



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE : GENIE CIVIL ET ARCHITECTURE
DEPARTEMENT : GENIE CIVIL

MEMOIRE DE LICENCE (VOA)

Présenté par :

KHERCHA Mohamed Amine

Et

TARECHE Hadj Ali

DOMAINE : Sciences et Technologies

FILIERE : Travaux Publics

OPTION : Voies et Ouvrages d'Art

Thème

Etude d'un tronçon routier

Soutenu le :

Jury de soutenance:

Nom et Prénom	Grade	Qualité
Mr. Rachidi N.	MAA	Président
Mr. Bachiri A.	MCA	Examineur
Mr. Madani Bederina	Pr	Encadreur
/	/	Invité

Année Universitaire 2023-2024

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail

*Au meilleur des pères et à ma très chère
maman, qu'ils trouvent en moi la source
de leur fierté qui ne cessent de me
donner avec amour le nécessaire pour
que je puisse arriver à ce que je suis
aujourd'hui.*

*Que dieu les protège et que la réussite
soit toujours à ma portée pour que je
puisse vous combler de bonheur.*

À mes sœurs.

À toute ma famille.

*A tous les gens qui me connaissent et
que je connais.*

*À tous ceux qui me sont chers, aux
personnes qui m'ont aidé et encouragé
de près ou de loin, qui étaient toujours à
mes côtés.*

Khercha Mohamed El amine

DEDICACE

Je dédie cet humble travail à la prunelle
de mes yeux, à ma mère Fatima, qui a
toujours été à mes côtés et s'est battue de
toutes ses forces pour mon bonheur et
ma réussite, à mon cher père Abd el
Razzaq, qui m'a toujours soutenu, à ma
chère sœur qui m'a toujours encouragé à
faire de mon mieux, ainsi qu'à toute ma
famille, en particulier Nasser.

Et à tous mes amis

Tareche Hadj-Ali

Remerciements

✚ Tout d'abord, nous tenons à remercier Allah, le clément et le miséricordieux de nous avoir donné la santé et le courage de mener à bien ce travail.

✚ Nous adressons nos sincères remerciements et notre appréciation à L'Encadreur **Mr. BEDERINA Madani** pour tous les conseils et les informations précieuses qu'il nous a fournis et son soutien et sa position à nos côtés pendant tous nos parcours scolaires.

✚ Nous voudrions également exprimer nos remerciements aux membres du jury : monsieur **Rachidi N. et monsieur Bachiri A.** pour avoir accepté de juger notre modeste mémoire.

✚ Nos remerciements vont aussi à tous les enseignants de l'Université de Laghouat, en particulier, ceux du département de Génie Civil.

✚ Nous remercions tous ceux et celles qui, de près ou de loin, nous ont apporté des aides et des encouragements. Qu'ils trouvent ici l'expression de notre profonde gratitude :

✚ Nous remercions enfin nos collègues et nos familles pour leur coopération et leur soutien.

ملخص

إن إنجاز الطريق وإنشاء شبكة من الطرق يحتاج إلى دراسة معمقة من طرف جهات مختصة ومهندسين مختصين في هذا الميدان وعلى رأسهم وزارة الأشغال العمومية والفروع التي تتضمنها، وذلك بهدف تعزيز وتطوير الطرقات وضمان استعمالها بكل أمان وسهولة مما يساهم في توزيع نسبة التدفق بشكل منتظم وربط مختلف المناطق عبر مسافات معينة

وبالتالي يتضمن عملنا هذا دراسة مشروع جزء من الطريق يربط بين نقطتين ولتكن أ وب على مسافة محددة وذلك بتطبيق المعارف المكتسبة والمخططات الهندسية اللازمة من أجل تحديد أبعاد الطريق مستعملين كل من مخطط المسار والمقطع الطولي والمقاطع العرضية للطريق، وأخيرا حساب تكعيب التربة وتحديد بنية وأبعاد قارعة الطريق.

الكلمات المفتاحية: طرق، قارعة الطريق، مخطط السطح، المقطع الطولي، المقاطع العرضية، تكعيب التربة، حساب الأبعاد.

Résumé

L'achèvement de la route et la réalisation d'un réseau routier nécessitent une étude approfondie de la part d'autorités compétentes et d'ingénieurs spécialisés dans ce domaine, en particulier le ministère des Travaux publics et ses branches. Et ce, dans le but de renforcer et de développer les routes et de garantir leur utilisation en toute sécurité et facilité, ce qui contribue à répartir le trafic de manière ordonnée et à relier les différentes régions.

Par conséquent, notre travail consiste à étudier un projet de tronçon de route reliant deux points A et B sur une distance déterminée, en appliquant les connaissances acquises et les plans techniques nécessaires pour déterminer les dimensions de la route en utilisant, à la fois, le tracé en plan, le profil en long et les profils en travers de la route, et enfin à calculer la cubature des terres et à définir la structure et les dimensions de la chaussée.

Mots clés : Route, chaussée, tracé en plan, profil en long, profils en travers, cubatures, dimensionnement.

ABSTRACT

Completing a road project and establishing a road network requires thorough study by competent authorities and engineers specializing in this field, particularly the Ministry of Public Works and its branches. The goal is to strengthen and develop roads, ensuring their safe and easy use, which contributes to orderly traffic distribution and connects different regions. Therefore, our work involves studying a road section project connecting two points, A and B, over a considerable distance. We will apply the acquired knowledge and necessary technical plans to determine the road's dimensions, utilizing both the horizontal alignment, longitudinal profile, and cross-sections of the road. Finally, we will calculate the earthworks volume and define the structure and dimensions of the pavement.

Key-words: Road, Pavement, Alignment, Longitudinal profile, Cross-sections, volumes, Dimensioning.

Sommaire

INTRODUCTION GÉNÉRALE

I. PRESENTATION DU PROJET

I.1- SITUATION.....	1
I.2- ENVIRONNEMENT DE LA ROUTE.....	2
I.1.1- La dénivelée cumulée moyenne h/L	2
I.1.2- Sinuosité.....	3
I.1.3- Type d'environnement	3
I.3.- PRESENTATION DU TRAFIC	4
• Conclusion.....	7

II. TRACE EN PLAN

II.1. Définition	8
II.2. Règle à respecter dans le tracé en plan	8
II.3. Eléments du tracé en plan	9
II.3.1. Règles concernant la longueur des alignements	9
II.3.2. Règles concernant les arcs de cercle	10
II.3.2. Eléments géométriques d'un raccordement circulaire	13
• Conclusion	

III. PROFIL EN LONG

III.1. Définition	17
III.2. Règles à respecter dans le tracé du profil en long.....	18
III.3. Eléments de composition du profil en long.....	18
III.4. Déclivités	18
III.5. Raccordements en profil en long.....	20
• Conclusion	

IV. PROFILS EN TRAVERS

IV.1. Définition	26
IV.2. Eléments constitutifs du profil en travers	26
IV.3. Différents types de profil	27
IV.4. Profil en travers type	27
IV.5. Profil en travers type du projet	28
• Conclusion	

V. CUBATURES DES TERRES

V.1. Introduction	34
V.2. Calcul des surfaces	35
V.3. Calcul des volumes	36
• Conclusion	

VI. DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

VI.1. Introduction	29
VI.2. Chaussées.....	29
VI.3. Différents types de chaussées.....	29
VI.4. Différents facteurs relatifs au dimensionnement des chaussées	31
VI.5. Les principales méthodes de dimensionnement	31
• Conclusion	

CONCLUSION GÉNÉRALE

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXE

Liste des figures

Figures	Page
Fig. I-1 Situation géographique de la wilaya de Laghouat.	1
Fig. I-2 La dénivelée cumulée moyenne	3
Fig. II-1 Eléments géométriques du tracé en plan	8
Fig. II-2 Eléments composant le tracé en plan	9
Fig. II-2 Elargissement de la chaussée	12
Fig. II-3 Eléments géométriques d'un raccordement circulaire	13
Fig. III-1 Eléments géométriques du profil en long	17
Fig. III-2 Déclivités dans un profil en long	19
Fig. III-3 Visibilité en courbe convexe	20
Fig. III-4 Visibilité en courbe concave	22
Fig. IV-1 Eléments constitutifs du profil en travers	26
Fig. IV-1 Types de profils en travers	27
Fig.V-1 Calcul des surfaces de déblai et de remblai	30
Fig.V-2 Calcul du profil fictif	33
Fig.V-3 Foisonnement et tassement des terres	34
Fig. VI-1 Différentes couches qui constituent la structure de la chaussée	36
Fig. VI-2 Structure de la chaussée envisagée	36

Liste des tableaux

Tableaux	Page
Classification du relief en fonction de la dénivelée cumulée moyenne	5
Classification de la sinuosité moyenne	6
Environnement en fonction du relief et de la sinuosité	6
Coefficients d'équivalence pour chaque matériau	32

INTRODUCTION GÉNÉRALE

INTRODUCTION GÉNÉRALE

L'un des facteurs les plus importants qui aident et contribuent au développement de l'économie des pays sont les routes et les infrastructures de base, en général. Les routes de toutes sortes et les chemins de fer sont ceux qui jouent un rôle important dans l'ouverture du champ et la facilitation de la circulation et de la fluidité du trafic de manière ordonnée et plus rapide, et donc les échanges commerciaux sont effectués en toute sécurité grâce au transport de marchandises et de personnes sur différentes distances afin qu'ils relient différents pays ou villes, ce qui renforce les relations politiques et sociales et améliore l'efficacité de l'économie. Les usagers de la route doivent trouver tout le confort et la facilité nécessaires, et cela grâce à des ingénieurs et des spécialistes dans le domaine de la construction et de la réalisation des routes, dirigés par le ministère des Travaux publics.

Notre travail se concentre sur l'étude et la réalisation d'un tronçon de route reliant deux zones séparées par une distance d'environ 483 mètres.

L'étude de ce mini-projet nous permettra d'exploiter nos acquis antérieurs et les connaissances théoriques et pratiques que nous avons acquises au cours de notre parcours scolaire, d'utiliser des plans géométriques et de déterminer les dimensions nécessaires à la construction des routes.

Ce travail contient cinq chapitres organisés comme suit :

Après une introduction générale ;

- Le premier chapitre est consacré à une présentation générale du projet (situation, environnement de la route, présentation du trafic...)
- Le deuxième chapitre est consacré à l'étude du tracé en plan de la route.
- Le troisième chapitre est dédié au profil en long.
- Le quatrième chapitre étudie et présente les profils en travers.
- Le cinquième chapitre est consacré à la cubature des terres.
- Le sixième chapitre est consacré au dimensionnement du corps de la chaussée.

Et enfin on clôture par une conclusion générale.

I. PRESENTATION DU PROJET

I.1. Situation

Le projet consiste à la construction d'une route de 2 voies sur longueur estimée à 483 mètres reliant deux points (A) et (B) situés dans une zone de la wilaya de Laghouat, afin d'améliorer le réseau routier dans cette région et de faciliter la communication entre les différents endroits de cette zone.

➤ OBJECTIF DE L'ETUDE :

Cette étude a été conçue dans l'objectif d'améliorer l'aménagement routier, de telle sorte à augmenter le niveau de service et de sécurité des usagers, et aussi pour assurer une bonne fluidité de la circulation sur ce tronçon, afin d'obtenir une variante qui répond effectivement aux critères économique, confort et Environnement.

Notre objectif principal consiste à faire la conception et l'étude d'un tronçon routier sur une distance de 483 m, en utilisant des plans géométriques de routes (tracé en plan, profil en long, profil en travers), tout en appliquant toutes les connaissances que nous avons acquises au cours de notre parcours scolaire.

I.2. Présentation de la wilaya

La wilaya de LAGHOUAT située au milieu d'Algérie dans une position géostratégique qui permet de jouer un rôle prépondérant dans le développement de la région. Elle représente la 03^{ème} wilaya de l'administration territoriale algérienne, la wilaya caractérisée par un climat semi-aride. Elle est composée 24 communes réparties sur 10 daïras. Elle est délimitée géographiquement par :

- La wilaya **Djelfa** à l'Est.
- La wilaya de **Ghardaïa** au sud.
- La wilaya **EL-BAYADH** à l'ouest.
- La wilaya de **Tiaret** au nord.

Situation géographique de la wilaya

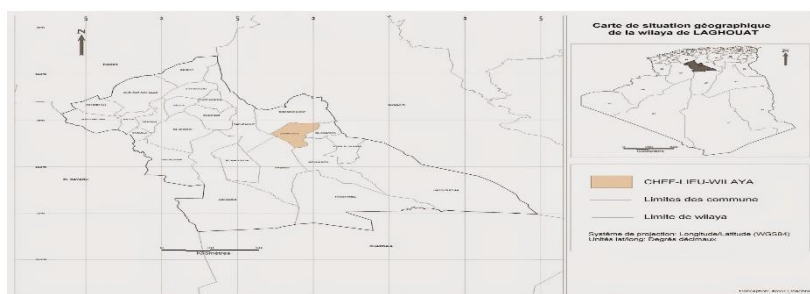


Fig. I-1 Situation géographique de la wilaya de Laghouat.

I.3. Présentation de la route RN23

Pour un tronçon de route supposé inspirée de la routes RN23, nous allons donner une brève présentation de la Route Nationale RN23; Cette route débute de la wilaya de Mostaganem jusqu'à l'est de Relizane – Zemmoura – Mendes – Rahouiya – Tiaret – Sougueur – Ain deheb – Aflou et se termine en fin à la wilaya de Laghouat.

La partie appartenant à la Wilaya de Laghouat débute de Hassiane Eddib, en passant par Aflou vers Laghouat sur 155 km. La direction des travaux publics Laghouat, le Laboratoire des Travaux Publics du Sud, unité de Ghardaïa, sont chargés de l'étude géotechnique du dédoublement de la RN23 sur une longueur allant du PK 243+000 au PK 398+000.

✓ **Remarque :** On va donc calculer et étudier notre projet sur la base des données de la route (RN23)

I.4. ENVIRONNEMENT DE LA ROUTE

L'environnement de la route, est par définition l'état actuel du relief du terrain naturel, il y a trois classes d'environnement (E1, E2, E3); elles sont caractérisées par deux facteurs principaux:

- **La dénivelée cumulée moyenne h/L ;**
- **La sinuosité moyenne Ls/L.**

I.4.1. La dénivelée cumulée moyenne

C'est la somme, en valeur absolue, des dénivelées successives rencontrées le long de l'itinéraire sur la longueur totale du projet, elle est définie par la relation I-1 :

$$h/L = \frac{\sum h_i}{L} \dots\dots\dots (I-2)$$

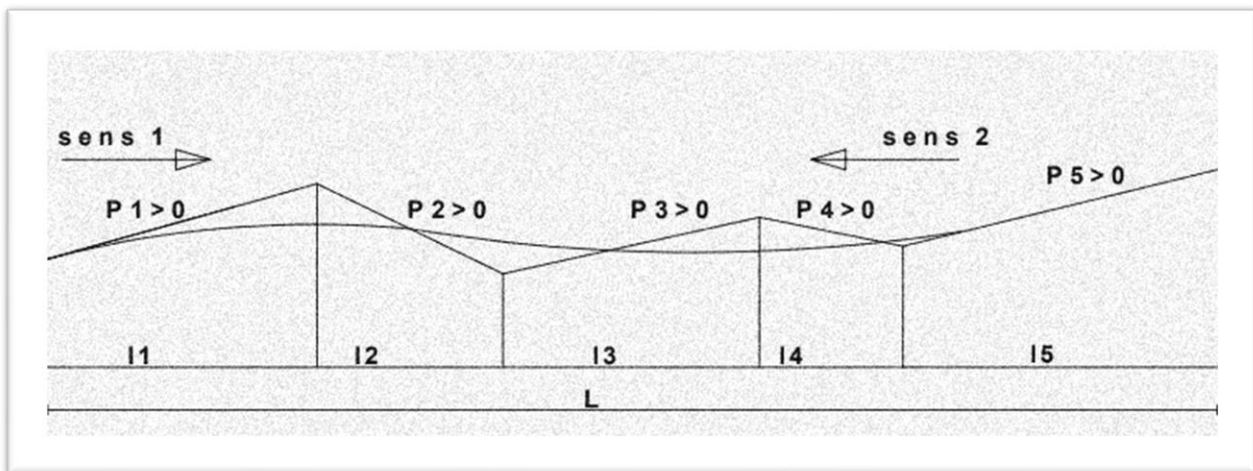


Fig. I-2. La dénivelée cumulée moyenne.

I.4.2. La sinuosité moyenne

La sinuosité moyenne est égale au rapport entre la longueur sinueuse (LS) et la longueur totale de l'itinéraire ; la longueur sinueuse est la longueur cumulée des courbes de rayon en plan inférieur ou égal à 200 m ($R \leq 200$ m). Elle est déterminée par la relation I-2 :

$$\sigma = LS/L \quad (I-2)$$

I.4.3. Type d'environnement

Pour le type d'environnement d'une route, on a trois types E1, E2, E3. En déterminant l'état du Terrain naturel (plat, vallonné ou montagneux) et sa sinuosité sur le plan horizontal, on peut déterminer le type d'environnement qu'on a.

I.5. PRESENTATION DU TRAFIC

Dans l'étude des projections des trafics, la première opération consiste à définir un certain nombre de flux de trafic qui constitue des ensembles homogènes, en matière d'évolution ou d'affectation.

- Les diverses méthodes utilisées pour estimer le trafic dans le futur sont :
 - ✓ Prolongation de l'évolution dans le passé.
 - ✓ Corrélation entre le trafic et les paramètres économiques.
 - ✓ Modèle gravitaire.
 - ✓ Modèle de facteur de croissance.

Remarque :

- Le trafic de notre étude estimé égal à 3000 véhicules par jour.
- La route de la catégorie 4 (vitesse de base 60 km/h).

I.6. APPLICATION AU PROJET

- **La dénivelée cumulée moyenne h/L :**
Le tracé de projet que nous avons effectué donne :

Pour notre projet on a un tracé de $L = 483$ m

Pour la dénivelée on a : $h = 22$ m

Alors La **dénivelée cumulée moyenne** = $\frac{22}{483} = 4\%$

Tableau I.1 : Classification du relief en fonction de la dénivelée cumulée moyenne

N° de code	classification	La dénivelée cumulée moyenne h /L
1	Terrain plat	$h/L \leq 1,5\%$
2	Terrain vallonné	$1.5\% < h/L \leq 4\%$
3	Terrain montagneux	$4\% < h/L$

Selon le Tableau I.1 (B40), h/L est entre 1.5% et 4% —> donc **Terrain est vallonné.**

- **Sinuosité:**

Dans notre projet le rayon de courbe est supérieur à 200 m ($R \geq 200$ m).

$$\sigma = \frac{Ls}{L} \longrightarrow \sigma = \frac{0}{483} = 0 \longrightarrow 0 < 0.1 \text{ selon le Tableau I.2 ci-dessous:}$$

Tableau I.2 : Classification de la sinuosité moyenne

N° de code	Classification	Sinuosité moyenne
1	Sinuosité faible	$\sigma \leq 0.1$
2	Sinuosité moyenne	$0.1 < \sigma \leq 0.3$
3	Sinuosité forte	$0.3 < \sigma$

—> **La Sinuosité Faible**

Tableau I.3 : Environnement en fonction du relief et de la sinuosité

Sinuosité \ Relief	Faible	Moyenne	Fort
Plat	E ₁	E ₂	
vallonné	E ₂	E ₂	E ₃
Montagneux	 	E ₃	E ₃

- **Type d'environnement :**

Puisqu' on a trouvé que le terrain est vallonné et la sinuosité faible, ce qui donne, d'après le Tableau I.3, le type d'environnement E2.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté toutes les informations nécessaires pour l'étude de ce projet : situation, relief, trafic etc. D'après la norme B40, on a trouvé que le dénivelé cumulé moyenne égale à 4 % et sinuosité faible, alors l'environnement de la route est E2, alors on peut dire que notre projet est situé dans une région adaptable pour le tracé de la route.

Il convient de noter que toutes les informations présentées dans ce chapitre vont servir de données de base pour les différents calculs du projet : Tracé en plan, profil en long, profils en travers, dimensionnement de la chaussée et cubature.

III.TRACE EN PLAN

II.1. Définition

Comme définition du tracé en plan de la route, on peut dire que c'est une carte topographique et d'identité de la route. En effet, sa projection sur un plan horizontal permet d'identifier la nature du terrain et l'altitude de chaque point du tracé, grâce aux courbes de niveau.

Le tracé d'une route se compose de plusieurs segments droits (**alignements**) reliés entre eux progressivement par des courbes horizontales de forme circulaire ou **clothoïde**.

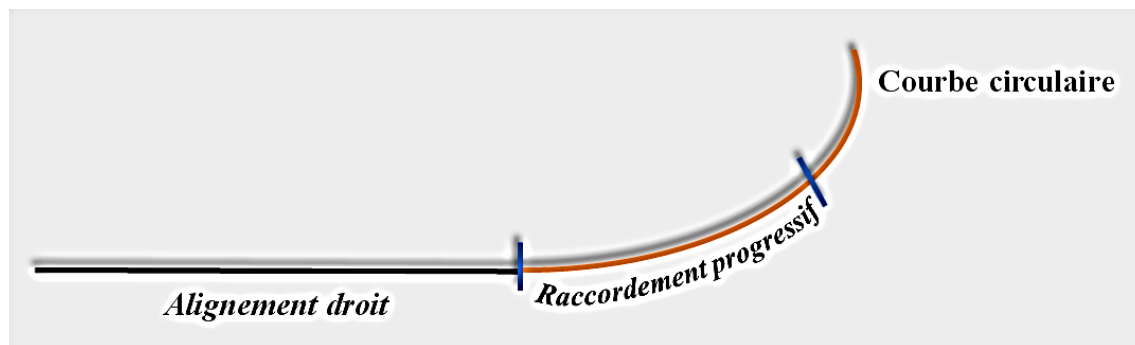


Fig. II-1 Eléments géométriques du tracé en plan

- Toutes ses caractéristiques doivent se conformer à des conditions géométriques permettant d'assurer la visibilité et la stabilité des véhicules, ainsi que le confort, en tenant compte de plusieurs facteurs, dont les forces de frottement avec la couche de roulement de la chaussée et la vitesse de référence de la route selon la catégorie. (**Selon les normes routières de B40**)

II.2. Règle à respecter dans le tracé en plan

Pour un tracé d'une route qui assure les conditions nécessaires, on doit respecter les critères ci-dessous, selon le B40 :

- Respecter les réseaux routiers existants.
- Les courbes horizontales doivent être limitées avec un rayon inférieur à **RHnd (rayon horizontale non déversé)** avec raccordement progressif.
- Respecter les propriétés privées et ne pas les traverser sans autorisation.
- Ne pas traverser les vallées et les rivières afin minimiser, le maximum, la réalisation des ouvrages d'art.
- Éviter les sites naturellement actifs comme les catastrophes naturelles.
- Il faut s'adapter avec le terrain naturel le plus possible.
- Éviter les alignements droits très longs en prévoyant de 20 à 40% du tracé sous forme de courbes horizontales, afin d'améliorer la sécurité et le confort des usagers, en évitant la

monotonie, l'éblouissement des phares et les rayons solaires, réduisant ainsi les risques d'accidents.

II.3. Eléments du tracé en plan

Le tracé de la route nécessite une étude qui implique de revoir sa composition, car l'axe de la route est composé de **lignes droites (alignements)**, **des arcs de cercle** et des **raccordements progressifs**, comme l'illustre le schéma ci-dessous:

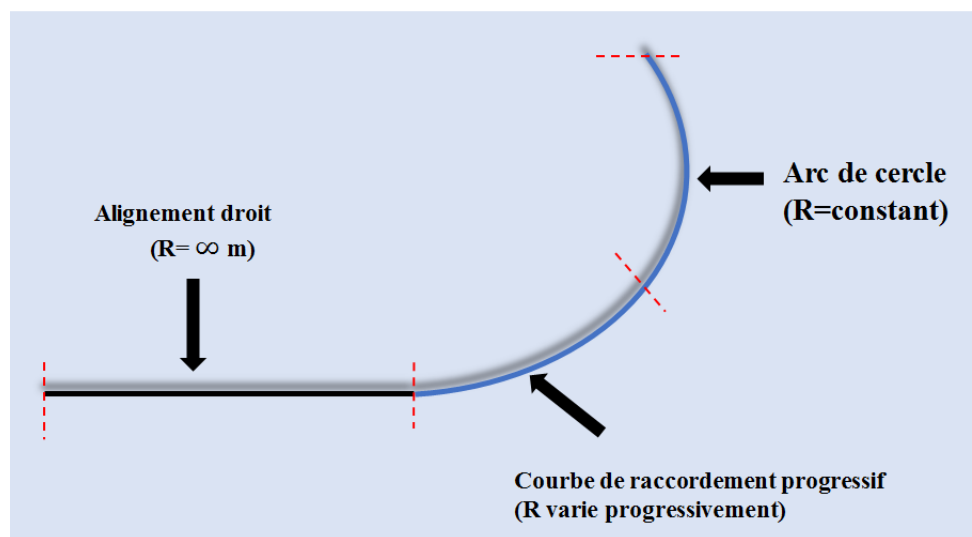


Fig. II-2 Eléments composant le tracé en plan

II.3.1. Règles concernant la longueur des alignements

Lorsqu'on parle de lignes droites (**Des alignements**) dans le tracé d'une route qui devra séparer deux courbes circulaires de même direction, donc il faut éviter d'utiliser de long alignement afin d'éviter la monotonie pour conducteur sur la route. On peut donc recourir à des virages pour renouveler la concentration du chauffeur pendant la conduite et réduire l'effet des phares pendant la conduite de nuit et le lever de soleil le matin et coucher du soleil l'après-midi.

On distingue deux types d'alignements droits en fonction de la distance :

La longueur minimum (à la distance parcourue pendant 5 s) doit être :

$$L_{\min} = t \times \frac{60}{3.6} \longrightarrow L_{\min} = 5 \times \frac{Vb}{3.6} \quad \dots\dots (II-1)$$

<p>t= 5 seconds Vb: vitesse de base en Km/h L_{min} : La longueur minimum en (m)</p>
--

La longueur maximum (à la distance parcourue pendant 60 s) doit être :

$$L_{\max} = t \times \frac{Vb}{3.6} \longrightarrow L_{\max} = 60 \times \frac{Vb}{3.6} \quad \dots(II-2)$$

<p>t= 60 seconds Vb: vitesse de base en km/h L_{max}: La longueur maximum en (m)</p>
--

II.3.2. Règles concernant les arcs de cercle (Courbe horizontale)

Pour les courbes horizontales (arc de cercle) ou bien les virages dans le tracé de la route il y a des facteurs et des règles qu'il faut respecter ; alors on a trois conditions qui doivent être assurées pour ces courbes, telles que :

- La stabilité des véhicules.
- L'entrée de véhicules longs dans les situations de faible rayon de courbure.
- La visibilité dans en plan.

II.3.2.1. La stabilité des véhicules

Automatiquement dans les arcs de cercles, les véhicules sont soumis à une force centrifuge qui peut constituer un danger pour eux, car elle peut les faire sortir de leur trajectoire ou se renverser. Par conséquent, il est nécessaire de réduire cette force afin de garantir la stabilité des véhicules lors de leur passage dans ces courbes. Cela peut être réalisé, en inclinant la route dans le plan transversal selon un certain angle (tangente).

- Donc le rayon R minimal doit être :

$$R_{min} = \frac{V^2}{127(f_t + d)} \quad \dots\dots(\text{II-3})$$

R_{min} : rayon minimal en (m)

f_t : coefficient de frottement transversal (**f_t = 0.13**)

d: le dévers

- **Rayon horizontal minimal absolu**

C'est le rayon minimum pour lequel la stabilité du véhicule est assurée ; il ne faut jamais descendre au-dessous de cette valeur, il est exprimé par :

$$RHm = \frac{V^2}{127(f_t + d_{max})} \quad \dots\dots(\text{II-4})$$

RH_m: Rayon horizontal minimal absolu en (m)

f_t : coefficient de frottement transversal (**f_t = 0.13**)

d_{max} : le dévers maximal

- **Rayon minimal normal**

Le rayon minimal normal **RHN** doit permettre à des véhicules dépassant V de 20 (km/h) de rouler en sécurité, il est exprimé par :

$$RHn = \frac{(V + 20)^2}{127(f_t + d_{max})} \quad \dots\dots(\text{II-5})$$

RH_n : Rayon minimal normal en (m)

f_t : coefficient de frottement transversal (**f_t = 0.13**)

d_{max} : le dévers maximal (**d_{max}=0.07**)

II.3.2.2. Inscription des véhicules

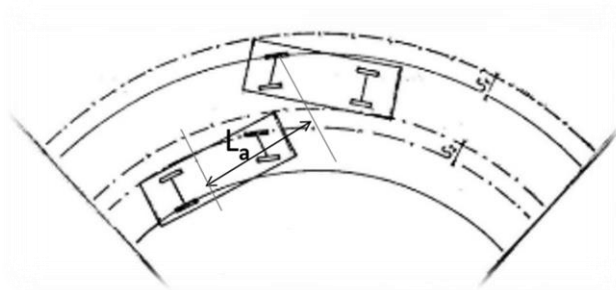
Dans un courbe avec un rayon R inférieure à 200 m, les véhicules occupent une largeur plus grande que sur l'alignement droit, compte tenu de l'empattement du véhicule. Il faut donc, soit augmenter le rayon, soit élargir la chaussée par la vérification de la relation suivante :

$$S = \frac{L_a^2}{R} + 0.5 \text{ m} \quad \dots\dots(\text{II-6})$$

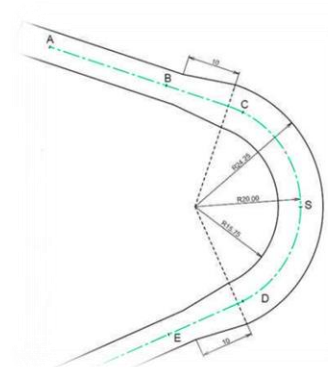
R : rayon de l'axe de la route en (m)

L_a : longueur du véhicule = Empattement + saillie

avant (valeur moyenne **L** = 8-10 m)



Cas d'augmentation de rayon



Cas d'élargir de la chaussée

II.3.2.3. Visibilité en plan

Un virage d'une route peut être masqué du côté inférieur de la courbe par un talus de déblai, ou bien par un obstacle naturel. Dans ce cas, il faut assurer une visibilité suffisante au conducteur d'un véhicule par prendre en compte les solutions possibles suivantes :

- ✓ On doit augmenter le rayon
- ✓ Reculer le talus ou abattre les obstacles sur une certaine largeur « u » à déterminer
- ✓ On peu limiter la vitesse

Alors Le rayon qui assure la visibilité est :

—————> Dans une route de sens unique ($D \geq da$)

$$R \geq \frac{d_a^2}{8u} \dots\dots(\text{II-7})$$

da : distance d'arrêter

R : rayon

—————> Dans une route avec deux sens opposés ($D \leq da$)

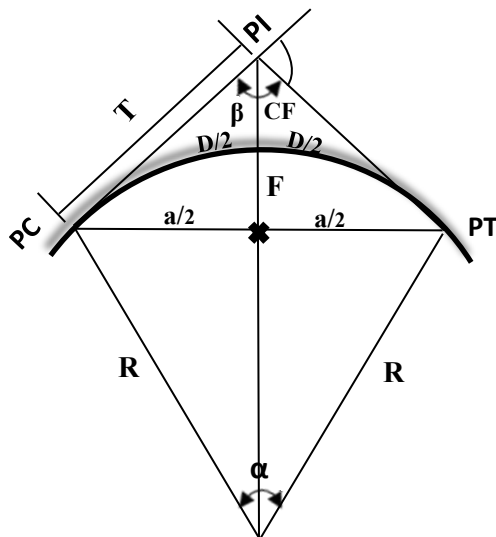
$$R \geq \frac{d_a^2}{2u} \dots\dots(\text{II-8})$$

da : distance d'arrêter

R : rayon

II.3.2. Éléments géométriques d'un raccordement circulaire

Pour une courbe horizontale circulaire, on détermine les éléments géométriques suivants :



- α** : angle centrale
- β** : angle entre tangentes
- D** : la longueur de la courbe
- T** : tangente
- F** : Flèche
- CF** : Contre flèche
- a** : la corde

Fig. II-2 Éléments géométriques d'un raccordement circulaire

- Les relations de Eléments géométriques d'un raccordement circulaire :

$$\beta + \alpha = \pi$$

$$D = \frac{\pi R \alpha}{180}$$

$$B = \sqrt{R^2 + T^2} - R$$

$$T = R \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

$$CF = R \left(\frac{1}{\cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)} - 1 \right)$$

$$F = R \left(1 - \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right)$$

$$a = 2R \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

II.3.2.4. APPLICATION AU PROJET

- Les alignements :

Dans notre cas on a $V=60$ km/h

Donc L_{min} et L_{max} égale :

$$\text{Selon eq... (II-1)} \longrightarrow L_{min} = 5 \times \frac{60}{3.6} \longrightarrow L_{min} = 83.33 \text{ m}$$

$$\text{Selon eq (II-2)} \longrightarrow L_{max} = 60 \times \frac{60}{3.6} \longrightarrow L_{max} = 1000 \text{ m}$$

- La stabilité des véhicules :

Pour le rayon minimal de notre tracé afin d'assurer la stabilité des véhicules doit être :

$$\text{Selon eq...(II-3)} \longrightarrow R_{min} = \frac{60^2}{127(0.13+0.05)} \longrightarrow R_{min} = 157.48 \text{ m}$$

Pour Rayon horizontal minimal absolu doit être :

$$\text{Selon eq...(II-4)} \longrightarrow R_{hm} = \frac{60^2}{127(0.13+0.07)} \longrightarrow R_{hm} = 141.73 \text{ m}$$

$$\text{Selon eq... (II-5)} \longrightarrow R_{hm} = \frac{(60+20)^2}{127(0.13+0.07)} \longrightarrow R_{hm} = 251.96 \text{ m}$$

✓ Remarque :

Pour Inscription des véhicules dans notre cas de tracé le rayon égale à 250 m, donc le problème ne s'oppose pas.

- Calcul des éléments de raccordement circulaire

Pour notre tracé en plan, on a : $R = 250 \text{ m}$

$$\beta + \alpha = \pi \longrightarrow \text{avec } \alpha = 42^\circ \longrightarrow \beta = 180 - 42 \longrightarrow \beta = 134^\circ$$

$$D = \frac{\pi R \alpha}{180} \longrightarrow D = \frac{3.14 \times 250 \times 42}{180} \longrightarrow D = 183,26 \text{ m}$$

$$T = R \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right) \longrightarrow T = 250 \tan\left(\frac{42}{2}\right) \longrightarrow T = 95,97 \text{ m}$$

$$F = R (1 - \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)) \longrightarrow F = 250 \times (1 - \cos\left(\frac{42}{2}\right)) \longrightarrow F = 16,60$$

$$B = \sqrt{R^2 + T^2} - R \longrightarrow B = \sqrt{250^2 + 95,97^2} - 250 \longrightarrow B = 17,79$$

Conclusion

Après le calcul et l'application des relations dans notre projet on a trouvé les résultats de tous éléments de tracé en plan, on peut dire que le tracé en plan de ce tronçon routier est soumis aux conditions convenues et que tous les résultats respectaient les limites minimales et maximales. Donc notre tracé est bon et permet de passer directement à la réalisation des autres plans de la route.

III. PROFIL EN LONG

III.1. Définition

Le profil en long est une représentation graphique linéaire d'une coupe longitudinale suivant l'axe de la route, par élévation verticale de l'ensemble des points constituant l'axe routier par la variation des altitudes de ces points.

Il est présenté par deux lignes :

- La ligne de terrain naturel (En noire) ;
- La ligne de projet (En rouge).

Le profil en long composé de tronçons droites raccordés appelés déclivités (pente et rampe), et par des courbes verticales (convexe et concave) (Fig. III-1).

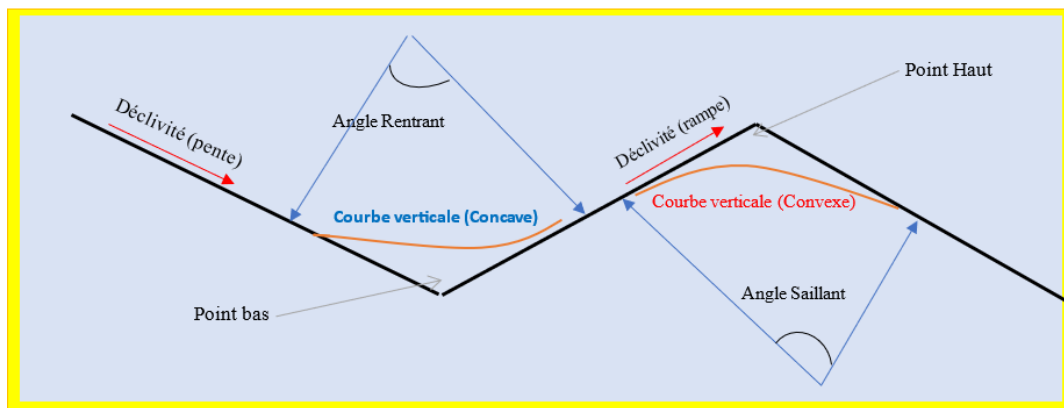


Fig. III-1 Eléments géométriques du profil en long.

- Dans la représentation graphique du profil en long on doit toujours indiquer les données suivantes :
- Pour les échelles on adopte :
 - 1/1000 pour les longueurs;
 - 1/100 pour les hauteurs;

Pour les données du profil en long :

- Le plan de comparaison ;
- Les numéros de profiles;
- Distances partielles entre profils;
- Distances cumulées entre des profils ;
- Côtes du Terrain naturel ;
- Côtes du projet ;
- Déclivités et rayons du P.L ;
- Alignements et courbes du tracé en plan.

III.2. Règles à respecter dans le tracé du profil en long

L'étude d'un tracé du profil en long d'une route, doit respecter le règlement en prenant en compte les règles suivantes qui sont toutes en relation avec la sécurité et le confort des usagers, la visibilité du conducteur, l'évacuation des eaux pour éviter son accumulation au milieu de la route, etc.

- Il faut s'adapter à la topographie naturelle et au tracé du projet pour réduire les travaux de terrassements.
- Éviter la grande différence entre le volume de déblais et de remblais.
- Il faut éviter de garder les pentes constantes sur de longues distances et respecter les normes.
- On ne doit pas dépasser les pentes maximales définies par le règlement.
- Éviter les remblais de grande hauteur.
- Assurer l'intégration de la nouvelle route avec les réseaux routiers existants.
- Adoption de courbes verticales concave et convexe dans le cas de changement des déclivités.
- Le tracé en plan et le profil en long doivent être compatibles avec bonne coordination.
- Assurer l'évacuation des eaux pluviales en évitant les points bas en déblai.

III.3. Eléments de composition du profil en long

Le profil en long est constitué d'un ensemble de lignes droites, qui peuvent être des pentes ou des rampes reliées par des courbes circulaires verticales convexes ou concaves. Tous ses points doivent être définis par des altitudes connues, que ce soit pour la ligne du terrain naturel ou pour la ligne du projet. Alors les deux, la ligne du projet et la ligne du terrain naturel doivent présenter les caractéristiques suivantes :

- Les altitudes du projet ;
- Les altitudes du terrain naturel ;
- Les déclivités du projet.

III.4. Déclivités

Les pentes de la route sont les inclinaisons qui résultent de l'angle que fait l'axe de la route avec l'horizontal. Elles se présentent sous deux formes : vers le haut (pente) ou vers le bas (rampe). Ces déclivités sont soumises à des normes établies dans la conception des routes afin d'assurer une visibilité totale sur tout le trajet (Fig. III-2).

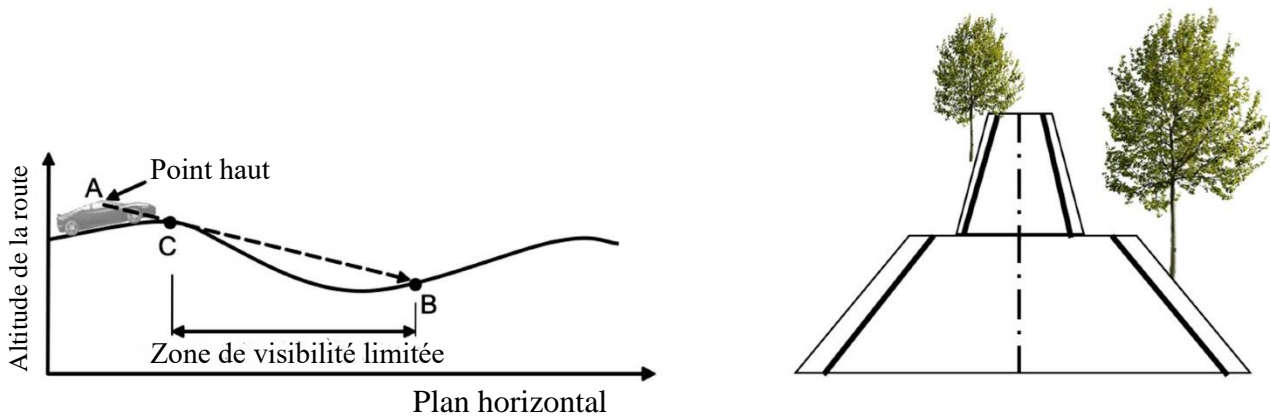


Fig. III-2 Déclivités dans un profil en long

- Les déclivités soient définies par des pourcentages maximaux ou minimaux, ceci pour des raisons de sécurité, de visibilité et d'utilisation confortable.

a) - **Déclivité minimum**

En principe, les routes sont construites à un niveau horizontal, mais il est nécessaire d'éviter une pente inférieure à **1%**, en particulier inférieure à **0,5%**, afin d'éviter l'accumulation des eaux pluviales et assurer ainsi leur écoulement.

b) - **Déclivité maximum**

Les pentes à forte inclinaison dépendent du frottement nécessaire et de l'adhérence entre les roues et la surface de roulement, ainsi que de la vitesse du véhicule (poids lourd). Par conséquent, la pente maximale est fixée à un maximum dépendant de la vitesse de référence de la route (Tableau III-1).

Tableau III-1 : Valeurs des déclivités maximales Selon la norme du B 40

Vitesse km/h	40	60	80	100	120
i max (%)	8	7	6	5	4

- Pour notre projet **V=60** km/h, donc **Imax = 7%**

III.5. Raccordements en profil en long

Au niveau du profil en long, les pentes varient en fonction du tracé du projet et nécessitent par conséquent la mise en place des courbes circulaires raccordé progressivement le tracé de la route afin que ces courbes garantissent la visibilité nécessaire, assurent le confort et la sécurité, et permettent d'éviter les obstacles sur la route. En effet le rayon de ces courbes est le facteur qui assurer ces conditions.

Donc il y a deux types de raccordements dans le profil en long :

A) - Raccordement Convexes

Sont des raccordements paraboliques avec des angles saillants dans les points hauts. Alors on doit déterminer le rayon minimum qui permet la visibilité claire au conducteur et la sécurité et bien sûr le confort, d'éviter les obstacles dans la route (Fig. III-3).

➤ Deux conditions doivent être remplies pour l'application de ce type de courbes. (eqs III-1, III-2, III-3, III-4, et III-5).

- Condition de visibilité.
- Condition de confort.

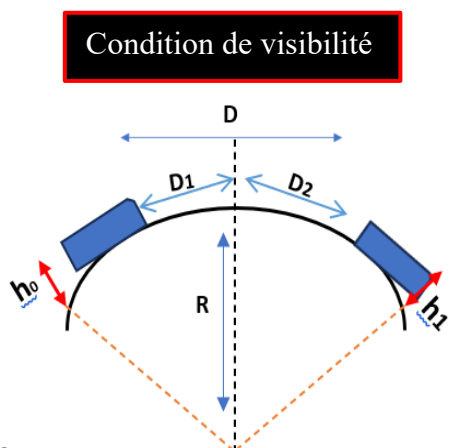


Fig. III-3 Visibilité en courbe convexe

h₀: hauteur des yeux du conducteur par rapport au niveau de la route
h₁: hauteur de l'objet au l'obstacle qu'on voit.

D : distance de visibilité

$$D = D_1 + D_2 = \sqrt{2R \cdot h_0} + \sqrt{2R \cdot h_1} \quad (III-1)$$

Pour une route à 02 sens opposés :

Il faut que : $D \geq 2d_a$

Pour une route à sens unique :

Il faut que : $D \geq d_a$

$$R \geq \frac{d_a^2}{2(h_0 + h_1 + 2\sqrt{h_0 \cdot h_1})} \quad (III-2)$$

$$R \geq \frac{2d_a^2}{(h_0 + h_1 + 2\sqrt{h_0 \cdot h_1})}$$

→ Dans le cas d'une route bidirectionnelle avec deux sens opposés on a la relation suivante:

$$D \geq 2da \rightarrow R \geq 0.45da^2 \quad (\text{III-4})$$

→ Dans le cas d'une route unidirectionnelle avec sens unique on a la relation suivante :

$$D > da \rightarrow R > 0.26da^2 \quad (\text{III-5})$$

Condition de confort

Il est évident que dans les pentes verticales, les véhicules sont soumis à des forces de gravité verticales (accélération), ce qui augmente leur vitesse au point de pouvoir perdre le contrôle de l'adhérence à la route. Par conséquent, il est nécessaire de déterminer la vitesse en fonction de la catégorie de route et de contrôler le rayon de ce type de courbe pour assurer la sécurité et le confort lors de l'utilisation de la route. Donc le rayon doit être déterminé selon la relation suivante, en tenant compte de la gravité :

On limite cette accélération a ($g/40$) pour les routes de catégories (1 et 2) et a ($g/30$) pour les catégories (3- 4 et 5).

→ A partir de condition de visibilité et l'équation de la courbe verticale, le rayon de la courbe sera comme suit (eq III-6 & 7) :

$$R \geq 0.3 \times V^2 \rightarrow \text{pour catégorie 1 et 2} \quad (\text{III-6})$$

$$R \geq 0.23 \times V^2 \rightarrow \text{Pour catégorie 3-4-5} \quad (\text{III-7})$$

Avec R: le rayon de la courbe (m)
V: la vitesse de véhicule en (km/h)

B) - Raccordement Concave

Sont les raccords avec des angles rentrants qui ont utilisé dans le cas des point bas au plan de la route, qui peuvent entraver la visibilité du conducteur sur la distance éclairée par les phares des véhicules et de masquer les obstacles sur la route (Fig. III-4). C'est pourquoi il est très important de respecter les conditions d'utilisation de ce type de courbe et de prendre le rayon acceptable afin de garantir une visibilité optimale au niveau de la route.

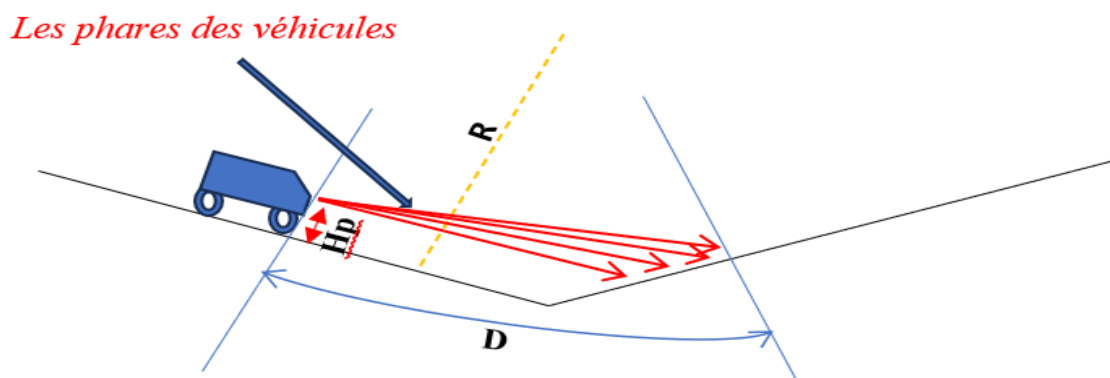


Fig. III-4 Visibilité en courbe concave

R : rayon de la courbe en (m)

Hp : hauteur des phares par rapport à la chaussée en (m)

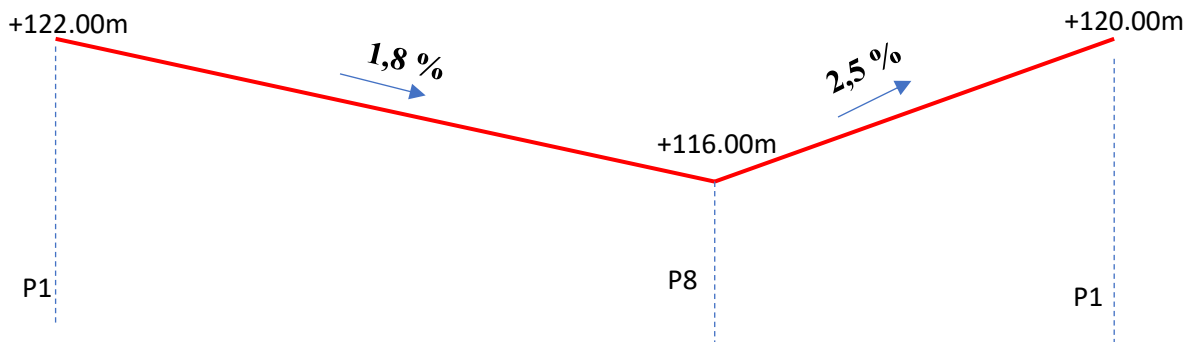
D : distance éclairée par les phares en (m)

—> Le rayon doit être respecter la relation suivante pour la condition de visibilité :

$$R \geq \frac{da^2}{0.035 da + 1.2} \quad \text{.....(III-8)}$$

III.6.APPLICATION AU PROJET

- Ligne du projet



On a une pente de 1,8 % \longrightarrow 1,8 < 7 %

On a une rampe de 2,5 % \longrightarrow 2,5 < 7 %

\longrightarrow Pour notre cas de tracé on a une courbe concave (voir le tracé en plan dans l'annexe)

Donc le rayon doit être vérifier la relation suivante (III-8) :

$$R \geq \frac{da^2}{0,035 da + 1,2}$$

On a déjà précalculé $da = 20$ m et $R = 250$ m

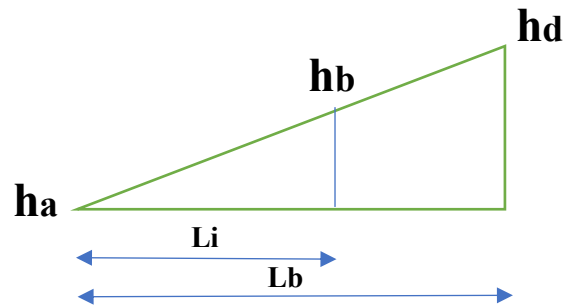
$$\text{Alors } \longrightarrow R \geq \frac{20^2}{0,035 \cdot 20 + 1,2} \longrightarrow R \geq 210,52 \text{ m} \longrightarrow 250 > 210,52 \text{ m}$$

Donc notre rayon c'est vérifier

Remarque :

Tous les résultats calculés dans l'annexe.

- Calcul des altitudes du projet
 - Méthode de calcul



Par appliqué la relation on calcul les altitudes

$$h_b = h_a + \frac{h_d - h_a}{L_b} \times L_i$$

Conclusion

Et après avoir étudié notre profil en long, il faut dire que la conception et la détermination des dimensions de la route au niveau longitudinal nécessitent le respect des conditions convenues (condition de sécurité, et la visibilité, le confort...etc.). En effet, le profil en long est un schéma essentiel pour la réalisation de la route, car il permet d'obtenir les informations nécessaires pour la conception d'une route qui garantit la visibilité disponible pour le conducteur à différentes distances, l'utilisation confortable et plus important encore, la sécurité et l'évitement des obstacles.

IV. PROFILS EN TRAVERS

IV.1. Définition

On peut définir le profil en travers d'une route comme étant la coupe verticale perpendiculaire à l'axe de la route, dans le sens transversal. Dans un projet routier il y a un ensemble de sections transversales à tous les points du tracé, permettant ainsi de déterminer la quantité des travaux de terrassement nécessaires à la construction de la route, de connaître la pente transversale de la chaussée et ses dimensions, par connaissance du pourcentage de trafic véhiculaire que cette route recevra.

IV.2. Eléments constitutifs du profil en travers

Le profil en travers d'une route est composé de plusieurs éléments essentiels, dont les dimensions sont définies par des normes et des conventions. Ces éléments varient en fonction du type de route et de sa fonction.

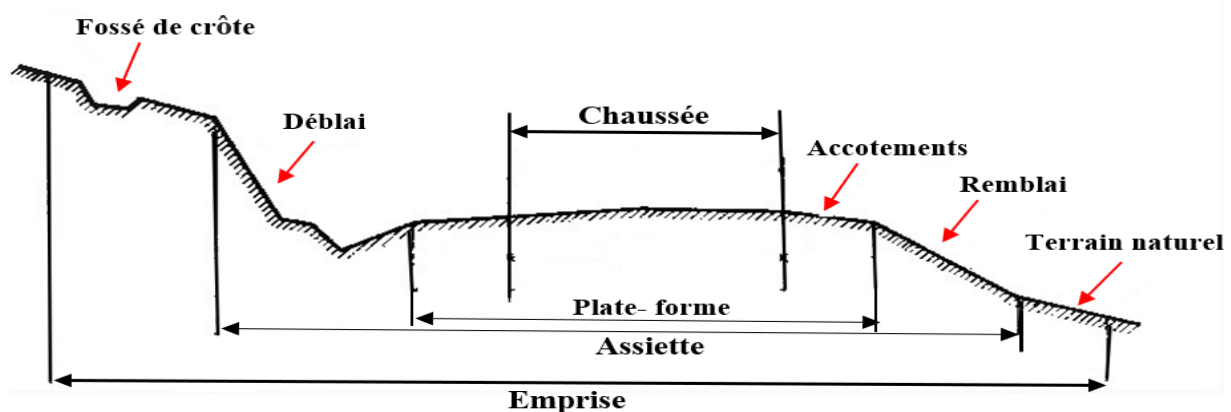


Fig. IV-1 Eléments constitutifs du profil en travers

La figure IV.1 présente les différents éléments constitutifs d'un profil en travers type d'une route:

- L'emprise : C'est la surface de terrain naturel attribuée à la route et qui va être occupée par la construction de tous les éléments de profil en travers.
- Assiette : C'est la surface de la route qui est définie par les travaux de terrassement.
- La Plate-forme : C'est la surface nivelée qui comprend les accotements et la chaussée.
- La chaussée: C'est l'élément le plus important du profil en travers, car c'est la partie sur laquelle les véhicules circulent.

- Les Accotements : C'est la partie latérale de la chaussée qui peut être au niveau de la route dans le cas d'une route hors agglomération ; elle sert comme une bande de guidage ou bonde d'arrêt ou berme extérieure dans le cas d'une route urbaine.
- Le Fossé : C'est l'élément responsable de la collecte des eaux pluviales et de leur évacuation hors de la route.
- Le talus remblai et déblai : C'est l'inclinaison de terrain, fonction de la cohésion du sol, qui est exprimée en général par la fraction (1/1) dans le cas de déblai et l'inclinaison de (3/2) dans le cas de remblai.

IV.3. Différents types de profil

Il existe trois types de profil en travers en fonction des opérations de terrassement ; ce sont :

- Profil en travers cas de remblai.
- Profil en travers cas de déblai.
- Profil en travers mixtes.

1) Profil en remblai :

C'est le profil ne comportant que du remblai, à gauche et à droite de l'axe.

2) Profil en déblai :

C'est le profil ne comportant que du déblai, à gauche et à droite de l'axe.

3) Profil en travers mixtes :

C'est le profil comportant, en même temps, du déblai et du remblai, à gauche et/ou de droite de l'axe.

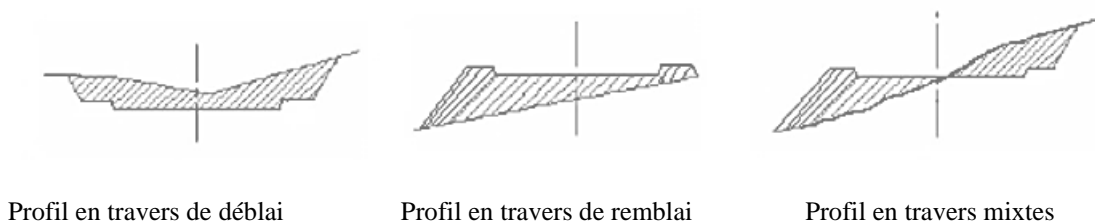


Fig. IV-1 Types de profils en travers

IV.4. Profil en travers-type

C'est une représentation graphique, contenant et détaillant d'une manière précise tous les éléments constitutifs de la route, notamment les dimensions de la chaussée et ses dépendances, la structure de la chaussée et ses composantes. Il est également composé

de deux demi-profilés juxtaposés, l'un en remblai, l'autre en déblai. (Voir le schéma de notre projet dans l'annexe)

IV.5. Profil en travers-type du projet

Le profil en travers de notre projet contient les données suivantes, comme le montre le schéma en annexe :

Le profil en travers type retenu pour le projet sera composé d'une chaussée bidirectionnelle. Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

- Chaussée bidirectionnelle de 2 voies : **2x3=6.00 m**
- Accotement : **1.5 m de chaque côté**
- Largeur de la plate-forme : **12 m**
- Devers minimum : **5 %**
- Devers maximum : **7 % pour un rayon minimum R**
- Pente de talus en remblai : **1/1**
- Pente de talus en déblai : **2/3**

Conclusion

Notre étude de profil en travers, montre que le tronçon est composé de 2 voies de 03mètres de large chacune, et d'une plate-forme de 12 m avec les dimensions nécessaires de leur conception.

Donc le profil en travers est un élément très important. Ses éléments (formes et dimensions) doivent être bien déterminés et bien conçus afin d'assurer toutes les conditions acceptables sur le côté transversale de la route.

V. CUBATURES DES TERRES

V.1. INTRODUCTION

Les cubatures de terrassement représentent une évolution des cubes de déblais et remblais dans le projet routier. Cela vise à créer une surface uniforme qui soit parallèle et adjacente à la ligne du projet. Cette évolution est rendue possible par l'utilisation de :

- Profils en long.
- Profils en travers <T >.
- Distances entre les profils.

V.2 METHODE DE CALCUL DES CUBATURES

- Les cubatures sont les calculs effectués pour avoir les volumes des terrassements existants dans notre projet ; les cubatures sont fastidieuses, mais il existe plusieurs méthodes de calcul des cubatures qui le simplifie :

- Le travail consiste à calculer les surfaces SD (Surface de déblai) et SR (Surface de remblai) pour chaque profil en travers.

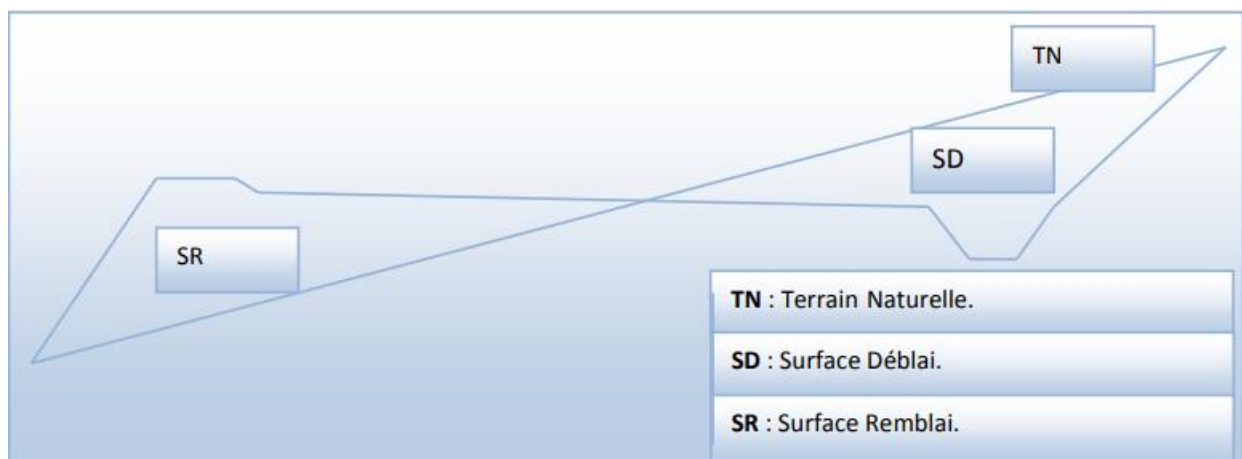
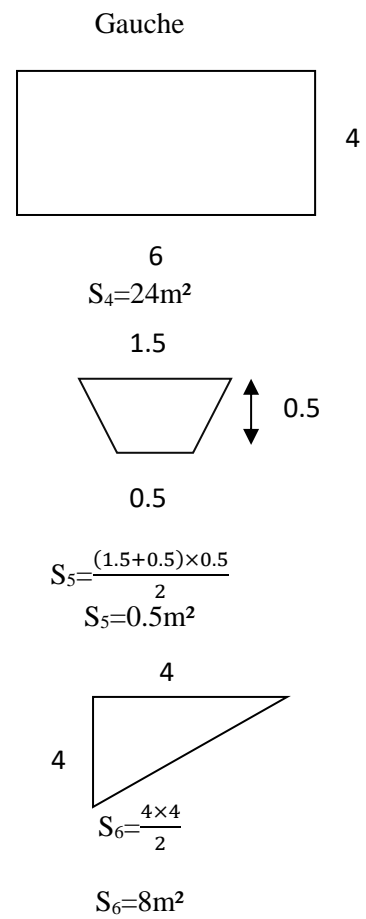
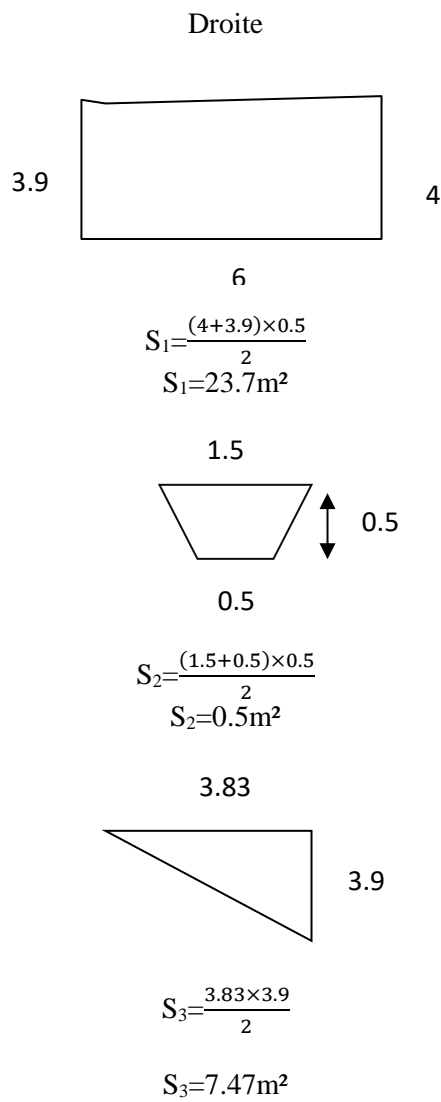


Fig.VI-1 Calcul des surfaces de déblai et de remblai

V.2.CALCUL DES SURFACES

➤ Méthode de calcul

Exemple de calcul pour le PROFIL 1 :



V.3.CALCUL DES VOLUMES

- Calcul des distances partielles du Profil fictif (P4 ; P5) :

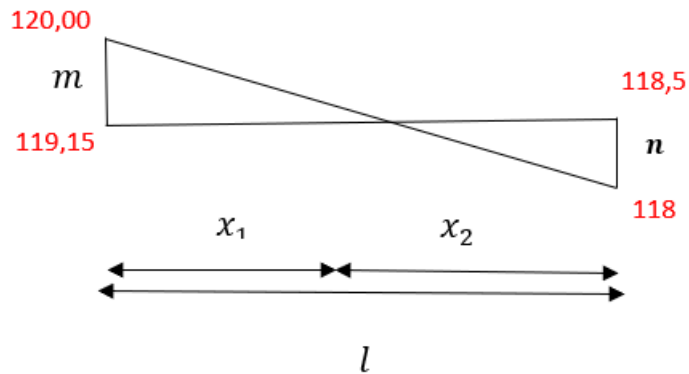


Fig.VI-2 Calcul du profil fictif

$$x_1 = \frac{m \cdot l}{m+n} = \frac{0.85 \times 36}{0.85+0.5} = 22.67 \text{ (m)}$$

$$x_2 = \frac{n \cdot l}{m+n} = \frac{0.5 \times 36}{0.5+0.85} = 13.33 \text{ (m)}$$

- En tenant compte du gonflement (foisonnement) et du tassement :

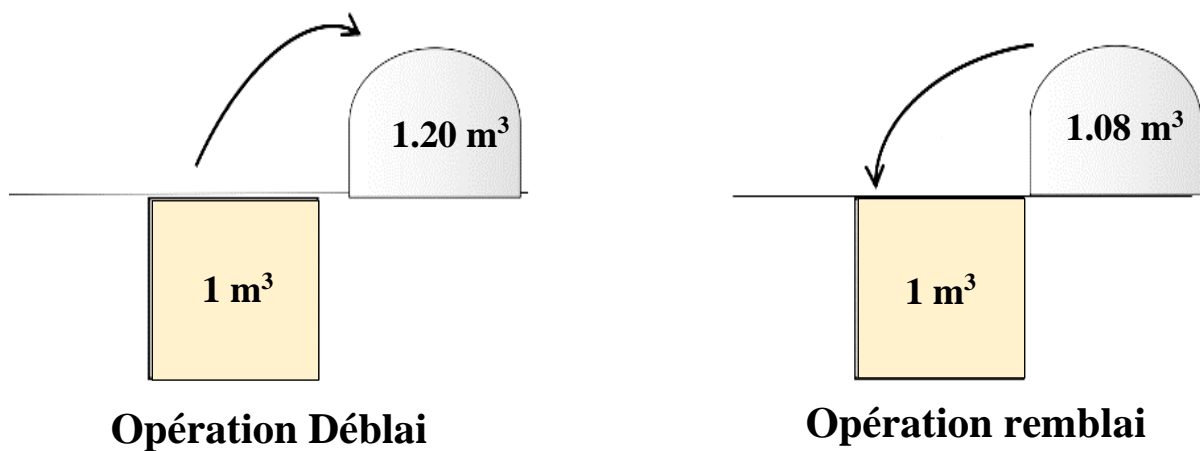


Fig.VI-3 Foisonnement et tassement des terres

Application :

$$VD = 1711.2 \text{ m}^3$$

$$\text{Après foisonnement : } VD' = 1711.2 \times 1.2 = 2053,44 \text{ m}^3$$

$$VR = 4289.4 \text{ m}^3$$

$$\text{Après tassement : } VR' = 4289.4 \times 1.08 = 4632,552 \text{ m}^3$$

Conclusion

On a un volume de remblai supérieur au volume de déblai avec une différence :

$$\Delta V = VR' - VD' = 4632,552 - 2053,44 = 2579,112 \text{ m}^3$$

Donc il est clair qu'on a un déficit de terre.

Et puisqu'une partie du remblai va être occupé par le pont-cadre, le manque en remblai de viendra :

$$\Delta V' = \Delta V - V_{\text{cadre}} = 2579,112 - 157,95 = 2421,19 \text{ m}^3$$

Les tableaux de la cubature

Profil 1

Droite		Gauche	
Déblais m^2	Remblais m^2	Déblais m^2	Remblais m^2
$S_1 = 23,70$	0	$S_4 = 24$	0
$S_2 = 0.50$	0	$S_5 = 0.50$	0
$S_3 = 747$	0	$S_6 = 8$	0

Profil 2

Droite		Gauche	
Déblais m^2	Remblais m^2	Déblais m^2	Remblais m^2
$S_1 = 15.69$	0	$S_4 = 15.9$	0
$S_2 = 0.50$	0	$S_5 = 0.50$	0
$S_3 = 3.37$	0	$S_6 = 3.51$	0

Profil 3

Droite		Gauche	
Déblais m^2	Remblais m^2	Déblais m^2	Remblais m^2
$S_1 = 11.1$	0	$S_4 = 11.34$	0
$S_2 = 0.50$	0	$S_5 = 0.50$	0
$S_3 = 1.62$	0	$S_6 = 1.79$	0

Profil 4

Droite		Gauche	
Déblais m^2	Remblais m^2	Déblais m^2	Remblais m^2
$S_1 = 4.65$	0	$S_4 = 5.1$	0
$S_2 = 0.50$	0	$S_5 = 0.50$	0
$S_3 = 0.50$	0	$S_6 = 0.36$	0

Profil 5

Droite		Gauche	
Déblais m^2	Remblais m^2	Déblais m^2	Remblais m^2
0	$S_1 = 3.57$	0	$S_4 = 3$
0	$S_2 = 0.50$	0	$S_5 = 0.50$
0	$S_3 = 0.38$	0	$S_6 = 0.19$

Profil 6

Droite		Gauche	
Déblais m^2	Remblais m^2	Déblais m^2	Remblais m^2
0	$S_1 = 11.67$	0	$S_4 = 11.22$
0	$S_2 = 0.50$	0	$S_5 = 0.50$
0	$S_3 = 3.18$	0	$S_6 = 2.62$

Profil 7

Droite		Gauche	
Déblais m^2	Remblais m^2	Déblais m^2	Remblais m^2
0	$S_1 = 18.75$	0	$S_4 = 18.60$
0	$S_2 = 0.50$	0	$S_5 = 0.50$
0	$S_3 = 7.54$	0	$S_6 = 14.42$

Profil 8

Droite		Gauche	
Déblais m^2	Remblais m^2	Déblais m^2	Remblais m^2
0	$S_1 = 24$	0	$S_4 = 24$
0	$S_2 = 0.50$	0	$S_5 = 0.50$
0	$S_3 = 12$	0	$S_6 = 12$

Droite		Gauche	
Déblais m^2	Remblais m^2	Déblais m^2	Remblais m^2
0	$S_1 = 7.68$	0	$S_4 = 7.38$
0	$S_2 = 0.50$	0	$S_5 = 0.50$
0	$S_3 = 1.36$	0	$S_6 = 1.13$

Profil 9

Profil 10

Droite		Gauche	
Déblais m^2	Remblais m^2	Déblais m^2	Remblais m^2
0	$S_1 = 27.06$	0	$S_4 = 27.06$
0	$S_2 = 0.50$	0	$S_5 = 0.50$
0	$S_3 = 15.24$	0	$S_6 = 15.24$

Profil 11

Droite		Gauche	
Déblais m^2	Remblais m^2	Déblais m^2	Remblais m^2
0	$S_1 = 18.33$	0	$S_4 = 18.12$
0	$S_2 = 0.50$	0	$S_5 = 0.50$
0	$S_3 = 7.28$	0	$S_6 = 6.84$

Profil 12

Droite		Gauche	
Déblais m^2	Remblais m^2	Déblais m^2	Remblais m^2
0	$S_1 = 11.55$	0	$S_4 = 11.34$
0	$S_2 = 0.50$	0	$S_5 = 0.50$
0	$S_3 = 2.92$	0	$S_6 = 2.67$

Profil 13

Droite		Gauche	
Déblais m^2	Remblais m^2	Déblais m^2	Remblais m^2
0	$S_1 = 0.60$	0	$S_4 = 0.50$
0	$S_2 = 0.50$	0	0
0	$S_3 = 0.03$	0	0



VI. DIMENSIONNEMENT DU
CORPS DE CHAUSSEE

VI.1. Introduction

Le dimensionnement du corps de chaussée, qui traduit le design de la structure de revêtement routier, implique la détermination de la nature et l'épaisseur des couches différentes pour s'assurer que la route peut résister aux divers charges et surcharges. Ce processus repose sur des facteurs, tels que les caractéristiques du sol, le trafic et le climat. Des méthodes différentes, telles que les approches empiriques, semi-empiriques et théoriques, sont utilisées pour calculer l'épaisseur du revêtement en fonction des paramètres, tels que la charge du trafic et le soutien du sol.

Dans le contexte des routes en béton, le dimensionnement veut dire s'assurer que la route peut supporter le trafic pendant une période spécifiée, sans nécessiter des travaux de maintenance structurels. Le design prend en compte des facteurs, tels que la charge du trafic, la capacité du sol support et les caractéristiques des matériaux utilisés. Des méthodes, y compris des tableaux de dimensionnement et des méthodes de calcul pratiques, sont employées pour déterminer l'épaisseur du revêtement en fonction du support de la plateforme et de la classe du trafic.

Le processus de design comprend également l'utilisation de tableaux qui fournissent des recommandations de dimensionnement pour différentes périodes de service, permettant des ajustements pour une croissance potentielle du trafic, ou une durée de vie prolongée avec une épaisseur minimale supplémentaire. L'objectif est de créer une structure de revêtement qui distribue efficacement les charges du trafic vers le fondement, garantissant la durabilité et la sécurité tout en maintenant une surface suffisamment rugueuse et stable pour les véhicules.

En résumé, le dimensionnement du corps de chaussée est un processus d'ingénierie crucial qui implique des calculs méticuleux et des considérations pour créer des revêtements routiers qui sont durables, sécuritaires et économiques pendant leur durée de vie intentionnelle.

VI.2. Chaussée

Définition : La chaussée peut être définie comme une structure horizontale, conçue pour assurer une circulation fluide dans des conditions de haute visibilité, de sécurité et de confort pour les utilisateurs (Fig. V.1).

VI.3. Différents types de chaussées

Les chaussées peuvent être classées en trois grandes catégories :

- Chaussée souple.
- Chaussée semi-rigide.
- Chaussée rigide

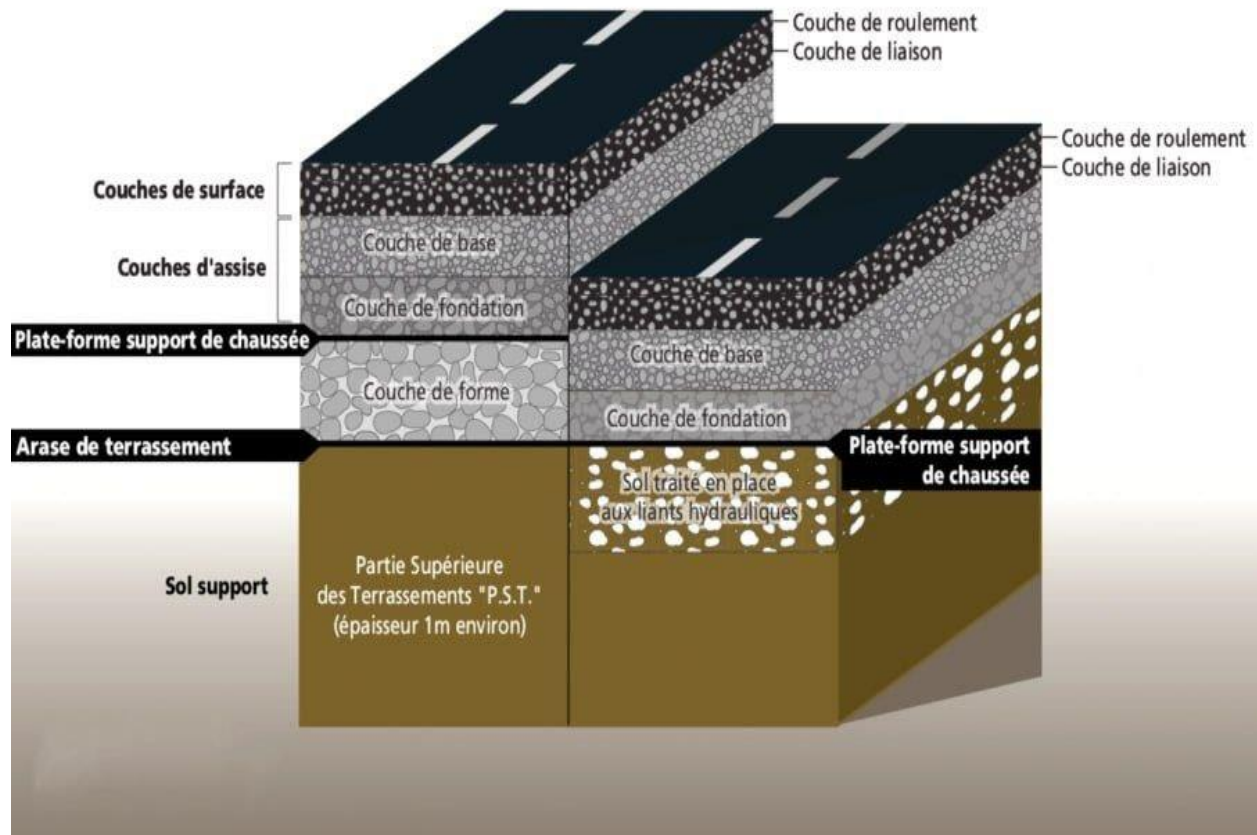


Fig. VI.1 : Différentes couches qui constituent la structure de la chaussée

a- La chaussée souple : c'est une structure de chaussée faite de matériaux souples, tels que gravier, sable, asphalte, etc., traitée avec des liants d'asphalte. Elle admet de légères déformations (0 à 3mm) sous l'action des charges avant de reprendre leur aspect initial.

b- La chaussée semi-rigide : c'est une structure de chaussée dont la rigidité et la flexibilité se situent entre une chaussée rigide et une chaussée souple. Elle comporte une couche de surface bitumineuse reposant sur une assise en matériaux traités aux liants hydrauliques. Au passage d'une charge lourde, elles se déforment peu (0 à 0,5 mm). Elle répartit bien la charge sur le sol, qui ainsi se déforme peu.

c- La chaussée rigide : Une chaussée rigide est constituée d'un revêtement en béton de ciment pervibrée ou fluide. Sous une charge lourde, elle se déforme très peu (<0.5mm)

VI.4. Les différents facteurs pour les études de dimensionnement

Le nombre des couches, leurs épaisseurs et les matériaux d'exécution, sont conditionnées par plusieurs facteurs, parmi les plus importants sont :

- 1 - la nature et l'importance de la voie ;
- 2- le trafic (la circulation);
- 3- la durée de service ;
- 4- le classement géotechnique des sols naturels ;
- 5- l'état hydrique du sol naturel support;
- 6- la vérification au gel/dégel

VI.5. Les principales méthodes de dimensionnement

- **Méthode de C.B.R :**

La méthode CBR est une méthode qui s'est basée sur un essai de poinçonnement sur un échantillon de sol support en compactant des éprouvettes à (90-100%) de l'optimum Proctor. L'épaisseur est donnée par la formule suivant (Eq (I-1)):

$$e = \frac{100+150\sqrt{P}}{ICBR+5} \quad \dots \dots \dots \quad (I-1)$$

e : épaisseur équivalente (cm) ;

I: indice CBR (sol support)

P: charge par roue P = 6.5 t (essieu 13 t)

- **L'épaisseur équivalente** : elle est donnée par les relations suivantes (Eq. (I-2) et (I-3):

$$e = \alpha_1 \times S + \alpha_2 \times B + \alpha_3 \times F \quad \dots \dots \dots \quad (I-2)$$

$$E = S + B + F \quad \dots \dots \dots \quad (I-3)$$

Où α_1 , α_2 et α_3 : coefficients d'équivalence en relation avec le matériau utilisé.

S, B et F : épaisseurs réelles des couches

- **Coefficients d'équivalence**

Les coefficients d'équivalence de certains matériaux routiers courants sont montrés sur le tableau VI.1.

Tableau VI.1.: Coefficients d'équivalence pour chaque matériau

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobe dense	2.00
Grave ciment	1.50
Grave bitume	1.50 à 1.70
Grave concassée ou gravier	1.00
Grave roulée – grave sableuse T.V.O 1	0.75
Sable ciment	1.00 à 1.20
Sable	0.50
Tuf	0.60

VI. APPLICATION AU PROJET

Les données de notre étude de tronçon routier comme suit :

- CBR = 12
- Traffic = 3000 essieux par jour.
- Alors selon l'équation (I-1) on calcul l'épaisseur e comme suit :

$$e = \frac{100+150\sqrt{6,5}}{12+5} \longrightarrow e = 28,37 \text{ cm} , \text{ soit } e = 29\text{cm}$$

- On calcul l'épaisseur équivalent par la relation (I-2) :

$$e = \alpha_1 \times S + \alpha_2 \times B + \alpha_3 \times F$$

Selon le Tableau I.1 Coefficients d'équivalence pour chaque matériau on choisissons les couches de chaussée suivante :

- Couche de fondation en Tuf ($\alpha_3 = 0.6$)
- Couche de base en Grave concassée (G.C) ($\alpha_2 = 1$)
- Couche de roulement (surface) en béton bitumineux (B.B) ($\alpha_1 = 2$)

Par application, on trouve :

Avec $S= 6$ cm, $B= 9$ cm , $F= 14$ cm

$$e = 2 \times 6 + 1 \times 9 + 0,6 \times 14 \longrightarrow e = 29,4 \text{ cm}$$

Alors à partir la relation (I-3) on a :

$$E = S + F + B = 6 + 9 + 14 \longrightarrow E = 29 \text{ cm}$$

➤ Donc le dimensionnement et les couches de chaussée sera comme suit :

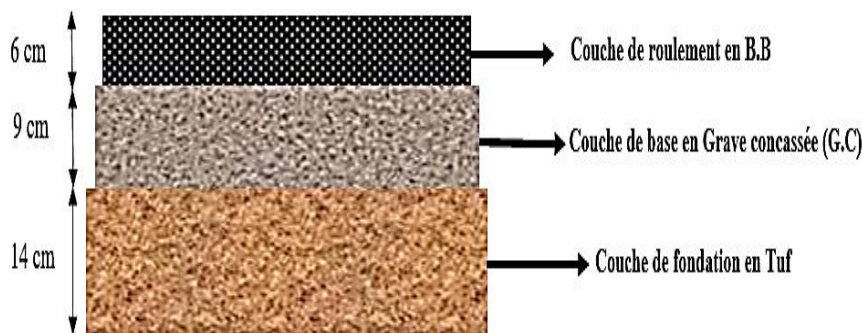


Fig. VI.2 Structure de la chaussée envisagée

Conclusion

En conclusion, on a déterminé et calculé les dimensions du corps de la chaussée et ses couches essentielles par la méthode de CBR. La figure (VI.2) montre toutes les caractéristiques de notre chaussée. Le dimensionnement des chaussées est un processus essentiel pour garantir la sécurité et la durabilité des routes. Les méthodes actuelles permettent de concevoir des chaussées plus performantes et plus économiques, contribuant ainsi à un réseau routier plus efficace et durable.

Conclusion générale

Ce projet de fin d'études nous a été une opportunité pour concrétiser nos connaissances théoriques et techniques acquises pendant notre cycle de formation à l'université de Laghouat. Cette étude nous a permis de chercher des solutions à tous les problèmes techniques rencontrés lors de cette étude, sachant qu'un projet routier dans les zones sahariennes, comme la wilaya de Laghouat, a ses propres spécificités.

Il était pour nous, d'une part, l'occasion de tirer profit de l'expérience des personnes du domaine, et d'autre part d'apprendre une méthodologie rationnelle à suivre pour élaborer un projet routier.

Lors de cette étude, on a étudié le tracé en plan, le profil en long et les profils en travers d'un tronçon routier reliant un point (A) avec un point (B) dans la région de Laghouat.

On a étudié également les cubatures des terres où on a trouvé un déficit de terre pour le remblayage.

Et enfin, on a dimensionné le corps de la chaussée et on a proposé les matériaux nécessaires pour ses couches.

A propos de notre étude, on a essayé de respecter toutes les normes routières qu'on ne peut pas négliger, en évitant les contraintes rencontrées sur le terrain et à prendre en considération, à savoir : le confort, la sécurité des usagers, ainsi bien que l'économie et l'environnement.

Ce projet de route permet, non seulement d'exprimer et d'appliquer nos connaissances acquises durant les années de notre formation, mais aussi de mieux appréhender notre avenir dans le monde professionnel.

BIBLIOGRAPHIE

Règlement :

- B40 : Normes techniques d'aménagement des routes.

Documents :

Cours de route (Dr. M.Bedrina) Université Amar Thelidji- Laghouat.
Autres : Mémoire de PFE – Routes –

Étudiant (Kouadria Yacine), Étude de dédoublement d'un tronçon routier de 6 Km sur la RN46 du pk 194+000 au pk 200+000 (Wilaya de Biskra) , Université Mohamed khider de Biskra –2019.

Photos utilisés :

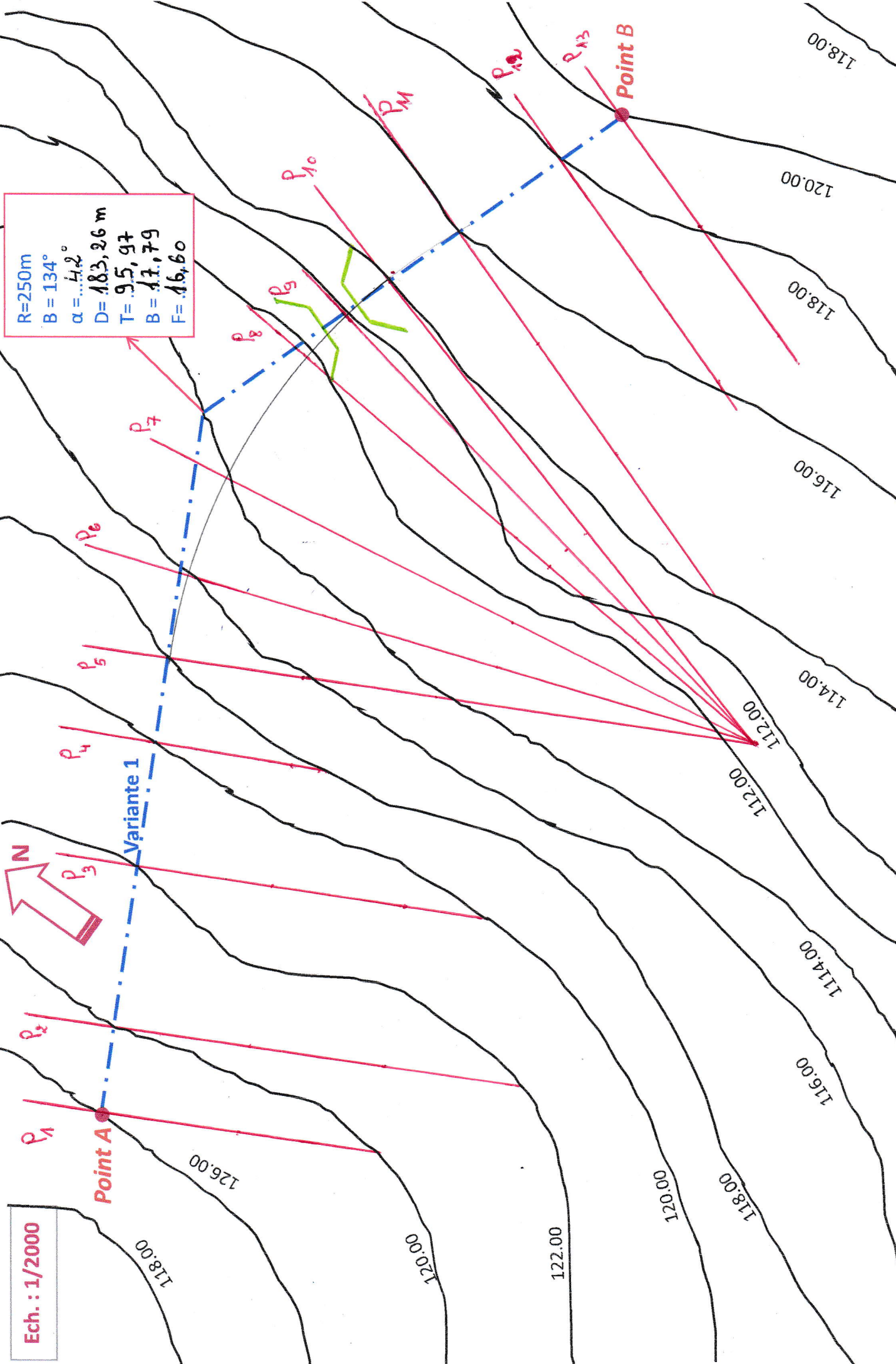
- Utilisation de moteur de recherche Google

Outils informatique :

Microsoft Word et excel

ANNEXE

Ech. : 1/2000



Point A

Point B

Variante 1



(L) 2000
(H) 200

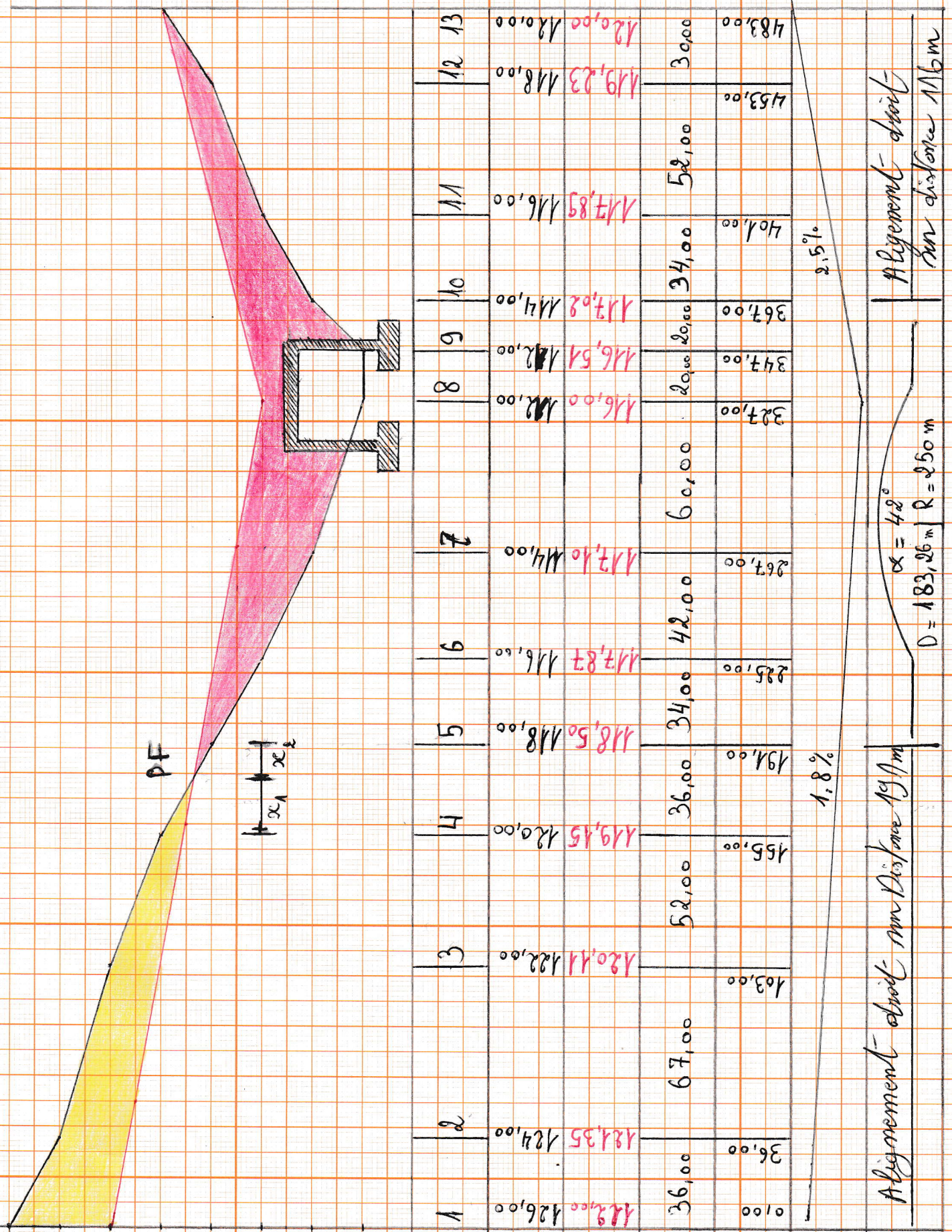
↑ +110,00

f. de profil
des du T.N
des du projet

distances partielles
distances cumulées

declivités

alignements et
coulées



Fin du projet

origine du projet

PF

x_1 x_2

1,8%

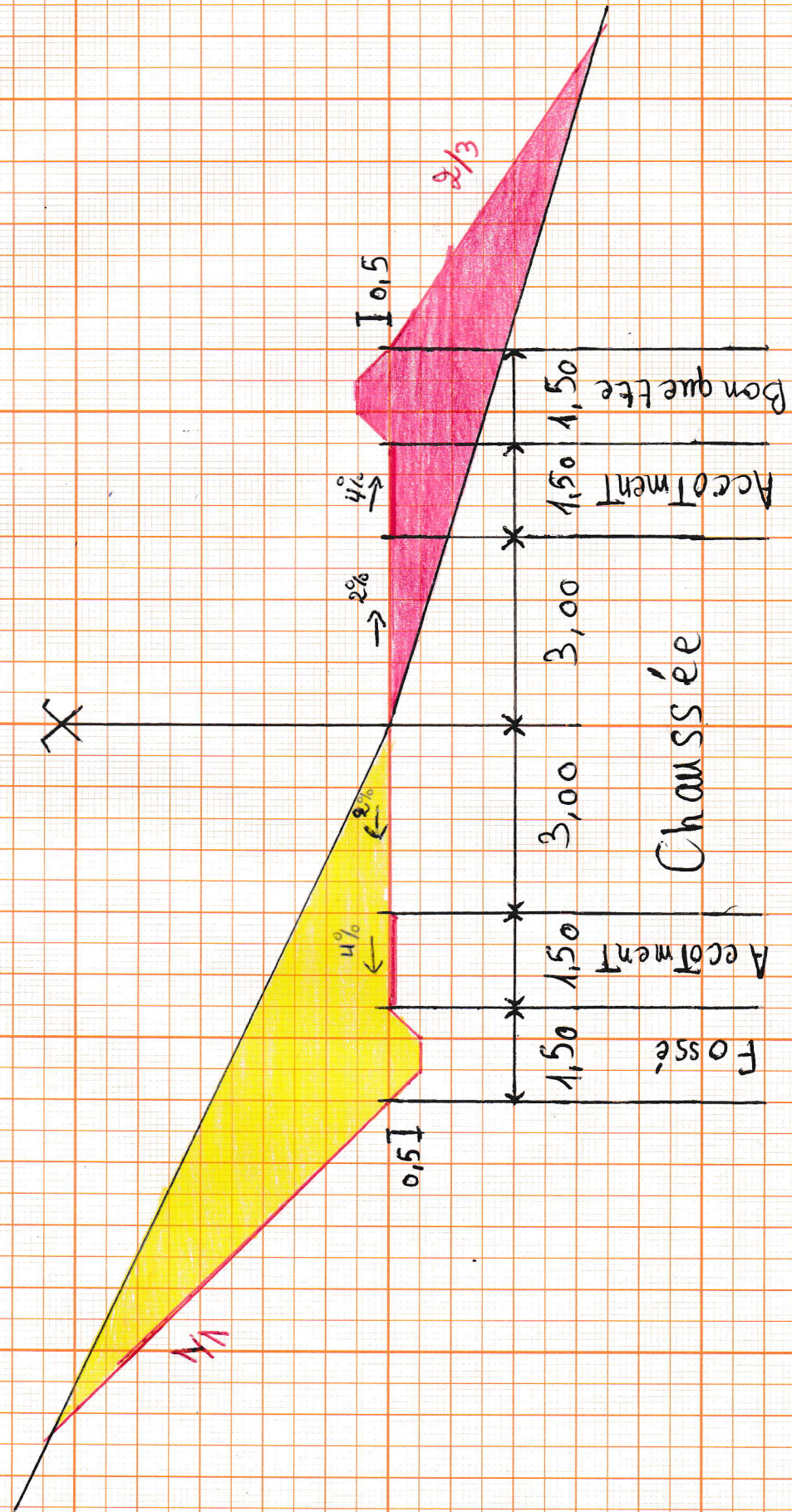
2,5%

$\alpha = 42^\circ$
 $D = 183,26 \text{ m}$ $R = 250 \text{ m}$

Alignement droit mm Distance 191m

Alignement droit
mm distance 116m

Profil en Travers-type



1/100

PA

Droite

Gauche

0,0167

0,10000

(3)

(4)

(7)

(6)

1/11

1/11

(5)

(5)

+120,00

125,84

122,00

122,00

126,00

126,00

Cotes du T.N

Cotes du Projet

Distance du Projet

Distance du T.N

3,83

3,00

3,00

1,50

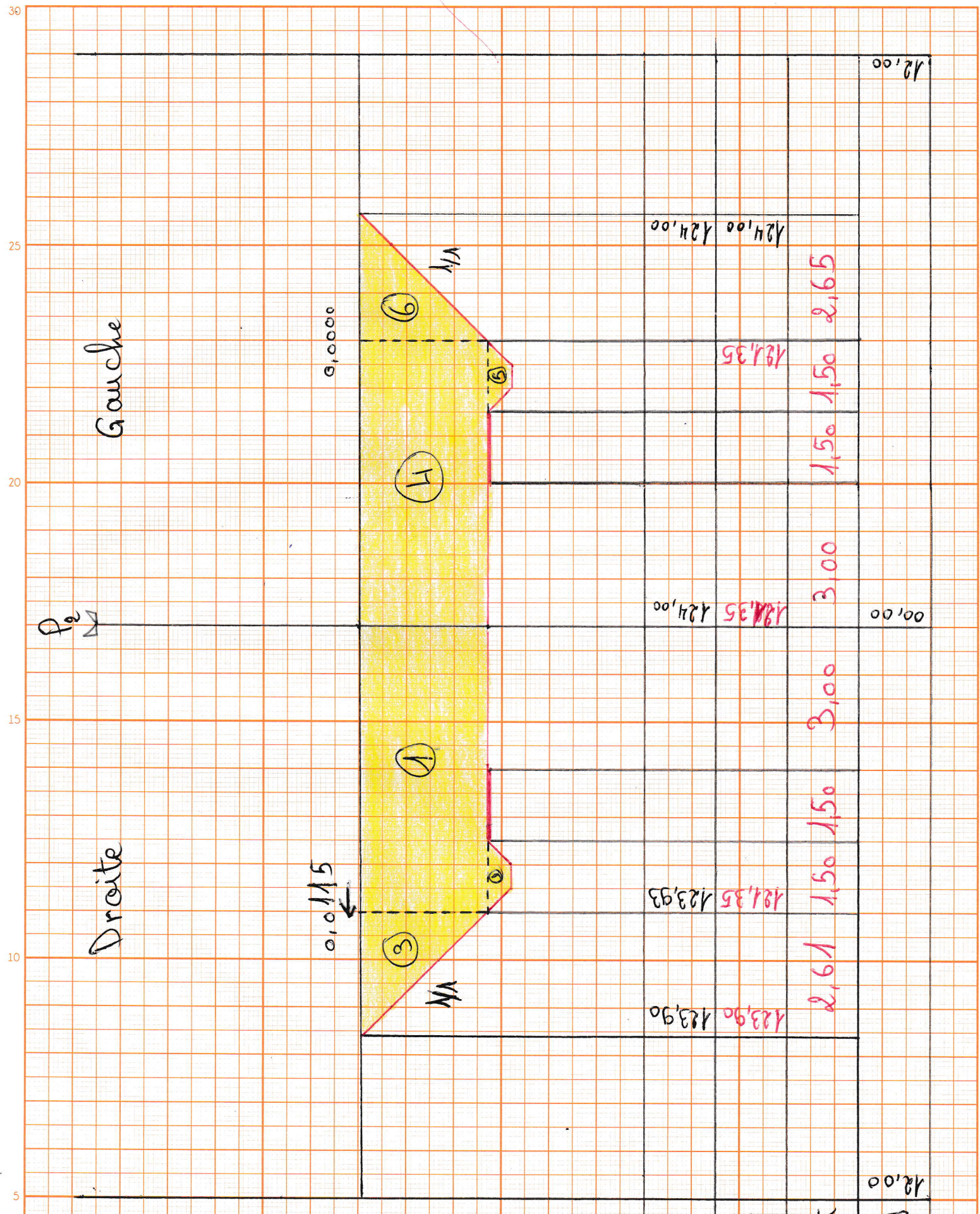
1,50

4,00

12,00

00,00

12,00



11800

es du T.N

es du Projet

ance du Projet

ance du T.N

123,90	123,93	124,35	124,35	124,00	124,00
2,61	1,50	1,50	1,50	1,50	2,65
3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00

$\frac{1}{100}$

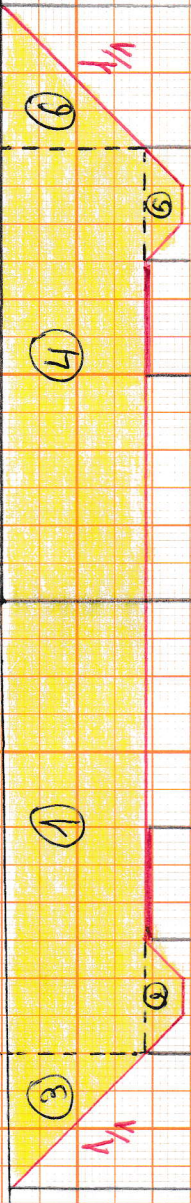
Droite

Gauche

P₃

$\frac{0,0126}{\leftarrow}$

$\frac{0,0000}{\leftarrow}$



+118,00

Cotes du T.N

Cotes du Projet

Distance du Projet

Distance du T.N

124,90 124,92
120,11 121,92

122,00 122,00
122,00 122,00

1,79 1,50 1,50 3,00

3,00 1,50 1,50 1,89

12,00

0,00

12,00

1 / 100

Droite

Gauche

15 M

116,00

9,0000

2/3

2/3

0,0323

⑥

⑤

④

①

②

③

Cotes du T.N

Cotes du Projet

Distance du Projet

Distance du T.N

117,77 117,81

118,50 118,00

118,50 118,00

1,10 1,50 1,50

3,00

3,00 1,50 1,50

18,00

00,00

00,00

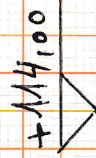
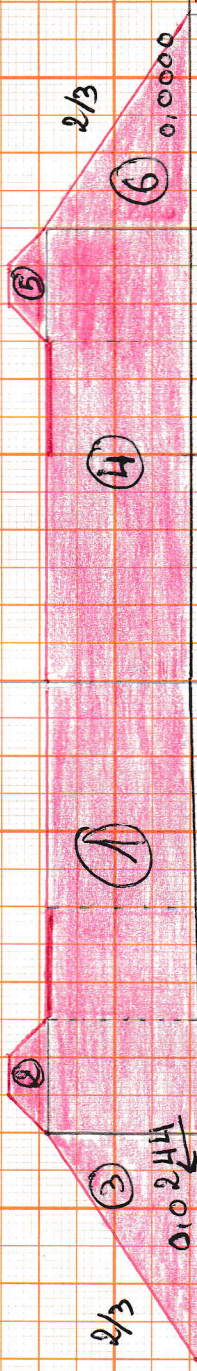
12,00

1/100

P 6

Droite

Gauche



Cotes du T.N	115,77	117,87	116,00	116,00	116,00	116,00	116,00	116,00	116,00
Cotes du Projet	115,77	117,87	116,00	116,00	116,00	116,00	116,00	116,00	116,00
Distance du Projet	3,15	1,50	1,50	3,00	1,50	1,50	2,80		
Distance du T.N			0,00						12,00

$\frac{1}{100}$

P
M

Droite

Gauche

5 10 15 20 25 30

$\frac{2}{3}$

$\frac{2}{3}$

③

①

④

⑤

⑥

0,0280

0,0000

± 12,00

Cotes du T.N

Cotes du Projet

Distance du Projet

Distance du T.N

113,90 113,95

117,40 113,95

117,40 114,00

117,40 114,00

114,00 114,00

4,79

1,50 1,50 3,00

1,50 1,50

4,65

12,00

0,00

12,00

$\frac{1}{100}$

Droite

PB
M

Gauche

②

③

①

④

⑤

⑥

$\frac{2}{3}$

$\frac{2}{3}$

11,00

Cotes du T.N

M2,00 M2,00

M6,00 M2,00

M6,00 M2,00

M6,00 M2,00

M2,00 M2,00

Cotes du Projet

M2,00 M2,00

M6,00 M2,00

M6,00 M2,00

M6,00 M2,00

M2,00 M2,00

Distance du Projet

6,00

1,50 1,50

3,00 3,00

1,50 1,50

6,00

Distance du T.N

M2,00

M2,00

M2,00

M2,00

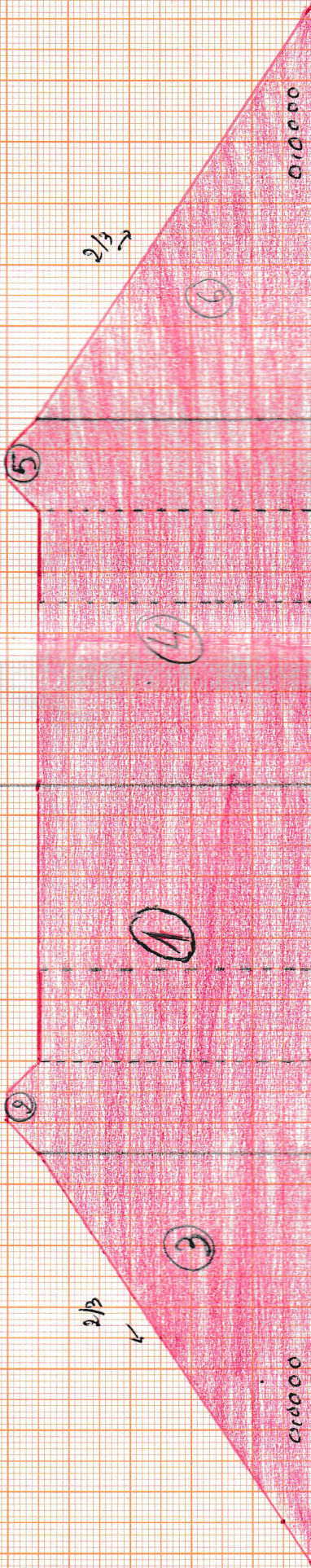
M2,00

5 10 15 20 25 30

Gauche

P_g M

Droite



M2,00

M6,51

M6,51

M6,51

M2,00

6,76

1,50

3,00

1,50

1,50

6,76

14,50

6,00

14,50

$\frac{1}{100}$

Dröite

Gauche

P₁₀
M

②

③

①

④

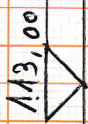
⑤

2/3

2/3

0,0115

0,0000



113,00

Cotes du T.N

Cotes du Projet

Distance du Projet

Distance du T.N

113,87

117,02

117,02

117,02

114,00

4,71

1,50

1,50

3,00

1,50

4,53

12,00

0,00

12,00

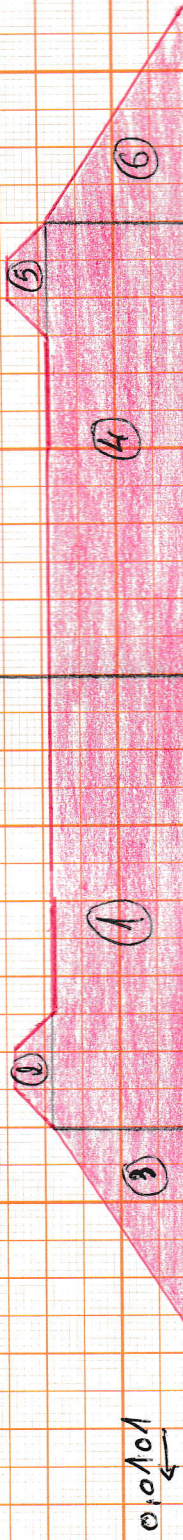
5 10 15 20 25 30

1 / 100

Gauche

PM

Droite



0,0000

+ M4,00

Cotes du T.N

Cotes du Projet

Distance du Projet

Distance du T.N

M6,00

M6,00

M6,00

M7,89

M6,00

M7,88

M5,93

M7,89

M5,90

M5,90

2,83

1,50 1,50

3,00

3,00

1,50 1,50

2,98

1,50 1,50

3,00

3,00

M2,00

M2,00

1
100

Droite

P13
M

Gauche

118,00

Cotes du T.N

Cotes du Projet

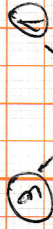
Distance du Projet

Distance du T.N

0,0333

0,0333

0,0000



119,79
119,80

0,3

1,50

3,00

1,50

4,50

120,00
120,00

0,00

120,00
120,00

12,00

5
10
15
20
25
30

N° du Profil	Distances partielles	Longueurs appliquées	Déblais				Remblais				Observations
			Surfaces (m ²)			Volume (m ³)	Surfaces (m ²)			Volumés (m ³)	
			A droite de l'axe	A gauche de l'axe	Somme		A droite de l'axe	A gauche de l'axe	Sommes		
P1	36	18	31.67	32.5	64.17	770.04	0	0	0	0	
P2		51.5	19.56	19.91	39.47	473.64	0	0	0	0	
P3	67	59.5	13.22	13.63	26.85	322.2	0	0	0	0	
P4	52	37.34	5.65	5.96	11.61	139.32	0	0	0	0	
Pf	22.67	18	0	0	0	0	0	0	0	0	
P5	13.33	23.66	0	0	0	0	4.45	3.69	8.14	97.68	
P6	34	38	0	0	0	0	15.35	14.34	29.69	356.28	
P7	42	51	0	0	0	0	26.79	33.52	60.31	723.72	
P8	60	40	0	0	0	0	36.5	36.5	73	876	En comparant les volumes géométriques des déblais et des remblais, nous constatons que le volume du remblai est légèrement supérieur ; c.-à-d. on un <u>manque de terre.</u> $\Delta V = V_R - V_D = 2578.2m^3$
P9	20	20	0	0	0	0	42.79	42.79	85.58	1026.96	
P10	20	27	0	0	0	0	26.11	25.46	51.57	618.84	
P11	34	43	0	0	0	0	14.97	14.51	29.48	353.76	
P12	52	41	0	0	0	0	9.54	9.01	18.55	222.6	
P13	30	15	0	0.5	0.5	6	1.13	0	1.13	13.56	
Total volume déblais						1711.2	Total volume remblais				