

1 Introduction

On désigne d'une façon générale sous le nom de chemins de fer des voies munies de rails, sur lesquelles circulent des trains remorqués par des locomotives. C'est un système de transport collectif guidé de personnes et de marchandises. Il permet des déplacements efficaces et reste en pratique le mode de transport terrestre dominant dans plusieurs pays.

Le chemin de fer englobe le métro, le tramway et la voie ferrée.

2 Généralité

2.1 Invention

Leur invention remonte au commencement de XIX^{ème} siècle. C'est en 1811 que Georges Stephenson, ingénieur des houillères de Killingworth, construisit la première locomotive mais c'est seulement en 1825 qu'à la suite d'un concours ouvert par les administrateurs du chemin de fer de Liverpool à Manchester, Stephenson produisit et fit adopter pour l'exploitation de cette ligne la fameuse Fusée et qui est la mère des locomotives actuelles.

2.2 Avantages

Il présente de nombreux avantages dont les principaux sont :

- Le contact métal sur métal limite à une faible valeur la résistance au roulement ce qui permet aussi la remorque des charges élevées avec une puissance et un personnel de bord souvent réduit à un homme . En contrepartie, ce contact métal sur métal augmente les distances de freinage. (contrainte du tracé)
- Le chemin de fer est un transport guidé qui n'offre aux véhicules qu'un seul degré de liberté en avant ou en arrière. Les changements de voie ne peuvent se faire qu'aux aiguillages (figure 1).



Figure 1: Appareil de voie.

- La circulation des wagons ne se fait pas isolément comme sur la route mais groupés en convoi en convoi. le **train**, tracté par une **locomotive**

Une **locomotive** est un véhicule ferroviaire qui fournit l'énergie motrice d'un train. Le mot est originaire du latin *loco* - « venant d'un lieu », ablatif de « locus », lieu - et du latin médiéval *motivus*, « qui provoque le mouvement » (**voir figure 2**).



Figure 2 : locomotive

- Le coût moyen du kilomètre d'une voie ferrée à deux voies est moins cher que celui d'une autoroute à deux fois deux voies dans les mêmes conditions.
- Il présente un faible degré de pollution.
- A égalité de kilomètres transportés, le chemin de fer consomme deux à trois fois moins de carburant à la tonne transportée qu'un camion lourd.

2.3 Situation actuel en Algérie

Le réseau ferroviaire actuel et futur comporte trois ensembles de lignes

- **la rocade Nord** à voie normale (frontière Est/ Annaba/ Constantine/ Alger/ Oran/ Tlemcen / frontière Ouest) qui constitue l'artère principale des échanges entre les régions actuellement les plus développées du pays, **des lignes de rattachement**, également à voie normale, reliant la Rocade aux principaux ports et à diverses villes (Guelma, Skikda, Béjaia, Tizi-Ouzou, Mostaganem, Arzew, Ain-Temouchent, Ghazaouet, Jijel...).
- **la ligne minière Est** à voie normale Annaba/Djebel-Onk dont l'activité est essentiellement liée au transport vers la zone de Annaba des minerais de fer d'Ouenza – Bou-Khadra et des phosphates du Djebel – Onk .
- **des lignes de pénétration** en direction des Hauts-Plateaux et du Sud : El-Gourzi/Touggourt, à voie normale ; Blida/Djelfa ; Relizane/Tiaret et Mohammadia/Béchar, à voie étroite.

Il se compose de :

Un linéaire de voies principales en exploitation de : 4 266 Km

- 3 606Km de voie principale en Voie normale
- 660.Km en Voie Etroite
- Longueur de lignes électrifiées : 386, 3 km
 - Banlieue d'Alger
 - Ligne Minière Est

2.4 LES INTERVENANTS INSTITUTIONNELS :

La maîtrise d'ouvrage des projets du secteur ferroviaire est assurée par l'**Agence nationale d'études et de réalisation des infrastructures ferroviaires** (ANESRIF). La gestion et l'exploitation de l'ensemble du réseau ferroviaire est confié, sous le régime de la concession, à la **Société nationale des transports ferroviaires** (SNTF).

3 Constitution d'une voies ferrées

La voie ferre est constitué par deux parties distingués (la superstructure et infrastructures)

L'infrastructure des voies » Située en dessous du ballast, est une couche imperméable posée sur un lit compact d'agrégat. Elle remplit plusieurs fonctions. Elle sert à :

- absorber la charge exercée par les trains à travers le ballast ;
- créer une surface imperméable pour éviter l'infiltration d'eau, ce qui affaiblirait les fondations
- empêcher les particules fines du sol de remonter dans le ballast, ce qui lui enlèverait sa souplesse.

L'infrastructure de

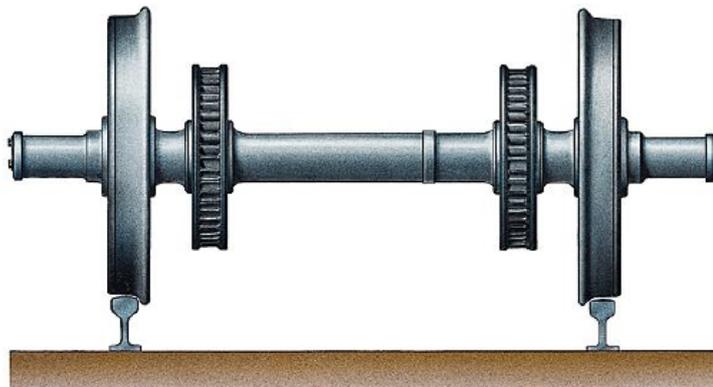
la voie ferrée comporte en plus de l'ouvrage en terre les ouvrages d'arts (pont, viaduc et tunnel).

La superstructure est constitué par la plateforme, le sous ballast, le ballast, les traverses et les rails plus les accessoires d'attache et de fixation.

3.1 Le ballast

3.1.1 Rôle du ballast

- supporter, transmettre et répartir les charges et amortir les vibrations;
- ancrer les traverses ;
- drainer rapidement les eaux de pluie
- conserve à la voie son nivellement correct
- il naît un frottement résistant entre la traverse et le ballast
- L'épaisseur minimum généralement admise pour la couche de ballast entre la plateforme et la face inférieure des traverses est de 30 centimètres.

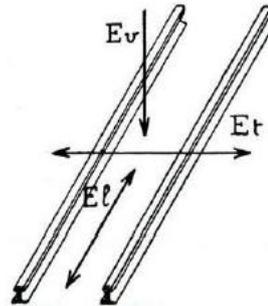


3.1.2 Qualités requises

perméabilité, élasticité, solidité, se prêter au bourrage, ne pas être gélif, ne pas se désagréger sous l'influence des agents atmosphériques.

3.2 Le rail

Le rail supporte et guide la roue du matériel roulant, c'est donc l'élément essentiel de la sécurité de la voie. Les rails reçoivent directement les efforts qui s'exercent sur la voie, ces efforts sont verticaux, transversaux et longitudinaux

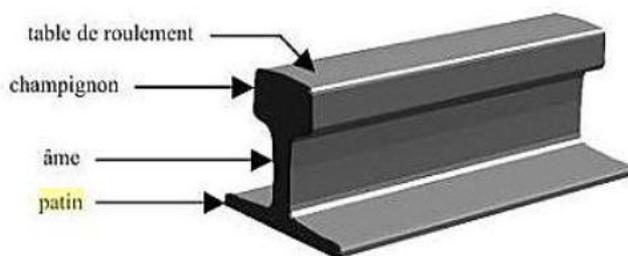


Les rails sont caractérisés par

- leur profil
- la nuance d'acier qui les compose

Il existe différents profils et nuances de rail, adaptés aux utilisations auxquelles ils sont destinés.

Seuls, en effet, le double champignon et le rail Vignole ont été largement utilisés



- Rail vignole -



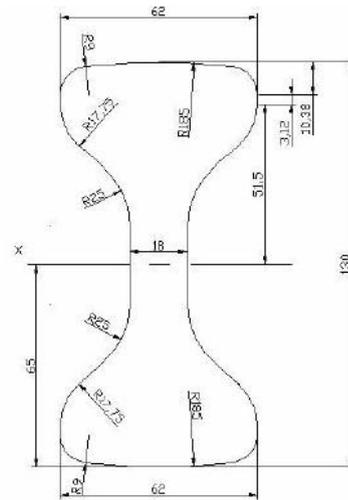
-Type double champignon -

3.2.1 Rail DC (double champignon)

Le rail à double champignon est caractérisé par une forme symétrique avec champignon supérieur et champignon inférieur.

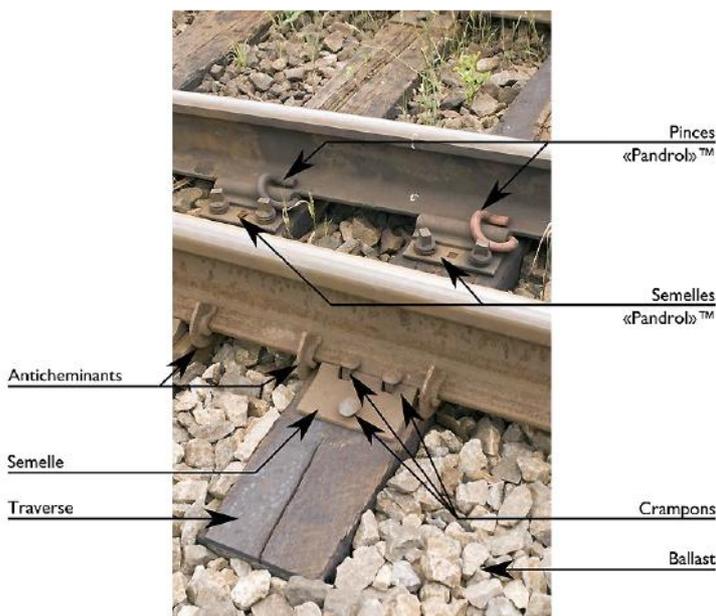
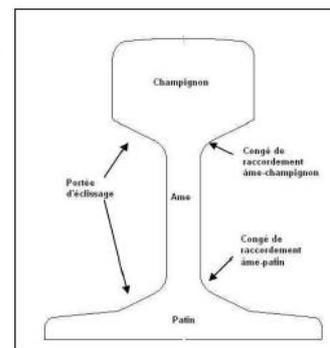
Dans l'idée de ses promoteurs, ce profil pouvait être réutilisé par retournement après usure du champignon supérieur.

« A l'heure actuelle, on n'utilise plus en pose neuve le rail à double champignon, les Chemins de Fer anglais, qui furent ses derniers partisans, l'ayant abandonné vers 1938. »



3.2.2 Rail a patin (Vignole)

Ce rail couramment désigné sous le nom de Vignole, se caractérise par une base élargie qui permet une fixation facile sur la traverse. Il est fixé sur les traverses, soit directement, soit par l'intermédiaire de selles métalliques.

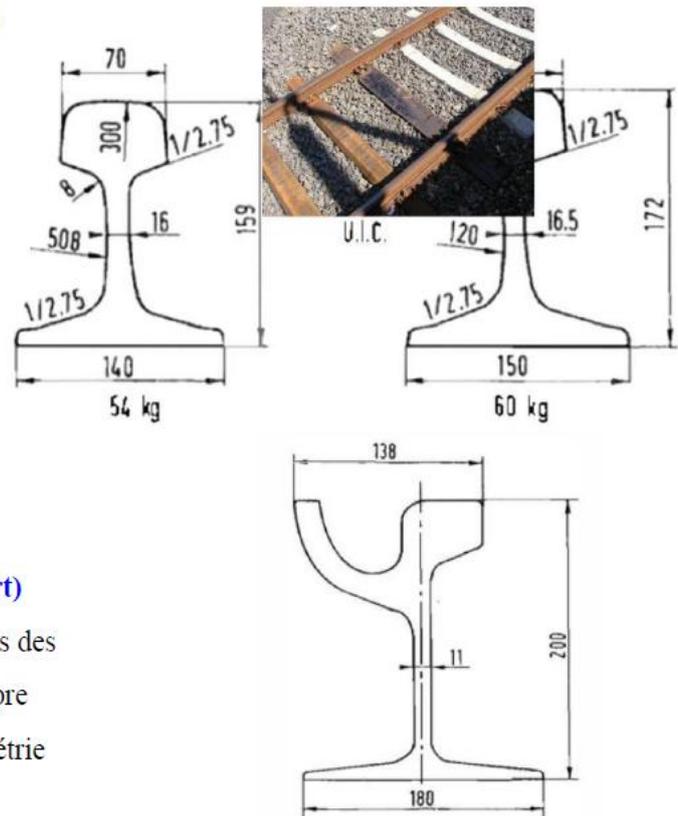


Le profil est composé de :

- **Champignon** Courbure pour le contact roue-rail
- **Ame** Raccord avec portées d'éclissage
- **Patin** Largeur pour transfert de charge à la traverse, portée d'éclissage et zones pour les attaches

Il y a multiples profils allant de 30 à 60 kg/m

La forme de type de rail Vignole est représenté dans la figure (Rail UIC 60, UIC : Union International Chemin de Fer), le poids par mètre linéaire de rail selon UIC 60 est de 60,3kg/ml, et selon UIC 54 et de 54,4 kg/ml. Ces rails ont généralement sont fournis en longueur de 18 m (acier de nuance 900A).



3.2.3 Rail à gorge (Tramway / voies de port)

Rail à Gorge : généralement utilisé pour le cas des tramways et les métros légers, leur poids propre est de l'environs de 58,96 kg/ml et leur géométrie est schématisée sur la figure ci-dessous.



$$M_1 = \frac{P}{2} \times \frac{l}{2} = \frac{Pl}{4} = 0,25Pl$$

-Pandrol-

$$M_1 = \frac{P}{2} \times \frac{l}{2} = \frac{Pl}{4} = 0,25Pl$$

-Vossloh-

$$M_1 = \frac{P}{2} \times \frac{l}{2} = \frac{Pl}{4} = 0,25Pl$$

-Tirefonds-

3.6 Calcul de la section du rail

Si l'on admet que le rail est simplement *appuyé* sur les traverses, le moment de flexion maximum est :

$$M_1 = \frac{P}{2} \times \frac{l}{2} = \frac{Pl}{4} = 0,25Pl$$

P = poids de la roue la plus chargée, l = écartement des appuis.

Si l'on estime que, le rail étant attaché aux traverses par les tirefonds, il existe une solidarité assez complète pour qu'on puisse considérer le rail comme encasturé, le moment maximum au milieu de la travée est :

Mais l'hypothèse de l'encastrement est beaucoup trop favorable et n'est jamais réalisée dans la pratique. En fait, selon l'état du ballast, la solidité des attaches et surtout la position des roues sur les travées voisines, le rail peut se trouver dans tous les états intermédiaires entre l'encastrement et le simple appui. On est amené à admettre un moment moyen :

$$M = \frac{l}{v} \times R$$

D'autre part, la formule d'équarrissage :

$$M = \frac{I}{v} \times R$$

dans laquelle I = moment d'inertie,

v = distance de l'axe neutre à la fibre la plus fatiguée,

R = coefficient de résistance,