

République Algérienne Démocratique et Populaire
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



Ecole Nationale Supérieure
des Travaux Publics
المدرسة الوطنية العليا للأشغال العمومية

Code :

Projet de Fin d'Études

*Pour l'Obtention du Diplôme
d'Ingénieur d'Etat En Travaux Publics*

Thème

**Extension de la ligne Sania-Arzew vers le centre
ville d'Arzew avec aménagement de la gare
d'Arzew ville**

Encadre par :

Dr. AIT MOKHTAR

Présenté par :

CHERIER BACHIR

Promotion 2012

Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics. Garidi. Kouba.

SOMMAIRE

CHAPITRE I : LES DIFFERENTS MODES DE TRANSPORT

I. INTRODUCTION	01
II. LES DIFFERENTS MODES DE TRANSPORT	01
III. HISTORIQUE CHEMIN DE FER.....	07
IV. CONCLUSION	09

CHAPITRE II : PRESENTATION DU PROJET

I. INTRODUCTION.....	10
II. APERÇU SUR LA WILLAYA D'ORAN	10
III. APERÇU SUR LA VILLE D'ARZEW	13
IV. PRESENTATION DU TRACE	14
V. CONCLUSION	16

CHAPITRE III : TRACE EN PLAN

I. INTRODUCTION	17
II. CONDITIONS ET REGLES DE TRACE	17
III. ELEMENTS DE TRACE EN PLAN	17
IV. LE DEVERS.....	18
V. APPLICATION AU PROJET	20
VI. CONCLUSION.....	21

CHAPITRE IV : CALCUL D'AXE

I. INTRODUCTION.....	23
II. PROCEDES DE CALCUL.....	23
III. CALCUL DES ELEMENTS GEOMETRIQUE.....	23
IV. RESULTATS DU CALCUL INFORMATIQUE	26

CHAPITRE V : PROFIL EN LONG

I. DEFINITION.....	28
II. LIGNE ROUGE OU LIGNE DU PROJET U PROFIL EN LONG	28
III. RACCORDEMENT DU PROFIL EN LONG.....	28
IV. CALCUL DES ELEMENTS DU PROFIL EN LONG.....	29
V. APPLICATION AU PROJET.....	30
VI. CONCLUSION.....	32

CHAPITRE VI : PROFIL EN TRAVERS

I. DEFINITION.....	33
II. LES ELEMENTS DU PROFIL EN TRAVERS TYPE	33
III. METHODE DE CALCUL DES CUBATURES.....	35
IV. RESULTATS DU CALCUL DES CUBATURE	36
V. CONCLUSION.....	36

CHAPITRE VII : ETUDE GEOLOGIE ET GEOTECHNIQUE

I. INTRODUCTION.....	37
II. APERÇU HYDROGEOLOGIQUE	37

III.	APERÇU SISMIQUE	38
IV.	RECONNAISSANCE GEOTECHNIQUE	39
V.	CONCLUSION	41

CHAPITRE VIII : DIMENSIONNEMENT

I.	INTRODUCTION	42
II.	ROLES DES CONSTITUANTS	42
III.	STRUCTURES D'ASSISE	44
IV.	CONCLUSION	47

CHAPITRE IX : SUPERSTRUCTURE DE LA VOIE

I.	INTRODUCTION	48
II.	LA SUPERSTRUCTURE DE LA VOIE	48

CHAPITRE X : LES APPAREILS DE VOIE

I.	LES APPAREILS DE VOIE	52
II.	LES APPAREILS DE VOIE ENROULES	55
III.	CONCLUSION	58

CHAPITRE XI : ENTRETIEN DE LA VOIE

I.	GENERALITES	59
II.	ORGANISATION DE L'ENTRETIEN	59
III.	MOYENS DE CONTROLE DE L'ETAT DES VOIES	62
IV.	TECHNIQUE DE NIVELLEMENT	62
V.	DESHERBAGE CHIMIQUE	63
VI.	RENOUVELEMENT	63
VII.	CONCLUSION	66

CHAPITRE XII : ASSAINISSEMENT

I.	INTRODUCTION	67
II.	CONCEPTION GENERALE	67
III.	DEFINITIONS	68
IV.	DONNEES PLUVIOMETRIQUES	68
V.	APPLICATION DU PROJET	72
VIII.	CONCLUSION	79

CHAPITRE XIII : LA GARE

I.	DEFINITION	80
II.	EQUIPEMENTS DE LA GARE A VOYAGEURS	80
III.	LES INSTALLATIONS DE GARE	81
IV.	DESCRIPTION DES GARES	81
V.	DIMENSIONNEMENTS DES ELEMENTS DES GARES	82
VI.	ASSAINISSEMENT DES GARES	83
VII.	CONCLUSION	85

CHAPITRE XIV : LES OUVRAGES D'ARTS ET MAINTENANCE DE BALLAST

1.	MAINTENANCE DE BALLAST	
I.	INTRODUCTION	86
II.	DETERIORATION DU BALLAST PAR USURES MECANIQUES	86

III.	DETERIORATION DES CARACTERISTIQUE DU BALLAST PAR POLLUION...	87
IV.	ROLES ET ACTION DE L'EAU SUR LE BALLAST...	88
V.	CONCLUSION...	88

2. LES OUVRAGES D'ARTS

I.	INTRODUCTION ...	89
II.	INFLUENCE SUR LE CHOIX DU TYPE D'OUVRAGE D'ART...	89
III.	DEFINITION ET CATEGORIES DES PONTS...	89
IV.	CONCLUSION...	89

CHAPITRE XVI : SECURITE FERROVIAIRE

I.	INTRODUCTION ...	90
II.	CONCLUSION...	96

CHAPITRE XVII : IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

I.	INTRODUCTION ...	97
II.	CADRE JURIDIQUE ...	97
III.	IMPACT SUR L'AGRICULTURE...	97
IV.	IMPACT SUR LA NATURE...	98
V.	IMPACT SUR LES HABITATS...	98
VI.	CONCLUSION...	99

CONCLUSION GENERALE

I. INTRODUCTION :

Le développement économique de l'Algérie a connu une accélération significative au cours des cinq dernières années, avec une croissance exceptionnelle digne des pays émergents.

Il convient de rappeler que le programme de développement des transports en Algérie est un secteur vital, qui a enregistré des déficits dans le domaine des infrastructures de transport, expliquant l'insuffisance des besoins de mobilité de la population. Dans le cadre du programme de développement durant, la période quinquennale 2005/2009, le secteur de la voie ferrée a bénéficié d'un ambitieux programme. Avec un budget de plus de 1 000 milliards de dinars complété par 65,13 milliards de dinars destinés au financement des projets de proximité et d'intérêt local dans le cadre des programmes spéciaux des Hauts-Plateaux et des régions du Sud, le secteur des transports s'inscrit désormais dans la pleine modernisation de ses infrastructures.

La modernisation du réseau ferroviaire prévoit divers projets : la modernisation de la voie ferroviaire Est-Ouest (doublement de la voie, électrification de la traction, réhabilitation de la signalisation) en raison de son potentiel estimé à 10 millions de voyageurs/an et 5 millions de tonnes/an de coût, la réhabilitation de la ligne Biskra-Tougourt sur une longueur de 217 kilomètres et son prolongement jusqu'à Hassi Messaoud, pour relier le pôle pétrolier aux ports de Djendjen, Skikda et Annaba, la réhabilitation de la ligne minière électrifiée sur 379 kilomètres reliant le port d'Annaba aux gisements de phosphate et aux mines de fer de l'Ouzenza pour permettre l'évacuation de 5 millions de tonnes de minerai/an, la modernisation de la ligne Alger-Tizi Ouzou, pour relier ces deux villes en 1 heure 10 au lieu de 2 heures 30, l'achèvement des travaux de construction de la ligne Tabia-Redjem, Demouche-Mechria-Béchar, pour désenclaver la zone sud-ouest du pays, l'achèvement de la voie et signalisation des lignes Tébessa-Aïn M'lila, Aïn Touta-M'sila et M'sila- Bordj Bou-Arréridj. Le raccordement de la ligne Saïda à la ligne Méchria-Béchar, la modernisation de la ligne Béni Mansour-Béjaïa, l'achèvement de la ligne Oran-Arzew.

La modernisation de la rocade ferroviaire, retenue dans le cadre du programme de relance économique sur un itinéraire de 1 220 kilomètres, porte sur des opérations d'électrification des voies existantes de près de 2 000 kilomètres, l'équipement du métro d'Alger, la réalisation de lignes de tramways dans les grandes villes et la réalisation de trois aéroports.

La finalité de tous ces investissements est d'assurer à la population une offre de transport agréable, d'améliorer la qualité des prestations de service et fournir des conditions de mobilité dans le confort et la sécurité.

Dans le but de profiter d'une partie de tous ces projets promoteurs, nous avons optés pour une étude d'un tracé ferroviaire. Dans la présente thèse notre étude consiste à trouver le meilleur tracé pour le contournement de la ville de Relizane plus la conception de la nouvelle gare.

Notre projet à pour titre : Extension de la ligne Sania-Arzew vers le centre ville d'Arzew avec aménagement de la gare d'Arzew ville

I.INTRODUCTION :

Le mode de transport est, dans un sens général, un accessoire utilisé par un être humain afin de se déplacer du point A au point B. Pour posséder le statut de moyen de transport, celui-ci doit être accessible au public et posséder une instance de brevet approuvée. Il existe différents modes de transport, tel que la voiture, la motocyclette et le vélo, qui sont des moyens de transports individuels. Il y a également les modes de transport en commun, tels que l'autocar, le métro, le train, le taxi, le monorail... et bien d'autres.

II. Les différents modes de transport :

II.1. Transport fluvial :

Le transport par eau (fleuves et canaux) revêt plusieurs avantages : il est très économique car peu coûteux en énergie, il permet de transporter des tonnages très importants, ce qui en fait un moyen de transport massif peu polluant, mais il est lent, ce qui peut représenter un avantage logistique, en permettant d'économiser en frais d'entreposage (l'entrepôt, c'est le bateau). Il est assez marginal pour le transport de voyageurs, sauf dans certaines villes ou dans certains pays.

II.2. Transport par installations fixes :

Il s'agit essentiellement des conduites adaptées à l'acheminement de liquides ou de gaz, ce mode d'acheminement a des applications spécifiques. Il revêt une grande importance dans les secteurs pétroliers et chimiques. La figure suivante (fig I.1) montre un tube pour le transport par installations fixes du gaz.



Fig I. 1 : un tube pour le transport par installations fixes du gaz

II.3. Transport maritime :

Le transport maritime est vital pour le commerce international et possède un quasi-monopole pour les échanges massifs (notamment transports pétroliers) à longue distance pour lesquels il est sans conteste le mode le plus économique sinon le seul possible. Il est aussi très important pour les échanges à courte distance (cabotage) dans les régions bien irriguées par les mers. La figure suivant (fig I.2) illustre un bateau pour le transport maritime.



Fig I.2: bateau pour le transport maritime

II.4. Transport aérien :

Dernier mode de transport apparu au cours du XX^{ème} siècle, d'abord réservé à une élite, il s'est rapidement démocratisé, monopolisant les liaisons transcontinentales et éliminant les derniers paquebots transatlantiques.

Il est devenu véritablement un transport de masse avec l'apparition des avions gros porteurs et les compagnies aériennes à bas prix.



Fig I.3 : deux avions pour le transport aérien

II.5. Transport routier :

Le transport routier est apparu en premier (transport à dos d'hommes, traction animale).

Le transport routier par automobiles s'est intensifié, en particulier dans les pays industrialisés, grâce à l'invention du moteur à explosion, à l'amélioration de la production, réduisant le prix de revient des véhicules, à l'accroissement du niveau de vie, à la disponibilité des carburants, et aussi par la construction d'infrastructures routières nombreuses et denses.



Fig I. 4 : un camion pour le transport routier

II.6. Transport ferroviaire :

Le transport ferroviaire a connu son apogée entre les deux guerres mondiales, puis a progressivement décliné dans la deuxième moitié du XX^e siècle, avec des situations assez contrastées d'un pays à l'autre. Dans de nombreux pays, les compagnies ferroviaires ont eu du mal à trouver leur équilibre économique et l'état a dû intervenir dans la gestion des chemins de fer, qui nécessitent des investissements importants.



Fig I.05 : une locomotive pour le transport ferroviaire

Le chemin de fer est un système de transport guidé servant au transport de personnes et de marchandises. Il se compose d'une infrastructure spécialisée, de matériel roulant et de procédures d'exploitation faisant le plus souvent intervenir le facteur humain. L'infrastructure des chemins de fer est appelée voie ferrée. Elle se compose, la plupart du temps, de deux files de rails posés sur des traverses, d'appareils de voie, de passages à niveau, de la signalisation et, le cas échéant, des installations de traction électrique. Le matériel roulant circule communément en convois, appelé trains ou rames. Les convois sont constitués de wagons ou de voitures tractés par des locomotives. Il peut également s'agir de rames autotractées, c'est-à-dire incluant leur propre système de traction.

Le transport ferroviaire possède un impact indéniable sur la croissance de la demande de transport. Il est le complément essentiel aux autres modes, Peu polluant, plus sûr, plus économique en terme d'énergie, il s'intègre parfaitement dans l'environnement ; il joue un rôle indiscutable dans l'aménagement du territoire et le désenclavement des zones déshéritées.

Dans la compétition des divers moyens de transport, le chemin de fer garde des atouts nombreux et importants et notamment ceux relatifs à :

- *La régularité et la ponctualité.*
- *La rapidité et le confort, La sécurité, etc.*

Il est également reconnu comme un moyen de transport économique et quasi idéal; à titre illustratif un train céréalier complet équivaut à 55 semi-remorques. A cela vient s'ajouter la préoccupation de la protection de l'environnement liée :

- *A la congestion routière/autoroutière.*
- *A la pollution (émission de CO₂ à effet de serre).*
- *Aux dommages corporels et matériels (coûts élevés des accidents de la route).*

La congestion des routes accroît la consommation d'énergie, amplifie les nuisances sur l'environnement et affecte l'efficacité économique des systèmes de transport. A titre d'exemple, la proportion d'émissions totales de CO₂, en Europe en 1994, se décompose par sous-secteur de transport, comme suit : Route : 79 % ; Avion : 11 %; Chemin de Fer : 4 % ; Autres moyens : 6 %.

En outre, le transport des marchandises dangereuses avec toutes les conséquences impliquées Par route et par voie aérienne, trouve dans le rail le mode le plus approprié.

Le transport ferroviaire s'effectue sur des voies ferrées, et comprend par conséquent, le train, le métro, le tramway. C'est le seul moyen de transport qui utilise à ce jour, l'électricité massivement, comme source d'énergie. Il présente par conséquent de nombreux avantages, sur les autres modes de transport :

- *Le transport par voie ferrée est souvent plus rapide que par la route (Système de guidage et absence d'obstacle).*
- *Il est relativement peu couteux, car la puissance développée par des moteurs électriques relativement légers permet le transport de charges importantes, parce que l'énergie n'a pas besoin d'être stockée, parce qu'elle est bon marché si elle est produite par des installations nucléaires.*
- *Il est non polluant, et peut être bientôt encore plus si l'énergie est produite par les systèmes géothermiques, solaire.*

- Il garantit aux états leur indépendance énergétique à long terme, si le pays n'utilise pas d'hydrocarbures pour la production de gaz ou de charbon.

- Fluidité du trafic et respect des délais.

Ceci explique le succès grandissant du transport par voie ferrée de voyageurs au niveau de la ville et du pays (liaisons interurbaines, suburbaines, et urbaines) et maintenant, aussi pour les marchandises au niveau continental grâce aux trains à grande vitesse T.G.V aux ponts et aux tunnels (Tunnel sous la manche).

II.7. Transport multimodal :

Le transport multimodal, ou transport intermodal, ou transport combiné, consiste à assurer un transport en empruntant successivement différents modes de transport. Il concerne surtout les marchandises.

II.7.1. Mer – route :

Il s'est développé surtout de la nécessité d'assurer la continuation terrestre du fret maritime en simplifiant les manutentions portuaires. C'est du transport maritime qu'est née la standardisation des conteneurs.

II.7.2. Rail – route :

Le transport combiné terrestre concerne surtout le transport combiné rail-route, qui fait appel en plus des conteneurs à des caisses mobiles et à des semi-remorques.

II.8. Autres transports guidés :

On distingue autres types de moyens de transport tel que :

- Téléphérique
- Télécabine
- Aérotrain
- Magnétique
- Bus
- Monorail



Fig I. 6 : Bus et Téléphérique

III.HISTORIQUE DU CHEMIN DE FER:

III.1. Dans le monde :

L'un des premiers exemples de chemin guidé est celui du Diolkos, qui fut un système permettant aux bateaux de franchir l'isthme de Corinthe en Grèce, construit au VI^e siècle av. J.-C. Des chariots poussés par des esclaves et par des bêtes de somme circulaient dans des blocs de pierre entaillés. Ce « chemin de fer » primitif a fonctionné approximativement jusqu'en l'an 900.

Les premiers wagons tractés par des chevaux sont apparus en Grèce et dans l'Empire romain aux alentours de l'an 1, utilisant eux aussi une voie constituée de pierres entaillées.

La réapparition des transports guidés a eu lieu en Europe aux alentours de 1550, pour des voies minières. Celles-ci utilisaient des rails en bois. La première voie ferrée a été établie au Royaume-Uni au début du XVII^e siècle, principalement pour le transport du charbon d'une mine à un canal, d'où il pouvait être chargé sur des barges. On trouve des traces de ce genre de chemins de fer à Broseley dans le Shropshire. Les rails étaient constitués de bois nu, les roues étaient munies de boudins, comme sur les véhicules ferroviaires actuels. En 1768, la compagnie Coalbrookdale eut l'idée de remplacer ses rails en bois par des rails en fonte moulée, pour limiter l'usure de la voie et transporter de plus lourdes charges.

Les rails d'acier sont apparus au début du XVIII^e siècle. L'ingénieur William Jessop conçut des rails prévus pour être utilisés avec des roues sans boudin : ils constituaient une sorte de cornière. Ces rails devaient être utilisés pour un projet dans le secteur de Loughborough et Leicestershire en 1789. En 1790 il était de ceux qui fondèrent une aciérie à Butterley, pour produire des rails. Le premier chemin de fer ouvert au public a été le Surrey Iron Railway, ouvert en 1802 par Jessop. Les convois étaient tractés par des chevaux

La première locomotive à vapeur à fonctionner sur des rails a été construite par Richard Trevithick et essayée en 1804 à Merthyr Tydfil au Pays de Galles. Cette tentative ne fut pas couronnée de succès, l'engin étant si lourd qu'il brisa la voie.

En 1811, John Blenkinsop conçut la première locomotive réellement utilisable. Il la fit breveter. Le Middleton Railway fut donc le premier chemin de fer à utiliser la vapeur avec succès dans un objectif commercial. C'est également le premier à faire l'objet d'actes juridiques.

Le premier réseau voit le jour en Europe continentale dans la région de Saint-Étienne, en France, entre 1827 (Louis-Antoine Beaunier) et 1830 (Marc Seguin).

En Europe et en Amérique du Nord, la période de plus grand développement du chemin de fer va de 1848 à 1914. Après la Première Guerre mondiale, le chemin de fer continue à se développer, notamment les lignes secondaires à voie étroite, mais il est fortement concurrencé, sur les courtes distances, par l'automobile et le camion. Après la Seconde Guerre mondiale arrive la concurrence de l'avion sur les longues distances ; les lignes secondaires disparaissent.

La crise pétrolière de 1973 marque le début du renouveau du chemin de fer, principalement pour les transports de voyageurs à l'intérieur des grandes métropoles et grâce à de nouvelles lignes inter cités, parcourues par des trains à grande vitesse. La sustentation magnétique (dite Maglev) dont une ligne de 43 km a été mise en exploitation en 2005 à Shanghai (Chine) peut devenir un concurrent viable.

III.2. En Algérie ;

L'histoire des chemins de fer d'Algérie commence le 8 avril 1857, avec un décret du gouvernement français qui autorise la construction de 1 357 km de chemins de fer dans la colonie d'Algérie. Le premier chantier, le 12 décembre 1859, porte sur la construction de la ligne Alger - Blida. La gestion en est confiée à une compagnie privée : la Compagnie des chemins de fer algériens. Les travaux de construction sont également entrepris pour relier Oran à Saint-Denis-du-Sig ainsi que sa liaison avec le port de Philippeville - l'actuel Skikda- et avec Constantine, mais les problèmes financiers poussent la compagnie à en interrompre les travaux et à développer la ligne d'Alger-Blida, qui sera ouverte le 8 septembre 1862. Cinq autres compagnies sont créées pour construire les lignes restantes: la Compagnie Bône-Guelma (BG), la Compagnie de l'Est Algérien (EA), la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée (PLM), la Compagnie de l'Ouest Algérien (OA) et la Compagnies Franco-Algérienne.

Le 18 juillet 1879 une nouvelle campagne d'investissement est lancée à l'échelon national pour renforcer les lignes "d'intérêt général" avec comme objectif d'ajouter 1747 km au réseau existant. La construction de ces lignes dites "d'intérêt local" est laissée à la charge des investisseurs privés et des collectivités locales. Dans les trente ans qui suivirent, 2 035 km de ligne chemin de fer vont s'ajouter au réseau, constituant l'armature du futur réseau ferroviaire algérien.

En 1900 la Compagnie franco-Algérienne, endettée, perd sa concession; le même sort touche la compagnie Bône-Guelma en 1905 puis celle de l'Est Algérien en 1908.

À partir du 27 septembre 1912, les réseaux des compagnies en faillite passent sous le contrôle de la Compagnie des Chemins de Fer Algériens de l'État (CFAE), qui s'appuie sur la compagnie survivante, la filiale algérienne de la compagnie Paris-Lyon-Méditerranée la PLMA. Entre 1907 et 1946 une troisième campagne d'investissement ajoute 1 614 km au réseau.

Le 1^{er} Juillet 1921 les lignes existantes sont réparties entre les compagnies CFAE et PLMA : ce partage dura jusqu'au 30 mai 1938, date à laquelle les lignes d'intérêt général des deux compagnies sont nationalisées et rattachées à la SNCF. La gestion des lignes algériennes est alors confiée à compter du 1 janvier 1939 à l'office des Chemins de fer Algériens (OCFA).

A la fin de la deuxième guerre mondiale le réseau ferroviaire algérien s'étend sur 5 015 km.

Le 30 juin 1959 l'État français et l'OCFA signent une convention créant la Compagnie des Chemins de Fer Français en Algérie (CCFA) qui devient en 1963 la SNCFA (Société Nationale des Chemins de Fer Algériens). Le 31 mars 1976, à la fin de la concession de l'état français, l'état algérien divise la SNCFA en trois organismes distincts :

- La SNTF qui assure l'exploitation du réseau ferré algérien;*
- La SNERIF chargé de la maintenance et de la construction des lignes ferroviaires;*
- La SIF pour le développement du réseau ferré algérien.*

IV. CONCLUSION :

Le développement des infrastructures de transports est la pierre angulaire de toute politique d'aménagement du territoire. En effet, ce dernier qui est par définition, la meilleure répartition dans un cadre géographique des activités économiques en fonction des ressources naturelles et humaines, ne peut atteindre son objectif sans un développement harmonieux des infrastructures.

CHAPITRE II. PRESENTATION DU PROJET

I. INTRODUCTION :

Le rail constitue un mode de transport incontournable parce qu'il apporte une réponse moderne et adoptée aux enjeux économique et écologiques, permettant le déplacement de personnes et de marchandises avec une grande capacité.

Les moyens par l'état algérien engagés doivent permettre dans l'immédiat de rénover l'ensemble des voies existantes, de les électrifier d'étendre le réseau ferroviaire existant, d'acquérir de nouveaux équipement en matériel roulant, en signalisation ainsi qu'en moyen de télécommunication.

Notre projet touche les 2 communes d'Oran et d'Arzew dont nous allons vous faire une brève description

II. Aperçu sur la willaya d'Oran :



Fig II.1 : photo de la ville d'Oran

Oran (ou Wahrān), surnommée « la radieuse » (ou – el-Bāhia), est classé la deuxième ville d'Algérie en matière de transactions commerciales et du développement touristique ainsi qu'en population, donc on peut la qualifier comme la deuxième ville stratégique après la capitale et une des plus importantes du Maghreb. C'est une ville portuaire de la Méditerranée, située au nord-ouest de l'Algérie, à 432 km de la capitale Alger.

Oran a su préserver son identité tout en s'imprégnant de l'influence de ses occupants successifs.



Fig II.2 : quelques photos d'Oran

II.1. Localisation géographique :

Oran se trouve au bord de la rive sud du bassin méditerranéen ; elle se situe au nord-ouest de l'Algérie, à 432 km à l'ouest de la capitale Alger. La wilaya s'élève au fond d'une baie ouverte, Elle est dominée à l'ouest par la wilaya **Ain Timouchent**, à sud par deux wilaya **Sidi Belabes** et **Mascara**, et on est la wilaya **Mostaganem** et on nord **Mer Méditerranée** .



Fig II.3 Oran et les wilayas limitrophes

II.2 : Situation climatique :

Oran bénéficie d'un climat méditerranéen classique marqué par une sécheresse estivale, des hivers doux, un ciel lumineux et dégagé. Pendant les mois d'été, les précipitations deviennent rares voire inexistantes.

L'anticyclone subtropical recouvre la région oranaise pendant près de quatre mois. En revanche la région est bien arrosée pendant l'hiver. Les faibles précipitations (420 mm de pluie) et leur fréquence (72,9 jours par an) sont aussi caractéristiques de ce climat. Le tableau II.1 représente les données climatiques à Oran.

Tab II.1 : Données climatiques à Oran.

Mois	Température minimale moyenne (°C)	Température moyenne (°C)	Température maximale moyenne	Précipitations (mm)
Janvier	5	10	15	60
Février	7	12	16	50
Mars	8	13	18	50
Avril	10	15	20	30
Mai	13	18	22	20
Juin	17	21	26	0
Juillet	19	24	29	0
Aout	20	25	30	0
Septembre	17	23	28	10
Octobre	13	18	23	30
Novembre	9	15	20	60
Décembre	7	12	16	70
Année	12	17	22	420

II.3. situation hydrographique :

La question de l'approvisionnement en eau a toujours joué un rôle capital car les eaux dont la ville dispose ont toujours été de quantité insuffisante, et sont souvent très chargées de sel. En raison du faible taux de précipitation, les ressources souterraines n'offrent pas à la ville un moyen d'approvisionnement suffisant. En 2002, la wilaya d'Oran est parmi celles d'Algérie qui comptent le moins de forages. Seuls 18 forages en exploitation sont inventoriés.

Oran est alimentée en eau par plusieurs barrages notamment ceux du bassin hydrographique de l'Oued Tafna, situé à environ 80 km à l'ouest de la ville et sur le fleuve Cheliff à environ 200 km à l'est de la ville. Ce nouvel ouvrage, entré en fonctionnement en 2009, doit fournir annuellement 110 millions de m³ d'eau pour la wilaya d'Oran.

Elle est alimentée par un réseau hydrographique complexe venant du Murdjajo au nord et du Tessala au sud. Ce réseau hydrographique fait l'objet de tractations entre les partisans du développement des riches plaines agricoles environnantes d'une part et les défenseurs de l'écosystème d'autre part. La partie septentrionale de la Sebkhia a tiré profit de l'expansion et du développement de la ville d'Oran et de son activité industrielle. Celle-ci est maintenant la source d'une pollution importante qui accentue la salinisation de la Sebkhia. La partie méridionale est au contraire faiblement exploitée et les infrastructures y sont peu développées.

Le manque d'informations et d'études sur les eaux souterraines et de surface de ce lac ont poussé le Ministère des Ressources en Eau à commander en 2002 une étude globale autour de ce thème.



Fig II.4 : La sebkha de la wilaya Oran

III. Aperçu sur la ville d'ARZEW :

Le territoire de la commune d'Arzew est situé au nord-est de la wilaya d'Oran.



Fig II.5 : Communes limitrophes d'Arzew

Le nom Arzew aurait été évoqué pour la première fois en l'an 1068, sous le nom de Arzao, par le géographe de Cordoue, EL Bekri, dans sa description de l'Afrique Septentrionale, mais il ne faisait pas référence à l'Arzew actuel, créé au XIX^e siècle, mais aux ruines romaines de « Portus Magnus », c'est-à-dire Bethioua aujourd'hui.

En 1743 Thomas Shaw évoque un « port d'Arzew », comme lieu favorable au mouillage des bateaux, sorte de prémisses du port actuel.

Dans les années 1945 les habitants locaux distinguaient (Arziu al-qdim, Arzew le vieux) ou (Arziu al-meslem, Arzew des musulmans) et (Arziu n-nesrani, Arzew des chrétiens). L'étymologie du nom d'Arzew n'a pas été clairement déterminée. On pourrait rapprocher ce nom de celui de la montagne qui domine la ville et qui s'appelle « djebel Ourouze ». Arziu aurait le sens de « broche, forte pointe » et se rattacherait à la racine berbère « RZI » et du verbe « erzi » (embrocher)

D'autre part, l'orthographe a varié en fonction de la langue de transcription :

- Arzew (avec « w » final) est due à Thomas Shaw voyageur anglais qui a publié « Voyages dans plusieurs provinces de la Barbarie et du Levant, » à Londres en 1743,
- Arzeu (avec « u » final) a été celui adopté par l'administration coloniale française.

En 2009, la population d'Arzew est de 85 658 habitants. Le tableau (Tab.II.2) suivant représente l'évolution démographique.

Tab II.2 : Évolution démographique

1901	1954	1966	1977	1987	1998	2009
5 600	10 500	11 500	20 970	40 473	53 327	85 658

Arzew possède un important port industriel et la ville se développe rapidement grâce à la pêche et à l'attrait de son port, mais subit la concurrence des ports voisins de Mostaganem et Oran. Elle dispose d'une raffinerie de pétrole.



Fig II.6 : La zone industrielle d'Arzew

IV. Présentation du tracé :

L'objet de cette étude est l'extension de la ligne Senia-Arzew vers le centre-ville d'Arzew avec aménagement d'une nouvelle gare à ARZEW ville.

Il s'agit de définir le meilleur couloir pour l'extension de la ligne existante Senia-Arzew et le raccordement au site de la gare.



fig II.7 L'itinéraire de projet (Google earth)

IV.1. Données du projet :

IV.1.1. Vitesses de base :

Le projet a pour objectif d'accueillir un trafic voyageur. Les vitesses de circulation des convois ferroviaires ne dépassant pas les 80 Km/h sur ce tronçon de voie. Cette limitation de vitesse est motivée par le fait que ce tronçon de voie se trouve en fin de parcours de la ligne Senia- Arzew donnant sur la gare en cul de sac.

IV.2. Déclivités maximales admissibles :

Les déclivités maximales admises varient en fonction de l'axe considéré

- 16‰ en valeur normale.
- 20‰ en valeur normale pour l'accès à la nouvelle gare d'Arzew compte tenu de l'absence de trafic fret.

IV.3. Caractéristiques techniques du tracé :

- Longueur totale : 3 396.68 m.
- Rayon de courbure minimum : 500,00 m.
- Pente maximum autorisée : 20 ‰.
- Vitesse maximale : 80 km/h.
- Rail UIC 60 E1

- Traverses mixtes Bi bloc VAX U31
- Appareils de voie.
 - UIC 60-500 1/12
 - UIC 60-300 1/9
 - UIC 60-190 1/9

V. CONCLUSION :

Après nous avoir présente la localisation de base à respecter, nous allons aborder l'étude géométrique en respectant les fiches UIC et le règlement SNTF.

I.INTRODUCTION :

Le tracé en plan de la voie ferrée est une projection orthogonale de tous les points sur un plan horizontal. Il est constitué en général d'une succession d'alignements droits et d'arcs de cercles relié entre eux par des courbes de raccordement progressif.

II.CONDITIONS ET REGLES DU TRACE EN PLAN.

Pour faire un tracé économique et technique, on doit respecter les règles suivantes :

- Comme c'est une étude d'amélioration de la ligne, on doit se raccorder au réseau existant et ne pas sortir du couloir choisi.
- Eviter le franchissement des oueds et des routes dans la mesure du possible afin d'éviter la réalisation d'ouvrages d'arts. Dans le cas où c'est inévitable, le franchissement s'effectuera perpendiculairement à la ligne d'écoulement ou bien dans les endroits les plus étroits.
- Suivre les courbes de niveau afin de diminuer les terrassements.
- Eviter les problèmes de talus :

Talus en déblai :

- Eviter la présence de nappe.
- Eviter les Terrains plastiques.
- Eviter la présence de roches fissurées.

Talus en remblai :

- Eviter la présence de terrain instable
 - Eviter les sols, très compressible.
- } Pouvant être mis en mouvement par le remblai

III- ELEMENTS DE TRACE EN PLAN :

Un tracé en plan est constitué de trois éléments géométriques : Une droite, un arc de cercle et une courbe de raccordement.

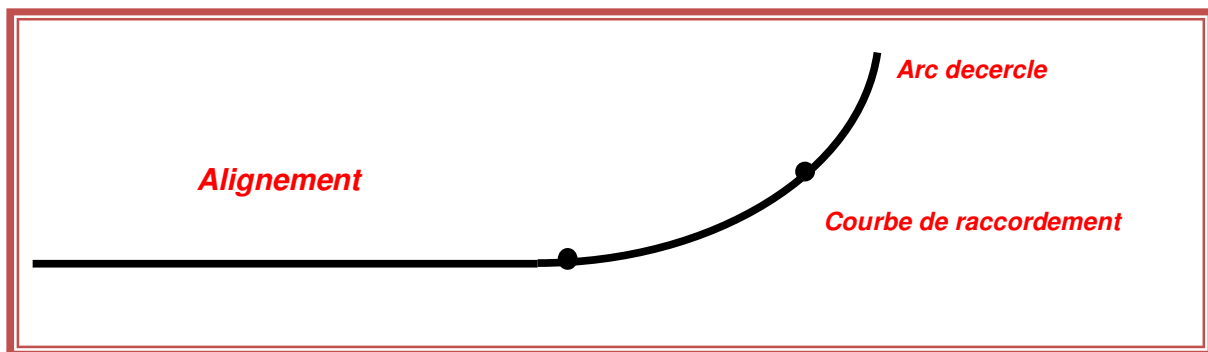


Fig III. 1: les éléments du tracé en plan

III.1.L'alignement :

La conception d'une voie ferrée exige la construction de longs alignements qui offrent un meilleur confort aux usagers ainsi qu'une plus grande sécurité. Il est recommandé d'utiliser le plus d'alignement dans le tracé en plan quand la topographie de la zone le permet.

III.2.L'arc de cercle :

Le rayon des arcs de cercle et leurs dévers doivent permettre au minimum à un véhicule roulant à une vitesse de référence V de ne pas déraper.

III.3.La courbe de raccordement :

C'est un élément géométrique qui raccorde l'alignement à un arc de cercle dont la courbure varie progressivement d'un rayon $R=\infty$ à la fin de l'alignement jusqu'à une valeur R constante au début de l'arc de cercle.

On utilise pour ce type de raccordement la clothoïde qui assure, grâce à sa variation linéaire de courbure la stabilité et le confort plus son aspect esthétique satisfaisant.

IV. LE DEVERS

D'après les lois de la mécanique classique, un point matériel qui se déplace dans une courbe subit une force centrifuge qui a tendance à le renverser à l'extérieur du virage. Cette force peut conduire au déraillement du train et à la fatigue de la voie et du matériel roulant. Pour annuler ou modérer cette force, on surélève le rail de la file extérieure de la voie. Cette différence de niveau est appelée dévers.

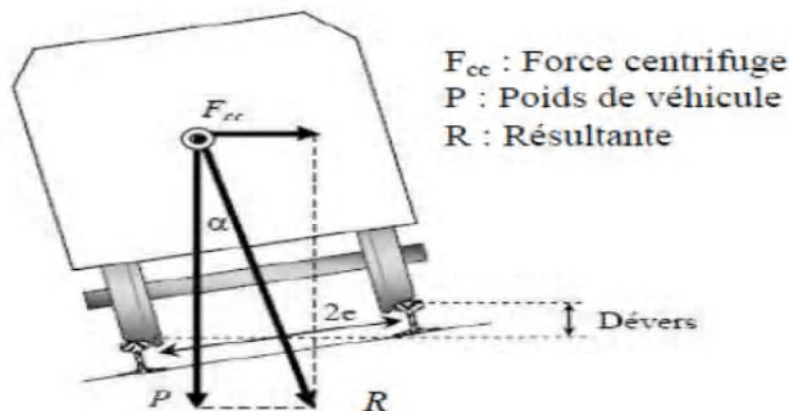
IV.1.Dévers de la voie :

Fig III.2 : le dévers

Pour une vitesse V du train on établit le dévers nécessaire qui peut assurer la stabilité sur la voie et le confort des voyageurs. Comme il y'a un seul type de train on va travailler avec le dévers théorique qu'on notera.

Dans une courbe de rayon R , la force F vaut :

$$F = mV^2/R \quad \text{tg } \alpha = \frac{F}{P} = \frac{V^2}{R.g}$$

On a : $d = e.\sin\alpha$ (α est petit $\Rightarrow \sin\alpha \approx \text{tg } \alpha$)

On aura : $d = e.\text{tg } \alpha = e. \frac{V^2}{R.g}$ (V en m/s)

Avec :

- R= devers en mm
- d devers en mm
- e= entraxe des rails en mm
- α = L'angle entre force centrifuge et poids de véhicule.

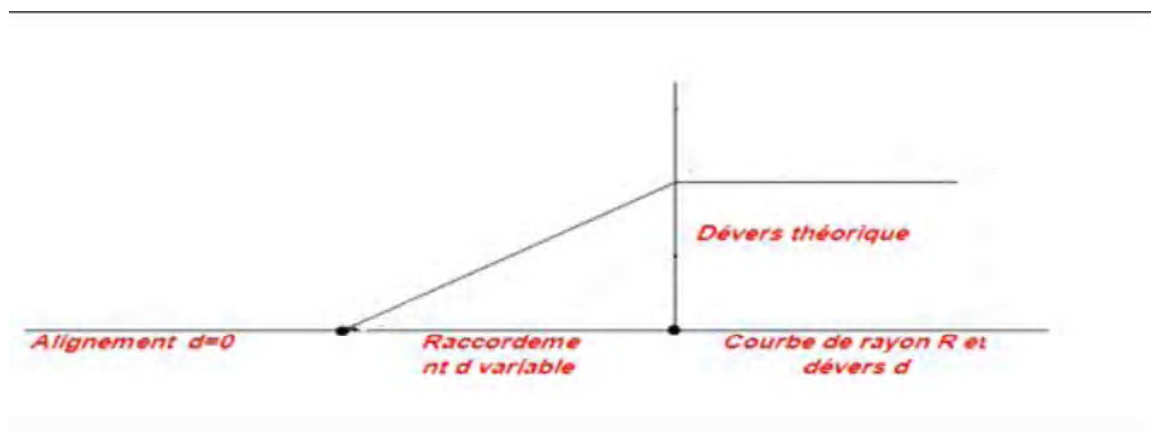
Pour : $e = 1.5\text{m}$, $g = 9.81\text{m/s}^2$ et $V (\text{m/s}) = (1/3.6).V(\text{km/h})$

On aura : $d = 0.0118 V^2/R$ (R en m, d en m et V en km/h)

Ou bien : $d = 11.8 \frac{V^2}{R}$ avec d en mm

IV.2.VALEUR DU RAYEN MINIMUM :

Malgré que c'est une ligne voyageurs Le devers minimum calcule se fait avec l'insuffisance de devers i maximale autorisée par le règlement à savoir 150



FigIII. 3: Schéma de raccordement de dévers.

IV.3. Gauche et variation du dévers :

Le Dévers augmente progressivement d'une valeur nulle en alignement, jusqu'au dévers prévu en courbe, cette progression se fait sur une longueur dite rampe de dévers. La variation du dévers par unité de longueur où la rampe de raccordement est constante pour faciliter la pose, le contrôle et l'entretien de la voie.

La variation du dévers provoque un gauchissement de la voie, donc les points de contact des quatre roues ne se trouvent pas au même niveau, et la charge se répartit inégalement sur les quatre roues, et sous des charges dynamiques pour de grandes vitesses, le problème s'avère néfaste.

Pour régler le problème, on doit limiter cette rampe par unité de longueur, le rapport d/L appelé «gauche» exprime cette variation en (mm/m). Sa limite est donnée en fonction de la vitesse comme suit :

V. APPLICATION AU PROJET :**V.1 Calcul du dévers d**

$$d = 11.8 \frac{V^2}{R} \quad d=151\text{mm}$$

V.2 calcul de R_{\min}

$$R_{\min} = (11.8 \times V_{\max}^2) / (h + 150) \quad \Leftrightarrow \quad R_{\min} = (11.8 \times 80^2) / 150 = 500 \text{ m}$$

V.3 calcul du gauche maximal

$d/L \leq 180/V$ en (mm/m) ; V en km/h.

A.N: $V = 80 \text{ km/h}$ $180/80 = 2.25 \text{ mm/m} < 2.52 \text{ mm/m}$.

V.4 calcul longueur minimale

La Vitesse $V = 80 \text{ km/h}$.

La longueur minimale de la rampe de dévers est :

$$L_{\min} = \frac{h \times V_{\max}}{180}$$

De plus la longueur de la rampe de dévers doit être telle que :

$$L \geq 0,4V_{\max} \geq 30\text{m} \text{ et } L < R/4$$

Tab III.1 : vérification de la longueur de raccordement

R_i	300	500	720	800	2000
$L \geq 0,4V_{max}(m)$	24.7	32	32	32	32
$L < R/4 (m)$	75	125	180	200	500
$L(m)$	-	60	100	120	50

VI.CONCLUSION:

Une fois le trace en plan exécute avec le logiciel Covadis 9.1, nous avons trouvé les rayons suivants pour notre tracé :

Tableau III.2 : Calcul des dévers et vérification de l'insuffisance.

Rayon (m)	d_{thv}	$L(m)$	$A(m)$
300	62.9	-	-
500	151	60	173.21
720	104.9	100	268.33
800	94.4	120	309.84
2000	37.8	50	316.23

I- INTRODUCTION :

L'opération de calcul d'axe n'aura lieu, qu'après avoir déterminé le couloir par le quel passera la voie. Le calcul d'axe consiste à déterminer tous les points de l'axe, en exprimant leurs coordonnées ou directions dans un repère fixe.

II- PROCEDES DE CALCUL

Dans un calcul d'axe, la grande partie est celle de la courbe de clothoïde (figIV.1), cet élément géométrique particulier qui se définit par des formules mathématiques approchées.

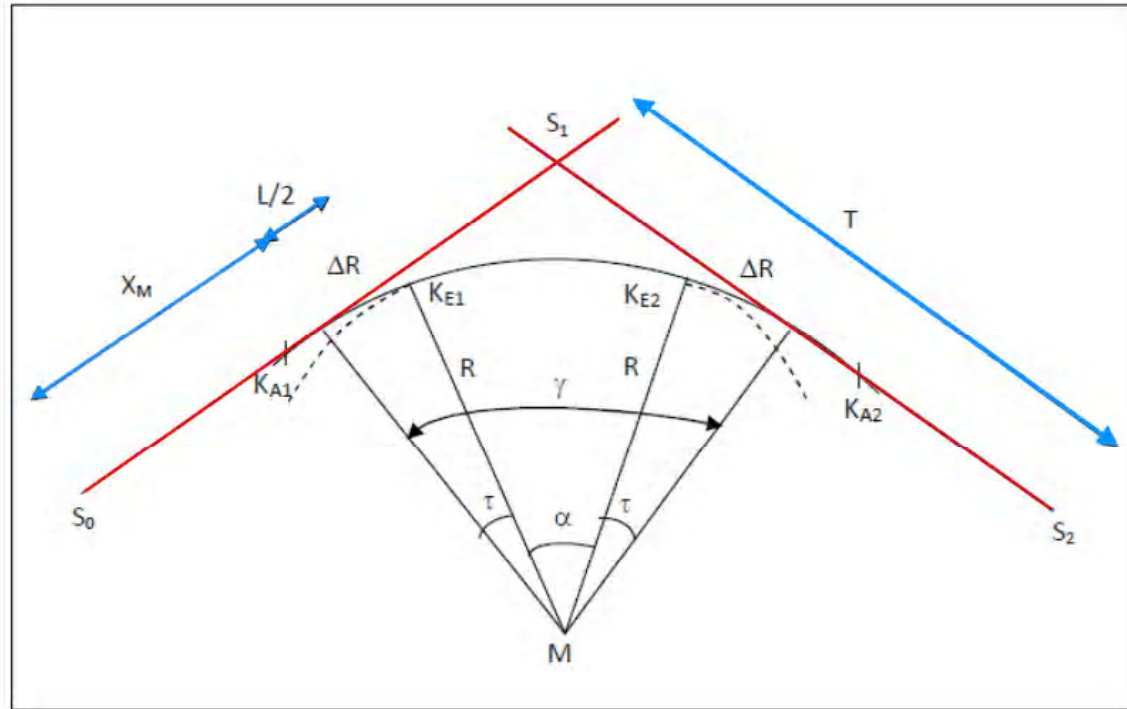


Fig IV.1 : Élément de la clothoïde

-*g* : Angle entre alignement

-*T* : Grande tangente

-*DR* : Ripage

-*XM* : Abscisse du centre de cercle

-*R* : Rayon de virage

-*i* : Angle de tangente

-*SL* : La corde à la clothoïde

-*s* : L'angle polaire

-*L* : longueur de clothoïde

-*KA* : début de clothoïde

-*KE* : Fin de clothoïde

Tout calcul d'axe doit suivre les étapes suivantes :

1. Calcul de gisements
2. Calcul de l'angle *g* entre alignements
3. Calcul de la tangente *T*
4. Calcul de la corde *SL*
5. Calcul de l'angle polaire *s*
6. Vérification de non – chevauchement
7. Calcul de l'arc de cercle
8. Calcul des coordonnées des points singuliers

III- CALCUL DES ELEMENTS GEOMETRIQUE**III-1. Gisement**

Le gisement d'une direction est l'angle fait par cette direction avec le nord géographique dans le sens des aiguilles d'une montre.

III-2. Formules et méthodes de calculs

$$\text{Rayon } R1 = 800 \text{ m } V = 80 \text{ km/h}$$

$$S_0 (70998.5405, 88409.1666)$$

$$S_1 (71357.0169, 88698.2847)$$

$$S_2 (72236.1146, 88861.5911)$$

III-3. Calcul des gisements:

$$\left\{ \begin{array}{l} |\Delta X| = |X_{S1} - X_{S0}| = 358.4764 \\ |\Delta Y| = |Y_{S1} - Y_{S0}| = 289.1181 \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} |\Delta X_1| = |X_{S2} - X_{S1}| = 879.0977 \\ |\Delta Y_1| = |Y_{S2} - Y_{S1}| = 163.3064 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \overline{s_1 s_0} = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} = 460.537 \text{ m} \\ \overline{s_2 s_1} = \sqrt{\Delta X_1^2 + \Delta Y_1^2} = 894.137 \text{ m} \end{array} \right.$$

D'où:

$$G_{s_1}^{s_0} = \text{arctg} \frac{|\Delta X|}{|\Delta Y|} = 56.792 \text{ grade}$$

$$G_{s_2}^{s_1} = 100 + \text{arctg} \frac{|\Delta Y_1|}{|\Delta X_1|} = 111.693 \text{ grade}$$

III.4. Calcul de l'angle γ :

$$\gamma = |G_{s_2}^{s_1} - G_{s_1}^{s_0}| = 113.934 - 87.60 = 54.9 \text{ grade}$$

III.5. Calcul de l'angle τ :

$$\tau = \frac{L}{2R} \cdot \frac{200}{\pi} = \frac{120}{2 \times 800} \cdot \frac{200}{\pi}$$

Avec :

$$L = A^2 / R = (309.84)^2 / 800 = 120 \text{ m}$$

$$\tau = 4.777 \text{ grade}$$

III.6. Vérification de non chevauchement :

$$\tau = 4.777 \text{ grade}$$

$$\gamma / 2 = 54.9 / 2 = 27.45 \text{ grade}$$

D'où :

$$\tau < \gamma / 2 \Rightarrow \text{pas de chevauchement.}$$

$$\frac{L}{R} = \frac{120}{800} = 0.15$$

D'après le tableau de clothoïde on tire les valeurs suivantes :

$$\Delta R = \frac{L^2}{24R} = \frac{120^2}{24 \times 800} = 0.75 \text{ m}$$

$$X_m = \frac{L}{2} = 60 \text{ m}$$

$$T = X_m + (R + \Delta R) \text{tg} (\gamma / 2) \text{ (m)}$$

$$T=60+ (800+0.75) \operatorname{tg}27.45 \Rightarrow T=428.389m$$

Calcul de la distance $S_{0K_{A1}}$

$$S_{0K_{A1}} = S_{0S_1} - T = 460.537 - 428.389 = 31.148m$$

III.7. Calcul des Coordonnées S L :

$$S_L = \sqrt{X_{KE}^2 + Y_{KE}^2}$$

$$X_{KE} = L = 120m$$

$$Y_{KE} = \frac{L^2}{6R} = 120^2 / 6.800 = 3m$$

$$S_L = \sqrt{(120)^2 + (3)^2} = 120.04m \text{ donc } S_L = 120m$$

III.8. Calcul de σ :

$$\sigma = \operatorname{arctg} \frac{Y_{KE}}{X_{KE}} = \operatorname{arctg} \frac{3}{120} = 1.591 \operatorname{grad}$$

$$b = K_{E1} K_{E2}$$

$$b = \frac{[\pi \cdot R(\gamma - 2\tau)]}{200}$$

$$b = \frac{[\pi \cdot 800(54.9 - 2 \times 4.777)]}{200} = 569.55 m$$

Calcul de α :

$$\alpha = \gamma - 2\tau$$

$$\alpha = 54.9 - 2 \times 4.777 = 49.346 \operatorname{grade}$$

Calcul des coordonnées de chaque point :

$$K_{A1} = \begin{cases} X_{K_{A1}} = X_{S1} - T \sin G_{S0}^{S1} \\ Y_{K_{A1}} = Y_{S1} - T \cos G_{S0}^{S1} \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{K_{A1}} = 71357.0169 - 428.389 \sin 56.792 = 71152.8428m \\ Y_{K_{A1}} = 88698.2847 - 428.596 \cos 56.792 = 88533.6095m \end{cases}$$

$$K_{A_2} = \begin{cases} X_{KA_2} = X_{S1} + T \sin G_{S1}^{S2} \\ Y_{KA_2} = Y_{S1} + T \cos G_{S1}^{S2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{KA_2} = 71357.0169 + 428.389 \sin 111.693 = 71614.9581\text{m} \\ Y_{KA_2} = 88698.2847 + 428.389 \cos 111.693 = 88746.2029\text{m} \end{cases}$$

$$K_{E_1} = \begin{cases} X_{KE_1} = X_{KA_1} - S_L \sin(G_{S0}^{S1} + \sigma) \\ Y_{KE_1} = Y_{KA_1} - S_L \cos(G_{S0}^{S1} + \sigma) \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{KE_1} = 71152.8428\text{m} - 120 \sin(56.792 + 1.591) = 71248.0808\text{m} \\ Y_{KE_1} = 88533.6095 - 120 \cos(56.792 + 1.591) = 88606.5651\text{m} \end{cases}$$

$$K_{E_2} = \begin{cases} X_{KE_2} = X_{KA_2} - S_L \sin(G_{S1}^{S2} - \sigma) \\ Y_{KE_2} = Y_{KA_2} - S_L \cos(G_{S1}^{S2} - \sigma) \end{cases}$$

$$X_{KE_2} = 71614.9581 - S_L \cos(111.693 - 1.591) = 71497.5905\text{m}$$

$$Y_{KE_2} = 88746.2029 - S_L \cos(111.693 - 1.591) = 88721.3506\text{m}$$

IV. RESULTATS DU CALCUL INFORMATIQUE :

Tableau IV.1 paramètres de clothoïde

R_i	800	720	500	2000	500	300
A_i	309.84	268.33	264.58	316.23	173.21	-
L_i	120	100	140	50	60	-

Tableau IV.2 Coordonné de points singuliers

point royen	Pk (kA1)		Pk (kE1)		Pk (kE2)		Pk (kA2)	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
800	71152.8428	88533.6095	71248.0808	88606.5651	71497.5905	88721.3506	71614.9581	88746.2029
720	7115.8428	88533.6095	72522.486	89026.5241	72655.9583	89062.5445	72795.7667	89066.9583
500	727643.9585	89047.9447	72522.4858	89026.5241	72655.9583	89062.5445	72795.7667	89066.9583
2000	73120.0487	89062.0615	73170.0454	89061.5148	73224.1395	89062.1058	73274.1122	89063.7447
500	73561.2541	89074,376	73621,319	89075,971	73761,319	89051,971	73817,712	89031,509

Tab IV.3 kilométrage des points.

PK	Pk (kA1)	Pk (kE1)	Pk (kE2)	Pk (kA2)
800	0+198.65	0+318.65	0+594.66	0+714.66
720	1+171.25	1+271.25	1+429.45	1+529.45
500	1+533.45	1+673.45	1+812.14	1+952.14
2000	2+276.46	2+326.46	2+380.56	2+430.56
500	2+717.89	2+777.89	2+920.40	2+980.40
300	–	3+093.63	3+301.64	–

TabIV.4 : longueur d'alignement et des courbes

LONGUEUR TOTALE DE L'AXE	3390m
LONGUEUR D'ALIGNEMENTS 1473m	% D'ALIGNEMENT 43.45%
LONGUEUR DES COURBES 1917m	% DES COURBES 5.55%

I- DEFINITION

Le profil en long est la coupe longitudinale du terrain suivant le plan vertical passant par l'axe du tracé et on appelle déclivité, la tangente de l'angle qui fait le profil en long avec l'horizontale. Elle prend le nom de pente pour une descente et rampe pour une montée. Un profil en long est constitué d'éléments de lignes droites raccordées par des arcs de cercle en cas de changement de déclivité. La constitution du profil en long est la tâche la plus importante par laquelle on peut évaluer un projet ferroviaire, soit sur le plan économique l'importance des terrassements -Quantité de déblai et de remblai- les ouvrages d'arts ... etc. soit sur le plan technique en voyant les déclivités, la coordination entre le tracé en plan et le profil en long et l'emplacement des gares.

Le profil en long est constitué généralement d'une succession d'alignement droits raccordés par des courbes circulaires. Du fait que les rayons verticaux sont très grands, l'introduction de courbes de raccordement progressif n'est pas nécessaire.

II- LIGNE ROUGE OU LIGNE DU PROJET

On appelle le niveau de roulement la ligne rouge. Elle doit être conçue et tracée en respectant les recommandations et les prescriptions suivantes :

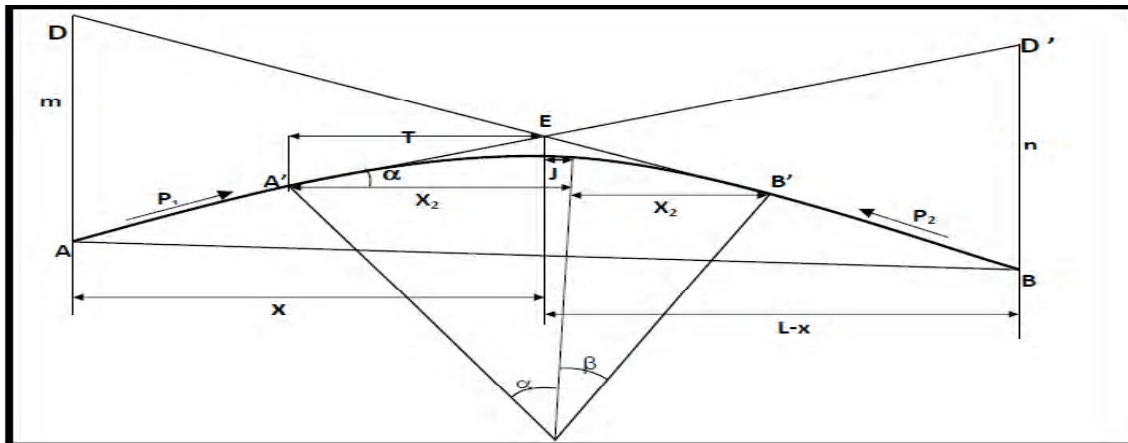
- *La déclivité maximale est de 16‰ (20‰ exceptionnellement).*
- *Assurer si possible un palier de 350 à 400m de part et d'autre de la gare, avec une certaine pente pour un redémarrage facile des trains en cas d'arrêt au voisinage de cette gare*
- *La distance minimale entre deux points de changement de déclivité doit être de 800m*
- *Le rayon minimum en profil en long est de $R_{vmin} = 0.35 V^2/R$ et cela pour limiter l'accélération verticale. La SNTF recommande un rayon de 9000m.*
- *Se raccorder au réseau existant et aux points à passage obligé*
- *Minimiser les quantités de déblai et remblai*
- *Eviter les angles rentrants en déblais pour assurer une bonne évacuation des eaux.*
- *Pour une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long, ne pas placer une courbe verticale sur une autre horizontale.*

III- RACCORDEMENT DU PROFIL EN LONG

Le raccordement se fait par une courbe circulaire. L'équation d'un cercle est :

$$X^2 + (y - R)^2 = R^2 \text{ ou encore de la forme : } X^2 + y^2 - 2Ry = 0$$

Mais pour un grand rayon la variation de l'ordonnée y sur cet arc est négligeable devant l'abscisse X, surtout lorsque il s'agit d'un carré ($y^2 \rightarrow 0$) d'où on obtiendra une équation de parabole $y = X^2/2R$ d'où l'arc de cercle s'assimile à celui d'une parabole.



FigV.1 : raccordement de profil en long

IV- CALCUL DES ELEMENTS DU PROFIL EN LONG

Dans ce calcul, on détermine toutes les coordonnées des points singuliers du raccordement, la tangente de part et d'autre du sommet, la flèche au-dessous de ce dernier, on déterminera aussi les PK des points singuliers.

Avec :

A' et B' : Extrémités du raccordement T : Tangente de part et d'autre du sommet

G : Milieu de raccordement situé sur la variante A et B : deux points connus sur P_1 et P_2

F : Hauteur de l'abaissement du sommet (Flèche)

X : Distance entre le sommet et un point A sur P_1

$(\alpha+\beta)$: angle de variation, ou de changement de direction

O : Centre du cercle de rayon R

E : Sommet ou point de changement de déclivité

L : Distance entre les deux points A et B

Détermination des pentes

$$P_1 = \frac{\Delta Z_1}{\Delta S_1}$$

$$P_2 = \frac{\Delta Z_2}{\Delta S_2}$$

Détermination de T

$$T = \frac{R}{2}(P_2 - P_1) \quad P_1 \text{ et } P_2 \text{ les pentes prise avec leurs sens}$$

Détermination de la flèche F

$$F = \frac{T^2}{2R}$$

Détermination des coordonnées du sommet E

$$X_E = X_A + X$$

$$Z_E = Y_A + X.P_1$$

Coordonnées de A et B

$$A \left(X_{A'} = X_E - T, Y_{A'} = Y_E - P_1 T \right)$$

$$B \left(X_{B'} = X_E + T, Y_{B'} = Y_E - P_2 T \right)$$

Pk et altitudes des points singuliers

$$L = P_{k_{B'}} - P_{k_{A'}}$$

$$Z = Z_{A'} + P_1 l$$

$$P_{k_E} = P_{k_{A'}} + l$$

$$l = \frac{Z_{B'} - Z_{A'} + P_2 L}{P_2 - P_1}$$

Point du milieu de raccordement G

$$Z_G = Z_E - F$$

$$P_{k_G} = P_{k_E}$$

Points de début et de fin du raccordement :

$$\text{Début : } Z_{A'} = Z_E - P_1.T$$

$$P_{k_{A'}} = P_{k_E} - T$$

$$\text{Fin: } Z_{B'} = Z_E - P_2.T$$

$$P_{k_{B'}} = P_{k_E} + T$$

V- APPLICATION AU PROJET

2. Vitesse limite des trains en fonction du profil de la ligne:

Sur le réseau ferré de la SNTF les vitesses-limite des trains sont réglementées à la descente des pentes

TabV.1 : Dispositions particulières applicables sur lignes à fortes pentes

Pentes en mm par mètre	Vitesse limite maximum		
	Trains de voyageurs		Trains de marchandises
	freinage réalisé : proportion des essieux freinés		
	9/10 ^{ème}	8/10 ^{ème}	
Ne dépassant pas 20.	120	100	80
Supérieure à 10 sans dépasser 13.	120	100	70
Supérieure à 13 sans dépasser 15.	110	90	60
Supérieure à 15 sans dépasser 16.	110	90	50
Supérieure à 16 sans dépasser 20.	100	80	50
Supérieure à 20 sans dépasser 25.	90	70	40
Supérieure à 25 sans dépasser 26.	80	60	40
Supérieure à 26 sans dépasser 30.	80	60	30
Supérieure 30	50	50	30

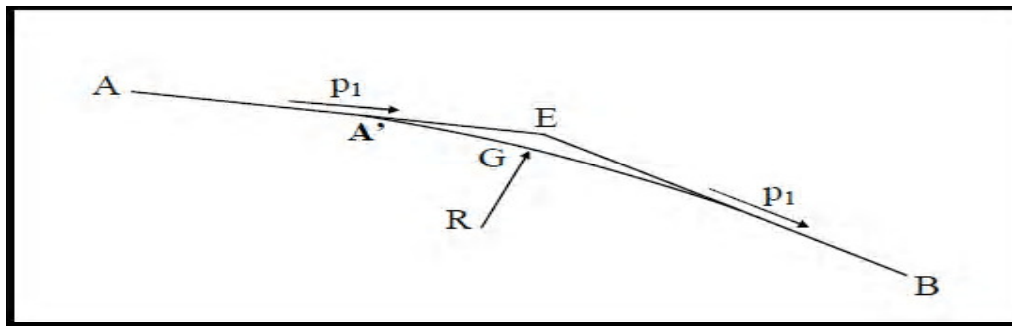


Fig.V.2 : éléments du profil en long pour l'application au projet

$$A \begin{cases} S = 00.000 \\ Z = 82.126 \end{cases} \quad E \begin{cases} S = 580.003 \\ Z = 72.812 \end{cases} \quad B \begin{cases} S = 3151.084 \\ Z = 11.14000 \end{cases}$$

Soit à calculer les caractéristiques du profil en long du sommet E

$$P_{KE} = 580.003m = 0+580 \text{ m}$$

$$Z_E = 72.812 \text{ m}$$

$$R = 20000 \text{ m}$$

Calcul des pentes :

$$P_1 = \frac{\Delta Z_1}{\Delta S_1} = -0.16$$

$$P_2 = \frac{\Delta Z_2}{\Delta S_2} = -0.02$$

Détermination de T

$$T = \frac{R}{2}(P_2 - P_1) = 20000 \times (0.016 - 0.020) / 2 = 40m$$

Calcul de la flèche F :

$$F = \frac{T^2}{2R} = (40)^2 / 2 \times 20000 = 0.04m$$

Calcul de la côte du point au milieu de raccordement parabolique :

$$Z_G = Z_E - F = 72.812 - 0.04 = 72.772m$$

Calcul des Pk et des points du début et de la fin de raccordement parabolique :

$$P_{KA'} = P_{KE} - T = 580 - 40 = 540 m$$

$$Z_{A'} = Z_E - P_1 \cdot T = 72.812 - (-0.016 \times 40) = 73.452 m$$

Donc :

$$P_{KA'} = 540 m$$

$$Z_{A'} = 73.452 m$$

$$P_{KB} = P_{KE} + T = 580 + 40 = 620 m$$

$$Z_B = Z_E + P_2 \cdot T = 72.812 + (-0.02) \times 40 = 72.012m$$

Donc :

$$P_{KF} = 620 m$$

$$Z_F = 72.012 m$$

VI. CONCLUSION

Les résultats après calcul avec logiciel se trouvent à l'annexe

PROFIL EN TRAVERS ET CALCUL DES CUBATURES :**I. Définition**

Le profil en travers est une coupe transversale, menée selon un plan vertical perpendiculaire à l'axe de la voie projetée, il nous renseigne sur les éléments de la superstructure et de l'infrastructure, sur les valeurs des pentes des talus sur le mode d'assainissement et sur les systèmes éventuels de protection de la voie (ensablement et éboulement). Pour les profils en travers, on adopte le plus souvent une échelle de 1/100 c'est à dire un centimètre pour un mètre (on garde la même échelle en hauteur et en longueur pour conserver les vraies pentes au talus).

II- Les éléments du profil en travers type**II-1 Emprise**

C'est la surface du terrain naturel affectée à la voie ; limitée par le domaine public.

II-2 Assiette

C'est la surface de la voie délimitée par les terrassements.

II-3 Plate forme

Elle se situe entre les fossés ou crêtes de talus de remblais comprenant la voie et les accotements.

II-4 La voie

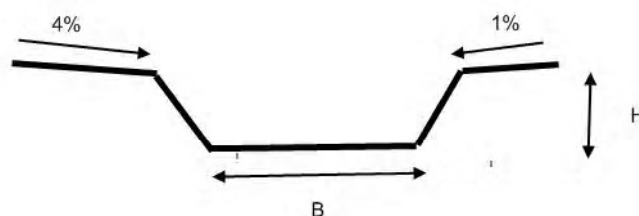
C'est la partie de la voie ferrée affectée à la circulation des trains.

II-5 La berme

Supporte des équipements (barrières de sécurité, signalisations..). Sa largeur qui dépend tout de l'espace nécessaire au fonctionnement du type de barrière de sécurité à mettre en place.

II-6. Le fossé

C'est un ouvrage hydraulique destiné à recevoir les eaux de ruissellement provenant de la voie et talutes les eaux de pluie.



FigVI.1 : la fosse hydraulique

II-7. Le profil en travers type

En chemin de fer, le profil en travers type doit indiquer tous les éléments suivants :

- **Eléments de l'infrastructure**

On mentionne :

- La dénomination et les épaisseurs de chaque couche.
- Les pentes transversales de chaque couche
- La pente latérale de la plate – forme.

- **Eléments de la superstructure :**

- Le type de rail utilisé et la valeur de l'écartement de chaque voie.

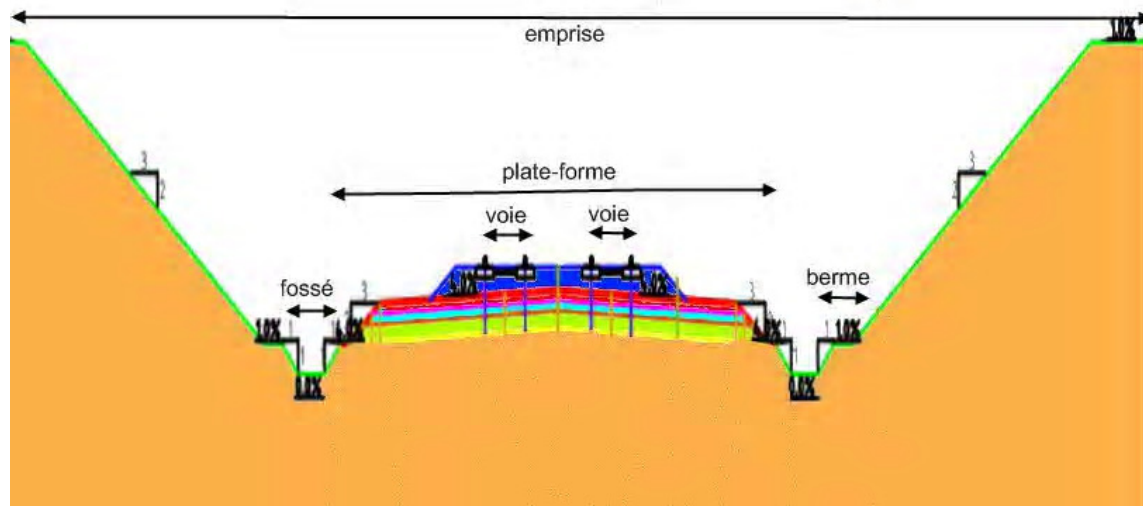
- Le type de traverse utilisée.
- Epaisseur de la couche de ballast.
- La valeur du dévers maximum en courbe.
- La longueur des butées du ballast.
- **Eléments du talus :**
 - La pente de chaque talus.
 - Les ouvrages de consolidation éventuels.
- **Eléments d'assainissement :**

On indique

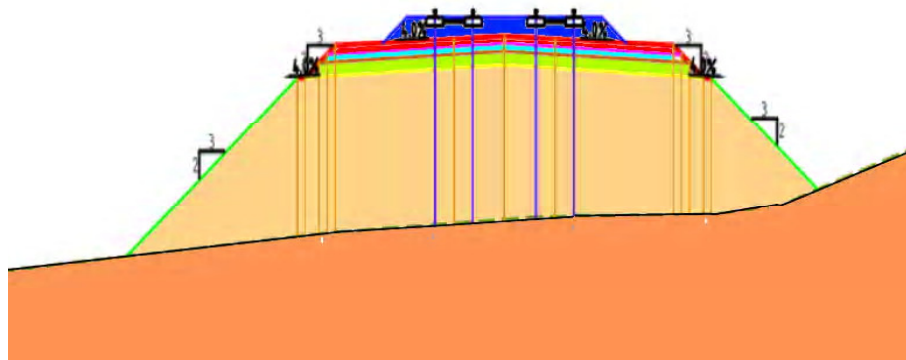
- Le type et la dimension du fossé et des drains.

Remarque :

On doit établir le long de notre tracé plusieurs profils en travers et cela selon la nature topographique et géologique du terrain naturel, le cas où on est courbe ou en alignement.



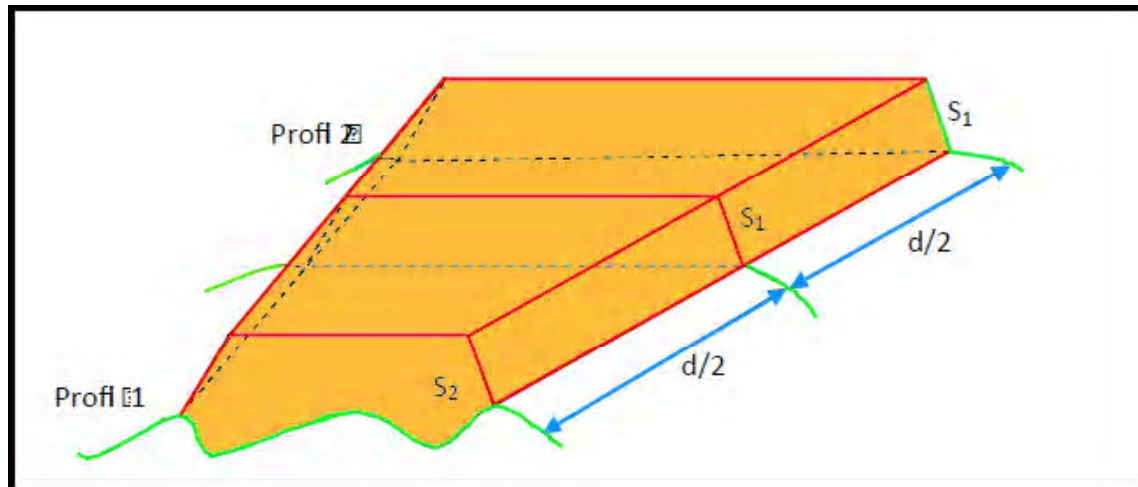
FigVI.2 : cas d'un déblai



FigIV.3 : cas d'un remblai

III-Méthode de calcul des cubatures

On calcule séparément les volumes des tronçons compris entre deux profils en travers successifs en utilisant la formule de SARRAUS des trois niveaux en encore formule prismatoïde.



FigVI.4 : sur le profil en travers

$$V = S_1(L_1/2) + S_2(L_1+L_2)/2 + \dots + S_{n-1}(L_{n-2}+L_{n-1})/2 + S_n(l_{n-2}/2)$$

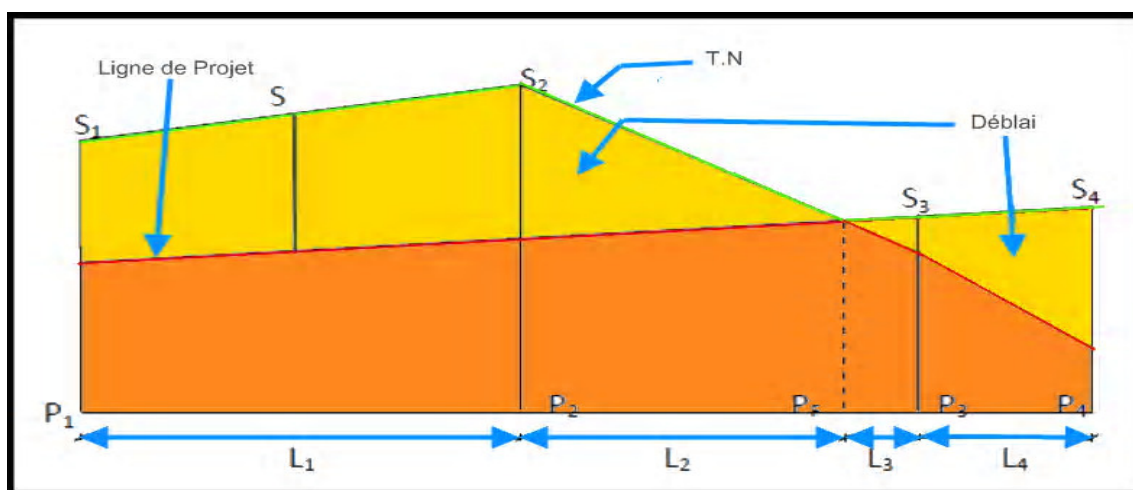
Avec:

S: aire de profil en travers.

n: numéro de profil.

L: distance entre profil.

Soit à calculer le volume total des terrassements dans le schéma suivant :



FigVI.5 : sur le profil en long

P_f : Profil fictif (intersection entre terrain naturel et ligne rouge)

S_i : Surface des profils en travers des *P_i*

S : surface à mi-distance entre deux surfaces successives pour simplifier les calculs on pose :

Le volume entre P₁ et P₂

$$V_1 = \frac{L_1}{2}(S_1 + S_2 + 4 \cdot \frac{S_1 + S_2}{2}) = \frac{3L_1}{2}(S_1 + S_2)$$

Le volume entre P₂ et P_f

$$V_2 = \frac{L_2}{2}(S_2 + 0)$$

Le volume entre P_f et P₃

$$V_3 = \frac{L_3}{2}(0 + S_3)$$

Le volume entre P₃ et P₄

$$V_4 = \frac{L_4}{2}(S_3 + S_4)$$

D'où le volume total des terrassements (remblai et déblai)

$$V = S_1(L_1/2) + S_2(L_1+L_2)/2 + \dots \dots + S_3(L_3+L_4)/2 + S_4(L_4/2)$$

IV- RESULTATS DU CALCUL DES CUBATURE

Le calcul des cubatures (remblai, déblai) est effectué en utilisant le logiciel COVADIS9.1 à partir du profil en long et du profil en travers indiqués précédemment, les résultats ainsi trouvés sont :

TabVI.1 : Résultats de calcul des cubatures

	<i>Remblai</i>	<i>déblai</i>	<i>Terre végétale</i>	<i>ballast</i>	<i>Sous ballast</i>	<i>Couche de fondation</i>	<i>Couche de forme</i>
Volume (m3)	543064.12	798896	34533.64	9313.93	8042.496	10112.256	19274.64

V. CONCLUSION :

Le calcul exact des terrassements se trouve en annexe

I. INTRODUCTION :

Le projet d'une ligne nouvelle, ne peut aboutir de façon économique et avec des garanties techniques suffisantes sans une bonne connaissance des sols et roches rencontrés. L'infrastructure de la voie, ou la structure d'assise, est la partie inférieure sur laquelle cette voie repose, elle sert à répartir sur la plate-forme, les charges exercées par les traverses et amortir les vibrations de la superstructure, de plus elle contribue aux stabilisations longitudinales et latérales de la voie. Elle permet donc pour une large part d'assurer par leur nature et leur épaisseur le bon comportement de la voie ferrée du point de vue rigidité, tenue et drainage.

Les couches d'assise comprennent la couche de ballast proprement dite composée de gravier d'une granulométrie grossière, une sous couche d'adaptation interposée entre le ballast et la plate-forme. Cette sous couche, mono ou multicouche est composée de matériaux grenus. La sous –couche comprend une couche de sous ballast, une couche de fondation et éventuellement une couche anticontaminante. La plateforme pour sa part est constituée d'une couche de forme qui repose sur le corps de remblai ou le terrain naturel en déblai. Les couches d'assise contribuent à assurer, par leur nature et leur épaisseur, le bon comportement de la voie ferrée des points de vue rigidité du nivellement et drainage.

II - APERÇU HYDROGEOLOGIQUE

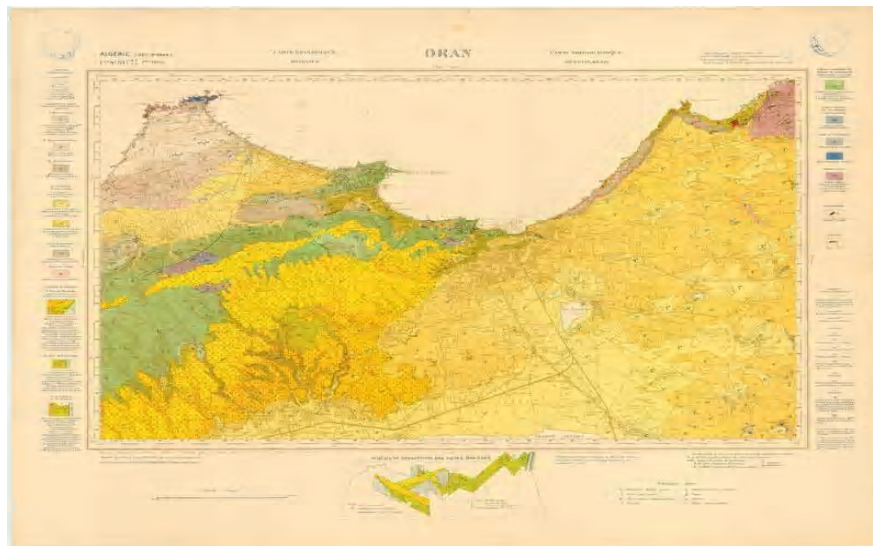


Fig.VII.1 : Carte Géologique D'Oran

Le projet est localisé dans la zone plate qui s'étend entre ORAN et Arzew. Il s'agit d'une vaste dépression essentiellement marquée par de grands affleurements quaternaires continentaux qui sont constitués par de grands affleurements tabulaires constitués de dépôts quaternaires provenant de la sédimentation des produits de destruction (érosion) des massifs environnants. Ce Quaternaire contient une multitude de faciès détritiques : sables, sables grésifiés, grès tendres, encroûtements calcaires, calcaires poudreux, calcaires sableux ... etc.

L'épaisseur de ce Quaternaire peut atteindre 100 mètres ; sous ce Quaternaire, nous trouvons successivement :

- *Le Pliocène continental ;*
- *Le Pliocène marin ;*
- *Le Miocène essentiellement marneux avec des niveaux évaporitiques (gypseux).*

Cette grande dépression est un bassin endoréique vers lequel affluent tous les écoulements de surface. Les eaux de surface s'y accumulent et y subissent une évaporation intense qui, avec le temps, se traduit par une sédimentation importante de sels et plus particulièrement de chlorure de sodium. Aux Salines d'Arzew, existe depuis très longtemps une exploitation industrielle de ce sel.

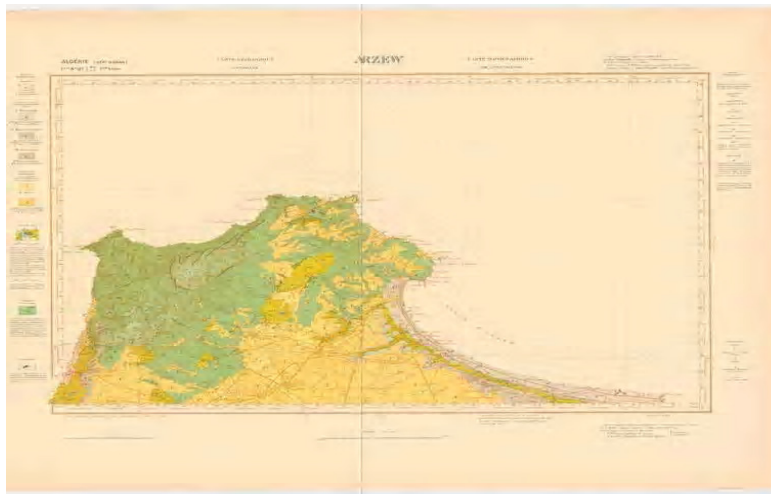


Fig.VII.2 : Carte Géologique D'Arzew

En plus de cette particularité hydrologique, les conditions géologiques (nature et structure des formations quaternaires et tertiaires) vont favoriser une infiltration d'une partie des eaux superficielles. Cette salinité provient bien sûr de la dissolution :

- *De sels superficiels dont une partie s'infiltrer par les eaux de ruissellement ;*
- *De faciès salins lors des écoulements souterrains.*

III – APERÇU SISMIQUE

Les événements répertoriés depuis le séisme catastrophique (3000 victimes) du 09 octobre 1790 qui a eu lieu dans la région d'Oran montrent que l'activité sismique dans l'ouest du pays se focalise surtout dans les régions d'Oran, Sig, Mostaganem, Relizane et Mascara

La consultation des documents, et archives sismologiques révèle une crise sismique non mentionnée par les catalogues classiques de la sismicité historique

Ainsi, le 04 août 1912 à 18 heures, une secousse sismique a affecté la ville d'Arzew, la secousse était si violente, que des bâtiments se sont fissurés et lézardés, la secousse

principale était suivie de 25 répliques, ressenties jusqu'à Oran. Bien qu'aucune indication n'ait été donnée sur la localisation exacte de l'épicentre, il semble que la région touchée inclurait les localités limitrophes.

IV RECONNAISSANCE GEOTECHNIQUE :

IV.1. Puits de reconnaissance :

Une campagne de puits de reconnaissance doit être menée pour l'étude de la géotechnique du couloir. Pendant leur exécution, une description visuelle des matériaux affectés, une annotation de la présence d'eau et une prise d'échantillons pour leur analyse en laboratoire doivent être effectués.

V.1.1 Essai de laboratoire :

Sur les échantillons provenant des puits, on doit réaliser des essais d'identification (granulométriques, limites d'Atterberg), et de compactage Proctor

V.1.1.1 Analyse granulométriques :

Une des premières étapes de la caractérisation d'un sol consiste à évaluer sa composition à partir de sa **courbe granulométrique** ; il s'agit d'un graphique qui indique, pour une dimension donnée d d'un grain (portée en abscisse), le **pourcentage en poids** des grains de dimension inférieure (**tamisât, passant**) ou supérieure (**refus**) à d .

La courbe est tracée en **coordonnées semi-logarithmiques**, de façon à donner une représentation plus précise des particules fines (qui influent énormément sur le comportement des sols).

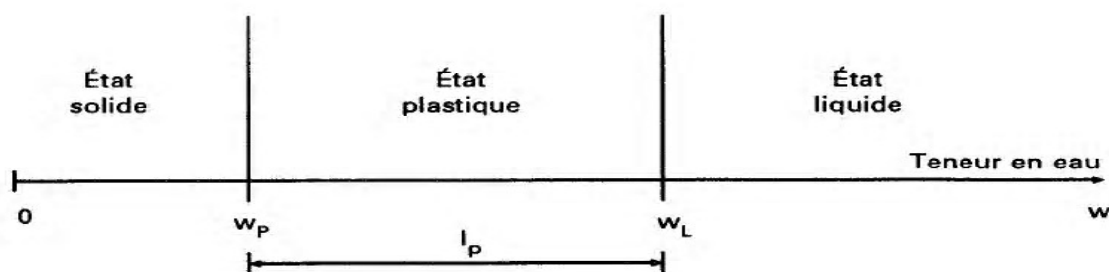
On obtient les données nécessaires au tracé de cette courbe grâce à l'analyse granulométrique ; elle est obtenue :

- pour la fraction de sol dont les grains sont $> 80 \mu\text{m}$: par **tamisage** sur une série de tamis de maille décroissante ;

V.1.1.2 limites d'Atterberg :

On définit les limites de plasticité (W_p) et de liquidité (W_L) qui séparent conventionnellement les deux états de consistance d'un sol :

- **WP** sépare l'état solide de l'état plastique
- **WL** sépare l'état plastique de l'état liquide IP.



- I_c : indice de consistance définie par la formule suivante :

$$I_c = \frac{W_l - W}{I_p}$$

Où:

W : est la teneur en eau du sol dans son état naturel et ne comportant pas d'éléments supérieurs à 400 μm

V.1.1.3 les essais Proctor :

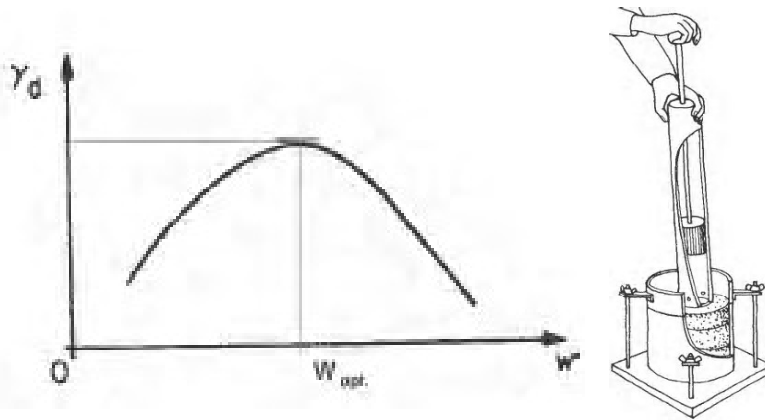


Fig VII.3 : Essai Proctor

L'essai PROCTOR est un essai routier, il consiste à étudier le comportement d'un sol sous l'influence de compactage et une teneur en eau, il a donc pour but de déterminer une teneur en eau optimale afin d'obtenir une densité sèche maximale lors d'un compactage d'un sol, cette teneur en eau ainsi obtenue est appelée « optimum PROCTOR ».

-Il existe 2 essais :

-Essai Proctor normal : Résistance souhaitée relativement faible, du type remblai non ou peu chargé,

-Essai Proctor modifié : Forte résistance souhaitée, du type chaussée autoroutière.

IV.1.1.4. Processus de l'essai :

- Pour l'essai PROCTOR NORMAL, le remplissage est fait en 3 couches.
- Pour l'essai PROCTOR MODIFIÉ, le remplissage est fait en 5 couches.

L'ensemble de la surface doit être compactée pour chaque couche comme suit :

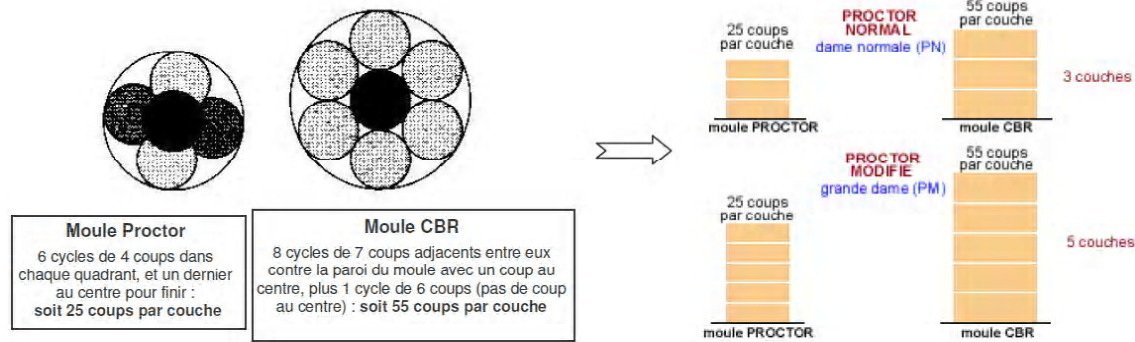


Fig VII .4 : compactage des surfaces pour chaque couche

L'exécution de l'essai se fait de la manière suivante

1. Assembler moule + embase + disque d'espacement (si moule C.B.R.) + disque de papier au fond du moule (facilite le démoulage) ; puis :
 - ❖ Peser l'ensemble : soit P1,
 - ❖ Adapter la rehausse.
2. Introduire la 1ère couche et la compacter. Placer le moule sur un socle en béton d'au moins 100kg, ou sur un plancher en béton de 25 cm d'épaisseur, pour que l'ensemble de l'énergie appliquée le soit à l'échantillon. Astuces : faire des rayures sur la surface compactée (améliore la liaison avec la couche suivante),
3. Recommencer l'opération pour chaque couche (3 pour énergie de compactage Normal; 5 pour Modifié). La quantité de matériau à utiliser, pour chaque couche, est approximativement :

Tableau VII .1: l'énergie de compactage

Moule	Essai Proctor normal	Essai Proctor modifié
Proctor	400 g	650 g

4. Après compactage de la dernière couche, enlever la rehausse. Le sol compacté doit dépasser du moule de 1 cm environ. Sinon, recommencer l'essai.
5. Araser soigneusement à partir du centre ; on veillera, au cours de l'arasement à ne pas créer de trous sur la surface arasé,
6. Peser l'ensemble juste arasé : soit P2,
7. Oter l'embase (et disque d'espacement si nécessaire) et prélever 2 prises sur l'échantillon, l'une en haut et l'autre en bas ; en déterminer la teneur en eau w ; on prendra la moyenne des deux valeurs obtenues,
8. Augmenter de 2% la teneur en eau w de votre échantillon de départ et recommencer 5 à 6 fois l'essai, après avoir à chaque fois bien nettoyer votre moule.

VI. CONCLUSION :

Le rapport géotechnique ne nous a pas été fourni par l'entreprise, nous ne pourrons pas vous faire une présentation détaillée de la nature et des caractéristiques du sol support.

La seule information mise à notre disposition fait état d'un sol de classe de qualité **QSI**.

Dimensionnement des couches d'assises

I- INTRODUCTION :

Le bon fonctionnement du système (véhicule/voie ballastée/ assise) et notamment l'acceptation des efforts engendrés au (contact rail/roue) suppose la stabilisation et la quasi-indéformabilité de l'assise proprement dite.

Sur les lignes nouvelles, ce résultat est obtenu par une conception appropriée de l'assise et une mise en œuvre rigoureuse et précise.

Sur les lignes anciennes, on rencontre souvent entre le ballast et la plateforme une couche intermédiaire constituée d'un mélange plus ou moins pollué de matériaux divers (ballast ancien, grave, sable, scories,etc.).

C'est pourquoi, pour éviter la dégradation rapide de la géométrie de la voie, il est nécessaire parfois d'améliorer son assise par :

- *Le renforcement de sa structure,*
- *L'amélioration du fonctionnement hydraulique.*

II- ROLES DES CONSTITUANTS :

Les différentes couches constituant l'assise de la voie ferrée contribuent, par leur nature et leur épaisseur, à assurer sa qualité : rigidité, drainage et stabilité du nivellement.

Les couches d'assise comprennent :

- *La couche de ballast (25 à 50 mm),*
- *La sous-couche,*
- *Un géotextile ou géomembrane éventuellement,*
- *La couche intermédiaire (sur voie existante),*
- *La couche de forme rapportée (sur voie nouvelle).*

II-1. Rôles du ballast

Le ballast est un matériau uniforme, ne comportant pas de petits éléments, sa capacité d'amortissement s'accroît si on augmente l'épaisseur de la couche. Il assure :

- *La répartition des charges et l'amortissement des efforts dynamiques engendrés par les circulations (dissipation de l'énergie vibratoire par attrition des éléments de ballast),*
- *L'ancrage des traverses et contribue à la stabilité longitudinale et transversale de la voie, particulièrement en LRS,*
- *Le drainage et l'évacuation rapide des eaux de pluie,*

- *La correction facile de nivellement et du tracé de la voie.*

Sa valeur de la dureté globale DRG doit être supérieure ou égale à 14 ($DRG \geq 14$).

II-2. Rôles de la sous-couche

C'est une couche d'adaptation interposée entre le ballast et la plateforme, elle peut être mono ou multicouche. Elle remplit plusieurs rôles :

- *Elle concourt à la meilleure répartition des charges transmises au niveau de la plateforme, en fonction de la portance du sol,*
- *Elle assure une transition de granularité entre le ballast et la plateforme, évitant la contamination du ballast.*
- *Elle protège la plateforme du ruissellement des eaux de pluie qui s'infiltreraient relativement à travers le ballast.*
- *Elle forme, avec le ballast, un écran contre le gel.*

Elle comprend :

- ✓ *Une couche de sous ballast : en grave bien gradué de 0 à 31,5 mm comportant ou moins de 30% de concassé et compacté à 100%, cette couche existe dans tous les cas même sur les plates-formes rocheuses.*
- ✓ *Une couche de fondation : les matériaux utilisés sont en générale soit des sous-produits de carrière de ballast, de tout venant d'oued ou du gravier bien gradué compacté à 95%.*
- ✓ *Une couche anti-contaminant : sable propre et complétée par une feuille géotextile.*

II-3. Rôle du géotextile

Pour éviter la contamination de la sous-couche par les éléments fins de la plateforme ; il faut utiliser des matériaux respectant certaines règles de granularité, ceci est rarement réalisable, surtout lorsque la plateforme contient une grande proportion d'éléments fins. On a recours alors à un géotextile, Il assure un drainage à la surface de la plateforme, lui donnant un comportement homogène.

Enfin, lors de sa mise en œuvre, le géotextile réduit l'orniérage de la plateforme et permet la réalisation de sous-couches d'épaisseurs constantes.

II-4. La plate-forme

Elle est constituée de sol rapporté (remblais) en place (déblais), sa partie supérieure est aménagée en couche forme, de pente transversale.

Dans le cas d'un remblai, cette couche de forme est d'un sol de meilleure qualité, son taux de compactage est de 95%. Parfois la couche de forme est traitée aux liants hydrauliques.

Dans le cas d'un déblai, la couche de forme est obtenue par compactage du fond de fouille à

95% sur une épaisseur minimale de 30 cm.

III- STRUCTURES D'ASSISE :

III.1. Classe de qualité des sols :

La classe de qualité du sol support « QS » pour un sol en place peut être (selon la fiche 719R)

- QS_0 : Sol impropre à toute utilisation,
- QS_1 : Sol médiocre,
- QS_2 : Sol de qualité moyenne,
- QS_3 : Sol de bonne qualité.

III.2. Classe de portance de la plateforme :

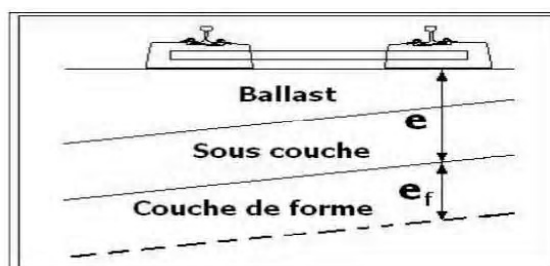
La portance dépend de la qualité du sol support et de la couche de forme :

- P_1 : une portance médiocre.
- P_2 : une portance moyenne.
- P_3 : une portance bonne.

Tableau VII -01 : La classe de portance de la plateforme (fiche 719R P34)

Classe de qualité de sol	Classe de plateforme envisagée pour plateforme	Couche de forme à mettre en œuvre pour obtenir cette classe de portance	
		Qualité	Épaisseur minimale : e_f (m)
QS_1	P_1	QS_1	-
	P_2	QS_2	0,50
	P_2	QS_3	0,35
	P_3	QS_3	0,50
QS_2	P_2	QS_2	-
	P_3	QS_3	0,35
QS_3	P_3	QS_3	-

III.3 . Epaisseur minimale « e » de l'assise :



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

« e : en mètre »

Fig. VIII -01 : Epaisseur minimale « e »

- **Les valeurs des paramètres de dimensionnement :**

• **Valeur de « E » :**

$E = 0,70 \text{ m}$ pour les plateformes de classe de portance P_1 .

$E = 0,55 \text{ m}$ pour les plateformes de classe de portance P_2 .

$E = 0,45 \text{ m}$ pour les plateformes de classe de portance P_3 .

• **Valeur de « a » :**

$a = 0 \text{ m}$ pour les groupe UIC 1-2 (ou lignes à $V \geq 160 \text{ km/h}$ quel que soit le groupe UIC).

$a = -0,05 \text{ m}$ pour les groupe UIC 3 et 4.

$a = -0,10 \text{ m}$ pour les groupe UIC 5, 6, '7, 8 et 9 avec voyageurs'.

$a = -0,15 \text{ m}$ pour les groupe UIC '7, 8, 9 sans voyageur'.

• **Valeur de « b » :**

$b = 0 \text{ m}$ pour les traverses bois de longueur 2,60 m.

$b = (2,5-L)/2$ pour les traverses béton de longueur L .

• **Valeur de « c » :**

$c = 0 \text{ m}$ pour un dimensionnement normale

$c = -0,10 \text{ m}$ à titre exceptionnel.

$c = -0,05 \text{ m}$ à titre exceptionnel pour des opérations sur LE de groupe UIC 7-9 SV.

• **Valeur de « d » :**

$d = 0 \text{ m}$ la charge d'essieu des véhicules $\leq 20t$

$d = 0,05 \text{ m}$ la charge d'essieu des véhicules $\leq 22,5t$

$d = 0,12 \text{ m}$ la charge d'essieu des véhicules $\leq 25t$.

• **Valeur de « f » :**

$f = 0 \text{ m}$ pour les lignes à $V \leq 160 \text{ km/h}$ et pour les plateformes de portance P_3 des LGV.

$f = 0,05 \text{ m}$ pour les plateformes de classe de portance P_2 des LGV.

$f = 0,10 \text{ m}$ pour les plateformes de classe de portance P_1 des LGV.

$g = +$ géotextile lorsque la couche de forme est en sol $Q S_1$ ou $Q S_2$.

$g = 0$ (pas de géotextile) lorsque la couche de forme est en sol $Q S_3$.

III.4. Détermination de la couche ballast et la sous couche :

Le sol dans la zone d'étude correspond selon le tableau de 'la norme 719R page 32' à la classe « QS_1 » qui est de faible portance, et pour cette raison nous avons ajouté une couche de forme d'épaisseur « $e_f = 0,50\text{ m}$ » pour atteindre la portance P_2 .

III.5. Calcul de l'épaisseur minimale « e » des couches d'assises :

E : Sol de classe : QS_1 $\Rightarrow E = 0,55\text{ m}$

Plateforme : P_2

$a = -0.05\text{ m}$. « Groupe UIC 3 ».

$b = (2,5 - 2,24) / 2 = 0,13\text{ m}$. « Traverses en béton ».

$c = 0\text{ m}$. « Dimensionnement normal ».

$d = 0.05\text{ m}$. « La charge nominale maximale d'essieu des véhicules $< 22.5t$ ».

$f = 0.05\text{ m}$. « Plateforme de portance P_2 ».

$g : +$

Donc : $e = 0,55 - 0,05 + 0,13 + 0,05 \approx 0,70\text{ m}$

$e \approx 0,70\text{ m}$

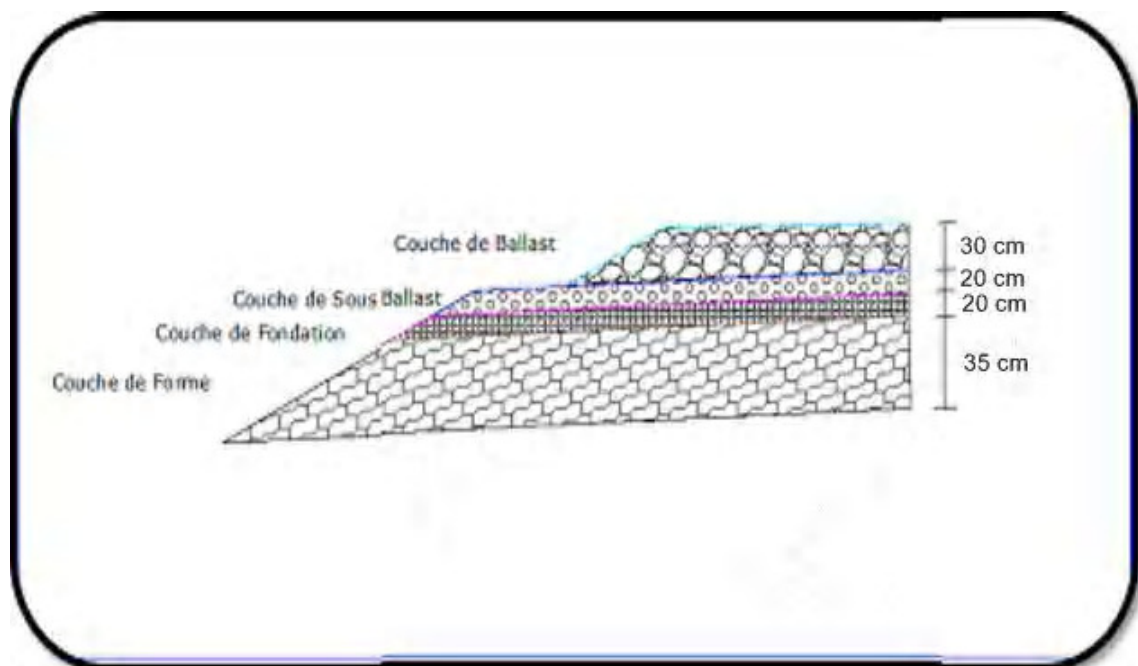


Fig.VIII .2 Structure d'assise

*PROPOSITION DE LA STRUCTURE DE LA CHAUSSE**Couche de ballast = 30cm**Couche sous ballast = 20cm**Couche de fondation = 20cm**Couche de forme = 35 cm***IV.CONCLSION :**

Après le calcul de dimensionnement, on trouve la structure de la chaussée (couche de ballast, couche sous ballast, couche de fondation et couche de forme)

La superstructure de la voie

I- INTRODUCTION :

La voie ferrée est un ensemble constitué principalement de deux poutres en acier : « les rails », reposant, en deux files parallèles, sur un châssis en bois ou en béton, parfois métallique, « les traverses ».

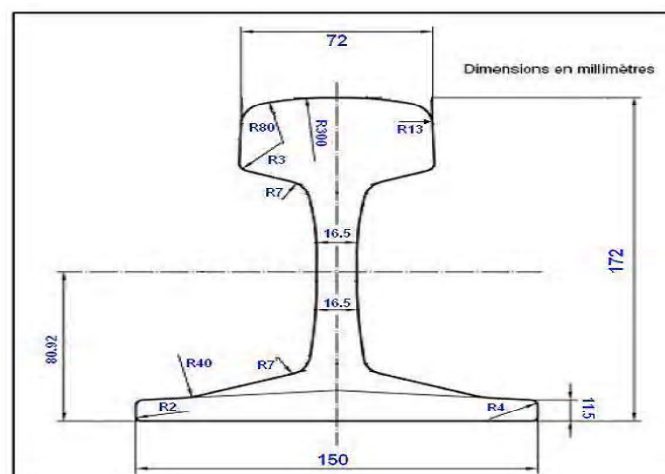
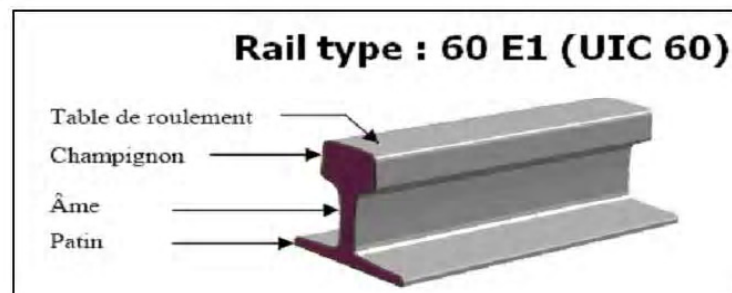
Cet ensemble est posé sur le sol : « la plateforme », par une couche de matériaux d'assises compactés : « le ballast ». Une « sous couche » intermédiaire est souvent interposée entre ballast et plateforme de médiocre qualité.

II- LA SUPERSTRUCTURE DE LA VOIE :

II-1. Les Rails :

Les rails sont des barres d'acier profilées, mi ses bout à bout et posées sur les traverses en deux ligne parallèle ; Ils servent au guidage des roues des convois, à la transmission des informations nécessaires à la bonne marche du train et au retour du courant de traction.

Le type de rail utilisé : 60 E1 (UIC 60), Les poses de rails neufs sont faites, en longs rails soudés (LRS).



FigIX.1 : profil du rail UIC 60 E1

TabIX.1 : dimensions du rail

Désignation		Dimensions (en mm)				Poids (en kg/m)	Utilisation habituelle
SNCF	Europe	Hauteur	Champ.	Patin	Ame		
UIC 60	60 E1	172	72	150	16,5	60,340	Voies courante très chargées

Les rails seront assemblés soit par éclissage ou par des soudures :

- L'éclissage : c'est l'assemblage de deux rails consécutifs à l'aide de deux éclisses qui sont constituées par deux plaques laminées placées entre le champignon et le patin, toute on respectant les diamètres des trous de perçage et leurs distance, les éclisses doit avoir la même qualité d'acier que le rail, et permettre au rail de se dilater en fonction des variations de température.
- Les soudures : les rails sont mis bout à bout et soudés par procédé aluminothermique qui consiste en un apport de métal en fusion dans une lacune créée entre les extrémités de ceux-ci.

La qualité des aciers utilisés et les dispositions adoptées pour assurer une très grande rigidité à la voie permettent la pose en barres soudées de très grande longueur (allant jusqu'à plusieurs dizaines de kilomètres) ; les contraintes introduites par les changements de température étant absorbées sans déformation.

La voie sera construite à écartement normale = 1435 mm.

- **Les longs rails soudés (en abrégé LRS) :**

Les longs rails soudés, appelés aussi « barres longues », constituent une méthode moderne de pose des voies ferrées qui présente l'intérêt de supprimer la plupart des joints de rails sur des longueurs importantes, souvent de plusieurs kilomètres.

C'est la méthode de pose adoptée pour toutes les lignes à fort trafic, et notamment les lignes à grande vitesse.

Les rails sont soudés à une température comprise entre 20 °C et 30 °C. Grace à ces précautions les contraintes dans les rails restent relativement faibles (de l'ordre de 10daN/mm² max), ce qui permet d'éviter tout problème de flambement ou de déformation de la voie. À l'extrémité du LRS se trouve une zone où la libre dilatation du rail n'est plus totalement compensée, la zone de respiration, on y installe des dispositifs de dilatation spéciaux qui permettent aux rails de coulisser, tout en assurant sans hiatus la continuité du roulement.

- **Avantages de LRS :**

Les LRS présentent deux principaux avantages, qui sont la conséquence de la suppression des joints éclissés :

- Une réduction des coûts d'entretien de la voie,
- Une meilleure qualité de roulement et plus grand confort pour les voyageurs.

Remarque :

Une voie en LRS est soumise aux températures élevées, a des compressions longitudinales pouvant atteindre 1200KN, pour se dégager de ces efforts, on procède à la libération des contraintes, une opération qui consiste à desserrer les attaches et éventuellement chauffer a (25°) les rails ,leur donner des coups latéraux et les remettre en place ,et resserrer les attaches, elle s'effectue par tronçon et dans une durée raisonnable.

L'emploi des LRS exige un bon ballastage, un nivellement et une linéarité presque parfaite, pour assurer une bonne dilatation et stabilité des rails.

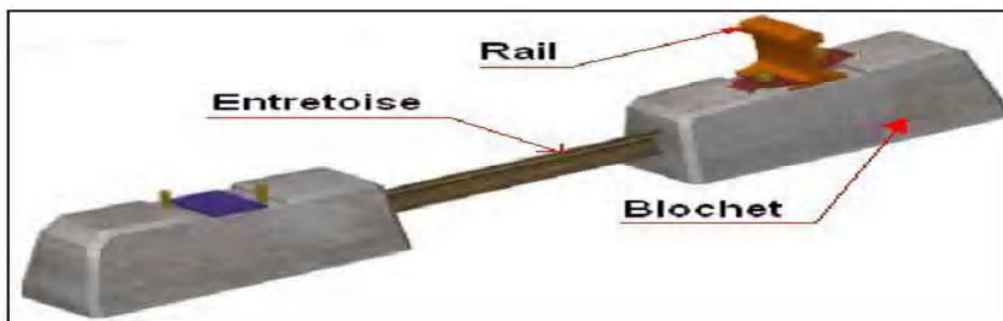
II-2. Les traverses :

Les traverses sont des éléments en bois, en métal ou en béton. Elles sont placées en travers de la voie pour maintenir l'écartement des rails et transmettre les charges du rail au ballast / béton. (Les traverses assurent l'inclinaison au 1/20 du rail).

Leurs dimensions sont d'environ 2,60 m de longueur, 0,25 m de largeur et 0,15 m d'épaisseur.

On distingue trois types de traverse :

- Pour la voie posée sur béton (tunnel) : des traverses en béton bi-blocs de type VAX S 31.
- Pour la voie posée sur ballast (aérien) : des traverses en béton bi-blocs de type VAX U 31.
- Pour les Appareils de voie : des traverses en bois (type azobé).



FigIX.2 : la traverse

La fixation du rail sur les traverses se fait par des attaches, il existe plusieurs systèmes permettant cette fixation variant en fonction du type de traverses, du type de rail, du mode de pose de la voie (LRS ou barres normales).

II-3. Les attaches :

Une attache et un appareil constitué d'un crapaud qui est maintenu par un écrou accroché dans la traverse, elle sert à fixer le rail sur cette traverse pour l'empêcher de tout déplacement.

Une attache est dite « rigide » si, du fait du manque de souplesse des matériaux la constituant, elle n'accompagne pas le mouvement vertical du rail lors du passage des roues. Elle assure un bon maintien transversal du rail mais ne garantit en rien son maintien longitudinal, lui permettant ainsi de « cheminer », c'est à dire de se déplacer vers l'origine ou l'extrémité de la ligne sous les sollicitations de la dilatation ou des forces de freinage ou d'accélération des convois.

Contrairement à l'attache rigide, l'attache dite « élastique » continue à assurer le maintien du rail lorsque celui-ci s'affaisse sous la charge des circulations. Elle s'oppose donc à son cheminement longitudinal et peut être utilisée pour la pose de LRS.

II-4. Appareil de dilatation :

Il existe, sur une voie ferrée, des cas particuliers nécessitant une libre dilatation des rails supérieure à celle permise par les joints courants.

Dans ce cas, on fait appel à des dispositifs de dilatations autorisant ponctuellement un libre mouvement du rail suffisant sans pour autant induire de coupure trop importante dans la continuité du rail vis à vis du roulement.

II-5. Les Appareils de voie :

L'exploitation des voies ferrées exige des dispositifs de liaison et d'intersection des itinéraires, que l'on désigne sous le terme générale d'appareils de voie.

II-6. Eclissage :

Le rail conducteur est assemblé à ses extrémités par des éclisses fixées au moyen de boulonnerie. Cet assemblage permet une excellente liaison électrique et mécanique qui autorise un démontage et un remontage facile de n'importe quelle section en cas de remplacement.

Les éclisses sont fabriquées dans un alliage en aluminium identique à celui du rail et leur forme s'adapte parfaitement au profil du rail. Cette technique permet un parfait alignement des rails tout en conservant les propriétés électriques et mécaniques de l'ensemble.

Les Appareils de voie

I- LES APPAREILS DE VOIE :

I- 1 Introduction :

Un appareil de voie est un élément de la voie ferrée qui est différent de la voie courante, il permet entre autres d'assurer les bifurcations et les croisements d'itinéraires. En effet, le conducteur d'un train n'ayant aucune maîtrise de la direction prise par le convoi, ce sont les appareils de voie qui sont chargés de le guider et de l'orienter de façon mécanique et passive. Les appareils de voie sont souvent appelés aiguillages dans le langage courant.

En général, les appareils de voie sont construits et montés en atelier (montage à blanc) avant d'être installés à leur emplacement définitif.

I-2 Définition de l'appareil de voie :

L'exploitation des voies ferrées exige des dispositifs de liaison et d'intersection des itinéraires, que l'on désigne APPAREIL DE VOIE. C'est un dispositif de guidage permettant le passage d'une voie à une autre ou d'en traverses, en assurant la continuité des voies par extension, sont également appelés appareils de voie. Certains dispositifs dans un itinéraire assurant d'autres fonctions mécaniques par rapport aux véhicules (dérailleurs...).

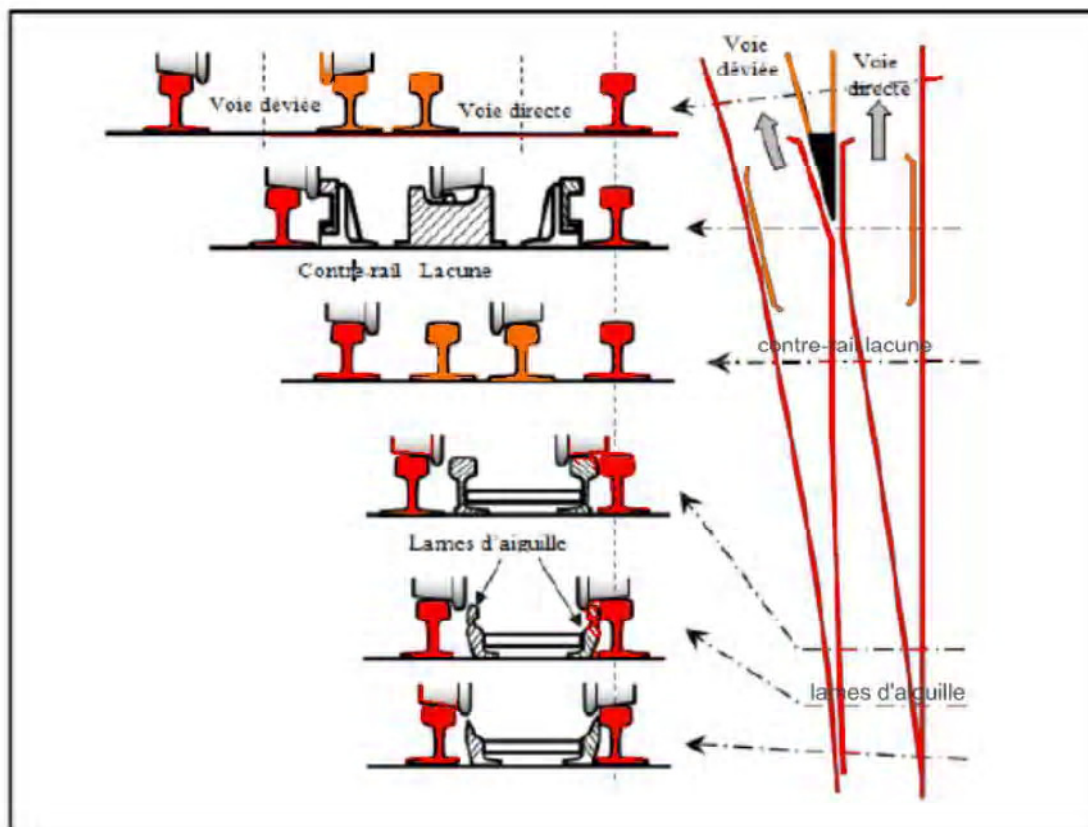


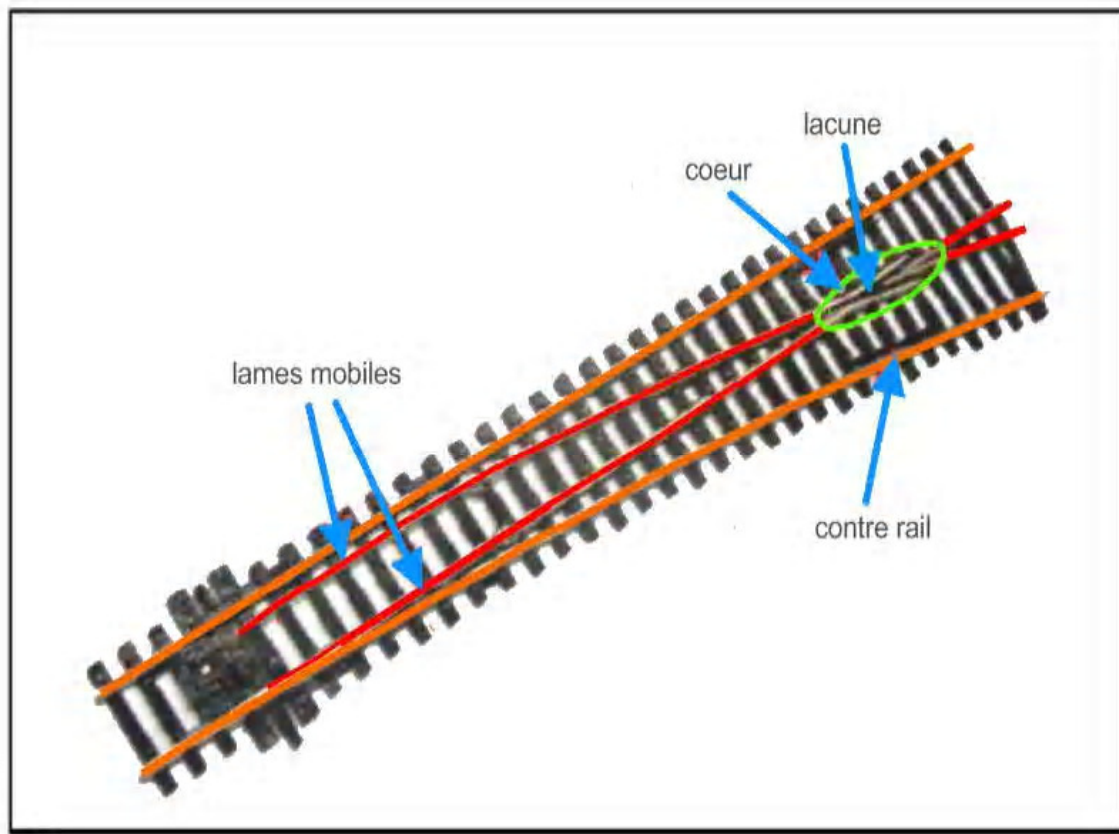
Fig.X.1 Cinématique au franchissement d'un branchement

I-3 Branchement :

Le branchement simple se compose de 03 parties en générales :

- 1- partie aiguillage.
- 2- partie intermédiaire.
- 3- partie croisement:

Au niveau du cœur il existe une lacune dans la continuité des rails qui permet le passage des roues mais où le guidage n'est plus assuré. On utilise des contre rails pour rétablir ce guidage.



FigX.2.Eléments de branchement

I-3-1 L'application de différents types de branchement :

Il y'a deux critères pour choisir le type du branchement :

- 1- En fonction de la vitesse de l'embranchement.
- 2- En fonction du tracé.

Le tableau ci-après montre les cas d'application des types de branchement plus courante dans notre pays et En fonction de la vitesse de branchement :

Tableau X.1 Les types de branchement

<i>Domaine d'emploi du branchement</i>	<i>Vitesse (Km/h)</i>	<i>Type de branchement</i>
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Dans le réseau des zones industrielles. ▶ Dans le réseau d'embranchement Particulier. 	30	<i>140- 1/6 tg (0,167)</i>
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Dans les faisceaux de classement, remisage, voie de nettoyage et toutes les voies de manœuvre 	40	<i>190- 1/7 tg (0,143) 190- 1/9 tg (0,111)</i>
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Comme branchement d'entrée et de sortie de voies de quais les trains de voyageurs. ▶ Dans le faisceau de transfert de la a gare de marchandises. ▶ Dans la voie de circulation des trains marchandises 	50	<i>300- 1/9 tg (0,111)</i>
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Comme branchement d'entrée et de sortie des voies de quai utilisées par les trains de banlieue ou de voyageurs. ▶ Dans les communications des voies de ligne. ▶ Dans la bifurcation d'une voie de ligne ▶ Comme branchements d'entrée et de sortie des gares. 	70	<i>500- 1 /12 (0,083)</i>

I-4 Les aiguilles :

On appelle "aiguilles" ou "aiguillage" la partie de l'appareil de voie qui détermine la direction que prend le train. Cette partie est généralement composée de deux demi-aiguillages : un demi-aiguillage de droite et un demi-aiguillage de gauche, la position de l'appareil lorsque l'on regarde l'appareil de la pointe vers le talon.

Chaque demi-aiguillage est composé d'une aiguille et d'une contre-aiguille. Les deux aiguilles sont reliées entre-elles au moyen d'un tringle d'écartement qui permet de connecter les deux aiguilles : lorsque l'une est ouverte, l'autre est plaquée. Les tringles de manoeuvre assurent la transmission du mouvement du moteur ou de la boîte de manoeuvre aux aiguilles.

Il existe trois catégories d'aiguilles :

1- le branchement simple

2- le croisement, ou traversée simple.

3 -la traversée jonction, combinaison des deux précédentes.

En général, les appareils de voie sont construits en atelier avant d'être installés à leur emplacement définitif. Trois éléments constitutifs permettent de construire tous ces appareils :

- l'aiguillage (qui comprend essentiellement les aiguilles mobiles).
- le croisement proprement dit (qui comprend essentiellement le cœur de croisement).
- la traversée proprement dite (qui comprend essentiellement le cœur de traversée).

I-5 Les différentes traversées :

I-5-1 La traversée oblique ordinaire :

Elle permet l'intersection de deux voies en alignement ou en courbes de même rayon (cas de l'enroulement) l'intersection se fait sous un angle compris entre 6° et 90° .

- Élément de la traversée oblique :

La traversée oblique ordinaire est constituée d'une traversée proprement dite, de deux croisements. Elle comporte également deux groupes de quatre files de rails intermédiaires. Les différentes parties d'une traversée oblique sont dites à droite ou à gauche suivant leurs positions par rapport à un observateur situé au centre et dirigé suivant l'axe longitudinal.

I-5-2 La traversée jonction simple :

La traversée jonction simple est une traversée oblique qui grâce à l'adjonction d'aiguillages, permet de relier entre elles les deux voies qui se croisent d'une seule côte, par rapport à l'axe longitudinal de la traversée oblique, Elle est constituée de deux croisements, d'une traversée proprement dite, de deux aiguillages et de voie intermédiaire.

I-5-3 La traversée jonction double (TJD) :

La traversée jonction double à en plus des éléments de la traversée jonction simple, deux aiguillages permettant à cet appareil de relier les deux voies qui se croisent de deux cotés par rapport à l'axe de l'appareil.

I-6 Les communications :

Combinaison de deux branchements en déviation permettant de relier entre eux deux itinéraires principaux non convergents.

Remarque :

Les appareils de voies sont posés toujours en alignement, si c'est impossible, (comme notre à la rentrée de la gare de ARZEW existante, $R=500m$ (PK0+111) et la rentrée de la gare de ARZEW nouvelle, $R=300m$ (PK3+021) et à niveau à la gare $R=190m$ (PK3+085, PK3+169, PK3+387) on doit mettre des appareils de voie enroulés cintrés.

II- LES APPAREILS DE VOIE ENROULES :

II-1- Généralités :

Pour trouver la meilleure solution de tracé d'une ligne ou d'une gare, il faut envisager très souvent la pose des branchements situés en courbe, les branchements de cette façon sont désignés d'après leurs modification géométriques :

- 1- Appareils enroulés cintrés intérieur (C.IN)
- 2- Appareils enroulés cintrés extérieur (C.EX)

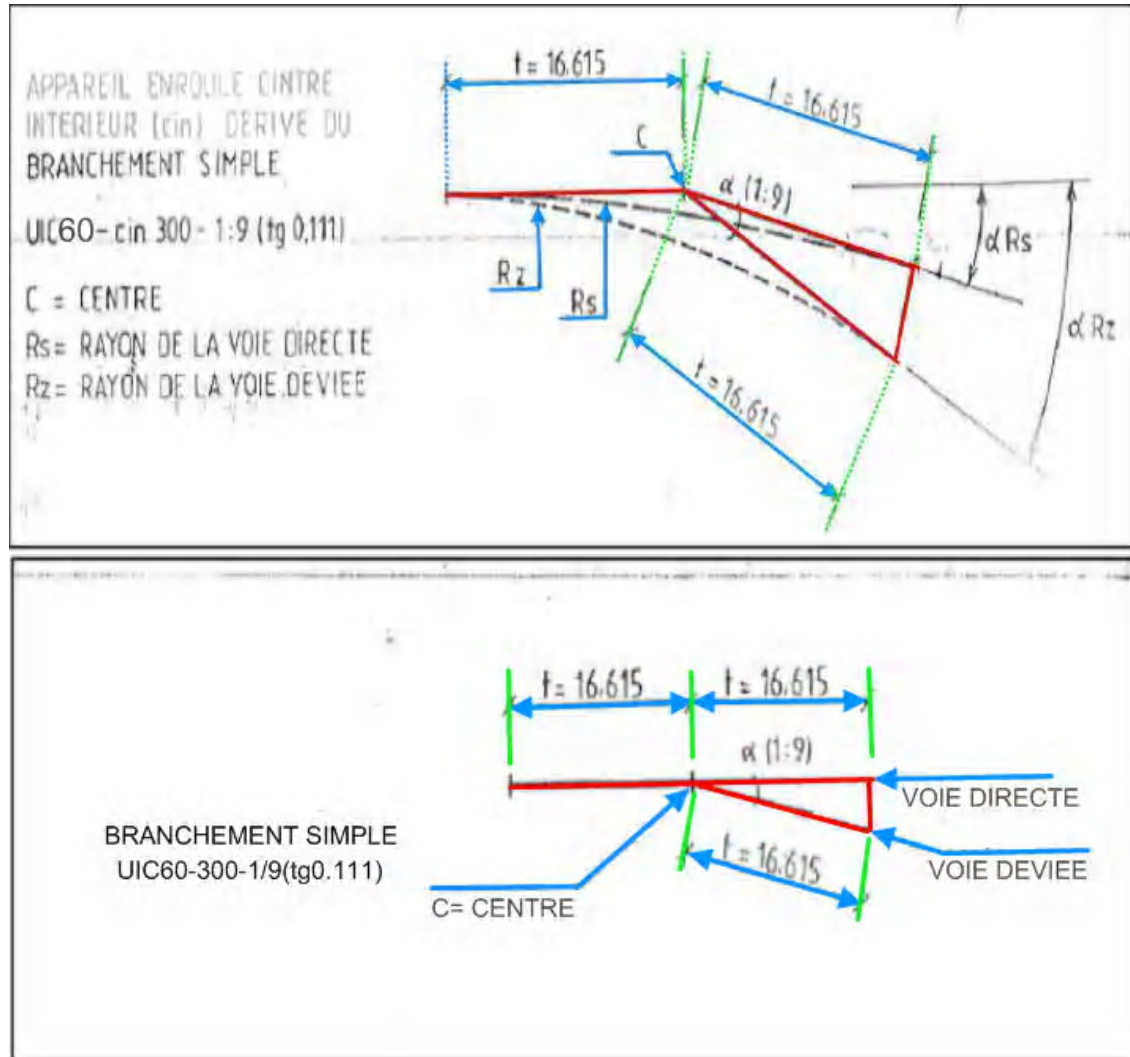
Leurs construction se fait en courbant les branchements simples de la manière que la voie directe sera mise en courbe et que le rayon de la voie déviée sera modifié, l'angle de branchement et par conséquence la tangente de l'angle, garde sa valeur.

Remarque :

Les exemples si dessous, utilisent le branchement UIC60 – 300- 1/9, UIC60 – 169-1/9, UIC60 – 500- 1/12.

II -2 Les appareils enroulés cintrés intérieur :

Le branchement simple sert de base pour la construction de l'appareil cintré intérieur
Par conséquent la voie directe est mise en courbe en adoptant le rayon R_s , la voie déviée adopte le rayon R_z .



FigX.3. Schéma des appareils enroulés cintrés intérieur

II-2-1 Caractéristiques de l'appareil cintré intérieur :

- L'appareil dont la voie directe est courbée de même sens que la voie déviée est appelée cintrée intérieur.
- Les centres des deux cercles formés par des rayons R_s , R_z se trouvent à la même côté de l'appareil.
- Le rayon de la voie déviée est plus petit que celui du branchement simple.

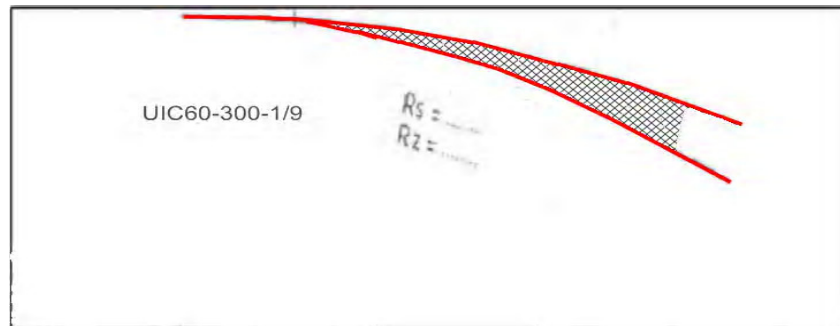


Fig X.4. Représentation sur le plan

II-3 Les appareils enroulés cintrés extérieurs :

Le branchement simple sert de base pour la construction des appareils cintrés extérieur, ses tangentes sont pliées autour de centre en conservant l'angle du branchement simple par conséquent la voie directe est mise en courbe en adoptant le rayon R_s , la voie déviée adopte le rayon R_z .

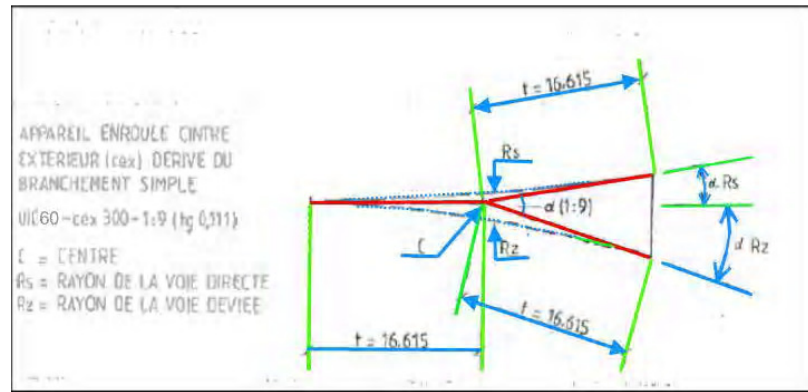


Fig.X.5. Schéma de l'appareil enroulé cintré extérieur

II-3-1 Caractéristiques de l'appareil cintré extérieur :

- l'appareil dont la voie directe est courbée de sens contraire que la voie déviée est appelée cintrée extérieur (C.EX).
- les centres des deux cercles formés par les rayons R_s , R_z se trouvent aux différents côtés de l'appareil.
- le rayon de la voie déviée est plus grand que celui du branchement simple.

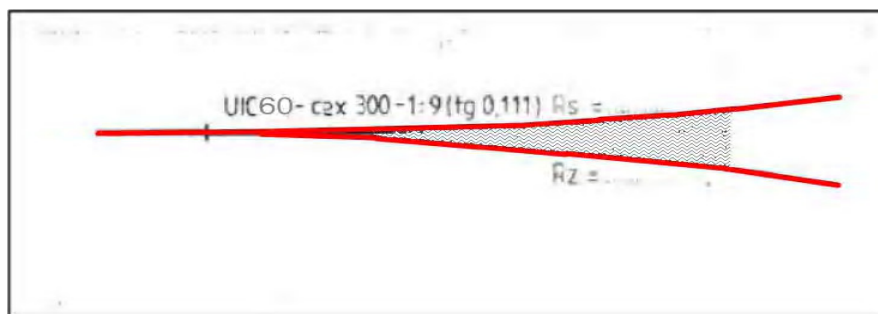


Fig.X.6. Représentation de l'appareil (C.EX) sur le plan

II-4 Remarques générales :

- L'allongement et le rétrécissement des files de rail résultant de la modification géométrique sera compensée dans la partie des voies intermédiaires.
- Les appareils enroulés peuvent être situés dans les courbes posées en devers ou sans devers.
- la pose des appareils enroulés dans les courbes de raccordement est absolument à éviter.
- la vitesse utilisée dans la voie déviée sera déterminée, soit par la différence de courbure la plus forte, ou soit par le rayon le plus petit.
- le type 300-1/9 - tg(0,111) est le branchement le plus petit à choisir comme appareil enroulé cintré intérieur.
- le type 190-1/9 - tg(0,111) est le branchement le plus petit à choisir comme appareil enroulé cintré extérieur.
- le type 500-1/12-tg(0.083)

Quant au choix de l'appareil, en essayant de poser le type le plus petit, cela est la solution la meilleure.

- les voies des appareils enroulés sont posées en courbe, c'est ainsi que le cœur de l'appareil doit être construit de la manière qu'il adopte les courbes.

II-5 Méthode de calcul :

Le calcul se fait par la méthode de courbure qui est comme :

$$C = \frac{1000}{R}$$

La courbure de la courbe: $CR_S = \frac{1000}{R_S}$

Courbure de la voie déviée du branchement simple $C_0 = \frac{1000}{R_0}$

La courbure de la voie déviée de l'appareil enroulé égale à :

$CR_Z = CR_S + C_0$ dans les appareils enroulés C.INT

$CR_Z = C_0 - CR_S$ dans les appareils enroulés C.EXT

Avec $CR_Z = \frac{1000}{R_Z}$

III.CONCLUSION :

Cette étude consiste à donner la définition des appareils de voie, leur utilisation et leurs diverses applications. Au passage, on a cité les différents types existant sur notre trace.

Entretien de la voie

I- GÉNÉRALITÉS :

L'entretien a pour objet le maintien des voies dans un état qui leur permet d'assurer la circulation des trains en toute sécurité et dans des conditions de confort aussi voisines que possible de l'état de neuf.

La maintenance de la voie proprement dite comprend trois rubriques principales :

- *L'entretien courant dans le but est le maintien de la voie dans un état correspondant au service qu'elle doit rendre sous le double aspect : sécurité et confort.*
- *Le renouvellement caractérisé par le remplacement systématique des éléments de la voie lorsque l'usure ou vieillissement est tel que l'entretien courant se révèle impuissant. C'est le plus souvent l'occasion d'améliorer l'armement, d'où la possibilité d'accroissement des charges par essieu ou des vitesses sur le parcours, ces éléments (rails, traverses ou ballast) sont renouvelés soit séparément, soit le plus souvent simultanément.*
- *Les grosses réparations comportent des opérations de substitution ou de régénération intéressant les différents éléments de la voie sur une échelle plus réduite toutefois que les renouvellements.*

II- ORGANISATION DE L'ENTRETIEN :

L'utilisation de divers appareils permet une planification très poussée de l'entretien des voies, qui comprend :

1. *Une opération cyclique «révision intégrale» consistant à remettre la voie tous les quatre ans dans un état aussi proche que possible de celui de sa pose.*
2. *Des opérations de nivellement annuelles, déterminées essentiellement, par l'examen des divers enregistrements et par le résultat des tournées, elles peuvent être continues, discontinues, ou limitées aux seuls joints.*
3. *Un certain nombre d'opération cyclique annuelle (serrage des attaches et des herbages chimiques).*
4. *Des opérations cycliques de contrôle (passage des engins de détection des avaries de rails).*

II-1. Bases de l'entretien :

Les paramètres d'appréciation de la qualité de la voie sont :

- *le matériel.*
- *sa géométrie.*
- *En ce qui concerne le matériel, son vieillissement dépend essentiellement du trafic.*

*La géométrie de la voie, par contre, dépend, de plusieurs paramètres dont :
Les caractéristiques et état de vieillissement de la voie.*

- les caractéristiques de trafic.
- les conditions climatiques.
- la qualité de la fondation.

Il est envisagé, si nécessaire, des travaux «hors révision intégrale» (**H.R.I**) cycliques ou non cycliques.

Les travaux cyclique sont repris plus tard, les travaux non cycliques sont notamment :

- rechargement ou meulages des rails, aux abords en pleine barre.
- remplacement d'éclisses ou de boulons rompus.
- serrage de boulons d'éclisses et exceptionnellement, les consolidations d'attaches, le remplacement des traverses.

II-2. Les classes d'entretien :

L'organisation de l'entretien dépend aussi de la décision ou non de renouveler (voie et ballast,) et de la proximité de la date de renouvellement.

A cet effet, on divise les lignes en classes d'entretien :

La classe «R» : Lignes à renouvellements systématique caractérisés par un fort trafic et une vitesse de 140Km/h au moins.

La période de renouvellement est de 20 à 25 ans.

La classe «E» : On distingue :

La sous classe «E1» : lignes à renouvellement par cas d'espèce.

La sous classe «E2» : lignes de renouvellement exceptionnel.

Les propositions de renouvellement devront faire l'objet de justifications détaillées d'ordre technique (armement, usure ...) ou économique.

La classe «S» : ce sont des lignes sans trafic de voyageurs.

Aucun renouvellement n'y est prévu, des substituions de rails de réemploi pourront y être envisagées.

II-3. Les règles d'entretien :

Les règles d'entretien sont fixées en tenant compte de ces classes de renouvellement.

a. Ligne de la classe «R» :

On considère trois époques d'entretien :

- En période intermédiaire, la fréquence des opérations tient compte du vieillissement du matériel et du trafic supporté depuis la pose.

- A partir de la 3^{ème} année précédant le renouvellement, les opérations d'entretien doivent être organisées dans le seul but d'assurer une tenue suffisante de la voie sur l'ensemble du parcours à renouvelés.
- L'entretien normal de la géométrie de la voie s'effectue par bourrage-dressage mécanique lourd. L'entretien du bornage et la vérification du piquetage devront être effectués.

b. Lignes de classes «E» :

Ces lignes sont parcourues par des circulations caractéristiques très variées, l'entretien y est conduit donc de manière à préserver pour chaque ligne, ou tronçon de ligne, le niveau de qualité correspondant à l'importance du trafic et à la vitesse de la ligne.

Pour l'entretien du nivellement dressage, les mêmes dispositions que pour les classes «R» sont à observer.

c. Lignes de la classe «S» :

A l'examen des enregistrements et à la suite des constatations faites au cours des tournées, le chef de district décide des interventions à faire concernant l'entretien du nivellement-dressage.

II-4. Les appareils de voies :

Les appareils de voies sont inclus dans les cycles de révision de la voie courante, cependant certaines d'entre eux peuvent être groupés pour être traités dans la même année.

L'entretien du matériel des appareils des groupes UIC 1 à 6 et (7, 8, 9), avec voyageurs(AV).

Comporte essentiellement :

- Remplacement des fourrures.
- En ce qui concerne l'entretien des appareils de voie, des lignes de groupes UIC 7.8.9 sans voyageurs.
- L'instruction spécifique à l'entretien des appareils de voie donne les dispositions à observer pour l'entretien du nivellement-dressage.

II-5. Travaux divers :

Au cours de l'année, le chef de district recueille le plus grand nombre de données susceptibles de servir à l'établissement du calendrier de l'année suivante.

Les travaux concernant l'entretien des abords de la voie sont à effectuer avec discernement et à mécaniser lorsqu'ils sont importants

III- TECHNIQUE DE NIVELLEMENT :

La correction du nivellement est UNE opération essentielle de l'entretien ; elle était exécutée autrefois par bourrage manuel, mais elle est exécutée maintenant soit par soufflage, soit par bourrage mécanique.

III-1. Le soufflage :

Le nivellement par soufflage repose, sur la détermination, par mesurage des défauts de la voie en place, de la quantité de gravillon dont il faut recharger les moules pour éliminer ces défauts.

Dans le soufflage, on mesure au moyen d'une mire lunette, la hauteur de relevage du rail au droit de chaque traverse, en tenant compte de la « danse » existante, puis on lève la voie au cric pour introduire à l'aide d'une pelle spéciale, un volume de gravillon correspondant à la quantité à relever.

Les vides du ballast permettent au gravillon de pénétrer à l'intérieur du moule existant, et on peut ainsi, au moyen de cailloux de 10 à 30 mm, relever la voie de la quantité désirée, si minime soit-elle.

Les opérations successives du soufflage sont les suivantes :

- *mesure des défauts de nivellement statique et dynamique.*
- *dégraissage du ballast sur l'une des faces de la traverse, de part d'autre part de chaque file de rails, pour dégager l'emplacement de la pelle souffleuse utilisé pour introduire le gravillon entre le moule et la traverse.*
- *Levage de la voie à l'aide de crics.*
- *Soulage proprement dite.*
- *Regarnissage en ballaste des parties dégarnies avant le levage de la voie.*

III-2. Le bourrage :

Le bourrage consiste, après avoir mis la voie de niveau au cric, à faire pénétrer du ballast à force sous la traverse, au moyen d'une pioche spéciale, la « batte ». Cette opération, très fatigante, s'est modernisée grâce à la bourses mécaniques. Ce sont des engins puissants qui font pénétrer le ballast en profondeur sous la transverse et le compacte à la fois par pressions et par vibrations. La mise à niveau de la voie devant la boursse est entièrement automatique.

V- DESHERBAGE CHIMIQUE :

La lutte contre l'envahissement de la plate-forme et du ballast par la végétation, dans le double but de faciliter le travail d'entretien de la voie et d'éviter une pollution rapide du ballast, à figurer longtemps parmi les travaux qui absorbaient une part importante de l'activité des brigades.

L'utilisation de ballast en pierre cassée a rendu le développement de la végétation plus difficile. La seule solution complète et économique est le traitement par pulvérisation du ballast et des banquettes avec un produit herbicide (Chlorate de Sodium).

V. RENOUELEMENTS DE LA VOIE :

V-1. Généralités :

Le renouvellement est une opération qui a pour but le traitement partiel ou total des éléments de la voie.

Ce traitement n'intervient que lorsque les opérations d'entretien ne sont plus à même d'assurer une qualité suffisante ou lorsque la voie est arrivée à un degré d'usure tel qu'un entretien soigné :

- *Deviendrait trop onéreux.*
- *Ne permettrait plus de la maintenir dans un état offrant toutes les garanties de sécurité pour la circulation.*
- *Ne pourrait plus permettre d'assurer un roulement confortable.*

*Aussi la périodicité des renouvellements est-elle en relation étroite avec le trafic. Les calculs de bilan actualisé ont confirmé un intervalle de l'ordre de 25 ans entre deux renouvellements sur les lignes les plus chargées, armées en **LRS** sur support bois.*

Selon le degré de consolidation des composantes de la voie on peut distinguer.

- *Le renouvellement complet du matériel et du ballast.*
- *Le renouvellement de rails.*
- *Le renouvellement de ballast seul.*
- *Le renouvellement de traverses.*
- *Le renouvellement des appareils de voie.*

V-2. Détermination des zones à renouveler :

La détermination des zones à renouveler tient compte des facteurs suivants :

a) ballast : un ballast est à renouveler lorsque :

- *Il a perdu ses quantités de perméabilité.*
- *Il n'est plus possible de procéder à un criblage.*

b) rails : le renouvellement des rails est prescrit lorsque :

- *Les limites d'usure ont été dépassées.*
- *Les abouts sont écrasés et que leur rechargement n'est plus possible.*
- *Les portées d'éclissage sont très usées.*
- *Les joints sont très fatigués et que leur entretien est très coûteux.*
- *Des usures particulières rendent difficile le bon entretien.*

- L'on constate de forte concentration d'avaries, ruptures ou fissures (cas des taches ovales).

c) traverses : le renouvellement des traverses pourrait être envisagé dans les cas suivants :

- Traverses en bois : dépérissement du bois, fentes longitudinales, d'où serrage inefficace, cintrage (traverse bateau).
- Traverses métalliques : cintrage, fissures autour des lumières, ovalisation des lumières ou simplement suppression du plancher métallique et remplacement par un plancher bois ou béton.
- Traverses en béton armé : brochettes fissurés ou cassés, entretoises déformées ou oxydées.

Il faut noter que le renouvellement de traverses seules se présente rarement si l'entretien courant a été bien conduit.

d) attaches : éclisses, boulons, tirefonds, selles, ect...

En général, ce petit matériel est remplacé systématiquement lors de l'exécution son degré d'usure est souvent semblable à celui des rails et des traverses.

- Ballast de : 15 à 20ans.
- Traverses : 15 à 25 ans.
- Rails de : 15 à 40 ans.

V-3. Phases caractéristiques du renouvellement :

Un renouvellement simultané de voie et de ballast comprend une série d'opération élémentaire :

- Dégarnissage, le criblage du ballast et l'évacuation des produits de dégarnissage.
- La substitution de la voie nouvelle à la voie ancienne.
- Le ballastage et le relevage de la voie.
- Le nivellement et le dressage.
- Les autres opérations : soudage par aluminothermie des rails, libération des contraintes pouvant exister dans les L.R.S ...

a. Le dégarnissage et le criblage du ballast s'opèrent au moyen de garnisseurs mécaniques : une chaîne à godets passant sous la voie enlève le vieux ballast et le remonte jusque dans les trommels ou sur des tamis vibrants, qui rejettent les trop gros ou trop fins à l'extérieur et ne remettent sur la voie que les cailloux de dimension convenables.

b. La substitution proprement dite de la voie est effectuée à l'aide de portique de pose et de dépose, ou d'un wagon portique, équipés de groupes électrogènes ou hydrauliques. Dans la version la plus moderne, les éléments de voie sont montés en chantier fixe, avec des traverses neuves et des rails de remploi, et transportés en piles sur des véhicules spéciaux, ces véhicules alimentent, grâce à des chariots à translation entièrement automatiques, le wagon portique de pose, les éléments déposés suivent un processus exactement inverse.

Dans une phase ultérieure, un engin spécial à grand rendement substitue les barres longues neuves posées en attente sur les têtes de traverse aux barres courtes provisoires.

c. Le nivellement s'opère systématiquement sur tous les chantiers au moyen des bourreuses mécaniques lourdes déjà citées.

V.4 OPERATIONS DE TAILLEES DE L'ENTRETIEN :

Les matériaux hors de service, ainsi que ceux ne plus faire un bon usage doivent être remplacé.

V-4.1. Les traverses:

a) Traverse en bois :

- *Des traverses cassées transversalement.*
- *Des traverses impropres à rester dans la voie principale.*
- *Des traverses échauffées dans lesquelles les tires fonds n'offrent plus une résistance Suffisant. Sauf si on peut faire disparaître ce défaut par le perçage de nouveaux trous, après déplacement longitudinal des traverses.*
- *Des traverses usées mécaniquement, dont l'épaisseur sous le rail n'offre plus assez de prise aux tires fonds.*
- *Des traverses d'ont la face pose d'est arrondie au point plus tenir le bourrage.*

b) Traverse en béton armé :

On remplace les traverses dont les tires fonds tournent fous, celles dont les tables de sabotages sont détruites et laissent apparaître des armatures et celles dont les brochets de béton sont fissurés ou très épaufrés ou ne sont plus adhérents à la poutrelle de liaison.

c) Traverse métalliques :

Le remplacement des traverses métalliques, par usure, s'impose rarement, cependant quelque traverse particulièrement exposées peuvent se fissurer au même être usées au droit des appuis leur remplacement est alors obligatoire.

V.4-2. Les éclisses:

Il faut remplacer les éclisses cassées ou fissuration des que ces défauts sont constatés. Toute fissure ou cassure d'éclisse est indice d'un mauvais bourrage. Il faut également remplacer les éclisses usées qui se trouvent à fond de course c'est-à-dire qui touchent l'âme du rail.

V.4-3. Les rails:

Il faut remplacer les rails dont le métal présente des défauts de nature à compromettre la sécurité, des que ces défauts sont constatés, on considérera comme hors de service et

remplacera aussitôt les rails cassés ou ayant des fissures verticales, les rails dont la surface de roulement présente des exploitations importantes de patinage.

V.4-4. Ballast :

Le ballast des voies se souille plus ou moins rapidement, selon sa nature, du fait :

- de la végétation.*
- des détritiques tombés des locomotives et des trains.*
- des déchets provenant du broyage des éléments quand le ballast est trop tendre.*
- du reflux des plates-formes argileuses.*

La révision annuelle comprend, au cours de la phase de remise en état des matériaux, L'épuration des zones de mauvais ballast.

V.5 Renouveau des voies en Algérie :

La « SNTF » possède le record du plus long réseau ferroviaire parmi les pays Maghrébins estimé à environ 4020 Km. Malgré cet avantage acquis, la SNTF n'a déclenché le renouvellement qu'aux cours des années soixante-dix (1970), destiné seulement à des rénovations ponctuelles de rails, de traverses et de ballast. La « SNTF » a connu de faible taux réalisation à raison de :

- L'absence d'entreprise spécialisée dans ce domaine*
- La mauvaise méthode d'exécution (qualités de dressage, bourrage insuffisantes, ect...)*
- Manque de moyens financiers.*

A partir de ces obstacles, la « SNTF » a jugé nécessaire sa décentralisation en créant des structures indépendantes du service entretien, ayant comme objectives rattraper les retards cumulés, conduisant après à la naissance des entreprises de réalisations ferroviaires exemple « INFRAFER ».

Ce n'est qu'en 1980, que les travaux de rénovation ont réellement commencé, par l'introduction d'engins lourds capables d'intervenir à n'importe quel moment, de telle manière à contribuer aux objectifs tracés (meilleure qualité de bourrage, dressage, et nivellement, est...) et surtout compensés l'effort humains.

VI. CONCLUSION :

L'objectif de cette étude d'entretien pour la voie ferrée est de savoir comment organiser la tâche d'entretien que ce soit un entretien mensuel, trimestriel ou annuel. C'est aussi donner des éclaircissements sur le rôle que joue l'état en matière de contrôle. Cette étude nous a permis aussi d'expliquer les techniques utilisées comme la technique de nivellement ou le désherbage chimique et en dernier lieu de définir une opération détaillées de l'entretien.

Assainissement

I. INTRODUCTION :

Le but principal de l'étude d'assainissement est de déterminer un système opérationnel d'évacuation des eaux pour assurer la stabilité de l'infrastructure et pour améliorer la portance de la plateforme. Ce système doit assurer le captage des eaux zénithales et les eaux des nappes phréatiques.

II. Conception générale :

Pour cela il suffit d'incliner transversalement la couche de forme et la couche de sous-ballast en forme de toit (-4%,4%) symétrique en double voie, dissymétriques en voie unique, puis de penter la surface latérale de la plateforme de 1/1,5 (Cela dépend du type de sol).

Ces deux pentes permettent la direction des eaux vers un fossé latéral ou elles y seront recueillies. Le fossé, lui-même est penté longitudinalement pour l'évacuation finale des eaux. Cette évacuation finale peut se faire au niveau des ouvrages hydrauliques, dans une vallée, ou encore dans une dépression de relief quelconque.

Les fossés sont nécessaires du côté en déblai pour empêcher la stagnation des eaux, mais non nécessaires en remblai.

N.B :*Les fossés en terre doivent porter l'eau à une vitesse limitée afin d'éviter l'érosion, sinon (Pour de grandes vitesse) les fossés seront revêtus (en béton).*

III. DEFINITIONS :

- Fossés :

Les fossés jouent un rôle important dans la protection de voie, et les talus pendant les pluies fortes, et c'est la meilleure solution pour le captage et l'évacuation des eaux pluviales.

La mesure minimale pour la longueur du fond aussi bien que pour la profondeur sous la plat-forme, ou le terrain latérale est de 0.40m, l'inclinaison du talus des fossés diffère selon le type du sol.

- Drainages profonds :

Les drainages profonds en forme d'installation souterraine sont construits par des tuyaux de filtres perforés sur la partie supérieure pour l'assainissement de la plat-forme au-dessous des voies,

- Bassin versant :

C'est la surface totale de la zone susceptible d'alimenter en eau pluviale, d'une façon naturelle, une canalisation en un point considéré.

Elle est définie par la topographie et délimitée soit par une crête soit artificiellement par une canalisation.

- Collecteur (canalisation) :

Conduite principale récoltant les eaux d'autres conduites, dites Collecteurs secondaires, recueillant directement les eaux superficielles ou souterraines.

Les collecteurs sont constitués par des tuyaux enterrés alignés, entre les regards avec un diamètre et une pente constante.

- **Cheminée (chambre de visite) :**

Ouvrage placé sur les canalisations pour contrôler, nettoyer et faciliter l'entretien des canalisations. Pour cette dernière raison, la distance entre deux chambres consécutives ne devrait pas dépasser 100 m.

- **Sacs :**

Ouvrages placés sur les canalisations pour permettre l'introduction des eaux superficielles, et sont fréquemment équipés d'un dépotoir, destiné à retenir des déchets solides qui peuvent être entraînés par les eaux superficielles.

- **Cueille de loup, grille d'introduction et gueulard :**

Ils permettent l'écoulement de l'eau superficielle dans les sacs.

- **Ovoïde :**

Lorsque les débits sont importants et entraînent de gros diamètre, la canalisation est remplacée par un ovoïde.

- **Les regards :**

Ils sont constitués d'un puits vertical, muni d'un tampon en fonte ou en béton armé, dont le rôle est d'assurer pour le réseau des fonctions de raccordement des conduites, de ventilation et d'entretien entre autres et aussi à résister aux charges roulantes et aux poussées des terres.

IV. DONNEES PLUVIOMETRIQUES :

La région d'Arzew est caractérisée par un climat frais avec parfois des averses très importantes .

D'après les observations effectuées à la station météorologiques on a :

- Pluie moyenne journalière **Pj = 85.6mm.**
- L'exposant climatique **b = 0.31.**
- Le coefficient de variation climatique **Cv = 0.64.**

IV.1. Dimensionnement des ouvrages de rétablissement des écoulements :

IV.1.1 Superficie des bassins versants :

a- Calcul des précipitations maximales journalières de fréquence donnée PJ(%) :

Le calcul de la précipitation Pj (%) est obtenu par la formule suivante :

$$PJ(\%) = \frac{PJ}{\sqrt{C_v^2 + 1}} \cdot e^{U\sqrt{\ln(C^2_v + 1)}}$$

La pluie de référence pour le dimensionnement des ouvrages correspond à une durée de pluie(t) en minute et une période de retour de 10 ans, 50 ans, 100 ans.

Soit le tableau suivant qui donne les valeurs du variable de GAUSS en fonction les fréquences:

TabXII.1 : Valeurs de la variable du GAUSS

Fréquences au dépassement(%)	50	20	10	5	2	1
Période de retours (années)	2	5	10	20	50	100
Variable de Gauss(U)	0	0.841	1.282	1.645	2.057	2.327

Remarque :

- Les buses seront dimensionnées pour une période de retour 10 ans.
- Les ponceaux (dalots) seront dimensionnés pour une période de retour 50 ans.
- Les ponts dimensionnés pour une période de retour 100 ans.

b-Dimensionnement des ouvrages de rétablissement des écoulements :

- **Estimation des débits de crue :**

Le calcul du débit maximum limite, de fréquence donnée, à l'intensité moyenne I de la pluie, et de durée "t" égale au temps de concentration est effectué par une formule donnant un débit de la méthode dite rationnelle et elle est donnée par :

$$Q_a = 0,2778 \times C \times I \times A$$

Tel que :

Q: Débit déterminant en m³/s

C : Coefficient de ruissellement

I : Intensité de l'averse de durée égale au temps de concentration en mm/h

0,2778 : Coefficient qui permet de convertir les mm/h en l/s

A: Superficie de la surface drainée (bassin versant)

- **Coefficient de ruissellement "C" :**

Le coefficient de ruissellement dépend de l'étendue relative des surfaces imperméabilisée par rapport à la surface drainée, Sa valeur est obtenue en tenant compte des trois paramètres suivants : la couverture végétale, la forme, la pente et la nature du terrain.

TabXII.2 : Coefficient de ruissellement

Type de sol	Coefficient	Valeurs prises
sol perméable	0.1 - 0.4	0.4
Talus sol perméable	0.1 - 0.3	0.3
Terrain naturel	0.05 - 0.2	0.2

- **Intensité de la pluie :**

La détermination de l'intensité de la pluie, comprend différentes étapes de calcul qui sont :

- **Hauteur de la pluie journalière maximale annuelle :**

$$(P_j, fr\%) = \left(\frac{P_{jmoy}}{\sqrt{C_v^2 + 1}} \right) e^{U \sqrt{\ln(C_v^2 + 1)}}$$

P_{jmoy} : Pluie journalière moyenne (mm).

C_v : Coefficient de variation.

U : Variable de gauss qui égal à 1,282 pour une période de retour de 10 ans.

- **Calcul de la fréquence d'averse :**

$$P(t) = P_j \cdot \left(\frac{T_C}{24} \right)^b$$

Avec :

P_j : Hauteur de la pluie journalière (mm).

P_t : Pluie journalière maximale annuelle.

b : Exposant de climatique.

T_C : Temps de concentration (heure).

- **Temps de concentration :**

La durée t de l'averse qui produit le débit maximum Q étant prise égale au temps concentration dépendant des caractéristiques du bassin drainé, le temps de concentration est estimé respectivement d'après Ventura, Passing, Giandothi, comme suit :

- Lorsque $A < 5 \text{ km}^2$: $T_C = 0.127 \sqrt{\frac{A}{P}}$

- Lorsque $5 \text{ km}^2 \leq A < 25 \text{ km}^2$: $T_C = 0.108 \frac{\sqrt[3]{A \cdot L}}{\sqrt{P}}$

- Lorsque $25 \text{ km}^2 \leq A < 200 \text{ km}^2$: $T_C = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{H}}$

Où :

T_C : Temps de concentration (heure).

A : Superficie du bassin versant (km^2).

L : Longueur de bassin versant (km).

P : Pente moyenne du bassin versant (m. p. m).

H : La différence entre la cote moyenne et la cote minimale (m).

- **Calcul de l'intensité moyenne (fréquence d'averse) :**

$$P(t) = 1.13 \times P_j \times \left(\frac{T_c}{24}\right)^b$$

$$P(t) = 1.13 \times P_j \times \left(\frac{T_c}{24}\right)^b$$

$$P(t) = \text{ mm/h}$$

- **Calcul de l'intensité horaire moyenne :**

$$I(t) = \frac{P(t)}{T_c}$$

Où :

i: Intensité de la pluie (**mm/h**).

tc : Temps de concentration (**heure**).

P (t) : Hauteur de la pluie de durée **tc** (**mm**).

- **Calcul des débits :**

On va calculer le débit avec la méthode rationnelle :

$$Q = 0,2778 \times C \times I \times A$$

- **Calcul de débit de saturation (Qs) :**

Le calcul du débit est déterminé par la formule de « MANNING STRIKLER »

$$Q_s = V \times S \text{ avec : } V = K_{st} \times J^{1/2} \times R^{2/3}$$

Où :

Kst : Coefficient de « MANNING STRIKLER »

}	30 enterre
	40 en buses métalliques
	50 maçonneries
	70 bétons (dalots)
	80 bétons (buses préfabriquées).

J : pente longitudinale de l'ouvrage.

RH : Rayon hydraulique.

St : Section totale de l'ouvrage.

Su : Section utile de l'ouvrage **b x Hu**.

Hu : hauteur utile.

c- dimensionnement du réseau de drainage des rampes :

En ce qui concerne l'assainissement des rampes des bordures hautes qui protègent les remblais des eaux de ruissellement sont prévus le long de ces rampes.

Les eaux de ruissellement sont acheminées à l'aide des descentes maçonnées à canettes.

Les canalisations se font à l'aide de semi buses en directions du fossé principal.
Le diamètre de la canalisation est fonction du débit maximum à évacuer, ce dernier est donné par la formule de « MANING-STRIKLER ».

$$Q_s = K_{st} R^{2/3} I^{1/2} S$$

Où:

Q_s : Débit maximum

K_{st} : Coefficient de rugosité de canalisation.

I : Pente de canalisation. (m/m).

S : Section transversale de l'écoulement.

R_H : Rayon hydraulique

$$\left. \begin{aligned} S_m &= \frac{\pi R^2}{2} \\ P_m &= \pi R \end{aligned} \right\} \Rightarrow R_H = \frac{S_m}{P_m}$$

V. APPLICATION DU PROJET :

V.1. Pour le passage souterrain :

- Calcul de précipitation :

D'après la formule de « GALTON » on a :

$$(P_j, fr\%) = \left(\frac{P_{jmoy}}{\sqrt{C_v^2 + 1}} \right) e^{u \sqrt{\ln(C_v^2 + 1)}}$$

- L'intensité de pluie :

- Pendant 10ans :

$$u = 1,28, C_v = 0,64, P_{jmoy} = 85,6mm$$

$$(P_j, 10\%) = \left(\frac{85,6}{\sqrt{0,64^2 + 1}} \right) e^{1,28 \sqrt{\ln(0,64^2 + 1)}} \Rightarrow (P_j, 10\%) = 152,62mm.$$

- Pendant 50ans :

$$u = 2,054, C_v = 0,64, P_{jmoy} = 85,6mm$$

$$(P_j, 2\%) = \left(\frac{85,6}{\sqrt{0,64^2 + 1}} \right) e^{2,054 \sqrt{\ln(0,64^2 + 1)}} \Rightarrow (P_j, 2\%) = 240,63mm.$$

- Pendant 100ans :

$$u = 2,327, \quad Cv = 0,64, \quad P_{j\text{moy}} = 85,6\text{mm}$$

$$(P_j, 1\%) = \left(\frac{85,6}{\sqrt{0,64^2 + 1}} \right) e^{2,327 \sqrt{\ln(0,64^2 + 1)}} \Rightarrow (P_j, 1\%) = 281,87\text{ mm.}$$

- **L'intensité de l'averse :**

$$I = \frac{P_j(10\%)}{24}$$

Pour $P_j(10) = 152,62\text{mm}$

$$I(10\%) = \frac{152,62}{24} \Rightarrow I(10\%) = 6,36\text{ mm/h}$$

Pour $P_j(02) = 240,63\text{ mm}$

$$I(02\%) = \frac{240,63}{24} \Rightarrow I(02\%) = 10,02\text{ mm/h}$$

Pour $P_j(01) = 281,87\text{ mm}$

$$I(1\%) = \frac{281,87}{24} \Rightarrow I(1\%) = 11,74\text{ mm/h}$$

V.2. Dimensionnement des buses :

Pour dimensionner les buses on prend $Q_a = Q_s$

$$Q_s = K_{st} \times R^{2/3} \times I^{1/2} \times S$$

$$Q_a = K \cdot C \cdot I_t \cdot A$$

$$I_t = I \cdot \left(\frac{t_c}{24} \right)^{b-1}$$

$$t_c = 0,127 \times \sqrt{\frac{A}{P}}$$

t_c : le temps de concentration pour les bassins versants inférieurs à 5km^2

- **Calcul de la surface du bassin versant :**

- Surface de la plate-forme : $A_p = 15,8 \times 400 \times 10^{-4} = 0,632\text{ha.}$

- Surface de la berme : $A_b = 0,5 \times 400 \times 10^{-4} = 0,02\text{ha.}$

- Surface du talus : $A_t = 15 \times 400 \times 10^{-4} = 0,6\text{ha.}$

- **Calcul des débits d'apport (Q_a) :**

• **Pour la plate-forme :**

$$C = 0,2 \quad , P = 4\% \quad , I(10\%) = 6.36 \text{ mm/h} \quad , b = 0,30 \quad , A = 0,632 \text{ ha}$$

$$t_c = 0,127 \times \sqrt{\frac{A}{P}} = 0,127 \times \sqrt{\frac{0,632}{4}} \Rightarrow t_c = 0,051 \text{ h}$$

$$I_t = I \cdot \left(\frac{t_c}{24}\right)^{b-1} = 6,36 \times \left(\frac{0,051}{24}\right)^{0,31-1} \Rightarrow I_t = 444,21 \text{ mm/h}$$

$$Q_a = K \cdot C \cdot I_t \cdot A = 0,278 \times 0,2 \times 444,21 \times 0,632 \Rightarrow Q_a = 15,61 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

• **Pour la berme :**

$$C = 0,35 \quad , P = 4\% \quad , I(10\%) = 6,36 \text{ mm/h} \quad , b = 0,31 \quad , A = 0,02 \text{ ha}$$

$$t_c = 0,127 \times \sqrt{\frac{A}{P}} = 0,127 \times \sqrt{\frac{0,02}{4}} \Rightarrow t_c = 0,841 \text{ h}$$

$$I_t = I \cdot \left(\frac{t_c}{24}\right)^{b-1} = 6,36 \times \left(\frac{0,841}{24}\right)^{0,31-1} \Rightarrow I_t = 64,22 \text{ mm/h}$$

$$Q_a = K \cdot C \cdot I_t \cdot A = 0,278 \times 0,35 \times 64,22 \times 0,02 \Rightarrow Q_a = 5,25 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

• **Pour le talus :**

$$C = 0,2 \quad , P = 66,67\% \quad , I(10\%) = 6,36 \text{ mm/h} \quad , b = 0,31 \quad , A = 0,6 \text{ ha}$$

$$t_c = 0,127 \times \sqrt{\frac{A}{P}} = 0,127 \times \sqrt{\frac{0,6}{66,67}} \Rightarrow t_c = 0,012 \text{ h}$$

$$I_t = I \cdot \left(\frac{t_c}{24}\right)^{b-1} = 6,36 \times \left(\frac{0,012}{24}\right)^{0,31-1} \Rightarrow I_t = 1205,5 \text{ mm/h}$$

$$Q_a = K \cdot C \cdot I_t \cdot A = 0,278 \times 0,2 \times 1205,5 \times 0,6 \Rightarrow Q_a = 40,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\Rightarrow Q_a = Q_a + Q_a + Q_a = (15,61 + 5,25 + 40,2) \cdot 10^{-3} \Rightarrow Q_a = 61,01 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

- **Calcul de débit de saturation (Q_s) :**

$$Q_s = K_{st} \times R^{2/3} \times I^{1/2} \times S$$

On à:

$$S_m = \frac{1}{2} \times \pi \times R^{2/3} \text{ (pour une hauteur de remplissage égale à } 0,5\phi)$$

$$R_H = \frac{R}{2}$$

$$K_{st} = 80 \text{ (pour les buses)}$$

I : la pente de pose qui vérifie la condition de limitation de la vitesse maximale d'écoulement à 4 m/s ; pour notre cas $I = 2,25 \%$ (donné)

$$Q_s = Q_a = 80 \times R^{2/3} \times \frac{\pi}{2} \times R^2 \times (0.025)^2 = 0.1205 \text{ m}^3/\text{s} \quad \Rightarrow R^{8/3} = 1.5$$

Donc : $R=1500\text{mm} \Rightarrow d=3000 \text{ mm}$.

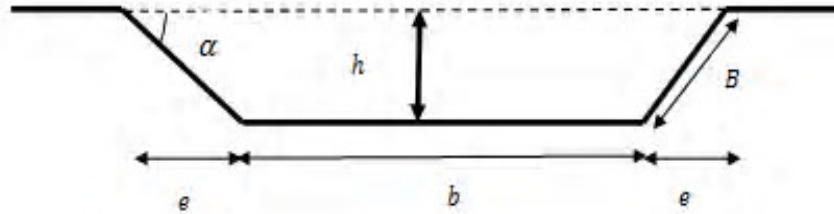
En prend deux buses de diamètre : $D=1500\text{mm}$

Donc :

$$2 \phi = 1500\text{mm}$$

V.3. Dimensionnement des fossés :

Les fossés sont placés à l'extérieur de la plate-forme, dans les sections en déblais, ils recueillent et écoulent les eaux de ruissellement.



FigXII.1 : Fossé

La pente du talus à ($p=1/n = 1/1.5$) d'où la possibilité de calcul le rayon hydraulique en fonction de la hauteur h .

Kst : 50(fossé en béton crossier) Pente de fossé $I = 0.3\%$

N.B :

Les fossés en terre doivent porter l'eau à une vitesse limitée appelée vitesse limite d'entraînement, qui est de $1,15\text{m/s}$ afin d'éviter l'érosion.

Si les fossés doivent porter l'eau à une vitesse plus grande que la vitesse limite d'écoulement, ils doivent être revêtus.

- **Calcul de la surface mouillée :**

$$S_m = bh + 2 \frac{eh}{2}$$

$$\text{tang } \alpha = \frac{h}{e} = \frac{1}{n} \text{ d'oue} = n.h$$

$$S_m = b \cdot h + n \cdot h^2 = h \cdot (b + h)$$

$$S_m = h \cdot (b + h)$$

- **Calcul du périmètre mouillé :**

$$P_m = b + 2 \cdot c$$

D'après PYTAGORE :

$$\tan \alpha = \frac{h}{e} = \frac{1}{n} \quad \text{d'où } e = n \cdot h$$

$$c = \sqrt{h^2 + e^2} = \sqrt{h^2 + n^2 h^2} = h \cdot \sqrt{1 + n^2}$$

$$\text{donc: } P_m = b + 2 \cdot h \cdot \sqrt{1 + n^2}$$

$$R = \frac{S_m}{P_m} = \frac{(n \cdot h + b) \cdot h}{b + 2 \cdot h \cdot \sqrt{1 + n^2}}$$

à la saturation:

$$Q_{amax} = Q_s = K \cdot \sqrt{I} \cdot S_m \cdot R^{2/3}$$

$$Q_a = Q_s = (K_{st} \cdot \sqrt{I}) \cdot h(b + n \cdot h) \cdot \left[\frac{h \cdot (b + n \cdot h)}{b + 2h\sqrt{1 + n^2}} \right]^{2/3}$$

On prend $b = 0.50 \text{ m}$, donc :

$$0.06101 = 50(0.003)^{1/2} \cdot h \cdot (0.50 + 1.5 \cdot h) \left[\frac{h \cdot (0.50 + 1.5 \cdot h)}{0.50 + 2h\sqrt{1 + 1.5^2}} \right]^{2/3} \text{ m}^3/\text{s}$$

On calcule la hauteur par itération, on trouve : $h = 0.29 \text{ m} \approx 30 \text{ cm}$.

Remarque :

Pour des raisons de sécurité afin de recueillir les eaux de ruissellement on prend que les fossés à des dimensions **$b=50 \text{ cm}$** et **$h=50 \text{ cm}$** .

V.4. Dimensionnement des dalots :

Les dalots sont constitués par deux murettes verticales au pied droit sur lesquelles repose une dalle ou une série de dalles accolées (on utilise généralement des dalles de 1m de large), les pieds droits sont posés sur une fondation ou radier. Dans notre projet, les dalots sont en béton.

On fixe la hauteur d'après la configuration du profil en long et on calcule la travée nécessaire et on fixe aussi la hauteur de remplissage à $\rho = 0.8h$.

$$S_m = 0.8hxL$$

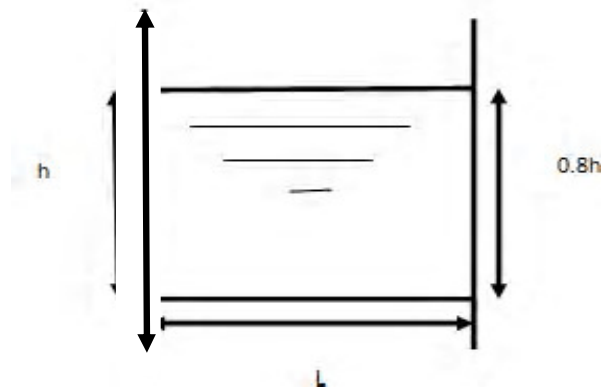
$$Pm = 1.6h + L$$

$$Rh = Sm / Pm = \frac{0.80h \times L}{1.6h + L}$$

$$Qa = Qs = K_{st} \times R^{2/3} \times I^{1/2} \times S$$

Avec:

$$K_{st} = 70 \text{ bétons (dalots)}, \quad I = 0.02 \text{ m/m}$$



FigXII.2 : Dalot

Assainissement -drainage de la gare

I .METHODE DE CALCUL :

Estimation du débit des eaux pluviales :

Comme précédemment, on limite les sous bassins versants tel que chaque tronçon évacuera un certain pourcentage estimé et que ce débit sera réparti uniformément dans des regards.

Le débit des eaux pluviales est donné par l' expression suivante :

$$Q = K.C.I.A$$

Délimitation des sous bassin versant :

La délimitation des sous bassins de la zone d'étude est établie à partir du plan de délimitatides sous bassins versants.

TabXII.3 : coefficient moyen de ruissellement

Type de bassin	Coefficient moyen de ruissellement « C »
-Toits	0,90 à 0,95
- Pavé	0,75à 0,85
- Dalle	0,40 à 0,50
- Gravier	0,15 à 0,30
- Parc, gazon	0,05 à 0,25

Coefficients de ruissellement

✓ **Dimensionnement des ouvrages type de drain :**

Pour le dimensionnement des drains, on utilise la formule de Manning-Strick :

$$Q = K_{st} \times R^{2/3} \times I^{1/2} \times S$$

Donnés :

✓ Coefficient de rugosité Strickler $K_{st} = 100$. (correspondant à des tuyaux en plastique);

- $Q=0.013m/s$.
- $I=0.003$ pour une vitesse d'écoulement $v=4m/s$.

On applique de formule de Manning-Strick : $\text{Ø} = 200 \text{ mm}$

CONCLUSION :

L'objectif de cette étude d'assainissement est de rappeler quelques notions et définitions utiles valables pour notre projet, On récapitule dans le tableau suivant les différents ouvrages d'assainissement à mètre

Tab.XII.4 : Les ouvrages hydrauliques

<i>Point kilométrique</i>	<i>Caractéristiques des ouvrages</i>
<i>01+631</i>	<i>Pont rail viaduc</i>
<i>02+340</i>	<i>Dalot 1.50</i>
<i>03+200</i>	<i>Gare</i>

LA GARE

I. DEFINITION :

Une gare est d'ordinaire un lieu d'arrêt des trains. Une gare comprend diverses installations qui ont une double fonction.

- *Permettre la montée ou la descente des voyageurs.*
- *Pour certaines d'entre elles, assurer des fonctions de sécurité dans la circulation des trains.*

Dans une remontée mécanique, les gares sont les installations d'extrémités deligne (bâtiment comportant l'ancrage des câbles, les quais d'embarquement, lamotorisation, etc.). On peut y trouver :

- *Bâtiment de voyageurs.*
- *Quais d'embarquement et de débarquement.*
- *Hangar destiné à recevoir et stocker les marchandises.*
- *Hangar de maintenance des voies.*
- *Atelier d'entretien des véhicules.*
- *Chantier de permutation.*
- *Réseau de voie.*
- *Autres éléments (passerelles, signalisation, sécurité, etc.)*

II.ÉQUIPEMENTS DE LA GARE A VOYAGEURS :

II.1. Quais :

Dans les gares à voyageurs, les quais servent à l'embarquement ou au débarquement des voyageurs. Les quais peuvent être bas ou hauts.

Le long des quais surélevés, lesquels se rencontrent le plus souvent sur les lignes électrifiées, des marches d'accès sont établies tous les 25 mètres afin de permettre au personnel se trouvant dans les voies de s'échapper sans difficulté à l'arrivée des trains.

Les quais doivent présenter une surface bien régulière et unie, non glissante et légèrement bombée ; ils sont souvent recouverts d'un revêtement dur (dalles en béton,asphalte, ...), ou d'une couche de cendrées tamisées.

II.2. Auvents et abris :

Dans le but de protéger les voyageurs des intempéries, on prévoit des auvents dans les gares importantes et des abris dans les gares intermédiaires.

II.3. Traversées et couloirs sous voies :

II.3.1. Les traversées de voies :

Entre deux quais où un revêtement en dur, de façon à permettre la traversée des voyageurs et éventuellement des véhicules de service.

II.3.2. Les couloirs sous voies (passages sous terrain) :

Sont construits dans les gares importantes (plusieurs quais) et dans les gares situées sur les lignes électrifiées ou donc le cas d'un remblai.

II.4. Bâtiment à voyageurs :

Dans les bâtiments de gares, Il s'agit d'un bâtiment à trois niveaux. Selon le programme des locaux qui a été proposé, une bonne solution pour la conception sera une

architecture adéquate qui répond à la programmation et au fonctionnement de l'équipement. Le terrain ne pose aucune contrainte pour l'implantation d'un bâtiment à R+2. Le bâtiment est constitué de deux blocs ; le premier est conçu d'un seul niveau en double hauteur qui abrite la salle des pas perdus qui représente l'espace le plus important dans la conception pour cela ; une exception est pointée par une entrée principale importante et par un traitement de façade différent. Comme aussi ce bloc couvre les espaces destinés aux services des voyageurs qui sont : guichets, consigne bagages, sanitaires ... etc.

Un deuxième bloc fait partie de cette conception qui se développe en trois niveaux (RDC, R+1, R+2). Les niveaux de rez-de-chaussée et l'étage contiennent des espaces public tel que : Cafeteria, boutiques....

Le dernier niveau est réservé aux services de régulation et sécurité (signalisation et Télécom) et aux bureaux des agents du chemin de fer. Afin de faciliter la tâche de contrôle les locaux de services ont une relation directe avec les quais de la gare d'Arzew.

III. LES INSTALLATIONS DE GARE :

III.1. Les heurtoirs :

Les heurtoirs matérialisent la fin d'une voie de garage ou de sécurité .Ils sont placées aux extrémités des voies en cul-de-sac pour éviter que les véhicules en mouvement n'en franchissent les extrémités. En règle générale, les heurtoirs doivent être précédés à 10 m de distance, par des patins de freinage, qui après chaque déplacement doivent être remis en place. Il existe deux principaux types de heurtoirs :

- les heurtoirs fixes.
- les heurtoirs patinant, petit et grand modèle.

III.2. Garage franc :

Le garage franc marque la limite de la partie de voie à occuper par les wagons garés. Sur la position du garage franc théorique l'entraxe entre les deux voies est de 3,57 m. En raison de la sécurité, le garage franc sera installé à 1,0 m de distance du garage franc théorique.

Ce dispositif est constitué d'une traverse en bois peinte en blanc.

IV. DESCRIPTION DES GARES :

IV.1 La gare actuelle d'Arzew :

Elle est caractérisée par :

- Fonction : Arrêt des trains régionaux et des navettes.
- Installations projetées : quatre voies. Un quai latéral et un quai central.
- Site : Les installations sont situées sur l'emplacement de la gare actuelle.
- Contraintes : vers le sud la gare est limitée par un courbe de rayon $R = 300$ m et la rampe existante avec 20 %.

La future gare d'ARZEW sera implantée dans la zone industrielle au centre de la ville. Elle sera implantée entre le PK 3+090 et le PK 3+390.

Le site retenu pour le projet se situe au centre de la ville d'ARZEW

La nouvelle gare d'ARZEW doit comprendre dans son réseau des voies :

- Deux voies principales V1, V2.
- Deux voies secondaires V4, V6.
- Un bâtiment à voyageurs.

V. DIMENSIONNEMENT DES ELEMENTS DE LA GARE :

Leurs dimensions sont fonction de l'importance du trafic des voyageurs et le type de la gare.

- **La longueur des quais :**
- grandes lignes 450 m.
- Service régional 350 m (Normes SNTF).
- Banlieue 225 m.

On prend 225 m comme longueur des quais (pour la gare ARZEW)

- **Largeur des quais :**

La largeur minimum des quais se détermine d'après le critère d'une occupation maximale des quais pendant les heures de pointes et d'après la longueur et la surface nécessaire pour les installations fixes qui leur sont destinés.

Cependant, la SNTF recommande pour une telle gare :

Quai intermédiaire $B > 8$ m.

Quai extérieur $B \geq 6$ m.

On prend $B = 6$ m pour les quais.

- **Hauteur des quais :**
- Quai bas $h = 35$ cm.
- Quai mi-haut $h = 55$ cm (Normes SNTF).
- Quai haut $76 \leq h \leq 100$ cm.

On prend $h = 72$ cm.

- **Entre -axe des quais :**
- e normal > 11.3
- e minimal > 9.3 (Normes SNTF)

On prend $e = 14,3$ m pour la gare de ARZEW

- **Les abris de quais :**
- **1- Largeur :**

02 abris de largeur de chaque un est de 3m

- **2- Longueur :**

La Longueur de chaque abri est de 12 m

- **3- entre axes :**

On prend un entraxe de 60 m entre 02 abris

- **4- Hauteur libre : $H = 3.10$ m**

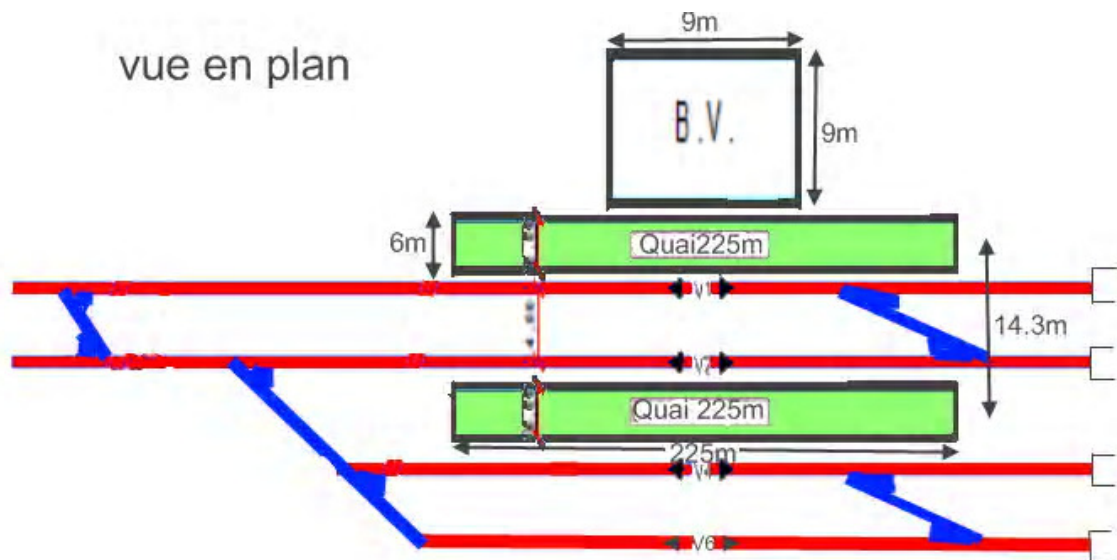


Fig.XIII.1. Dimensionnement des quais

- Passerelle souterraine :

Généralement la passerelle souterraine sera préférable, car il est plus «avenant» au public de descendre en premier lieu de côté de sécurité des voyageurs car les trains utilisées sont en automotrices électriques, ce qui signifie que les passages aériens sont évitables.

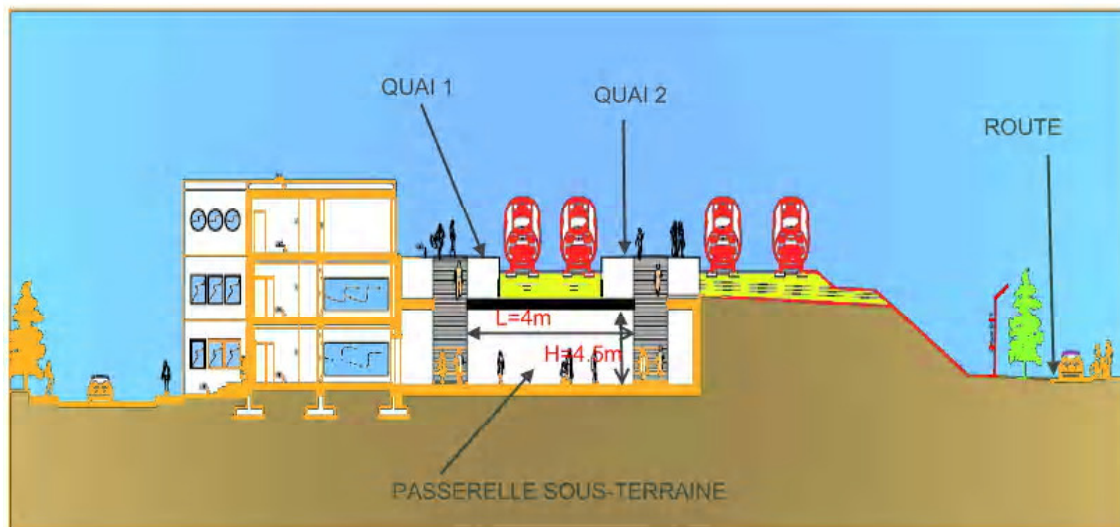


Fig.XIII.2. Dimensions de la passerelle sous-terrine

VI.ASSAINISSEMENT DES GARES :

VI.1. Assainissement longitudinal :

Grace aux drains de longueur 50m disposées longitudinalement avec des pentes de 3 % il sera possible de recueillir les eaux de ruissellement qui s'infiltrent dans le ballaste et la plate-forme dans une gare et les évacuer vers le réseau d'assainissement via les regards de visite.

VI. 2. Assainissement transversal :

Pour faciliter le ruissellement des eaux pluviales dans les gares les quais doivent avoir une pente de 4% en toit ou en V selon le cas, de telle sorte à évacuer ces eaux vers les voies ensuite ces eaux sont dirigées grâce aux pentes transversales des plates-formes.

VI.3. Calcul altimétrique des ouvrages d'assainissement :

1^{er} Cas: plate forme en V :

$$Z_{\text{drain}} = Z_{\text{FSR}} - 1.601$$

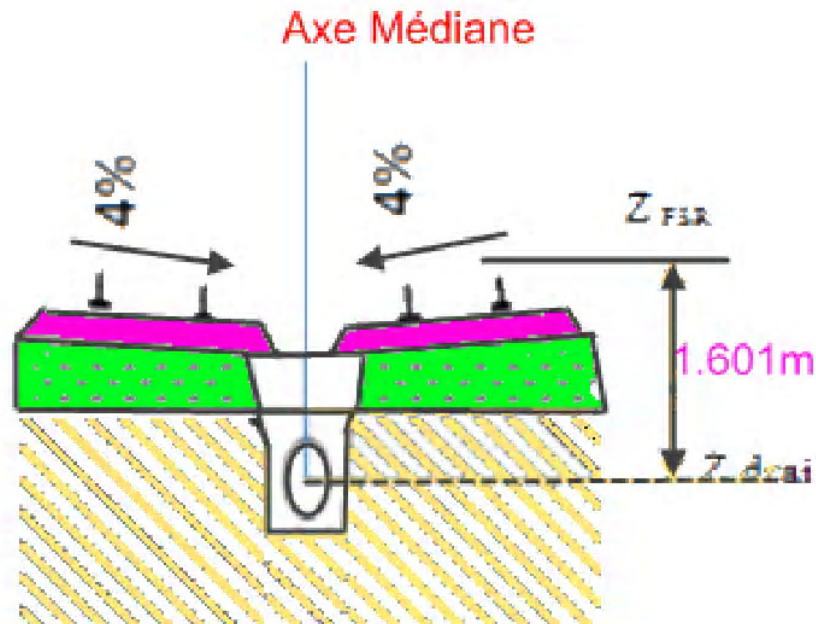


Fig.XIII.3. Système drain en V

2^{émé} Cas : plate forme en toit :

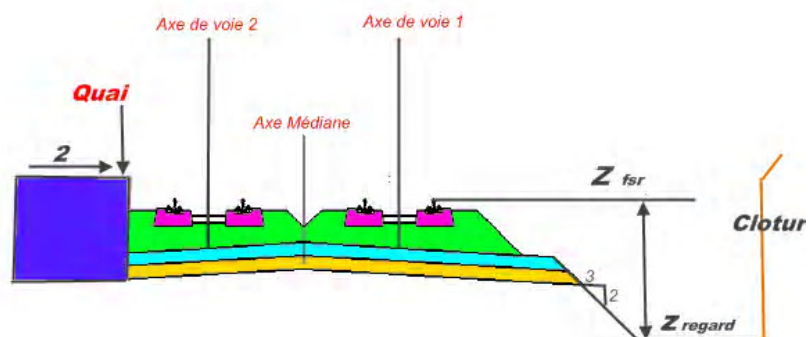


Fig.XIII.4. Plate-forme en toit

VII. CONCLUSION :

Cette étude a pour but de citer les différents types de gare. On a donné une présentation générale sur l'installation, description et dimensionnement de la gare.

Maintenance du ballast

I- INTRODUCTION :

Les expériences et les observations montrent que le ballast ne se détériore pas d'une manière sensible sous les effets d'un seul processus, d'une cause unique, même si elle est prépondérante.

Généralement, c'est une combinaison de plusieurs facteurs ayant pour origine :

- *L'usure mécanique.*
- *La pollution.*
- *L'altération physico-chimique.*
- *L'eau.*

Qui provoque la détérioration du ballast.

Afin d'y remède et d'éviter cette détérioration, il y a lieu de prendre des mesures que nous citerons dans ce qui suivra.

II-DETERIORATION DU BALLAST PAR USURES MECANQUES :

Le ballast sous l'action des contraintes auxquelles il est soumis se détériore.

Ces détériorations se trouvent aggravées par :

- *Véhicules eux- même.*
- *Voie.*

Dans ce même contexte d'usures mécanique nous citerons des usures dues.

- *Aux techniques d'entretien.*
- *Aux défauts de nivellement et de bourrage.*
- *A la structure de la plateforme.*
- *Aux produits transportés ou déversés sur la voie.*
- *Aux défauts de matériels de voie.*
- *Aux modifications des conditions d'exploitation.*

Dans le but de réduire les usures mécaniques, il est nécessaire de prendre en considération les consignes suivantes :

1. *Eviter les défauts de nivellement dans le profil de la voie, et faire de telle sorte qu'il n'y ait pas apparition non uniforme de :*
 - *points durs le long du tracé (trop bourrés, rigides).*
 - *point faible (zones insuffisamment bourrés, d'altération).*
2. *Eviter l'introduction du matériel d'entretien inadéquat à savoir, bourreuse lourdes conçue pour un concassé de roches très résistant ($DRG \geq 16$) pour éviter l'effritement du ballast de qualité moyenne à médiocre généralement utilisé sur nos voies.*

3. Eviter les défauts de maintien de la voie, car ceci provoquent l'augmentation des chocs et des vibrations transmises au ballast.
4. Eviter la mise en circulation de matériel lourd (car au départ la voie est conçue pour un dimensionnement précis), et plus rapide.
5. Eviter au maximum l'effet d'enclume (c'est-à-dire le contact du ballast avec une plate-forme rocheuse dure).
6. Assure une étanchéité pour les wagons transportant du sable quartzeux ou bien l'utiliser rationnellement. Dans le cas où il est utilisé par les machines, éviter lepratique, car ce sable par friction peut accélérer la désagrégation.

III- DETERIORATION DES CARACTERISTIQUES DU BALLAST PAR POLLUTION :

La pollution a pour effet de rigidifier la couche de ballast, de diminuer sa perméabilité et de l'empêcher donc de jouer les rôles qui lui sont assignés.

Les causes de pollution du ballast sont multiples ; on distingue principalement les pollutions par :

- Les fines.
- Le sable.
- Les produits transportés.
- La végétation.
- Les zones industrielles.

1. les fines

Ce type de pollution est très répandu sur notre réseau et a des origines diverses.

Cette pollution peut être produite par l'arctation du ballast soit par la plate-forme elle-même.

Pour cela nous proposerons d'éviter aussi les plates-formes argileuses car cela fini presque toujours si le dimensionnement des couches d'assises n'a pas été sérieusement penser par contaminer la couche de ballast.

2. Le sable

Dans la zone désertique, du fait de sa consistance et sous l'action du vent et du déplacement des dunes, le sable s'introduit facilement dans les cavités du lit de ballast donnant deux cas distincts :

- Remplissage partiel du lit de ballast par le sable.
- Lit de ballast complètement remblayé par le sable.

Du fait du remplissage partiel du lit de ballast par le sable, il s'ensuit une chute de module du ballast (de la portance de la couche de ballast) due de toute évidence au fait qu'en zones de contact des grains de ballast, le sable intervient comme un moyen de glissement.

Pour cela l'intervention humaine, chaque fois que le vent souffle en induisant des déplacements de dunes, est nécessaire pour le nettoyage en plus des écrans protecteurs soit des arbres naturels ou artificiels, mur de soutènement... doivent être édifiés.

3. les produits transportés :

Les wagons spécialisés dans le transport des produits en vrac doivent obligatoirement être toujours étanches, afin que de la matière transportée ne s'échappe et ne pollue pas le ballast, entre autres.

a) Le phosphate :

Il cause de grands dommages à la voie en diminuant la perméabilité de la couche de ballast.

b) les huiles et produits chimiques :

Les huiles : dans les zones des dépôts essentiellement, elles accélèrent l'altération et lubrifient de ballast, provoquant des terrassements.

Les produits chimiques : tel le soufre, peuvent en présence d'eau attaquer le ballast calcaire.

4. La végétation :

Utilisation des désherbants.

IV- ROLES ET ACTION DE L'EAU SUR LE BALLAST :

L'eau agit sur le ballast et la plateforme (voie) de manières :

- Diminution de la portance.
- Altération par hydratation et dissolution.
- Pollution par des fines et des agents agressifs.

Les effets de ces phénomènes sont d'autant plus importants que la roche à ballast est poreuse, perméable et que les stagnations d'eau sont plus prolongées.

Il est par conséquent indispensable et dimensionner convenablement les ouvrages de drainages et assainissement de plate-forme.

V. CONCLUSION :

Le ballast joue un rôle essentiel, il permet amortir les vibrations dues au passage des trains et aussi le drainage des eaux pluviales. Sachant bien que ce dernier se détériore par usure mécanique ou par la pollution, une bonne étude qui regroupe tous les points est très importante pour la réussite du projet.

*Les ouvrages d'art***I. INTRODUCTION :**

Pour concevoir un meilleur tracé qui répond aux exigences techniques et économiques tout en assurant la perméabilité transversale de la ligne ferroviaire projetée et le franchissement des différentes infrastructures existantes et aussi les cours d'eau, on conçoit des ouvrages d'art le long du trace.

II. INFLUENCE SUR LE CHOIX DU TYPE D'OUVRAGE D'ART :

Dans tous les cas le choix du type d'ouvrage dépend des contraintes imposées, ces conditions sont de deux sortes :

- Ponts Rail.
- Ponts routiers.
- Passages inférieures (Ponts cadre).
- Les ouvrages hydrauliques (buses, Dalots).

Données naturelles :

- *Écoulement des eaux nature du sol, etc.*

Exigences techniques :

Les contraintes dimensionnelles et fonctionnelles sont :

- *La voie portée, ou l'obstacle franchi.*
- *Programme de charges.*
- *Gabarit.*
- *Tirait d'eau.*
- *Adaptation architecturale à la région.*
- *Surjection à respecter pendant la construction.*

III .DEFINITION ET CATEGORIES DES PONTS :

D'une façon générale, un pont est un ouvrage en élévation, construit in situ, permettant à une voie de circulation (dite voie portée) de franchir un obstacle naturel ou artificiel : rivière, vallée, route, voie ferrée, canal, etc.

La voie portée peut être :

- *une voie routière (pont-route).*
- *piétonne (passerelle).*
- *ferroviaire (pont-rail).*

Tableau XIV.1 ouvrage d'art pour notre projet

<i>N°d'ouvrage</i>	<i>Les ouvrages</i>	<i>La portée(m)</i>	<i>Points kilométriques</i>
1	<i>Pont route</i>	<i>100</i>	<i>00+160</i>
2	<i>viaduc</i>	<i>335</i>	<i>01+631</i>
3	<i>dalot</i>	<i>8</i>	<i>02+340</i>
4	<i>Passages inférieures</i>	<i>4.7</i>	<i>03+300</i>

IV .CONCLUSION :

Pour ce chapitre, notre but était juste de porter à votre connaissance la localisation et le type d'ouvrage rencontré sur notre itinéraire.

Sécurité ferroviaire

I. INTRODUCTION :

Le règlement de sécurité de l'exploitation du réseau ferré national définit les dispositions générales en vue d'assurer la sécurité des usagers, des personnels, des tiers et la protection de l'environnement lors de l'exploitation des lignes du réseau ferré national. Ces dispositions générales sont traduites par des procédures de sécurité applicables, par les agents habilités à l'exercice des fonctions de sécurité, lors de l'exploitation du système ferroviaire.

L'exploitation comprend les tâches relatives à la préparation, à la mise en marche et à la circulation des trains, les tâches de gestion de la circulation des trains, ainsi que les tâches de maintenance des infrastructures du réseau ferré national.

Au sens du présent règlement, les éléments constitutifs du système ferroviaire sont :

- les installations techniques et les installations de sécurité de l'infrastructure.
- les matériels roulants.
- les procédures.
- les agents qui les mettent en œuvre.
- l'environnement.

Les risques sur les trains :

- la rencontre de deux trains circulant en sens inverse sur la même voie.
- le rattrapage d'un train par un autre train circulant sur la même voie.
- la rencontre de deux trains circulant sur deux voies convergentes.
- le déraillement d'un train.
- la collision d'un train contre un obstacle.
- les événements susceptibles d'être aggravés du fait du milieu ferroviaire.

La maintenance du matériel roulant :

Un matériel roulant ne peut être exploité que si les constituants et équipements liés à la sécurité, qui le constituent ou y sont installés, respectent les schémas de maintenance et les règles de maintenance.

Un constituant ou un équipement est lié à la sécurité lorsque sa défaillance l'entraîne dans un mode de fonctionnement pouvant accentuer les risques mentionnés. Les tâches de maintenance critiques pour la sécurité, effectuées sur ces éléments, doivent être réalisées par un agent habilité à la fonction de mainteneur du matériel roulant ou sous la direction d'un agent habilité à cette fonction si l'opération est réalisée par un autre agent.

La préparation et la composition des trains :

Un train est constitué soit par un ou des engins moteurs remorquant ou non des véhicules, soit par des rames indéformables.

Il doit porter en toutes circonstances une signalisation permettant de repérer ses extrémités, son sens de marche et son intégrité.

Préalablement à sa mise en circulation, un train doit être préparé. Les opérations de manoeuvre éventuellement nécessaires à cette préparation sont effectuées sous la responsabilité d'un chef de la manoeuvre. Les conditions de réalisation des opérations de manoeuvre sont décrites dans un texte établi par l'exploitant en accord avec les principes fixés par le gestionnaire de l'infrastructure.

Pour pouvoir circuler, un train doit respecter l'ensemble des caractéristiques de composition, de vitesse, de freinage, d'accompagnement, d'équipement en systèmes de communication et de sécurité compatibles avec les installations techniques et de sécurité des lignes empruntées, selon les règles établies par le gestionnaire d'infrastructure.

La circulation d'un train est subordonnée à la vérification :

- de sa composition ;
- du fonctionnement effectif des équipements de sécurité et de communication ;
- de la conformité des chargements et de leur bon arrimage ;
- de l'état des matériels roulants et de leur conformité aux services effectués et aux lignes empruntées ;
- du fonctionnement effectif des dispositifs de freinage ;
- du fonctionnement correct des équipements connexes lorsqu'ils sont exigés.

Ces dispositions s'appliquent sans préjudice des autres réglementations particulières.

Les personnels chargés de ces vérifications doivent être habilités à exercer les fonctions de sécurité en rapport avec les tâches à effectuer, notamment celles d'agent formation, de reconnaissance.

L'exploitant définit les conditions dans lesquelles un train ne remplissant pas l'une au moins des conditions de circulation exigées peut être mis en circulation après l'accord des personnels du gestionnaire d'infrastructure chargés de la gestion des circulations.

Le conducteur doit être avisé de la composition du train, des conditions de freinage ainsi que des particularités de circulation qui y sont liées.

En stationnement, tout véhicule doit être immobilisé afin d'éviter une mise en mouvement intempestive.

L'accompagnement des trains :

Hormis la présence de personnel prévu pour des besoins commerciaux ou techniques, notamment l'agent habilité aux fonctions d'agent de desserte, la présence d'un agent habilité à la fonction d'agent d'accompagnement est également nécessaire pour assister le conducteur:

- en cas d'absence ou de non-fonctionnement des automatismes embarqués permettant l'arrêt des circulations en cas de défaillance du conducteur.
- en cas d'absence ou de non-fonctionnement des systèmes de communication entre les agents au sol et le conducteur.

Les conditions de mise en place de cette mesure, en cas de dysfonctionnement en cours de route des automatismes embarqués ou des systèmes de communication, sont définies par le gestionnaire de l'infrastructure.

Le gestionnaire de l'infrastructure peut prescrire des règles particulières d'accompagnement sur certaines parties du réseau.

La gestion des circulations :

La gestion des circulations comprend l'ensemble des opérations permettant d'en organiser le mouvement en assurant leur sécurité.

Le mouvement des trains est organisé selon un programme de circulation déterminant à l'avance l'identification des trains, les horaires à respecter et les voies sur lesquelles ils doivent circuler.

Préalablement à la mise en circulation d'un train, les personnels concernés doivent être en possession des ordres ou informations nécessaires aux conditions de cette circulation.

L'organisation de la gestion des circulations :

La gestion des circulations est organisée par zones géographiques placées sous la responsabilité du personnel habilité aux fonctions de sécurité relatives à la gestion des circulations, notamment celles d'agent circulation et de régulateur. Cette organisation doit être portée à la connaissance des personnels concernés par des documents du gestionnaire de l'infrastructure et connue de tous ces personnels.

La gestion des circulations est assurée :

- *au moyen d'installations et/ou de procédures conçues notamment pour prémunir les trains des risques énumérés aux points.*
- *en vue du respect de l'horaire prévu par le programme de circulation.*

Les personnels concernés disposent.

- *de la documentation qui leur est nécessaire en vue du respect des règles et procédures pour l'utilisation des installations en modes normal et dégradé.*
- *des informations utiles relatives à l'ordre de succession des trains, à l'horaire et aux voies de circulation des trains.*

L'organisation de la circulation :

- *une configuration de type « orienté » : la ou les voies de circulation déterminé. La gestion des circulations est assurée par des installations et/ou des procédures prévues pour l'utilisation de ce seul sens et décrites dans un document à l'usage des personnels concernés.*
- *une configuration de type « non orienté » : la ou les voies peuvent être affectées indifféremment à un des deux sens de circulation. Lorsqu'un sens est affecté à une voie, le sens inverse est interdit. Le changement de sens ne peut se faire que si la voie est libre. La gestion des circulations est assurée par des installations et/ou des procédures prévues pour les deux sens et décrites dans un document à l'usage des personnels concernés.*

Utilisation des voies affectées à la circulation :

Pour chaque ligne ou section de ligne, des documents portés à la connaissance de tous les agents concernés précisent les conditions de circulation sur la ou les voies qui la constituent.

L'espace des trains :

l'espace entre deux trains successifs de même sens doit satisfaire aux principes suivants :

- *un intervalle minimal doit être dégagé entre les deux trains afin d'assurer la protection du premier train vis-à-vis d'un rattrapage par le deuxième.*
- *les ordres permettant au deuxième train de respecter cet intervalle minimal sont donnés par*

l'intermédiaire du système de signalisation et/ou une procédure.

- l'espacement est réalisé grâce à la connaissance de la position du train à protéger.

Lorsque les conditions de mise en œuvre des principes cités ci-dessus font intervenir un agent autre qu'un conducteur, cet agent doit être habilité à la fonction de garde.

Dans tous les cas où les conditions de circulation de certains trains ne permettent pas d'en assurer l'espacement, des dispositions spécifiques de protection doivent être prévues.

L'aiguillage d'un train :

Le passage d'un train d'une voie vers une autre est assuré au moyen d'aiguillages. Des dispositions sont prises pour que ces derniers soient correctement positionnés et maintenus dans leur position pendant le passage d'un train.

Des procédures établies par le gestionnaire de l'infrastructure doivent décrire les mesures à prendre si ces dispositions ne sont pas satisfaites.

La manoeuvre des aiguillages incombe aux personnels habilités à la fonction d'aiguilleur.

Les systèmes de signalisation :

La communication entre le système de signalisation et le train est réalisée :

- soit par une information ponctuelle donnée depuis le sol au moyen d'un signal visuel.

- soit par une information continue affichée dans les cabines de conduite des engins moteurs, pouvant être complétée par une information au sol.

- soit par des ordres donnés par un système de communication visuel ou sonore entre les agents au sol et à bord.

La nature du système de signalisation ainsi que les conditions d'implantation de la signalisation sont portées à la connaissance des personnels concernés.

La maintenance et les travaux relatifs aux infrastructures :

La circulation des trains dans les conditions prévues repose sur l'assurance du bon état de l'infrastructure. Cette assurance est donnée par une organisation de la maintenance de l'infrastructure prenant en compte les risques liés aux défaillances prévisibles de ses constituants, notamment les constituants considérés comme critiques, ainsi qu'aux événements externes susceptibles d'affecter la sécurité de l'exploitation.

Un constituant ou un équipement est critique au regard de la sécurité lorsque sa défaillance l'entraîne dans un mode de fonctionnement pouvant accentuer les risques définis au point I-3.

Les tâches de maintenance effectuées sur ces éléments doivent être réalisées par un agent habilité à la fonction de mainteneur de l'infrastructure ou sous la direction d'un agent habilité à cette fonction si l'opération est réalisée par un autre agent. Ces tâches sont décrites par le gestionnaire de l'infrastructure.

Les opérations de maintenance de l'infrastructure ou de travaux de modification de celle-ci peuvent s'effectuer pendant l'exploitation du réseau.

Des dispositions doivent être prises pour interdire ou adapter la circulation des trains sur la zone considérée lorsque :

- la conduite des opérations de maintenance et des travaux est incompatible, même temporairement, avec la circulation des trains ;

- la maintenance d'un constituant ou d'un équipement critique pour la sécurité conduit à le

placer en dehors de sa plage de fonctionnement nominal ou en dehors des tolérances requises pour la circulation des trains dans les conditions normales.

Le gestionnaire de l'infrastructure et, si nécessaire, les entreprises ferroviaires établissent, chacun en ce qui le concerne, les consignes et instructions à l'intention de leur personnel en vue d'assurer la sécurité de l'exploitation lors des opérations de maintenance préventive et corrective ou de travaux de modification de l'infrastructure. Ces documents comprennent toutes les dispositions nécessaires :

- aux mesures à prendre pour retirer temporairement ou définitivement de l'exploitation une installation ou un équipement ;*
- aux mesures à prendre en cours d'opération pour assurer la sécurité de l'exploitation sur la zone de travail et aux abords ;*
- aux mesures à prendre pour remettre en service une installation ou un équipement ;*
- à la coordination de ces différentes mesures.*

La mise en œuvre de la maintenance et des travaux doit être faite sous la direction de personnels habilités aux fonctions de sécurité correspondantes, principalement celles de mainteneur de l'infrastructure et de réalisateur. Il en est de même de la remise en exploitation d'une installation ou d'un équipement.

Les opérations de maintenance d'une infrastructure ou de travaux de modification de celle-ci sont programmées, sauf cas d'urgence ou d'incidents.

La sécurité des personnels :

Les dispositions légales et réglementaires relatives à l'hygiène et à la sécurité s'appliquent, et notamment les principes généraux de prévention.

Les mesures de prévention des risques ferroviaires, prescrites par le présent règlement, visent à assurer le même niveau de sécurité que les dispositions relatives à l'hygiène et à la sécurité en prenant en compte les particularités des systèmes ferroviaires, de leurs installations et de leurs matériels.

Les risques ferroviaires comprennent :

- les risques liés aux circulations ferroviaires ;*
- les risques liés aux installations électriques ferroviaires.*

Prévention des risques liés aux circulations ferroviaires :

Le risque lié aux circulations ferroviaires est pris en compte par la définition d'une zone de danger identifiée à proximité des voies ouvertes à la circulation des trains.

Cette zone, est la zone dans laquelle une personne, l'outillage ou le matériel qu'elle manipule peuvent être heurtés par un mobile guidé sur rail ou mis en danger par l'effet de souffle provoqué par son passage.

Le risque lié aux opérations ferroviaires doit être évité :

- soit par l'arrêt et la rétention ou la suppression des circulations ferroviaires.*
- soit par la séparation physique de la zone de travail et de la zone dangereuse.*

Lorsque le risque ferroviaire ne peut être évité, la sécurité est assurée, au terme de l'évaluation des risques, par la réduction de ce risque.

Cette réduction est assurée par les mesures suivantes :

- la mise en œuvre de mesures de protection collective.*

- la mise en place d'un processus de surveillance.
- la réduction de la vitesse des trains.

Les conditions générales dans lesquelles la sécurité du personnel vis-à-vis du risque ferroviaire est assurée lors des interventions sur les voies en exploitation sont définies par le gestionnaire de l'infrastructure. Ces conditions générales respectent les principes suivants :

- aucun travail ne doit être entrepris dans la zone dangereuse avant qu'une analyse des risques n'ait été préalablement effectuée et que le dispositif de protection en résultant n'ait été effectivement mis en place ;
- chaque fois que cela est possible, le dispositif de protection de la ou des voies en travaux s'appuie sur le système de gestion en place sur la partie d'infrastructure concernée afin de garantir suivant le cas :
- l'absence de circulations autres que celles desservant le chantier .
- l'interdiction d'un sens de circulation.
- la réduction de la vitesse des circulations ferroviaires.
- la mise en œuvre des mesures de protection du personnel sur le chantier.
- l'ensemble du personnel participant au dispositif de protection.

Les risques électriques ferroviaires.

Installations de traction électrique :

Les lignes de traction électrique constituent des installations électriques spécifiques nécessitant des mesures de sécurité particulières.

La conduite du réseau de traction électrique est confiée à du personnel habilité aux fonctions de régulateur sous-station ou d'agent de sécurité électrique. Des documents du gestionnaire de l'infrastructure, communiqués à l'ensemble des exploitants, précisent l'organisation territoriale correspondante.

La sécurité des personnels vis-à-vis des risques présentés par ces installations est organisée conformément aux dispositions réglementaires en vigueur et tient compte des spécificités de l'environnement ferroviaire. Les règles correspondantes sont définies par le gestionnaire de l'infrastructure.

Installations de signalisation ferroviaire :

Les particularités des installations électriques de signalisation ferroviaire, impliquent la mise en œuvre de techniques spécifiques tant vis-à-vis de la sécurité d'exploitation du réseau ferré national que de la sécurité des personnels appelés à intervenir sur ces installations.

Les personnels appelés à travailler sur ces installations doivent être titulaires des habilitations électriques éventuellement nécessaires pour l'exécution de ces travaux.

La sécurité des usagers,

La sécurité dans les trains :

Les voyageurs ne doivent monter dans un train ou en descendre que lorsque ce train est à quai et à l'arrêt. Une procédure doit décrire les conditions exceptionnelles de descente ou de montée hors quai, ainsi que les conditions de prise en charge des personnes à mobilité réduite à la montée et à la descente des trains.

Le départ d'un train est annoncé aux voyageurs soit par un agent de l'exploitant, soit par un dispositif technique. Les portes doivent être fermées avant le départ du train et le rester pendant la marche.

Les voyageurs doivent pouvoir alerter facilement un agent de l'entreprise ferroviaire à bord du train et cet agent doit pouvoir, si nécessaire, agir pour arrêter ou faire arrêter le train. Un moyen de communication ou d'alerte avec le conducteur doit fonctionner à bord du train.

Lors des arrêts effectués en dehors des points habituels de desserte en cas d'incident et en situation d'urgence, les voyageurs sont informés par le personnel de l'entreprise ferroviaire à bord du train. Cette information doit pouvoir être diffusée dans les langues les plus couramment pratiquées par les usagers concernés.

Pour cela, le personnel de l'entreprise ferroviaire peut disposer de messages préparés et doit être formé à leur utilisation.

La sécurité en gare :

La sécurité des usagers et des tiers en gare doit être assurée lors de leur cheminement vis-à-vis des risques de heurt par une circulation, ainsi que de l'effet de souffle provoqué par le passage d'une circulation, notamment pour la traversée des voies et lors du stationnement sur les quais.

Une information doit être donnée aux usagers et aux tiers sur les conditions de cheminement, de traversée des voies et de stationnement sur les quais.

Les conditions de prise en charge des personnes à mobilité réduite sont décrites dans une procédure.

Les mesures nécessaires au respect de ces prescriptions, ainsi que les missions du gestionnaire de l'infrastructure et des entreprises ferroviaires, sont décrites par le gestionnaire de l'infrastructure dans des procédures particulières.

La protection de l'environnement :

Les exploitants prennent en compte la protection de l'environnement dans la gestion des risques et établissent notamment à l'intention de leurs personnels, conformément aux textes réglementaires en vigueur :

- les mesures d'alerte et de prévention en vue de limiter les conséquences sur l'environnement d'un incident grave ou d'un accident sur le réseau ferré ;*
- les procédures relatives aux marchandises dangereuses et radioactives par chemin de fer lors d'un événement lié au transport ferroviaire.*

Conclusion :

Cette étude est très importante car elle permet de minimiser au maximum les accidents liés au transport ferroviaire, sachant bien que la voie ferrée est le moyen de transport le moins touché par les accidents corporelles. On ne peut pas se permettre de négliger le moindre détail qui peut influencer sur la sécurité que ce soit la sécurité des usagers ou du train lui-même étant donné qu'un accident est considéré comme fatal lorsque il s'agit de transport par voie ferroviaire.

Impact sur l'environnement

I-INTRODUCTION :

Le terme "environnement" est à prendre ici au sens large. Ce domaine rassemblera toutes les thématiques qui décrivent les lieux de vie des espèces animales et végétales. Pour réaliser cette étude d'impact, il faut aborder l'ensemble des thématiques directement liées à l'environnement (eau, air, faune, flore), mais aussi sur l'environnement de l'être humain. Le code de l'environnement a récemment introduit l'obligation d'y ajouter l'évaluation de l'impact du projet sur la santé de l'homme. Il sera alors nécessaire pour chaque thème étudié, de définir le périmètre pertinent. Les effets spatiaux sont différents en fonction du paramètre affecté et des effets indirects en raison des relations fonctionnelles entre les divers compartiments du milieu.

II-CADRE JURIDIQUE :

L'étude d'impact d'un projet d'infrastructure doit comprendre :

- *Une analyse du projet.*
- *Une analyse de l'état initial du site et de son environnement.*
- *Une analyse des conséquences prévisibles, directes et indirectes, à court, moyen et long termes du projet sur l'environnement.*
- *Les raisons et les justifications techniques et environnementales du choix du projet sur l'environnement, ainsi que l'estimation des coûts correspondants.*

III-IMPACT SUR L'AGRICULTURE :

Il est incontestable que l'agriculture est une activité économique principale et inépuisable. De ce fait elle doit se faire octroyer un grand intérêt.

III-1. Les impacts :

L'ensemble des impacts sur l'agriculture peut se regrouper en trois éléments qui sont :

- *L'effet de la substitution du sol à vocation agricole, et la diminution des superficies exploitées.*
- *L'effet de coupure, entraînant la destruction d'une tranche de la parcelle agricole, et difficultés de travail et de circulation par des allongements de parcours (rupture de cheminements).*
- *L'effet de modification du régime agricole.*

III-2. Les remèdes :

Les mesures visant à remédier à ces préjudices sont classées en deux catégories :

III-2.1. Mesures préventives :

Devant intervenir en amont, lors des choix du tracé et la détermination des caractéristiques du projet, sinon on aura recours aux mesures curatives.

III-2.2. Mesures curatives :

Comprenant la restriction des exploitations et des mesures techniques allant du rétablissement des réseaux existants à la remise en état des terrains agricoles.

IV. IMPACT SUR LA NATURE:**IV.1-La faune :**

L'impact de l'aménagement d'un chemin de fer sur les animaux doit faire partie des données essentielles prises en compte lors de la conception du tracé pour atténuer la coupure biologique et pour protéger la faune des risques de collision,

IV.2- La flore :

Les études de rectifications menées sur le terrain permettent d'identifier précisément les regroupements végétaux avec le tracé retenu. La connaissance approfondie de la flore locale vise à orienter le choix des espèces à planter sur le talus selon un certain nombre de critères : particularités de la climatologie et du paysage.

Les espèces végétales indigènes sont ainsi toujours privilégiées car elles présentent l'intérêt d'être les mieux adaptées au milieu environnant.

IV.3- L'eau :

Les phases de travaux donnent lieu à la mise en œuvre de toutes les dispositions adaptées pour pallier les inconvénients mis en évidence lors des études de conception.

Les ouvrages d'assainissement sont ainsi largement dimensionnés par rapport aux crues les plus importantes et des aménagements spéciaux sont réalisés pour parer aux effets dévastateurs des écoulements torrentiels.

V-IMPACT SUR LES HABITANTS :**V.1- La destruction :**

Les projets des chemins de fer nécessitent parfois, la destruction de certaines habitations et le déplacement des populations du lieu de leur vie ou de travail, et leur réinstallation par la suite ailleurs, ce qui peut provoquer un bouleversement sur le plan économique et culturel de la vie des individus affectés.

V.1.1- Les impacts de destruction concernent :

- *Les populations situées sur l'emprise du projet, et qui seront obligés de se déplacer.*
- *Les populations situées au périmètre d'accueil.*

V.1.2- Ces impacts sont d'ordre :

- **Economique :** *modification des systèmes de production.*

- **Socioculturel** : désorganisation des communautés, et modification culturelle.
- **Naturel** : modification dans l'exploitation des ressources naturelles.

V.2- Les bruits :

V.2.1- Les impacts :

La ligne ferroviaire au voisinage d'habitation à des conséquences sur la santé humaine suite à la gêne due au bruit pouvant se manifester de plusieurs façons :

- *Perte de sommeil.*
- *La fatigue.*
- *Baisse de l'acuité auditive.*

V.2.2- Les remèdes :

- *Eviter les zones de grandes densités d'habitation en agissant en amont sur la configuration du tracé.*
- *Mettre des protections entre cette source de bruit et les récepteurs.*
- *Agir sur les façades des bâtiments concernés.*
- *La protection entre la source et le récepteur consiste à interposer un obstacle entre les voies de circulation et les habitations situées à proximité.*
- *Dans le cas d'immeubles de grande hauteur, ces dispositifs sont incapables de protéger les étages supérieurs.*

VI-CONCLUSION :

L'environnement représente un enjeu majeur, il est la colonne vertébrale de l'innovation et de la vie durable pour les prochaines générations. Cette étude aborde les points généraux essentiels ainsi que les remèdes important pour le bien être des êtres vivants autour du projet.

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

N°					
1	Installation de chantier				30421149.17
2	TERRASSEMENT				
2.2	Remblai	m ³	350	543064,12	190072442
2.3	Deblai	m ³	350	798895,99	279613596.5
2.4	Terre végétale	m ³	250	34533.64	8633410
3	TRAVAUX DE VOIE				
3.1	Couche de forme	m ³	600	19274.64	11564784
3.2	Couche de fondation	m ³	1770	10112.256	17898693.12
3.3	Couche de sous ballast	m ³	3200	8042.496	25735987.2
3.4	ballast	m ³	4164.45	9313.92	38787354.144
3.5	Pose de voie nouvelle	ml	5898.17	20000	117963400
4	POSE DES APPAREILS DE VOIE				
4-1	UIC60-300-1/9	U	294065.89	2	588131.78
4.2	UIC60- 500- 1/12	U	15431565.66	1	15431565.66
4.3	UIC60-190-1/9	U	154325.76	6	925954.56
4.4	Rail UIC 60	T	106863.8	892.07	95329990.06
4.5	Traverses en bi-bloc	1722/1 Km	46087.3	4.28	197253.644
5	TRAVAUX DES GARES				
5.1	QUAIS ABRIS DE QUAIS	M ²	6800	6300	42 840 000
6	Ouvrage d'art				
6-1	Pont rail	M ²	100.000	1800	180000000
6-2	Pont route	M ²	80.000	100	8000000

7	<i>Ouvrage d'assainissement</i>				
7-1	<i>dalot</i>	ml	40.000	8	320000
7-2	<i>buse</i>	ml	25.000	8	750000
7-3	<i>fossés</i>	ml	2200	770	1694000
8	<i>Bâtîmes de voyager</i>				
8.1	<i>B.V</i>	F	15458954	1	15458954

Cout de projet total : 105855516.67 DA

CONCLUSION GENERALE

Cette tâche nous a permis d'avoir des connaissances profondes en matière d'étude technique et d'aspect théorique concernant le domaine de la voie ferrée. Ainsi à travers cette étude on a pu accéder à plusieurs notions très essentielles et bien déterminantes qui sont caractérisées comme des éléments fondateurs pour ce qui est de l'étude, de la conception, de la réalisation et suivi pour les projets de la voie ferrée que se soit des petits, moyens ou grands projets.

Nous aurions bien voulu faire l'étude APS de notre projet mais malheureusement le manque de documents ne nous a pas permis de le faire. Il en est de même pour ce qui est du rapport géotechnique.

Sachant bien que l'Algérie projette pour les prochaines vingt années des méga projets de voies ferrées sur tout le territoire national qui vont renforcer le réseau actuel, entre autre cela va améliorer la qualité des voyages en matière de long trajet, ainsi on peut dire que le come back vers ce mode de transport vas ouvrir plusieurs portes sur le développement économique, sociale et touristique. Il va aussi créer des postes de travail.

En dernier lieu, il faut dire que l'état fait de grands efforts pour promouvoir le mode de transport ferroviaire et le favoriser parmi d'autre. Il est aussi envisagé les trains à grande vitesse LGV qui vont représenter la pièce maitresse des modes de transport dans le monde.

CUBATURES DEBLAI-REMBLAI

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Déblais				
			Surf. G (m ²)	Surf. D (m ²)	Surf. Tot (m ²)	Volume (m ³)	Cumul Vol. (m ³)
P1	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P2	20,00	20,00	144,33	240,53	384,86	7697,12	7697,12
P3	40,00	20,00	110,54	247,03	357,57	7151,37	14848,49
P4	60,00	20,00	84,47	276,00	360,47	7209,34	22057,84
P5	80,00	17,11	46,62	193,71	240,34	4111,52	26169,36
P6	94,21	10,00	111,67	210,07	321,73	3217,33	29386,68
P7	100,00	12,89	159,82	199,75	359,57	4635,84	34022,52
P8	120,00	20,00	273,52	269,48	543,00	10859,93	44882,45
P9	140,00	20,00	272,11	276,59	548,71	10974,11	55856,56
P10	160,00	20,00	265,55	141,32	406,87	8137,31	63993,87
P11	180,00	20,00	259,61	199,61	459,22	9184,46	73178,33
P12	200,00	17,11	266,70	152,17	418,87	7165,93	80344,27
P13	214,22	10,00	248,94	195,13	444,07	4440,66	84784,93
P14	220,00	12,89	238,93	203,42	442,34	5702,78	90487,71
P15	240,00	20,00	252,75	225,58	478,34	9566,70	100054,41
P16	260,00	20,00	270,93	262,07	533,00	10660,06	110714,46
P17	280,00	20,00	285,31	264,77	550,09	11001,74	121716,20
P18	300,00	17,99	290,97	265,61	556,58	10010,93	131727,13
P19	315,97	10,00	293,86	288,01	581,87	5818,65	137545,78
P20	320,00	12,01	293,20	291,87	585,07	7028,87	144574,65
P21	340,00	20,00	293,57	277,92	571,49	11429,71	156004,36
P22	360,00	20,00	297,79	284,95	582,74	11654,83	167659,19
P23	380,00	20,00	308,17	300,10	608,27	12165,44	179824,63
P24	400,00	20,00	307,03	288,89	595,91	11918,30	191742,93
P25	420,00	17,99	298,54	286,64	585,18	10525,60	202268,53
P26	435,97	10,00	295,16	280,10	575,26	5752,65	208021,18
P27	440,00	12,01	293,97	280,54	574,51	6901,62	214922,80
P28	460,00	20,00	288,86	282,51	571,37	11427,48	226350,28
P29	480,00	20,00	288,32	283,77	572,09	11441,88	237792,16
P30	500,00	20,00	289,31	284,87	574,18	11483,50	249275,66
P31	520,00	20,00	291,03	285,83	576,87	11537,30	260812,96
P32	540,00	20,00	293,60	283,77	577,37	11547,41	272360,38
P33	560,00	20,00	296,26	292,16	588,42	11768,42	284128,80
P34	580,00	20,00	297,65	294,91	592,56	11851,17	295979,98

P35	600,00	20,00	300,33	282,45	582,78	11655,56	307635,54
P36	620,00	20,00	303,72	296,67	600,39	12007,85	319643,39
P37	640,00	20,00	307,05	301,86	608,91	12178,16	331821,55
P38	660,00	20,00	309,46	303,01	612,46	12249,26	344070,81
P39	680,00	20,00	311,52	302,77	614,28	12285,69	356356,49
P40	700,00	20,00	314,97	304,41	619,38	12387,56	368744,06
P41	720,00	20,00	318,30	308,44	626,74	12534,89	381278,95
P42	740,00	20,00	321,22	311,67	632,90	12657,93	393936,88
P43	760,00	20,00	326,43	317,75	644,18	12883,54	406820,41
P44	780,00	20,00	332,57	324,99	657,56	13151,21	419971,62
P45	800,00	20,00	339,35	324,77	664,12	13282,38	433254,00
P46	820,00	20,00	344,93	324,33	669,26	13385,19	446639,19
P47	840,00	20,00	348,84	325,80	674,64	13492,87	460132,06
P48	860,00	20,00	353,23	329,55	682,78	13655,53	473787,60
P49	880,00	20,00	355,93	334,31	690,24	13804,85	487592,45
P50	900,00	20,00	359,72	338,93	698,65	13973,03	501565,48
P51	920,00	20,00	365,39	344,17	709,55	14191,08	515756,57
P52	940,00	20,00	365,39	345,18	710,57	14211,36	529967,93
P53	960,00	20,00	363,42	344,90	708,32	14166,37	544134,30
P54	980,00	20,00	361,60	346,05	707,65	14153,01	558287,30
P55	1000,00	20,00	361,18	344,65	705,82	14116,49	572403,79
P56	1020,00	20,00	360,56	342,60	703,15	14063,09	586466,88
P57	1040,00	20,00	355,67	336,22	691,90	13837,94	600304,82
P58	1060,00	20,00	349,74	328,44	678,18	13563,68	613868,50
P59	1080,00	20,00	346,33	325,45	671,78	13435,65	627304,15
P60	1100,00	20,00	340,30	322,95	663,25	13265,01	640569,15
P61	1120,00	20,00	334,01	318,67	652,68	13053,62	653622,78
P62	1140,00	20,00	331,12	316,21	647,33	12946,50	666569,28
P63	1160,00	20,00	329,50	312,80	642,30	12845,98	679415,25
P64	1180,00	19,11	334,56	314,31	648,88	12402,69	691817,94
P65	1198,23	10,00	338,89	316,47	655,36	6553,62	698371,56
P66	1200,00	10,89	339,29	316,73	656,02	7141,41	705512,98
P67	1220,00	20,00	343,48	320,15	663,64	13272,74	718785,71
P68	1240,00	20,00	336,85	321,71	658,57	13171,36	731957,08
P69	1260,00	20,00	324,86	320,75	645,61	12912,11	744869,19
P70	1280,00	19,11	288,69	310,50	599,19	11453,36	756322,55
P71	1298,23	10,00	194,33	285,26	479,59	4795,89	761118,43
P72	1300,00	10,89	186,90	282,55	469,45	5110,13	766228,56
P73	1320,00	20,00	164,61	216,19	380,79	7615,87	773844,43
P74	1340,00	13,55	133,42	155,41	288,83	3914,91	777759,34
P75	1347,11	10,00	101,51	152,98	254,49	2544,86	780304,20
P76	1360,00	16,45	99,01	153,41	252,42	4151,22	784455,42

P77	1380,00	20,00	64,22	165,93	230,15	4603,00	789058,42
P78	1400,00	20,00	0,00	27,74	27,74	554,80	789613,22
P79	1420,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P80	1440,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P81	1460,00	10,29	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P82	1460,57	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P83	1480,00	19,71	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P84	1500,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P85	1520,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P86	1540,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P87	1560,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P88	1580,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P89	1600,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P90	1620,00	11,98	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P91	1623,96	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P92	1640,00	18,02	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P93	1660,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P94	1680,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P95	1700,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P96	1720,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P97	1740,00	11,51	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P98	1743,02	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P99	1760,00	18,49	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P100	1780,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P101	1800,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P102	1820,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P103	1840,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P104	1860,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P105	1880,00	11,51	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P106	1883,02	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P107	1900,00	18,49	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P108	1920,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P109	1940,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P110	1960,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P111	1980,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P112	2000,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P113	2020,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P114	2040,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P115	2060,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P116	2080,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P117	2100,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P118	2120,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22

P119	2140,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P120	2160,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P121	2180,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P122	2200,00	16,26	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P123	2212,53	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P124	2220,00	13,74	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P125	2240,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P126	2260,00	11,26	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P127	2262,53	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P128	2280,00	18,74	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P129	2300,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P130	2320,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P131	2340,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P132	2360,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P133	2380,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P134	2400,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P135	2420,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P136	2440,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P137	2460,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P138	2480,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P139	2500,00	15,99	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P140	2511,98	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P141	2520,00	14,01	0,00	0,00	0,00	0,00	789613,22
P142	2540,00	20,00	0,00	3,54	3,54	70,78	789684,01
P143	2560,00	10,99	3,70	16,14	19,85	218,09	789902,09
P144	2561,98	10,00	4,68	17,58	22,26	222,61	790124,71
P145	2580,00	19,01	14,14	30,30	44,44	844,77	790969,48
P146	2600,00	20,00	19,39	41,48	60,88	1217,51	792186,99
P147	2620,00	17,29	25,49	50,09	75,58	1306,38	793493,37
P148	2634,57	10,00	27,33	51,11	78,44	784,40	794277,77
P149	2640,00	12,71	28,62	51,54	80,15	1019,17	795296,94
P150	2660,00	20,00	28,63	50,94	79,57	1591,34	796888,28
P151	2680,00	17,29	29,89	40,86	70,75	1223,02	798111,30
P152	2694,57	10,00	10,69	31,95	42,64	426,36	798537,66
P153	2700,00	12,71	0,01	22,61	22,62	287,57	798825,23
P154	2720,00	20,00	0,00	3,54	3,54	70,76	798895,99
P155	2740,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	798895,99
P156	2760,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	798895,99
P157	2780,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	798895,99
P158	2800,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	798895,99
P159	2820,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	798895,99
P160	2840,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	798895,99

P161	2860,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	798895,99
P162	2880,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	798895,99
P163	2900,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	798895,99
P164	2920,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	798895,99
P165	2940,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	798895,99
P166	2960,00	16,76	0,00	0,00	0,00	0,00	798895,99
P167	2973,52	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	798895,99
P168	2980,00	13,24	0,00	0,00	0,00	0,00	798895,99
P169	3000,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	798895,99
P170	3020,00	16,76	0,00	0,00	0,00	0,00	798895,99
P171	3033,52	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	798895,99
P172	3040,00	13,24	0,00	0,00	0,00	0,00	798895,99
P173	3060,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	798895,99
P174	3080,00	19,79	0,00	0,00	0,00	0,00	798895,99
P175	3099,58	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	798895,99
P176	3100,00	10,21	0,00	0,00	0,00	0,00	798895,99
P177	3120,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	798895,99
P178	3140,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	798895,99
P179	3160,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	798895,99
P180	3180,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	798895,99
P181	3200,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	798895,99
P182	3220,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	798895,99
P183	3240,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	798895,99
P184	3260,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	798895,99
P185	3280,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	798895,99
P186	3300,00	13,80	0,00	0,00	0,00	0,00	798895,99
P187	3307,60	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	798895,99
P188	3320,00	16,20	0,00	0,00	0,00	0,00	798895,99
P189	3340,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	798895,99
P190	3360,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	798895,99
P191	3380,00	18,32	0,00	0,00	0,00	0,00	798895,99
P192	3396,63	8,32	0,00	0,00	0,00	0,00	798895,99

Remblais					Profil n°	Abscisse	Longueur d'application
Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	P1	0,00	10,00
0,01	0,00	0,01	0,14	0,14	P2	20,00	20,00
0,83	0,00	0,83	16,69	16,83	P3	40,00	20,00
0,18	0,00	0,18	3,58	20,41	P4	60,00	20,00
0,00	0,00	0,00	0,00	20,41	P5	80,00	17,11
0,00	0,00	0,00	0,00	20,41	P6	94,21	10,00
0,00	0,00	0,00	0,00	20,41	P7	100,00	12,89
0,00	0,00	0,00	0,00	20,41	P8	120,00	20,00
0,00	0,00	0,00	0,00	20,41	P9	140,00	20,00
0,00	0,00	0,00	0,00	20,41	P10	160,00	20,00
0,00	0,39	0,39	7,84	28,25	P11	180,00	20,00
0,00	0,92	0,92	15,77	44,02	P12	200,00	17,11
0,00	0,24	0,24	2,44	46,46	P13	214,22	10,00
0,00	1,59	1,59	20,50	66,96	P14	220,00	12,89
0,00	1,14	1,14	22,84	89,80	P15	240,00	20,00
0,00	0,89	0,89	17,88	107,68	P16	260,00	20,00
0,00	0,78	0,78	15,55	123,23	P17	280,00	20,00
0,00	0,50	0,50	9,03	132,26	P18	300,00	17,99
0,00	0,41	0,41	4,09	136,35	P19	315,97	10,00
0,00	0,05	0,05	0,64	136,99	P20	320,00	12,01
0,00	0,51	0,51	10,26	147,25	P21	340,00	20,00
0,00	0,31	0,31	6,27	153,51	P22	360,00	20,00
0,00	0,00	0,00	0,00	153,51	P23	380,00	20,00
0,00	0,52	0,52	10,46	163,97	P24	400,00	20,00
0,00	0,00	0,00	0,00	163,97	P25	420,00	17,99
0,00	0,54	0,54	5,39	169,36	P26	435,97	10,00
0,00	0,54	0,54	6,48	175,84	P27	440,00	12,01
0,00	0,00	0,00	0,00	175,84	P28	460,00	20,00
0,00	0,00	0,00	0,00	175,84	P29	480,00	20,00
0,00	0,00	0,00	0,00	175,84	P30	500,00	20,00
0,00	0,00	0,00	0,00	175,84	P31	520,00	20,00
0,00	0,01	0,01	0,12	175,96	P32	540,00	20,00
0,00	0,00	0,00	0,00	175,96	P33	560,00	20,00
0,00	0,00	0,00	0,00	175,96	P34	580,00	20,00
0,00	0,04	0,04	0,80	176,76	P35	600,00	20,00
0,00	0,00	0,00	0,00	176,76	P36	620,00	20,00
0,00	0,00	0,00	0,00	176,76	P37	640,00	20,00
0,00	0,00	0,00	0,00	176,76	P38	660,00	20,00

0,00	0,00	0,00	0,00	176,76	P39	680,00	20,00
0,00	0,00	0,00	0,00	176,76	P40	700,00	20,00
0,00	0,00	0,00	0,00	176,76	P41	720,00	20,00
0,00	0,00	0,00	0,00	176,76	P42	740,00	20,00
0,00	0,00	0,00	0,00	176,76	P43	760,00	20,00
0,00	0,00	0,00	0,00	176,76	P44	780,00	20,00
0,00	0,00	0,00	0,00	176,76	P45	800,00	20,00
0,00	0,00	0,00	0,00	176,76	P46	820,00	20,00
0,00	0,00	0,00	0,00	176,76	P47	840,00	20,00
0,00	0,00	0,00	0,00	176,76	P48	860,00	20,00
0,00	0,00	0,00	0,00	176,76	P49	880,00	20,00
0,00	0,00	0,00	0,00	176,76	P50	900,00	20,00
0,00	0,00	0,00	0,00	176,76	P51	920,00	20,00
0,00	0,00	0,00	0,00	176,76	P52	940,00	20,00
0,00	0,00	0,00	0,00	176,76	P53	960,00	20,00
0,00	0,00	0,00	0,00	176,76	P54	980,00	20,00
0,00	0,00	0,00	0,00	176,76	P55	1000,00	20,00
0,00	0,00	0,00	0,00	176,76	P56	1020,00	20,00
0,00	0,00	0,00	0,00	176,76	P57	1040,00	20,00
0,00	0,00	0,00	0,00	176,76	P58	1060,00	20,00
0,00	0,00	0,00	0,00	176,76	P59	1080,00	20,00
0,00	0,00	0,00	0,00	176,76	P60	1100,00	20,00
0,00	0,00	0,00	0,00	176,76	P61	1120,00	20,00
0,00	0,00	0,00	0,00	176,76	P62	1140,00	20,00
0,00	0,00	0,00	0,00	176,76	P63	1160,00	20,00
0,00	0,00	0,00	0,00	176,76	P64	1180,00	19,11
0,00	0,00	0,00	0,00	176,76	P65	1198,23	10,00
0,00	0,00	0,00	0,00	176,76	P66	1200,00	10,89
0,00	0,00	0,00	0,00	176,76	P67	1220,00	20,00
0,00	0,00	0,00	0,00	176,76	P68	1240,00	20,00
0,00	0,00	0,00	0,00	176,76	P69	1260,00	20,00
0,00	0,00	0,00	0,00	176,76	P70	1280,00	19,11
0,11	0,00	0,11	1,11	177,87	P71	1298,23	10,00
0,11	0,00	0,11	1,20	179,07	P72	1300,00	10,89
0,52	0,00	0,52	10,38	189,45	P73	1320,00	20,00
0,03	0,00	0,03	0,34	189,79	P74	1340,00	13,55
0,33	0,00	0,33	3,28	193,08	P75	1347,11	10,00
0,39	0,00	0,39	6,39	199,47	P76	1360,00	16,45
0,48	0,04	0,52	10,37	209,84	P77	1380,00	20,00
1,24	0,38	1,62	32,33	242,17	P78	1400,00	20,00
65,97	44,00	109,97	2199,45	2441,62	P79	1420,00	20,00
132,68	106,40	239,09	4781,71	7223,33	P80	1440,00	20,00

159,29	93,53	252,82	2600,70	9824,03	P81	1460,00	10,29
159,35	92,88	252,23	2522,31	12346,34	P82	1460,57	10,00
154,67	83,32	237,99	4691,61	17037,94	P83	1480,00	19,71
164,89	91,01	255,90	5117,96	22155,90	P84	1500,00	20,00
176,38	106,21	282,59	5651,73	27807,63	P85	1520,00	20,00
198,69	134,91	333,59	6671,86	34479,49	P86	1540,00	20,00
222,84	161,30	384,14	7682,82	42162,31	P87	1560,00	20,00
238,02	183,50	421,51	8430,30	50592,61	P88	1580,00	20,00
253,02	191,13	444,15	8883,09	59475,70	P89	1600,00	20,00
267,70	158,23	425,93	5103,15	64578,85	P90	1620,00	11,98
270,39	150,04	420,43	4204,26	68783,11	P91	1623,96	10,00
282,40	175,90	458,30	8258,01	77041,12	P92	1640,00	18,02
284,93	177,82	462,75	9254,95	86296,07	P93	1660,00	20,00
266,61	171,61	438,22	8764,42	95060,49	P94	1680,00	20,00
275,84	175,57	451,42	9028,33	104088,82	P95	1700,00	20,00
275,31	179,99	455,29	9105,88	113194,70	P96	1720,00	20,00
269,21	180,18	449,39	5171,57	118366,28	P97	1740,00	11,51
268,99	180,93	449,92	4499,18	122865,46	P98	1743,02	10,00
264,95	181,51	446,45	8255,79	131121,25	P99	1760,00	18,49
260,84	175,67	436,51	8730,19	139851,44	P100	1780,00	20,00
250,51	180,23	430,74	8614,87	148466,30	P101	1800,00	20,00
242,80	157,38	400,18	8003,58	156469,89	P102	1820,00	20,00
224,33	154,38	378,71	7574,18	164044,07	P103	1840,00	20,00
200,18	141,91	342,09	6841,75	170885,81	P104	1860,00	20,00
199,55	133,52	333,07	3833,80	174719,62	P105	1880,00	11,51
202,46	135,60	338,07	3380,68	178100,30	P106	1883,02	10,00
205,51	151,94	357,45	6609,07	184709,37	P107	1900,00	18,49
207,82	164,21	372,02	7440,49	192149,86	P108	1920,00	20,00
201,86	163,20	365,05	7301,04	199450,90	P109	1940,00	20,00
201,18	158,33	359,51	7190,30	206641,19	P110	1960,00	20,00
199,08	151,86	350,94	7018,78	213659,98	P111	1980,00	20,00
194,71	141,16	335,86	6717,29	220377,27	P112	2000,00	20,00
184,18	133,50	317,68	6353,64	226730,91	P113	2020,00	20,00
176,44	124,80	301,24	6024,76	232755,67	P114	2040,00	20,00
168,10	113,91	282,01	5640,27	238395,93	P115	2060,00	20,00
164,14	109,17	273,31	5466,20	243862,14	P116	2080,00	20,00
159,40	103,32	262,72	5254,40	249116,54	P117	2100,00	20,00
148,84	94,20	243,04	4860,75	253977,29	P118	2120,00	20,00
142,33	84,32	226,65	4533,03	258510,32	P119	2140,00	20,00
133,13	77,22	210,35	4207,08	262717,40	P120	2160,00	20,00
123,74	70,28	194,02	3880,41	266597,80	P121	2180,00	20,00
113,56	64,21	177,77	2891,13	269488,93	P122	2200,00	16,26

120,02	65,69	185,70	1857,04	271345,97	P123	2212,53	10,00
122,94	66,93	189,87	2608,08	273954,05	P124	2220,00	13,74
128,38	68,93	197,30	3946,07	277900,13	P125	2240,00	20,00
139,97	73,17	213,15	2400,89	280301,02	P126	2260,00	11,26
144,98	74,16	219,13	2191,34	282492,35	P127	2262,53	10,00
155,11	80,52	235,63	4414,79	286907,14	P128	2280,00	18,74
151,38	82,77	234,16	4683,10	291590,24	P129	2300,00	20,00
146,73	85,23	231,97	4639,32	296229,56	P130	2320,00	20,00
155,48	102,51	257,99	5159,82	301389,38	P131	2340,00	20,00
123,63	79,51	203,13	4062,65	305452,03	P132	2360,00	20,00
108,44	60,20	168,64	3372,80	308824,83	P133	2380,00	20,00
94,17	37,06	131,22	2624,47	311449,30	P134	2400,00	20,00
77,62	25,88	103,50	2069,99	313519,28	P135	2420,00	20,00
65,77	23,46	89,23	1784,62	315303,90	P136	2440,00	20,00
56,41	24,02	80,43	1608,68	316912,58	P137	2460,00	20,00
43,14	20,17	63,31	1266,21	318178,79	P138	2480,00	20,00
32,51	19,63	52,15	833,80	319012,59	P139	2500,00	15,99
25,36	14,86	40,22	402,20	319414,79	P140	2511,98	10,00
19,45	10,62	30,08	421,41	319836,20	P141	2520,00	14,01
6,05	1,11	7,16	143,11	319979,31	P142	2540,00	20,00
0,13	0,00	0,13	1,41	319980,72	P143	2560,00	10,99
0,13	0,00	0,13	1,28	319982,00	P144	2561,98	10,00
0,13	0,00	0,13	2,49	319984,49	P145	2580,00	19,01
0,12	0,00	0,12	2,31	319986,80	P146	2600,00	20,00
0,14	0,00	0,14	2,42	319989,21	P147	2620,00	17,29
0,21	0,00	0,21	2,11	319991,33	P148	2634,57	10,00
0,15	0,00	0,15	1,93	319993,25	P149	2640,00	12,71
0,05	0,25	0,30	6,03	319999,29	P150	2660,00	20,00
0,35	0,00	0,35	6,05	320005,34	P151	2680,00	17,29
0,38	0,04	0,42	4,18	320009,52	P152	2694,57	10,00
2,47	0,03	2,50	31,74	320041,26	P153	2700,00	12,71
29,23	9,51	38,74	774,81	320816,07	P154	2720,00	20,00
47,70	15,53	63,22	1264,43	322080,49	P155	2740,00	20,00
93,67	22,42	116,10	2321,91	324402,40	P156	2760,00	20,00
84,15	24,90	109,05	2181,09	326583,49	P157	2780,00	20,00
61,26	19,75	81,01	1620,10	328203,59	P158	2800,00	20,00
59,52	22,75	82,27	1645,37	329848,96	P159	2820,00	20,00
56,50	31,32	87,81	1756,29	331605,26	P160	2840,00	20,00
53,42	35,33	88,75	1774,99	333380,25	P161	2860,00	20,00
49,79	46,53	96,32	1926,33	335306,58	P162	2880,00	20,00
55,81	51,67	107,47	2149,47	337456,06	P163	2900,00	20,00
62,93	62,48	125,41	2508,21	339964,27	P164	2920,00	20,00

73,03	70,60	143,63	2872,57	342836,84	P165	2940,00	20,00
78,61	80,38	158,99	2664,47	345501,31	P166	2960,00	16,76
82,94	87,10	170,04	1700,42	347201,73	P167	2973,52	10,00
85,75	89,70	175,45	2323,24	349524,98	P168	2980,00	13,24
93,85	99,47	193,33	3866,53	353391,51	P169	3000,00	20,00
102,48	110,77	213,25	3574,16	356965,67	P170	3020,00	16,76
108,75	117,62	226,37	2263,73	359229,39	P171	3033,52	10,00
111,82	120,77	232,59	3079,48	362308,88	P172	3040,00	13,24
126,62	134,11	260,73	5214,68	367523,56	P173	3060,00	20,00
155,34	143,85	299,20	5921,64	373445,20	P174	3080,00	19,79
207,75	153,01	360,77	3607,66	377052,86	P175	3099,58	10,00
208,59	153,70	362,28	3698,30	380751,16	P176	3100,00	10,21
246,92	182,90	429,82	8596,43	389347,59	P177	3120,00	20,00
254,06	231,82	485,87	9717,50	399065,08	P178	3140,00	20,00
264,40	238,75	503,15	10062,91	409127,99	P179	3160,00	20,00
277,72	248,99	526,71	10534,17	419662,16	P180	3180,00	20,00
289,14	257,54	546,68	10933,58	430595,74	P181	3200,00	20,00
298,91	265,05	563,96	11279,25	441874,99	P182	3220,00	20,00
308,07	279,14	587,21	11744,24	453619,23	P183	3240,00	20,00
316,71	291,04	607,75	12155,02	465774,25	P184	3260,00	20,00
337,55	315,76	653,31	13066,23	478840,48	P185	3280,00	20,00
352,75	330,29	683,04	9425,28	488265,76	P186	3300,00	13,80
349,71	337,26	686,97	6869,73	495135,48	P187	3307,60	10,00
345,60	333,87	679,46	11008,04	506143,53	P188	3320,00	16,20
336,33	328,89	665,22	13304,48	519448,01	P189	3340,00	20,00
288,55	323,59	612,14	12242,81	531690,82	P190	3360,00	20,00
158,03	320,25	478,27	8760,32	540451,14	P191	3380,00	18,32
0,00	314,19	314,19	2612,98	543064,12	P192	3396,63	8,32

AXE EN PLAN

Elements d'axe		Longueur (m)	Abscisse	X	Y
Alignement droit		185.2614	0.0000	70463.6253	88197.1740
Gisement	356.7937		185.2614	70347.3240	88341.3815
Clothoïde		120.0010			
Paramètre	309.8400		305.2624	70274.3677	88436.6203
Arc de cercle		246.6387			
X Centre	70932.9682				
Y Centre	88890.7629				
Rayon	800.0000		551.9011	70167.6159	88657.8767
Clothoïde		120.0010			
Paramètre	-309.8400		671.9022	70138.4716	88774.2540
Alignement droit		484.7963			
Gisement	385.9699		1156.6985	70032.4931	89247.3248
Clothoïde		100.0014			
Paramètre	-268.3300		1256.6998	70008.3848	89344.3546
Arc de cercle		127.3574			
X Centre	69318.4141				
Y Centre	89138.5868				
Rayon	720.0000		1384.0572	69961.4111	89462.5541
Clothoïde		100.0014			
Paramètre	268.3300		1484.0586	69912.3406	89549.6636
Alignement droit		47.6879			
Gisement	365.8670		1531.7465	69887.9798	89590.6598
Clothoïde		140.0052			

Paramètre	264.5800		1671.7517	69822.2089	89714.1163
Arc de cercle		135.6245			
X Centre	70283.4847				
Y Centre	89907.0532				
Rayon	500.0000		1807.3761	69787.3800	89844.7626
Clothoïde		140.0052			
Paramètre	-264.5800		1947.3813	69782.9658	89984.5761
Alignement droit		314.4778			
Gisement	0.9613		2261.8591	69787.7141	90299.0181
Clothoïde		50.0007			
Paramètre	-316.2300		2311.8598	69788.2607	90349.0155
Arc de cercle		54.0982			
X Centre	67788.2675				
Y Centre	90354.2139				
Rayon	2000.0000				
			2365.9580	69787.6697	90403.1088
Clothoïde		50.0007			
Paramètre	316.2300		2415.9588	69786.0308	90453.0823
Alignement droit		287.3362			
Gisement	397.6477		2703.2949	69775.4162	90740.2223
Clothoïde		60.0034			
Paramètre	173.2100		2763.2983	69774.3994	90800.2075
Arc de cercle		142.5028			
X Centre	70274.2665				
Y Centre	90788.6817				
Rayon	500.0000		2905.8012	69797.8046	90940.2867
Clothoïde		60.0034			
Paramètre	-173.2100		2965.8046	69818.2671	90996.6830
Alignement droit		193.2256			

Gisement	23.4316		3159.0302	69887.7914	91176.9675
Arc de cercle		208.0145			
X Centre	70167.6992				
Y Centre	91069.0249				
Rayon	300.0000				
			3367.0447	70021.4158	91330.9432
Alignement droit		89.0352			
Gisement	67.5737				
			3456.0799	70099.1489	91374.3577
Longueur totale		3396.36			

Profil en long

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application			Altitude		Point d'axe	
		Avant	Après	Total	TN	Projet	X	Y
P1	0,00	0,00	10,00	10,00	74,93	70300,10	88463,82	
P2	20,00	10,00	10,00	20,00	74,61	70289,84	88481,00	
P3	40,00	10,00	10,00	20,00	74,30	70279,59	88498,17	
P4	60,00	10,00	10,00	20,00	73,99	70269,33	88515,34	
P5	80,00	10,00	7,11	17,11	73,67	70259,08	88532,51	
P6	94,21	7,11	2,89	10,00	73,45	70251,79	88544,71	
P7	100,00	2,89	10,00	12,89	73,36	70248,82	88549,68	
P8	120,00	10,00	10,00	20,00	73,05	70238,59	88566,86	
P9	140,00	10,00	10,00	20,00	72,74	70228,46	88584,11	
P10	160,00	10,00	10,00	20,00	72,42	70218,48	88601,44	
P11	180,00	10,00	10,00	20,00	72,11	70208,75	88618,91	
P12	200,00	10,00	7,11	17,11	71,80	70199,33	88636,56	
P13	214,22	7,11	2,89	10,00	71,57	70192,87	88649,22	
P14	220,00	2,89	10,00	12,89	71,48	70190,30	88654,40	
P15	240,00	10,00	10,00	20,00	71,17	70181,72	88672,46	
P16	260,00	10,00	10,00	20,00	70,86	70173,59	88690,74	
P17	280,00	10,00	10,00	20,00	70,54	70165,92	88709,21	
P18	300,00	10,00	7,99	17,99	70,23	70158,71	88727,86	
P19	315,97	7,99	2,01	10,00	69,98	70153,29	88742,89	
P20	320,00	2,01	10,00	12,01	69,92	70151,97	88746,69	
P21	340,00	10,00	10,00	20,00	69,60	70145,68	88765,68	
P22	360,00	10,00	10,00	20,00	69,29	70139,78	88784,79	
P23	380,00	10,00	10,00	20,00	68,98	70134,17	88803,98	
P24	400,00	10,00	10,00	20,00	68,66	70128,79	88823,25	
P25	420,00	10,00	7,99	17,99	68,35	70123,56	88842,55	
P26	435,97	7,99	2,01	10,00	68,10	70119,42	88857,98	
P27	440,00	2,01	10,00	12,01	68,04	70118,38	88861,87	
P28	460,00	10,00	10,00	20,00	67,72	70113,22	88881,19	
P29	480,00	10,00	10,00	20,00	67,41	70108,06	88900,51	
P30	500,00	10,00	10,00	20,00	67,10	70102,89	88919,83	
P31	520,00	10,00	10,00	20,00	66,77	70097,73	88939,16	
P32	540,00	10,00	10,00	20,00	66,42	70092,56	88958,48	
P33	560,00	10,00	10,00	20,00	66,05	70087,40	88977,80	
P34	580,00	10,00	10,00	20,00	65,66	70082,23	88997,12	
P35	600,00	10,00	10,00	20,00	65,26	70077,07	89016,44	
P36	620,00	10,00	10,00	20,00	64,86	70071,90	89035,76	
P37	640,00	10,00	10,00	20,00	64,46	70066,74	89055,09	

P38	660,00	10,00	10,00	20,00	64,05	70061,58	89074,41
P39	680,00	10,00	10,00	20,00	63,65	70056,41	89093,73
P40	700,00	10,00	10,00	20,00	63,25	70051,25	89113,05
P41	720,00	10,00	10,00	20,00	62,84	70046,08	89132,37
P42	740,00	10,00	10,00	20,00	62,44	70040,92	89151,69
P43	760,00	10,00	10,00	20,00	62,04	70035,75	89171,02
P44	780,00	10,00	10,00	20,00	61,63	70030,59	89190,34
P45	800,00	10,00	10,00	20,00	61,23	70025,43	89209,66
P46	820,00	10,00	10,00	20,00	60,83	70020,26	89228,98
P47	840,00	10,00	10,00	20,00	60,42	70015,10	89248,30
P48	860,00	10,00	10,00	20,00	60,02	70009,93	89267,63
P49	880,00	10,00	10,00	20,00	59,62	70004,77	89286,95
P50	900,00	10,00	10,00	20,00	59,21	69999,60	89306,27
P51	920,00	10,00	10,00	20,00	58,81	69994,44	89325,59
P52	940,00	10,00	10,00	20,00	58,41	69989,27	89344,91
P53	960,00	10,00	10,00	20,00	58,00	69984,11	89364,23
P54	980,00	10,00	10,00	20,00	57,60	69978,95	89383,56
P55	1000,00	10,00	10,00	20,00	57,19	69973,78	89402,88
P56	1020,00	10,00	10,00	20,00	56,79	69968,62	89422,20
P57	1040,00	10,00	10,00	20,00	56,39	69963,45	89441,52
P58	1060,00	10,00	10,00	20,00	55,98	69958,29	89460,84
P59	1080,00	10,00	10,00	20,00	55,58	69953,12	89480,16
P60	1100,00	10,00	10,00	20,00	55,18	69947,96	89499,49
P61	1120,00	10,00	10,00	20,00	54,77	69942,80	89518,81
P62	1140,00	10,00	10,00	20,00	54,37	69937,63	89538,13
P63	1160,00	10,00	10,00	20,00	53,97	69932,47	89557,45
P64	1180,00	10,00	9,11	19,11	53,56	69927,30	89576,77
P65	1198,23	9,11	0,89	10,00	53,20	69922,60	89594,38
P66	1200,00	0,89	10,00	10,89	53,16	69922,14	89596,09
P67	1220,00	10,00	10,00	20,00	52,76	69916,95	89615,41
P68	1240,00	10,00	10,00	20,00	52,35	69911,65	89634,69
P69	1260,00	10,00	10,00	20,00	51,95	69906,12	89653,91
P70	1280,00	10,00	9,11	19,11	51,55	69900,26	89673,04
P71	1298,23	9,11	0,89	10,00	51,18	69894,55	89690,35
P72	1300,00	0,89	10,00	10,89	51,14	69893,97	89692,02
P73	1320,00	10,00	10,00	20,00	50,74	69887,17	89710,83
P74	1340,00	10,00	3,55	13,55	50,34	69879,85	89729,44
P75	1347,11	3,55	6,45	10,00	50,19	69877,13	89736,01
P76	1360,00	6,45	10,00	16,45	49,93	69872,02	89747,84
P77	1380,00	10,00	10,00	20,00	49,53	69863,74	89766,05
P78	1400,00	10,00	10,00	20,00	49,13	69855,10	89784,09
P79	1420,00	10,00	10,00	20,00	48,72	69846,20	89802,00

P80	1440,00	10,00	10,00	20,00	48,32	69837,11	89819,81
P81	1460,00	10,00	0,29	10,29	47,92	69827,94	89837,59
P82	1460,57	0,29	9,71	10,00	47,91	69827,68	89838,10
P83	1480,00	9,71	10,00	19,71	47,51	69818,77	89855,36
P84	1500,00	10,00	10,00	20,00	47,11	69809,68	89873,17
P85	1520,00	10,00	10,00	20,00	46,71	69800,76	89891,08
P86	1540,00	10,00	10,00	20,00	46,30	69792,11	89909,10
P87	1560,00	10,00	10,00	20,00	45,90	69783,80	89927,30
P88	1580,00	10,00	10,00	20,00	45,50	69775,94	89945,69
P89	1600,00	10,00	10,00	20,00	45,09	69768,63	89964,30
P90	1620,00	10,00	1,98	11,98	44,69	69761,95	89983,15
P91	1623,96	1,98	8,02	10,00	44,61	69760,71	89986,92
P92	1640,00	8,02	10,00	18,02	44,29	69756,00	90002,25
P93	1660,00	10,00	10,00	20,00	43,88	69750,83	90021,56
P94	1680,00	10,00	10,00	20,00	43,48	69746,43	90041,07
P95	1700,00	10,00	10,00	20,00	43,08	69742,81	90060,74
P96	1720,00	10,00	10,00	20,00	42,67	69739,98	90080,54
P97	1740,00	10,00	1,51	11,51	42,27	69737,95	90100,44
P98	1743,02	1,51	8,49	10,00	42,21	69737,71	90103,44
P99	1760,00	8,49	10,00	18,49	41,87	69736,70	90120,40
P100	1780,00	10,00	10,00	20,00	41,46	69736,16	90140,39
P101	1800,00	10,00	10,00	20,00	41,06	69736,20	90160,39
P102	1820,00	10,00	10,00	20,00	40,66	69736,72	90180,38
P103	1840,00	10,00	10,00	20,00	40,25	69737,59	90200,36
P104	1860,00	10,00	10,00	20,00	39,85	69738,72	90220,33
P105	1880,00	10,00	1,51	11,51	39,45	69739,97	90240,29
P106	1883,02	1,51	8,49	10,00	39,39	69740,16	90243,30
P107	1900,00	8,49	10,00	18,49	39,04	69741,25	90260,25
P108	1920,00	10,00	10,00	20,00	38,64	69742,54	90280,21
P109	1940,00	10,00	10,00	20,00	38,24	69743,82	90300,17
P110	1960,00	10,00	10,00	20,00	37,83	69745,10	90320,12
P111	1980,00	10,00	10,00	20,00	37,43	69746,39	90340,08
P112	2000,00	10,00	10,00	20,00	37,03	69747,67	90360,04
P113	2020,00	10,00	10,00	20,00	36,62	69748,95	90380,00
P114	2040,00	10,00	10,00	20,00	36,22	69750,23	90399,96
P115	2060,00	10,00	10,00	20,00	35,82	69751,52	90419,92
P116	2080,00	10,00	10,00	20,00	35,41	69752,80	90439,88
P117	2100,00	10,00	10,00	20,00	35,01	69754,08	90459,84
P118	2120,00	10,00	10,00	20,00	34,61	69755,37	90479,79
P119	2140,00	10,00	10,00	20,00	34,20	69756,65	90499,75
P120	2160,00	10,00	10,00	20,00	33,80	69757,93	90519,71
P121	2180,00	10,00	10,00	20,00	33,40	69759,22	90539,67

P122	2200,00	10,00	6,26	16,26	32,99	69760,50	90559,63
P123	2212,53	6,26	3,74	10,00	32,74	69761,30	90572,13
P124	2220,00	3,74	10,00	13,74	32,59	69761,78	90579,59
P125	2240,00	10,00	10,00	20,00	32,19	69763,10	90599,54
P126	2260,00	10,00	1,26	11,26	31,78	69764,53	90619,49
P127	2262,53	1,26	8,74	10,00	31,73	69764,72	90622,01
P128	2280,00	8,74	10,00	18,74	31,38	69766,13	90639,43
P129	2300,00	10,00	10,00	20,00	30,98	69767,94	90659,35
P130	2320,00	10,00	10,00	20,00	30,57	69769,94	90679,25
P131	2340,00	10,00	10,00	20,00	30,17	69772,15	90699,12
P132	2360,00	10,00	10,00	20,00	29,77	69774,55	90718,98
P133	2380,00	10,00	10,00	20,00	29,36	69777,15	90738,81
P134	2400,00	10,00	10,00	20,00	28,96	69779,95	90758,61
P135	2420,00	10,00	10,00	20,00	28,56	69782,95	90778,39
P136	2440,00	10,00	10,00	20,00	28,15	69786,14	90798,13
P137	2460,00	10,00	10,00	20,00	27,75	69789,54	90817,84
P138	2480,00	10,00	10,00	20,00	27,37	69793,12	90837,52
P139	2500,00	10,00	5,99	15,99	27,02	69796,91	90857,15
P140	2511,98	5,99	4,01	10,00	26,84	69799,27	90868,90
P141	2520,00	4,01	10,00	14,01	26,72	69800,89	90876,75
P142	2540,00	10,00	10,00	20,00	26,46	69805,03	90896,32
P143	2560,00	10,00	0,99	10,99	26,23	69809,26	90915,87
P144	2561,98	0,99	9,01	10,00	26,21	69809,68	90917,80
P145	2580,00	9,01	10,00	19,01	26,05	69813,51	90935,41
P146	2600,00	10,00	10,00	20,00	25,90	69817,75	90954,96
P147	2620,00	10,00	7,29	17,29	25,80	69822,00	90974,50
P148	2634,57	7,29	2,71	10,00	25,75	69825,09	90988,74
P149	2640,00	2,71	10,00	12,71	25,74	69826,25	90994,04
P150	2660,00	10,00	10,00	20,00	25,71	69830,58	91013,57
P151	2680,00	10,00	7,29	17,29	25,71	69835,25	91033,02
P152	2694,57	7,29	2,71	10,00	25,71	69839,00	91047,10
P153	2700,00	2,71	10,00	12,71	25,70	69840,50	91052,31
P154	2720,00	10,00	10,00	20,00	25,70	69846,50	91071,39
P155	2740,00	10,00	10,00	20,00	25,70	69853,26	91090,21
P156	2760,00	10,00	10,00	20,00	25,65	69860,76	91108,75
P157	2780,00	10,00	10,00	20,00	25,65	69869,00	91126,97
P158	2800,00	10,00	10,00	20,00	25,65	69877,97	91144,85
P159	2820,00	10,00	10,00	20,00	25,65	69887,64	91162,35
P160	2840,00	10,00	10,00	20,00	25,65	69898,00	91179,46
P161	2860,00	10,00	10,00	20,00	25,65	69909,04	91196,13
P162	2880,00	10,00	10,00	20,00	25,65	69920,74	91212,35
P163	2900,00	10,00	10,00	20,00	25,65	69933,08	91228,09

P164	2920,00	10,00	10,00	20,00	25,65	69946,03	91243,33
P165	2940,00	10,00	10,00	20,00	25,65	69959,59	91258,03
P166	2960,00	10,00	6,76	16,76	25,65	69973,72	91272,18
P167	2973,52	6,76	3,24	10,00	25,65	69983,59	91281,42
P168	2980,00	3,24	10,00	13,24	25,65	69988,41	91285,75
P169	3000,00	10,00	10,00	20,00	25,65	70003,56	91298,81
P170	3020,00	10,00	6,76	16,76	25,65	70019,00	91311,52
P171	3033,52	6,76	3,24	10,00	25,65	70029,51	91320,02
P172	3040,00	3,24	10,00	13,24	25,65	70034,56	91324,09
P173	3060,00	10,00	10,00	20,00	25,65	70050,12	91336,65
P174	3080,00	10,00	9,79	19,79	25,65	70065,68	91349,21
P175	3099,58	9,79	0,21	10,00	25,65	70080,92	91361,51
P176	3100,00	0,21	10,00	10,21	25,65	70081,25	91361,77
P177	3120,00	10,00	10,00	20,00	25,65	70097,24	91373,78
P178	3140,00	10,00	10,00	20,00	25,65	70113,99	91384,70
P179	3160,00	10,00	10,00	20,00	25,65	70131,43	91394,48
P180	3180,00	10,00	10,00	20,00	25,65	70149,49	91403,07
P181	3200,00	10,00	10,00	20,00	25,65	70168,08	91410,44
P182	3220,00	10,00	10,00	20,00	25,65	70187,11	91416,56
P183	3240,00	10,00	10,00	20,00	25,65	70206,52	91421,40
P184	3260,00	10,00	10,00	20,00	25,65	70226,20	91424,93
P185	3280,00	10,00	10,00	20,00	25,65	70246,07	91427,14
P186	3300,00	10,00	3,80	13,80	25,65	70266,05	91428,03
P187	3307,60	3,80	6,20	10,00	25,65	70273,65	91428,01
P188	3320,00	6,20	10,00	16,20	25,65	70286,05	91427,83
P189	3340,00	10,00	10,00	20,00	25,65	70306,04	91427,55
P190	3360,00	10,00	10,00	20,00	25,65	70326,04	91427,26
P191	3380,00	10,00	8,32	18,32	25,65	70346,04	91426,97
P192	3396,63	8,32	0,00	8,32	25,65	70362,67	91426,73

MAPLE BY THE OCEAN T.M.C.

