^o Températures sur les chaufferettes.	315
Influence du sens de la marche.	315
Influence de l'ouverture des portières.	319
Résumé des expériences.	319
Expériences en marche des 4 et 5 février 1875	319
Voiture de 3 ^e cl. — Résultats obtenus sur une voiture spéciale	320
Températures intérieures : 1 ^o Résultats obtenus sur les	
quatre compartiments.	320
2 ^o Compartiment isolé.	324
Température sur les chaufferettes.	324
Influence du sens de la marche.	324
Influence de l'ouverture des portières	325
Résumé des expériences.	325
Expériences en marche des 10 février, 2 avril 1875 et 6 jan-	
vier 1876.	325
Entretien des foyers.	328
Combustible employé.	333
Consommation et dépense de combustible	333
Dépenses d'installation des appareils	334
Modifications à apporter à l'appareil construit en 1874 . .	335
Inconvénients propres au système de chauffage par l'eau	
chaude	336
Lenteur du chauffage initial et congélation de l'eau. . . .	336
Résumé des expériences faites sur les appareils à circu-	
lation d'eau chaude	338

CHAPITRE IX.

EXPÉRIENCES SUR LE CHAUFFAGE AVEC BOUILLOTES MOBILES A EAU
CHAUDE ET ÉTUDE DES AMÉLIORATIONS A Y APPORTER.

Chauffage des voitures avec chaufferettes mobiles à eau chaude.	340
Chaufferettes mobiles.	340



	Pages.
Chaudières	341
Résultats calorifiques donnés par les chaufferettes	342
Dépense du chauffage avec chaufferettes.	345
Avantages et inconvénients des chaufferettes à eau chaude.	345
Influence des enveloppes protectrices sur la vitesse du refroidissement	346
Examen des perfectionnements dont ce mode de chauffage est susceptible	346
Injections de vapeur.	347
Dispositions appliquées par la Compagnie d'Orléans	347
Calcul du nombre de calories nécessaires pour réchauffer une chaufferette de 0° à 90° par injection de vapeur	349
Inconvénients du bouchage et du débouchage, du métal blanc et du ressort formant le joint.	350
Appareil à noria pour réchauffage rapide des bouillottes par simple immersion, sans bouchage ni débouchage	352
Application à la gare de Paris du chauffage par immersion.	353
Calcul du nombre maximum des chaufferettes à fournir en une heure	354
Calcul de la force de production du générateur à vapeur destiné au chauffage des cuves	355

CHAPITRE X.

EXAMEN DES PROPOSITIONS DIVERSES, DES IDÉES ORIGINALES ÉMISES PAR UN GRAND NOMBRE D'INVENTEURS DONT LES PROJETS N'ONT POINT REÇU D'APPLICATION.

Réflexions générales	357
Systèmes Beaumont, Madaule, Macé, Bocard, Azéma et Mougey	360
Chauffage au moyen de la chaux vive éteinte	361
Système Lemeunier.	362
Système Belleruche.	362
Résumé des divers systèmes proposés, avec l'examen critique sommaire de chacun d'eux.	363
Appareils de chauffage à air chaud.	363
d° avec combustibles agglomérés.	365
d° avec la vapeur	366
d° à eau	368
d° divers	369

TROISIÈME PARTIE.

Résumé général et conclusions.

CHAPITRE XI.

ESTIMATION DES DÉPENSES DE TOUTE NATURE AUXQUELLES DONNERAIT LIEU L'APPLICATION A UN RÉSEAU DE CHEMINS DE FER DÉTERMINÉ, ET EN PARTICULIER AU RÉSEAU DE LA COMPAGNIE DE L'EST, DES PRINCIPAUX SYSTÈMES DE CHAUFFAGE ÉTUDIÉS DANS LES PRÉCÉDENTS CHAPITRES.

	Pages.
Nombre de véhicules à munir d'appareils de chauffage	373
Répartition du matériel en circulation et en stationnement dans les gares	374
Durée du chauffage	374
Prix des diverses natures de combustibles	375
I. — Chauffage au moyen d'un poêle	376
Dépenses d'installation	376
Dépenses annuelles	376
Combustible	376
Personnel	377
Entretien des appareils	378
Intérêt et amortissement du capital de première installation	378
II. — Appareil à air chaud, système Mousseron	378
Dépenses d'installation	379
Dépenses annuelles	379
Combustible	379
Personnel	380
Entretien des appareils	381
Intérêt et amortissement du capital de première installation	381
III. — Appareil à combustibles agglomérés	382
Dépenses d'installation	382
Dépenses annuelles	383
Combustible	383
Personnel	385
Entretien des appareils	386
Intérêt et amortissement du capital de première installation	387



	Pages.
IV. — <i>Appareil à circulation de vapeur</i>	387
Dépenses d'installation	387
Dépenses annuelles	388
Combustible	388
Eau	389
Personnel	390
Entretien des appareils	390
Intérêt et amortissement du capital de première installation	391
V. — <i>Appareil à circulation d'eau</i>	392
Dépenses d'installation	392
Dépenses annuelles	392
Combustible	393
Personnel	393
Entretien des appareils	394
Intérêt et amortissement du capital de première installation	394
VI. — <i>Chaufferettes mobiles à eau chaude</i>	394
Dépenses d'installation : 1° Bouillottes; — 2° Chaudières; — 3° Dépenses d'installation dans les gares; — 4° Petit matériel	394-396
Dépenses annuelles	396
Combustible	396
Eau	396
Personnel	397
Entretien des appareils : 1° Chaufferettes; — 2° Chaudières et conduites d'eau; — 3° Chariots	397-398
Intérêt et amortissement du capital de première installation	398
Tableau récapitulatif des dépenses	399

CHAPITRE XII.

RÉSUMÉ GÉNÉRAL DE CES ÉTUDES. — EXAMEN CRITIQUE DES DIVERS SYSTÈMES. — CONCLUSIONS, SPÉCIALEMENT EN CE QUI CONCERNE LE RÉSEAU FRANÇAIS.

Tableau synoptique résumant l'état actuel des solutions essayées ou adoptées par les divers chemins de fer de l'Europe pour le chauffage des voitures 400-401



TABLE DES MATIÈRES.

Pages.

Le nombre des solutions appliquées en Europe se réduit à sept	401
L'Angleterre s'en tient à la bouillotte d'eau chaude . . .	402
L'Allemagne et l'Autriche appliquent tous les systèmes . .	402
Le problème du chauffage en Allemagne en est toujours à la période des essais	403
Dans les conditions actuelles de l'exploitation française, il faut rejeter tout système exigeant la solidarité des voitures.	406
<i>Tableau</i> résumant les dépenses de toute nature auxquelles donnerait lieu l'application, à un même réseau, des divers systèmes de chauffage existants, dépenses rapportées aux éléments principaux de l'exploitation et du trafic. .	411
Classification au point de vue de la dépense	412
Prix du chauffage suivant les divers systèmes pour un voyageur transporté à 1 kilomètre.	412
<i>Tableau</i> indiquant les dépenses de toute nature auxquelles donnerait lieu l'application, sur les six grandes Compagnies françaises, des principaux systèmes de chauffage employés actuellement sur les divers chemins de fer de l'Europe	413
<i>Chauffage avec combustibles agglomérés</i>	414
Appréciation critique du chauffage avec combustibles agglomérés	414
<i>Chauffage à la vapeur</i>	414
Examen critique du chauffage à la vapeur.	414
<i>Chauffage à l'air chaud</i>	418
Examen critique du chauffage à l'air chaud.	418
<i>Chauffage au poêle</i>	420
Examen critique du chauffage au poêle	420
<i>Appareil à circulation d'eau chaude dans des chaufferettes fixes</i>	422
Examen critique du système à circulation d'eau chaude dans des bouillottes fixes (thermo-siphon de la Compagnie de l'Est)	422
<i>Bouillottes mobiles à eau chaude</i>	423
Examen critique du système de chauffage avec bouillottes mobiles	423
Conclusion générale.	424
—————	
ANNEXE A. Note sur l'incapacité des gaz à emmagasiner la chaleur	431



ANNEXE **B.** Note sur le chauffage des bouillottes au bain-marie 433

— **C.** Congrès tenu à Dusseldorf par les Administrations de l'Union des chemins de fer allemands, à la date des 14-15 septembre 1874 . 435

— **D.** Prix de revient estimatif de l'appareil à circulation d'eau chaude (type de la Compagnie de l'Est), pour voitures de 3^e classe, comprenant les frais d'aménagement des voitures actuelles 449

NOTE

DU

DIRECTEUR DE LA COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE L'EST

Le froid sévit, souvent d'une manière rigoureuse, dans les départements traversés par plusieurs lignes faisant partie du réseau concédé à la Compagnie des chemins de fer de l'Est, et les voyageurs sont exposés à de véritables souffrances. A plusieurs reprises le Conseil d'administration s'est occupé de la question de savoir quels étaient les résultats des expériences tentées à nos frontières, — en Belgique, en Allemagne, en Suisse, et sur quelques-unes des lignes si douloureusement perdues pour nous en Alsace-Lorraine.

Nous n'avions à ce sujet que des renseignements incomplets et souvent contradictoires. Quelques voyageurs affirmaient et affirment encore que le problème du chauffage des trains est absolument résolu à l'étranger; d'autres personnes, au contraire, soutiennent que les appareils expérimentés donnent la répartition la plus défectueuse

pour la chaleur produite. Ainsi, dans quelques compartiments on est étouffé, et, pour éviter l'asphyxie, il faut maintenir les fenêtres ouvertes, tandis que dans le compartiment voisin on est à peu près gelé.

Nous recevions en même temps, soit de l'Administration supérieure française, soit de divers inventeurs, des communications sur des appareils relatifs au chauffage des trains.

Le Conseil d'administration a pensé que le moment était venu de procéder à une enquête aussi complète que possible et d'accompagner cette enquête d'expériences suffisantes pour qu'il fût possible de formuler des conclusions pratiques applicables aux désirs du public français. Dans sa séance du 27 février 1873, le Conseil ouvrait un crédit suffisant pour couvrir les dépenses que nécessiteraient ces études, et le service du Matériel et de la Traction se mit immédiatement à l'œuvre.

Commencées en 1873, ces recherches et ces expériences viennent d'être terminées, et le Directeur de la Compagnie a été heureux de mettre sous les yeux du Conseil d'administration le travail considérable présenté à cette occasion par M. Regray, Ingénieur en chef du Matériel et de la Traction.

Le Rapport, accompagné de 31 planches de dessins, se divise en trois parties :

La première comprend la description détaillée de tous les procédés employés pour le chauffage des voitures sur les principaux chemins de fer de l'Europe.

La seconde est relative aux expériences qui ont été

faites sur le chemin de fer de l'Est pendant les deux hivers 1873-1874 et 1874-1875.

Un train, composé de voitures de toutes classes, a circulé tous les jours sur la ligne de Paris à Nancy, et les dispositions les plus variées ont été mises à l'essai.

La troisième partie enfin présente, sous forme de Résumé général, des conclusions fort intéressantes. Si nous n'avons pas en France marché aussi vite que les autres nations dans l'étude du problème du chauffage des trains, nous n'avons pas à regretter les tâtonnements et souvent les insuccès de nos devanciers ; et nous arriverons en même temps que les autres contrées de l'Europe à une solution, nous ne disons pas absolument satisfaisante, mais à une solution suffisante.

Il ressort en effet du travail présenté par nos Ingénieurs deux faits très-importants :

Premièrement. Tous les systèmes actuellement employés à titre définitif, ou à titre d'essai, sur les chemins de fer du continent, peuvent, malgré des différences nombreuses soit dans la forme, soit dans les dimensions des appareils, se rattacher à cinq types distincts :

1° Chauffage par des poêles ;

2° Chauffage au moyen de l'air chaud fourni par un calorifère spécial à chaque véhicule et réparti par des tuyaux ;

3° Chauffage avec de la vapeur d'eau provenant soit de la locomotive, soit d'une chaudière spéciale placée au milieu du train ;

4° Chauffage au moyen de briquettes ou combustibles agglomérés ;

5° Enfin, chauffage par l'eau chaude circulant dans des appareils fixes, ou apportée dans des bouillottes mobiles.

Secondement. Des quatre premiers systèmes, aucun ne répond d'une manière complète aux conditions du problème, ou n'est applicable à notre pays. Sans aucun doute et pour ne donner qu'un exemple, les poêles ordinaires chauffent très-bien une grande voiture de 3^e classe. Dans toute l'Allemagne on les accepte parfaitement; mais lorsque nous les avons essayés en France, les voyageurs désertaient les voitures qui les contenaient.

Avec l'air chaud, le moindre stationnement donne lieu à un refroidissement absolu de la voiture.

Quant à la vapeur et aux briquettes, le Rapport donne les renseignements les plus précis sur les obstacles qui s'opposent au choix de l'une ou de l'autre solution.

Reste uniquement l'eau chaude, que recommande d'ailleurs sa merveilleuse capacité calorifique. Mais là se présente une question qui n'est pas encore pour nous complètement et absolument résolue :

Faut-il placer sur chaque voiture un appareil à circulation fondé sur le principe du thermo-syphon, chauffer l'eau d'une matière continue, éviter aux gares le travail, aux voyageurs l'ennui du renouvellement des appareils?

Faut-il, au contraire, se contenter de la bouillotte ancienne, en multiplier le nombre et en opérer le renouvellement en cours de route par des installations mécaniques convenables?

Prenant la question à ce point précis, le Conseil d'administration de la compagnie de l'Est a décidé :

1^o Que c'était à l'eau qu'il fallait recourir pour le chauffage des trains ;

2^o Que les voitures de toutes classes composant les trains dont la durée de parcours excède deux heures seraient désormais chauffées ;

3^o Que, simultanément, on mettrait en œuvre les deux modes d'emploi de l'eau chaude, c'est-à-dire que l'on construirait un certain nombre d'appareils fixes à circulation (thermo-syphon), et que l'on expérimenterait les procédés assurant le renouvellement rapide de l'eau chaude dans les bouillottes ;

4^o Enfin, que le Rapport présenté par M. Regray, — qui contient d'ailleurs un grand nombre de faits absolument nouveaux et de documents inédits recueillis à grand'peine à l'étranger, — serait publié aux frais de la Compagnie.

Votées par le Conseil d'administration dans sa séance du 14 juin 1876, ces conclusions reçoivent en ce moment même la solution que chacune d'elles comporte : Nos ateliers fabriquent les appareils nécessaires, les installations relatives au réchauffage mécanique s'exécutent, et la présente Publication montre l'intérêt que nous avons tous attaché à ce grand problème.

Le Directeur de la Compagnie des chemins de fer de l'Est,

F. JACQMIN.



ULTIMHEAT®
VIRTUAL MUSEUM

INTRODUCTION

La question du chauffage des voitures à voyageurs de toute classe, et particulièrement des deuxième et troisième classes, préoccupe depuis fort longtemps l'opinion publique. Le problème peut paraître assez simple au premier abord ; mais, à mesure qu'on l'approfondit, on s'aperçoit qu'il est, au contraire, des plus complexes. Partout, du reste, il est poursuivi avec ardeur, en Allemagne, en Autriche, en Belgique, en Suisse, et la multiplicité des systèmes essayés témoigne de la diversité d'opinion des Ingénieurs et des difficultés de la question.

Dès l'année 1873, le Syndicat des six grandes Compagnies françaises, désireux de s'associer à ce grand mouvement, avait accueilli la proposition de la Compagnie de l'Est qui s'était déclarée prête à faire des expériences spéciales pour étudier la question et à poursuivre ces essais, au besoin, pendant plusieurs hivers.



C'est le résultat de cette étude que nous avons résumé dans le présent ouvrage.

Avant d'entrer en matière, indiquons à grands traits l'ordre que nous avons suivi dans ce travail.

Notre premier soin a été d'entrer en correspondance avec les Compagnies étrangères et d'envoyer nos agents sur place pour nous renseigner exactement sur ce qui se fait dans les pays voisins. Ces renseignements recueillis, il nous a été possible de ramener les divers procédés employés à un certain nombre de types principaux dont pourraient dériver tous les autres par de simples variantes de détail. Après nous être appliqués à perfectionner l'étude de chacun de ces types, nous les avons mis en expérience pendant les hivers de 1874, 1875 et 1876. A cet effet, un train complet, chauffé suivant les divers systèmes, a été mis régulièrement à la disposition du public entre Paris et Nancy pendant l'hiver de 1874. Ce train partait le matin de Paris à midi et arrivait à Nancy à 11 h. 25 m. du soir ; il repartait le lendemain de Nancy à 6 heures du matin pour rentrer à Paris à 5 heures du soir. On trouvait, dans cette combinaison, le double avantage de voyages accomplis dans des conditions très-diverses de climat et de température, et la possibilité de recueillir les observations ou les plaintes du public.

Quoique l'hiver de 1873-1874 ait été fort doux et que la neige n'ait fait, pour ainsi dire, qu'une rapide apparition dans nos régions de l'Est, l'expérience avait été assez décisive pour nous permettre de repousser certains appareils et pour nous indiquer dans quelle voie les autres



INTRODUCTION.

devaient être perfectionnés. Ces perfectionnements, étudiés et préparés pendant l'été, étaient de nouveau essayés au commencement de l'hiver, dans les mêmes conditions que l'année précédente, c'est-à-dire sur un train omnibus régulier de Paris à Nancy. Les hivers de 1875 et de 1876 ayant été plus rigoureux que le précédent, et ayant présenté toutes les conditions météorologiques désirables, il nous a été possible d'arriver aux conclusions qu'on lira plus loin.

Ce travail sera divisé en trois parties comprenant chacune plusieurs chapitres :

1° Résumé descriptif et critique de tous les procédés actuellement employés au chauffage des voitures sur les principaux chemins de fer de l'Europe ;

2° Résumé des expériences faites pendant les hivers de 1873-1874 et de 1874-1875 sur le réseau des chemins de fer de l'Est ;

3° Résumé général et Conclusions.

Parmi les personnes qui ont bien voulu me prêter leur concours pour l'exécution de ce travail, je citerai en première ligne M. l'Ingénieur Salomon, attaché au Service de la Traction et du Matériel de la Compagnie de l'Est.

M. Salomon a participé à la rédaction de cet ouvrage dans toutes ses parties et a été pour moi, non-seulement un aide, mais encore un collaborateur des plus dévoués.

La confection des nombreuses planches de l'atlas qui accompagne cet ouvrage a été particulièrement surveillée par M. Flaman, Chef des Études du Matériel de la Compagnie de l'Est, qui a bien voulu apporter à cette œuvre les soins et la science pratique qui distinguent ses travaux.

A l'étranger, M. Polonceau, Sous-Directeur de l'Exploitation de la " Staatsbahn, " et M. Gottschalk, Ingénieur en Chef du Matériel et de la Traction des chemins de fer du Sud-Autrichien, ont bien voulu nous fournir de nombreux et intéressants documents.

La plupart des Administrations allemandes, et en particulier celle des chemins de fer bavarois, se sont mises à notre disposition de la manière la plus obligeante, et nous les prions de recevoir tous nos remerciements.

L'Ingénieur en chef du Matériel et de la Traction,

L. REGRAY.



LE

CHAUFFAGE DES VOITURES

DE TOUTES CLASSES

SUR LES CHEMINS DE FER

PREMIÈRE PARTIE

ÉTUDE DES MODES DE CHAUFFAGE EMPLOYÉS SUR LES
CHEMINS DE FER ÉTRANGERS

Observation générale. — Avant de commencer la description et l'examen des divers systèmes de chauffage employés sur les chemins de fer étrangers, nous croyons devoir faire les deux remarques suivantes :

Tous les renseignements, chiffres et dessins que nous allons donner proviennent, pour la plus grande partie, du dépouillement de documents reçus des Administrations de ces chemins eux-mêmes. Lorsque quelques obscurités, difficiles à régler par correspondance, se sont produites

dans ces renseignements, nous avons envoyé sur place un Inspecteur chargé de les éclaircir (1) ; cette opération a été faite sous les yeux et — nous n'avons pas besoin d'ajouter — avec la pleine autorisation des Administrations étrangères.

Nous aurions pu dépouiller et analyser ces documents en les groupant par natures d'appareils ; mais cette marche eût présenté l'inconvénient de rompre l'unité de l'exposition et d'empêcher le lecteur de se faire une idée suffisamment nette des opinions et des procédés de chaque Administration. Il était fort important, en effet, de faire ressortir la multiplicité des systèmes employés ou essayés par une même Compagnie, ou de constater, par exemple, qu'un procédé unique était accepté par elle d'une manière exclusive. Nous avons donc pris le parti de procéder à l'étude du chauffage sur les principales lignes étrangères Compagnie par Compagnie, en faisant l'examen des méthodes adoptées par chacune d'elles et en plaçant, autant que possible, les unes près des autres les Administrations qui emploient des moyens similaires.

Ainsi nous avons groupé tous les chemins qui font usage des charbons agglomérés ; de même nous avons réuni tous ceux qui se servent de la vapeur, etc., de manière que le lecteur puisse avoir sous les yeux la série des renseignements qui se rapportent à un même système.

Des résumés d'ensemble réuniront, dans des conclusions générales, tous ces éléments nécessairement séparés.

Cette première partie se divisera en quatre chapitres :

(1) M. Rost, Inspecteur du matériel roulant de la Compagnie de l'Est, a été chargé de cette mission.

CHAUFFAGES SUR LES CHEMINS DE FER ÉTRANGERS.

CHAPITRE PREMIER. — *Modes de chauffage employés sur les chemins de fer de l'Allemagne.*

CHAPITRE II. — *Modes de chauffage employés sur les chemins de fer de l'Autriche, de la Russie, de la Suède et de la Norwége.*

CHAPITRE III. — *Modes de chauffage employés sur les chemins de fer de la Suisse, de la Belgique, de la Hollande, de l'Angleterre et de l'Italie.*

CHAPITRE IV. — *Modes de chauffage employés ou essayés par certaines Compagnies secondaires de chemins de fer en France.*



CHAPITRE PREMIER

MODES DE CHAUFFAGE EMPLOYÉS SUR LES DIVERS CHEMINS DE FER DE L'ALLEMAGNE.

CHEMINS DE FER DE BERLIN-ANHALT.

Longueur des lignes : 377.3 kilom. — Nombre des voitures à voyageurs : 347.

La Compagnie des chemins de fer de Berlin-Anhalt a adopté pour le chauffage de toutes ses voitures de 1^{re}, 2^e et 3^e classe un appareil à combustibles agglomérés, tandis qu'elle monte dans ses voitures de 4^e classe des poêles en fonte alimentés à la houille.

« On a appliqué les appareils à combustibles agglomérés de préférence à tout autre système, parce qu'ils permettent de chauffer les compartiments indépendamment les uns des autres (1). »

Appareil à combustibles agglomérés monté dans les voitures de 1^{re}, 2^e et 3^e classe. — La Direction de cette Compagnie a bien voulu nous communiquer les dessins de son appareil à combustibles agglomérés ; nous le reproduisons par les fig. 1 à 10 de la planche n° 1.

(1) Renseignement fourni par la Direction.

Description. — Cet appareil consiste en une caisse rectangulaire en tôle, placée horizontalement sous un des sièges dont elle occupe à peu près la moitié de la longueur.

Cette caisse s'ouvre à l'extérieur par une porte pratiquée dans le panneau de la voiture et, à son extrémité, elle communique avec l'air extérieur par un tuyau vertical traversant le plancher. Tous les joints doivent être étanches, afin qu'il n'existe aucune communication entre l'intérieur de la caisse et le compartiment.

Dans cet appareil on introduit un tiroir en tôle, muni de poignées à ses extrémités (fig. 6 à 8), sur lequel on place un panier en fil de fer contenant le combustible allumé. Pour empêcher le ballotement du tiroir, on a fixé sur ses côtés quatre lames de ressorts qui s'appuient sur les parois verticales de la caisse.

Les gaz produits par la combustion s'échappent par deux rangées de trous percés dans la porte. Un registre, actionné par une poignée extérieure (fig. 4 et 5), permet de fermer en partie ou complètement les trous de la rangée supérieure, et de régler ainsi, dans une certaine mesure, la combustion.

L'orifice d'introduction de l'air est réduit à deux fentes pratiquées dans le tube vertical vis-à-vis des faces latérales de la caisse et sur toute la hauteur de celle-ci.

Pour protéger les voitures de 1^{re} et 2^e classe contre le rayonnement direct du foyer et, par suite, contre les risques d'incendie, le plancher est recouvert d'un lit de terre réfractaire, puis d'une tôle; la cloison de séparation et le dessous du siège sont garantis par trois écrans en tôle entre lesquels l'air peut circuler et s'échauffer.

Dans les voitures de 3^e classe (fig. 3), la couche réfractaire est supprimée et l'écran est réduit à une seule feuille de tôle.



Dans les voitures des trois classes, des grillages en fil de fer sont disposés verticalement en avant de l'appareil, afin que les voyageurs ne puissent pas y toucher.

Dans chaque compartiment, deux appareils semblables sont placés sous la même banquette, dont la traverse est alors supportée par un pied en fonte que représentent les fig. 9 et 10.

Le nombre des appareils par compartiment est le même pour les trois classes.

Dépenses d'installation des appareils (1). — « Le prix de « revient (2) des deux appareils installés dans un com-
« partiment est de 112',50 pour les voitures de 1^{re} et
« 2^e classe, et de 75' pour celles de 3^e classe. »

Combustible. — « Le combustible employé consiste en
« un mélange de charbon de bois pulvérisé et de nitre,
« que l'on comprime en briquettes rectangulaires de
« 0^m,090 de largeur sur 0^m,060 de hauteur; la longueur
« est variable.

« Les briquettes qui pèsent de 0^{kg},350 à 0^{kg},400 brûlent
« pendant quatre ou cinq heures, tandis que la durée de
« la combustion de celles du poids de 0^{kg},800 à 0^{kg},900
« est d'environ dix heures.

« Il suffit d'un très-faible courant d'air pour faire brûler
« lentement ce combustible.

« Le prix des briquettes est de 37',50 les 100^{kg}. »

Résultats calorifiques. — Consommation de combustibles.

— Prix de revient du chauffage. — « Pour obtenir dans les

(1) Les dépenses de toute nature seront toujours évaluées en francs.

(2) Renseignement fourni par la Direction.



« voitures, supposées parfaitement closes, un excès de
 « température de 12 à 15° (1) sur l'air extérieur, il faut,
 « d'après les expériences de la Compagnie, employer par
 « compartiment :

« 1	brique	si la température extérieure est de	+ 5°
« 2	d°	d°	0°
« 3	d°	d°	— 5°
« 4	d°	d°	— 10°

« Pour des variations de la température de l'atmo-
 « sphère comprises entre 0 et 5° les frais de chauffage
 « s'élèvent à 0',00312 par compartiment et par kilomètre
 « de parcours, cette somme comprenant les frais acces-
 « soires de manipulation et d'allumage des trois briquettes
 « employées, frais qui s'élèvent à environ 0',05 pour
 « chaque briquette. »

En admettant une vitesse moyenne de marche de 40^{km}, les dépenses de chauffage seraient donc de 0',00312 \times 40 = 0',125 par compartiment et par heure, soit de 0',50 pour une voiture à quatre compartiments.

Remarquons que, d'après le poids des briquettes et la durée de leur combustion qui nous sont indiqués, il se brûle par heure et sur chaque briquette 0^{kg},085 de combustible en moyenne. En admettant que l'on emploie trois briquettes par compartiment, la consommation par heure sera donc de 0^{kg},085 \times 3 = 0^{kg},255 de combustible, ce qui représente une dépense de 0^{kg},255 \times 0',375 = 0',0956. En employant mêmes nombres de petites et de grosses briquettes, les frais de manipulation et d'allumage, rapportés à l'heure de chauffage, seront de 0',0075 par briquette.

(1) Les évaluations des températures seront toujours faites en degrés centigrades.



Avec trois briquettes, ces frais seront donc de $0',0075 \times 3 = 0',0225$, ce qui donnerait une dépense totale, par heure et par compartiment, de $0',1181$, soit de $0',4724$ pour une voiture à quatre compartiments.

Poêle des voitures de 4^e classe. — Nous n'avons que des renseignements incomplets sur le poêle employé pour chauffer les voitures de 4^e classe; son prix serait de $93^f,75$ (frais d'installation compris).

On trouvera plus loin des documents très-complets sur le mode de chauffage par poêle en Allemagne.

CHEMIN DE FER DE BERLIN-POTSDAM-MAGDEBOURG.

Longueur des lignes : 268,5 kilom. — Nombre de voitures à voyageurs : 304.

Le chemin de fer de Berlin-Potsdam-Magdebourg chauffe toutes ses voitures des quatre classes par un appareil à combustibles agglomérés « dont il se déclare satisfait (1). »

Appareil à combustibles agglomérés adopté pour les voitures des quatre classes. — Les figures 11 à 14 de la planche n° 1 reproduisent cet appareil, qui ne diffère de celui du Berlin-Anhalt précédemment décrit que par des détails sans importance.

(2) « La construction de cet appareil doit être très-soignée; elle est faite dans les ateliers de la Compagnie.

« Dans chaque compartiment des voitures de 1^{re}, 2^e et

(1-2) Renseignements fournis par la Direction.

CHAUFFAGES EN ALLEMAGNE.



« 3^e classe on place deux de ces appareils sous la même
 « banquette. Ce même nombre d'appareils chauffe un
 « compartiment double dans les voitures de 4^e classe. »

Dépenses d'installation des appareils. — « Les prix d'in-
 « stallation des appareils dans les voitures sont de :

- « 137^f,65 par compartiment de 1^{re} et 2^e classe ;
- « 114^f,34 d° de 3^e classe ;
- « 117^f,30 par double compartiment de 4^e classe (1). »

Composition du combustible. — « Les briquettes em-
 « ployées ne contiennent, comme matière combustible,
 « que du charbon de bois de bonne qualité et bien pulvé-
 « risé; elles renferment, en outre, du salpêtre et une
 « matière agglutinante.

« L'analyse des briquettes de quatre fournisseurs a
 « donné les résultats suivants :

MATIÈRES RECONNUES PAR L'ANALYSE.	FOURNISSEURS			
	A	B	C	D
	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100
Charbon	81.96	79.55	83.36	82.56
Cendres	6.60	5.00	2.20	5.60
Eau	7.20	7.45	6.85	6.20
Matières agglutinantes	0.94	5.40	2.59	4.89
Nitrate de potasse	3.30	2.60	5.00	3.75
	100.00	100.00	100.00	100.00

Dimension, compression et séchage. — « Les briquettes

(1) Ces voitures sont à trois essieux et divisées en trois compartiments.

« ont 0^m,300 de longueur sur 0^m,095 de largeur à la base,
« et une hauteur de 0^m,060; leur poids varie de 1^{kg} à 1^{kg},050.

« Elles doivent être comprimées et séchées de manière
« à être solides et sonores, l'allumage doit en être facile,
« enfin leur teneur en cendres ne peut dépasser 12 0/0.

« Les briquettes sont livrées emballées dans les maga-
« sins de la Compagnie, à Berlin, au prix de 31^f,25 les
« 100^{kg}. »

Allumage des briquettes. — « Une heure environ avant
« le départ du train à chauffer, les briquettes, rangées
« dans un panier en fil de fer, sont allumées à la flamme
« de becs de gaz.

« Lorsque les briquettes sont bien allumées en dessous
« et sur les côtés, on dispose dix à douze des paniers qui
« les contiennent sur un brancard, on les apporte près
« des voitures et on les introduit dans les appareils.
« Les portes de ceux-ci doivent rester ouvertes pendant
« dix à quinze minutes afin de laisser échapper toute l'hu-
« midité.

« Les portes une fois fermées, on ouvre jusqu'au mo-
« ment du départ du train le registre triangulaire ménagé
« en leur milieu, et on doit de même tenir ouvert ce
« registre pendant tous les arrêts un peu prolongés.

« Pour l'allumage au gaz, on se sert d'un appareil
« breveté de MM. Kiénast et Schütze, de Berlin, dont nous
« donnons les dessins (fig. 15 et 16 de la planche n° 4).

« Le prix de cet appareil, formé de quelques tubes à
« gaz, est de 543^f,75. »

Résultats calorifiques. — « Au départ du train, on sent
« déjà dans les compartiments une chaleur douce, agréa-
« ble, et plus forte aux pieds qu'à la tête.

CHAUFFAGES EN ALLEMAGNE.

« La température intérieure se maintient à $+ 10^{\circ}$,
« en moyenne, quelle que soit la température extérieure. »

Consommation de combustible. — « Le nombre de briquet-
« tes chargées par compartiment est réglé comme suit :

« Une briquette pour une température extérieure de 0
« à $+ 5^{\circ}$;

« Deux briquettes pour une température extérieure de
« $- 5$ à 0° ;

« Quatre briquettes pour une température extérieure
« inférieure à $- 5^{\circ}$.

« Si les briquettes sont de bonne qualité, elles durent
« de douze à quatorze heures, et elles maintiennent cons-
« tante la température ci-dessus indiquée. »

Prix de revient du chauffage. — « Pendant toute la durée
« du trajet de Berlin à Cologne ($637^{\text{km}},5$), on consomme en
« moyenne par compartiment $2^{\text{kg}},250$ de briquettes, soit
« une dépense de $0^{\text{f}},7031$ pour le voyage, ou de $0^{\text{f}},0011$ par
« kilomètre. En tenant compte de l'utilisation incomplète
« des briquettes et des déchets, la dépense kilométrique,
« pour le combustible seulement, est portée à $0^{\text{f}},00167$
« par kilomètre et par compartiment. »

Enfin, d'après les chiffres fournis par le chemin de
Berlin-Potsdam-Magdebourg à la réunion de Dusseldorf,
tenue à la date des 14/15 septembre 1874 (1), cette dé-
pense de combustible varierait de $0^{\text{f}},00139$ à $0^{\text{f}},00278$ par
compartiment et par kilomètre.

En admettant une vitesse moyenne de marche de 40^{km} à
l'heure, nous concluons de ces chiffres que, dans le prix

(1) Voir aux pièces annexes.

de revient du chauffage, la dépense seule du combustible brûlé, en tenant compte des déchets, est en moyenne de 0',40 par heure et par compartiment, soit de 0',40 par voiture à quatre compartiments.

CHEMINS DE FER DE BERG-MARCHE.

Longueur des lignes : 1,169.3 kilom. — Nombre de voitures à voyageurs : 629.

Les voitures des Chemins de fer Bergisch-Märkische sont toutes chauffées (1); celles de 1^{re} et 2^e classe par des appareils à combustibles agglomérés, et celles de 3^e et 4^e classe au moyen de poêles.

Cette Compagnie pense (2) « que les systèmes qu'elle a adoptés pour ses diverses voitures sont, jusqu'à ce jour, ceux qui répondent le mieux au but à atteindre. »

Appareil à combustibles agglomérés appliqué aux voitures de 1^{re} et 2^e classe. — L'appareil à combustibles agglomérés est identique à celui du Chemin de fer de Berlin-Potsdam-Magdebourg, dont nous avons donné les dessins, planche n° 1.

Chaque compartiment est pourvu de deux appareils semblables.

« On n'a pas pris de dispositions spéciales en vue des incendies. »

Combustibles agglomérés. — « Les combustibles agglomérés sont des briquettes composées de charbon de

(1-2) Renseignements fournis par la Direction royale.

« bois de hêtre bien pulvérisé, de salpêtre, de farine et de dextrine qui sert de matière agglutinante.

« Les briquettes ont 0^m,230 de longueur, 0^m,080 de largeur et une hauteur de 0^m,060 ; on peut en placer deux et demie dans le foyer de chaque appareil.

« Lorsque la compression et le séchage ont été bien faits, il suffit d'un très-faible courant d'air pour entretenir la combustion.

« Le prix de ce combustible est de 22^f,50 les 100^{kg}.

« Une heure avant le départ du train, les briquettes allumées sont placées dans les appareils, dont on doit tenir les portes ouvertes jusqu'au moment de la mise en marche, afin que l'air arrive en abondance sur le combustible. »

Résultats calorifiques. — « En chargeant cinq briquettes dans les appareils d'un compartiment, on peut élever sa température intérieure à + 7^o,5 et même à + 10^o, alors que la température extérieure est de — 12^o,5. »

Consommation du combustible. — « Pour chauffer, pendant un hiver, en moyenne 120 voitures de 1^{re} et 2^e classe, la consommation a été d'environ 200,000^{kg} de ces briquettes. »

Prix de revient du chauffage. — D'après les déclarations faites au congrès de Dusseldorf, la dépense de combustible serait de 0^f,3125 par voiture et par heure.

Poêles des voitures de 3^e et 4^e classe. — Nous avons reproduit sur les figures 10 et 11 de la planche n^o 2 les dessins du poêle employé dans les voitures de 3^e et 4^e classe. — On ne monte qu'un seul appareil dans une voiture.



Description. — Ce poêle est en fonte; il est renfermé dans deux enveloppes concentriques en tôle, entre lesquelles l'air peut s'échauffer.

On le charge et on l'entretient par l'intérieur de la voiture.

Le combustible employé est la houille.

Consommation de combustible. — Il résulte des renseignements qui nous ont été fournis « qu'il a été consommé « 500 tonnes de houille pour le chauffage pendant un « hiver, et que les dépenses d'installation et de combustible atteignent à peine le cinquième des dépenses « qu'entraîne l'emploi des combustibles agglomérés. »

Dans ce mode de chauffage, les dépenses de combustible s'élèvent de 0,0417 à 0,052 par voiture et par heure (1).

CHEMINS DE FER ROYAUX DE SAARBRUCK.

Longueur des lignes : 165.2 kilom. — Nombre des voitures à voyageurs : 188.

La Direction royale de Saarbrück chauffe toutes ses voitures à voyageurs, celles des 1^{re}, 2^e et 3^e classes par des appareils à combustibles agglomérés, et celles de 4^e classe par des poêles à la houille. Enfin, les voitures-salons sont munies de poêles alimentés au charbon de bois.

Appareil à combustibles agglomérés monté dans les voitures de 1^{re}, 2^e et 3^e classe. — L'appareil de chauffage par combustibles agglomérés, que représentent les figures 16

(1) Congrès de Dusseldorf.



à 19 de la planche n° 3, se place sous les sièges des voitures.

Description. — Cet appareil se distingue par la disposition qui assure la circulation de l'air, quel que soit le sens de la marche de la voiture : le tube vertical placé au fond de la caisse est cintré, après son passage à travers le plancher, et son ouverture est dirigée vers une des extrémités du véhicule en sens inverse de l'orifice d'une tubulure venue de fonte avec la porte. Il en résulte que l'air pénétrant par la tubulure est rejeté par le tuyau, ou inversement.

Combustibles agglomérés. — Composition. — « On emploie
« comme combustible des agglomérés formés de charbon
« de hêtre, de salpêtre et d'une matière agglutinante.

« Les briquettes, de forme rectangulaire, ont pour
« dimensions 0^m,150, 0^m,105, et 0^m,035; l'appareil ci-
« dessus indiqué peut en contenir quatre.

« Ces briquettes brûlent dans un faible courant d'air;
« leur prix est de 35^f les 100^{kg}. »

Résultats calorifiques. — « L'intensité de ce mode de
« chauffage a été reconnue suffisante pour le climat.

« Une seule briquette peut faire monter la température
« de 0 à + 15° dans un espace de deux mètres cubes. »

Poêles des voitures-salons alimentés au charbon de bois. —

« Les poêles alimentés au charbon de bois qui sont
« montés dans les voitures-salons remplissent parfaite-
« ment leur but. »

Ils consistent, comme le représentent les figures 7, 8
et 9 de la planche n° 2, en une colonne cylindrique en

fonte, qui repose sur le plancher de la voiture et s'élève au-dessus du pavillon. A la partie inférieure, deux portes superposées comprennent entre elles une grille.

La porte supérieure sert à allumer et à vider l'appareil; la porte inférieure donne accès dans le cendrier; elle est munie d'ouvertures que l'on peut fermer plus ou moins afin de régler la combustion.

Les agents des trains peuvent seuls manœuvrer les portes et le pavillon au moyen de clefs spéciales.

Au milieu de la colonne en fonte est suspendu un tuyau en tôle qui descend jusqu'à 0^m,110 au-dessus de la grille.

Lorsque l'on a rempli ce tuyau, par le pavillon de la voiture, de morceaux de charbon de bois de la grosseur d'un œuf, on en ferme la partie supérieure par une soupape en fonte qu'une vis permet de fortement appuyer sur son siège. Par cette disposition, la hauteur du charbon en feu demeure toujours constante; la fumée parcourt l'espace annulaire compris entre le tuyau en tôle et la paroi du poêle, puis s'échappe latéralement par une courte cheminée; celle-ci est surmontée d'une cloche qui, en s'inclinant sous l'action du vent, facilite le tirage.

On s'est ménagé la possibilité de remplacer facilement la partie inférieure du tuyau en tôle que ronge le feu, et vis-à-vis d'elle la colonne en fonte est protégée par un revêtement en terre réfractaire.

« Pour éviter les incendies, il faut bien isoler le poêle du pavillon de la voiture.

« Complètement remplis, ces poêles chauffent pendant dix-huit à vingt-deux heures.

« Les frais de construction et d'installation de cet appareil s'élèvent à 512^f,50. »

● **Poêles à la houille des voitures de 4^e classe.** — Les poêles

à la houille employés pour chauffer les voitures de 4^e classe sont de deux types différents : les uns ont peu de hauteur, tandis que les autres s'élèvent jusqu'au pavillon (1).

Prix de revient du chauffage. — La Direction de Saarbrück nous a écrit *qu'il ne lui était pas possible d'indiquer les frais qu'occasionne le chauffage des voitures dont l'application générale n'a d'ailleurs été faite qu'au commencement de l'hiver 1874-1875.*

CHEMINS DE FER DU RHEIN-NAHE.

Longueur des lignes : 121.6 kilom. — Nombre des voitures à voyageurs : 47.

Le chemin de fer du Rhein-Nahe chauffe ses voitures de 1^{re}, 2^e et 3^e classe par des appareils à combustibles agglomérés.

Appareil à combustibles agglomérés appliqué aux voitures de 1^{re}, 2^e et 3^e classe. — Les figures 9 à 12 de la planche n° 3 représentent l'appareil construit en 1874.

Description. — La caisse qui reçoit les charbons allumés est formée d'un tube en fer soudé.

Placée sous les sièges, elle s'ouvre sur les deux parois latérales de la voiture, ce qui permet de faire le service par l'un ou l'autre des côtés du train.

Cette caisse est fermée par des portes munies de tubulures venues de fonte. Les orifices de ces tubulures sont dirigés en sens inverse, de telle sorte que l'air s'en-

(1) Renseignements fournis par la Direction.



gouffre dans l'une d'elles et s'échappe par l'autre indépendamment du sens de la marche.

Les briquettes sont placées sur des paniers en tôle munis de longues poignées qui, après la mise en place dans l'appareil, buttent contre des ressorts fixés aux parois intérieures des portes.

« Dans les voitures des 1^{re} et 2^e classes (1) on monte
« un appareil par compartiment; les voitures de 3^e classe
« à cinq compartiments sont chauffées par quatre appa-
« reils semblables.

« Chaque appareil installé revient à 119^f,95.

« Le tube en fer soudé vaut 48^f,75. »

CHEMINS DE FER ROYAUX DE LA WESTPHALIE.

Longueur des lignes : 395.7 kilom. — Nombre des voitures à voyageurs : 180.

Les voitures à voyageurs des chemins de fer royaux de la Westphalie sont toutes chauffées : celles de 1^{re} et 2^e classe et une partie de celles de 3^e classe au moyen d'appareils à combustibles agglomérés ; une partie des voitures de 3^e classe et celles de 4^e classe au moyen de poêles à la houille.

« La Direction déclare avoir reconnu que le chauffage
« au moyen de briquettes est le meilleur pour les voitures
« divisées en compartiments, tandis que les poêles con-
« viennent pour les voitures-salons. »

Appareil à combustibles agglomérés appliqué aux voitures de 1^{re}, 2^e et 3^e classe. — D'après les dessins qui nous ont

(1) Renseignements fournis par la Direction de Saarbrück.

été communiqués, l'appareil de chauffage par combustibles agglomérés est identique à celui du chemin de Berlin-Potsdam-Magdebourg (fig. 11 à 14 de la planche n° 1).

Description. — L'installation des appareils dans des voitures de 3^e classe dernièrement construites est indiquée sur les figures 1 à 5 de la planche n° 3; elle présente les dispositions particulières suivantes :

La porte des appareils est munie d'un tuyau que termine une double manche à vent par laquelle l'air s'introduit dans l'appareil, quel que soit le sens de la marche.

Avant de s'échapper en dessous du plancher, les produits de la combustion passent dans un tuyau métallique horizontal de 1^m environ de longueur, ce qui permet d'utiliser une partie de leur chaleur pour le chauffage de la voiture.

Il y a dans chaque compartiment deux appareils semblables couchés sous la même banquette.

Combustibles agglomérés. — Les combustibles agglomérés sont employés sous forme de briquettes de 0^m,080 de largeur, 0^m,060 de hauteur et 0^m,200 de longueur.

Résultats calorifiques et consommation de combustible. —

« La température à l'intérieur des compartiments est maintenue à + 12°,5, mais les appareils permettent de chauffer davantage (1).

« Lorsque la température ne descend pas au-dessous de zéro, on charge deux briquettes par compartiment; si le froid est plus rigoureux, on double ce nombre. »

Prix de revient du chauffage. — « Les frais du chauffage

(1) Renseignements fournis par la Direction royale.



« s'élèvent à 0^f,003 par compartiment et par kilomètre de
« parcours.

« Les dépenses de main-d'œuvre sont peu importantes,
« le renouvellement des briquettes se faisant par le per-
« sonnel ordinaire des gares. »

En admettant une vitesse moyenne de marche de 40^{km}, la
dépense par heure serait donc de 0^f,12 par compartiment,
et de 0^f,48 par voiture à quatre compartiments.

Chauffage au poêle des voitures de 3^e et 4^e classe. —
Nous n'avons reçu aucun renseignement spécial sur le
chauffage de ce chemin au moyen de poêles.

CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT DE HANOVRE.

Longueur des lignes : 839.9 kilom. — Nombre des voitures à voyageurs : 772.

La Direction royale des chemins de fer du Hanovre
chauffe toutes ses voitures à voyageurs depuis plusieurs
années.

Les voitures de 1^{re} et 2^e classe et quelques voitures de
3^e classe sont munies d'appareils à combustibles agglomé-
rés, tandis que l'on monte des poêles dans celles de 3^e et
4^e classe.

« Il a été reconnu (1) que ces deux modes de chauffage
« sont les plus avantageux, les essais poursuivis sur plu-
« sieurs autres systèmes n'ayant pas donné de résultats
« satisfaisants. »

**Appareil à combustibles agglomérés monté dans les voi-
tures de 1^{re}, 2^e et 3^e classe.** — Le type adopté pour la con-

(1) Opinion exprimée par la Direction royale.



struction des appareils à combustibles agglomérés est représenté par les figures 1 à 5 de la planche n° 4.

Description. — Chaque compartiment est chauffé par deux appareils semblables ; on en place un sous chaque siège, et on les dispose de telle façon que l'un s'ouvre sur la paroi latérale de droite de la voiture et l'autre sur celle de gauche.

L'appareil consiste en une caisse rectangulaire en cuivre rouge ; l'une de ses extrémités traverse la paroi latérale de la voiture et est fermée par une porte pleine en fonte ; cette ouverture sert à l'introduction du combustible.

De l'autre extrémité de la caisse part un tuyau horizontal en cuivre rouge, qui s'emboîte dans un coude à angle droit en bronze. Cette dernière pièce est raccordée avec un tuyau vertical en fer qui traverse le plancher et se termine par un chapeau en tôle mince.

Un tuyau vertical en fer traverse le brancard de la voiture et débouche dans l'appareil près de la porte de chargement ; il se termine, à sa partie inférieure, par deux manches à vent dirigées en sens opposés, de manière à toujours frapper l'air pendant la marche du véhicule.

Le tiroir, sur lequel on place les briquettes au nombre de cinq, est à double fond. Il est en tôle perforée sur les faces latérales et sur le fond supérieur.

Une poignée en fer est rivée à l'une des extrémités de ce tiroir dont le fond inférieur se prolonge de l'autre côté et se termine par une cornière ; celle-ci, après la mise en place, butte contre l'extrémité de la caisse en cuivre, et limite ainsi le jeu entre la poignée et la porte.

De petits taquets, rivés sur les côtés du tiroir, maintiennent les briquettes séparées les unes des autres.

Dans cet appareil tous les joints sont soudés à la soudeure forte ; en outre, ceux de la caisse en cuivre sont rivés.

Celle-ci doit être essayée en la remplissant d'eau. Le joint à frottement doux du tuyau en cuivre rouge avec le coude en bronze est fait avec beaucoup de soin ; il doit être hermétique tout en permettant la dilatation du tuyau.

Pour éviter toute chance d'incendie, l'appareil est enveloppé d'une caisse en tôle qui ne laisse découverte que sa face supérieure ; en outre, sur toute sa longueur, le plancher est recouvert d'une couche isolante formée d'un mélange de sable et de silicate liquide. — Cette couche est maintenue sur ses bords par deux cornières et une tôle mince la recouvre. La banquette est d'ailleurs protégée contre le rayonnement direct par un double écran en tôle ; enfin un grillage vertical ferme le dessous de la banquette et empêche tout contact avec l'appareil.

Dans la disposition adoptée, on voit que la circulation des gaz se fait toujours dans le même sens : l'air pénètre par le tube fixé près de la porte, tandis que la fumée sort par le tube horizontal, puis par le chapeau dont la forme est telle que l'échappement a lieu quelle que soit la direction du vent.

Les appareils employés pour les trois classes de voitures sont identiques.

Dépenses d'installation des appareils. — « Le prix de revient (1) de l'aménagement d'une voiture à cinq compartiments varie de 1,050^f à 1,125^f ; une caisse de chauffage seule revient à 56^f,25. »

Prix du combustible. — « Pendant l'hiver 1874-1875, les briquettes ont été payées de 32^f,50 à 33^f,75 les 100^{kg}. »

(1) Renseignements fournis par la Direction royale.



Résultats calorifiques et consommation de combustible. —

« Le nombre de briquettes chargées dans les appareils
« varie suivant la température extérieure.

« Lorsque celle-ci est de 4 à 8°, il suffit d'employer
« par appareil trois à quatre briquettes pesant chacune
« 0^{kg},500 pour maintenir pendant huit à dix heures une
« température de + 10° dans le compartiment.

« Les appareils n'ont ainsi besoin d'être rechargés que
« dans les trains directs de longs parcours. »

De ces chiffres nous concluons que l'on consomme en moyenne 3^{kg},500 de briquettes pour chauffer un compartiment pendant neuf heures, soit, au prix moyen de 33^f,15 les 100^{kg} de combustible, une dépense de 0^f,13 par compartiment et par heure. D'après ces chiffres, la dépense de combustible, pour chauffer une voiture à quatre compartiments pendant une heure, serait de 0^f,52.

Poêle à la houille monté dans les voitures de 3^e et 4^e classe. — Description. —

Le poêle monté dans les voitures de 3^e et 4^e classe est en fonte ; un manteau en tôle mince l'enveloppe complètement ; on le charge, on l'allume et on l'entretient par l'intérieur des voitures ; les figures 5 à 10 de la planche n° 5 représentent les plans et coupes de cet appareil ; les figures 1 à 4 montrent son installation dans une voiture de 3^e classe.

Le poêle est rectangulaire ; quatre plaques verticales et deux plaques horizontales en forment les côtés, le fond et le dessus. Ces plaques s'assemblent entre elles par des joints à brides boulonnés. Les deux faces latérales et la face postérieure portent des nervures venues de fonte qui augmentent la surface de chauffe.

La face antérieure, qui est plane, est percée de trois ouvertures rectangulaires fermées par des portes ; celle du

bas donne accès dans le cendrier, celle du milieu débouche au-dessus de la grille, enfin la plus élevée sert à charger et à allumer le poêle. Les portes du foyer et du cendrier sont munies de soupapes dont l'ouverture, plus ou moins grande, permet de régler la combustion.

Les agents du train peuvent seuls, au moyen de clefs spéciales, manœuvrer les portes et les soupapes.

En dessous de chaque porte est une petite tablette en fonte qui empêche le combustible de tomber sur le plancher pendant le chargement ou la visite des feux. Dans le même but, la porte du foyer est doublée intérieurement d'une grille verticale à barreaux plats et inclinés, et dans la partie qui est remplie par le combustible, le poêle est revêtu intérieurement de briques ; au-dessus de cette partie, il est divisé en deux compartiments par une cloison réfractaire verticale.

Il résulte de cette disposition (voir figure 5) que la fumée s'élève dans un de ces compartiments jusqu'au couvercle du poêle, puis redescend par l'autre pour s'échapper dans la cheminée qui débouche à la base de ce second compartiment.

Le tuyau de cheminée dépasse le pavillon de 0^m,300 et est terminé par une tête (fig. 11 de la planche n° 5) dont la forme est façonnée de manière à agir comme aspirateur. Ce tuyau est maintenu en place par un cône en tôle qui lui est rivé en dessous de la tête et qui est vissé sur la couverture.

Au point où il traverse le pavillon, le tuyau est isolé de la voiture par une couche d'air, une tôle et une couche de terre glaise battue entre cette tôle et les frises de la couverture.

Le manteau qui enveloppe le poêle présente sur le devant une large ouverture dont la porte joue dans des



coulisses verticales et donne accès aux portes du foyer. Ce manteau est soutenu par des équerres à 0^m,050 au-dessus du plancher. L'air froid du compartiment s'introduit par cet intervalle et, après s'être échauffé, se dégage par les trous percés dans le haut du manteau sur ses deux faces latérales et sur sa face d'avant. — Les deux compartiments placés vis-à-vis des portes du poêle ne sont séparés de celui où est monté l'appareil que par des cloisons s'élevant depuis les sièges jusqu'à hauteur des têtes.

Les deux compartiments de l'autre bout de la voiture, réservés l'un aux voyageurs ne fumant pas et l'autre aux dames, communiquent entre eux par des ouvertures pratiquées dans les cloisons de séparation en dessous des sièges et au-dessus des appuie-têtes ; ces ouvertures sont grillagées. Puis le compartiment voisin du poêle communique avec l'intérieur de l'enveloppe par deux tubulures rectangulaires en tôle placées l'une en bas et l'autre en haut du manteau.

Une tôle, écartée de façon à ménager une lame d'air, protège la cloison contre laquelle est adossé l'appareil.

Les stalles voisines de l'appareil sont isolées par des écrans formés de deux tôles, distantes de 0^m,033, qui montent depuis le plancher jusqu'au-dessus des têtes des voyageurs.

Dépenses d'installation des poêles. — « Le prix du poêle avec le manteau, la cheminée complète et les frais d'installation, s'élève à 337^f,50. »

Durée du chauffage. — « Pour des trains dont le trajet n'est que de trois à quatre heures, il suffit de remplir une seule fois les poêles. »



Prix de revient du chauffage. — Il a été indiqué, à la réunion de Dusseldorf, que le chauffage au moyen de poêles entraînait une dépense de combustible de 0^f,01042 à 0^f,02083 par compartiment et par heure, soit en moyenne de 0^f,078 pour une voiture à cinq compartiments (3^e classe).

Manutention des appareils. — « Les laveurs des voitures
« sont chargés du chauffage des trains. »

Essai du chauffage par la vapeur (1). — « En 1868, on a
« expérimenté le chauffage par la vapeur sur deux trains-
« poste de Cologne à Berlin.

« La vapeur était produite par une chaudière spéciale.
« On a renoncé à ce système à cause de la grande diffi-
« culté de chauffer au degré convenable chaque comparti-
« ment (*le plus souvent, la chaleur s'élevait au point*
« *de provoquer les plaintes des voyageurs*), de bien
« raccorder entre elles les conduites, enfin d'obtenir
« promptement des diverses Compagnies les voitures
« aménagées nécessaires pour la composition des trains
« express allant de Cologne à Berlin.

« Les frais d'entretien et de premier établissement
« étaient en outre *très-considérables.* »

CHEMINS DE FER DE L'ALSACE-LORRAINE.

Longueur des lignes : 1,035.9 kilom. — Nombre des voitures à voyageurs : 776.

Pendant l'hiver 1874-1875, la Direction des chemins de fer de l'Alsace-Lorraine a chauffé les voitures à voya-

(1) Renseignements communiqués par M. Schäffer, Directeur des chemins de fer de l'État de Hanovre.

geurs des diverses classes au moyen des appareils à combustibles agglomérés.

Tout en admettant que ces appareils peuvent donner une température suffisante dans les voitures, la Direction nous a écrit « qu'elle n'étendra plus l'application de ce système et qu'elle fera l'essai du chauffage à la vapeur. Elle trouve trop considérables les dépenses d'achat et de manipulation qu'entraîne l'emploi des briquettes, et surtout elle a eu à constater divers accidents provenant de l'installation de l'appareil entre les pièces de bois du plancher et des sièges (1). »

Appareils à combustibles agglomérés. — Description. —

L'appareil monté sur les voitures de l'Alsace-Lorraine présente les mêmes dispositions générales que celui qui est employé sur les lignes du Hanovre. Nous ne ferons donc pas ici sa description; mais nous avons cru devoir en donner les dessins (fig. 6 à 11 de la planche n° 4), parce que sa construction est plus simple que celle de l'appareil du Hanovre, et les précautions prises contre l'incendie bien moins multipliées.

Combustible aggloméré. — « On emploie un combustible aggloméré en briquettes pesant chacune 0^{kg},500, et du prix de 37^f,50 les 100^{kg}. »

Résultats calorifiques. — Consommation. — « En char-

(1) Au commencement de décembre 1875, dans un train express de Bâle à Ostende, une voiture munie de cet appareil a pris feu et a dû être différée à Strasbourg.

Quinze jours plus tard on a constaté à Luxembourg un autre cas d'incendie. Des étincelles, s'échappant par le joint dessoudé du fond de la caisse et du tuyau de prise d'air, s'étaient répandues sur le plancher de la voiture.

« geant deux briquettes (soit 1^{kg}) dans chacun des deux
« appareils montés par compartiment, on obtient ainsi
« en marche, et pendant une durée de six heures, une
« température supérieure de 13° à celle de l'atmos-
« phère. »

De cette façon on brûle, par heure et par compartiment,
0^{kg},333 de combustible, ce qui représente une dépense de
0^f,125.

Les frais de combustible pour le chauffage d'une voiture
à quatre compartiments s'élèvent donc à la somme de
0^f,50.

Dépenses du chauffage de l'hiver 1874-1875. — « Pendant
« l'hiver 1874-1875, on a chauffé, au moyen de combus-
« tibles agglomérés, 402 compartiments.

« La durée du chauffage a été de 120 jours, et le parcours
« journalier moyen de chaque compartiment de 142^{km}.

« Le total des dépenses de combustible et de main-
« d'œuvre s'est élevé à 28,280^f.

« La dépense par compartiment et par jour a donc été
« de 0^f,586, et celle par compartiment et par kilomètre de
« parcours de 0^f,0041. »

Essai du charbon de bois de hêtre. — On a essayé de
brûler dans les appareils du charbon de bois de hêtre.

« En consommant 0^{kg},360 de ce combustible par com-
« partiment et par heure, il a été obtenu une élévation
« moyenne de température de 11°,6.

« Le charbon de bois de hêtre coûtant 15^f les 100^{kg},
« les dépenses de combustible pour chauffer un com-
« partiment pendant une heure se réduiraient donc à
« 0^f,054, soit à 0^f,216 pour une voiture à quatre comparti-
« ments. »

CHEMINS DE FER DU NASSAU.

Longueur des lignes : 257.7 kilom. — Nombre des voitures à voyageurs : 341.

« Autrefois les voitures de 1^{re} et 2^e classe étaient seules
« chauffées sur les chemins de fer du Nassau. On em-
« ployait des chaufferettes à eau chaude que l'on renouve-
« lait après un parcours d'environ 45^{km} (1).

« Les dépenses d'acquisition du matériel étaient de
« 129^f,375 par compartiment, et celles du chauffage reve-
« naient à 0^f,00103 par compartiment et par kilomètre,
« soit à 0^f,41 par voiture à quatre compartiments et par
« heure, en admettant une vitesse de marche de 40^{km}. »

Actuellement on chauffe les voitures de 1^{re} et 2^e classe
par des appareils à combustibles agglomérés, et celles de
3^e et 4^e classe par des poêles à la houille.

« Ces deux modes de chauffage sont considérés comme
« les mieux appropriés à chaque espèce de voiture. »

**Appareil à combustibles agglomérés des voitures de 1^{re} et
de 2^e classe.** — On a adopté l'appareil à combustibles
agglomérés de Berghaus. Par ses dispositions, sa con-
struction et son mode d'installation dans les voitures, cet
appareil nous paraît être semblable à celui qu'emploient
les chemins de l'État du Hanovre et que nous avons déjà
décrit page 25.

Dépenses d'installation des appareils. — « Le prix de re-
« vient de deux appareils et de leur installation dans un
« compartiment s'élève à environ 150^f. »

(1) Renseignements fournis par la Direction.



Consommation de combustible. — « Le nombre des briquettes chargées dans chacun des deux appareils montés « par compartiment est réglé comme suit, d'après la « température extérieure :

Au-dessus de 6°,25	1	briquette.
De 6°,25 à 0°	2	—
De 0° à 6°,25	3	—
De 6°,25 à 12°,5	4	—
De 12°,5 à 18°,75	5	—

« Mais l'expérience a fait reconnaître qu'il n'y avait « jamais lieu d'employer plus de trois briquettes.

« Ces briquettes ont 0^m,145 de longueur, 0^m,105 de largeur, 0^m,045 de hauteur; la durée de leur combustion « est d'environ dix heures. »

Observations diverses sur le fonctionnement des appareils.

— « On doit s'assurer, par des visites régulières, que la « couche de ciment placée sous l'appareil est en parfait « état.

« L'intervalle entre le plancher et le dessous du siège « doit être suffisant pour que, l'appareil étant monté, l'on « puisse facilement remplacer, soit cette couche de ciment, « soit le double écran en tôle qui protège la banquette.

« L'allumage des briquettes et l'entretien en feu des « appareils sont faits par les agents des gares aidés des « garde-freins.

« Il faut mettre dans les appareils les briquettes allumées une demi-heure avant le départ du train.

« Les voitures en stationnement qui doivent partir le « matin sont chauffées toute la nuit, les appareils à combustibles agglomérés ne produisant une température « suffisante, dans des voitures froides, que quelques « heures après l'allumage. On évite ainsi les plaintes

« fondées du public; mais il faut avoir soin de ne charger
 « qu'une ou deux briquettes par compartiment; autre-
 « ment la température deviendrait intolérable au milieu
 « de la journée.

« *Il faut éviter que l'appareil ne rougisse, parce
 « qu'alors les produits de la combustion pénètrent
 « dans les voitures.*

« La disposition de Berghaus, qui détermine un cou-
 « rant d'air permanent à travers l'appareil, semble être
 « celle qui pare le mieux à cet inconvénient, et la Direc-
 « tion des chemins du Nassau ne recommanderait pas
 « les appareils dépourvus de cette disposition. »

Dépenses du chauffage. — Les dépenses du chauffage, au moyen de briquettes, s'élèvent à 0^f,0025 par compartiment et par kilomètre de parcours.

Le chauffage d'une voiture à quatre compartiments exige donc une dépense par heure de 0^f,40, la vitesse de marche étant de 40^{km}.

Chauffage au poêle des voitures de 3^e et 4^e classe. —
 « Les poêles montés dans les voitures de 3^e et 4^e classe
 « sont en fonte et tôle; leur section horizontale a la forme
 « d'un carré, à pans coupés, de 0^m,330 de côté; leur hau-
 « teur totale est de 1^m,200. Ils sont chargés et entretenus
 « de l'intérieur des voitures.

« On a reconnu la nécessité d'entourer ces appareils
 « d'un manteau en tôle, qui doit être à une distance mini-
 « mum de 0^m,10 à 0^m,15 du poêle et de toutes les pièces
 « de bois.

« Il faut prendre des dispositions spéciales pour pro-
 « téger contre le feu le plancher en dessous du foyer et
 « le pavillon à l'endroit où passe la cheminée.

« Les agents chargés du chauffage doivent apporter
« beaucoup de soin au réglage des appareils, pour
« éviter qu'une combustion trop active ne fasse péné-
« trer la fumée dans la voiture et même ne détermine
« des incendies. »

Dépenses d'installation des poêles. — « Le prix de revient
« d'un poêle et de son installation dans une voiture est
« de 75^f. »

Prix de revient du chauffage. — « Les dépenses de com-
« bustible et de main-d'œuvre s'élèvent à 0^f,001 par com-
« partiment et par kilomètre de parcours. »

A une vitesse de 40^{km} à l'heure, le chauffage d'une voi-
ture à quatre compartiments revient donc à 0^f16.

CHEMINS DE FER DU MAIN-WESER.

Longueur des lignes : 198.8 kilom. — Nombre des voitures à voyageurs : 181.

Les voitures de 1^{re} et 2^e classe des chemins de fer du Main-Weser sont chauffées par des appareils à combustibles agglomérés, et celles des 3^e et 4^e classes par des poêles à la houille.

**Appareil à combustibles agglomérés adopté pour les voi-
tures de 1^{re} et de 2^e classe.** — L'appareil à combustibles
agglomérés consiste en une caisse rectangulaire en tôle,
qui s'étend à peu près sur toute la longueur de la banquette
sous laquelle elle est placée. Le tiroir en tôle perforée, qui
contient les briquettes, n'occupe que la moitié de la lon-
gueur de la caisse. Celle-ci débouche à l'extérieur de la
voiture par une de ses extrémités, et cette ouverture est

CHAUFFAGES EN ALLEMAGNE.



fermée par une porte en tôle munie de deux manches à vent dirigées en sens contraire l'une de l'autre vers les extrémités de la voiture. L'air pénètre par ces manches à vent, et sort par un tuyau vertical placé au fond de la caisse.

L'installation de l'appareil et la disposition des écrans sont semblables à celles adoptées par le Berlin-Potsdam-Magdebourg.

On monte deux appareils par compartiment, en plaçant leurs portes sur les parois latérales opposées de la voiture.

Dépenses d'installation des appareils. — « Les frais d'aménagement d'un compartiment de 1^{re} ou de 2^e classe s'élève à 142^f,50 (1). »

Prix des combustibles agglomérés. — « Le prix des briquettes de charbon comprimé est, en moyenne, de 43^f,75 les 100^{kg}. »

Résultats calorifiques et consommation de combustible. — « Il suffit de brûler 0^{kg},600 de brique pour élever, pendant douze heures, la température d'un compartiment de 7^o,5 au-dessus de celle de l'atmosphère. On peut obtenir, avec ces appareils, jusqu'à 25^o d'élévation de température. »

Prix de revient du chauffage. -- La dépense de combustible est, par compartiment, par heure et pour une élévation de température de 1^o, de 0^f,01328 (2).

Le chauffage d'une voiture à quatre compartiments,

(1) Renseignements fournis par la Direction.

(2) Congrès de Dusseldorf.

dont on élèverait de 10° la température intérieure, entraînerait donc une dépense de combustible de 0^f,531 par heure.

Poêle à la houille adopté pour les voitures de 3^e et de 4^e classe. — Le poêle à la houille du Main-Weser (fig. 12 à 16 de la planche n° 5) présente les mêmes dispositions d'ensemble que celui des lignes du Hanovre.

On remarquera que ses différentes parties s'assemblent par emboîtement; le renversement de la fumée, en haut du poêle, est déterminé par des plaques de fonte et non plus par une construction en briques.

Une cloison verticale en tôle sépare en deux parties égales l'intervalle compris entre le poêle et son manteau, de sorte qu'il y a séparation complète des deux courants d'air qui chauffent, l'un les compartiments en face du poêle, et l'autre les compartiments situés en arrière.

Le poêle est installé au milieu de la voiture (fig. 17).

Dépenses d'installation des poêles. — « La dépense de construction et d'installation de cet appareil s'élève à 250^f pour les voitures de 3^e classe, et à 212^f,50 pour celles de 4^e classe. »

Résultats calorifiques et consommation de combustible. — « En brûlant 9^{ks} de houille, on élève de 7°⁵, pendant douze heures, la température d'une voiture de 3^e classe à cinq compartiments.

« Ce poêle permet d'obtenir, dans les voitures, une température supérieure de 28°⁷ à celle de l'atmosphère. »

Prix de revient du chauffage — La dépense de houille,

CHAUFFAGES EN ALLEMAGNE.

par compartiment, par heure et par degré centigrade d'élévation de température, est de 0^f,00460 (1).

Pour élever de 10° la température d'une voiture à quatre compartiments, la dépense par heure serait donc de 0^f,184.

CHEMINS DE FER DE COLOGNE-MINDEN.

Longueur des lignes : 1,066 kilom. — Nombre des voitures à voyageurs : 418.

Appareil à combustibles agglomérés adopté pour les voitures de 1^{re}, 2^e et 3^e classe. — La Compagnie des chemins de fer de Cologne-Minden a adopté, pour le chauffage de ses voitures à voyageurs, un appareil à combustibles agglomérés assez semblable à celui des chemins de fer du Hanovre.

(2) « D'après les essais faits jusqu'à ce jour et l'expérience acquise avec d'autres systèmes de chauffage, l'appareil adopté a donné, *sinon le résultat le plus parfait*, du moins et dans tous les cas, le résultat le plus favorable, et a été, pour ce motif, définitivement appliqué.

« Par ce système, on chauffe les voitures de 1^{re} et de 2^e classe dans tous les trains, et celles de 3^e classe dans les trains express. *L'Administration n'a pas encore l'intention de chauffer les voitures de 3^e classe des autres trains, non plus que celles de 4^e classe.* »

Dépenses d'installation des appareils. — « Chaque appareil a été payé, dans ces derniers temps, 51^f,25, ce qui a fait

(1) Congrès de Dusseldorf.

(2) Renseignements fournis par la Direction.



« revenir à 487^f,50 la dépense d'installation par compartiment où l'on place deux de ces appareils. »

Prix du combustible. — « Le combustible a été payé « 22^f,50 les 100^{kg}. »

Appareil d'allumage des briquettes. — Les briquettes sont allumées au moyen de chalumeaux à gaz. L'appareil consiste en deux tubes en fer concentriques qui portent tous deux, à 0^m,0130 d'intervalle, des ajutages cylindriques.

On fait arriver de l'air, chassé par un ventilateur, dans le tube intérieur, et du gaz d'éclairage dans l'intervalle des deux tubes. Le gaz sort donc par les orifices annulaires des ajutages, et le jet d'air se trouve au milieu de la flamme.

Les briquettes sont rangées sur une tablette en tôle, et l'on peut, en déplaçant l'appareil tubulaire, promener sur leur surface les jets de flamme; dès que les briquettes sont légèrement allumées, on supprime l'arrivée du gaz et on complète l'allumage en ne soufflant plus que de l'air.

CHEMINS DE FER DE L'EST-BAVAROIS (1).

Longueur des lignes : 771.9 kilom. — Nombre des voitures à voyageurs : 444.

Chauffage à la vapeur fournie par la locomotive. — Les voitures des trois classes (2) des chemins de fer de l'Est-

(1) Jusqu'au 1^{er} janvier 1876, les lignes de l'Est-Bavarois formaient un réseau indépendant; à cette époque, elles ont été achetées par l'État de Bavière et réunies au réseau qu'il exploitait déjà.

(2) Toutes les voitures de l'Est-Bavarois sont à compartiments séparés, comme les voitures françaises.



Bavarois sont chauffées à la vapeur. Dès l'adoption de ce système, la vapeur a été prise dans la chaudière de la locomotive, et depuis lors on n'a jamais employé, même à titre d'essai, de chaudières spéciales installées dans des fourgons.

Ce système de chauffage, appliqué aux voitures d'une manière générale depuis le commencement de l'hiver 1873-1874, *satisfait complètement la Direction de ces chemins et semble en même temps être bien apprécié par le public.*

Indication des trains chauffés et de ceux qui ne le sont pas.

— On chauffe à la vapeur tous les trains à voyageurs (express, poste et omnibus) et les trains de messagerie qui prennent des voyageurs, quelques wagons spécialisés aux transports par grande vitesse ayant été munis des communications nécessaires.

Les voitures entrant dans la composition des trains *mixtes* et des *trains à marchandises prenant des voyageurs ne sont pas chauffées*, parce que, d'après les règlements, on doit placer dans ces trains les voitures derrière les wagons à marchandises.

Description générale. — Les appareils de chauffage par la vapeur consistent en tuyaux métalliques placés horizontalement dans les voitures entre le plancher et le dessous des sièges. Ces tuyaux de chauffe communiquent par des branchements à un tube qui s'étend sous le châssis de chaque véhicule, d'une traverse extrême à l'autre.

Au moyen d'un tuyau en caoutchouc, on relie le tube de chaque voiture à celui du véhicule suivant, et on forme ainsi une conduite de distribution qui règne sur toute la longueur du train et qui aboutit à une prise

de vapeur spéciale montée sur la chaudière de la locomotive.

Prise de vapeur sur la locomotive. — La vapeur est envoyée par intermittences dans les tuyaux de chauffe ; en s'y condensant elle échauffe les tuyaux et par suite les compartiments ; cette vapeur, prise à la locomotive par un robinet à soupape placé au-dessus du foyer et du côté gauche de la chaudière, passe dans un appareil spécial qui la détend et en règle la pression.

Pression de la vapeur employée au chauffage. — Il a été reconnu que la pression de la vapeur la plus convenable pour le chauffage est celle de 3 atmosphères. On est conduit à employer ainsi de la vapeur à basse pression, en raison de la résistance limitée des tuyaux de raccord en caoutchouc ; en outre, des fuites se produiraient dans les divers joints, et les compartiments voisins de la source de vapeur s'échaufferaient trop si l'on employait la vapeur à une pression plus élevée.

Quels que soient le nombre des voitures du train et les conditions atmosphériques, la vapeur est toujours employée à cette pression de 3 atmosphères.

Régulateur de pression. — Au moyen de l'appareil que l'on peut nommer « régulateur de pression », on amène à la tension de 3 atmosphères la vapeur qui a ordinairement dans la chaudière une pression de 8 atmosphères.

L'appareil (fig. 9 de la planche n° 6) consiste en une soupape à double siège intercalée dans la conduite de distribution. Cette soupape est reliée à une membrane en caoutchouc, sur l'une des faces de laquelle agit, indépendamment de la pression atmosphérique, un ressort à bou-



din, tandis que sur l'autre face s'exerce l'action de la vapeur détendue. Lorsque celle-ci est à 3 atmosphères, les dimensions de l'appareil sont telles qu'il faut donner de la bande au ressort à boudin pour que la soupape ne soit pas fermée par la pression de vapeur agissant sur la membrane.

Lorsque le ressort a été ainsi convenablement réglé, la levée des soupapes augmente ou diminue suivant que la pression même de la vapeur détendue s'abaisse ou s'élève, de sorte que la pression de cette vapeur se maintient automatiquement constante.

Pour obtenir de la vapeur détendue à 3 atmosphères, la bande du ressort à boudin doit varier d'après la pression de la vapeur dans la chaudière. Au moyen d'une vis et d'un petit volant on donne facilement au ressort la tension convenable, et la pression de la vapeur détendue est indiquée par le manomètre qui surmonte l'appareil.

On a percé de trous correspondants la cuvette contenant le ressort et la douille enveloppant la vis; cette disposition permet à la vapeur de s'échapper si la membrane en caoutchouc se déchire, et révèle ainsi immédiatement cet accident.

Partant du régulateur de pression, la conduite descend sous la plate-forme de la machine. Dans ce parcours, elle est munie d'une soupape de sûreté qui s'ouvre sous une pression un peu supérieure à 3 atmosphères, puis d'une petite soupape automatique de purge. Cette soupape de sûreté a été établie afin que, en cas de négligence du mécanicien, une certaine quantité de vapeur à une pression trop élevée ne puisse pas pénétrer dans les appareils et les avarier. Un tuyau en caoutchouc raccorde les conduites établies sur la machine et sur le tender. La conduite du tender, traversant la caisse à eau, consiste en