

NOTE

SUR LES

DIFFÉRENTES MATIÈRES EMPLOYÉES AU BALLASTAGE DES VOIES FERRÉES

Par M. Gustave BRAET,

INGÉNIEUR DES VOIES ET TRAVAUX AUX CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT BELGE.

Un des questions les plus importantes sous le rapport de l'entretien des voies ferrées est celle du choix du ballast. En effet, le bon ballast n'assure pas seulement une assiette ferme et par suite une résistance convenable à la voie, mais encore il exerce une puissante influence, par sa nature, sur la conservation des traverses et des supports métalliques.

Il est réellement surprenant de voir la grande différence entre les résultats obtenus, à ce double point de vue, avec les diverses espèces de ballasts.

Le but de l'établissement de la voie dans une couche de ballast est :

- 1° De répartir aussi uniformément que faire se peut et sur une grande surface les pressions que les trains transmettent aux files de rails ;
- 2° D'amortir les chocs et les trépidations des roues ;
- 3° De maintenir les traverses dans un état de stabilité suffisant pour que la voie ne se déränge pas sous l'effet des perturbations diverses qui se produisent au passage du matériel roulant et notamment des fortes locomotives ;
- 4° D'assurer aux eaux un écoulement prompt et facile, de façon à empêcher que la voie ne se détrempe et à la mettre conséquemment à l'abri des actions météoriques.

En résumé, pour que le ballast soit de bonne qualité, il doit satisfaire aux conditions ci-après :

- 1° Se prêter n'importe en quelle saison de l'année et par quel temps au bourrage des supports des rails ;
- 2° Offrir quelque mobilité de manière à fournir à la voie une élasticité convenable ;
- 3° Maintenir les supports dans une position invariable ;

4° Permettre le prompt écoulement des eaux : cette condition n'exclut toutefois pas un certain liant entre les traverses et le ballast ;

5° Etre inaltérable à l'air et sous l'effet des influences météoriques ;

6° Enfin, rendre aussi facile que possible la marche des agents de la route, et porter le moins de préjudice possible à leurs chaussures.

Nous allons passer en revue les différentes espèces de ballast employées savoir : *le sable, le gravier, le laitier granulé, le laitier concassé, la pierraille et les pierres concassées, les schistes houillers et les cendrées d'usines*, et nous tacherons, autant que possible, de faire connaître les avantages et les inconvénients que présente chacune de ces matières.

Le sable offre rarement les qualités voulues pour constituer un bon ballast. S'il est vrai, qu'il est peu compressible, qualité favorable à la fermeté de l'assiette de la voie, il est, par contre, peu perméable, notamment s'il renferme des silicates d'alumine ou des parties terreuses, ainsi qu'il arrive généralement, et alors il donne lieu aux plus graves inconvénients : la voie se détrempe par les temps de pluie, se gèle en hiver et quand ensuite survient le dégel, il se produit une déformation complète et des affaissements importants dans les files de rails.

Le sable de mer est, à notre avis, le seul qui puisse être considéré comme donnant un bon ballast ; car il est toujours quartzeux et parfaitement lavé. Malheureusement, son prix de revient est si cher qu'on ne peut guère l'utiliser d'une façon courante.

Le sable se laisse assez difficilement bourrer, à cause de la grande mobilité de ses grains, et il a l'inconvénient de rendre la marche pénible aux garde-routes et aux autres agents de la voie.

Sur la ligne de Marbehan à Virton, dans la province de Luxembourg, on a utilisé pour le ballastage de la voie des sables provenant des tranchées situées entre Ethe et Buzenol ; bien qu'étant plus ou moins terreux, ces sables ont fourni, par leur mélange avec des pierrailles, un ballast satisfaisant, aux endroits où la plate-forme est convenablement asséchée.

Le gravier peut être regardé comme un ballast de bonne qualité, à la condition qu'il ne renferme pas une trop forte dose d'argile, et qu'il soit d'une grosseur convenable. Lorsqu'il contient trop d'argile, il se laisse aisément détremper sous l'action des pluies un peu persistantes et se transforme dès lors en une espèce de boue, en une masse pâteuse, donnant à la voie une plasticité peu rassurante. Avec un peu d'argile, le gravier présente ce que l'on est convenu d'appeler du *liant*, et se moule mieux autour des supports ;

la voie forme ainsi un tout plus stable et par conséquent beaucoup moins sujet à déformation. Dans ce dernier état, il convient parfaitement pour le ballastage des voies métalliques des différents types, telles que les voies Hilf, de Serres et Battig, Vautherin, Heusinger von Waldegg, Scheffler, Paulus, etc., auxquelles il permet de donner une grande fermeté.

En résumé, les chemins de fer n'utilisent le gravier que là où l'on peut s'en procurer sans trop grands frais d'extraction et de transports et où il est de bonne qualité. Ces conditions se trouvent réunies pour celui que l'Administration Impériale des chemins de fer de l'Alsace Lorraine tire des carrières de Hagondange, près de Metz, et qu'elle a employé au ballastage de la voie Hilf entre Bettingen et Luxembourg.

Sur plusieurs lignes prussiennes, le ballastage a été fait avec de gros graviers débarrassés de leur argile et de dimensions assez uniformes et les résultats obtenus ont été excellents.

Le laitier granulé des hauts fourneaux est inaltérable à l'air et est très perméable ; ce serait un très bon ballast s'il pouvait conserver ces qualités : malheureusement, au bout de peu de temps, il les perd partiellement. De plus, il a l'inconvénient de rendre la marche très pénible, car il ne présente aucune fermeté sous le pas et il coupe les chaussures. Enfin, il se laisse assez difficilement bourrer à cause de la grande mobilité de ses grains.

Une grande partie des voies de la province de Luxembourg ont été ballastées à l'aide de laitiers granulés gris et noirs provenant des hauts-fourneaux de M. le baron d'Huart, à Athus. Les résultats obtenus ont été satisfaisants.

Le laitier granulé noir est préférable au laitier gris, celui-ci se laissant plus rapidement décomposer sous l'influence des agents météoriques et se pulvérisant aussi plus facilement.

On pourrait ne ballaster en laitier granulé gris, que les entre-voies, le laitier granulé noir étant uniquement alors réservé aux voies proprement dites : de la sorte, les voies se détacheraient en noir sur le fond clair de la plate-forme, circonstance avantageuse au point de vue de la sécurité pour les agents de la route appelés à circuler la nuit.

On peut procéder de la même manière avec les laitiers concassés.

Le laitier concassé, assèche très convenablement la voie et s'altère beaucoup moins à l'air que le laitier granulé : mais, il présente encore l'inconvénient de rendre la marche pénible et de couper les chaussures.

En outre, comme le laitier granulé, ce ballast est assez rare eu égard aux quantités nécessaires pour le service de l'entretien.

La pierraille, c'est-à-dire, le déchet de la fabrication de la pierre en général et principalement de celles employées à la confection des pavés et *les pierres concassées*, c'est-à-dire, écrasées sous les mâchoires des machines de concassage, système Black ou autres, sont de natures diverses : en Belgique, elles sont en porphyre, en grès psammitique ou schisteux, ou en calcaire non schisteux. Le calcaire schisteux, alors même qu'il est traversé par des veines quartzesuses, ne convient pas et doit être proscrit absolument, car il se décompose et s'altère trop facilement sous l'action des agents atmosphériques.

Un inconvénient des pierrailles et des pierres concassées, c'est de rendre également la marche très pénible.

De plus, avec certains grès (comme celui provenant de la ballastière de Heinsch, entre Fouches et Arlon), les trépidations des trains usent les arêtes vives, les arrondissent et au bout de fort peu de temps, les pierres roulent les unes sur les autres, fournissant ainsi une assiette plus ou moins mobile aux traverses. Ce phénomène a été constaté très bien pour la voie sur longrines métalliques ; les pierres une fois roulées, les traverses métalliques de joint se déplaçaient et toute la file des rails était soumise à un mouvement de translation très caractéristique ; dans les courbes notamment et dans les pentes un peu fortes, de 0^m016 par mètre par exemple, ce mouvement était très accentué pour les rails du bas rayon, si bien qu'il atteignait jusqu'à plusieurs centimètres.

En outre, nous ferons remarquer que les pierrailles se moulent très difficilement à l'intérieur des supports, en sorte que l'assiette de la voie n'est toujours qu'imparfaite. Pour pouvoir obtenir de très bons résultats, il faudrait concasser les pierres beaucoup plus fines qu'on ne le fait actuellement à l'Administration des chemins de fer de l'État belge, laquelle ne stipule d'autre condition à cet égard, que de pouvoir passer chaque pierre à travers un anneau de 0^m06 de diamètre.

Un inconvénient d'un autre genre inhérent au ballast en pierres concassées ou en pierrailles, c'est qu'il offre de la résistance au bourrage et par suite qu'il donne lieu à un supplément de main-d'œuvre relativement coûteux.

Nonobstant ces défauts, nous croyons devoir dire que, réduit à des dimensions convenables, c'est encore de tous les ballasts examinés jusqu'à présent et que nous allons passer en revue ci-après, celui qui fournit les meilleurs résultats.

Avec M. Bois d'Enghien (voir sa Note sur le ballast en pierrailles et en pierre concassée, dans l'*Annuaire des Ingénieurs*, 1874, section de Bruxelles), nous sommes d'avis que c'est le porphyre qui résout le plus complètement

la question du ballastage. L'essai de cette roche a été fait, en Belgique, sur la plus large échelle sur bon nombre de lignes et partout on n'a eu qu'à se louer des résultats.

Si le porphyre rend pénible la marche et le bourrage, il offre en compensation le précieux avantage de ne pas se décomposer à l'air, d'être d'une bonne dûreté et de ne pas produire, comme le sable, les cendrées et le laitier granulé, cette poussière ténue qui pénètre si facilement dans les voitures et vient s'abattre sur les boîtes à l'huile et les organes de mouvement des locomotives.

Il est seulement dommage que la fabrication des pierrailles et des pierres concassées se fasse presque toujours aujourd'hui dans des conditions locales défavorables au point de vue de la facilité d'écoulement des produits.

Fréquemment, en effet, l'extraction de la pierre s'effectue dans les terrains éloignés des chemins de fer et comme les fabricants reculent devant les dépenses d'établissement d'un raccordement au railway de l'État, le prix du ballast est toujours relativement haut en raison des transports jusqu'à la station expéditrice.

En grande partie, les lignes de Luxembourg ont été balastées à l'aide des pierres concassées, provenant des ballastières de Heinsch, de Jemelle et de Forrières; pour les voies sur traverses en bois, les résultats ont été concluants, et tout-à-fait favorables. Quant à celles sur traverses métalliques ou du type Hilf on ne peut pas en dire autant, à cause des dimensions trop grosses sous lesquelles on a fait le concassage: ces pierres ont environ 0^m05, tandis que pour bien faire, il ne faudrait pas dépasser 0^m035.

En ce qui concerne le mode d'emploi de la pierraille et de la pierre concassée, nous dirons qu'il en est du ballastage comme de l'empierrement des routes. Dans l'un comme dans l'autre cas, il faut, pour réussir, apporter dans le travail les mêmes soins et la même attention.

Sous le rapport de l'épaisseur de la couche, on donne généralement 0^m50, parfois un peu plus, mais rarement moins, de telle sorte que la couche sous-jacente, c'est-à-dire sise sous les traverses a au moins l'épaisseur de la couche répandue par-dessus.

Occupons-nous à présent de la constitution proprement dite de la couche du ballast. Deux systèmes sont adoptés: le premier consistant dans le répandage d'une couche homogène, formée tout entière soit de pierrailles, soit de pierres concassées sous calibre uniforme, le second dans le répandage de deux couches, celle sous-jacente en pierraille ou en pierres concassées plus grosses que pour la couche par-dessus les traverses.

Au point de vue du coût du travail, c'est le second système qui prévaut; sous le rapport de l'assiette de la voie, les ingénieurs ne sont pas d'accord au sujet de la question de savoir auquel des deux il faut accorder la préférence.

Nous croyons qu'il n'y a pas d'inconvénient à admettre pour la couche sous-jacente des pierres de dimensions un peu plus fortes que pour la couche supérieure; mais à condition toutefois de ne pas excéder certaines limites. Par exemple, nous ne verrions aucun inconvénient à ce qu'on tolérât 0^m08 à 0^m10, mais pas davantage.

Quant à la couche supérieure, notre avis est que toute dimension supérieure à 0^m04 est une dimension trop forte, et pour les voies à superstructure métallique, nous voudrions même ne pas voir dépasser 0^m035. Il est bien évident, en effet, qu'une condition de stabilité pour ce dernier système de railways, c'est que les traverses soient parfaitement ancrées dans le ballast; or, avec des dimensions supérieures à 0^m03, nous ne pensons pas que cela puisse jamais être réalisé d'une façon complète.

Pour la construction de la voie Hilf entre Bettingen et Luxembourg, l'Administration Impériale des Chemins de fer de l'Alsace Lorraine a employé deux couches de ballast l'une, celle inférieure, composée de pierres d'une dizaine de centimètres, l'autre, celle supérieure, formée de pierres de 0^m03 à 0^m035.

Enfin, un point qu'il importe de ne pas perdre de vue avec la voie sur traverses en bois, quand on n'a que des pierres cassées pour constituer la couche jacente, c'est que l'on doit choisir de préférence des pierres qui ne soient pas trop dures; autrement les arêtes des traverses seraient trop facilement entamées et le bourrage coûterait trop de peine;

Les schistes houillers ont été employés en Angleterre et ont fourni de très bons résultats; mais, il est indispensable, pour réussir, qu'ils ne contiennent qu'une très petite quantité de pyrite de fer, sans quoi ils s'enflammeraient trop aisément par suite de la décomposition spontanée à l'air des sulfures.

Nous ferons toutefois remarquer que ce genre de ballast n'est susceptible d'emploi que dans les grands centres charbonniers, comme il en existe en Angleterre: partout ailleurs, il ne conviendrait évidemment que par la force même des choses, vu qu'on ne pourrait pas en réunir un cube suffisant.

Les cendrées d'usines et des locomotives ont jusqu'à présent, après la pieraille et les pierres concassées, été préférées à tous les autres ballasts, non à cause de leurs qualités exceptionnelles, mais simplement en raison de la facilité avec laquelle on en peut rassembler de fortes quantités et de leur prix peu élevé.

Les cendres offrent le désavantage sérieux de se mélanger avec la terre de la plate-forme des terrassements : dès lors, ce n'est plus qu'une masse boueuse par les temps de pluie, fournissant une assiette douteuse au railway et ne laissant que très imparfaitement filtrer les eaux pluviales, de sorte que l'état de la voie laisse beaucoup à désirer. Au surplus, l'hiver, l'eau baignant les cendres se congèle, le ballast se tuméfie et le travail du bourrage devient presque impossible : d'où, comme conséquence qu'au moment du dégel, tout se dégonfle et les rails et les traverses s'affaissent, entraînant pour la voie une déformation plus ou moins grande.

Le seul remède à cet inconvénient, c'est de pourvoir fréquemment au renouvellement des cendres; mais celles-ci deviennent alors, par le fait même, plus frayeuses, et si à l'origine du ballastage de la voie elles ont permis de réaliser des économies, elles finissent par constituer un ballast relativement coûteux.

OBSERVATIONS. — Lorsque l'on veut économiser la consommation du ballast de meilleure qualité, on adopte quelquefois des éléments divers pour le ballastage. C'est ce qui a été fait au chemin de fer du Nord français où, en certains points, la couche sous-jacente a été formée à l'aide de blocs de craie gélive et la couche supérieure avec du sable à gros grains quartzeux : de la sorte, on a atteint des résultats très convenables.

Sur d'autres chemins de fer, on a utilisé pour la formation de la couche inférieure du sable plus gros : quelquefois même, par raisons d'économie, on a mis en œuvre dans la couche sous-jacente des pierres gélives de leur nature ou se décomposant rapidement sous l'effet des agents météoriques; mais, dans ce cas, on a toujours eu la précaution de les recouvrir complètement d'une couche suffisamment épaisse de matériaux irréprochables, de façon à constituer une enveloppe superficielle tout-à-fait inattaquable et préservatrice.

Sur certaines lignes bavaoises, on a établi sur la plate-forme des terrassement un blocage de 0^m15 à 0^m20 d'épaisseur et par-dessus une couche de sable avec des pierres pouvant traverser un anneau de 0^m05 de diamètre. Le sable entre pour 1/2 dans ce mélange. Il est toutefois à noter qu'on ne réussit pas toujours par cette combinaison de matières différentes.

Pour terminer, nous dirons que dans la question du choix du ballast, il faut distinguer deux choses : 1^o la qualité et 2^o l'économie de la dépense.

Parfois, dans certaines compagnies exploitantes de railway, c'est le prix de revient seul qui a déterminé le choix du ballast; mais, ainsi que nous l'avons fait observer précédemment, si la question d'argent doit entrer en

ligne de compte, elle ne peut exclure celle relative à la qualité : un ballast médiocre n'est admissible que lorsqu'il est matériellement impossible de s'en procurer d'autre. S'écarter de ce principe, c'est se condamner sciemment aux plus amers déboires dans l'avenir.

La Direction des chemins de fer de l'État Hanovrien, ayant ordonné les études dans le but d'arriver à connaître l'influence exercée par la nature du ballast sur les traverses en bois de hêtre injecté de chlorure de zinc, a été amenée à cette conclusion : c'est que dans un bon ballast perméable, les traverses peuvent faire en moyenne un service de 18 ans, et que dans un ballast défectueux, au bout de 13 ans de service, 25 p. 100 des traverses sont à remplacer, tandis que dans un ballast perméable, après cette même période, 95 p. 100 des traverses ont été trouvées en parfait état.

Pour les traverses en chêne, imprégnées de créosote, des résultats similaires se constatent ; seulement les chiffres fixant les durées moyennes sont un peu variables.

Nous en dirons autant des supports métalliques.

En ce qui concerne l'économie de la dépense pour l'acquisition du ballast, nous croyons ne pouvoir mieux faire que de reproduire les lignes suivantes, extraites d'une notice très intéressante de M. Bergeron sur les chemins de fer à bon marché :

« On demandait un jour à M. Betts, entrepreneur anglais, quel est le
« meilleur ballast à employer sur un chemin de fer : c'est celui que l'on
« trouve sur place, répondit-il. Cette maxime, qui n'est pas vraie pour l'espèce
« ou la qualité du ballast, est essentiellement juste pour l'économie de la
« dépense. Les constructeurs des chemins de fer écossais la pratiquent avec
« le plus grand soin. Si la tranchée présente des déblais d'une nature favora-
« ble, ils ne se font pas faute d'abaisser la plate-forme du chemin, d'élargir
« la tranchée et de modifier le profil, pour se servir, comme ballast de tout
« l'excédent des déblais. La voie de fer, posée définitivement, sert à les
« transporter au loin par locomotives, et il arrive souvent que le chemin est
« ballasté et prêt à être livré à l'exploitation, dès que les autres travaux d'art
« et de terrassements sont achevés.

« On comprend combien ce système est plus économique que le nôtre, en
« France, où par suite d'un usage résultant de l'application de la loi de
« 1842, la pose et le ballastage de la voie ne commencent qu'après la réception
« des travaux et la livraison de la plate-forme à son profil définitif. »

La même observation est applicable à la Belgique où le mode de procéder est identiquement le même qu'en France.
