

CHAPITRE III : Infrastructures ferroviaires et dimensionnement **de la couche d'assise**

Généralités

Par définition de la couche d'assise est constitué par : couche de ballast et la sous couche (sous ballast). Leurs rôles principaux sont :

- l'amortissement des vibrations importante provenant de contact Rail - roue ;
- la répartition des charges provenant des traverses d'une manière presque uniforme sur la plateforme ;
- contribue à la stabilisation longitudinale et transversale de la voie ;

1) Couche de Ballast

Le ballast est un granulat de dimension 25/50mm provenant de concassage des roches extraite dans les carrières de pierre dure (granit, diorite, rhyolite, porphyre, quartzite...).

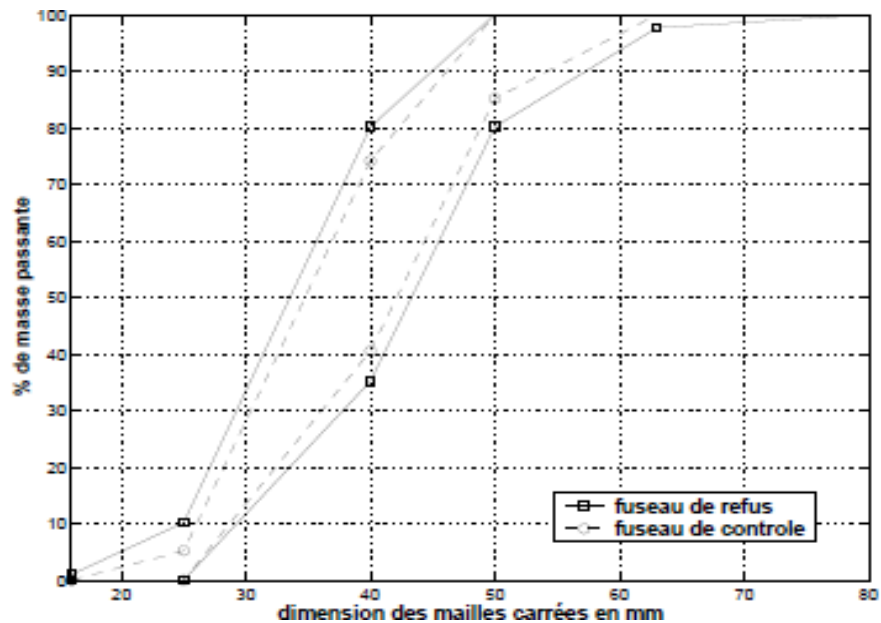
a) Qualité de ballast

La qualité de ballast est exprimé par un coefficient d'indice globale désigné par DRG se coefficient est déterminé expérimentalement à partir de deux essais classique (essais de los angles et essais deval ou micro deval)

Le ballast utilisé en chemin de fer doit avoir au moins les qualités suivantes :

- Taux de résistance à la compression simple $\geq 1400 \text{ Kg/cm}^2$;
- Coefficient deval sec ≥ 12 ;
- Coefficient los angles < 26 .

Le ballast doit avoir une courbe granulométrique à l'intérieur des fuseaux montrés dans la figure suivante. Les fuseaux de contrôle et de refus minimaux et maximaux déterminent la zone de tolérance qu'il ne vaut pas dépasser.



Courbe granulométrique du ballast selon S.N.C.F

- pour éviter les grains aiguilles, la masse de ces grains doit être inférieure à 7% de la masse totale des grains passant au tamis de 50 mm à la production et 10% à la réception.
- pour éviter les grains plats, la masse passante sur l'ensemble des grilles (l'ouverture dépend de la classe granulométrique d/D mm) ne doit pas dépasser 12% de la masse totale à la production et 14% à la réception.
- pour obtenir un ballast propre, la masse relative des éléments passant au tamis de 1,6 mm doit être inférieure à 0,5%.

● Rôle de ballast

- assure en raison de sa granularité particulière le drainage et l'évacuation des eaux superficielles ;
- joue le rôle d'un amortisseur de vibration très efficace grâce à ces propriétés rhéologique (dissipation de l'énergie de vibration par attrition (contact) des éléments) ;
- la couche de ballast permet au moyen de bourrage, dressage mécanisé, une rectification très rapide du nivellement.

● Profil recommandé de ballast

L'épaisseur minimal recommandée par UIC de ballast dépend de type de traverses et la catégorie de la ligne ($15\text{cm} \leq e_{\text{ballast}} \leq 30\text{cm}$). Pour des lignes à grand vitesse (200 Km/h) l'épaisseur minimale est de 30cm.

Ballast : 15 à 30 cm

2) La sous-couche

La sous-couche comprend, du haut vers le bas, une couche sous-ballast en grave propre bien graduer (0/31,5mm) ($1 < \text{coeff de courbure} < 3$), puis une couche de fondation dans le

cas de mauvais sols, et enfin s'il y a lieu, une couche anti-contaminante en sable complétée par une feuille géotextile ou géo membrane.

- **Rôle de la sous-couche**

Son rôle est multiple :

- protection de la partie de la plateforme contre le gel ;
- constitue une bonne assise pour le épandage du ballast ;
- mieux répartir les charges transmises d'une manière compatible avec la portance du sol.

- **Exigence technique**

La nature et l'épaisseur de la sous couche dépend de :

- des caractéristiques de sol constituant la plateforme ;
- caractéristiques géologique et hydrauliquement de site ;
- des conditions climatiques générales.

Remarques

- Par fois la sous couche elle-même est constitué de deux couche distinct qui sont le sous ballast et couche de fondation (la couche de fondation est réalisé en grave moyen bien graduer ou en sable gros).
- Si le sol est de bonne qualité on n'a pas besoin d'une couche de fondation.
- L'ensemble de ballast et sous couche est appelé MATLAS de la voie.

3) La plate-forme

La plate-forme est la partie supérieure de l'ouvrage en terre supportant la couche d'assise. La caractéristique essentielle de cet élément est sa capacité de portance. Son élasticité est relativement grande par rapport aux autres composants de la voie. La qualité de la plate-forme dépend de deux paramètres : la nature géotechnique du sol, les conditions hydrogéologiques et hydrologiques locales.

On distingue, selon les conditions énoncées ci-dessus, quatre classes de qualité Q_{Si} de sols :

- Q_{S0} : sols « impropres » à la réalisation d'une plate-forme correcte, on procède à la substitution du matériau sur une certaine épaisseur, traitement aux liants et l'utilisation de géotextile si nécessaire.
- Q_{S1} : sols « médiocres » mais acceptables tels quels (ils peuvent être transformé en sols de meilleur qualité par un traitement approprié).
- Q_{S2} : sols moyens.

– Q_{S3} : bons sols.

L'épaisseur de la couche d'assise (ballast et sous couche) est déterminée selon les caractéristiques géotechniques de sol constituant la plateforme (ou selon la classe de la plateforme). L'UIC classe les sols en quatre catégories (Q_{S0} , Q_{S1} , Q_{S2} , Q_{S3}).

Classification des sols (Identification géotechnique)	Classe de qualité des sols
0.1 Sols organiques 0.2 Sols fins (comportant plus de 15 % de fines) foisonnés, humides et donc non compactables 0.3 Sols thixotropes (quick-clay par exemple) 0.4 Sols comportant des matériaux solubles (sel gemme ou gypse) 0.5 Sols comportant des matériaux polluants (déchets industriels, par exemple) 0.6 Sols mixtes "minéraux organiques"	Q_{S0}
1.1 Sols comportant plus de 40 % de fines (sauf sols 0.2) 1.2 Roches très évolutives Par exemple : - Craies de $p_d < 1,7 \text{ t/m}^3$ et de friabilité forte - Marnes - Schistes altérés 1.3 Sols comportant de 15 à 40 % de fines (sauf sols 0.2) 1.4 Roches évolutives Par exemple : - Craies de $p_d < 1,7 \text{ t/m}^3$ et de friabilité faible - Schistes non altérés 1.5 Roches tendres Par exemple : Si microdeval en présence d'eau (MDE) > 40 et Los Angeles (LA) > 40	Q_{S1}

Classification des sols (Identification géotechnique)	Classe de qualité des sols
2.1 Sols comportant de 5 à 15 % de fines 2.2 Sols comportant moins de 5 % de fines mais uniformes ($C_u \leq 6$) 2.3 Roches moyennement dures Par exemple : Si $25 < MDE \leq 40$ et $30 < LA \leq 40$	QS2
3.1 Sols comportant moins de 5 % de fines 3.2 Roches dures Par exemple : Si $MDE \leq 25$ et $LA \leq 30$	QS3

Classe de portance de la plate forme

La portance d'une plateforme dépend de :

- Qualité du sol constituant le corps de remblai ou du sol en place du fond de déblai ;
- Qualité et épaisseur de la couche de forme (lorsque elle existe).

En fonction des paramètres ci-dessus, on classe la portance des plates formes comme suit :

- P1 : Plateforme médiocre
- P2 : Plateforme moyenne
- P3 : Plateforme bonne

Classe de qualité du sol	Classe de portance envisagée pour la plate-forme	Couche de forme à mettre en oeuvre pour obtenir cette classe de portance	
		Qualité	Epaisseur minimale : "e_f" (en mètres)
QS1	P1 P2 P2 P3	QS1 QS2 QS3 QS3	- 0,50 0,35 0,50
QS2	P2 P3	QS2 QS3	- 0,35
QS3	P3	QS3	-

4. Epaisseur minimal « e » des couches d'assise

La formule de calcul de l'épaisseur minimal de la couche d'assise est donnée comme suit :

$$e = E + a + b + c + d + f + g$$

D'où E : paramètre qui dépend de la qualité de la portance de la plateforme et a, b, c, d, f et g sont des paramètres qui dépendent de : la classe de voie, de l'armement (type de Rail), de l'intensité du trafic de la voie et de vitesse de véhicule. Ils sont donnés comme suit :

é

E	= 0,70 m	pour les plates-formes de classe de portance P1
E	= 0,55 m	pour les plates-formes de classe de portance P2
E	= 0,45 m	pour les plates-formes de classe de portance P3
a	= 0	pour les groupes UIC 1 et 2 (ou lignes à V > 160 km/h quel que soit le groupe UIC
a	= - 0,05 m	pour les groupes UIC 3 et 4
a	= - 0,10 m	pour les groupes UIC 5, 6 et "7, 8, 9 avec voyageurs"
a	= - 0,15 m	pour les groupes UIC "7, 8, 9 sans voyageur"
b	= 0	pour les traverses bois de longueur 2,60 m
b	= $\frac{2,50 - L}{2}$	pour les traverses béton de longueur L (b en m, L en m, b peut être négatif si L > 2,50 m)
c	= 0	pour un dimensionnement normal
c	= - 0,10 m	à titre exceptionnel pour des opérations difficiles sur les lignes existantes de groupe UIC autre que "7, 8, 9 sans voyageur"
d	= 0	lorsque la charge maximale d'essieu des véhicules remorqués ne dépasse pas 200 kN
d	= + 0,05 m	lorsque la charge maximale d'essieu des véhicules remorqués ne dépasse pas 225 kN
d	= + 0,12 m	lorsque la charge maximale d'essieu des véhicules remorqués ne dépasse pas 250 kN
f	= 0	pour toutes les lignes parcourues à V ≤ 160 km/h et pour les plates-formes de portance P3, des lignes parcourues à grande vitesse
f	= + 0,05 m	pour les plates-formes de classe de portance P2 des lignes parcourues à grande vitesse
f	= + 0,10 m	pour les plates-formes de classe de portance P1 des lignes parcourues à grande vitesse
g	= + géotextile	lorsque la couche de forme est en sol QS1 ou QS2
g	= 0 (pas de géotextile)	lorsque la couche de forme est en sol QS3

Remarque :

L'UIC groupe les voies ferrées en 9 groupes selon l'importance de trafic ainsi que la vitesse de roulement comme suit :

- Ligne de groupe UIC1, UIC2, UIC3 et UIC4 : ce sont des lignes a grand vitesses, supportant un trafic important ;
- Ligne de groupe UIC5 et UIC6 : ce sont des lignes a moyenne vitesses, supportant un trafic a moyen ;
- Ligne de groupe UIC7, UIC8 et UIC9 avec ou sans voyageurs : ce sont des lignes a faible vitesses, supportant un trafic a faible.

L'UIC classe les voies en trois catégories selon le poids par essieu comme suit :

- A : 16 t par essieu
- B : 18 t par essieu
- C : 20 t par essieu

Ces trois catégories sont elles-mêmes décomposées chacune en trois sous-groupes d'indice 2, 3, 4, caractérisés par le rapport entre le poids total du véhicule et la longueur mesurée entre ses deux extrémités :

- Sous-catégorie 2 : 6; 4 t=m
- Sous-catégorie 3 : 7; 2 t=m
- Sous-catégorie 4 : 8 t=m