

CHEMINS DE FER.

NOTE

SUR UN NOUVEAU SYSTÈME

DE

FOYER POUR LOCOMOTIVES

PROPOSÉ PAR M. L'INGÉNIEUR EN CHEF BELPAIRE ;

PAR M. F. WITTMANN,

CHEF DE BUREAU AU MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS (1).

La consommation du combustible constitue une des plus fortes dépenses d'exploitation des chemins de fer. MM. Lechatelier et ses collaborateurs, dans le *Guide du constructeur des machines locomotives*, la font entrer pour $\frac{1}{3}$ et même $\frac{1}{2}$ dans les frais de traction ; cette évaluation peut paraître exagérée pour l'époque présente ; toutefois la dépense dont il s'agit, malgré les importantes économies réalisées, figure

(1) Le travail de M. Wittmann a été envoyé à la commission directrice des *Annales des travaux publics* en même temps que le rapport de la commission instituée par arrêté du 6 avril 1860 pour examiner le système de chauffage des locomotives proposé par M. Belpaire, rapport qui a été inséré dans le 18^me volume des *Annales*. La commission directrice a pensé qu'on lirait avec un égal intérêt la présente Note, qui contient les résultats obtenus sur les chemins de fer de l'État depuis l'emploi des briquettes jusqu'aux essais de la machine Belpaire.

Pour les plans de cette machine, voir les planches XI et XII du 18^me volume des *Annales*.

encore pour une somme de 1,400,000 fr., soit $\frac{1}{3}$ environ des frais de traction, dans le budget du chemin de fer de l'État belge (exercice 1860). L'on ne doit donc pas s'étonner des efforts tentés par les ingénieurs de cette exploitation pour ramener dans de justes limites une source de dépense augmentant avec le développement du réseau et l'extension du trafic.

Les deux causes principales qui influent sur la consommation des locomotives, c'est-à-dire la construction des générateurs, la nature et la qualité du combustible, ont fait l'objet d'études constantes, et les progrès réalisés permettent d'affirmer que ces études n'ont pas été infructueuses. Le point qui nous occupe touche à l'une et à l'autre de ces questions, qui sont souvent connexes. Nous ne passerons point en revue les modifications que l'expérience a fait apporter aux formes et dimensions des chaudières, mais il nous paraît indispensable de jeter un rapide coup d'œil sur les améliorations économiques réalisées dans l'emploi du combustible.

I. — Jusqu'en 1853 le coke fut exclusivement employé ; nous ne citerons que pour mémoire quelques timides essais de charbon cru, essais à la réussite desquels s'opposait du reste, de la manière la plus formelle, la construction des fourneaux et des chaudières spécialement appropriés pour ne brûler que du coke, offrant une surface de chauffe excessivement réduite, et dénués de toute disposition permettant d'utiliser un combustible non distillé. L'idée d'obtenir des charbons crus un résultat utile et économique était encore si peu mûrie qu'il fallut l'apparition d'un nouveau combustible pour que l'on songeât à la possibilité d'un mélange dans lequel le coke devait toujours occuper la plus large part. L'adoption du charbon aggloméré, vulgairement connu sous la dénomination de briquettes de houille, fut un progrès réel et se traduisit par une économie croissante avec l'extension de l'emploi de ce combustible.

Pendant les années 1853 à 1859 la proportion de bri-

quettes introduite dans la consommation fut successivement à celle du coke :

	Briquettes.	Coke.
En 1855	40	52
» 1856	40	22
» 1857	40	19
» 1858	40.5	40
» 1859	26	40

D'après les résultats statistiques de l'exploitation du chemin de fer de l'État, les moyennes de dépense de combustible par voiture transportée à une lieue auraient été :

En 1855	d'environ	fr.	0,1520
» 1856	»	»	0,1525
» 1857	»	»	0,1010
» 1858	»	»	0,0765
» 1859	»	»	0,0759

soit, en prenant pour point de comparaison l'année 1855,

En 1856	une augmentation de fr.	0,0005	par voiture-lieue.
» 1857	une diminution de	0,0310	»
» 1858	id.	0,0555	»
» 1859	id.	0,0581	»

Le travail effectué ayant été d'autre part :

En 1855	de	14,482,801	voitures-lieues.
» 1856	»	14,179,941	»
» 1857	»	15,026,606	»
» 1858	»	15,973,275	»
» 1859	»	16,428,281	»

l'économie réalisée, en tenant compte du travail produit, se présenterait comme suit :

Pour l'exercice 1857.	—	15,026,606 × 0,0310 =	fr. 465,825
» 1858.	—	15,973,275 × 0,0555 =	886,517
» 1859.	—	16,428,281 × 0,0581 =	954,483

Total . . . fr. 2,506,825

Dont à déduire pour l'exercice 1856, une augment.ⁿ de 14,179,941 × 0,0005 = 7090

Reste . . . fr. 2,299,735

Il serait peu rationnel d'attribuer ce résultat au seul emploi des briquettes ; les perfectionnements introduits dans le matériel et qui ont amené une diminution notable dans la consommation des machines, y entrent pour une assez large part. D'un autre côté l'abaissement du prix des combustibles, quoique dû en grande partie à la concurrence du coke avec la houille crue, n'y est pas demeuré étranger. Toutefois, en faisant abstraction de la variation des prix, et en appliquant à la consommation les prix moyens des cinq dernières années, on trouve entre l'exercice 1855 et les suivants, une différence en moins d'environ fr. 0,0262 par voiture-lieue, soit pour un parcours de 61,608,101 lieues, une économie approximative de fr. 1,614,132.

Ce n'est pas que l'emploi des briquettes ne rencontrât, de prime abord, de l'opposition. Peu s'en fallut qu'elles ne fussent condamnées aussitôt leur naissance, et il serait injuste de méconnaître les efforts intelligents de certains fonctionnaires, et notamment de MM. l'ingénieur en chef Fischer, l'ingénieur Cambrelin, etc., pour combattre des préventions exagérées, tout en cherchant eux-mêmes à provoquer des améliorations dans la fabrication de ce combustible et à donner à l'administration dont ils relevaient toutes les garanties relativement à son emploi. Dans ce moment encore on élève contre les briquettes des objections qui, jusqu'à un certain point, peuvent paraître fondées. Nous ne parlerons pas de l'action prétendument destructive des charbons crus en général sur les parois des foyers. Une expérience de plusieurs années a réduit à néant cette appréhension et, s'il fallait en croire certains chimistes, le contraire devrait plutôt avoir lieu. En 1847 MM. Boty, Duez et Vandenbroeck, sur la demande de la société du Haut et Bas-Flénu, se sont livrés à des expériences intéressantes ; leur avis est entièrement favorable à l'emploi du charbon, de préférence au coke, au point de vue de la conservation des chaudières.

On a allégué, avec plus de raison peut-être, la production

de fumée et les émanations sulfureuses incommodes pour le personnel de service et principalement pour les voyageurs. Toutefois, par des recommandations incessantes aux machinistes sur la manière de charger et de conduire leur feu, par une grande sévérité dans les réceptions, et surtout par l'introduction, dans les cheminées, d'un jet de vapeur destiné à activer le tirage pendant les stationnements, on est parvenu à atténuer considérablement cet inconvénient, qui, du reste n'a jamais donné lieu à des réclamations assez sérieuses pour faire renoncer à une source aussi précieuse d'économies pour le trésor.

Entretemps, la construction des locomotives, et surtout celle de leurs générateurs, avait subi des améliorations assez notables pour que l'on entrevit la possibilité d'aller plus loin dans la voie de l'emploi des charbons crus. Pendant quelque temps la houille en roche fut admise concurremment avec les briquettes dans les adjudications, mais le prix moins élevé de ce dernier combustible rendit bientôt inutile l'emploi de ce moyen. On imagina également de brûler, quoique dans une faible proportion, le charbon menu avec le coke. Les études des ingénieurs de l'administration tendirent, dès ce moment, à la recherche d'un système de foyer propre à la consommation de la houille sans mélange de coke. M. l'ingénieur Maurissen fut un de ceux qui s'occupèrent de la question avec le plus de persévérance.

Il est inutile d'insister sur les nouveaux débouchés que l'emploi des houilles crues dans les locomotives créa pour l'industrie charbonnière. Le sol de notre pays, si riche en produits de l'espèce, vit bientôt tous ces produits utilisés; une seule catégorie de charbon, celle que l'on comprend généralement sous la désignation de *houilles maigres ou sèches* et qui se trouve en abondance dans certains gisements, n'entraîne encore que pour une faible part dans la consommation des machines à vapeur. Ces houilles, les moins riches en éléments combustibles, se vendent, en moyenne, à fr. 4 50 $\frac{0}{100}$ kil.,

quelques-unes ne reviennent qu'à 4 fr.; c'était donc un double service à rendre au trésor public et à l'industrie charbonnière que d'en tenter l'introduction dans les locomotives; il importait, toutefois, que ce résultat fût atteint :

1° Sans une augmentation trop sensible de la consommation, ni des dépenses de construction et d'entretien des machines, augmentation qui aurait pu balancer l'économie à provenir du bon marché du combustible ;

2° Sans amener une révolution dans la construction des locomotives, soumises, comme on le sait, à des conditions toutes différentes de celles des machines fixes ou de bateau ;

3° Enfin, sans entraîner de complications dans le travail des machinistes et des chauffeurs, ni compromettre la régularité du service.

C'est à la solution de ce problème que M. l'ingénieur en chef Belpaire a consacré ses recherches; nous allons essayer de décrire les moyens qu'il a employés et quels en ont été les résultats.

II. — La locomotive à laquelle M. Belpaire a appliqué son procédé est la machine n° 1 du chemin de fer de l'État; elle a été construite, en 1859, dans les ateliers de la société Cockerill, sur les plans de cet ingénieur.

Elle appartient à la catégorie de locomotives à quatre roues couplées de 0^m,410 de diamètre aux cylindres et 0^m,56 de course, spécialement affectées à la remorque des trains de voyageurs et des trains mixtes. Les dimensions principales de la machine sont les suivantes :

Longueur de la chaudière.	2 ^m ,95	
Diamètre id.	1 ^m ,25	
Nombre des tubes bouilleurs.	208	
Longueur id.	3 ^m ,10	
Diamètre extérieur id.	0 ^m ,045	
Surface de chauffe { au foyer	9 ^{m²} ,77	} 90 ^{m²} ,77
{ dans les conduits	81 ^{m²} ,00	

La pression maximum, par centimètre carré, est de 7,231 kil. (7 atmosphères).

Disons en passant que la machine est munie du levier de marche à vis, disposition ingénieuse imaginée par M. Belpaire, dans le but de faciliter la manœuvre de la détente, et de pousser les machinistes à son emploi.

Le foyer de la machine proposée par M. Belpaire est construit de manière à permettre l'emploi *des houilles de toutes qualités, même à l'état de menu, les houilles agglomérées, les lignites, les bois, les tourbes et tous autres combustibles employés au chauffage des chaudières, c'est-à-dire, en d'autres termes, de ramener les conditions des foyers des locomotives à celles des foyers ordinaires des machines fixes.*

Ce but est poursuivi au moyen de plusieurs dispositions dont l'ensemble constitue, ainsi que nous l'avons dit, le principe de l'invention.

Pour parvenir à brûler avantageusement des houilles menues et maigres dans les foyers des machines à vapeur, il importait :

1° De proportionner l'écartement des barreaux de grille à la dimension des fragments du combustible employé et, conséquemment, de donner à cet écartement une largeur considérablement moindre que dans les fourneaux alimentés au moyen de coke ou de charbon en roche.

2° D'augmenter la surface de la grille de façon à permettre le chargement d'une même quantité de combustible menu en couche plus mince.

3° De brûler, avant son passage dans les conduits, la fumée produite par la houille non carbonisée en général.

Et 4° de posséder des moyens prompts et faciles pour nettoyer le feu et le dégager des résidus qui obstruent le passage de l'air à travers la grille et entravent la combustion.

Examinons de quelle manière M. Belpaire a cherché à résoudre ces diverses difficultés.

Dans les foyers ordinaires alimentés au coke et aux bri-

quettes, les barreaux sont isolés et inobiles ; ils ont généralement 20^{mm} d'épaisseur et sont écartés de 20^{mm}.

Dans la locomotive n° 1, la grille se compose d'une série de paquets formés chacun de dix barreaux en fonte ou fer battu, ayant 7 à 8 millimètres d'épaisseur et écartés de 3 à 6 millimètres (l'écartement varie selon le plus ou moins de pureté du combustible).

La surface de la grille de la machine Belpaire est de 2^m,78, c'est-à-dire, du double environ de celle des foyers ordinaires. Cette surface permet de maintenir le combustible sur une épaisseur de 3 centimètres environ. Pour atteindre ce résultat on a donné à cette grille une longueur de 2^m,50 sur une largeur de 1^m,41.

Dans les machines ordinaires de même calibre, les foyers n'ont que 1^m,30 de long sur 1^m,08 de large.

La grille de la locomotive n° 1, précédée d'une plaque en fonte, est inclinée de 10/107 ; la porte du foyer est garnie d'un revêtement en terre réfractaire percé de trous par lesquels on règle une admission d'air. Le feu étant allumé, le chauffeur répand sur l'avant de la grille une couche de charbon qui s'échauffe et est ainsi soumise à une quasi distillation. Le mouvement de la machine en marche fait descendre cette couche, qui est successivement remplacée. La combustion s'avance à mesure que le combustible descend vers le fond du foyer, et la fumée produite au moment du chargement se brûle en passant au-dessus du charbon incandescent qui se trouve au bas de la grille, aidée au besoin par le courant d'air rasant introduit au moyen des ouvertures pratiquées dans la porte.

Les facilités de nettoyage consistent dans les dispositions suivantes :

La partie supérieure de la grille se trouve au niveau de la porte du foyer ; celle-ci se compose de deux battants mobiles à large section et offrant toute commodité pour la manœuvre. Le palier du chauffeur, placé plus bas que cette double dispo-

sition, permet à celui-ci de régler le feu aisément et de le diriger dans toute son étendue. Les mâchefers et résidus du charbon peuvent être retirés, soit par la porte du foyer, soit par la partie inférieure de la grille, qui forme bascule et peut se rabattre, même en marche, sans difficulté. Cette disposition a été indiquée dans la planche XII du 18^e volume des *Annales des travaux publics*.

Nous avons dit que l'emploi du charbon dans les machines locomotives ne devait, pour être avantageux, amener aucune révolution dans la construction de ces machines : M. Belpaire s'est montré observateur rigoureux de ce principe. Non-seulement il n'a rien modifié à la disposition du châssis et du mécanisme, mais, amené par la longueur du foyer à placer l'essieu d'arrière sous celui-ci, il est parvenu, par là même, à donner une meilleure répartition au poids de la machine. C'est ainsi que ce poids qui, malgré la plus grande dimension du foyer n'excède que d'environ 2,000 kil. celui des machines ordinaires, se répartit comme suit :

	Essieu d'avant.	Coudé.	D'arrière.
Kilog.	9,500	11,400	11,100

tandis que dans les locomotives de même calibre la répartition est de :

	Essieu d'avant.	Coudé.	D'arrière.
Kilog.	11,000	10,800	7,500

Il en résulte un avantage incontestable au point de vue de la stabilité de la machine. L'expérience a démontré, en outre, que la proximité du foyer n'exerçait aucune influence fâcheuse sur l'essieu d'arrière.

Il nous reste à parler de l'application du procédé dont nous venons d'esquisser la description ; c'est la partie la plus délicate de notre tâche. Guidé par le désir d'attirer l'attention de nos ingénieurs sur une innovation qui nous a paru mériter une place dans ces *Annales*, nous n'entendons rien conclure, laissant à de plus compétents que nous le soin de juger les résultats que nous nous contentons d'enregistrer.

III. — Fournie à l'administration au mois de janvier 1860, la locomotive n° 1, après quelques essais préliminaires, fut immédiatement affectée au service des voyageurs entre Bruxelles et Ans (à part quelques essais avec des trains de marchandises), service qu'elle n'a cessé de remplir dans les mêmes conditions de régularité que les autres machines de même calibre. Son parcours sur le chemin de fer de l'État s'élevait au 31 juillet de la même année à 22,189 kilomètres.

Pendant cette période elle a consommé 185,200 (1) kilogrammes charbon, soit en moyenne 8^k,35 par kilomètre.

Le charbon employé a été payé à raison de fr. 4,50°/∞ kilogr. Le travail de nettoyage et de lavage auquel il a été soumis préalablement à son emploi peut être estimé à environ fr. 1,50 (y compris le déchet provenant de cette double opération), ce qui porterait le prix de revient du combustible à fr. 6. (Nous faisons, pour le moment, abstraction de quelques essais avec du charbon tout venant, c'est-à-dire mis en consommation tel qu'il est sorti de la fosse, essais sur lesquels nous aurons l'occasion de revenir.)

D'après ces éléments, la dépense de consommation de la locomotive n° 1 se présenterait comme suit :

Parcours	22,189 kilomètres.
Combustible consommé.	185,200 kilogr.
Moyenne de consommation par machine-	
kilomètre (2).	8.55 kilogr.
Prix de revient. fr.	6.00 °/∞ kilogr.
Dépense par machine-kilomètre. . . »	0.05

Des expériences spéciales avec un train de marchandises ont donné les résultats ci-après :

(1) *Allumage compris.* Nous n'avons pas cru devoir en distraire une quantité de 1,400 kilogr. briquettes employées à l'allumage dans le principe.

(2) La moyenne de consommation, déduction faite de l'allumage a été de 7.42 kilogr.

DATES.	Parcours en kilomètres.	Travail. Voiture-kilomètre.	CONSUMATION.						OBSERVATIONS.
			CHARBON.			EAU			
			Total.	Par locomot. kilomèt.	Par voiture kilomèt.	Total.	Par kil. de charbon.	Par voiture kilomèt.	
21 Mai.	216	5,616	kil 2,740	12,68	0,49	Kil 17,750	6,48	3,16	Composition moyenne du train : 26 voitures (les wagons de dix tonnes ont été comptés pour une voiture et demie) Dépense de combustible, 12,831 kil charbon à fr. 6 p. 100 = fr. 77,11, soit : fr. 0,071. Par locomotiv.-kilomètre " " 0,0028. Par voiture-kilomètre " " 0,0028.
22 "	216	5,616	2,857	13,13	0,50	18,200	6,42	3,26	
23 "	216	5,616	2,514	11,64	0,45	17,525	6,97	3,12	
24 "	216	5,292	2,150	9,95	0,41	17,000	7,91	3,21	
26 "	216	5,616	2,610	12,08	0,46	19,200	7,52	3,42	
	1,080	27,756	12,851	11,90	0,46	89,675	6,98	3,25	

D'après le résultat des essais comparatifs faits avec la locomotive n° 1 et la locomotive n° 96 des mêmes formes et dimensions et sortant des mêmes ateliers que la première, mais munie d'un foyer ordinaire et alimentée aux briquettes, le rapport de la dépense de consommation se présenterait comme suit :

	N° 1.		N° 96.
Par locomotive-kilomètre	40	:	21,25
Par voiture-kilomètre	40	:	19,25

En partant de ces bases la dépense de consommation de la machine Belpaire comparée à celle des meilleures machines ordinaires procurerait une économie de

52,94 p. c. par locomotive kilomètre.

48,05 p. c. par voiture-kilomètre.

A la demande des compagnies du Grand Luxembourg et du Nord Français la locomotive n° 1 a fait un service régulier de quelques jours sur chacune de ces lignes. Cette expérience a pleinement confirmé les résultats obtenus sur le chemin de fer de l'État; les craintes que l'on pouvait avoir quant à l'entraînement du combustible sur les lignes en rampe ont été complètement dissipées par l'essai fait sur le chemin de fer du Luxembourg, qui présente, comme on le sait, des rampes continues de 16 à 18 millimètres par mètre.

Nous avons vu que, à part les modifications apportées au foyer, rien n'est changé au système de construction de la machine.

L'augmentation de poids (rachetée d'ailleurs par une meilleure répartition de ce poids sur les trois paires de roues) ainsi que les détails d'exécution que n'exigent pas les autres machines ont fait majorer de 2,000 fr. le coût de la locomotive n° 1, payée à raison de 59,000 fr., alors que les machines de même système ne coûtaient que 57,000 fr., mais il vient d'être conclu par l'administration du chemin de fer de l'État des marchés pour la fourniture d'un certain nombre de loco-

motives du système Belpaire à raison de 58,000 fr. par machine à voyageurs et mixte et 59,000 fr. par machine à marchandises, prix qui ne diffèrent que de 1,000 fr. avec ceux des locomotives du système ordinaire.

Ainsi qu'on vient de le voir, aucune complication n'a été introduite dans le bâtis ni le mécanisme de la machine. Il nous reste à examiner si la nouvelle disposition du foyer et la nature du combustible ne constituent pas une source de difficultés pour les agents chargés de la conduite et, partant, une entrave à la marche régulière du service.

La disposition inclinée de la grille, dont la partie supérieure est à niveau de la porte, constitue évidemment une facilité pour le chauffeur; d'autre part, si la couche de combustible étendue sur une faible épaisseur (5 centimètres environ) exige un renouvellement assez fréquent, le poids total à enfourner ne dépasse guère celui du coke ou des briquettes. En service ordinaire les chargements se font de 5 en 5 kilomètres. Pour le nettoyage du feu, la question dépend uniquement de la nature et de la pureté du combustible.

Quand les mâchefers ne collent pas à la grille, un charbon même très-impur n'occasionne pas de grandes difficultés. La machine n° 1 a trainé, sans que le service s'en soit senti, des trains de voyageurs ordinaires et express, avec du charbon non lavé contenant jusqu'à 24 p. c. de cendres. Un nettoyage partiel, pendant les stationnements obligés, a suffi pour lever tous les obstacles.

Les mâchefers collants offrent un inconvénient sérieux en ce qu'ils interceptent le tirage et ne peuvent être enlevés facilement par les moyens ordinaires.

L'entraînement du combustible dans la boîte à fumée est de peu d'importance; les cendres qui viennent s'y déposer sont froides, de même que les produits de la combustion du coke; une seule fois, que nous sachions, elles y ont été trouvées à l'état incandescent, inconvénient qui se présente assez souvent avec les briquettes.

La vaporisation est excessivement active; on a vu la machine, arrêtée sur une rampe de 1/100 par suite de l'impureté du combustible, reprendre sa marche au bout de 13 minutes d'arrêt en pleine rampe avec un train de marchandises.

Le peu de fumée que dégagent les charbons maigres se brûle avec facilité et l'emploi du système Belpaire ne produit aucune émanation de nature à incommoder les voyageurs ou les gens de service.

Il suffit donc pour le chauffeur de se conformer aux mesures indiquées ci-dessus, en ayant soin, en outre :

1° De maintenir la couche de combustible aussi égale que possible en évitant les solutions qui peuvent occasionner une trop grande admission d'air.

2° De nettoyer en temps utile et de briser au besoin les fragments de charbon qui forment voûte et interceptent le tirage (inconvenient qui se présente principalement avec les charbons demi-gras).

IV. — Des craintes ayant été exprimées au sujet de la difficulté des approvisionnements en charbons maigres, nous avons pensé qu'il aurait été intéressant de donner un aperçu des différents charbonnages qui ont concouru jusqu'à ce jour avec plus ou moins de succès à l'alimentation de la machine Belpaire. On y verra que malgré les craintes dont nous venons de parler, les houilles maigres ont joué jusqu'à ce jour le plus grand rôle dans l'emploi du nouveau système, et que, à part quelques rares exceptions, il en est peu qui ne satisfassent aux conditions exigées pour un bon service.

Nous devons les renseignements qui suivent à l'obligeance de M. l'ingénieur Philippe, spécialement chargé de procéder à l'essai des charbons propres à l'alimentation de la machine Belpaire.

Les charbons maigres ont été employés généralement à l'état de braisettes, c'est-à-dire de morceaux variant de 0^m,004 à 0^m,025 d'épaisseur, dépourvus du poussier, qui se brûle avec

difficulté et est trop sujet à être entraîné dans la boîte à fumée. Ils ont été essayés tour à tour lavés ou non lavés. L'expérience a démontré que le lavage n'est pas de rigueur ; toutefois, afin de ne pas trop compliquer le travail du chauffeur, il a paru rationnel de laver ceux contenant plus de 12 % de matières étrangères.

Les demi-gras se brûlent parfaitement à l'état de menus graineux, c'est-à-dire passés à une claie de 3 ou 4 centimètres et non débarrassés de leur poussier, qui se colle et n'est pas entraîné comme celui des charbons maigres.

Abstraction faite de la qualité, les braisettes offrent sur le menu graineux l'avantage de s'étaler plus parfaitement sur la grille et d'exiger moins de travail pour égaliser le feu.

Voici quelles sont les principales espèces de charbon employées ainsi que les observations auxquelles elles ont donné lieu :

CHARBONNAGES.

Oignies-Aiseau — Couche S ^{te} -Barbe (braisettes).	Maigre, flambant, ne collant pas aux grilles, très-bon. Cendres % { non lavé 10 22 { lavé 5 77
Id. — Couche S ^t -Martin (braisettes).	Maigre, flambant moins que le précédent, lavé bon, non lavé médiocre. Cendres % { non lavé 17 { lavé 6 53
Id. — Id., (menu graineux).	Maigre, flambant, lavé et non lavé bon Cendres % { non lavé 16 95 { lavé 7 40
Masse S ^t -François. — Couche Mazarin (braisettes).	Maigre, très-flambant, lavé bon, non lavé médiocre. Cendres % { non lavé 19 83 { lavé 6 33
Id. — Couche Masse (braisettes).	Maigre, flambant, plus léger que le précédent, ne collant pas aux grilles, lavé bon, non lavé médiocre. Cendres % { non lavé 24 { lavé 7 17
D'Arsimont. — Grande-Veine (braisettes).	Assez maigre, flambant, ne collant pas, lavé et non lavé bon. Cendres % { non lavé 10 58 { lavé 5 75

CHARBONNAGES.

D'Arsimont. — Petite-Veine-des-Bottes (graineux).	Maigre, plus flambant que le précédent, ne collant pas, lavé et non lavé bon. Cendres $\frac{\circ}{\circ}$ { non lavé 9 07 { lavé 6 23
D'Arsimont. Couche Kinaut (graineux).	Maigre, flambant, — lavé bon. Cendres $\frac{\circ}{\circ}$ lavé 5 30
Oignies-Aiseau. — Couche Grande-Veine (braisettes).	Maigre, assez flambant, lavé bon, non lavé médiocre. Cendres $\frac{\circ}{\circ}$ { non lavé 11 33 { lavé 5 40
Du Pont-de-Loup. — Veine Six-Paumes (menu graineux)	Demi-gras, très-flambant, bon à employer sans être lavé. Cendres $\frac{\circ}{\circ}$ non lavé 7 30
Id. — Veine Gros-Pierre (graineux).	Demi-gras, très-flambant, bon à employer sans être lavé. Cendres $\frac{\circ}{\circ}$ non lavé 6
De Couillet. — Carabinier-Français (graineux).	Demi-gras, très-flambant, se gonflant trop, bon lavé. Cendres $\frac{\circ}{\circ}$ lavé 9
Ham-sur-Sambre. — Veine Jacques-Haut (braisettes)	Flambant, ne collant pas, assez bon lavé ou non lavé. Cendres $\frac{\circ}{\circ}$ { non lavé 10 33 { lavé 5 83
Bayemont. — Fosse St-Henri, veine Brosse (menu graineux).	Petit demi-gras très-flambant, ne collant pas, bon lavé ou non lavé. Cendres $\frac{\circ}{\circ}$ { non lavé 14 73 { lavé 6 30
Réunis du Nord de Charleroi. — Puits n° 4 (braisettes).	Demi-gras, flambant, ne collant pas, très-bon lavé ou non lavé. Cendres $\frac{\circ}{\circ}$ { non lavé 12 17 { lavé 6 30
Du Gouffre — (Menu graineux).	Demi-gras, très-flambant, très-bon, se gonflant trop (lavé). Cendres $\frac{\circ}{\circ}$ lavé 7
D'Arsimont. — (Menu graineux)	Maigre, flambant, un peu léger, lavé et non lavé bon. Cendres $\frac{\circ}{\circ}$ { non lavé 10 30 { lavé 7 17

D'autres charbons maigres, quoique ne réunissant pas les propriétés voulues pour être brûlés purs, ont été néanmoins reconnus susceptibles d'être employés d'une manière économique en les mélangeant avec une faible proportion de bouille grasse ou demi-grasse à l'état de menu.

Le prix des charbons ci-dessus varie de 4 à 5 fr. $\frac{\circ}{\infty}$ kilogramme pour les maigres et de 6 à 10 fr. pour les demi-gras.

En résumé l'administration du chemin de fer de l'État, guidée sans doute par les études des fonctionnaires chargés de cette partie du service, a rencontré, dans les commandes qu'elle a faites à titre d'essai, peu de charbons qui n'aient convenu, à des degrés différents, pour l'alimentation de la machine n° 4, et si, d'une part, l'introduction des charbons maigres dans l'alimentation des locomotives doit tendre à faire hausser le prix de ce combustible, la machine de M. Belpaire, en donnant un nouvel essor à l'exploitation des houillères anthraciteuses, appellera nécessairement la concurrence au secours des consommateurs. Quoi qu'il en soit, l'État belge semble vouloir donner une application assez large au nouveau système; il a contracté avec divers établissements industriels des marchés pour la fourniture de 15 locomotives construites d'après le procédé dont il s'agit, et d'autres marchés sont en instance. La compagnie du chemin de fer de Santander (Espagne) en a commandé 8, dont la première vient d'être fournie et 6 sont en construction pour compte de différentes exploitations.
