

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

4/87

وزارة التعليم و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

20x

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT : GENIE CIVIL

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

CONCEPTION
ET ETUDE
D'UN ECHANGEUR

21 PLANCHES

Proposé Par : S.A.E.T.I. Etudié par : ALLIA A. Dirigé par : Mme MORSLI
ZAHAF S.

PROMOTION : JANVIER 1987

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier :

- Nos promoteurs : M^{me} MORSLI et M^r GUIDOUM qui ne se sont pas ménagés pour nous aider à réaliser ce modeste travail et ont contribué pleinement à son aboutissement
- Nos enseignants qui durant toute notre scolarité nous ont donné ce savoir si précieux et n'ont jamais hésité à nous tendre la main durant nos moments d'égarement
- Nos parents qui ont fait preuve d'une patience exemplaire et d'une confiance absolue pour voir leurs années de souffrance et de privations porter leurs fruits
- Nos amis et ainsi que l'ensemble du personnel de la SAETI pour leur soutien moral et matériel durant nos moments de difficultés

1	PRESENTATION DU SUJET ←	1
2	CONCEPTION	4
3	TRACE EN PLAN	8
4	CALCUL D'AXES	12
5	RELATION D'AXES	28
6	PROFIL EN LONG	50
7	CARREFOURS	62
8	RACCORDEMENT DES DEVERS ←	69
9	COTES DE REVETEMENT	74
10	PROFIL EN TRAVERS	79
11	DIMENSIONNEMENT DE LA CHAUSSEE ←	83
12	CUBATURES	88
13	ASSAINISSEMENT	99
14	SIGNALISATION	108
15	OUVRAGE D'ART	114
16	PIQUETAGE	116
17	DEVIS ESTIMATIF	118
18	ANNEXES	

PRÉSENTATION DU SUJET

Afin de développer le réseau d'infrastructures routières dans la Wilaya de Tipaza, la DiB (direction d'infrastructure de base) a chargé la SAETi (Société Algérienne des études Techniques et d'infrastructure) d'étudier la liaison Zéralda - Carrefour Colonel-Abbès (par un tronçon d'autoroute) et l'aménagement de ce carrefour pour assurer une meilleure fluidité et circulation des véhicules. On notera que dans cette zone, le trafic est devenu assez important et qu'il est parcouru à des vitesses non négligeables.

Notre rôle sera donc et à la proposition de la SAETi de relier Zéralda au carrefour par un tronçon autoroutier, puis de concevoir et faire l'étude géométrique et technique d'un échangeur dont l'appellation sera "Echangeur Colonel-Abbès".

Cette conception consistera au raccordement de l'autoroute au chemin de Wilaya 51 (CW 51) menant vers Koléa.

On mettra en place des carrefours plans sur les différentes rampes de l'échangeur, et suivant les normes (normes Allemandes utilisées par la SAETi) afin d'avoir un maximum de sécurité.

On rappellera que l'autoroute est une route à deux chaussées séparées et comprenant 2 ou plusieurs voies conçues pour un trafic de véhicules assez élevé (plus de 20000 véh/j) et pour une circulation rapide, sûre et soumise à aucun point de conflit.

Les croisements susceptibles de se trouver sur une autoroute seront toujours à des niveaux différents donc par des ouvrages simples (ponts) rapides à l'exécution. Ces ouvrages d'arts seront raccordés ou non à l'autoroute par des bretelles connues encore sous le nom de "rampes".

Le terre-plein central est la partie qui sépare les deux voies (chaussées) de l'autoroute et à ses abords seront installés des glissières dites de sécurité pour empêcher un véhicule de passer d'une chaussée à l'autre entraînant de graves accidents.

Pour notre projet de fin d'études, on s'intéressera surtout à la conception de l'échangeur, le tronçon d'autoroute pouvant être lui-même un autre sujet d'études.

Toutefois les calculs que nous établirons pour l'autoroute (tronçon de 2,500 km environ) comme par exemple le calcul d'axe ou profil en long, permettront le raccordement avec les différentes bretelles ou rampes d'entrées et de sorties de l'échangeur.

1) Définition d'un échangeur :

c'est un ouvrage qui permet aux véhicules de quitter une autoroute ou d'en accéder sans aucune gêne lors des manoeuvres.

Lorsque le trafic de circulation routière devient intense il faudra envisager de séparer les routes qui se croisent en les faisant passer d'un niveau à un autre à leur point de croisement, encore faut-il que les conditions topographiques conseillent cette solution.

2) Conception de l'échangeur

L'échangeur sera composé d'un pont, de rampes de sortie et d'entrée, de caniveaux plans et des voies de décelération (rabattements) et d'accélération (insertion). Il aura pour but de desservir plusieurs directions et assurer l'écoulement du trafic intense de véhicules dans le sens considéré.

3) Avantages de l'échangeur

Le croisement à niveaux différents peut s'adapter à n'importe quel angle entre les voies qui se croisent. L'échangeur peut être construit en étapes : quand le trafic est faible, l'implantation d'ouvrages d'arts et deux rampes peut suffire, plus tard la disposition prévue pourra être complétée selon les nécessités.

4) Inconvénients d'un échangeur.

Un échangeur a l'inconvénient d'occuper plus d'espace et d'être plus coûteux qu'un carrefour normal. Le conducteur a tendance d'être induit en erreur lorsqu'il ne connaît pas la bonne manœuvre.

5) Types d'échangeurs

- Echangeur en Y : raccordement de deux autoroutes.
- Echangeur en trèfle : raccordement de deux autoroutes. Type d'échangeur le plus coûteux et occupant un plus grand espace.
- Echangeur en T : raccordement d'une autoroute et d'une route ordinaire (secondaire). échangeur appelé aussi trompette.
- Echangeur en demi-trèfle : raccordement d'une autoroute et d'une route secondaire.

Dans notre cas, on adoptera le type d'échangeur en demi-trèfle avec quatre rampes. L'échangeur en trèfle s'est avéré onéreux et occupant un grand espace pouvant détruire une bonne partie des terres agricoles au voisinage du carrefour Colonel-Abbés.

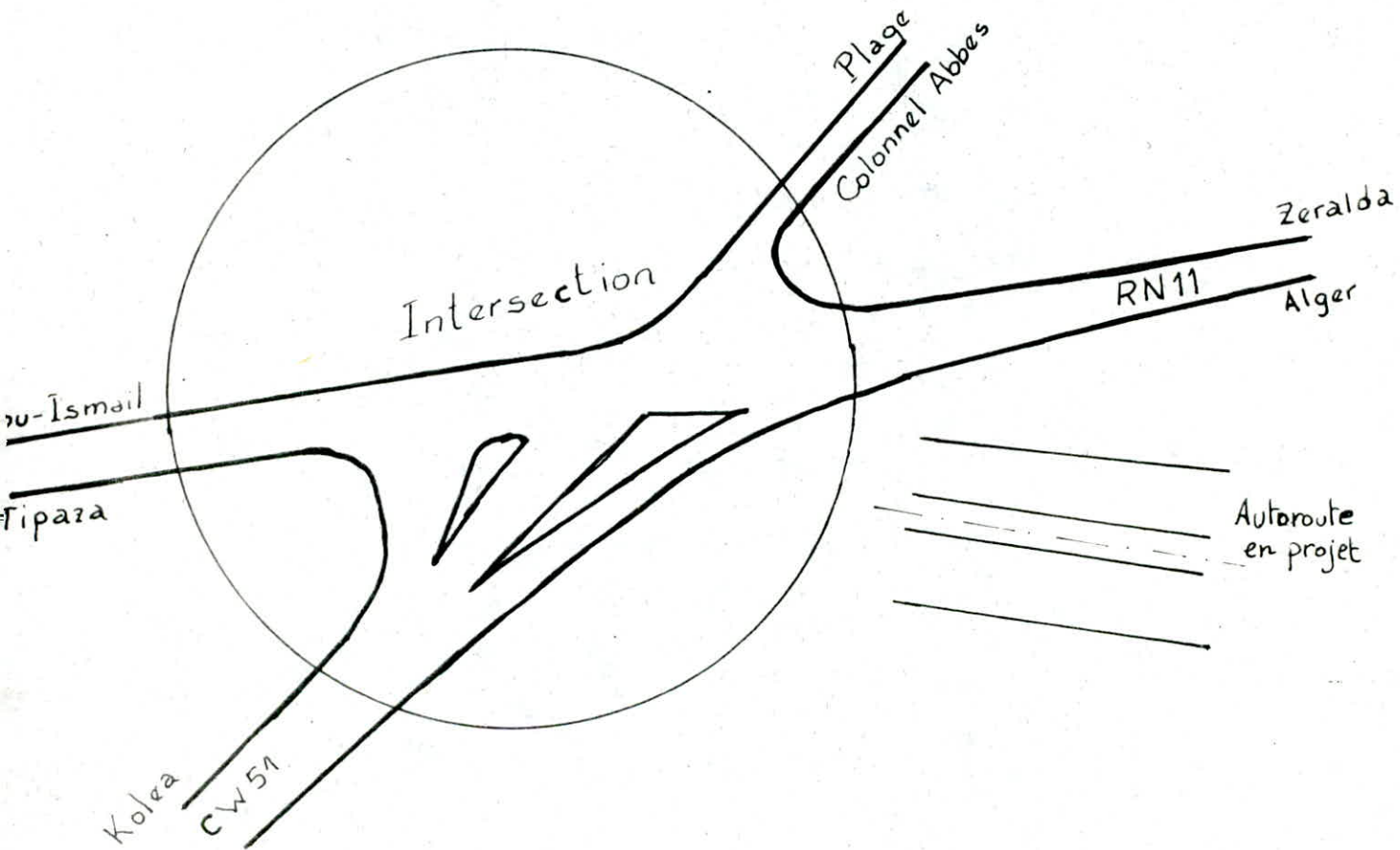
La voie secondaire ou CW 51 sera raccordée par dessus l'autoroute, les usagers empruntant celle-ci auront une meilleure visibilité de l'ouvrage d'art.

CONCEPTION

ECHANGEUR COLONNEL ABBÈS

Situation de l'échangeur

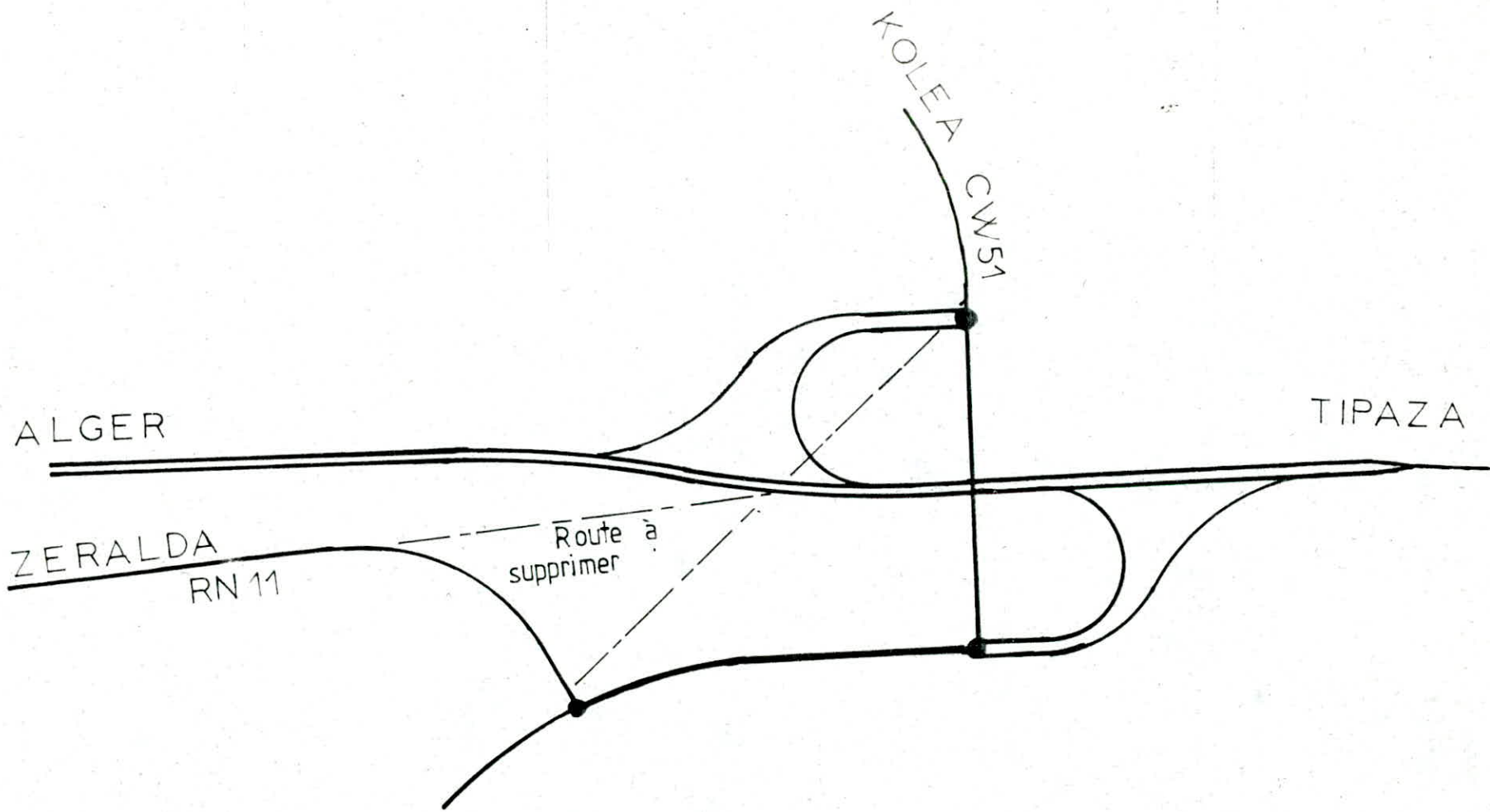
Il sera implanté à l'intersection de la RN 11 avec le CW 51 et celui menant vers la plage^{et} qui sera réaménagé (Réalisation d'un parc de loisirs)



Eléments remis par la SAETi

- Plan topographique à l'échelle 1/1000^{ème}
- Profil en travers types de l'Autoroute et des rampes
- Règlements et normes (Allemandes).

Afin de desservir la circulation dans de bonnes conditions à travers les différents sens nous avons conçu la représentation suivante :



- Carrefour
- == Autoroute
- RN ou CW

Les rampes 01, 02, 03 et 04 desserviront les trafics suivants:

- a) Rampe 01
Alger, Zéralda (tronçon d'autoroute) - Koléa, RN11, parc de loisirs
- b) Rampe 02
RN11, parc d'attraction, Koléa - Bou-Ismaïl, Tipaza (RN11)
- c) Rampe 03
Tipaza, Bou-Ismaïl - Koléa, RN11 (vers Zéralda), parc de loisirs
- d) Rampe 04
RN11, parc d'attraction, Koléa - Zéralda, Alger (tronçon d'autoroute)

Nous considérons que les rampes de sortie (01 et 03) seront parcourues par des vitesses de référence $V_2 = 40 \text{ km/h}$, alors que les rampes d'entrée (02 et 04), la vitesse de référence sera prise $V_2 = 60 \text{ km/h}$.

Pour la déviation de la RN11 on prendra $V_2 = 40 \text{ km/h}$; quant-au CW 51 et l'accès vers le centre de loisirs on considèrera une vitesse de référence commune $V_2 = 60 \text{ km/h}$.

Nous allons donner les règles ou normes (Allemandes) utilisées par la SAETi pour l'étude géométrique et technique de notre projet.

Ces normes regrouperont les différentes valeurs qui sont fonction de la vitesse de référence (rayons en plan, rayons pour le profil en long, devers, pente longitudinale, ... etc ...)

On représentera deux tableaux qui seront les suivants :

1) Normes techniques d'aménagement des routes

Éléments du projet		Valeurs limites de V_L (km/h)					
		40	60	80	100	120	140
L(m)	Longueur max des alignements	800	1200	1600	2000	2400	2800
R(m)	Rayon min de la courbe	60	160	350	600	1000	1400
A(m)	Paramètre min de la clothoïde	50	100	150	200	350	500
R(m)	R min. de la courbe lors de la suppression de l'arc	1500			3000		
S(%)	Pente longitudinale max.	10,0	6,5	5,0	4,5	4,0	4,0
S(%)	penne longitudinale min dans les sections de racc. des devers	0,5 - 1,0 ; ($S \geq \Delta S$)					
H _k	Rayon convexe min.	1500	3000	7000	12500	25000	50000
H _w	Rayon concave min	1000	2000	3000	5000	10000	20000
q%	Pente transversale min	2,5					
q _k %	penne transversale max dans les pentes	6,0					
ΔS %	Pente max dans la zone de transition	1,5	1,0	0,5			
ΔS %	penne min dans la zone de transition	0,1 a ($\leq \Delta S$ max) a: distance du bord de chaussée à l'axe de rotation					
H _m	Rayon de racc pour coudes dans le raccordement	1000	2000	4000			
S _k ^m	Distance min de visibilité d'arrêt (S = 0%)	35	70	115	185	275	380
S _u ^m	Distance min de visibilité de dépassement	-	400	525	650	-	-
S _u %	Part min de la section de la distance de visibilité de dépassement	-	25	33	50	-	-

Tableau 1

2) Normes techniques d'aménagement des carrefours dénivelés (échangeurs)

Eléments du projet		valeur limites de V_e (km/h)					
		30	40	50	60	70	80
R(m)	Rayon min. de la courbe	25	50	80	130	190	280
+5%	Pente longitudinale max. rampe	5,0					
-5%	Pente longitudinale max. pente	6,0					
H _k (m)	rayon convexe min.	500	1000	1500	2000	2000	4000
H _w (m)	rayon concave min.	250	500	750	1000	1400	2000
q(%)	pente transversale min.	2,5					
q _k (%)	pente transversale max. dans les courbes	6,0					
S(%)	Pente min dans la zone de transition	0,1d d = distance du bord à l'axe de notation					
S _h (m)	Distance de visibilité minimale	25	30	40	60	85	115

Tableau 2

TRACE EN PLAN

TRACÉ EN PLAN

1. Définition

Le tracé en plan est la projection de la route sur un plan horizontal.

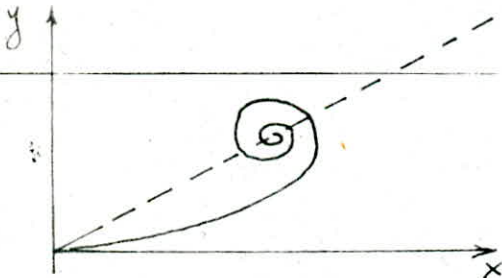
Ce tracé est composé d'alignements droits et de courbes.

Ses caractéristiques géométriques et ses points singuliers seront définis par la vitesse de référence.

Les courbes deversees devant être précédées et suivies de raccordements progressifs qui sera la clothoïde

2. Raccordement progressif - Clothoïde

- 2.1 La clothoïde ou raccordement progressif permet à l'usager d'aborder un virage en toute sécurité, en effet ce raccordement ou clothoïde répond le mieux à la trajectoire des roues d'un véhicule lors d'un braquage. Géométriquement, la clothoïde est une spirale à point asymptotique dont la courbure croît linéairement de $1/R=0$ à $1/R=\infty$



Ses coordonnées rectangulaires sont des Intégrales de Fresnel dont la solution n'est pas possible par les mathématiques élémentaires

On peut néanmoins utiliser des tables dites "Tables de clothoïde".

Il existe d'autres types de raccordement progressif comme par exemple la parabole, la parabole cubique ou la lemniscate.

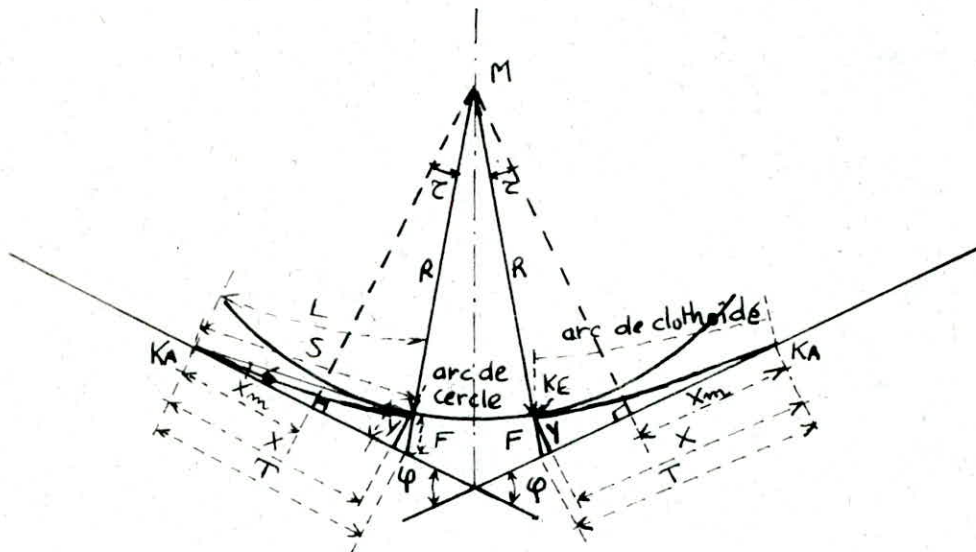
L'équation de la clothoïde est $A^2 = Rl = RL$

R : rayon du cercle

L, l : longueur de clothoïde

A : paramètre de clothoïde

2.2 Représentation de la clothoïde :



Explication des symboles

K_A origine ou début de clothoïde

X, Y coordonnées rectangulaires

S, σ coordonnées polaires

L longueur de l'arc de clothoïde

R rayon de l'arc de cercle resp. rayon de courbure minimum.

X_m abscisse du centre de l'arc de cercle resp. du centre de courbure M .

E décalage de l'arc de cercle

T abscisse x plus subnormale.

F normale resp. distance du point d'intersection de courbure

z angle de la tangente en grades

φ angle d'intersection de deux alignements droits

K_E fin de clothoïde.

$$E = \Delta R, L \text{ et } R \text{ sont tels que } E = \Delta R = \frac{L^2}{24 R}$$

On rappelle l'équation de la clothoïde: $A^2 = RL$

A paramètre de clothoïde

Conditions des courbes de raccordement

1) Condition optique

Elle permet de renseigner les usagers à l'avance de l'évolution du tracé.

Le raccordement progressif doit correspondre à un changement de direction supérieur ou égal à 3° ($1/18$ radian) donc $\alpha \geq 3^\circ$ et $R/3 \leq A \leq R$ $\left\{ \begin{array}{l} A: \text{paramètre} \\ \text{clothoïde} \\ R: \text{rayon} \end{array} \right.$

2) Condition de gauchissement

Elle permet de ne pas introduire un mouvement brusque de balancement au véhicule reposant sur un plan incliné de 2% sur l'horizontale dans un sens et qui sera confronté à un autre plan incliné atteignant presque 10% dans l'autre sens.

$$L > l d v_2 \quad \left\{ \begin{array}{l} l: \text{longueur de la chaussée (m)} \\ d: \text{devers (\%)} \\ v_2: \text{vitesse de référence (km/h)} \end{array} \right.$$

3) Condition de confort dynamique

Elle limite la variation (par unité de temps) de l'accélération transversale des véhicules. $L > \frac{v_2^2}{18} \left[\frac{v_2^2}{127R} - d \right]$ $\left\{ \begin{array}{l} v_2: \text{vitesse de référence km/h} \\ R: \text{rayon de courbure (m)} \\ d: \text{devers (\%)} \end{array} \right.$

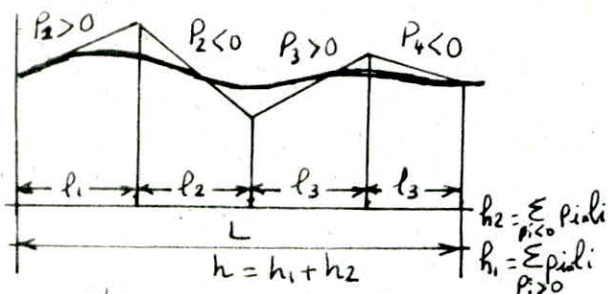
Environnement de la route (d'après les règlements B-40 p 1.3)

L'environnement de la route est caractérisé par deux paramètres :

- 1) dénivellée moyenne au kilomètre h/L .
- 2) sinuosité.

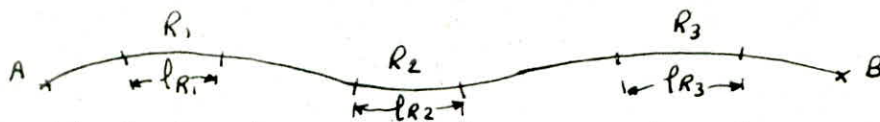
1) dénivellée moyenne

Elle nous renseigne sur la classification du terrain



N° code	classification	Dénivellée cumulée moyenne
1	Plat	$h/L \leq 1,5\%$
2	vallonné	$1,5\% < h/L \leq 4\%$
3	Montagneux	$4\% < h/L$

2) sinuosité



La sinuosité est donnée par $\zeta = \frac{l_s}{LAB}$ avec $l_s = \sum lR$ avec $R < 200$ m

L'environnement sera tel que :

Relief \ Sinuosité	Sinuosité		
	1 Faible	2 moyenne	3 forte
1. Plat	E1	E2	E3
2. Vallonné	E2	E2	E3
3. Montagneux	E1	E3	E3

avec

N° code	classification	sinuosité moyenne
1	sinuosité faible	$\zeta \leq 0,1$
2	sinuosité moyenne	$0,1 < \zeta \leq 0,3$
3	sinuosité forte	$0,3 < \zeta$

Pour l'autoroute $P_1 = 0,683\%$; $P_2 = -0,80\%$; $P_3 = 0,52\%$; $P_4 = -0,5245\%$ \Rightarrow $\begin{cases} h_1 = 3,349 \\ h_2 = -3,849 \\ \frac{h}{L} = -0,05\% \end{cases}$

$l_1 = 300$ m ; $l_2 = 350$ m ; $l_3 = 250$ m ; $l_4 = 200$ m

$h/L < 1,5\% \Rightarrow$ le terrain est plat et $\zeta = 0$ car R_1, R_2, R_3 et $R_4 > 200$ m

($R_1 = 1400$ m ; $R_2 = 600$; $R_3 = 600$; $R_4 = 800$ m) on a donc un environnement E1

CALCUL D'AXES

CALCUL D'AXES

Définition

Le calcul d'axe est une opération essentielle que devra contenir un projet routier car il permet de calculer tout point bien défini de l'axe d'une route après avoir choisi le "couloir" par lequel elle devra passer.

Les points à calculer seront plus particulièrement les débuts et fins de clothoïdes, les centres des différents arcs de cercles ou encore les points d'intersection de deux axes.

Nous ferons donc le calcul d'axes du tronçon d'autoroute, liaison entre Zéralda et le carrefour, des rampes, de la déviation de la RN 11 (Route Nationale N° 11) et de l'accès vers le centre de loisirs.

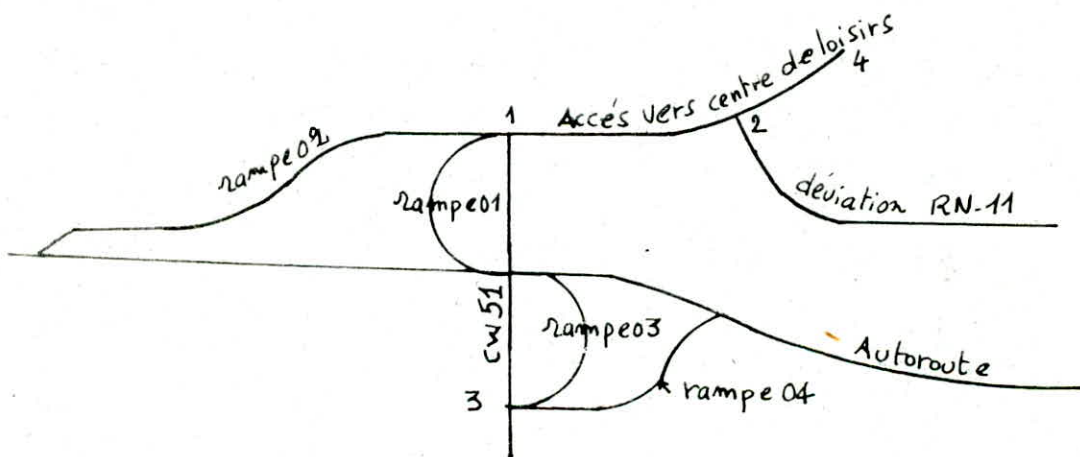
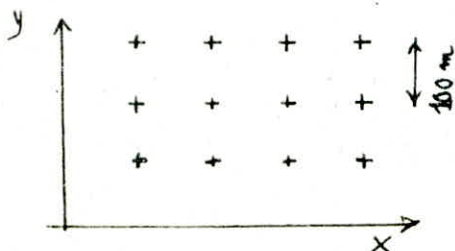


Fig. 1

Remarques

Le système Allemand considère les coordonnées rectangulaires de façon contraire soit $y \rightarrow x$ et $x \rightarrow y$

Les points des différents axes sont contenus dans des quadrillages (carrés de 100 m de côté). Le plan topographique étant à l'échelle 1/1000 (1cm:10m)

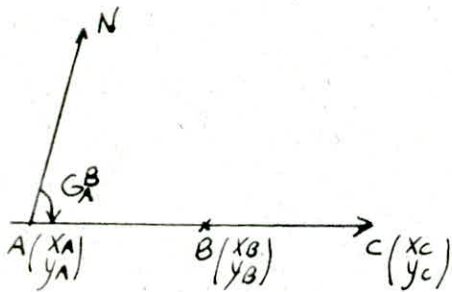


Calcul des points

Pour obtenir les coordonnées des différents points des axes à déterminer on utilisera la formule du gisement d'une direction.

Le gisement d'une direction est l'angle que fait cette direction avec le Nord.

* Cas d'un alignement droit



$$G_A^C = G_A^B$$

$$\Delta X = d_{AB} \sin G_A^B = d_{AB} \sin G_A^C$$

$$\Delta Y = d_{AB} \cos G_A^B = d_{AB} \cos G_A^C$$

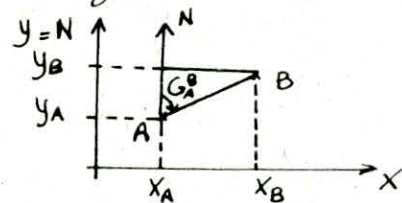
$$\text{d'où } X_B = X_A \pm \Delta X$$

$$Y_B = Y_A \pm \Delta Y$$

En fonction des coordonnées rectangulaires, le gisement sera donné par :

$$\text{tg gisement} = \text{tg } G_A^B = \frac{\Delta X}{\Delta Y}$$

$$\text{tg } G_A^B = \frac{x_B - x_A}{y_B - y_A}$$



Donc d'après le système Allemand

$$\text{tg } G_A^B = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}$$

* Cas d'une courbe circulaire

T_1, T_2 tangentes ; M centre du cercle

$$\text{tg } G_M^{T_1} = \frac{\Delta X}{\Delta Y} \Rightarrow G_M^{T_1} = \text{Arctg } \frac{\Delta X}{\Delta Y}$$

L'angle α sera tel que $D = R\alpha$ α (rad)

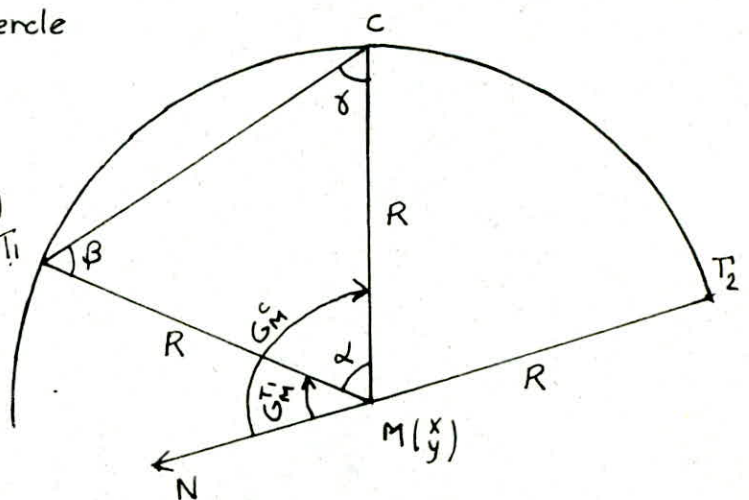
$$D = \text{Pk}(C) - \text{Pk}(T_1) \Rightarrow \alpha = \frac{D}{R}$$

Pu ailleurs $G_M^C = G_M^{T_1} + \alpha$ α (gr)

si $\Delta X = MC \sin G_M^C$ et $\Delta Y = MC \cos G_M^C$

On conclut que $X_C = X_M \pm \Delta X$

$$Y_C = Y_M \pm \Delta Y$$



On dispose de deux points A et A' tels que

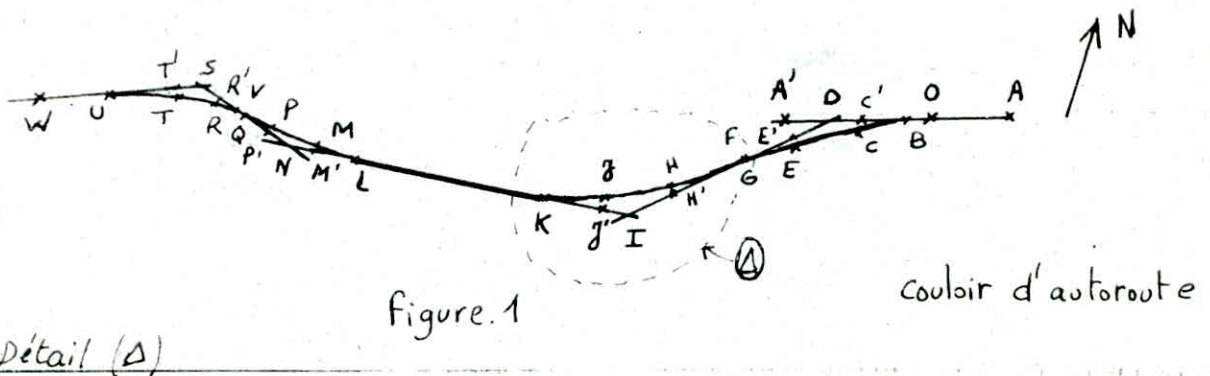
$$A \begin{pmatrix} 500083,310 \\ 200138,539 \end{pmatrix} \quad P_{KA} = 204,263$$

$$A' \begin{pmatrix} 499636,000 \\ 199700,000 \end{pmatrix} \quad P_{KA'} = -422,158$$

Les coordonnées ont été fournies par la SAETi qui a étudié le tronçon d'autoroute Alger-Zéralda jusqu'à l'origine (PK origine = 0).

Donc notre étude commencera à partir de l'origine, les points obtenus auront donc leurs PK négatifs.

I Calcul d'axe de l'autoroute



Détail (A)



La section KL comportera un viaduc qui passera sur l'Oued Mazafran. (viaduc droit).

On notera que le choix du couloir a été étudié puis établi en fonction des contraintes qui existent sur le plan topographique et qui sont fort heureusement secondaires.

On a rattaché les points d'intersection des axes de l'autoroute qui sont :

$$D \begin{pmatrix} 499762 \\ 199824 \end{pmatrix} ; I \begin{pmatrix} 499359 \\ 199575 \end{pmatrix} ; N \begin{pmatrix} 498908 \\ 198736 \end{pmatrix} ; S \begin{pmatrix} 498871 \\ 198431 \end{pmatrix}$$

soit un point quelconque sur la RN11 (dernier alignement), $W \begin{pmatrix} 498828 \\ 198300 \end{pmatrix}$

- Calcul des gisements des différentes directions:

$$1) G_D^A = \text{Arctg} \frac{y_A - y_D}{x_A - x_D} = \text{Arctg} \frac{200138,539 - 199824}{500083,310 - 499762} = \text{Arctg} \frac{314,539}{321,310} = 49,328 \text{ gr}$$

$$2) G_I^D = \text{Arctg} \frac{y_D - y_I}{x_D - x_I} = \text{Arctg} \frac{249}{400} = 35,234 \text{ gr}$$

$$3) G_N^I = \text{Arctg} \frac{y_I - y_N}{x_I - x_N} = \text{Arctg} \frac{839}{451} = 68,600 \text{ gr}$$

$$4) G_S^N = \text{Arctg} \frac{y_N - y_S}{x_S - x_N} = \text{Arctg} \frac{305}{37} = 92,315 \text{ gr}$$

$$5) G_W^S = \text{Arctg} \frac{y_S - y_W}{x_S - x_W} = \text{Arctg} \frac{131}{43} = 79,809 \text{ gr}$$

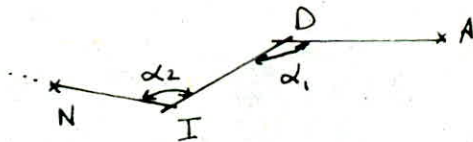
- Calcul des angles formés par les différentes directions

$$1) \alpha_1 = 200 - (G_D^A - G_I^D) = 185,912 \text{ gr}$$

$$2) \alpha_2 = 200 - (G_N^I - G_I^D) = 166,634 \text{ gr}$$

$$3) \alpha_3 = 200 - (G_S^N - G_N^I) = 176,285 \text{ gr}$$

$$4) \alpha_4 = 200 - (G_S^N - G_W^S) = 187,494 \text{ gr}$$



- Calcul des distances AD, DI, IN, NS

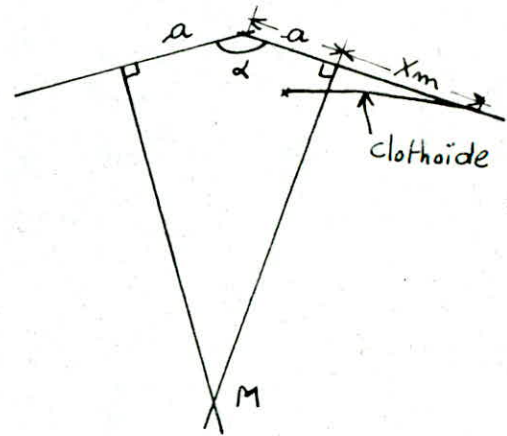
Elles sont données par la formule $D = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$, on trouve

$$AD = 449,639 \text{ m} ; DI = 473,719 \text{ m} ; IN = 952,535 \text{ m} ; NS = 307,236 \text{ m}$$

On donnera les différents rayons R et types de clothoïde A considérés; donc les caractéristiques des clothoïdes sont successivement:

1^{er} virage:

$$\begin{aligned} R_1 &= 1400 \text{ m} ; A_1 = 480 \text{ m} ; a_1 = 155,538 \text{ m} \\ L_1 &= 164,64 \text{ m} ; \Sigma_1^{\text{gr}} = 3,7449 ; T_1 = 164,773 \text{ m} \\ X_1 &= 164,583 \text{ m} ; Y_1 = 3,228 \text{ m} ; X_{m_1} = 82,310 \text{ m} \\ F_1 &= 3,233 \text{ m} ; E_1 = 0,807 \text{ m} ; S_1 = 164,615 \text{ m} \end{aligned}$$



2^{ème} virage:

$$\begin{aligned} R_2 &= 600 \text{ m} ; A_2 = 300 \text{ m} ; a_2 = 160,932 \text{ m} \\ L_2 &= 150 \text{ m} ; \Sigma_2^{\text{gr}} = 7,9577 \text{ gr} ; T_2 = 150,550 \text{ m} \\ X_2 &= 149,766 \text{ m} ; Y_2 = 6,243 \text{ m} ; X_{m_2} = 74,961 \text{ m} \\ F_2 &= 6,29282 \text{ m} ; E_2 = 1,562 \text{ m} ; S_2 = 149,896 \text{ m} \end{aligned}$$

3^{ème} virage:

$$\begin{aligned} R_3 &= 600 \text{ m} ; A_3 = 250 \text{ m} ; a_3 = 113,060 \text{ m} \\ L_3 &= 104,25 \text{ m} ; \Sigma_3^{\text{gr}} = 5,5350 \text{ gr} ; T_3 = 104,4345 \text{ m} \\ X_3 &= 104,171 \text{ m} ; Y_3 = 3,019 \text{ m} ; X_{m_3} = 52,112 \text{ m} \\ F_3 &= 3,03125 \text{ m} ; E_3 = 0,755 \text{ m} ; S_3 = 104,215 \text{ m} \end{aligned}$$

4^{ème} virage:

$$\begin{aligned} R_4 &= 800 \text{ m} ; A_4 = 270 \text{ m} ; a_4 = 78,831 \text{ m} \\ L_4 &= 91,125 \text{ m} ; \Sigma_4 = 3,6365 \text{ gr} ; T_4 = 91,329 \text{ m} \\ X_4 &= 91,2303 \text{ m} ; Y_4 = 1,73718 \text{ m} ; X_{m_4} = 45,62514 \text{ m} \\ F_4 &= 1,74015 \text{ m} ; E_4 = 0,43443 \text{ m} ; S_4 = 91,24677 \text{ m} \end{aligned}$$

On notera que les points B, C, E, F, G, H, J, K, L, M, P, Q, V, R, T et U sont les points (des clothoïdes) respectivement $K_A^1, K_E^1, K_E^2, K_A^2, K_A^3, K_E^3, K_E^4, K_A^4, K_A^5, K_E^5, K_E^6, K_A^6, K_A^7, K_E^7, K_E^8$ et K_A^8 .

On donne un exemple de calcul des coordonnées O, KA', KE' et M (centre des arcs de cercle), les autres résultats sont groupés dans un tableau.

La démonstration est la même pour les autres points.

- coordonnées de O (origine de l'axe de l'autoroute)

$$\operatorname{tg} G_0^A = \frac{y_A - y_0}{x_A - x_0} \quad \text{et} \quad G_0^A = G_0^A = 49,322 \text{ gr} ; \quad OA = 204,263 \text{ m}$$

$$x_A - x_0 = OA \cos G_0^A \Rightarrow x_0 = x_A - OA \cos G_0^A = 500083,31 - 204,263 \cos 49,322$$

$$y_A - y_0 = OA \sin G_0^A \Rightarrow y_0 = y_A - OA \sin G_0^A = 200138,539 - 204,263 \sin 49,322$$

$$x_0 = 499937,344 ; \quad y_0 = 199995,650$$

- Coordonnées de KA' (point B sur la Figure 1)

$$DB = DKA' = q_1 + X_{m_1} = 155,538 + 82,310 = 237,848$$

$$x_{KA'} = x_0 + DKA' \cos G_0^A = 499931,966$$

$$y_{KA'} = y_0 + DKA' \sin G_0^A = 199990,383$$

- coordonnées de KE' (point C sur la Figure)

coordonnées de C'

$$x_{C'} = x_B - x_1 \cos G_D^A = 499814,555$$

$$x_1 = 164,583 \text{ m}$$

$$y_{C'} = y_B - x_1 \sin G_D^A = 199875,251$$

$$\text{d'où} \quad x_C = x_{C'} - y_1 \sin G_D^A = 499812,097$$

$$y_1 = 3,228 \text{ m}$$

$$y_C = y_{C'} + y_1 \cos G_D^A = 199877,558$$

- coordonnées de M₁

coordonnées de M₁'

$$KA'M_1 = X_{m_1} = 82,310 ; \quad G_{M_1}^{KA'} = 49,322 \text{ gr}$$

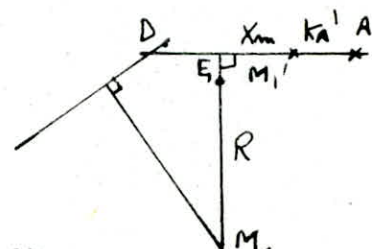
$$x_{M_1'} = x_{KA'} - X_{m_1} \quad G_{M_1'}^{KA'} = 499873,148 \text{ m}$$

$$y_{M_1'} = y_{KA'} - X_{m_1} \quad G_{M_1'}^{KA'} = 199932,8042 \text{ m}$$

$$M_1'M_1 = R_1 + E_1 = 1400 + 0,807 = 1400,807 \text{ m} ; \quad G_{M_1'}^{M_1} = 149,322 \text{ gr}$$

$$x_{M_1} = x_{M_1'} + (R_1 + E_1) \cos 149,322 = 498893,233$$

$$y_{M_1} = y_{M_1'} + (R_1 + E_1) \sin 149,322 = 200933,817$$



sections considérées	Points sur l'axe de l'aut	Abscisse (X)	ordonnée (Y)	PK
1 ^{er} virage R = 1400 m A = 480 m	K _A ¹	499931,966	199990,383	-7,528
	K _E ¹	499812,097	199877,558	-172,099
	K _E ²	499697,975	199788,236	-317,201
	K _A ²	499559,659	199698,980	-481,761
	M ₁	498893,233	200933,817	/
2 ^{ème} virage R = 600 m A = 300 m	K _A ³	499559,677	199698,992	-481,761
	K _E ³	499435,551	199614,960	-631,750
	K _E ⁴	499323,720	199496,183	-796,218
	K _A ⁴	499247,311	199367,224	-946,218
	M ₂	499812,664	199148,426	/
3 ^{ème} virage R = 600 m A = 250 m	K _A ⁵	498986,205	198881,485	-1497,688
	K _E ⁵	498939,543	198788,300	-1601,855
	K _E ⁶	498903,653	198675,079	-1721,031
	K _A ⁶	498888,110	198572,030	-1825,198
	M ₃	499490,769	198551,418	/
4 ^{ème} virage R = 800 m A = 270 m	K _A ⁷	498885,987	198554,550	-1842,806
	K _E ⁷	498873,277	198464,193	-1933,931
	K _E ⁸	498858,988	198399,973	-1999,691
	K _A ⁸	498832,186	198312,751	-2090,816
	M ₄	498085,902	198605,732	/

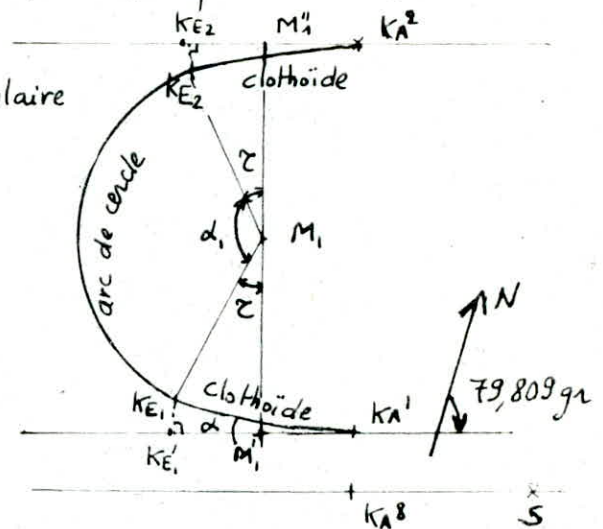
Entre le 1^{er} et le 2^{ème} virage, existe un chevauchement de clothoïdes de 0,022 m soit 22 cm, valeur négligeable.

II Calcul d'axe de la rampe 01

La rampe 01 comporte deux courbes de transition (clothoïdes) telles que :
 $A = 50 \text{ m}$; $R = 50 \text{ m}$; $L = 50 \text{ m}$; $\tau^{\text{pr}} = 31,8310 \text{ gr}$; $X_m = 24,7931 \text{ m}$
 $X = 48,7644 \text{ m}$; $Y = 8,1857 \text{ m}$; $T = 53,23625 \text{ m}$; $F = 9,32755 \text{ m}$; $E = 2,06485 \text{ m}$

Cette rampe a été implantée sur la perpendiculaire
 ou à partir de la perpendiculaire en K_A^8
 avec $K_A^8 K_A^1 = 13 \text{ m}$ ($2 + 4 + 3,5 + 3,5$)
 il existe 3 voies plus le terre plein central
 les points S et K_A^8 sont tels que :

$$S \begin{pmatrix} 498871 \\ 188431 \end{pmatrix} \quad K_A^8 \begin{pmatrix} 498832,186 \\ 198312,751 \end{pmatrix}$$



On donne un exemple de calcul,

les autres points seront regroupés dans un tableau

- coordonnées de K_A^1 :

$$K_A^8 K_A^1 = 13 \text{ m} \quad \text{et} \quad G_{K_A^8}^{K_A^1} = G_{K_A^8}^S + 300 = 379,809 \text{ gr}$$

$$X_{K_A^1} = X_{K_A^8} + K_A^8 K_A^1 \cos G_{K_A^8}^{K_A^1} = 498844,538$$

$$Y_{K_A^1} = Y_{K_A^8} + K_A^8 K_A^1 \sin G_{K_A^8}^{K_A^1} = 198308,697$$

- coordonnée de K_E^1

$$\text{corde } K_A^1 K_E^1 = S = \sqrt{x^2 + y^2} = 49,447 \text{ m} \quad ; \quad \alpha = \text{Arctg } y/x = 10,588 \text{ gr}$$

$$G_{K_A^1}^{K_E^1} = G_{K_A^1}^S + 200 + \alpha = 290,397 \text{ gr}$$

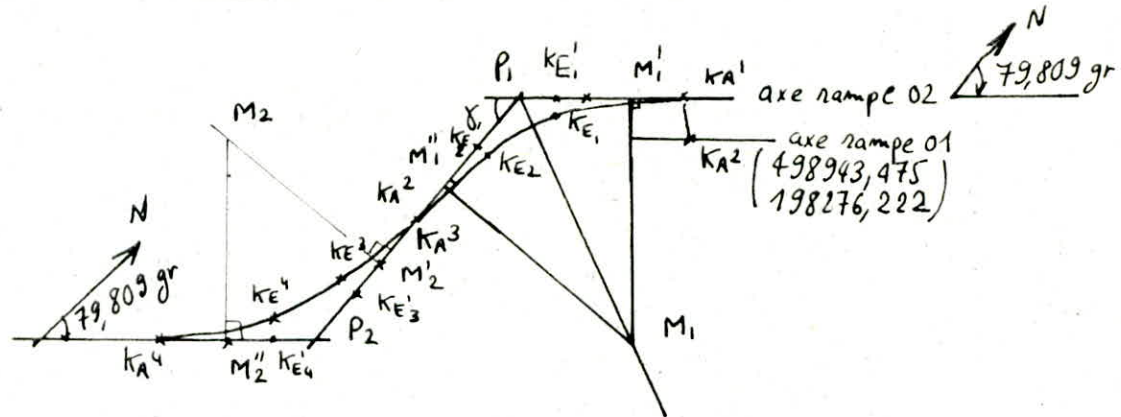
$$\text{d'où } X_{K_E^1} = X_{K_A^1} + K_A^1 K_E^1 \cos G_{K_A^1}^{K_E^1} = 498837,108$$

$$Y_{K_E^1} = Y_{K_A^1} + K_A^1 K_E^1 \sin G_{K_A^1}^{K_E^1} = 198259,812$$

Points	abscisse X	ordonnée Y
K_A^1	498844,538	198308,697
K_E^1	498837,108	198259,812
M_1'	498836,806	198285,141
K_E^1	498829,330	198262,365
K_A^2	498943,475	198276,222

Points	abscisse X	ordonnée Y
K_E^2	498920,489	198232,442
M_1''	498935,743	198252,666
K_E^2	498928,267	198229,890
M_1	498886,274	198268,904

III Calcul d'axe de la rampe 02



Cette rampe 02 comporte deux types de clothoïde et deux courbes en S telles que :

Courbes	α gr	L	X	Y	X_m	T	E
R = 80 A = 60	17,9049	45	44,64534	4,19496	22,44084	45,85728	1,05174
R = 110 A = 80	16,8236	58,16	57,75512	5,09768	29,01248	59,13456	1,2776

La rampe 02 sera construite à partir du point KA^1 tel que $KA^1KA^2 = 18$
(2 voies de 8m de largeur plus 2m du terre-plein dans la partie commune)

$$G_{KA^2}^{KA^1} = 379,809 \text{ gr} \Rightarrow X_{KA^1} = X_{KA^2} + KA^1KA^2 \cos G_{KA^2}^{KA^1} = 498960,577$$

$$Y_{KA^1} = Y_{KA^2} + KA^1KA^2 \sin G_{KA^2}^{KA^1} = 198270,608$$

Les résultats obtenus sont les suivants :

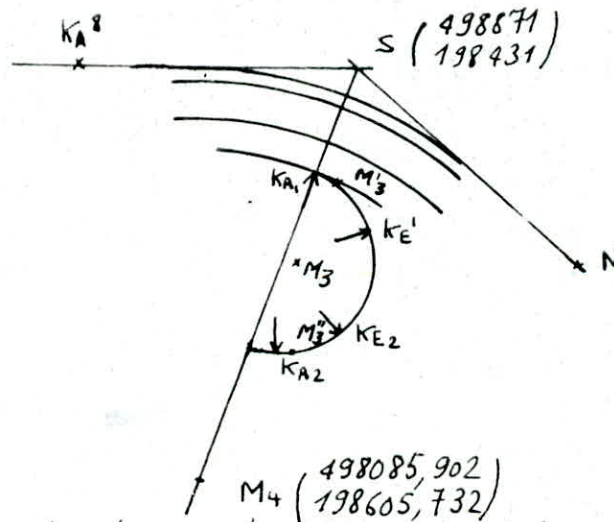
Points	Abscisse X	ordonnée Y	Points	Abscisse X	ordonnée Y
KA^1	498960,577	198270,608	KE_2	498920,073	198207,426
M'_1	498953,578	198249,286	KE'_2	498921,288	198203,411
KE'_1	498946,654	198228,189	P_2	498793,622	198164,798
KE_1	498942,668	198229,498	KA_3	498876,839	198189,967
M_1	498876,569	198274,564	M'_2	498849,069	198181,568
P_1	498940,420	198209,198	KE'_3	498821,557	198173,247
KA_2	498878,554	198190,486	KE_3	498823,033	198168,367
M'_i	498900,034	198196,983	M_2	498881,284	198075,056

Points	Abscisse X	ordonnée Y	Points	Abscisse X	ordonnée Y
KA4	498766,508	198082,194	KE'4	498784,520	198137,069
M''2	498775,556	198109,759	KE4	498789,364	198135,479

Pour plus de détail des calculs d'axes des rampes 01 et 02 on consultera l'annexe jointe avec le projet.

IV Calcul d'axe de la rampe 03

L'axe de la rampe 03 est le bord intérieur de cette rampe. Elle commencera sur la bissectrice des alignements formant le 4^{ème} virage de l'autoroute à une distance $d = 2 + 4 + 3,5 = 9,5$ m de l'axe de celle-ci.



On détermine les coordonnées de T_4' et T_4'' , points de tangence du cercle de centre M_4 et de rayon $R = 800$ m sur les segments NS et SKA_8

$$\text{Distance } ST_4' = (R + E) \operatorname{tg} \left(\frac{G_S^N - G_{KA}^S}{2} \right) = (800 + 0,4365) \operatorname{tg} \left(\frac{92,315 - 79,809}{2} \right) = 78,874 \text{ m}$$

- coordonnées de T_4'

$$ST_4' = 78,874 \text{ m} ; \quad G_S^{T_4'} = 92,315 \text{ gr}$$

$$X_{T_4'} = X_S + ST_4' \cos G_S^{T_4'} = 498880,498$$

$$Y_{T_4'} = Y_S + ST_4' \sin G_S^{T_4'} = 198509,300$$

- coordonnées de T_4''

$$T_4'' S = 78,874 \text{ m} ; G_S^{T_4''} = 279,809 \text{ gr}$$

$$X_{T_4''} = X_S + T_4'' S \cos G_S^{T_4''} = 498846,402$$

$$Y_{T_4''} = Y_S + T_4'' S \sin G_S^{T_4''} = 198356,060$$

- Connaissant les coordonnées de S et M_4 , on détermine la distance SM_4 ainsi que le gisement $G_{M_4}^S$

$$\text{tg } G_{M_4}^S = \frac{\Delta Y}{\Delta X} \Rightarrow G_{M_4}^S = \text{Arctg } \frac{\Delta Y}{\Delta X} = 386,062 \text{ gr}$$

$$SM_4 = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} = 804,309 \text{ m}$$

La distance $M_4 KA_1$ sera égale à $M_4 KA_1 = 800 - 2 - 4 - 3,5 = 790,5 \text{ m}$

$$\text{donc } SKA_1 = 804,309 \text{ m} - 790,5 \text{ m} = 13,809 \text{ m}$$

- Coordonnées de KA_1

$$SKA_1 = 13,809 \text{ m} ; G_S^{KA_1} = 186,062 \text{ gr}$$

$$\text{d'où } X_{KA_1} = X_S + 13,809 \cos 186,062 = 498857,521$$

$$Y_{KA_1} = Y_S + 13,809 \sin 186,062 = 198433,999$$

Le point de clothoïde correspond à un rayon $R = 790,5 \text{ m}$.

Pour plus de détails on consultera l'annexe du calcul d'axe.

Les résultats obtenus sont les suivants.

Remarque : cette rampe a les mêmes caractéristiques que la rampe 01 : $R = 50 \text{ m}$; $A = 50 \text{ m}$

Points	Abscisse X	ordonnée Y		Points	Abscisse X	ordonnée Y
KA_1	498857,521	198433,999		M_3''	498765,398	198487,101
KE_1	498864,049	198479,866		KA_2	498757,666	198463,545
M_3'	498864,305	198454,538		KE_2	498780,651	198507,324
M_3	498814,866	198470,864				

V Calcul d'axe de la rampe 04

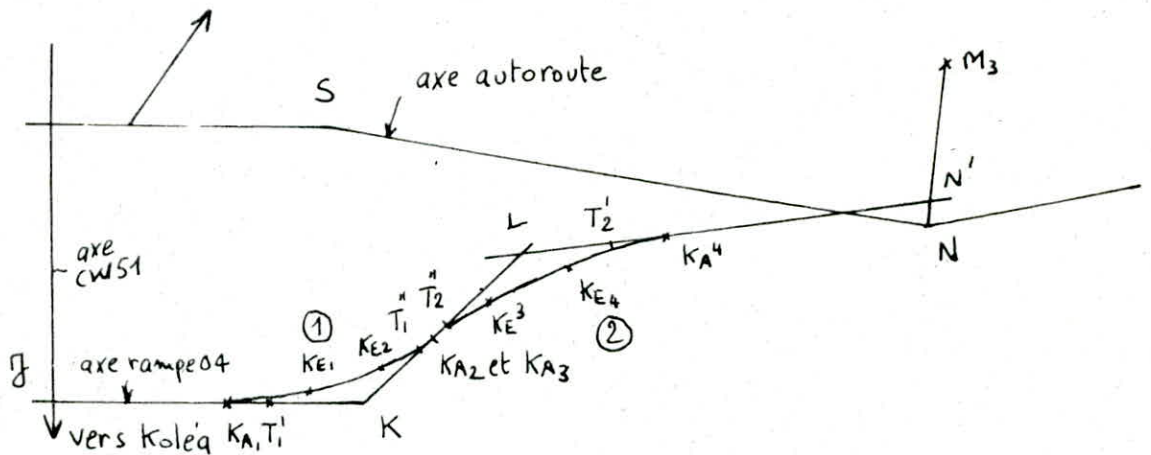
A partir de KA_2 (point appartenant à la rampe 03), on détermine le point début de clothoïde de la rampe 04 et ce en translatant ce point parallèlement à l'axe de route menant vers Koléa d'une distance. (point KA_1)

$$G_{KA_1}^{KA_2} = 179,809 \text{ gr}; KA_2 KA_1 = 8+2+8 = 18 \text{ m (même raisonnement que celui de la rampe 02)}$$

coordonnées de KA_1

$$X_{KA_1} = 498757,666 + 18 \cos 179,809 = 498740,564$$

$$Y_{KA_1} = 198463,545 + 18 \sin 179,809 = 198469,159$$



La rampe 04 est composée de 3 alignements JK, KL et LN' qui forment 2 virages

① et ②. g est le point d'intersection de KA_1, K avec l'axe du CW 51

N' est portée par la bissectrice des segments formant le 3^{ème} virage de l'autoroute et à distance de l'axe de l'autoroute $D = 2+4+3,5 = 9,5 \text{ m}$

L'angle formé par KJ et KL est $\alpha_1 = 160,1 \text{ gr}$

Le 1^{er} virage est choisi de manière que : $R = 90 \text{ m}$ et $A = 60 \text{ m}$

Le 2^{ème} virage est choisi tel que $R = 160 \text{ m}$; $A = 100 \text{ m}$

Les caractéristiques des deux clothoïdes sont telles que

courbes	$\alpha \text{ gr}$	L	X	Y	X_m	T	E
$R=90$ $A=60$	14,1612	40	39,82	2,95692	19,97706	40,49124	0,74052
$R=160$ $A=100$	12,4340	62,5	62,262	4,0579	31,2103	63,0648	1,0159

- Coordonnées de K

$$\text{distance } T_1'K = (R+E) \operatorname{tg}(G_j^k - G_k^L) = 29,483 \text{ m}$$

$$\text{distance } KA'K = X_m + T_1'K = 19,977 + 29,483 = 49,460 \text{ m}$$

$$G_{KA'}^k = 79,809 \text{ gr} \Rightarrow X_k = X_{KA_1} + 49,460 \cos 79,809 = 498755,989$$

$$Y_k = Y_{KA_1} + 49,460 \sin 79,809 = 198516,153$$

Connaissant la valeur de d_1 , on peut déduire la valeur de d_2

$$d_2 = 200 - (200 - 160) - 0,6485 = 159,3515 \text{ gr}$$

- coordonnées de N'

$$M_3N = \frac{R+E}{\cos \frac{G_S^N - G_N}{2}} \quad \text{avec } G_S^N = 92,315 \text{ gr}; G_N = 68,6 \text{ gr}; R = 600 \text{ m}; E = 0,7534 \text{ m}$$

$$\text{donc } M_3N = 611,327 \text{ or } M_3N' = 600 + 2 + 4 + 3,5 = 609,5 \text{ m}$$

$$\text{d'où } NN' = 1,827 \text{ m et } G_{N'}^N = G_{M_3}^N = 180,4575 \text{ gr}$$

$$X_{N'} = X_N + NN' \cos 380,4575 = 498909,742$$

$$Y_{N'} = Y_N + NN' \sin 380,4575 = 198735,448$$

La suite des résultats se résume dans le tableau ci-dessous, (on consultera les annexes pour un calcul détaillé de chaque point de l'axe de la rampe 04)

Points	Coordonnées	Points	Coordonnées	Points	Coordonnées
KA ₁	498740,564 198469,159	KE ₁	498752,9832 198506,9949	M ^{''} ₅	498881,3105 198645,7573
K	498755,989 198516,153	KE ₁	498755,7927 198506,0727	KA ₃	498796,7683 198545,5945
N'	498909,742 198735,448	KA ₂	498796,0908 198545,1052	KE ₃	498847,2489 198582,0399
L	498865,227 198595,0195	KE ₂	498763,804 198521,7952	KE ₃	498844,874 198585,330
M ^{''} ₄	498746,7939 198488,1395	KE ₂	498765,535 198519,398	KA ₄	498890,7414 198675,508
M ₄	498833,009 198459,840	M ^{''} ₅	498822,0726 198563,8634	KE ₄	498871,9274 198616,1569
M ^{''} ₄	498779,8939 198533,4116	M ₅	498727,821 198694,411	KE ₄	498867,359 198617,383

* Points d'intersection entre différents axes

① Point d'intersection du CW51 avec l'autoroute (point I')

L'équation de l'axe du CW51 est : $X = -3,04655218 Y + 1103138,999$ ①

A partir des points de l'autoroute S et KA8 l'équation de l'axe ou dernier tronçon est $X = 0,328239652 Y + 433738,0954$ ②

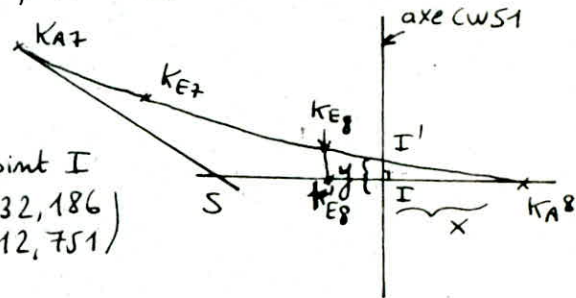
K'E8 projection de KE8 sur KA8S :

$$K'E8 \left(\begin{array}{l} 498860,638 \\ 198399,431 \end{array} \right)$$

L'intersection des équations ① et ② est le point I

tel que I $\left(\begin{array}{l} 498845,479 \\ 198353,248 \end{array} \right)$ et si KA8 $\left(\begin{array}{l} 498832,186 \\ 198312,751 \end{array} \right)$

$$\text{alors } K_{A8}I = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} = 42,623$$



On cherche dans la table des clothoïdes ($R=800$; $A=270$), y et L tels que $x = \frac{x}{A}$

on trouve $y = 0,176914605$ et $L = 42,6234312$

donc si $II' = y = 0,17691$ et $G_I^I = 179,809 \text{ gr}$

$$\text{alors } X_{I'} = 498845,311$$

$$Y_{I'} = 198353,302$$

$$\text{et } P_K(I') = P_K(KA8) - L = -2090,816 + 42,623$$

$$P_K(I') = -2048,193$$

② Points d'intersections des rampes avec l'axe du CW51

On connaît l'équation du CW51 : $X = -3,04655218 Y + 1103138,999$

On écrit l'égalité entre cette équation et celles des axes des rampes dans la partie commune. On obtient les points suivants :

rampes	Points considérés	Equation des axes des rampes	Points d'intersection	
			Abscisse X	ordonnée Y
rampe01	KA2 et K'E2	$X = 0,328239661 Y + 433861,3551$	498956,768	198316,719
rampe02	KA1 et K'E1	$X = 0,328225559 Y + 433883,0959$	498973,869	198311,105
rampe03	KA1 et M3	$X = 0,328239905 Y + 433614,011$	498733,5244	198389,9959
rampe04	KA2 et J	$X = 0,328239905 Y + 433595,066$	498716,422	198395,6096

VI Calcul d'axe de l'accès vers le centre de loisirs

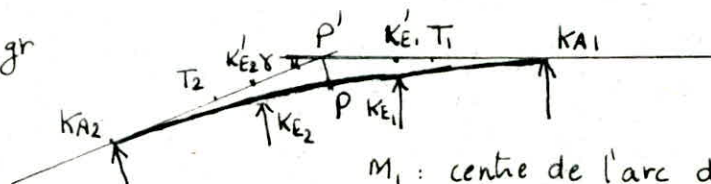
Soit P' point d'intersection entre les axes des tronçons 1-2 et 2-4 qui ont respectivement les équations suivantes

$$\text{tronçon (1-2)} : X = 0,328 Y + 433869,7274 \quad \text{et } G_{axe} = 32,085 \text{ gr}$$

$$\text{tronçon (2-4)} : X = 1,813 Y + 138951,0426$$

$$\text{Donc } P' \text{ aura pour coordonnées } x_{P'} = 499057,8047 ; y_{P'} = 198598,8793$$

$$\delta = 47,723 \text{ gr}$$



M_1 : centre de l'arc de rayon $R = 400 \text{ m}$

Le virage est tel que $R = 400 \text{ m}$; $A = 200 \text{ m}$, Les caractéristiques de la caténoïde sont : $X = 99,8438 \text{ m}$; $X_m = 49,974 \text{ m}$; $y = 4,162 \text{ m}$

$$E = 1,041 \text{ m} ; \tau = 7,9577 \text{ gr} ; L = 100 \text{ m}$$

T_1 et T_2 sont les points des perpendiculaires abaissées sur KA_1 , P' et $P'KA_2$ à partir du centre de l'arc de rayon $R = 400 \text{ m} \Rightarrow P'T_1 = (R+E) \text{tg } \delta/2 = P'T_2 = 157,777 \text{ m}$

Avec les formules du gisement $\Delta X = D^c \cos G$ et $\Delta Y = D^c \sin G$ on obtient les points de ce virage tels que :

point	coordonnées pts considérés		distance (m)	gisement (gr)	point	Points caractéristiques (résultants)	
	X	Y				X	Y
P'	499057,8047	198598,8793	157,777	279,809	T ₁	499008,5987	198448,9708
T ₁	499008,5987	198448,9708	401,041	379,809	M ₁	499389,6378	198323,8986
M ₁	499389,6378	198323,8986	401,041	132,086	T ₂	499389,6378	198675,0744
P'	499057,8047	198598,8793	30,960	355,948	P	499081,6444	198579,1240
P'	499057,8047	198598,8793	207,751	279,809	KA ₁	498993,0134	198401,4892
KA ₁	498993,0134	198401,4892	99,8438	79,809	KE ₁	499024,1516	198496,3533
KE ₁	499024,1516	198496,3533	4,162	379,809	KE ₁	499028,1061	198495,0553
P'	499057,8047	198598,8793	207,751	32,085	KA ₂	499239,7247	198699,2082
KA ₂	499239,7247	198699,2082	99,8438	232,085	KE ₂	499152,2954	198650,9909
KE ₂	499152,2954	198650,9909	4,162	332,085	KE ₂	499154,3053	198647,3464

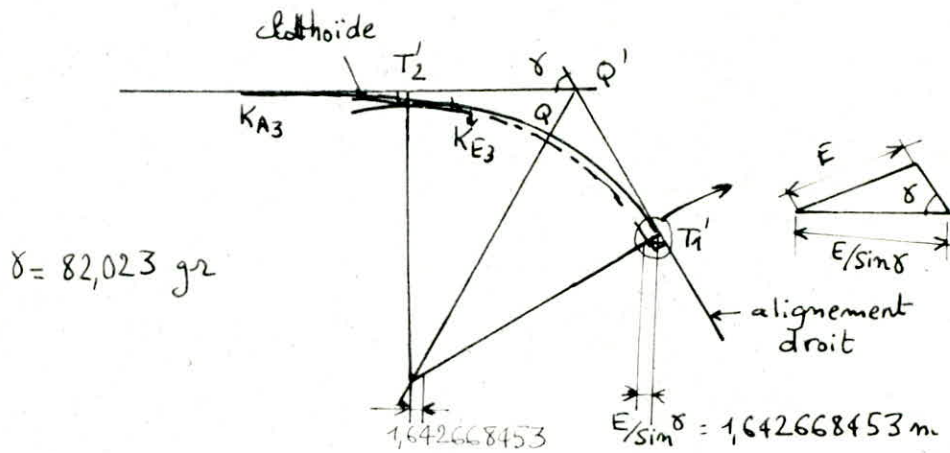
VII Calcul d'axe de la deviation de la RN 11

A partir du point P (voir calcul d'axe N° V), on prolonge la bissectrice de l'angle $K_{A1}P'K_{A2}$ jusqu'à couper l'axe de la RN 11 existante. soit Q' le point d'intersection

équation de l'axe de la RN 11 existante : $X = 0,434 Y + 412711,2576$

équation de la bissectrice intérieure de $K_{A1}P'K_{A2}$: $X = -1,207 Y + 738717,0966$

d'où Q' $\left\{ \begin{array}{l} x_{Q'} = 498966,7665 \text{ et } y_{Q'} = 198674,3201 \end{array} \right\}$



Les deux axes sont reliés par des arcs de cercle qui ne comprend qu'une seule clothoïde, la partie alignement se trouvera au niveau d'un carrefour où les usagers auront tendance à freiner. Pour ce virage le Rayon R et la clothoïde sont tels que $R = 120 \text{ m}$; $A = 90$, les caractéristiques de la clothoïde sont donc : $X = 66,96801 \text{ m}$; $X_m = 33,66126 \text{ m}$; $Y = 6,29244 \text{ m}$

$E = 1,57761 \text{ m}$; $\tau = 17,9049 \text{ gr}$; $L = 67,5 \text{ m}$

$$Q'T_1 = (R+E) \operatorname{tg} \frac{\delta}{2} + E/\operatorname{tg} \delta = 91,775 \text{ m}$$

$$Q'T_2 = (R+E) \operatorname{tg} \frac{\delta}{2} - E/\operatorname{tg} \delta = 90,859 \text{ m}$$

Les points particuliers auront pour coordonnées

$$T_1 : X_{T_1} = 499037,4165 ; Y_{T_1} = 198615,7617 \quad (Q'T_1 = 91,775 \text{ m}; G_{Q'}^{T_1} = 355,947 \text{ gr})$$

$$T_2 : X_{T_2} = 499002,9507 ; Y_{T_2} = 198757,664 \quad (Q'T_2 = 90,859 \text{ m}; G_{Q'}^{T_2} = 73,924 \text{ gr})$$

$$K_{A3} : X_{K_{A3}} = 499016,356 ; Y_{K_{A3}} = 198788,5408 \quad (T_2 K_{A3} = 33,66126 \text{ m}; G_{T_2}^{K_{A3}} = 73,924 \text{ gr})$$

$$K_{E3} : X_{K_{E3}} = 498995,4585 ; Y_{K_{E3}} = 198724,6064 \quad (K_{A3} K_{E3} = S = 67,263; G_{K_{A3}}^{K_{E3}} = 279,888 \text{ gr})$$

RELATION D'AXES

RELATION D'AXE

I But

On utilisera la relation d'axe au niveau des têtes d'îlots des rampes de l'échangeur afin d'établir la correspondance des points entre l'axe principal (autoroute) et celui de la route secondaire (rampe). On devra conserver les profils en travers de l'axe principal et permettre un raccordement entre axes.

On calculera deux types de relation d'axe :

- 1) Relation entre l'axe principal (autoroute) et l'axe secondaire (rampe)
- 2) Relation entre axes secondaires (partie commune des rampes)

1) Relation entre l'axe principal et l'axe secondaire

Il faudra maintenir les altitudes projetés des points sur l'axe de l'autoroute. Au niveau de l'axe de l'autoroute et l'axe des rampes, on peut connaître le devers (à partir du profil en long de l'autoroute) et la distance séparant ces deux axes; on déduit les côtes projetés des points sur l'axe de la rampe.

2) Relation entre les axes secondaires

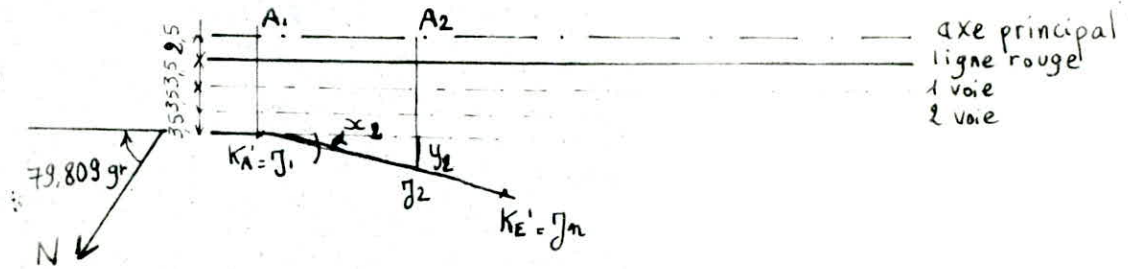
Cette relation d'axe entre rampes se fait sur la partie commune. Il faudra donc considérer un axe commun qui se séparera progressivement pour être raccordé à l'axe principal. On calculera les distances entre l'axe commun aux bords droits des deux rampes.

II Méthode de calcul

La relation d'axe sera calculée tous les 5m sur la longueur de transition ou clothoïde, on calcule la distance de projection et le PK de chaque point sur l'autoroute. La valeur du PK de ces points servira pour la détermination des devers et des côtes projetés résultats qui seront déduits du profil en long de l'autoroute.

La distance de projection et le devers permettent le calcul des côtes des points obligés par lesquels passera la ligne rouge des rampes.

1) Relation d'axe Autoroute - rampe 01



On a $R = 50 \text{ m}$; $A = 50$ (paramètre de la clothoïde)

Sachant que $A^2 = RL \Rightarrow R = A^2/L$. Donc tous les 5m sur la clothoïde $L' = 5 \text{ m}$ on aura $R' = A^2/L'$, on peut déduire à partir de la table de clothoïde

R' ; x ; y et $\alpha = \text{Arctg} \frac{y}{x}$.

$$J_1 J_2 = \sqrt{x^2 + y^2} \quad \text{et} \quad G_{J_1}^{J_2} = 79,809 + 200 + \alpha = (279,809 + \alpha) \text{ grades}$$

Connaissant les coordonnées de $K_A = J_1$, la distance $J_1 J_2$ et le gisement $G_{J_1}^{J_2}$ on peut calculer les coordonnées de J_2

$$x_{J_2} = x_{J_1} + J_1 J_2 \cos G_{J_1}^{J_2}$$

$$y_{J_2} = y_{J_1} + J_1 J_2 \sin G_{J_1}^{J_2}$$

La même chose pour le point A_1 (projeté de J_1) sur l'autoroute. On connaît $A_1 J_1 = 2,5 + 3,5 + 3,5 + 3,5 = 13$ et $G_{J_1}^{A_1} = (79,809 + 100) \text{ gr} = 179,809 \text{ gr}$

$$x_{A_1} = x_{J_1} + A_1 J_1 \cos G_{J_1}^{A_1}$$

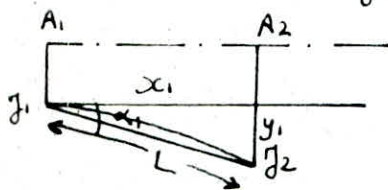
$$y_{A_1} = y_{J_1} + A_1 J_1 \sin G_{J_1}^{A_1}$$

et $x_{A_2} = x_{J_2} + A_2 J_2 \cos G_{J_2}^{A_2}$

$$y_{A_2} = y_{J_2} + A_2 J_2 \sin G_{J_2}^{A_2} \quad \text{avec} \quad A_2 J_2 = 13 + y_2$$

a) Exemple de calcul

Calcul des coordonnées J_2 et A_2



$$J_1 = K_A = \begin{pmatrix} 498844,538 \\ 198308,697 \end{pmatrix}; \quad A_1 J_1 = 13 \quad \text{et} \quad G_{J_1}^{A_1} = 179,809 \text{ gr}$$

$$A = 50, \quad L = 5 \Rightarrow R = A^2/L = \frac{50^2}{5} = 500 \Rightarrow \begin{cases} x_1 = 5,000 \\ y_1 = 8,35 \cdot 10^{-3} \\ \alpha = \text{Arctg} \frac{y_1}{x_1} = 0,10632 \text{ gr} \end{cases}$$

$$G_{j_1}^{j_2} = 79,809 + 200 + \alpha = 279,915 \text{ gr}$$

$$D = j_1 j_2 = \sqrt{x_1^2 + y_1^2} = 5,000$$

$$x_{j_2} = x_{j_1} + j_1 j_2 \cos G_{j_1}^{j_2} = 498844,538 + 5,000 \cos 279,915 = 498842,987$$

$$y_{j_2} = y_{j_1} + j_1 j_2 \sin G_{j_1}^{j_2} = 198308,697 + 5,000 \sin 279,915 = 198303,944$$

Coordonnées de A_2

$$A_2 j_2 = A_1 j_1 + y = 13 + 8,35 \cdot 10^{-3} = 13,00835 ; G_{j_2}^{A_2} = 179,809 \text{ gr}$$

$$x_{A_2} = x_{j_2} + 13,00835 \cos 179,809 = 498830,627$$

$$y_{A_2} = y_{j_2} + 13,00835 \sin 179,809 = 198308,001$$

On regroupe la suite des résultats dans un tableau (N° 2)

Le tableau (N° 1) représente les valeurs de R, X, Y et α pour $L = 5m, 10m, \dots, 50m$

A	L	R	x	y	$\alpha = \text{Arctg } y/x$
50	5	500	5,000	0,00835	0,10632
50	10	250	9,9996	0,06665	0,42432
50	15	166,67	14,99695	0,22495	0,95484
50	20	125	19,9872	0,5331	1,69759
50	25	100	24,96095	1,0405	2,65222
50	30	83,333	29,90295	1,79585	3,81869
50	35	71,429	34,7905	2,8461	5,19641
50	40	62,500	39,59235	4,23555	6,78469
50	45	55,556	44,26745	6,0042	8,58240
50	50	50	48,7644	8,1857	10,58773

Tableau N° 1

x	y	$\alpha = \text{Arctg } y/x$	$r_j = \sqrt{x^2 + y^2}$	G_j^2	coordonnées P_j	$P_k J_i$	$A_i J_i = A_i \cdot J_i + y$	coordonnées A_i (axe autorotatif)	P_{kA_i}
0	0	0	0	279,809 gr	498844,538 198308,697	0	13	498832,186 198312,751	-2090,816
5,000	0,00835	0,10632	5,0000	279,91532	498842,987 198303,944	5	13,00835	498830,627 198308,001	-2095,816
9,996	0,06665	0,42432	9,99982	280,23332	498841,483 198299,175	10	13,06665	498829,068 198303,250	-2100,816
14,99695	0,22495	0,95484	14,99864	280,76384	498840,075 198294,378	15	13,22495	498827,510 198298,502	-2105,813
19,9872	0,5331	1,69759	19,99431	281,50659	498838,811 198289,540	20	13,5331	498825,953 198293,761	-2110,803
24,96095	1,0405	2,65222	24,98263	282,46122	498837,742 198284,656	25	14,0405	498824,402 198289,035	-2115,777
29,90295	1,79585	3,81869	29,95683	283,62769	498836,918 198279,725	30	14,79585	498822,860 198284,339	-2120,719
34,7905	2,8461	5,19641	34,90672	285,00541	498836,392 198274,754	35	15,8461	498821,336 198279,696	-2125,607
39,59235	4,23555	6,78469	39,81826	286,59369	498836,215 198269,758	40	17,23555	498819,839 198275,133	-2130,408
44,26745	6,0042	8,58240	44,67278	288,3914	498836,437 198264,765	45	19,0042	498818,381 198270,692	-2135,083
48,7644	8,1857	10,58773	49,44666	290,39673	498837,107 198259,812	40	21,1857	498816,978 198266,419	-2139,580

Tableau N° 2

Calculons le profil en long de la rampe 01 ou les côtes projets des points obligés à l'entrée.

Ces côtes sont données par :

$$z(j_i) = z(A_i) - \frac{\text{devers}}{100} \times (d_m - a)$$

$z(j_i)$ = altitude des points obligés sur l'axe de la rampe (bord intérieur)

$z(A_i)$ = altitude des points sur la ligne rouge de l'autoroute

d_m = Distance entre l'axe de l'autoroute et celui de la rampe

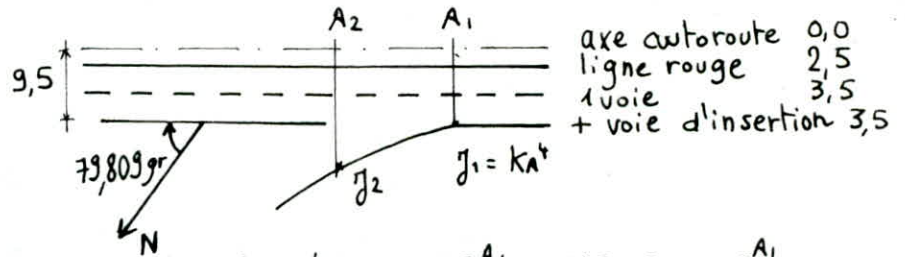
a = Distance entre l'axe de l'autoroute et la ligne rouge

on considère pour notre cas $a = 2,5$ (a valeur constante)

$P_k(A_i)$	$d_m = A_i j_i$	Altitude A_i	$d_m - a$	devers(%)	altitude points obligés $z(j_i)$
-2090,816	13,000	17,446	10,500	2,50	17,184
-2095,816	13,008	17,412	10,508	2,50	17,149
-2100,816	13,067	17,382	10,567	2,50	17,118
-2105,813	13,225	17,353	10,725	2,50	17,085
-2110,803	13,533	17,328	11,033	2,50	17,052
-2115,777	14,041	17,305	11,541	2,50	17,016
-2120,719	14,796	17,284	12,296	2,50	16,977
-2125,607	15,846	17,266	13,346	2,50	16,932
-2130,408	17,236	17,251	14,736	2,50	16,883
-2135,083	19,004	17,238	16,504	2,50	16,825
-2139,580	21,186	17,228	18,686	2,50	16,761

2) Relation d'axe Autoroute - rampe 02

$R = 110 ; A = 80$



$KA^4 (498766,508 ; 198082,194)$ à partir du calcul d'axe ; $G_{KA^4}^{A1} = 179,809 \text{ gr} = G_{j1}^{A1}$ et $A_1 j_1 = 9,5$

donc : $X_{A1} = X_{j1} + A_1 j_1 \cos G_{j1}^{A1} = 498757,482$

$Y_{A1} = Y_{j1} + A_1 j_1 \sin G_{j1}^{A1} = 198085,157$

Calcul du P_{KA1}

On connaît $U (498832,186 ; 198312,751)$, U appartient à la dernière clothoïde sur l'axe de l'autoroute d'où $UA_1 = \sqrt{(x_U - x_{A1})^2 + (y_U - y_{A1})^2} = 239,541$

et si $P_K(U) = -2090,816$ alors $P_K(A_1) = P_K(U) + 239,541$ (valeur négative)

donc $P_K(A_1) = -2330,357$

Pour la détermination des coordonnées de $j_2, A_2, \dots, j_n, A_n$ on procède de la même manière que la rampe 01 - Autoroute

A	L	R	x	y	$d = \text{Arctg } y/x$
80	L	1280	5,00031992	$3,2806399 \cdot 10^{-3}$	0,04177
80	10	640	9,99992	0,02608	0,16603
80	15	426,667	14,9996156	0,087881625	0,37299
80	20	320	19,99808	0,20832	0,66314
80	25	256	24,9941024	0,406843062	1,03617
80	30	213,333	29,9852	0,70288	1,49202
80	35	182,857	34,96803616	1,115807273	2,03072
80	40	160	39,93752	1,664800	2,65222
80	45	142,222	44,88762008	2,368816	3,35647
80	50	128	49,80960	3,24632	4,14328
80	55	116,364	54,693453	4,31540456	5,01265
80	58,182	110	57,75512	5,09768	5,60452

x	y	$\alpha = \text{Arctg } y/x$	$J_i = \frac{D}{\sqrt{x^2+y^2}}$	$G_{J_i} = 79,809 - \alpha$	Coordonnées J_i	$P_k J_i$	$A_i J_i = A_i J_i + y$	Coordonnées A_i	$P_k A_i$
0	0	0	0	79,809	498766,508 198082,194	0	9,5	498757,482 198085,157	-2330,357
5,00032	0,00328	0,04177	5,00032	79,76723	498768,071 198086,944	5	9,50328	498759,042 198089,908	-2325,357
9,99992	0,02608	0,16603	9,99995	79,64297	498769,651 198091,687	10	9,52608	498760,600 198094,658	-2320,357
14,99962	0,08788	0,37299	14,99988	79,43601	498771,269 198096,418	15	9,58788	498762,159 198099,408	-2315,357
19,99808	0,20832	0,66314	19,99917	79,14586	498772,943 198101,130	20	9,70832	498763,719 198104,158	-2310,359
24,99410	0,40684	1,03617	24,99741	78,77283	498774,689 198105,815	25	9,90684	498765,276 198108,905	-2305,363
29,9852	0,70288	1,49202	29,99344	78,31698	498776,527 198110,464	30	10,20288	498766,833 198113,646	-2300,372
34,96804	1,11581	2,03072	34,98580	77,77828	498778,474 198115,070	35	10,61581	498768,388 198118,381	-2295,389
39,93752	1,66480	2,65222	39,97220	77,15678	498780,545 198119,620	40	11,1648	498769,937 198123,102	-2290,419
44,88762	2,36882	3,35647	44,95008	76,45253	498782,758 198124,104	45	11,86882	498771,481 198127,805	-2285,469
49,80960	3,24632	4,414328	49,91528	75,66572	498785,126 198128,507	50	12,74632	498773,015 198132,482	-2280,547
54,69345	4,31540	5,01265	54,86343	74,79635	498787,665 198132,814	55	13,81540	498774,539 198137,123	-2275,664
57,75512	5,09768	5,60452	57,97965	74,20448	498789,363 198135,479	58,182	14,59768	498775,493 198140,032	-2272,602

Nous établissons le profil en long de la rampe 02 à l'entrée de l'autoroute (même démonstration que pour la rampe 01)

$P_k A_i$	$d_m = A_i \cdot g_i$	$Z(A_i)$	$d_m - a$	devers (%)	$Z(g_i)$
-2330,357	9,500	17,922	7,000	2,50	17,747
-2325,357	9,503	17,905	7,003	2,50	17,730
-2320,357	9,526	17,887	7,026	2,50	17,711
-2315,357	9,588	17,868	7,088	2,50	17,691
-2310,359	9,708	17,847	7,208	2,50	17,667
-2305,363	9,907	17,825	7,407	2,50	17,640
-2300,372	10,203	17,802	7,703	2,50	17,609
-2295,389	10,616	17,778	8,116	2,50	17,575
-2290,419	11,165	17,752	8,665	2,50	17,535
-2285,469	11,869	17,727	9,369	2,50	17,493
-2280,547	12,746	17,701	10,246	2,50	17,445
-2275,664	13,815	17,676	11,315	2,50	17,393
-2272,602	14,598	17,660	12,098	2,50	17,358

3) Relation d'axe Autoroute - rampe 03

Cette relation se fera entre une clothoïde et un arc de cercle.

La clothoïde appartient à la rampe 03 et l'arc de cercle à l'autoroute

Cette relation d'axe commencera ou se fera à partir du point K_A' , connaissant le gisement de la tangente à la clothoïde en ce point, la distance séparant ce point de K_A'' on peut calculer les coordonnées de K_A' (trouvées dans le calcul d'axe)

Données préliminaires

$$K_A'' \left(\begin{array}{l} 498856,531 \\ 198430,995 \end{array} \right) ; K_A' \left(\begin{array}{l} 498857,521 \\ 198433,909 \end{array} \right) ; M_4 \left(\begin{array}{l} 498085,891 \\ 198605,690 \end{array} \right)$$

Gisement de la tangente à la clothoïde au point K_A' : $G_{K_A'} = 79,695$ gr

A	L	R	X	Y	$d = \text{Arctg } y/x$
50	3,16270	790,5	3,16270	0,00215	0,043277
50	8,16270	306,2712	8,62710	0,036250	0,267498
50	13,16270	189,9306	13,161175	0,152050	0,735449
50	18,16270	137,6447	18,154850	0,399340	1,400104
50	23,16270	107,9321	23,136050	0,82780	2,276833
50	28,16270	88,7699	28,091950	1,48645	3,365454
50	33,16270	75,3859	33,002600	2,42300	4,665593
50	38,16270	65,5090	37,840200	3,68295	6,176704
50	43,16270	57,9204	42,5673	5,3079	7,89752
50	48,16270	51,9074	47,13635	7,3343	9,826848
50	50,0000	50,0000	48,7644	8,1857	10,587731

De la même manière que pour les relations d'axe Autoroute - rampe ,
 Autoroute - rampe 02 , nous regrouperons les résultats obtenus dans un tableau.
 (Feuille suivante) .

X	Y	$\sqrt{x^2+y^2}$	α (gr)	$G_{j-1}^{j_i}$	coordonnées j_i	$P_{K j_i}$	$G_{M_i}^{A_i} = G_{M_i}^{j_i}$	Distance $A_i M_i$	coordonnées sur axe aut	$B = G_{M_i}^{K_i} - G_{M_i}^{A_i}$	$L_i = R B$	$P_{K A_i}$
3,1627	0,00215	3,162701	0,004328	79,699328	498857,521 198433,999	0	386,062	800	498866,794 198431,936	0	0	-1966,841
8,6271	0,03625	8,627176	0,267498	79,962498	498859,202 198439,198	5	386,500	800	498867,971 198437,313	0,438	5,504	-1961,307
13,16175	0,15205	13,162053	0,735449	80,430449	498860,514 198443,540	10	386,863	800	498868,918 198441,775	0,801	10,066	-1956,745
18,15485	0,39934	18,159241	1,400104	81,095104	498861,845 198448,359	15	387,265	800	498869,938 198446,723	1,203	15,117	-1951,694
23,13605	0,8278	23,150854	2,276833	81,971833	498863,000 198453,224	20	387,666	800	498870,923 198451,664	1,604	20,169	-1946,642
28,09195	1,48645	28,131249	3,365454	83,060454	498863,928 198458,136	25	388,068	800	498871,88 198456,624	2,006	25,208	-1941,603
33,0026	2,423	33,091247	4,665593	84,360593	498864,579 198463,093	30	388,470	800	498872,806 198461,591	2,408	30,260	-1936,551
37,8402	3,68295	38,019007	6,176704	85,871704	498864,899 198468,082	35	388,869	800	498873,694 198466,525	2,807	35,274	-1931,537
42,5673	5,3079	42,896956	7,897523	87,592523	498864,839 198473,080	40	389,265	800	498874,544 198471,428	3,203	40,250	-1926,561
47,13635	7,3343	47,703537	9,826848	89,521848	498864,347 198478,054	45	389,654	800	498875,350 198476,25	3,592	45,138	-1921,673
48,7644	8,1857	49,446662	10,587731	90,282731	498864,049 198479,867	46,8373	389,795	800	498875,635 198477,999	3,733	46,910	-1919,901

Profil en long de la rampe 03

$P_k(A_i)$	$d_m = A_i \cdot g_i$	$z(A_i)$	$d_m - a$	devers (%)	altitude de g_i $z(g_i)$
-1966,811	9,500	18,432	7,000	5,0	18,082
-1961,307	9,536	18,476	7,036	5,0	18,124
-1956,745	9,652	18,512	7,152	5,0	18,154
-1951,694	9,899	18,553	7,399	5,0	18,183
-1946,642	10,328	18,593	7,828	5,0	18,202
-1941,603	10,986	18,633	8,486	5,0	18,209
-1936,551	11,923	18,672	9,423	5,0	18,201
-1931,537	13,183	18,710	10,683	4,93	18,183
-1926,561	14,808	18,746	12,308	4,80	18,155
-1921,673	16,834	18,780	14,334	4,66	18,112
-1919,901	17,686	18,793	15,186	4,62	18,091

4) Relation d'axe Autoroute-rampe 04

La rampe 04 se termine par un alignement droit de longueur égale à 62,879 m.

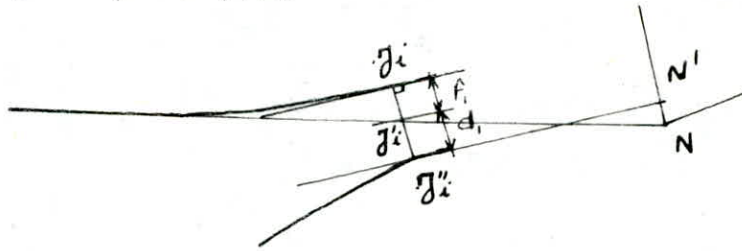
Il faudra établir la relation d'axe entre un arc de cercle (axe de l'autoroute) et un alignement droit (axe de la rampe 04) puis entre deux clothoïdes (axes de l'autoroute et de la rampe).

A partir du point N' , on calcule les coordonnées des points de l'axe de l'alignement tous les 5 m et les coordonnées des intersections de l'axe de l'autoroute avec les droites passant par le centre M_3 et les points de l'alignement droit.

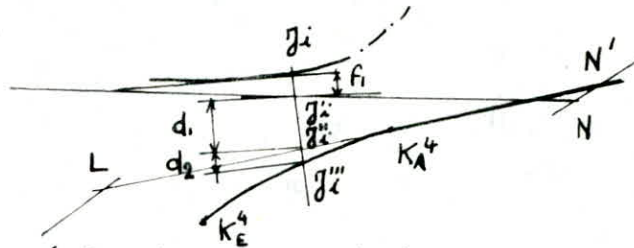
Longueur sur axe de la rampe L (m)	Coordonnées sur axe de la rampe (Ji)	$\beta = G_{M_3}^{J_i} - G_{M_3}^{N'}$ (gr)	$G_{M_3}^{J_i}$ (gr)	Coordonnées sur axe de l'autoroute (A _i)	longueur sur axe de l'autoroute L _i = $\beta \cdot R$ (m)	P _K (A _i)
0	498909,742 198735,448	0	180,4575	498918,798 198732,577	0	-1661,443
5	498908,231 198730,682	0,52224	180,97974	498917,330 198727,879	4,922	-1666,365
10	498906,720 198725,916	1,0444	181,50190	498915,901 198723,170	9,843	-1671,286
15	498905,209 198721,149	1,56643	182,02393	498914,519 198718,450	14,763	-1676,206
20	498903,699 198716,383	2,08824	182,54574	498913,160 198713,721	19,681	-1681,124
25	498902,188 198711,617	2,60977	183,06727	498911,849 198708,984	24,597	-1686,040
30	498900,677 198706,850	3,13096	183,58846	498910,577 198704,240	29,509	-1690,952
35	498899,166 198702,084	3,65172	184,10922	498909,345 198699,489	34,417	-1695,860
40	498897,655 198697,318	4,1720	184,6295	498908,153 198694,732	39,320	-1700,763
45	498896,144 198692,552	4,69172	185,14922	498907,001 198689,971	44,218	-1705,661
50	498894,633 198687,785	5,21081	185,66831	498905,890 198685,070	49,111	-1710,554
55	498893,122 198683,019	5,72921	186,18671	498904,819 198680,440	53,997	-1715,440
60	498891,612 198678,253	6,24684	186,70434	498903,788 198675,672	58,875	-1720,318
62.879	498890,742 198675,508	6,54453	187,00203	498903,212 198672,926	61,681	-1723,124

A partir du point K_E⁶ de l'axe de l'autoroute on calcule les coordonnées des points de la clothoïde tous les 5m et la distance F perpendiculaire à la tangente de la clothoïde en ce point jusqu'à l'axe NS, à cette distance on rajoutera celle engendrée par cette perpendiculaire et les deux axes NS et NL et la distance entre l'axe N'L et la clothoïde de la rampe 04 suivant la même direction

1^{er} cas : $d_2 = 0$; $D = f_1 + d_1$



2^{ème} cas : $d_2 \neq 0$; $D = f_1 + d_1 + d_2$



Après avoir déterminé D et connaissant le gisement de la perpendiculaire à la tangente de la clothoïde au point considéré, on peut déterminer les coordonnées de l'intersection de cette intersection avec la clothoïde - axe de la rampe 04. On donne un exemple de calcul, les autres résultats seront regroupés dans des tableaux.

Détermination des coordonnées du point de l'axe de la rampe 04 dont le projeté est K_E^6

$$K_E^6 \begin{pmatrix} 498903,652 \\ 198675,078 \end{pmatrix}$$

$$M_3 \begin{pmatrix} 499490,750 \\ 198551,272 \end{pmatrix}$$

$$Z = 5,534118 \text{ gr} ; \quad X = 104,163 ; \quad Y = 3,019 ; \quad F = 3,0305$$

$$G_{M_3}^{K_E^6} = \text{Arctg} \left(\frac{Y_{M_3} - Y_{K_E^6}}{X_{M_3} - X_{K_E^6}} \right) = 186,769 \text{ gr}$$

Coordonnées de j'_0

$$X_{j'_0} = X_{K_E^6} + F \cos G_{M_3}^{K_E^6} = 498900,687$$

$$Y_{j'_0} = Y_{K_E^6} + F \sin G_{M_3}^{K_E^6} = 198675,703$$

Coordonnées de j''_0

Il faut établir l'équation de la droite passant par j_0 , j'_0 et j''_0 , on calcule ensuite les coordonnées du point d'intersection de cette droite avec la droite $N'L$ qui a pour

$$\text{équation } N'L : \quad X = 0,317 Y + 435911,9986$$

$$\text{L'équation de la droite } j_0 j'_0 : \quad X = -4,742 Y + 1441040,636$$

$$\text{d'où l'intersection } j''_0 \begin{pmatrix} 498891,4225 \\ 198677,657 \end{pmatrix}$$

$$\text{La distance } g'_0 g''_0 = \sqrt{(x_{g'_0} - x_{g''_0})^2 + (y_{g'_0} - y_{g''_0})^2} = 8,738 \text{ m}$$

$$\text{On sait que } N'K_A^4 = 62,879 \text{ m}$$

$$\text{et } N'g''_0 = \sqrt{(x_{N'} - x_{g''_0})^2 + (y_{N'} - y_{g''_0})^2} = 56,411 \text{ m}$$

$$N'g''_0 < N'K_A^4 \text{ donc } g''_0 g''_0 = 0 \quad (d_2 = 0)$$

Coordonnées de g_1 :

$$L = 104,167 - 5,000 = 99,167 \text{ m} \Rightarrow R = A^2/L = \frac{62500}{99,167} = 630,250 \text{ m}$$

A partir de la table des clothoïdes on obtient

$$F = 2,6075 \text{ m}; \quad X = 99,106; \quad y = 2,5995 \text{ m}; \quad \tau = 5,008 \text{ gr.}$$

$$\delta = \text{Arctg } \frac{y}{x} = 1,669 \text{ gr}; \quad S = \sqrt{x^2 + y^2} = 99,140 \text{ m}$$

$$G_{K_A^6}^{g'_1} = 92,315 - 1,669 = 90,646 \text{ gr}$$

$$g'_1 \begin{cases} X = X_{K_A^6} + S \cos G_{K_A^6}^{g'_1} = 498902,6245 \\ Y = Y_{K_A^6} + S \sin G_{K_A^6}^{g'_1} = 198670,1020 \end{cases} \text{ et } G_{g'_1}^{j'_1} = G_{K_A^6}^N - \tau + 100 = 92,315 - 5,008 + 100$$

$$G_{g'_1}^{j'_1} = 187,307 \text{ gr}$$

$$j'_1 \begin{cases} X = X_{g'_1} + F \cos G_{g'_1}^{j'_1} = 498900,069 \\ Y = Y_{g'_1} + F \sin G_{g'_1}^{j'_1} = 198670,618 \end{cases}$$

L'équation de la droite passant par g_1 et j'_1 est: $x = -4,949 y + 1482097,393$

Le point d'intersection g''_1 des droites $g_1 g'_1$ et $N'L$: $j'_1 \begin{pmatrix} 498889,737 \\ 198667,944 \end{pmatrix}$

$$N'g''_1 = \sqrt{(x_{N'} - x_{g''_1})^2 + (y_{N'} - y_{g''_1})^2} = 65,875 \text{ m}$$

Le point g''_1 se trouve sur le segment $K_A^4 K_E^4$ car $N'g''_1 > N'K_A^4$ donc $(g''_1 g''_1 = d_2) \neq 0$

On peut estimer la distance $g''_1 g''_1$ à la longueur de la perpendiculaire à l'axe $N'L$ entre cet axe et la clothoïde ou encore à la valeur de y pour la clothoïde de la rampe 04 dont la valeur x est la distance $K_A^4 g''_1$

$$A = 100; \quad x = 65,875 - 62,879 = 2,996 \text{ m d'où } y = 0,0004 \text{ (table de clothoïde)}$$

on remarque $g''_1 g''_1$ peut être négligée

$$\text{Distance } g'_1 g''_1 = \sqrt{(x_{g'_1} - x_{g''_1})^2 + (y_{g'_1} - y_{g''_1})^2} = 10,672 \text{ m}$$

La largeur totale de l'autoroute prise perpendiculairement à la tangente de la clothoïde au point g_1 sera donc: $l = 2,6075 + 10,430 + 0,0004 - 2 = 11,038 \text{ m}$

On calculera les coordonnées de la tête d'ilot lorsque $D = 14 \text{ m}$ ($D = F + d + y$)

Points j_i sur l'axe de l'autoroute et distants de 5 m.

A	L(m)	R(m)	x(m)	y(m)	δ (gr)	S(m)	X(m)	Y(m)
250	104,167	600	104,17125	3,01975	1,84494	104,215	498903,652	198675,080
250	99,167	630,250	99,1060	2,9559	1,66944	99,140	498902,625	198670,102
250	94,167	663,714	94,11975	2,22575	1,50520	94,146	498901,654	198665,197
250	89,167	700,932	89,1310	1,8900	1,34973	89,151	498900,720	198660,285

Axe de l'autoroute				G_j	Coordonnées de j_i	Coordonnées de j'_i	Coordonnées de j''_i	Axe de la rampe 04		Coordonnées de j''_i	Dist $j_i j''_i$
L	R	F	Σ					x	y		
104,167	600	3,03050	5,534	186,769	498903,652 198675,078	498900,687 198675,703	498891,423 198677,657	0	0	498891,423 198677,657	12,498
99,167	630,250	2,60750	5,008	187,307	498902,6245 198670,102	498900,069 198670,618	498889,846 198672,684	2,996	0,0004	498889,846 198672,684	13,038
94,167	663,714	2,23150	4,51615	187,799	498901,654 198665,197	498899,463 198665,622	498888,295 198667,789	8,097	0,0089	498888,286 198667,791	13,617
89,167	700,932	1,89375	4,04930	188,266	498900,720 198660,285	498898,858 198660,632	498886,742 198662,891	13,236	0,0386	498886,704 198662,898	14,257
91	686,813	2,01325	4,2175	188,097	498901,058 198662,0861	498899,0798 198662,4603	498887,3112 198664,6866	11,352	0,0247	498887,302 198664,689	14,015

La dernière valeur $L = 91$ correspond à la détermination de la tête d'ilot de la rampe 04. En effet il faut que $\text{Dist } j_i j''_i = 14 = 2 + 0,5 + 3,5 + 8$
 "2" désigne la distance de l'axe de l'autoroute au bord du terre-plein central.
 "0,5" distance entre bord du terre-plein central et la bande de guidage.
 "3,5" largeur de la voie sur l'autoroute
 "8" largeur de la rampe.

Nous établissons le profil en long de la rampe 04 à l'entrée de l'autoroute.

Cette entrée se trouve dans la partie courbe soit le 3^{ème} virage de l'autoroute.

L'altitude des points g_i sur l'axe de la rampe ou ligne rouge, sera donnée

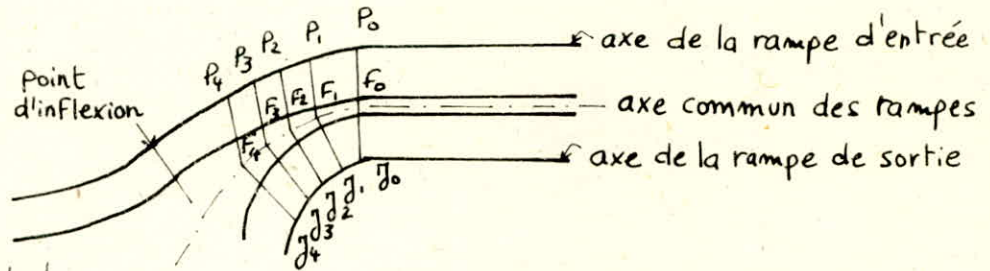
par $z(g_i) = z(A_i) + \frac{\text{devers}}{100} \cdot d_{n-a}$; A_i appartient à la ligne rouge de l'autoroute

$Pk(A_i)$	$d_n = A_i g_i$	Altitude A_i $z(A_i)$	d_{n-a}	devers(%)	Altitude de g_i $z(g_i)$
-1661,443	9,500	18,877	7	6,0	19,297
-1666,365	9,521	18,906	7,021	6,0	19,327
-1671,286	9,583	18,935	7,083	6,0	19,360
-1676,206	9,693	18,962	7,193	6,0	19,394
-1681,124	9,828	18,988	7,328	6,0	19,428
-1686,040	10,013	19,012	7,513	6,0	19,463
-1690,952	10,238	19,036	7,738	6,0	19,500
-1695,860	10,505	19,058	8,005	6,0	19,538
-1700,763	10,812	19,079	8,312	6,0	19,578
-1705,661	11,160	19,099	8,660	6,0	19,619
-1710,554	11,580	19,117	9,080	6,0	19,662
-1715,440	11,978	19,135	9,478	6,0	19,704
-1720,318	12,447	19,151	9,947	6,0	19,748
-1723,124	12,735	19,160	10,235	6,0	19,774

RELATION D'AXE ENTRE LES RAMPES

Cette relation d'axe a pour but de déterminer les distances perpendiculairement aux deux axes (des deux rampes) jusqu'à l'intersection des perpendiculaires à des PK donnés de chaque axe (axe d'une rampe).

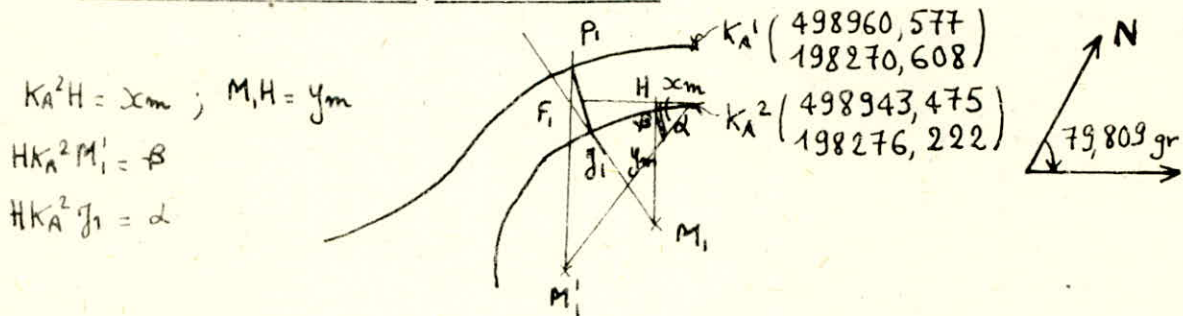
On aura la séparation progressive des rampes et des talus ainsi que la correspondance de leurs profils en travers.



Méthode de calcul

- On calcule les coordonnées J_i (rampe de sortie) et les coordonnées P_i (rampe d'entrée) tous les 10 m
- On calcule l'intersection des perpendiculaires soit les coordonnées F_i en déterminant d'abord les gisements $J_i F_i$ et $P_i F_i$ ainsi que les distances $J_i F_i$ et $P_i F_i$.
- On calcule les coordonnées J_i et P_i connaissant les coordonnées de K_A , la longueur L (tous les 10 m), le paramètre A de la clothoïde et le gisement de la tangente.
- On calcule les coordonnées des centres (M_i) des cercles associés à chaque rayon

1) Relation d'axe rampe 01- rampe 02



On calculera les coordonnées de J_i , P_i , F_i et M_i tous les 10 m sur la longueur de transition (clothoïde).

Exemple de calcul

Pour la rampe 01

$$A = 50 ; L = 10 \text{ m} \Rightarrow R = A^2/L = \frac{50^2}{10} = 250 \text{ m}$$

d'où $x = 9,9996 ; y = 0,06665 ; x_m = 4,99995 ; y_m = R + E = 250,01665$

$$D = \sqrt{x^2 + y^2} = 9,999822 = D_{KA}^{J_1}$$

$$\alpha = \text{Arctg} \frac{y}{x} = 0,42432 \Rightarrow G_{KA}^{J_1} = 79,809 + 200 - \alpha = 279,38468 \text{ gr}$$

$$x_{g_1} = x_{KA} + D_{KA}^{J_1} \cos G_{KA}^{J_1} = 498940,293$$

$$y_{g_1} = y_{KA} + D_{KA}^{J_1} \sin G_{KA}^{J_1} = 198266,742$$

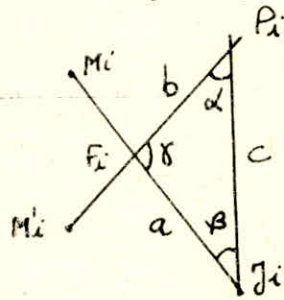
$$\beta = \text{Arctg} \frac{y_m}{x_m} = 98,727 \text{ gr} ; D_{KA}^{M_i} = \sqrt{x_m^2 + y_m^2} = 250,066$$

On calcule le gisement $G_{KA}^{M_i} = 79,809 + 200 - \beta = 181,082 \text{ gr}$

$$x_{M_i} = x_{KA} + D_{KA}^{M_i} \cos G_{KA}^{M_i} = 498704,368$$

$$y_{M_i} = y_{KA} + D_{KA}^{M_i} \sin G_{KA}^{M_i} = 198349,444$$

Les résultats ou coordonnées de F_i ont été calculées à partir des formules applicables à un triangle quelconque



Les angles α, β et γ sont déduits de la différence des gisements.

$$G_1 = G_{M_i}^{J_i} = G_{M_i}^{F_i} = G_{F_i}^{J_i}$$

$$G_2 = G_{M_i}^{P_i} = G_{M_i}^{F_i} = G_{F_i}^{P_i}$$

$$\beta = G_{F_i}^{P_i} - G_1 ; \alpha = G_{F_i}^{J_i} - G_2 ; \gamma = G_1 - G_2 + 200 \text{ gr}$$

On connaît $c = \sqrt{(x_p - x_j)^2 + (y_p - y_j)^2}$, on calcule a et b tels que

$$\cos \alpha = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc} \quad \text{et} \quad \cos \beta = \frac{a^2 + c^2 - b^2}{2ac}$$

Donc les coordonnées de F sont :

$$\begin{aligned} x_F &= x_j + a \cos G_{F_i}^{J_i} & \text{ou} & & x_F &= x_p + b \cos G_{F_i}^{P_i} \\ y_F &= y_j + a \sin G_{F_i}^{J_i} & & & y_F &= y_p + b \sin G_{F_i}^{P_i} \end{aligned}$$

A	L	R	x	y	X_m	$Y_m = R+E$	$G_{KA}^{J_i}$	Coordonnées J_i	$D = K_A^2 M_i$	$G_{KA}^{M_i}$	Coordonnées M_i	$G_{M_i}^{J_i} = G_{M_i}^{F_i} = G$
50	10	250	9,9996	0,06665	4,99995	250,01665	279,385	498940,293 198266,742	250,067	181,082	498704,368 198349,444	378,53579
50	20	125	19,9872	0,5331	9,9979	125,1333	278,111	498936,735 198257,398	125,532	184,885	498821,465 198305,747	374,71645
50	30	83,333	29,90295	1,79585	14,9838	83,7825	275,99	498932,443 198248,371	85,112	191,075	498859,198 198288,115	368,34997
50	40	62,50	39,59235	4,23555	19,93195	63,56275	273,024	498927,103 198239,925	66,615	199,154	498876,866 198277,107	359,43742
50	45	55,556	44,26745	6,0042	22,37755	57,0659	271,227	498923,965 198236,035	61,297	203,60	498882,276 198272,758	354,02647
50	50	50	48,7644	8,1857	24,7931	52,06485	269,221	498920,489 198232,443	57,667	208,102	498886,274 198268,903	347,97845

↑ rampe 01 ——— ↑

↓ rampe 02 ——— ↓

A	L	R	x	y	X_m	$Y_m = R+E$	$G_{KA}^{P_i}$	Coordonnées P_i	$D = K_A^1 M_i$	$G_{KA}^{M_i}$	Coordonnées M_i	$G_{M_i}^{P_i} = G_{M_i}^{F_i} = G$
60	10	360	9,9999	0,04628	5,0000	360,01158	279,514	498957,414 198261,121	360,046	180,693	498616,962 198378,134	378,92467
60	20	180	19,99388	0,37030	9,999	180,09256	278,630	498953,99 198251,727	180,370	183,34	498786,348 198317,273	376,27233
60	30	120	29,95314	1,2486	14,9922	120,31230	277,157	498950,049 198242,538	121,243	187,701	498841,590 198293,886	371,85068
60	40	90	39,80294	2,94851	19,96715	90,73942	275,102	498945,362 198233,710	92,910	193,598	498868,136 198279,935	365,66291
60	45	80	44,64539	4,19496	22,44084	81,05174	273,845	498942,668 198229,497	84,101	197,004	498876,569 198274,564	361,90380

A partir des coordonnées de J_i (J_i appartient à la rampe 1) et celles de P_i (appartenant à la rampe 02) et des gisements $G_{J_i}^{P_i}, G_1, G_2$ (tableau précédent) on calcule les distances a, b et c qui permettront le calcul des coordonnées de F_i

Coordonnées J_i	Coordonnées P_i	$G_{J_i}^{P_i}$	G_1	G_2	a	b	c	Coordonnées F_i
498940,293 198266,742	498957,414 198261,121	379,80495	378,53579	378,92467	7,545	10,477	18,020	498947,506 198264,526
498936,735 198257,398	498953,990 198251,727	379,78495	374,71645	376,27233	7,455	10,748	18,163	498943,980 198255,641
498932,443 198248,371	498950,049 198242,538	379,63286	368,34997	371,85067	7,666	11,084	18,547	498940,031 198247,281
498927,103 198239,925	498945,362 198233,710	379,11383	359,43742	365,66291	8,136	11,800	19,288	498935,237 198239,770
498923,965 198236,035	498942,668 198229,497	378,59103	354,02647	361,96380	8,506	12,354	19,813	498932,461 198236,456

2) Relation d'axe rampe 03 - rampe 04

D'une façon similaire que précédemment nous établirons la relation d'axe entre ces deux rampes (03 et 04) telles que :

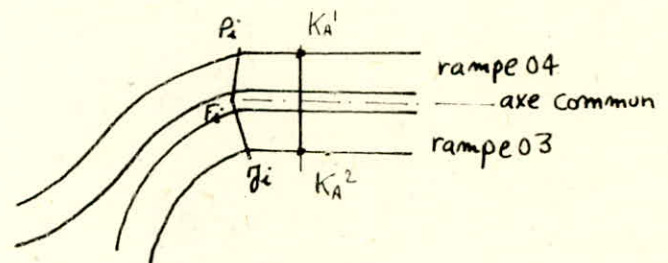
rampe 03 : $A=50$; $R=50$

rampe 04 : $A=60$; $R=90$

D'après le calcul d'axe ;

$$K_A^1 \begin{pmatrix} 498740,564 \\ 198469,159 \end{pmatrix}$$

$$K_A^2 \begin{pmatrix} 498757,666 \\ 198463,545 \end{pmatrix}$$



Les résultats sont donnés sous forme de deux tableaux :

A	L(m)	R(m)	X(m)	Y(m)	X _m (m)	Y _m = R+E(m)	(gr) G _{KA²} ^{J_i}	Coordonnées J _i	D = KA ² M _i	G _{M_i} ^{KA²}	Coordonnées M _i	G _{M_i} ^{J_i} = G _{M_i} ^{F_i}
50	10	250	9,9996	0,06665	4,99995	250,01665	79,385	498760,848 198473,025	250,067	181,082	498996,773 198390,323	378,53579
50	20	125	19,9872	0,5331	9,9979	125,1333	78,111	498764,406 198482,369	125,532	184,885	498879,676 198434,020	374,71645
50	30	83,333	29,90295	1,79585	14,9838	83,7825	75,990	498768,698 198491,396	85,112	191,075	498841,943 198451,652	368,34998
50	40	62,50	39,59235	4,23555	19,93195	63,56275	73,024	498774,038 198499,842	66,615	199,154	498824,275 198462,660	359,43742
50	50	50	48,7644	8,1857	24,7931	52,06485	69,221	498780,652 198507,324	57,667	208,102	498814,867 198470,864	347,97845

rampe 03

rampe 04

A	L(m)	R(m)	X(m)	Y(m)	X _m (m)	Y _m = R+E(m)	(gr) G _{KA¹} ^{P_i}	Coordonnées P _i	D = KA ¹ M _i	G _{M_i} ^{KA¹}	Coordonnées M _i	G _{M_i} ^{P_i} = G _{M_i} ^{F_i}
60	10	360	9,9999	0,04628	5,0000	360,01158	79,514	498743,727 198478,646	360,046	180,693	499084,178 198361,633	378,92462
60	20	180	19,99388	0,37030	9,999	180,09256	78,63	498747,151 198488,040	180,370	183,34	498914,793 198422,494	376,27233
60	30	120	29,95314	1,2486	14,9922	120,31230	77,157	498751,092 198497,229	121,243	187,701	498859,551 198445,881	371,85068
60	40	90	39,80294	2,94851	19,96715	90,73942	75,102	498755,779 198506,057	92,910	193,598	498833,005 198459,831	365,66291
60	50	72	49,40055	5,7374	24,89987	73,44052	72,448	498761,421 198514,306	77,547	200,619	498818,107 198469,913	357,70459

Tableau récapitulatif : coordonnées de F_i

Ces coordonnées ont été calculées de la même manière que pour les rampes

01 et 02

coordonnées J_i	coordonnées P_i	G_i G_{J_i} (gr)	G_1 (gr)	G_2 (gr)	a (m)	b (m)	c (m)	coordonnées F_i
498760,848 198473,025	498743,727 198478,646	379,80496	178,53579	378,92462	7,213	10,809	18,020	498753,949 198475,133
498764,406 198482,369	498747,151 198488,040	379,78495	174,71645	376,27233	7,454	10,748	18,163	498757,161 198484,126
498768,698 198491,396	498751,092 198497,229	379,63287	168,34998	371,85068	7,665	11,084	18,547	498761,110 198492,486
498774,038 198499,842	498755,719 198506,057	379,11383	159,43742	365,66230	8,136	11,800	19,288	498765,904 198499,996
498780,652 198507,324	498761,421 198514,306	377,82792	147,97845	357,70459	8,998	13,079	20,458	498771,718 198506,242

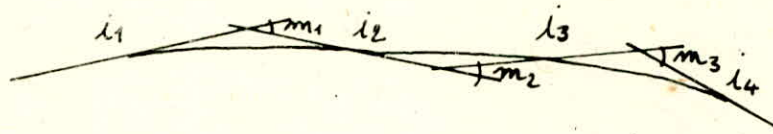
PROFIL EN LONG

PROFIL EN LONG

1) Définition

C'est une coupe verticale par l'axe de la chaussée développée et représentée sur un plan à une certaine échelle.

Les éléments géométriques du profil en long sont des lignes droites inclinées avec des arcs de cercles tangents à ces droites.



i : déclivité
 m : changement de pente

Règles pratiques du profil en long :

- Respecter les rayons donnés par les règlements.
- Ne pas dépasser la limite maximum des pentes.
- Eviter des tronçons de routes en palier (difficulté de l'écoulement des eaux).
- Profil en léger remblai préférable au profil en déblai (paysage, drainage...).
- Raccorder le profil avec le réseau existant.
- Coordination avec le tracé en plan.
- Rechercher un équilibre de volumes des déblais et des remblais.

2) Déclivité :

La déclivité est l'élément "droite" du profil en long. Les droites ascendantes dans le sens du kilométrage sont appelées rampes, par contre lorsqu'elles sont descendantes dans le sens du kilométrage, ce sont des pentes.

Les tronçons de route horizontaux sont à éviter pour faciliter l'écoulement des eaux pluviales. La déclivité économique est en descente, celle qui permet au véhicule d'avancer sans atteindre une vitesse trop élevée et sans faire usage des freins, et en montée, celle qui permet au véhicule d'avancer sans changement de vitesse.

3) Coordination tracé en plan - profil en long:

Chaque usager empruntant la route devra :

- distinguer la chaussée et les obstacles éventuels à une distance assez grande pour lui permettre de manoeuvrer ou de s'arrêter.
- distinguer les dispositions des points particuliers (carrefours, échangeurs...)
- de prévoir l'évolution du tracé sans être trompé par des effets d'optique ou gêné par des brisures ou de discontinuité.

4) Rayons du profil en long

a) Rayons en angle saillant

Ils doivent être choisis de manière à satisfaire la condition de visibilité et éviter le risque de décollage (effet de dos d'âne).

b) Rayons en angle rentrant

Ces rayons doivent obéir à la condition de confort, le conducteur se sent pénétrer dans un creux, lorsque la vitesse est assez élevée.

4) Détermination pratique du profil en long

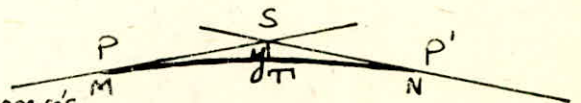
a) Détermination du sommet (S)

Elle se fait à partir :
* d'un point commun du profil en long.
* d'un point obtenu par le calcul.

b) Détermination de la tangente (T')

$$(T') = SM = SN = R \frac{(P \pm P')}{2}$$

+ : pentes de sens opposés
- : pentes de même sens
P, P' : pentes des droites



c) Projection horizontale de la longueur de raccordement

$$L = 2(T') = 2SM = 2SN = R(P \pm P') \quad R: \text{rayon saillant ou rentrant}$$

d) Détermination de la flèche :

$$y = \frac{(T')^2}{2R} = \frac{SM^2}{2R} = \frac{SN^2}{2R}$$

5) Détermination des altitudes projets

Les résultats des cotes projets seront regroupés dans des tableaux, la méthode de calcul est la suivante :

a) Sur un alignement

$$Z(x) = Z(T) + [P_K(T) - P_K(x)] \times p \quad (p: \text{pente prise avec son signe})$$

b) En courbe

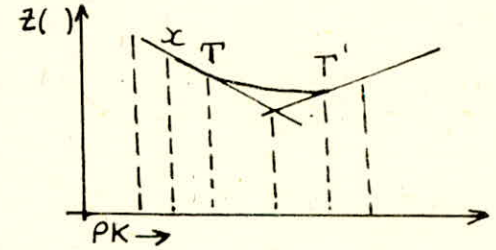
$$Z(x) = Z(T) + [P_K(T) - P_K(x)] \times p \pm p_i; \quad p_i = \frac{(P_K(T) - P_K(x))^2}{2R}$$

i) cas d'un angle rentrant

$$Z(x) = Z(T) + [P_K(T) - P_K(x)] \times p + p_i$$

ii) cas d'un angle saillant

$$Z(x) = Z(T) + [P_K(T) - P_K(x)] \times p - p_i$$



6) Normes respectées

On respecte les normes Allemandes suivantes :

- Normes techniques d'aménagement des routes

Eléments du projet		valeurs limites de V_e (km/h)		
		60	80	100
pende longitudinale max	S %	6,5	5,0	4,5
pende longitudinale min dans les sections de raccordement des devers	S %	0,5 - 1,0; ($S \geq \Delta S$)		
Rayon convexe min	H_K (m)	3000	7000	12500
Rayon concave min	H_W (m)	2000	3000	5000
pende transversale min	q %	2,5	2,5	2,5
pende transversale max dans les pentes	q _K %	6,0	6,0	6,0
Distance min de visibilité d'arrêt ($S = 0\%$)	S_R (m)	70	115	185
Distance min de visibilité de dépassement	S_D (m)	400	525	650
Pente min: dans la zone de transition	ΔS (%)	0,1 a $a =$ distance du bord de chaussée à l'axe de rotation		

Ces normes nous permettront d'établir le profil en long de l'autoroute, de la déviation de la RN11 et l'accès vers le centre de loisirs.

Normes techniques d'aménagement des carrefours dénivelés (échangeurs)

Eléments du projet		vitesse de référence (km/h)		
		40	50	60
pende longitudinale maximum (rampe)	+5(%)	5,0	5,0	5,0
pende longitudinale maximum (pente)	-5(%)	6,0	6,0	6,0
Rayon convexe min	H _K (m)	1000	1500	2000
Rayon concave min	H _w (m)	500	750	1000
Pente transversale min	q(%)	2,5	2,5	2,5
pende transversale max dans les courbes	q _K (%)	6,0	6,0	6,0
Distance de visibilité maximale	S _R (m)	30	40	60

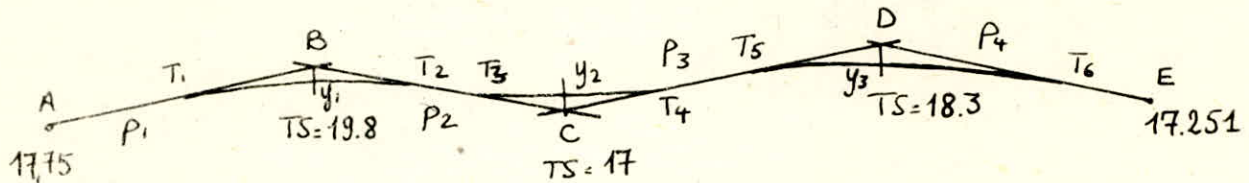
L'autoroute ou son profil en long sera établi à partir du 1^{er} tableau de même que pour le CW 51, l'accès vers le centre de loisirs et la déviation de la RN 11.

Les vitesses de référence prises dans ces cas sont successivement

- Autoroute : $V_e = 100 \text{ km/h}$
- Accès vers centre de loisirs : $V_e = 60 \text{ km/h}$
- CW 51 : $V_e = 60 \text{ km/h}$
- Déviation RN 11 : $V_e = 40 \text{ km/h}$

Profil en long de l'Autoroute

Nous avons établi le profil en long de l'autoroute à partir du PK - 1495,737 sur une distance totale de 1100 m soit 1,1 Km jusqu'à - 2595,737



$$\text{Pente } p_1 = \frac{z(B) - z(A)}{P_k(B) - P_k(A)} = \frac{19.8 - 17.75}{300 - 0} = 0,683\% \text{ rampe}$$

$$\text{Pente } p_2 = \frac{z(C) - z(B)}{P_k(C) - P_k(B)} = \frac{17 - 19.8}{650 - 300} = -0,800\% \text{ pente}$$

$$\text{Pente } p_3 = \frac{z(D) - z(C)}{P_k(D) - P_k(C)} = \frac{18.3 - 17}{900 - 650} = 0,520\% \text{ rampe}$$

$$\text{Pente } p_4 = \frac{z(E) - z(D)}{P_k(E) - P_k(D)} = \frac{17.251 - 18.3}{1100 - 900} = -0,5245\% \text{ pente}$$

1) Calcul des tangentes et des flèches

En B, angle saillant avec un rayon $R_1 = 20000$ ($R_{\min} = 12500$)

$$\text{Tangente } T_1 = R_1 \frac{p_1 + p_2}{2} = \frac{20000}{2} \left(\frac{0,683 + 0,800}{100} \right) = 148,3$$

$$\text{flèche } y_1 = \frac{T_1^2}{2R_1} = \frac{(148,3)^2}{2 \times 20000} = 0,550$$

En C, angle rentrant $R_2 = 10000$ ($R_{\min} = 5000$)

$$\text{Tangente } T_3 = T_4 = \frac{R_2}{2} (p_2 + p_3) = \frac{10000}{2} \left(\frac{0,800 + 0,520}{100} \right) = 66$$

$$\text{flèche } y_2 = \frac{T_3^2}{2R_2} = \frac{66^2}{2 \times 10000} = 0,2178$$

En D, angle saillant $R_3 = R_1 = 20000$ ($R_{\min} = 12500$)

$$\text{Tangente } T_5 = T_6 = \frac{R_3}{2} (p_3 + p_4) = \frac{20000}{2} \left(\frac{0,52 + 0,5245}{100} \right) = 104,45$$

$$\text{flèche } y_3 = \frac{T_5^2}{2R_3} = \frac{104,45^2}{2 \times 20000} = 0,273$$

2) Calcul des altitudes des points tangents

$$z(T_1) = z(A) + [P_k(T_1) - P_k(A)] \times p_1 = 17,75 + (151,7 - 0) \times \frac{0,683}{100} = 18,786$$

$$z(T_2) = z(B) - [P_k(B) - P_k(T_2)] \times p_2 = 19,80 - (448,3 - 300) \times \left(\frac{-0,8}{100} \right) = 18,614$$

$$z(T_3) = z(C) + [P_K(T_3) - P_K(C)] \times p_2 = 17 + [584 - 650] \left(\frac{-0,800}{100} \right) = 17,528$$

$$z(T_4) = z(C) + [P_K(T_4) - P_K(C)] \times p_3 = 17 + [716 - 650] \left(\frac{0,52}{100} \right) = 17,343$$

$$z(T_5) = z(D) - [P_K(D) - P_K(T_5)] \times p_3 = 18,3 - [900 - 795,55] \left(\frac{0,52}{100} \right) = 17,757$$

$$z(T_6) = z(D) - [P_K(D) - P_K(T_6)] \times p_4 = 18,3 - [900 - 1004,45] \left(\frac{-0,5245}{100} \right) = 17,752$$

3) Tableau des cotes projets des points du profil en long de l'Autoroute

N° du profil	P _K	Alt projet	N° du profil	P _K	Alt projet
1	00	17,75	16	600	17,413
2	50	18,092	17 (S ₂)	650	17,218
3	100	18,434	18	700	17,273
4	150	18,776	19 (T ₄)	716	17,343
5 (T ₁)	151,7	18,786	20	750	17,520
6	200	19,058	21 (T ₅)	795,55	17,757
7	250	19,216	22	800	17,780
8 (S ₁)	300	19,25	23	850	17,966
9	350	19,159	24 (S ₃)	900	18,027
10	400	18,942	25	950	17,963
11 (T ₂)	448,3	18,614	26	1000	17,775
12	450	18,600	27 (T ₆)	1004,45	17,752
13	500	18,20	28	1050	17,513
14	550	17,80	29	1100	17,251
15 (T ₃)	584	17,528			

Nous avons compté le P_K=0 des profils à partir de -1495,737

Profil en long des rampes

Il devra obéir au profil en long obtenu à partir de la relation d'axe car les pentes d'entrée ou de sortie sont obligées. La pente minimale (long) sera la même que celle de l'autoroute, soit 0,5%.

Profil en long du chemin de Wilaya 51 (CW.51)

On devra raccorder le CW.51 à celui existant, on a recherché pour cela l'altitude des points d'intersections (les plus hauts ou critiques) de ce chemin avec l'autoroute (voir Fig.1)

On a trouvé que le point 1 est le plus haut. On ajoute à cette altitude $5,25^m + 1,58^m$ pour connaître la côte projet du CW51 au dessus de l'autoroute

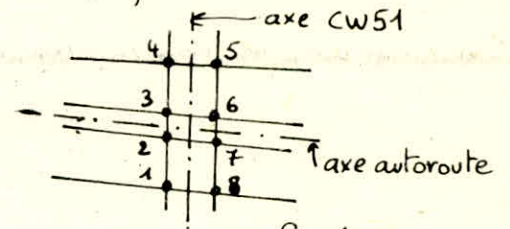


Fig.1

$5,25^m$ désigne le gabarit autoroutier sous les passages supérieurs.

$1,58^m$ tient compte de l'ouvrage d'art (poutre).

La vitesse est prise égale à 60 km/h (vitesse de référence). On se reporte donc aux normes techniques d'aménagement des routes et le profil en long obtenu sera présenté sous forme de tableau (voir aussi dessin du P.F).

On notera que le PK est compté à partir du bord extérieur de la rampe 02.

N° profil	PK	côte Z()	N° profil	PK	côte Z()
1	00	18,645	10	175	26,232
2	25	20,177	11	200	26,517
3 (T ₁)	37,916	20,968	12 (T ₂)	206,696	26,558
4	50	21,684	13	225	26,65
5	75	23,011	14	250	26,775
6	100	24,129	15	275	26,900
7 (S)	122,306	24,95	16	300	27,025
8	125	25,037	17	325	27,150
9	150	25,739	18	350	27,275

Profil en long des rampes

Les rampes 01 et 02 devront être raccordées d'une part à l'Autoroute et d'autre part au CW51 avec pente de sortie (rampe 01) et pente d'entrée (rampe 02) obligées. On prendra respectivement comme vitesses de référence sur les rampes 01 et 02, les valeurs de 40 km/h et 60 km/h. Les pentes citées plus haut devront approcher en valeur celles de l'autoroute à chaque niveau (sortie et entrée). On se reporte aux normes techniques d'aménagement des échangeurs.

Profil en long de la rampe 01

N° Profil	PK	cote z()	N° profil	PK	cote z()
1	00	17,184	10	125	17,835
2	25	17,019	11 (T4)	146,3	18,093
3 (T1)	33,051	16,966	12	150	18,013
4	50	16,911	13	175	18,38
5 (S1)	64,451	16,956	14	200	18,63
6	75	17,040	15 (Partie commune)	207,08	18,901
7 (T2)	95,851	17,34	16	225	19,132
8	100	17,417	17	244,453	19,327
9 (T3)	103,7	17,486	18	249,703	19,196

Profil en long de la rampe 02

N° profil	PK	côte z()	N° profil	PK	côte z()
1 (axe CW 51)	00	19,196	11	174,703	17,434
2	5,25	19,327	12	199,703	17,315
3	24,703	19,080	13 (S)	206,317	17,297
4	42,623	18,901	14	224,703	17,274
5	49,703	18,630	15	249,703	17,311
6	74,703	18,380	16 (T ₂)	267,317	17,384
7	99,703	18,130	17	274,703	17,423
8	124,703	17,880	18	299,703	17,554
9 (T ₁)	145,317	17,674	19	324,703	17,686
10	149,703	17,631	20	336,402	17,747

Profil en long des rampes 03 et 04

De la même manière que précédemment, ces rampes doivent être raccordées d'une part à l'autoroute et d'autre part au CW 51.

La vitesse de référence est $V_R = 40 \text{ km/h}$ sur la rampe 03 et $V_R = 60 \text{ km/h}$ pour la rampe 04.

Les pentes de sortie et d'entrée doivent obéir à celles données par les profils en long de la relation d'axes.

D'après les normes techniques d'aménagement des échangeurs on aura donc pour la rampe 03 :

rayon convexe min = 1000 m et rayon concave min = 500 m

pour la rampe 04

rayon convexe min = 2000 et rayon concave min = 1000

Profil en long de la rampe 03

N° profil	PK	cote z ()	N° profil	PK	cote z ()
1	00	18,082	12 (S ₂)	162,5	23,448
2 (T ₁)	20,388	18,228	13	175	23,889
3	25	18,267	14	200	24,615
4	50	18,684	15 (T ₄)	200,315	24,623
5 (S ₁)	58,908	18,918	16	204,007	24,915
6	75	19,450	17	225	25,435
7 (T ₂)	97,428	20,432	18	250	26,055
8	100	20,561	19	275	26,675
9 (T ₃)	124,685	21,795	20	276,167	26,704
10	125,00	21,811	21	281,417	26,836
11	150	22,954			

Profil en long de la rampe 04

N° profil	PK	cote z ()	N° profil	PK	cote z ()
1	00	26,835	13	206,417	21,568
2	5,25	26,704	14	231,417	21,069
3	6,417	26,675	15	256,417	20,640
4	31,417	26,055	16 (S)	257,19	20,619
5	56,417	25,436	17	281,417	20,277
6	77,410	24,915	18	306,417	19,986
7	81,417	24,616	19	331,417	19,766
8	106,417	23,996	20 (T ₂)	338,665	19,715
9	131,417	23,376	21	356,417	19,600
10	156,417	22,756	22	381,417	19,434
11 (T ₁)	175,515	22,282	23	401,977	19,297
12	181,417	22,137			

Profil en long de l'accès vers le centre de loisirs

Cet accès devra être raccordé d'une part à l'axe du CW51 et d'autre part avec la déviation de la RN 11. La vitesse de référence est prise égale à 60 km/h

D'après les normes techniques d'aménagement des routes

$$R_{\text{convexe min}} = 3000 \text{ m}$$

$$R_{\text{concave min}} = 2000 \text{ m}$$

La ligne rouge sera prise sur l'axe de cet accès, soit au milieu du terre-plein central. On comptera les PK à partir du CW51 jusqu'à l'intersection avec la déviation de la RN 11.

On regroupe les résultats trouvés dans le tableau suivant :

N° profil	PK	cote z ()		N° profil	PK	cote z ()
1 (axe CW51)	00	19,196		9	175	16,65
2	25	18,75		10	200	16,37
3	50	18,31		11	225	16,17
4 (T ₁)	64,8	18,05		12 (T ₂)	235,2	16,11
5	75	17,88		13	250	16,04
6	100	17,51		14	275	15,91
7	125	17,23		15	291,776	15,83
8	150	17,02				

Profil en long de la déviation de la RN 11

Cette déviation doit être raccordée d'une part à la RN 11 (réseau existant) et d'autre part à l'axe de l'accès vers le centre de loisirs.

On prendra la vitesse de référence sur ce tronçon égale à 40 km/h.

Les usagers empruntant cette route auront tendance à freiner au niveau du carrefour.

$$\text{Rayon concave min} = 1000 \text{ m} ; \text{ Rayon convexe min} = 1500 \text{ m}$$

On compte les PK à partir de la route existante jusqu'à l'intersection de l'accès au centre.

Résultats du profil en long de la deviation de la RN 11

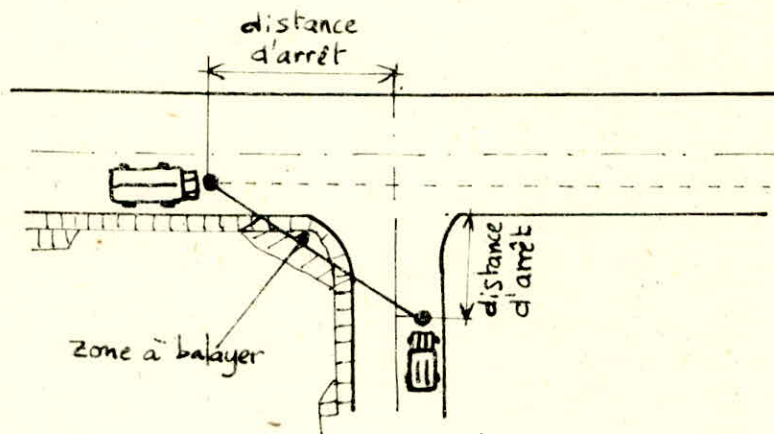
N° profil	PK	cote z()
01	00	14,60
02	25	14,73
03	50	14,85
04	75	14,98
05	100	15,10
06	125	15,23
07	150	15,35
08	175	15,48
09	200	15,60
10	225	15,73
11	245,799	15,83

CARREFOURS

CARREFOURS

I Généralités

Le croisement de deux courants de circulation est dangereux ; il devra être aménagé de sorte que les conducteurs circulant sur les deux voies disposent d'une distance de visibilité nécessaire et s'arrêter en arrivant au point de conflit.



Le carrefour est caractérisé par :

- 1 Type de route à relier
- 2 Nombre de branches à relier
- 3 Implantation (Zone urbaine ou rurale)
- 4 Trafic déterminant chaque itinéraire
- 5 Pourcentage de poids lourds

II Principes d'aménagement d'un carrefour

- 1 Rendre l'écoulement des différents courants de circulation fluide
- 2 Donner une visibilité suffisante à l'approche des zones de conflit
- 3 Réaliser une simple configuration géométrique pour faciliter la manœuvre à l'usager
- 4 Adapter les éléments géométriques du carrefour aux caractéristiques dynamiques des véhicules

Etude de la liaison de la RN 11 et du CW 51

Pour permettre l'accès au parc d'attractions aux courants de circulation venants de l'autoroute, du CW 51 ou de la RN 11, on implante un tronçon de route liant les rampes 01 et 02 avec l'entrée du parc. Ce tronçon est pourvu de deux carrefours (voir figure ci dessous) numérotés 01 et 02

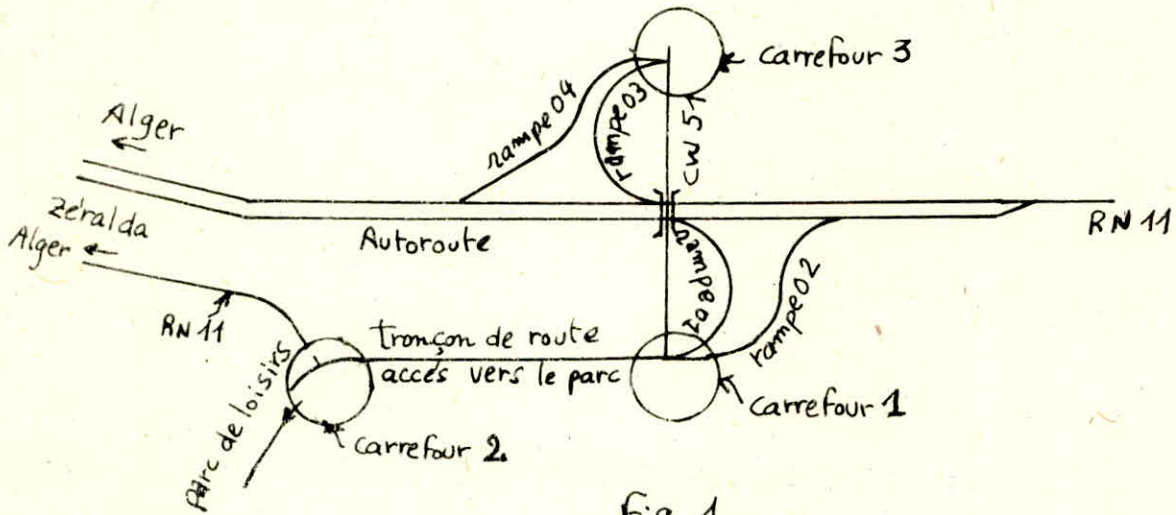


Fig. 1

A. Etude du carrefour 1

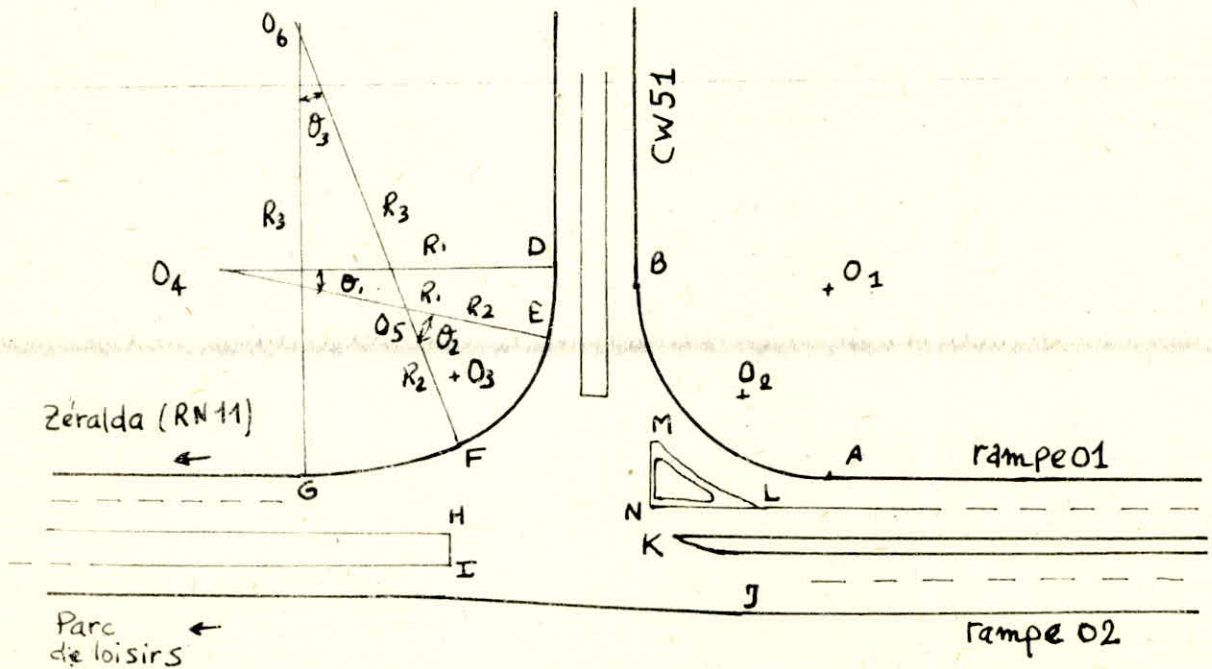


Fig. 2

Tourne à droite

a. La rampe de sortie 01 est composée de deux voies, celle de droite sera empruntée par les tournes à droite dont le rayon intérieur est donné par les règlements et tel que $R = 25 \text{ m}$.

On calcule les coordonnées des points de tangence A et B et le centre de l'arc de cercle $R = 25 \text{ m}$. Le bord intérieur de la rampe 01 coupe l'axe médian du CW51 au point $(498956, 768) = I_2$

soit d la distance entre ce point et le point A $d = \frac{3 \times 3,5}{2} + 25 = 30,25 \text{ m}$

On calculera les coordonnées de A, O₁ et B de la même manière que le calcul d'axe, connaissant la distance et le gisement de deux points

$$\begin{aligned} \text{on obtient } X_A &= 498947,334 ; Y_A = 198287,978 \quad (AI_1 = 30,25 \text{ m}; G_{I_1}^A = 279,809 \text{ gr}) \\ X_{O_1} &= 498923,581 ; Y_{O_1} = 198295,775 \quad (AO_1 = 25 \text{ m}; G_{A_1}^{O_1} = 179,809 \text{ gr}) \\ X_B &= 498931,378 ; Y_B = 198319,528 \quad (BO_1 = 25 \text{ m}; G_{O_1}^B = 79,809 \text{ gr}) \end{aligned}$$

b. Pour le tourne à droite quittant le CW51, on introduit une courbe à trois rayons, tels que $R_1 = 40 \text{ m}$; $R_2 = 20 \text{ m}$; $R_3 = 60 \text{ m}$ et les portions d'arcs sont données par les angles $\theta_1 = 17,5 \text{ gr}$; $\theta_2 = 60 \text{ gr}$; $\theta_3 = 22,5 \text{ gr}$

soit d' la distance entre le point I_1 et le point de tangence de la courbe aux trois rayons au bord intérieur de la rampe 01 sur son prolongement

$$d' = \frac{3,5 \times 3}{2} + (40 - 40 \cos 17,5) + 20 \sin(60 + 22,5) + (60 - 20) \sin 22,5 = 39,846 \text{ m}$$

$$d' = \frac{3,5 \times 3}{2} + (R_1 - R_1 \cos \theta_1) + R_2 \sin(\theta_2 + \theta_3) + (R_3 - R_2) \sin \theta_3$$

On détermine les points suivants en utilisant la même formule de gisement que précédemment: G $\left\{ \begin{array}{l} 498969,195 \\ 198354,577 \end{array} \right\}$; O₆ $\left\{ \begin{array}{l} 498912,1875 \\ 198373,2891 \end{array} \right\}$; F $\left\{ \begin{array}{l} 498959,195 \\ 198336,002 \end{array} \right\}$

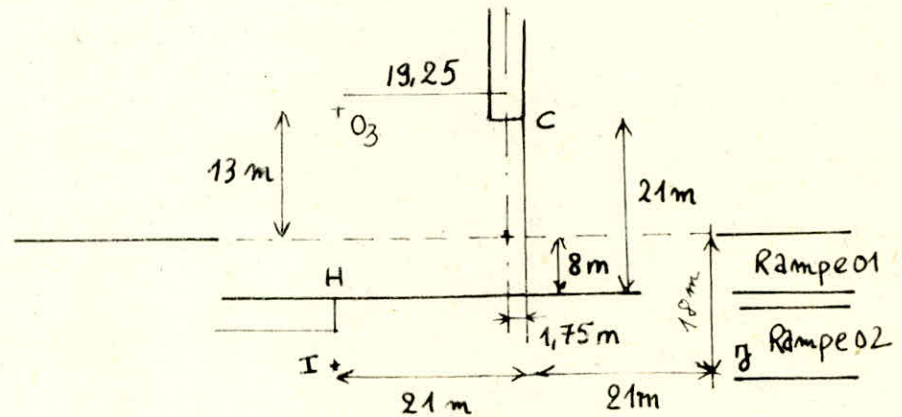
$$O_5 \left\{ \begin{array}{l} 498943,526 \\ 198348,431 \end{array} \right\}; E \left\{ \begin{array}{l} 498942,681 \\ 198328,449 \end{array} \right\}; O_4 \left\{ \begin{array}{l} 498944,371 \\ 198368,413 \end{array} \right\}$$

$$D \left\{ \begin{array}{l} 498931,896 \\ 198330,408 \end{array} \right\}$$

Tourne à gauche

Le rayon du tourne à gauche est donné en fonction de la largeur de la route prioritaire, dans notre cas la largeur est de 18 m, on a $R = 21$ m

2. Pour les usagers venant de la route secondaire (CW 51), l'arc de cercle sera tangent aux bords gauches de la voie médiane et de la rampe d'entrée de l'autoroute (rampe 02). Les véhicules venant du CW 51 marqueront l'arrêt au carrefour, s'ils se dirigent vers la rampe 02 ils emprunteront donc la voie du tourne à gauche sur le CW 51.



Coordonnées de C :

$$X_C = 498943,871$$

$$Y_C = 198319,111$$

$$\left(\begin{array}{l} I, C = \sqrt{1,75^2 + 13^2} = 13,117 \\ G_{I, C}^C = 188,328 \text{ gr} = 179,809 + \text{Arctg} \frac{1,75}{13} \end{array} \right)$$

Coordonnées de H :

$$I, H = \sqrt{8^2 + 19,25^2} = 20,846 \text{ et } G_{I, H}^H = 54,735 \text{ gr} = 79,809 - \text{Arctg} \frac{8}{19,25}$$

$$X_H = 498970,373 \quad ; \quad Y_H = 198332,514$$

I est le point à partir duquel on procède à l'élargissement parabolique de l'axe principal pour l'introduction du terre-plein central entre les rampes 01 et 2, c'est le pied de la perpendiculaire passant par H au bord droit de la route principale.

$$X_I = 498977,974$$

$$Y_I = 198330,019$$

$$(I, I = 25,031 \text{ et } G_{I, I}^I = 35,662 \text{ gr})$$

J est tel que $X_J = 498966,775$; $Y_J = 198289,490$ ($I, J = 29,010$ et $G_{I, J}^J = 322,422 \text{ gr}$)

O_2 et O_3 sont les centres des arcs de cercles fictifs décrits par les véhicules tournant à gauche circulant sur le CW 51. O_3 est sur la perpendiculaire de H à l'axe principal

$$x_{O_3} = 498950,420 \quad ; \quad y_{O_3} = 198339,063 \quad (I_{O_3} = 23,228 \text{ et } G_{I_1}^{O_3} = 117,622 \text{ gr})$$

$$x_{O_2} = 498939,222 \quad ; \quad y_{O_2} = 198298,534 \quad (I_{O_2} = 25,27 \text{ et } G_{I_1}^{O_2} = 251,137 \text{ gr})$$

Coordonnées du point K (voir fig. 2)

$$x_K = 498960,064 \quad ; \quad y_K = 198301,107 \quad (O_2K = 21 \text{ et } G_{O_2}^K = 407,819 \text{ gr})$$

Ilot triangulaire

Il est implanté de façon à séparer les courants tourne à droite et les courants circulant sur une ligne droite (usagers roulant sur la rampe 01):

La largeur du couloir tourne à droite est $l = 5,50 \text{ m}$ (largeur imposée au niveau de l'îlot). On calcule les "extrémités" de cet îlot :

- Point L

$$x_L = 498954,081 \quad ; \quad y_L = 198295,707 \quad (O_1L = 30,5 \text{ m et } G_{O_1}^L = 399,858 \text{ gr})$$

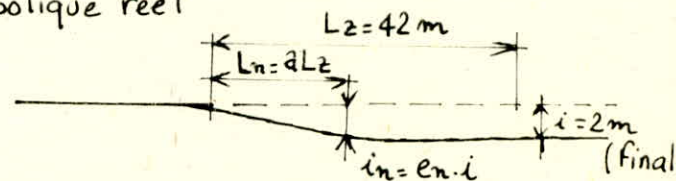
- Point N

$$x_N = 498958,057 \quad ; \quad y_N = 198307,820 \quad (O_2N = 21 \text{ m et } G_{O_2}^N = 29,159 \text{ gr})$$

- Point M

$$x_M = 498950,8253 \quad ; \quad y_M = 198308,335 \quad (O_1M = 30 \text{ m et } G_{O_1}^M = 27,500 \text{ gr})$$

Entre I et J il existe un élargissement parabolique i entre le prolongement du bord droit passant par I et le bord parabolique réel



a	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
$L_n(\text{m})$	4,2	8,4	12,6	16,8	21	25,2	29,4	33,6	34,8	42
e_n	0,020	0,080	0,180	0,320	0,500	0,680	0,820	0,920	0,980	1,000
$i_n(\text{m})$	0,040	0,160	0,360	0,640	1,000	1,360	1,640	1,840	1,960	2,000

B Carrefour 2

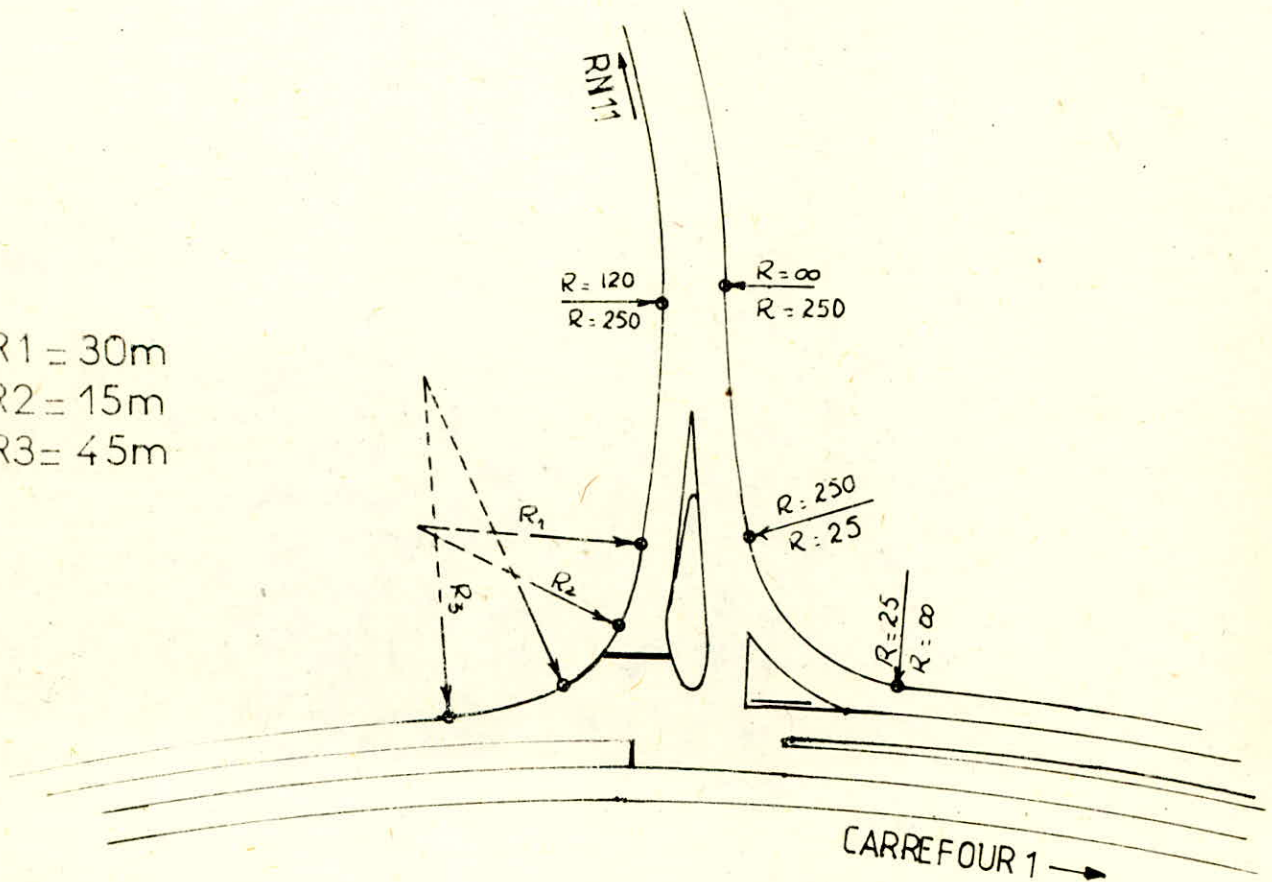
Le tronçon de route entre les carrefours 1 et 2 est à 4 voies, la voie de droite en allant vers le parc d'attractions servira de tourne à droite vers la RN 11 (direction Zéralda). Après le carrefour une des voies disparaîtra après un rétrécissement progressif.

Pour ce genre de carrefour, il faut prévoir une "goutte", élément séparateur sur la voie secondaire, soit la déviation de la RN 11 et aussi un îlot triangulaire pour les tournes à droite vers cette même voie.

Le calcul des différents points caractéristiques du carrefour se fait de la même manière que précédemment.

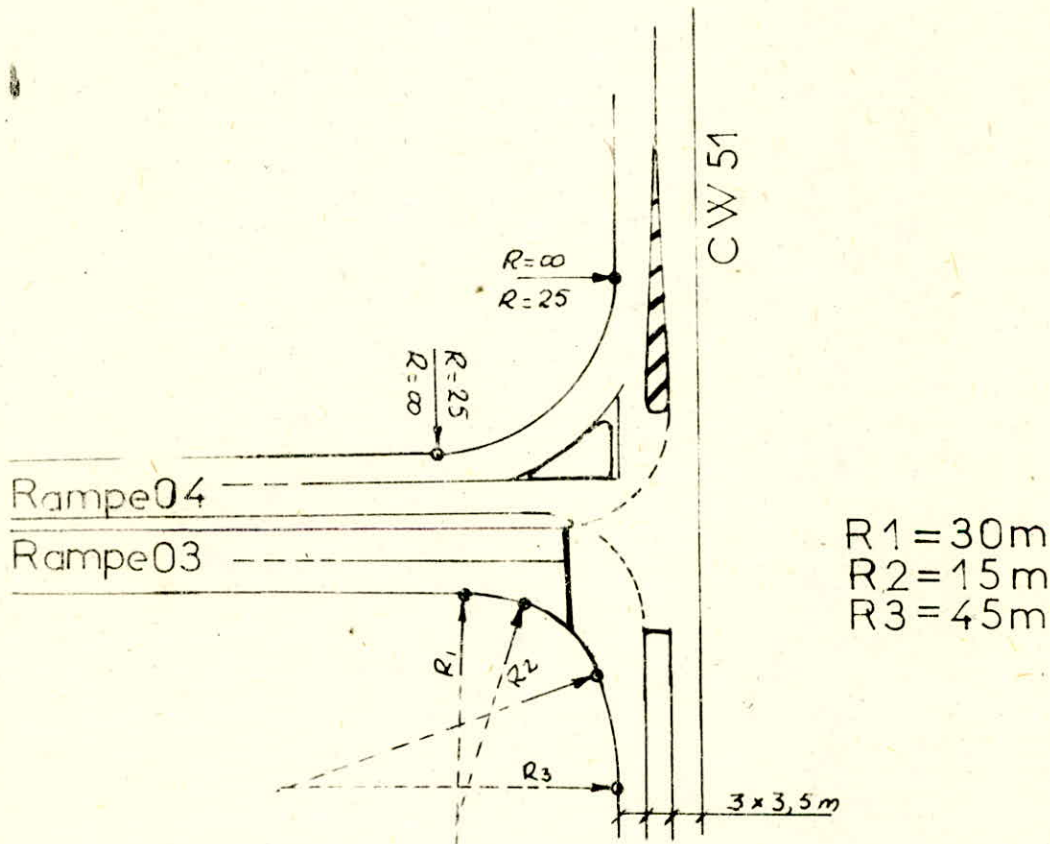
Nous ajouterons en fin de chapitre les différentes distances d'arrêt des trois carrefours données par les normes techniques d'aménagement des carrefours

$R_1 = 30\text{m}$
 $R_2 = 15\text{m}$
 $R_3 = 45\text{m}$



Carrefour 3 :

Le bord extérieur de la rampe 04 et le bord du CW 51 sont reliés par un arc de cercle de rayon $R = 25$ m. Un îlot triangulaire séparera les usagers continuant sur le CW 51. Le calcul des points particuliers est conduit avec le même principe que pour le carrefour 1.



Selon les différentes pentes longitudinales au niveau des carrefours (1, 2 et 3)
On donnera les différentes distances d'arrêt en fonction de $V_k = V_e + 20$ (Km/h)

1) Carrefour 1

$$V_e = 60 \text{ Km/h} \Rightarrow V_k = 80 \text{ Km/h} \Rightarrow \text{distance d'arrêt} = 145 \text{ m}$$

2) Carrefour 2 ($V_e = 40 \text{ Km} \Rightarrow V_k = 60 \text{ Km/h}$)

$$\text{distance d'arrêt nécessaire } L = 120 \text{ m}$$

3) Carrefour 3 ($V_e = 60 \text{ Km} \Rightarrow V_k = 80 \text{ Km/h}$)

$$\text{distance d'arrêt nécessaire } L = 110 \text{ m}$$

RACCORDEMENT DES DEVERS

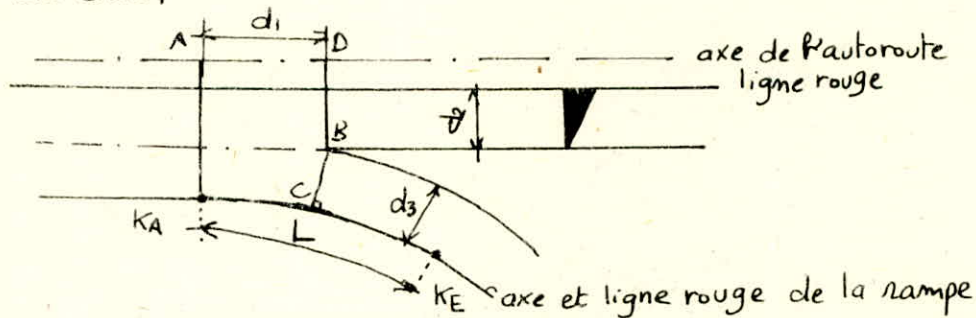
CALCUL DES DEVERS

1) Généralités

Le devers est une pente donnée au profil en travers d'une chaussée dans les virages et en directions de l'intérieur d'une courbe et dans les alignements droits. Il a pour rôle d'absorber une partie de l'effet de la force centrifuge pour diminuer les risques de dérapage. Entre une partie droite et une courbe le devers varie de même que sur une clothoïde, où il faudra l'atteindre d'une façon graduelle pour qu'il soit arrivé à une valeur constante le long d'une courbe.

2) Calcul des devers d'entrées et de sortie au niveau des clothoïdes.

* Principe de calcul



- d_1 = distance projetée entre le début de clothoïde au niveau de la rampe et l'autoroute
- d_2 = distance entre la ligne rouge de l'autoroute et le bord de la chaussée
- d_3 = largeur de la rampe.

- Données connues

- coordonnées de KA (début de clothoïde), $P_k(KA)$
- coordonnées de B connues (B désigne la tête d'îlot)

Connaissant le point D et son PK ($P_k(D)$) qui est égal au $P_k(B)$, on détermine $Z(D)$, altitude du point D sur le profil en long de l'autoroute d'où $Z(B) = Z(D) \pm \frac{\text{devers}}{100} \times d_2$.

Avec la longueur KAC on déduit $Z(C)$ sur le profil en long de la rampe et le devers au niveau du nez d'îlot (tête d'îlot) sera :

$$\text{devers} = \frac{\text{ALT}(B) - \text{ALT}(C)}{d_3}$$

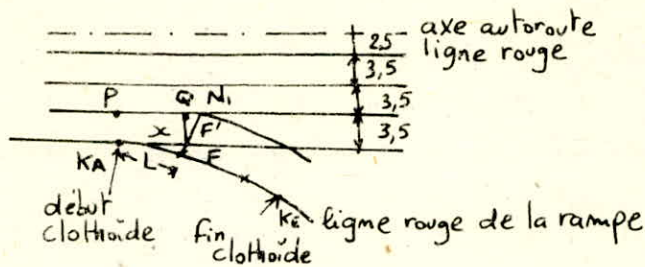
On calcule la longueur de raccordement :

$$L_{\text{min}} = \frac{5}{36} \cdot V_r \times \Delta d$$

$\left\{ \begin{array}{l} L_{\text{min}} : \text{longueur de raccordement minimale} \\ \Delta d (\%) : \text{variation de devers} \\ V_r (\text{km/h}) : \text{vitesse de référence} \end{array} \right.$

3) Méthodes de calcul des coordonnées des têtes d'îlots et des longueurs KAC."

a) Rampe 01



On considère la clothoïde comme indiquée sur la figure. Pour différentes valeurs de L' et avec $A=50$, on obtient un rayon R' tel que $R' = A^2/L'$. Avec R'/A on obtient de nouvelles valeurs de F et Σ (valeurs particulières des clothoïdes) à partir du tableau des clothoïdes. Sachant que $F' = \frac{3,5}{\cos \Sigma}$ il faudra vérifier $F+F' = 8$ (largeur d'une rampe)

On trouve que pour $L' = 39,6$ $R' = 63,13$ et $F = 4,32175$; $\Sigma^{\text{gr}} = 19,9664$

$$F' = 3,679487307 \Rightarrow F+F' = 8,001237307 \approx 8 \text{ et } \begin{cases} x = 39,21225 \\ y = 4,11095 \\ x_m = 19,73525 \end{cases}$$

coordonnées de N_1

$$QN_1 = \sqrt{(F+F')^2 - (y+3,5)^2} = \sqrt{8^2 - 7,61095^2} = 2,464435046$$

$$PN_1 = x + QN_1 = 41,67668505$$

coordonnées de P : $G_{KA'} = 179,809$ gr et $PKA' = 3,5$

$$x_p = x_{KA'} + 3,5 \cos 179,809 = 498841,2126$$

$$y_p = y_{KA'} + 3,5 \sin 179,809 = 198309,7885$$

$$\text{et avec } G_p^{N_1} = 279,809 \text{ gr}, x_{N_1} = x_p + PN_1 \cos G_p^{N_1} = 498828,215$$

$$y_{N_1} = y_p + PN_1 \sin G_p^{N_1} = 198270,190$$

b) rampe 02

De la même manière que la démonstration ci-dessus, on trouve $L = 54,85$
 $F' = 3,598954$ et $F = 4,40144$ ($F+F' = 8,000394 \approx 8,000$)

$$x = 54,54784 ; y = 4,280400$$

$$x_{N2} = 498780,7749$$

$$y_{N2} = 198136,8815$$

c) Avec le même principe de raisonnement et en considérant un calcul itératif pour les rampes 03 et 04, on trouve les têtes d'îlots tels que :

rampe 03 : $X_{N3} = 498870,8405$ avec $L = 50,9933$
 $Y_{N3} = 198486,0027$

rampe 04 : $X_{N4} = 498899,0798$ et $L = 74,231$
 $Y_{N4} = 198662,4603$

Avec ces différents résultats on fera le calcul de raccordement des devers

* Raccordement des devers, Autoroute-rampe 01

$P_K(A) = P_K(KA) = -2098,816$, $d_1 = 41,677$

$P_K(D) = -(P_K(A) + d_1) = -2132,493$

Sur le profil en long de l'autoroute,

$Z(D) = 17,245$

On obtient $Z(B) = Z(D) - \frac{\text{devers}}{100} d_2 = 17,245 - \frac{2,5}{100} \times 7 = 17,07 \text{ m}$

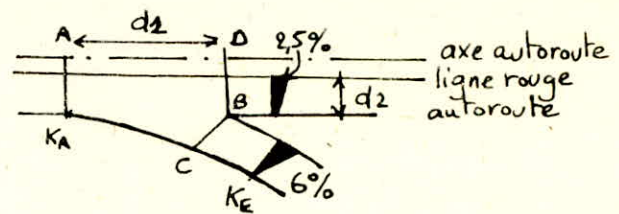
$KAC = L = 39,9 \text{ m}$, le profil en long de la rampe 01 nous donne $Z(C) = 16,93$

d'où le devers au niveau du nez d'îlot :

$\text{devers} = \frac{Z(B) - Z(C)}{d_3} = \frac{17,07 - 16,93}{8,00} = 1,75\%$

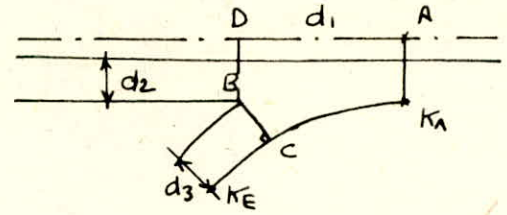
La longueur de raccordement sera $L_{\min} = 5/36 \cdot V_2 \cdot \Delta d$

$L_{\min} = \frac{5}{36} \times 40 \times (6 - 1,75) = 23,61 \text{ m}$



* Raccordement du devers, autoroute. rampe 02

axe autoroute
ligne rouge



On a $Pk(A) = -2330,357$

$d_1 = 56,406$

d'où $Pk(D) = +(Pk(A) - d_1) = -2330,357 + 56,406 = -2273,948$

d'où $z(D)$ à partir du profil en long de l'autoroute $z(D) = 17,667$

et $z(B) = z(D) - \frac{\text{devers}}{100} \times d_2 = 17,667 - \frac{2,5}{100} \times 3,5 = 17,58 \text{ m}$

$L = K_{AC} = 54,85$

d'où $z(C) = 17,459$ à partir du profil en long de la rampe 02

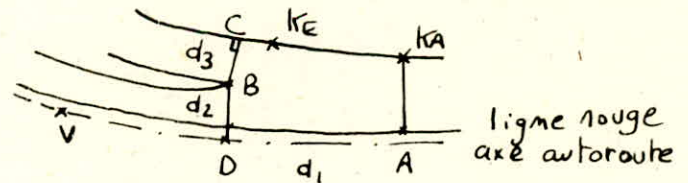
devers = $\frac{z(B) - z(C)}{d_3} = \frac{17,58 - 17,459}{8} = 1,51\%$

La longueur minimale de raccordement est $L_{min} = \frac{5}{36} V_2 \Delta d$

$L_{min} = \frac{5}{36} \times 60 \times (6 - 1,51) = 37,42 \text{ m}$

* Raccordement du devers - Autoroute rampe 03

Le nez d'îlot B se trouve sur la partie courbe de la rampe 03 donc avec un devers de 6%



$Pk(A) = -1966,811$

$Pk(V) = -1842,806$ point V appartenant à la clothoïde de l'autoroute

$L = VD = 70 \Rightarrow Pk(D) = Pk(B) = -[Pk(V) + L] = -1912,806$

d'où $z(D) = 18,839$ sur l'autoroute

$|d_1| = Pk(A) - Pk(D) = 54,005$

avec $d_2 = 3,5$ et devers = 4,42% sur BD

$K_{AC} = 50,9933$ et $z(C) = 18,708 \Rightarrow z(B) = z(C) + \frac{6}{100} \times 8 = 19,188$

On conclut que le devers au niveau du nez d'îlot est $d = 6,0\%$

et $L_{min} = \frac{5}{36} V_2 \Delta d = \frac{5}{36} \times 40 \times 6 = 33,33 \text{ m}$

* Raccordement du devers - Autoroute - rampe 04

On a un alignement droit $KAN' = 62,879$

sur la rampe 04 et $P_k(Q) = -1825,198$

point Q appartient à la clothoïde de l'autoroute

$$P_k(O) = -(P_k(Q) - 91) = -1734,198$$

d'où $z(O) = 19,19$ sur le profil en long de l'autoroute.

$$z(B) = z(O) + \frac{\text{devers}}{100} \times d_2 = 19,19 + \frac{4,93}{100} \times 3,5 = 19,363$$

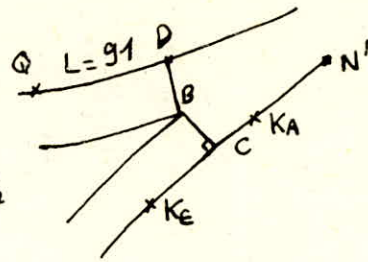
on a trouvé que $N'C = 74,231$ d'où $z(C) = 19,794$ à partir du P.F. de la rampe 04

Le devers est trouvé à partir du profil en long de la rampe 04 à partir de 74,231 m de la fin de cette rampe devers = 1,09%

La longueur minimale de raccordement $L_{\min} = \frac{5}{36} V_e \cdot D_d$ sera égale à :

$$L_{\min} = \frac{5}{36} \times 60 \times (6 - 1,09)$$

$$L_{\min} = 40,92 \text{ m}$$



COTES DE REVETEMENT

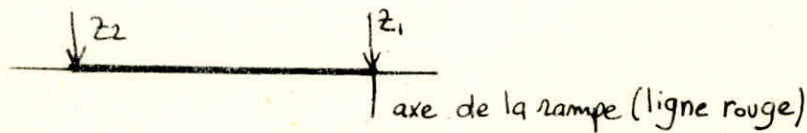
CÔTES DE REVÊTEMENT

Introduction

L'Assainissement au niveau des carrefours nécessite une bonne étude, car à ce niveau, nombreux sont les véhicules qui freinent et accélèrent. Les devers seront réalisés de façon à diriger les eaux superficielles vers le bord de la chaussée.

On devra raccorder l'axe des rampes communes (partie alignement droit) avec la pente longitudinale de l'axe principal (raccordement du CW51 avec l'autoroute)

Principe de calcul



Z_1 : altitude de la ligne rouge du bord droit de la rampe

Z_2 : altitude du bord gauche suivant le sens de circulation

$$Z_2 = Z_1 \pm \frac{\text{devers} \times d}{100} \quad d = \text{largeur de la rampe} = 8 \text{ m}$$

On calculera les côtes Z_2 à partir des têtes d'Ilots dans le sens de la circulation avec un intervalle de 5 m dans les zones de variation du devers et de 25 m lorsque le devers reste constant.

A titre d'exemple nous prendrons la rampe 01 où le devers au niveau de la tête d'îlot est égal à $d = 1,75\%$ et la côte $Z_1 = 16,93 \text{ m}$ (valeur extraite du profil en long de la rampe 01), la largeur de la rampe à ce niveau étant égale à 8 m

$$Z_2 = Z_1 + \frac{\text{devers} \times d}{100}$$

$$Z_2 = 16,93 + \frac{1,75}{100} \times 8,00 = 17,07 \text{ m}$$

Cette valeur du devers $d = 1,75\%$ variera jusqu'à atteindre la valeur de 6% dans la partie courbe où elle restera constante. A partir du PK 122,18 la nouvelle valeur du devers ($= 6\%$) va varier dans la partie "clothoïde" pour atteindre 2,5% au début de l'alignement droit et restera constante jusqu'à la fin de la rampe.

Ce procédé de calcul reste valable pour les autres rampes (02, 03 et 04)

1) Côtes de revêtement de la rampe 01

Pk	devers (%)	Z ₁	Z ₂
0	1,75	16,93	17,07
5	3,85	16,923	17,231
10	5,96	16,912	17,389
10,1	6,00	16,911	17,391
35,1	6,00	17,041	17,521
60,1	6,00	17,417	17,897
85,1	6,00	17,835	18,315
110,1	6,00	18,13	18,61
117,18	6,00	18,201	18,681
122,18	5,65	18,251	18,703
127,18	5,30	18,301	18,725
132,18	4,95	18,351	18,747
137,18	4,60	18,401	18,769
142,18	4,25	18,451	18,791
147,18	3,90	18,501	18,813
152,18	3,55	18,551	18,835
155,18	3,20	18,601	18,857
162,18	2,85	18,651	18,879
167,18	2,50	18,476	18,676
192,18	2,50	18,926	19,126
209,803	2,50	18,971	19,171

2) Côtes de revêtement de la rampe 02

La rampe 02 a une longueur totale de $L_T = 336,402$ m, la tête d'ilot se trouve à une distance de 54,85 m à partir du début de la rampe (dans le sens contraire à la circulation). Les résultats seront regroupés dans le tableau suivant, on prendra comme sens de circulation l'axe de CW51 - autoroute

P_k	devers (%)	Z_1	Z_2	P_k	devers (%)	Z_1	Z_2
0	1,51	17,459	17,58	136.239	-2,61	17,674	17,465
3,332	6	17,442	17,922	141.239	-3,27	17,724	17,462
28,332	6	17,322	17,802	146.239	-3,92	17,774	17,460
53,332	6	17,274	17,754	151.239	-4,58	17,824	17,458
57,161	6	17,273	17,753	156.239	-5,23	17,874	17,456
62,161	5,49	17,276	17,715	161.239	-5,88	17,924	17,454
67,161	4,98	17,281	17,679	162.135	-6,00	17,933	17,453
72,161	4,48	17,290	17,648	187.135	-6,00	18,183	17,703
77,161	3,97	17,301	17,619	193.929	-6,00	18,251	17,771
82,161	3,46	17,316	17,593	198.929	-5,60	18,301	17,853
87,161	2,95	17,334	17,570	203,929	-5,22	18,351	17,933
92,161	2,45	17,355	17,551	208,929	-4,83	18,401	18,015
97,161	1,94	17,379	17,534	213,929	-4,44	18,451	18,096
102,161	1,43	17,406	17,520	218,929	-4,06	18,501	18,176
107,161	0,92	17,436	17,510	223,929	-3,67	18,551	18,257
112,161	0,41%	17,469	17,502	228,929	-3,28	18,601	18,339
116,239	0,00	17,499	17,499	233,929	-2,89	18,651	18,420
121,239	-0,65	17,538	17,486	238,928	2,50	18,476	18,676
126,239	-1,31	17,580	17,475	263,928	2,50	18,852	19,126
131,239	-1,96	17,626	17,469	281,551	2,50	18,971	19,171

3) Cotes de revêtement de la rampe 03

La rampe 03 a une longueur totale de $L_T = 281,417 \text{ m}$. Le devers au niveau de la tête d'ilot est $d = 6\%$. Il reste constant dans la partie courbe puis suivra une variation jusqu'à atteindre $2,5\%$ au début de l'alignement droit où il restera constant jusqu'à la fin de cette rampe. Les résultats sont les suivants.

P_k	devers (%)	Z_1	Z_2
0	6,00	18,708	19,188
25	6,00	19,488	19,968
50	6,00	20,610	21,090
75	6,00	21,861	22,341
103,014	6,00	23,118	23,598
108,014	5,65	23,315	23,767
113,014	5,30	23,503	23,927
118,014	4,95	23,684	24,080
123,014	4,60	23,855	24,223
128,014	4,25	24,019	24,359
133,014	3,90	24,174	24,486
138,014	3,55	24,321	24,605
143,014	3,20	24,460	24,716
148,014	2,85	24,590	24,818
153,014	2,50	24,690	24,890
178,014	2,50	25,310	25,510
203,014	2,50	25,930	26,130
228,014	2,50	26,549	26,749
230,424	2,50	26,610	26,810

4) Cotes de revêtement de la rampe 04

La longueur totale, soit $L_r = 401,977$ m est celle de la rampe 04.

La tête d'ilot se trouve à une distance de 74,231 m de la fin de cette rampe.

Cette rampe se compose d'un alignement droit, de quatre longueurs de clothoïde et de deux courbes sur lesquels le devers suit différentes variations.

Les résultats sont regroupés dans le tableau suivant de la même manière que précédemment (rampes 01, 02 et 03)

P_k	devers (%)	Z_1	Z_2		P_k	devers (%)	Z_1	Z_2
0	1,09	19,794	19,881		150,471	0,28	22,238	22,260
5	1,57	19,835	19,961		153,389	0,00	22,310	22,310
10	2,05	19,878	20,042		158,389	-0,74	22,435	22,376
15	2,53	19,924	20,126		163,389	-1,48	22,559	22,441
20	3,01	19,973	20,214		168,389	-2,23	22,682	22,504
25	3,49	20,025	20,304		173,389	-2,97	22,806	22,568
30	3,97	20,072	20,390		178,389	-3,71	22,930	22,633
35	4,45	20,137	20,493		183,389	-4,45	23,054	22,698
40	4,93	20,197	20,591		188,389	-5,20	23,178	22,762
45	5,41	20,260	20,693		193,389	-5,94	23,302	22,827
50	5,89	20,326	20,797		193,807	-6,00	23,312	22,832
51,148	6,00	20,341	20,821		210,336	-6,00	23,722	23,242
76,148	6,00	20,717	21,197		215,336	-5,56	23,846	23,401
90,471	6,00	20,963	21,443		220,336	-5,13	23,970	23,560
95,471	5,52	21,054	21,496		225,336	-4,69	24,094	23,719
100,471	5,05	21,148	21,552		230,336	-4,25	24,218	23,878
105,471	4,57	21,244	21,610		235,336	-3,81	24,342	24,037
110,471	4,09	21,344	21,671		240,336	-3,38	24,466	24,196
115,471	3,62	21,446	21,736		245,336	-2,94	24,590	24,355
120,471	3,14	21,551	21,802		250,336	2,50	24,715	24,915
125,471	2,66	21,658	21,871		275,336	2,50	25,335	25,535
130,471	2,19	21,769	21,944		300,336	2,50	25,955	26,155
135,471	1,71	21,882	22,019		325,336	2,50	26,574	26,774
140,471	1,23	21,998	22,096		327,746	2,50	26,635	26,835
145,471	0,76	22,117	22,178					

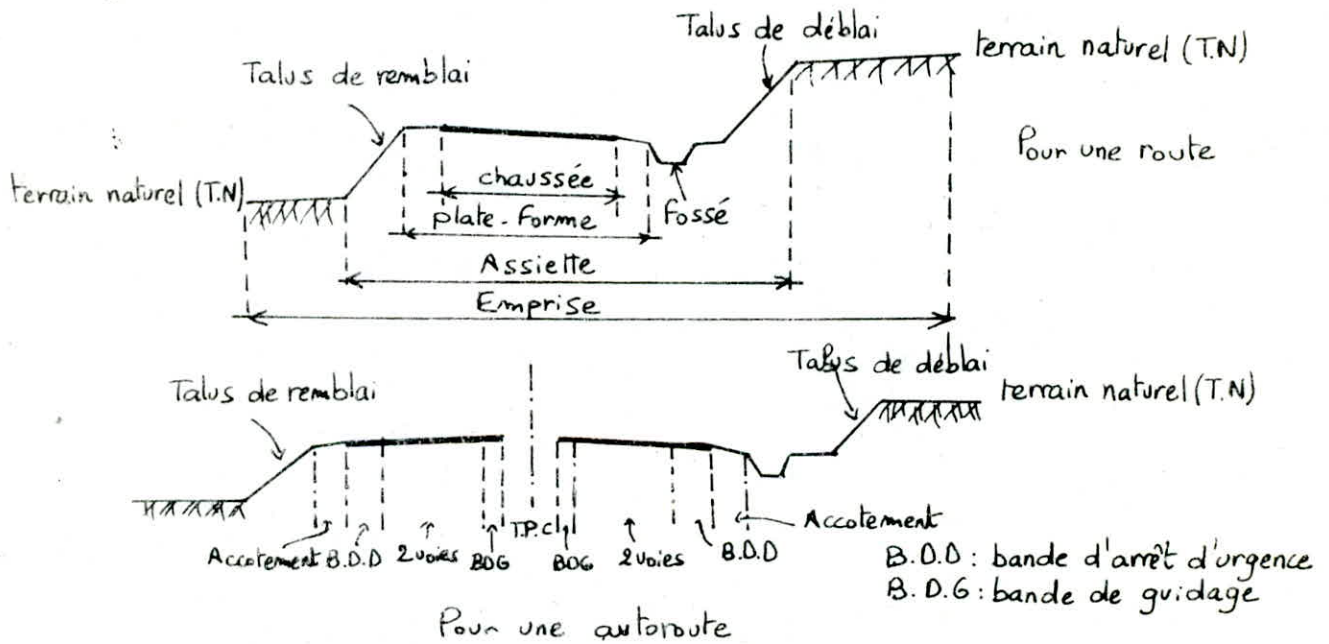
PROFIL EN TRAVERS

Définition :

Les profils en travers sont des coupes transversales menées selon des plans verticaux perpendiculaires à l'axe de la route projetée.

Pour déterminer un bon profil en travers il faudra connaître la capacité de trafic de la voie et prévoir le trafic futur. Cette détermination est influencée par deux variables, prix de revient de l'ouvrage et coût de l'exploitation.

Présentation :



Définition de quelques mots du Profil en travers

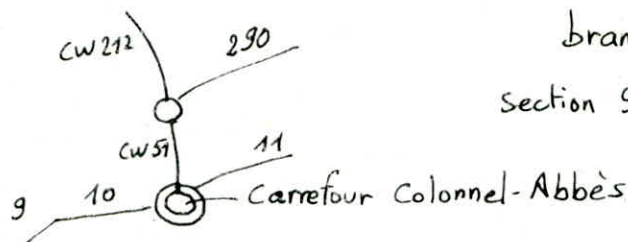
Emprise : surface du terrain

Assiette : surface du terrain occupée par la route limitée par l'intersection du terrain naturel, des talus de remblais ou de déblais et de la surface des ouvrages indispensables à la route.

Plate-forme : surface de la route qui comprend la chaussée, les accotements ou encore les terres-pleins

fossés : Ils sont prévus sur le terrain pour faciliter l'écoulement des eaux

Le carrefour à réaménager se présente comme suit :



branche CW51 : vers Koléa

section 9,10 : vers carrefour

section 11 : carrefour- Tipaza

Pour dimensionner nos différentes branches de l'échangeur on devra tenir compte du trafic. Faute d'un comptage complet au niveau du carrefour nous utiliserons seulement le trafic dans les sections 9,11 et CW212 donné par le LNTP pour l'année 1985

Sections	longueur	TMJA (v/j)	cat 1 V.L véhicules léger	cat 2 V.U véh. utilitaire	cat 3 Autocar...	cat 4 Camions 2 essieux	cat 5 Camions 3 essieux	cat 6 Semi-remorque + divers
CW 212	5	3135	66,67%	3,33%	0%	0,83%	27,5%	1,67%
11	2,7	18128	67,62%	10,17%	1,8%	16,74%	2,15%	1,51%
9	1,5	20677	75,10%	11,83%	2,49%	3,96%	5,32%	1,30%

Pour le Parc automobile, on a noté au 01/01/74, 439000 véhicules dont 259000 véhicules particuliers alors qu'au 01/01/84, 817000 véhicules dont 491000 véhicules particuliers soit une croissance d'environ 8%; cette croissance représente le taux d'accroissement τ qu'on conservera pour nos calculs.

N'ayant pu donc obtenir un comptage exact au niveau du carrefour, nous nous contenterons des résultats de l'année 1985 pour donner un exemple pratique de détermination du nombre de voies.

En considérant que la date probable de mise en service sera 1989 nous aurons les résultats du TMJA (trafic moyen journalier

$$\text{section CW 212} \quad \text{TMJA}(1989) = (1+\tau)^4 \text{TMJA}(1985) = (1+0,08)^4 (3135) = 4265 \text{ v/j}$$

$$\text{section 11} \quad \text{TMJA}(1989) = (1+\tau)^4 \text{TMJA}(1985) = (1+0,08)^4 (18128) = 24663 \text{ v/j}$$

$$\text{section 09} \quad \text{TMJA}(1989) = (1+\tau)^4 \text{TMJA}(1985) = (1+0,08)^4 (20677) = 28131 \text{ v/j}$$

Dimensionnement autoroute :

On prend le cas le plus défavorable c'est à dire $TMJA = 28131$ v/j
(véhicules circulant sur la section 09).

Détermination du trafic à la 10^{ème} année d'exploitation

$$TMJA_{10} = (1+z)^{10} \times TMJA = (1+0,08)^{10} \times 28131 = 60733 \text{ v/j}$$

Détermination du trafic à l'année horizon

$$T = [(1-z) + Pz] \times TMJA_{10} \quad P: \text{coefficient d'équivalence pour les poids lourds}$$

p est fonction de la nature du terrain $\begin{cases} p=2 & \text{terrain plat} \\ p=4 & \text{terrain vallonné} \\ p=10 & \text{terrain montagneux} \end{cases}$
Dans notre cas $p=2$ car le terrain est plat

z : pourcentage de poids lourds

$$TMJA_{10} = 60733 \text{ v/j} \quad \text{et} \quad z = \% PL = 13,07\%$$

$$T = [(1-0,1307) + 2(0,1307)] \times 60733 = 68671 \text{ v/j}$$

Détermination du débit de pointe horaire normal

$$Q = \frac{1}{m} T \quad \begin{array}{l} 1/m \text{ paramètre fondamental} \\ T \text{ trafic à l'année horizon} \end{array} \quad \frac{1}{m} = 0,12 \text{ en général}$$

$$Q = 0,12 \times 68671 = 8241 \text{ vvp/h}$$

Calcul du débit admissible

$$d = K \cdot C$$

$$K = 0,75 \text{ (environnement E}_1\text{)}$$

$$C = 1800 \text{ vvp/h par voie pour une autoroute}$$

$$d = 0,75 \times 1800 = 1350 \text{ vvp/h}$$

Calcul du nombre de voies

$$N = \frac{SQ}{d} = \frac{2/3 \times 8241}{1350} = 4,069 \approx 4$$

$$S: \text{coefficient} = 2/3$$

On a opté donc pour une autoroute 2×2 voies plus une bande d'arrêt d'urgence $2,75$ m

Nous dimensionnerons le CW 51 de la même manière des rampes
avec un TMJA = 4265 v/j

Evaluation du trafic à la 10^{ème} année d'exploitation

$$TMJA_{10} = (1+z)^{10} TMJA = (1+0.08)^{10} \times 4265 = 9208 \text{ v/j}$$

Trafic à l'année horizon

$$T = [(1-z) + Pz] \cdot TMJA_{10} \text{ avec } p = 2 \text{ (terrain plat)}, z = 30\%$$

$$T = [(1-0.3) + 2(0.3)] \times 9208 = 11970 \text{ v/j}$$

Débit de pointe horaire

$$Q = 1/m T \quad 1/m = 0.12$$

$$Q = 0.12 \times 11970 = 1436 \text{ v/h}$$

Calcul du débit admissible

$$d = Kc \quad K: \text{paramètre fonction de l'environnement} = 0.75 \text{ si E1.}$$

c: capacité effective du profil en travers en uvpl/h par voie

$$\text{Pour une route à 2 voies de 3,50 m} \quad 1500 \text{ uvpl/h} < c < 2000 \text{ uvpl/h}$$

On prend le cas le plus défavorable en prenant $c = 2000 \text{ uvpl/h}$

$$d = 0.75 \times 2000 = 1500 \text{ uvpl/h}$$

Le nombre de voies est tel que $N = \frac{SQ}{d} \quad S = 2/3$

$$N = \frac{2/3 \times 1436}{1500} = 0.638 \approx 1$$

On prendra donc une voie par direction pour le CW 51.

Pour les rampes, le nombre de voies est déterminé avec le même TMJA que le CW 51 (usagers venant de Zéralda vers Koléa et empruntant la rampe 01)

Toutefois nous prendrons 2 voies de 3,50 m avec bandes de guidage afin d'éviter une gêne de circulation sur les différentes rampes au cas où un véhicule se trouverait en panne et pour prévoir une bonne fluidité de trafic lors du réaménagement du CW 212 qui fera un appel de trafic assez important, raison pour laquelle nous avons conservé 2x2 voies pour l'accès vers le centre de bisins.

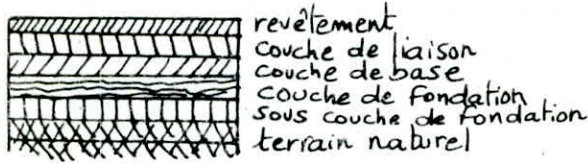
DIMENSIONNEMENT DE LA CHAUSSEE

CHAUSSEE

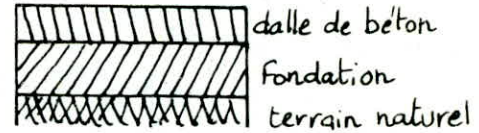
1) Données générales

La chaussée est un élément essentiel pour l'utilisateur, sa qualité est directement liée aux notions de confort et de sécurité. Son rôle est de transmettre et répartir les contraintes ponctuelles exercées par les surcharges mobiles sur le sol de fondation.

On distingue les chaussées souples et les chaussées rigides



chaussée souple



chaussée rigide

Chaussée souple : sa couche de surface est à base de produits bitumineux. La couche de surface a pour effet de résister aux efforts de cisaillement des charges dynamiques et de transmettre directement les charges verticales à la couche de base. La couche de base et la couche de fondation résistent aux charges verticales et les répartissent sur le sol de fondation. On peut interposer une couche de forme entre la chaussée et le sol de fondation qui a pour rôle d'améliorer le niveau supérieur des terrassements pour une bonne mise en œuvre de la couche de fondation.

Chaussée rigide : La dalle de béton fléchit élastiquement sous l'action des charges dynamiques et répartit les efforts sur une très grande surface. La dalle joue à la fois le rôle de couche de surface et de couche de base.

Ce genre de chaussée résiste mieux que la chaussée souple mais a l'inconvénient de coûter plus cher.

2) Méthodes de dimensionnement

Les méthodes de dimensionnement doivent tenir compte d'un certain nombre d'hypothèses :

- nature des matériaux et des charges.
- Conditions de calcul

1) Méthode C.B.R

Cette méthode est purement empirique basée sur l'essai C.B.R qui est universellement employé pour apprécier la résistance d'un sol de fondation.

La méthode C.B.R fait intervenir en première approximation que les propriétés du sol de fondation $e = \frac{100 + \sqrt{P}(150)}{I + 5}$

e : épaisseur de la chaussée (cm)

P : charge maximale par roue (6,5t)

I : indice C.B.R

Il existe une formule approchée tenant compte du trafic routier pour le dimensionnement:

e : épaisseur totale (cm)

$$e = \frac{100 + \sqrt{P} (75 + 50 \log N/10)}{I + 5}$$

N : nombre moyen journalier de camions de plus de 1500 kg à vide

P : charge/roue $P = 6,5 \text{ t}$ (essieu = 13t)

Suivant la disponibilité des matériaux, nous convertissons l'épaisseur en la divisant par les coefficients d'équivalence.

Matériaux utilisés	coeff. d'équivalence
Béton-bitumineux-enrobé dense	2
Grave ciment, laitier 0/60 faisant prise	1,5
Grave bitume	1,7
Sable ciment	1 à 1,2
Couche de base (grave concassée)	1
Grave roulée ou sableuse	0,75
Tout-venant T.V.O	0,75

Pour notre chaussée, on utilisera comme couche de surface, le béton bitumineux; comme couche de base, le grave concassée et le tout-venant pour la couche de fondation.

2) Méthode du catalogue des structures

Le catalogue des structures donne pour des classes de trafic (T_i) et des sols de fondation (S_j), un certain nombre de fiches décrivant chacune une structure pour chaque type de chaussée.

(T _i)	
Trafic	Trafic de poids lourds cumulé sur 20 ans
T ₁	$T < 7.3 \cdot 10^5$
T ₂	$7.3 \cdot 10^5 < T < 2 \cdot 10^6$
T ₃	$2 \cdot 10^6 < T < 7.3 \cdot 10^6$
T ₄	$7.3 \cdot 10^6 < T < 4 \cdot 10^7$
T ₅	$T > 4 \cdot 10^7$

(S _j)	
catégorie	Indice CBR à 100% de densité
S ₁	25 à 40
S ₂	10 à 25
S ₃	5 à 10
S ₄	< 5

Le pourcentage de poids lourds à l'année de mise en service servira pour déterminer le trafic cumulé sur 20 ans. On conservera le même taux d'accroissement soit $\gamma = 8\%$ (taux annuel).

Pour les différentes chaussées on se servira des deux méthodes précédentes afin de déterminer l'épaisseur e .

Pour la méthode C.B.R, l'indice I sera pris égal à 10 (résultat remis par la S.A.E.T.I).

Faute du comptage incomplet dont on dispose au niveau de l'échangeur, on se servira du TMJA du CW51 pour dimensionner les rampes et l'accès vers le centre de loisirs.

Pour l'axe central soit l'autoroute, on utilisera simplement la méthode C.B.R en effet, le TMJA est égal à 28131 v/j, alors que le catalogue des structures considère des classes de trafic allant de 200 à 15000 v/j, il ne traite pas les chaussées pour lesquelles le trafic devient supérieur à 15000 v/j

I. Dimensionnement des chaussées des axes secondaires

(CW 51, rampes, raccordement RN 11)

1) Méthode CBR

L'épaisseur sera donnée donc par $e = \frac{100 + \sqrt{P}(75 + 50 \log N/10)}{I+5}$

Le trafic TMJA = 4265 v/j

Le pourcentage de poids lourds est $Z = \% PL = 30\%$

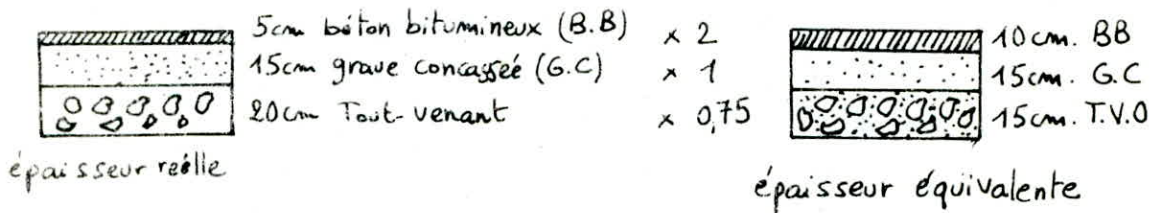
Le nombre de poids lourds est $N = TMJA \times Z = \frac{4265 \times 30}{100} = 1280 \text{ PL/j}$

Nombre de poids lourds à la 10^{ème} année d'exploitation:

$$N_{10} = N(1+Z)^{10} = 1280(1+0,08)^{10} = 2763 \text{ PL/j}$$

L'épaisseur totale de la chaussée est

$$e = \frac{100 + \sqrt{P}(75 + 50 \log N/10)}{I+5} = \frac{100 + \sqrt{6.5}(75 + 50 \log \frac{2763}{10})}{10+5} = 40 \text{ cm}$$



2) Méthode : catalogue des structures types de chaussées neuves

TMJA = 4265 v/j avec $Z = \% PL = 30\%$

Nombre de poids lourds $N = TMJA \times Z = 4265 \times \frac{30}{100} = 1280 \text{ PL/j}$

Trafic de poids lourds à la 20^{ème} année d'exploitation

$$T(20) = N(1+Z)^m \quad m = \text{nombre d'années}$$

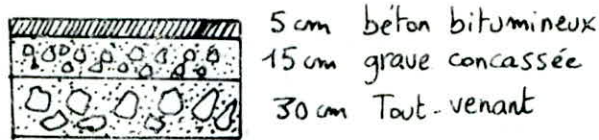
$$T(20) = 1280(1+0,08)^{20} = 5966 \text{ PL/j}$$

Trafic cumulé sur 20 ans

$$T_c = N \left(1 + \frac{(1+Z)^{m+1} - 1}{(1+Z) - 1} \right) \times 365 = 1280 \left[1 + \frac{(1+0,08)^{21} - 1}{1+0,08 - 1} \right] \times 365 = 24024789 \text{ PL.}$$

T_c est tel que $7,3 \cdot 10^6 < T_c < 4 \cdot 10^7 \Rightarrow$ classe du trafic : T4

Le C.B.R est égal à 10, on considère donc la classe de sol : S₃.
On déduit d'après le catalogue des structures l'épaisseur de la chaussée telle que :



On choisira cette méthode (catalogue des structures) pour nos chaussées, choix dû aussi à la disponibilité des matériaux composants la chaussée.

II Dimensionnement de chaussée : axe central (Autoroute)

On utilisera la méthode C.B.R uniquement pour le choix des épaisseurs.
Le cas le plus défavorable est $TMJA = 28131 \text{ v/j}$; $Z = \% PL = 13,07\%$
Le nombre de poids lourds est $N = TMJA \times Z = \frac{28131 \times 13,07}{100} = 3677 \text{ PL/j}$

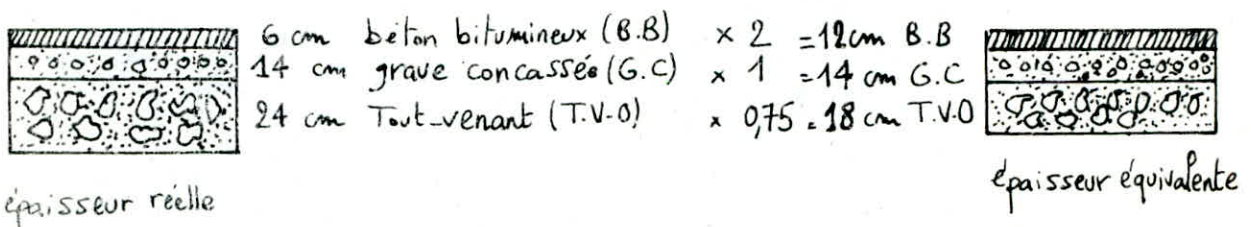
Nombre de poids lourds à la 10^{ème} année d'exploitation :

$$T_{(10)} = N(1+Z)^n = 3677(1+0,08)^{10} = 7938 \text{ PL/j}$$

L'épaisseur e est donnée par :

$$e = \frac{100 + \sqrt{P(75 + 50 \log \frac{N}{10})}}{I+5} = \frac{100 + \sqrt{6,5(75 + 50 \log \frac{7938}{10})}}{10+5} = 44 \text{ cm}$$

Nous aurons la configuration suivante :



CUBATURES

CALCUL DES CUBATURES & TERRASSEMENTS

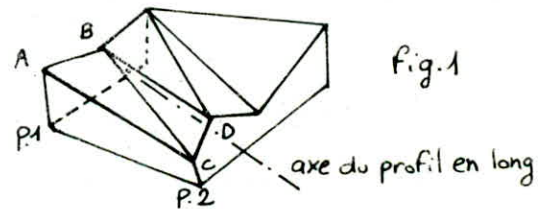
Le volume des terres ou travaux de terrassements représentent l'objet principal du devis d'une route. On déterminera la largeur et la surface de la zone occupée par les travaux de terrassements, la surface des talus des déblais et des remblais et enfin le volume des terrassements, déblais et remblais.

Par conséquent on dessinera les profils en travers à l'échelle 1/200 qui nous permettent de connaître la largeur de l'emprise. On distingue trois méthodes :

- 1)- Méthode graphique : la précision obtenue est suffisante avec une grande économie de temps
- 2) Méthode analytique : Elle présente une grande exactitude sauf qu'elle est lente et laborieuse.
- 3) Méthode du planimètre : c'est une méthode rapide et suffisamment exacte, cependant elle ne peut être vérifiée que par une répétition de l'opération.

On utilise la méthode analytique " Formule de la moyenne des sections extrêmes " qui est une méthode approchée.

Soit le volume limité par les plans (surface du projet, plans verticaux des profils en travers) et par les surface ABCD... représentant le terrain naturel (représentés par les triangles ABC, BCD, ...)



La formule du volume du prismoïde :

$V = \frac{H}{6} (B + B' + 4B'')$, B et B' surfaces des profils en travers
B'' base intermédiaire et H : hauteur du prismoïde

On peut écrire $V_1 = \frac{l_1}{6} (S_1 + S_2 + 4S'')$ (Fig. 2)

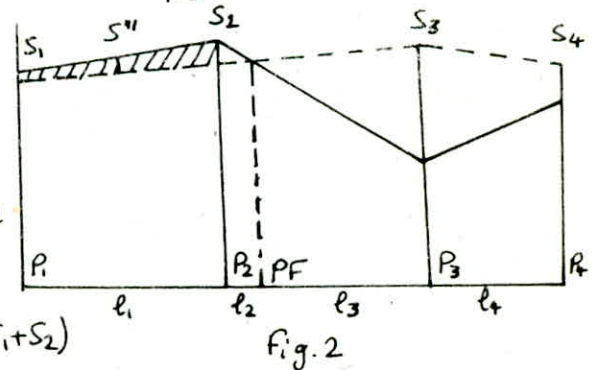
On considère que $S'' \approx \frac{S_1 + S_2}{2}$ d'où $V_1 = \frac{l_1}{2} (S_1 + S_2)$

Entre P2 et PF $V_2 = \frac{l_2}{2} (S_2 + 0)$

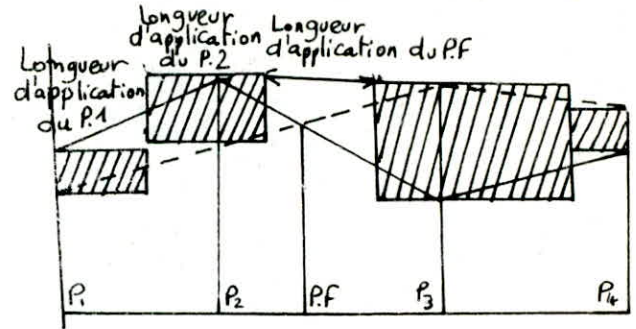
Entre PF et P3 $V_3 = \frac{l_3}{2} (0 + S_3)$

Entre P3 et P4 $V_4 = \frac{l_4}{2} (S_3 + S_4)$

d'où le volume total $V = \frac{l_1}{2} (S_1 + S_2) + \frac{l_2}{2} S_2 + \frac{l_3}{2} S_3 + \frac{l_4}{2} (S_3 + S_4)$



On a donc remplacé les volumes de la fig. 2. par des prismes dont la section est la surface du profil en travers et la hauteur, la moitié de la distance de ce profil aux profils voisins



On représentera les résultats dans des tableaux (surface remblai, déblai et volume déblai, remblai); dans un deuxième type de tableau on présentera les volumes déblais, remblais des terres végétales en considérant que le décapage de ces terres se fera sur une hauteur de 20 cm soit 0,2 m.

Remarque: Les surfaces des talus déblais ou remblais sont calculées à partir de surfaces de figures géométriques élémentaires (triangle, trapèze, rectangle)

I. Rampe 01

1 Calcul des volumes déblais, remblais

Profil en travers		surface (m ²)		Distance entre profils	Longueur d'application	Volume (m ³)	
N°	PK	Déblais	Remblais			Déblais	Remblais
1	0	/	12,97	50	25	/	324,25
2	50	/	17,01	50	50	/	850,50
3	100	/	43,09	50	50	/	2154,50
4	150	/	68,43	50	50	/	3421,50
5	200	/	85,19	7,08	28,54	/	2431,32

Partie commune rampe 01- rampe 02

Profil en travers		surface (m ²)		Distance entre profils	Longueur d'application	Volume (m ³)	
N°	PK	Déblais	Remblais			Déblais	Remblais
6	207,08	/	122,45	7,08	24,85	/	3042,88
7	249,703	/	134,56	42,623	21,31	/	2867,47

2 Volume des terres decapées

N°	largeur deblai	largeur remblai	hauteur (m)	surface en deblai (m ²)	surface en remblai (m ²)	longueur d'application	volume en deblai (m ³)	volume en remblai (m ³)
1	/	13,90	0,20	/	12,97	25	/	69,50
2	/	14,75	0,20	/	17,01	50	/	147,50
3	/	20,85	0,20	/	43,09	50	/	208,50
4	/	24,55	0,20	/	68,43	50	/	245,50
5	/	27,65	0,20	/	85,19	28,54	/	157,83

Partie commune rampe 01- rampe 02

N°	largeur du deblai	largeur du remblai	hauteur (m)	surface en deblai (m ²)	surface en remblai (m ²)	longueur d'application	volume en deblai (m ³)	volume en remblai (m ³)
6	/	37,80	0,20	/	122,45	24,85	/	187,87
7	/	38,90	0,20	/	134,56	21,31	/	165,79

II Rampe 02

1 Calcul des volumes deblais, remblais

Profil en travers		surface (m ²)		Distance entre profils	longueur d'application	Volume (m ³)	
N°	PK	Deblais	Remblais			Deblais	Remblais
1	0	/	86,75	50	25	/	2168,75
2	50	/	45,74		50	/	2287
3	100	/	49,30	22,69	36,345	/	1791,81
4	122,69	/	37,88		50	/	1376,75
5	172,69	/	31,26	50	50	/	1563
6	222,69	/	16,41		16,239	33,12	/
7	238,929	/	14,63		8,12	/	118,80

2 Volume des terres décapées

N°	largeur du déblai	largeur du remblai	hauteur (m)	surface en déblai (m ²)	surface en remblai (m ²)	longueur d'application	volume déblai (m ³)	volume remblai (m ³)
1	/	27,60	0,20	/	86,75	25	/	138
2	/	21,15	0,20	/	45,74	50	/	211,50
3	/	21,80	0,20	/	49,30	36,345	/	158,46
4	/	19,75	0,20	/	37,88	36,345	/	143,56
5	/	19,80	0,20	/	31,26	50	/	198
6	/	14,75	0,20	/	16,41	33,12	/	97,70
7	/	14,50	0,20	/	14,63	8,12	/	23,55

III Rampe 03

1 Volume des déblais et remblais

Profil en travers		surface (m ²)		Distance entre profils	longueur d'application	volume (m ³)	
N°	PK	Déblais	Remblais			Déblais	Remblais
1	00	/	22,55	50	25	/	563,75
2	50	/	18,01		50	/	900,50
3	100	/	9,55	50	50	/	477,50
4	150	14,87	/	50	50	743,50	/
5	200	1,11	0,42	4,007	27,00	29,97	11,34

Partie commune rampe 03-rampe 04

profil en travers		surface (m ²)		Distance entre profils	longueur d'application	volume (m ³)	
N°	PK	Déblais	Remblais			Déblais	Remblais
6	204,007	16,02	0,43	4,007	27,00	432,54	11,61
7	254,007	/	38,29	50	38,71	/	1482,21
8	281,417	/	67,85	27,41	13,71	/	930,22

2 Volume des terres décapées

N°	largeur du déblai	largeur du remblai	hauteur (m)	surface en déblai (m ²)	surface en remblai (m ²)	longueur d'application	volume du déblai	volume du remblai
1	/	16	0,20	/	22,55	25	/	80
2	/	14,95	0,20	/	18,01	50	/	149,50
3	/	13,15	0,20	/	9,55	50	/	131,50
4	18,70	/	0,20	14,87	/	50	187	/
5	8,6	3,80	0,20	1,11	0,420	27,00	46,44	20,52

Partie commune rampe 03-rampe 04

N°	largeur déblai	largeur du remblai	hauteur (m)	surface du déblai (m ²)	surface du remblai (m ²)	longueur d'application	volume déblai	volume remblai
6	11,4	15,55	0,20	16,02	0,43	27,00	61,56	83,97
7	/	26,95	0,20	/	38,29	38,71	/	208,65
8	/	30,80	0,20	/	67,85	13,71	/	84,45

IV Rampe 04

1 Volume des déblais et remblais

Profil en travers		surface (m ²)		Distance entre profils	longueur d'application	volume (m ³)	
N°	PK	déblais	Remblais			déblais	Remblais
1	00	18,82	3,55	50	25	470,50	88,75
2	50	53,86	/		46,947	48,47	2610,59
3	96,947	38,50	/	50	48,47	1866,10	/
4	146,947	2,30	5,21	50	50	115,00	260,50
5	196,947	/	16,69	50	50	/	834,50
6	246,947	/	7,59	3,389	26,69	/	202,58
7	250,336	/	13,79		1,69	/	23,31

2 Volume des terres décapées

N°	largeur déblai	largeur remblai	hauteur (m)	surface en déblai	surface en remblai	longueur d'application	volume déblai	volume remblai
1	14,1	5,7	0,20	18,82	3,55	25	70,50	28,50
2	21,4	/	0,20	53,86	/	48,47	207,45	/
3	19,0	/	0,20	38,50	/	48,47	184,19	/
4	4,6	11,2	0,20	2,30	5,21	50	46,00	112
5	/	15,8	0,20	/	16,69	50	/	158
6	/	14,95	0,20	/	7,59	26,69	/	79,80
7	/	15,50	0,20	/	13,79	1,69	/	5,24

De la même manière on procédera au calcul des cubatures pour l'axe central (Profils calculés tous les 100 m , à partir du PK -1495,737 et sur une distance de 900 m).

Pour l'accès vers le centre de loisirs , les profils sont calculés à partir de l'axe du C.W 51 jusqu'à l'intersection avec la déviation de la RN 11.

A. Axe autoroutier (axe central)

1) Calcul des volumes remblais, déblais

Profil en travers		surface (m ²)		Distance entre profils	Longueur d'application	volume (m ³)	
N°	PK	Déblais	Remblais			Déblais	Remblais
1	-1495,737	/	45,47	100	50	/	2273,50
2	-1595,737	/	51,77	100	100	/	5177,00
3	-1695,737	/	57,56	100	100	/	5756,00
4	-1795,737	/	30,79	100	100	/	3079,00
5	-1895,737	/	43,03	100	100	/	4303,00
6	-1995,737	/	46,89	100	100	/	4689,00
7	-2095,737	/	26,87	100	100	/	2687,00
8	-2195,737	/	16,62	100	100	/	1662,00
9	-2295,737	/	18,11	100	100	/	1811,00
10	-2395,737	/	20,40	100	50	/	1020,00

2) Volume des terres décapées

N°	largeur déblai	largeur remblai	hauteur	surface en déblai	surface en remblai	longueur d'application	volume déblai	volume remblai
1	/	32,40	0,20	/	45,47	50	/	324
2	/	31,95	0,20	/	51,77	100	/	639
3	/	31,30	0,20	/	57,56	100	/	626
4	/	24,90	0,20	/	30,79	100	/	498
5	/	30,20	0,20	/	43,03	100	/	604
6	/	31,00	0,20	/	46,89	100	/	620
7	/	27,65	0,20	/	26,87	100	/	553
8	/	20,40	0,20	/	16,62	100	/	408
9	/	20,50	0,20	/	18,11	100	/	410
10	/	21,10	0,20	/	20,40	50	/	211

B. Axe : CW51

1) Calcul des volumes déblais, remblais

Profil en travers		surface (m ²)		Distance entre profils	longueur d'application	Volume (m ³)	
N°	PK	Déblais	Remblais			Déblais	Remblais
1	000	/	102,46	100	50	/	5123
2	100	/	233,68	100	100	/	23368
3	200	/	187,02	100	100	/	18702
4	300	/	21,67	050	75	/	1625,25
5	350	/	0,62		25	/	15,50

2) Calcul des volumes des terres décapées

N°	largeur déblai	largeur remblai	hauteur	surface en déblai	surface en remblai	longueur d'application	volume déblai	volume remblai
1	/	32,90	0,20	/	102,46	50	/	329
2	/	48,95	0,20	/	233,68	100	/	979
3	/	43,10	0,20	/	187,02	100	/	862
4	/	19,15	0,20	/	21,67	75	/	287,25
5	/	14	0,20	/	0,62	25	/	70

Cet axe comporte l'ouvrage d'art, on notera l'importance du volume de remblai calculé ci-dessus.

C. Accès vers le centre de loisirs

1 Calcul du volume : déblais, remblais.

Profil en travers		Surface (m ²)		Distance entre profils	Longueur d'application	volume (m ³)	
N°	PK	Déblais	Remblais			Déblais	Remblais
1	00	/	138,39	50	25	/	3459,75
2	50	/	106,43		50	/	5321,50
3	100	/	83,10	50	50	/	4155
4	150	/	64,00	50	50	/	3200
5	200	/	46,56	50	50	/	2328
6	250	/	50,98	50	45,888	/	2339,37
7	291,776	/	88,26	41,776		20,888	

2 Calcul du volume des terres décapées

N°	largeur déblai	largeur remblai	hauteur	Surface en déblai	surface en remblai	longueur d'application	volume déblai	volume remblai
1	/	37,40	0,20	/	138,39	25	/	187
2	/	33,80	0,20	/	106,43	50	/	338
3	/	31,30	0,20	/	83,10	50	/	313
4	/	28,60	0,20	/	64,00	50	/	286
5	/	26,00	0,20	/	46,56	50	/	260
6	/	26,90	0,20	/	50,98	45,888	/	246,88
7	/	31,95	0,20	/	88,26	20,888	/	133,47

D. Déviation de la RN 11

1 Calcul des volumes déblais et remblais

Profil en travers		surface (m ²)		Distance entre profils	longueur d'application	volume (m ³)	
N°	PK	Déblais	Remblais			Déblais	Remblais
1	00	3,42	0,05	50	25	85,5	1,25
2	50	/	20,92	50	50	/	1046
3	100	/	2,51	50	50	/	125,5
4	150	/	4,98	50	50	/	249
5	200	/	18,94	50	47,900	/	907,23
6	245,799	/	49,1	45,799	22,900	/	1124,39

2 Calcul des volumes des terres décapées

N°	largeur déblai	largeur remblai	hauteur	surface en déblai	surface en remblai	longueur d'application	volume déblai	volume remblai
1	7,4	4,90	0,20	3,42	0,05	25	37	24,50
2	/	15,40	0,20	/	20,92	50	/	154,00
3	/	11,30	0,20	/	2,51	50	/	113,00
4	/	11,70	0,20	/	4,98	50	/	117,00
5	/	15,60	0,20	/	18,94	47,90	/	149,45
6	/	22,00	0,20	/	49,1	22,90	/	100,76

Nous allons calculer le volume total pour chaque tronçon ou type de route, nous donnerons par la suite le volume total du remblais ou déblais ainsi que le volume des terres décapées.

On notera pour les rampes 01, 02, 03 et 04 - on prendra la moyenne du volume dans la partie commune qu'on ajoutera à chaque rampe.

Trançons	Volumes (m ³)	volume total (m ³)		volume des terres décapées	
		Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
rampe 01	—	—	12137,25	—	1005,66
rampe 02	—	—	12804,79	—	1147,60
rampe 03	989,74	989,74	3165,11	264,22	570,06
rampe 04	5278,46	5278,46	2621,66	538,92	572,08
Axe principal (autoroute)	—	—	32457,50	—	4893,00
CW 51	—	—	48833,75	—	2527,25
Accès vers centre de loisirs	—	—	22647,19	—	1764,35
Déviaton de la RN 11	85,5	85,5	3453,37	37	658,71

On peut déduire donc les différents volumes suivants :

volume total du remblai — — — — — : 138120,62 m³

volume total du déblai — — — — — : 6353,70 m³

volume total des terres décapées en remblai : 13138,71 m³

volume total des terres décapées en déblai : 840,14 m³

Les deux premières valeurs indiquent un excès de remblai de : $V_R = 131766,92 \text{ m}^3$
 et V_{TR} qui est l'excès de remblai des terres décapées — — — : $V_{TR} = 12298,57 \text{ m}^3$

ASSAINISSEMENT

ASSAINISSEMENT

Généralités

L'assainissement est l'une des phases les plus importantes de l'étude d'un projet routier.

Cette étude consiste à déterminer les caractéristiques des conduites à réaliser qui permettront l'évacuation totale des eaux de ruissellement pluviales, ainsi que leur emplacement.

Les eaux d'infiltration doivent être minimisées autant que possible pour ne pas modifier les caractéristiques physiques de la chaussée, tels que la capacité portante, donc le drainage du corps de chaussée doit être particulièrement soigné. L'eau recueillie par la chaussée ruisselle à peu près, totalement jusqu'au bord de la surface bitumée à cause du devers transversal et peut s'infiltrer dans les accotements. Vu l'impossibilité d'exclure toute infiltration, on devra la diminuer en réalisant des couches de base particulièrement denses.

Un autre problème souvent rencontré dans les réalisations de projets routiers est l'érosion qui peut concerner aussi bien un talus de déblai et de remblai que la surface de la chaussée, des accotements, des flancs ou les fonds de fossés. Pour les talus de déblai, afin de diminuer le risque de l'érosion on réalise un fossé en crête destiné à recueillir toute l'eau venant de la partie supérieure qui dévalera ensuite la pente du déblai dans des canalisations prévues à cet effet et qui déboucheront dans le fossé latéral du projet.

En ce qui concerne les talus de remblai, en général on opte pour une pente de 1/2 ce qui donne des talus stables et à fortiori si une végétation s'y est fixée.

L'érosion du corps de chaussée, des accotements ou des fonds des fossés sera minimisée en réalisant des pentes faibles de sorte que la vitesse de l'eau ne prenne pas une valeur importante.

Fossés de drainage

Ces fossés auront pour rôle de recueillir toute l'eau ruisselant sur la chaussée et celle venant des talus de déblai ou des terrains environnants, pour l'évacuer dans le réseau principal ou par évaporation.

But de l'étude

L'étude consiste à déterminer l'intensité de l'averse qui permettra d'avoir le débit d'apport maximal pour le dimensionnement du réseau.

Données pluviométriques

La répartition des différents paramètres pluviométriques de la région est établie d'après une étude hydrologique.

Les données nécessaires pour le dimensionnement nous ont été fournies par l'INRH (Institut National de la Recherche Hydraulique)

Ces données sont :

Pluie annuelle moyenne $\bar{P}_{an} = 700 \text{ mm}$

Pluie journalière maximale $\bar{P}_j = 62 \text{ mm}$

Exposant climatique $b = 0,41$

Coefficient de variation $C_v = 0,43$

Calcul des précipitations

En utilisant la répartition de GALTON des précipitations maximales journalières, la fréquence $P_j \%$ est donnée par :

$$P_j \% = \frac{\bar{P}_j}{\sqrt{C_v^2 + 1}} e^{u \sqrt{\ln(C_v^2 + 1)}}$$

u désigne une variable Gaussienne donnée par le tableau ci-dessous (voir feuille suivante)

	Fréquence de dépassement				
%	50	20	10	2	1
u	0	0,841	1,282	2,057	2,327

Pour déterminer la Fréquence de l'averse pour une durée déterminée, on utilise la formule : $P_t \% = P_g \% \left(\frac{t}{24}\right)^b$ où t est la durée de l'averse

Cette équation sera exprimée en intensité à partir de la formule :

$$P = I t$$

$$\text{d'où } I_t = I \left(\frac{t}{24}\right)^{\beta} \quad \text{avec } \beta = b - 1 \quad (b = \beta + 1)$$

I_t désigne l'intensité de l'averse

Application pour une fréquence décennale

$$P_g(10\%) = \frac{62}{\sqrt{0,43^2 + 1}} e^{1,282 \sqrt{\ln(0,43^2 + 1)}} = 96,578 \text{ mm}$$

Les chutes de pluie donnant des débits importants sont les averses de courte durée et d'intensité maximale, c'est pour cela que l'on a pris un temps de concentration de 15 mm.

$$P_{0,25}(10\%) = 96,578 \left(\frac{0,25}{24}\right)^{0,41} = 14,864 \text{ mm}$$

soit I l'intensité de l'averse horaire :

$$I = \frac{96,578}{24} = 4,024 \text{ mm/h}$$

L'intensité de l'averse pour une durée de 15 mm sera donc :

$$I_{0,25} = 4,024 \left(\frac{0,25}{24}\right)^{0,41-1} = 59,458 \text{ mm/h}$$

Evaluation des quantités d'eau recueillie

L'évaluation de la quantité d'eau recueillie se fait par la méthode rationnelle qui lie le débit maximal arrivant en un point à l'intensité de l'averse par :

$$Q = 2,778 C I A$$

2,778 est un coefficient dépendant des unités employés

Q débit exprimé en l/s

C coefficient de ruissellement dépendant de la nature du sol.

I intensité de l'averse

A surface drainée.

Coefficient de ruissellement

Ce coefficient exprime le rapport de la quantité d'eau qui ruisselle en surface à la quantité d'eau totale

Type de surface	Coefficient de ruissellement	valeurs considérées
chaussée revêtue	0,80 à 0,95	0,90
Accotement (sol légèrement perméable)	0,15 à 0,40	0,30
Talus (sol légèrement perméable)	0,10 à 0,30	0,25
Terrain naturel (sol perméable)	0,05 à 0,20	0,20

Toutes les quantités d'eau recueillie par les fossés des rampes et les fossés latéraux de l'autoroute seront acheminés par des conduites vers la conduite principale se trouvant dans le terre-plein central de l'autoroute qui versera toute cette eau dans un cours naturel.

Divisons la surface occupée par l'échangeur ainsi que les terrains en amont du projet en petites surfaces intéressant chaque collecteur

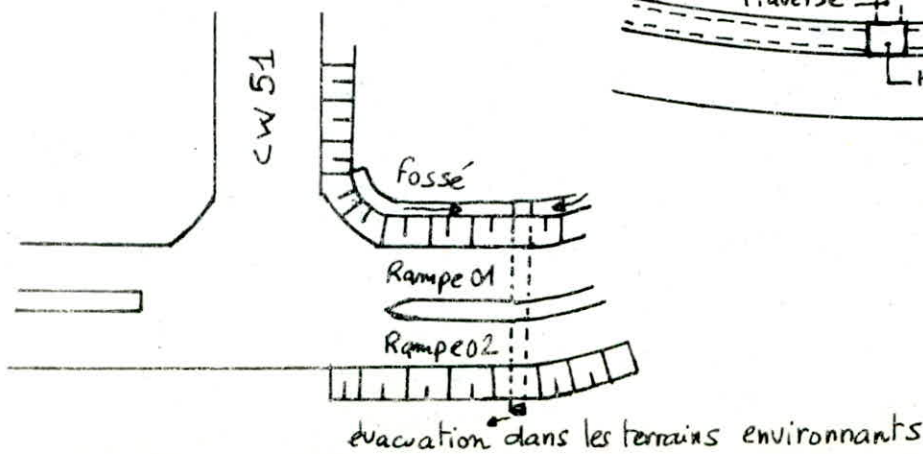
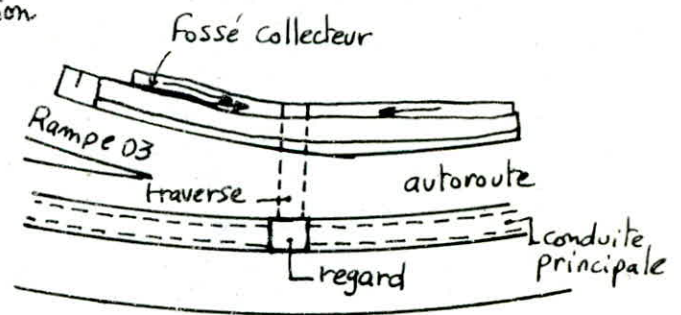
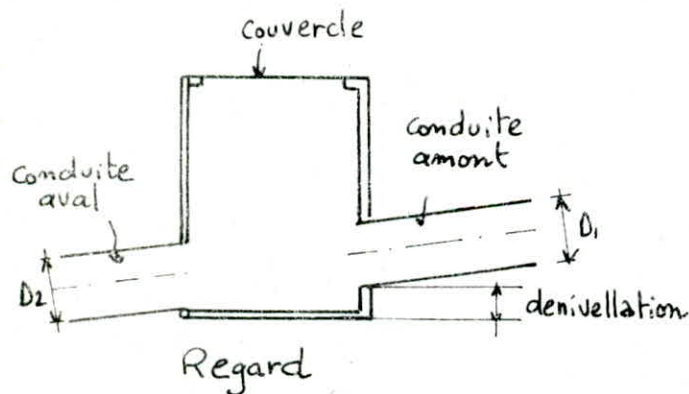
	Surface d'apport	Surface (m ²)	C	I (mm/h)	Q (m ³ /s)
	chaussée rampe 01	1997,624	0,90	59,458	0,029696
	Accotement rampe 01	312,129	0,30	59,458	0,001547
	chaussée rampe 02	2691,216	0,90	59,458	0,040007
	Accotement rampe 02	420,525	0,30	59,458	0,002084
	chaussée rampe 03	2251,336	0,90	59,458	0,033468
	Accotement rampe 03	351,771	0,30	59,458	0,001743
	chaussée rampe 04	3215,816	0,90	59,458	0,047805
	Accotement rampe 04	502,471	0,30	59,458	0,002490
BV1	Terrain naturel	7968,643	0,20	59,458	0,026324
	Talus remblai	2711,356	0,25	59,458	0,011196
BV2	terrain naturel	2852,523	0,20	59,458	0,009423
	talus remblai	1747,477	0,25	59,458	0,007216
BV3	terrain naturel	12284,769	0,20	59,458	0,040583
	talus remblai	2025,231	0,25	59,458	0,008363
	talus déblai	50,592	0,25	59,458	0,000209
BV4	terrain naturel	4692,311	0,20	59,458	0,015501
	talus remblai	517,689	0,25	59,458	0,002138
	talus déblai	94,842	0,25	59,458	0,000392
BV5	terrain naturel	10081,775	0,20	59,458	0,033305
	talus remblai	418,225	0,25	59,458	0,001727
BV6	terrain naturel	7810,468	0,20	59,458	0,025802
	talus déblai	289,532	0,25	59,458	0,01196
BV7	terrain naturel	5316,847	0,20	59,458	0,017564
	talus remblai	208,153	0,25	59,458	0,000860

L'autoroute étant construite totalement en remblai, on ne prévoit pas de fossés latéraux mais des fossés au pied des talus qui collecteront les eaux des terrains naturels, des talus ainsi que celles de la chaussée et de l'accotement dévalant les talus dans des conduites dites semi-buses installées tous les 40 à 50 m environ. Ce même principe reste valable pour les rampes.

Un fossé sera installé dans le terre-plein central de l'autoroute (fossé en semi-buse). Des traverses deverseront l'eau recueillie directement sur les terrains environnants quand cela ne présente pas de danger pour l'ouvrage.

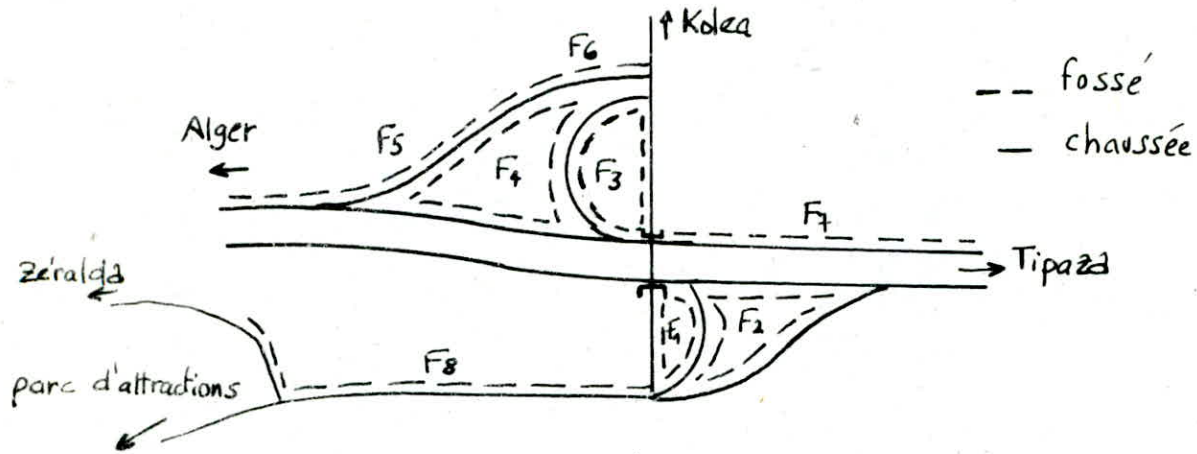
Les fossés à construire deverseront l'eau accumulée dans la conduite principale installée dans le terre-plein central par l'intermédiaire de traverses passant sous la chaussée.

La conduite principale est constituée de plusieurs conduites de diamètres à dimensionner avec les débits provenant des fossés. Ces conduites sont reliées entre elles par des regards. Les traverses deversent leurs eaux au niveau des regards où la dénivellation entre deux conduites successives est prise égale à $0,1 \text{ m} = 10 \text{ cm}$.



Implantation des fossés

Ils seront placés comme indiqué ci dessous



Débit total des différents fossés

On fait la somme des débits (chaussée + accotement + talus remblai + terrain naturel + talus déblai (éventuellement))

Les résultats sont les suivants

Fossé 1 ; $Q_1 = 0,073974 \text{ m}^3/\text{s}$

Fossé 2 ; $Q_2 = 0,057188 \text{ m}^3/\text{s}$

Fossé 3 ; $Q_3 = 0,119886 \text{ m}^3/\text{s}$

Fossé 4 ; $Q_4 = 0,050103 \text{ m}^3/\text{s}$

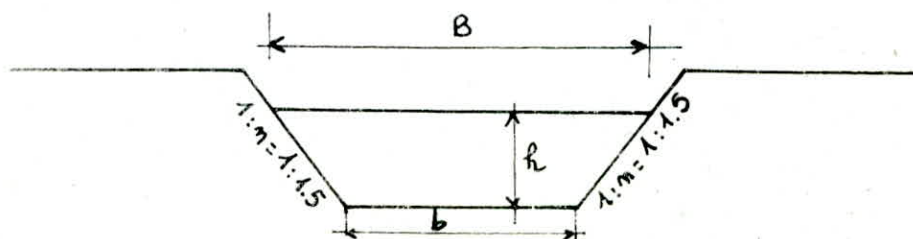
Fossé 5 ; $Q_5 = 0,066824 \text{ m}^3/\text{s}$

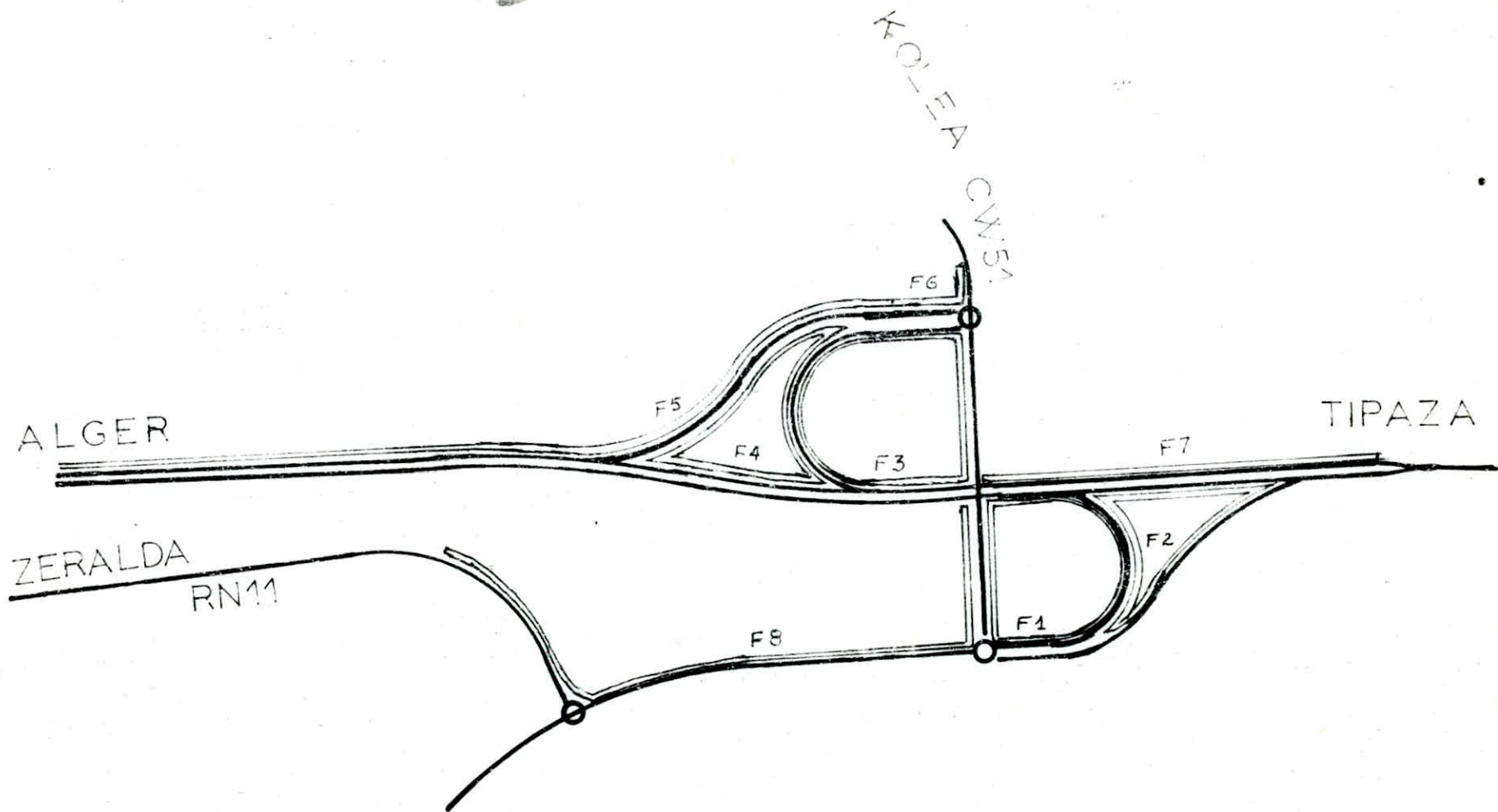
Fossé 6 ; $Q_6 = 0,018424 \text{ m}^3/\text{s}$

Dimensionnement des fossés

On adoptera des fossés trapézoïdaux, forme qui procure à l'eau des vitesses faibles

La base du trapèze est $b = 0,60 \text{ m}$, la pente des talus $1/m = 1/1,5$





EMPLACEMENT DES FOSSES

Le débit de saturation est calculé à partir de la formule de GAUCKLER-MANNING-STRIKLER

$$Q_s = K \cdot S_m R_h^{2/3} \eta^{1/2}$$

Q_s = débit de saturation (m^3/s)

S_m = section mouillée

$$R_h = \text{rayon hydraulique} = \frac{S_m}{P_m} = \frac{\text{section mouillée}}{\text{périmètre mouillée}}$$

η = pente moyenne de l'ouvrage

K = coefficient de rugosité $\left\{ \begin{array}{l} \text{ouvrage en béton } K=60 \text{ à } 75 \\ \text{ouvrage en terre } K=30 \end{array} \right.$

Pour un fossé trapézoïdal :

$$\left. \begin{array}{l} S_m = \frac{B+b}{2} \cdot h = \frac{b+b+2mh}{2} \cdot h = (b+mh)h \\ P_m = b + 2\sqrt{h^2 + m^2 h^2} = b + 2h\sqrt{m^2 + 1} \end{array} \right\} \Rightarrow R_h = \frac{b+mh}{2\sqrt{m^2+1}}$$

Le débit de saturation devient $Q_s = K(b+mh)h \left(\frac{b+mh}{2\sqrt{m^2+1}} \right)^{2/3} \eta^{1/2}$

On égalise $Q_s = Q_a$ pour déterminer la hauteur du fossé (Q_a : débit d'apport)

On considère la valeur de Q_a la plus défavorable soit $Q_a = 0,119886 m^3/s$

$$Q_a = Q_s \Rightarrow h = 0,29337 \text{ m}, \text{ on prend } h = 0,40 \text{ m}$$

Dimensionnement des traverses

Les traverses sont des conduites faites de buses circulaires passant sous les remblais et destinées à évacuer les eaux d'un fossé à un autre quand la topographie du terrain ne le permet pas (présence d'obstacles tels que les talus de remblai). Il est prévu par exemple une traverse passant sous les chaussées des rampes 01 et 02 à la partie la plus basse du terrain naturel

Pour dimensionner les traverses il faut déterminer d'abord pour quelle valeur de hauteur d'eau dans la section, le débit est maximal?

si θ est la section mouillée, le débit est maximal si :

$$\frac{dQ}{d\theta} = 0$$

$$R = \frac{r^2}{2} (\theta - \sin \theta)$$

$$dR = \frac{r^2}{2} (1 - \cos \theta) d\theta \text{ et avec } B = r\theta \Rightarrow dB = r d\theta$$

- Condition de débit maximal $3B dR - R dB = 0$

ou $2\theta - 3\theta \cos \theta + \sin \theta = 0$, vérifiée pour $\theta = 308^\circ$

La flèche f aura pour valeur $f = r(1 + \cos \frac{\theta}{2}) = 0,1 r = 0,05 D$

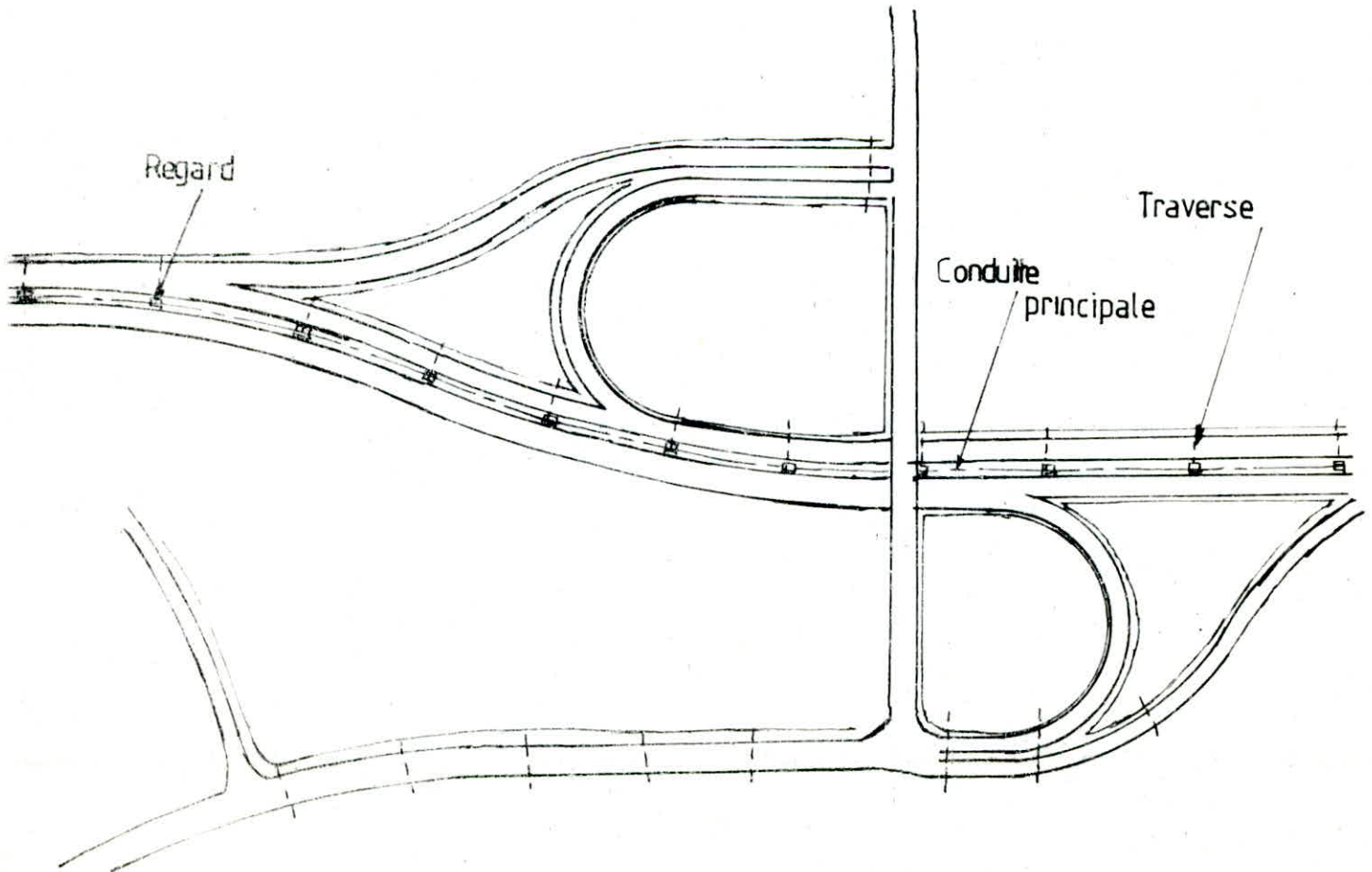
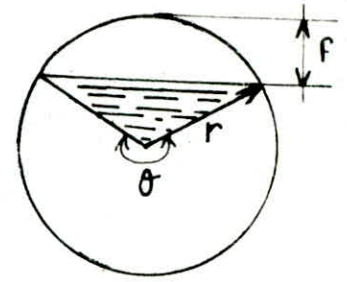
On utilise la formule de GAUCKLER-MANNING-STRICKLER

$$Q_s = K S_m R R^{2/3} j^{1/2} \text{ avec } S_m = \frac{r^2}{2} (\theta - \sin \theta) \text{ et } R R = \frac{S_m}{P_m} = \frac{r^2 (\theta - \sin \theta)}{2 r \theta} (\theta: \text{radian})$$

$$Q_s = \frac{K}{2} (\theta - \cos \frac{\theta}{2}) \left(\frac{\theta - \sin \theta}{2\theta} \right)^{2/3} j^{1/2} r^{8/3}$$

et en égalisant $Q_s = Q_a = 0,119886 \text{ m}^3/\text{s}$ on obtient $r = 0,16 \text{ m}$

donc une conduite de diamètre $\phi = 32 \text{ cm}$
Et on prend $\phi 500$ (Pour faciliter l'entretien)



SIGNALISATION

SIGNALISATION

Généralités

Pour assurer une bonne manœuvre en toute sécurité des usagers arrivant à proximité de l'échangeur et empruntant les différentes rampes, il faudra mettre en place une signalisation parfaite.

Les différents signaux offriront la possibilité de reconnaître l'itinéraire et l'exécution des manœuvres tout en avertissant des dangers éventuels. Ces signaux devront être visibles de jour comme de nuit.

Signalisation horizontale

Elle est réalisée par des marquages à l'aide de peinture sur les chaussées.

On rencontre les lignes longitudinales qui sont les suivantes :

- Continues infranchissables
- Discontinues de délimitation de voie (forte prédominance des vides sur les pleins)
- Discontinues d'avertissement (prédominance des pleins sur les vides)
- Discontinues de guidage (équilibre entre les vides et les pleins)
- Mixtes (ligne discontinue accolée à une ligne continue)

Il existe un autre type de marquage qui est le marquage transversal comme par exemple :

- ligne "STOP"
- ligne "CEDEZ LE PASSAGE"

Les autres marquages sont les flèches de rabattement et les flèches de sélection.

La couleur blanche est utilisée pour les différents marquages cités plus haut

alors que le rouge et le blanc serviront pour les zones interdites au stationnement.

Pour les lignes discontinues on retiendra trois types de modulation dont la différence se situe par le rapport des pleins aux vides

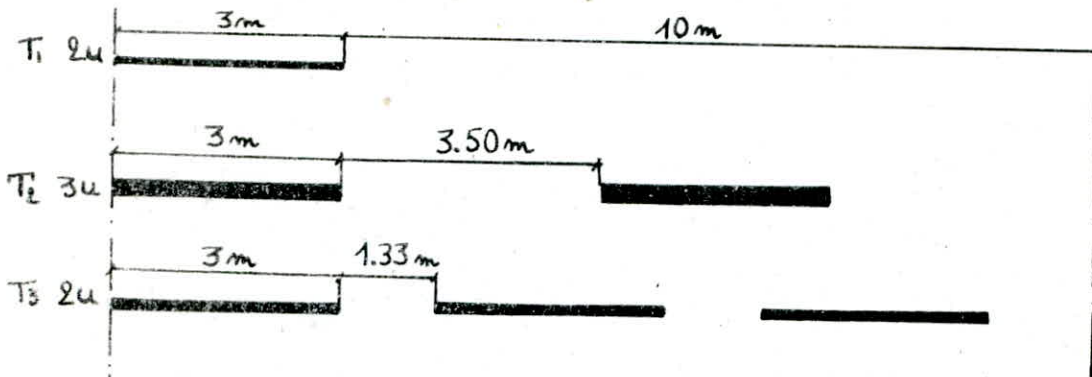
Ces types sont présentés (types de marquage) dans un tableau (voir feuille suivante)

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur "u" suivant le type

de route : $u = 7,5 \text{ cm}$ sur autoroutes et voies rapides urbaines

$u = 6,0 \text{ cm}$ sur routes et voies urbaines ($TMJA > 3000 \text{ v/j}$)

Type de modulation	Longueur du trait (m)	Intervalle entre 2 traits successifs (m)	Rapport plein/vide
T_1 T_1'	3,00 1,50	10,00 5,00	environ 1/3
T_2 T_2'	3,00 0,50	3,50 0,50	environ 1
T_3 T_3'	3,00 20,00	1,33 6,00	environ 3



Actuellement, il n'existe pas en Algérie un règlement autoroutier concernant particulièrement la signalisation, toutefois nous allons nous intéresser aux différents panneaux d'indication, d'avertissement ou d'indication observés sur les grands axes et échangeurs Algériens.

Nous donnerons les principaux panneaux susceptibles de se trouver au niveau de l'échangeur une fois réalisé. (Chaque panneau sera doté de son propre indice)

Sur la rampe 02 on place le signal d'indication "entrée d'autoroute" E14
sur la rampe 03 et 01 signal d'indication "sortie ou fin d'autoroute" E15

Les signaux d'avertissement de danger seront successivement :

A1b : virage à droite dangereux

A1a : virage à gauche dangereux

A24 : "STOP" à 150 m (arrêt obligatoire)

B1 : signal de priorité : cédez le passage.

B2 : STOP, obligation de marquer l'arrêt. (signal octogonal)

C1 : sens interdit

C7 : interdiction de tourner à gauche / C8 : interdiction de tourner à droite

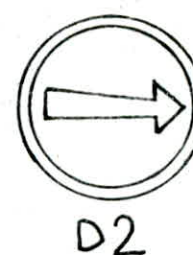
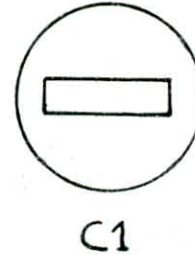
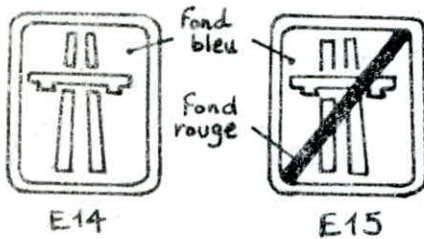
C5 : hauteur maximale 5,25 m

C9 : interdiction de faire demi-tour.

C11a : panneau de limitation de vitesse.

D1 : sens obligatoire

C16 : stationnement et arrêt interdit



Les signaux A1a, A1b, A24 et B1 ont la forme d'un triangle équilatéral. (côté=1m)

Les signaux C1, C16, C7, C8, C9, C5, D2 et C11a ont normalement 0,70 m de diamètre qui peut être réduit à 0,60 m ou même à 0,40 m.

Les signaux E14 et E15 ont la forme d'un rectangle ayant 1,80 m de hauteur et 1,20 m de largeur.

La hauteur réglementaire des signaux au dessus du sol est fixée en principe à 1m
 Dans certains cas notamment dans des îlots directionnels des carrefours, cette hauteur devient plus faible pour ne pas masquer la circulation.

Dans les traverses ou zones suburbaines bénéficiant d'un éclairage public la hauteur peut aller jusqu'à 2,30 m.

On rencontre aussi la "Signalisation d'indication" qui permet d'identifier les routes par leur numéro (routes nationales, routes de wilayates, etc...)

A + fond rouge (routes nationales)
2 + fond blanc (chemins vicinaux)

1) La présignalisation se fait à l'aide d'un signal du type E1

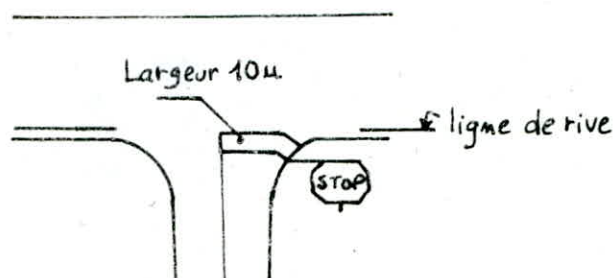


2) Signal de direction

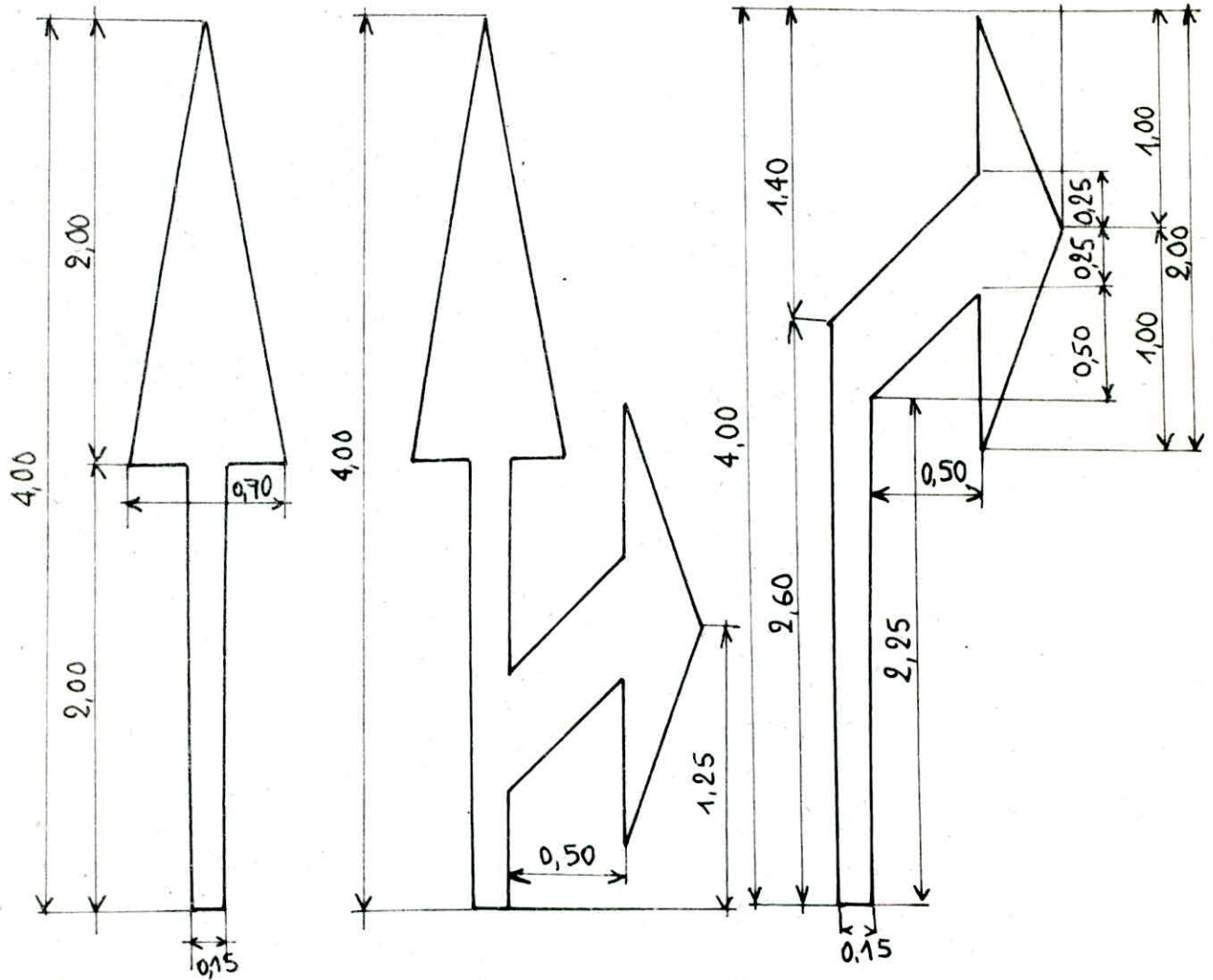


Ces signaux de direction ont la forme d'un rectangle terminé par une pointe de flèche d'angle au sommet égal à 75°. Ils comportent un cartouche rectangulaire indiquant le numéro de la route

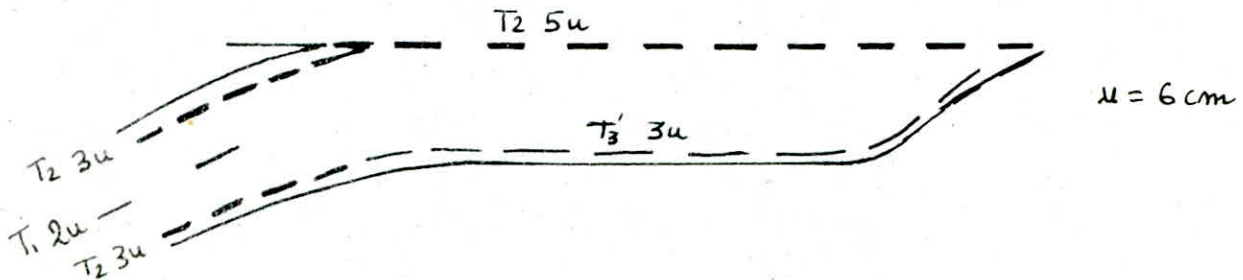
Les marques sur la chaussée sont pour la ligne de STOP :



Les flèches de sélection qu'on rencontre sur les voie du tourne à droite ou voie d'insertion sont telles que



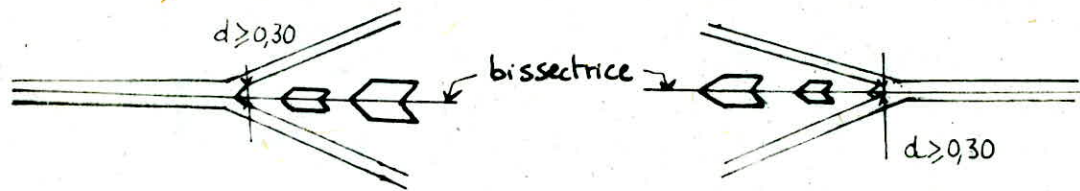
On présente le type de marquage sur la chaussée observé sur une rampe d'entrée.



Au niveau des nez d'iPots, le trafic peut converger comme il peut diverger et en ce lieu on procède au marquage par hachures.

Trafic divergent

Trafic convergent



On notera enfin que le marquage par hachures s'utilise aussi pour "éliminer" une voie dans une zone dangereuse (carrefour par exemple).

OUVRAGE D'ART

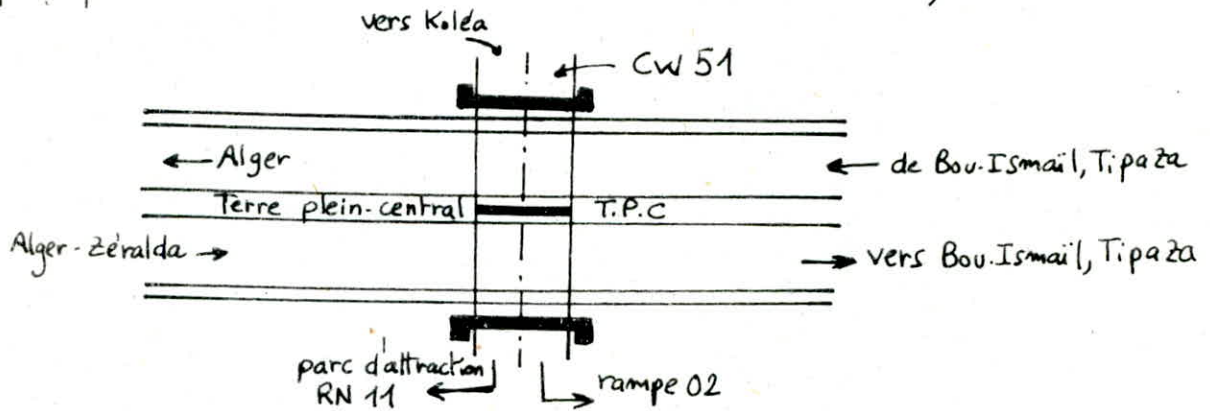
OUVRAGES D'ART

Définition

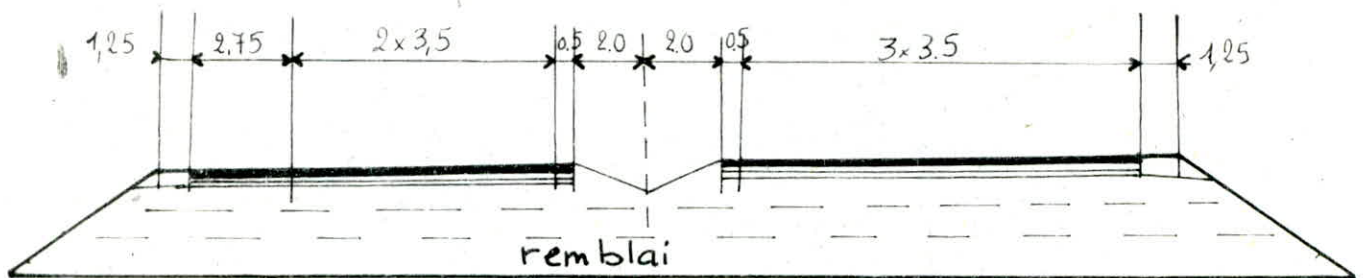
Un ouvrage d'art est un ouvrage en maçonnerie ou en charpente conçu lors de la construction d'une route ou bien un moyen de sécurité et de protection contre l'action de la terre ou de l'eau.

Dans ce projet nous avons rencontré un pont franchissant l'autoroute (pont porté par le CW 51) et un autre qui est un viaduc permettant de franchir Gued-Mazafran.

Le pont passant sur l'autoroute se trouve au PK - 2048,193



Au PK - 2048,193, le profil en travers de l'autoroute est le suivant :
(sens Alger - Bou-Ismaïl, Tipaza)



Soit une longueur ou largeur entre les bords de l'autoroute de 27,75 m.

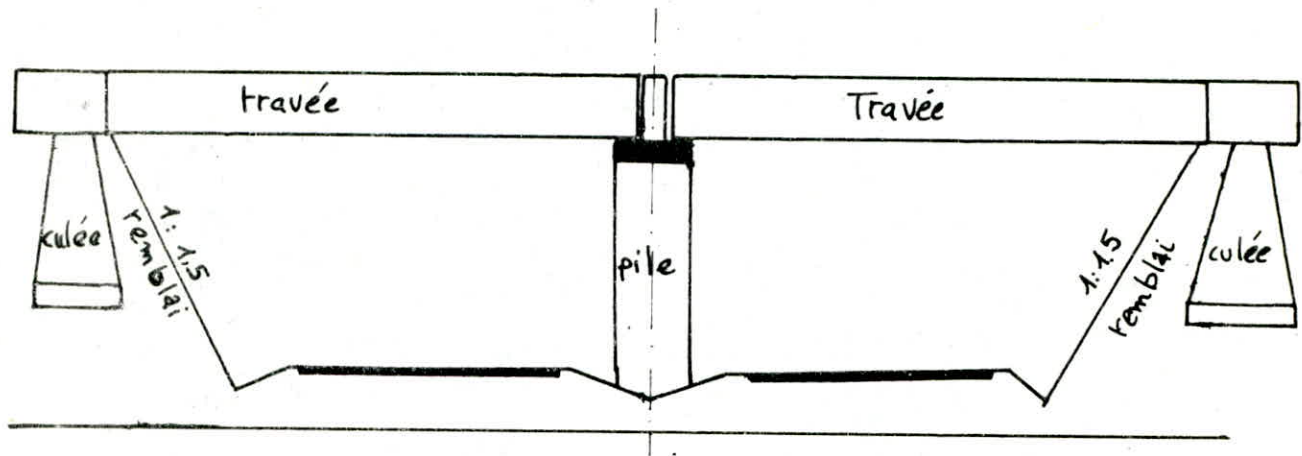
On prévoit pour ce type d'ouvrage, 2 travées isostatiques de 23 m de longueur.
La largeur sera de $3,5 \times 3 = 10,5$ m pour la chaussée roulable.

Les trottoirs sont: 2,25 m ($3 \times 0,75$ m) de part et d'autre de la chaussée.

La hauteur libre de l'ouvrage est de 5,25 m.

Notons qu'il existe une pile central au terre-plein de l'autoroute.

$$L = 46 \text{ m} ; \ell = 15 \text{ m}$$



Pour le viaduc franchissant Gued-Mazafran, le dimensionnement dépendra des différents débits et hauteurs maxima, et caractéristiques de cet Oued, (superficie, longueur du Talweg, ...etc...)

PIQUETAGE

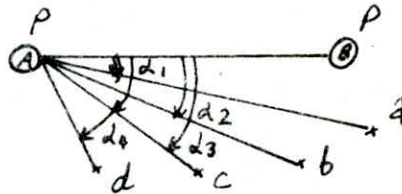
PIQUETAGE

Définition

Le piquetage est une opération qui se fait lors de l'exécution des projets et qui consiste à matérialiser les différents points calculés lors du calcul d'axe. Cette matérialisation de points nécessitera des piquets qui doivent être solidement fixés au sol afin d'éviter une perte de tracé. Il s'agira donc de déterminer la position exacte de tout point sur le terrain en coordonnées et en altitude en se servant d'un théodolite.

Méthode de piquetage

On utilisera la méthode dite par "rayonnement" qui permettra de connaître les coordonnées polaires de tout point sur l'axe d'un projet routier.



A partir de la station polygonale A, on vise la station B qui sera une station de référence, puis on vise successivement les points a, b, c et d ce qui nous donne les distances AA , Ab , Ac et Ad ainsi que les angles α_1 , α_2 , α_3 et α_4 .

Les points A et B sont connus ainsi que le gisement.

Nous ferons l'exemple de piquetage pour la rampe 03, pour cela nous considérons les points $KA_1 \begin{pmatrix} 498857,521 \\ 198433,999 \end{pmatrix}$; $KE_1 \begin{pmatrix} 498864,049 \\ 198479,866 \end{pmatrix}$
 $KA_2 \begin{pmatrix} 498757,666 \\ 198463,545 \end{pmatrix}$ et $KE_2 \begin{pmatrix} 498780,651 \\ 198507,324 \end{pmatrix}$

Les stations polygonales sont $P_{1050} \begin{pmatrix} 498643 \\ 198405 \end{pmatrix}$ d'altitude 23,62

et la station $P_{1053} \begin{pmatrix} 498863 \\ 198418 \end{pmatrix}$ d'altitude 16,74

On pourra ajouter la différence d'altitude entre la station A et les points mentionnés plus hauts (côtes déduites du profil en long de la rampe 03)

Calcul du gisement G_A^B

$$\operatorname{tg} G_A^B = \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A} \Rightarrow G_A^B = \operatorname{Arctg} \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A} = \operatorname{Arctg} \frac{13}{220} = 3,757 \text{ gr}$$

points	abscisse (X)	ordonnée (Y)	$G_A^{(K_i)}$ (gr)	$D_A^{(K_i)}$ (m)	$d = \Delta G$ (gr)	altitude z ()	$\Delta h = \Delta z$ (m)
KA ₁	498857,521	198433,999	8,554	216,472	4,797	18,082	-5,538
KE ₁	498864,049	198479,866	20,789	233,383	17,032	18,62	-5,000
KA ₂	498757,666	198463,545	30,053	128,747	26,296	24,72	+1,100
KE ₂	498780,651	198507,324	40,695	138,022	36,938	23,12	-0,500

DEVIS ESTIMATIF

DEVIS - ESTIMATIF

N° prix	Désignation des travaux et des ouvrages	Unité	Quantité	Prix unitaire (DA)	Prix total (DA)
Section 1					
1.01	Préparation du terrain débroussaillage	m ²	4500	1,30	5850,00
1.0.2	abattage, arrachage arbres	m ²	1150	2,60	2990,00
1.0.3	scarification des chaussées existantes	m ²	5000	11,70	58500,00
Total section 1					67340,00
Section 2					
Terrassement					
2.0.1	Décapage terres végétales	m ³	12298,57	20,00	245971,40
2.0.2	Remblai d'apport	m ³	131766,92	30,00	3953007,60
2.0.3	Remblai en matériaux sélectionnés	m ³	—	—	—
2.0.4	Matériaux cohérents	m ³	—	—	—
2.0.5	Déblais non réutilisables	m ³	—	—	—
2.0.6	Terrassement en matériaux mélangés	m ³	—	—	—
Total section 2					4198979,00
Section 3					
chaussée					
3.01	couche de fondation (T.V.O)	m ³	11464,21	50,00	573210,50
3.02	couche de base (G.C)	m ³	6183,10	100,00	618310,00
3.03	couche de surface (B.B) $\gamma = 2,5 t/m^3$	t	5904,25	200,00	1180850,00
Total section 3					2372370,50
Section 4					
Assainissement					
4.0.1	Évalué environ à 25% du total section 3	—	—	—	593092,625
Total section 4					593092,625
Section 5					
ouvrage d'art					
5.0.1		m ²	690,00	8000	5520000,00
Total section 5					5520000,00
Section 6					
Signalisation					
6.0.1	Évaluée à 3% du total de la section 3	—	—	—	71171,115
Total section 6					71171,115
Section 7					
Divers et imprévus					
7.0.1	évalués environ à 20% du total section 1 à 6	—	—	—	2564590,648
Total section 7					2564590,648

Projet estimé à 15387543,90 DA

BIBLIOGRAPHIE

Routes 1 et 2 R. COQUAND
Tables de clothoïdes P. KLAUST
Traité des routes J.L. et B. ESCARIO
Les autoroutes M. MILLET et A. VEUYE
Les travaux publics R. ALLARD et G. KIENERT

Normes techniques d'aménagement des échangeurs (Normes II)

Normes techniques d'aménagement des carrefours (Normes IV)

S.A.E.T.I. 1982

Règlements B40 et B60

Signalisation routière et annexes A à M (S.A.E.T.I. 1977)

Arrêté et instruction interministériels du 15/04/1977

ANNEXES

1) Détails du calcul d'axe rampe 01

- coordonnées de M_1'

$$K_{A1}M_1' = X_m = 24,7931 \text{ m} \quad \text{et} \quad G_{K_{A1}}^{M_1'} = 279,809 \text{ gr}$$

$$X_{M_1'} = X_{K_{A1}} + X_m \cos G_{K_{A1}}^{M_1'} = 498844,538 + 24,7931 \cos 279,809 = 498836,806$$

$$Y_{M_1'} = Y_{K_{A1}} + X_m \sin G_{K_{A1}}^{M_1'} = 198308,697 + 24,7931 \sin 279,809 = 198285,141$$

- coordonnées de KE_1

$$K_{A1}KE_1 = X = 48,7644 \text{ m} \quad G_{K_{A1}}^{KE_1} = 279,809 \text{ gr}$$

$$X_{KE_1} = X_{K_{A1}} + X \cos G_{K_{A1}}^{KE_1} = 498829,330$$

$$Y_{KE_1} = Y_{K_{A1}} + X \sin G_{K_{A1}}^{KE_1} = 198262,365$$

- coordonnées de KA^2

$$K_{A1}KA^2 = (R+E) \times 2 = 104,130 \quad (R=50; E=2,06485 \text{ m}); \quad G_{K_{A1}}^{KA^2} = 379,809 \text{ gr}$$

$$\Delta X = X_{KA^2} - X_{K_{A1}} = K_{A1}KA^2 \cos G_{K_{A1}}^{KA^2} \Rightarrow X_{KA^2} = 498943,475$$

$$\Delta Y = Y_{KA^2} - Y_{K_{A1}} = K_{A1}KA^2 \sin G_{K_{A1}}^{KA^2} \Rightarrow Y_{KA^2} = 198276,222$$

- coordonnées de KE^2

$$K_{A2}KE^2 = S = \sqrt{X^2 + Y^2} = 49,447 \quad ; \quad \alpha = \text{Arctg } \frac{Y}{X} = 10,588 \text{ gr}$$

$$G_{K_{A2}}^{KE^2} = 79,809 \text{ gr} + 200 - 10,588 = 269,221 \text{ gr}$$

$$X_{KE^2} = X_{K_{A2}} + K_{A2}KE^2 \cos G_{K_{A2}}^{KE^2} = 498920,489$$

$$Y_{KE^2} = Y_{K_{A2}} + K_{A2}KE^2 \sin G_{K_{A2}}^{KE^2} = 198232,442$$

- coordonnées de M_2''

$$K_{A2}M_2'' = X_m = 24,7931 \quad ; \quad G_{K_{A2}}^{M_2''} = 279,809 \text{ gr}$$

$$X_{M_2''} = X_{K_{A2}} + K_{A2}M_2'' \cos G_{K_{A2}}^{M_2''} = 498935,743$$

$$Y_{M_2''} = Y_{K_{A2}} + K_{A2}M_2'' \sin G_{K_{A2}}^{M_2''} = 198252,666$$

Coordonnées de $K'E_2$

$$K_A^2 K'E_2 = X = 48,7644 \quad ; \quad G_{K_A^2}^{K'E_2} = 279,809 \text{ gr}$$

$$X_{K'E_2} = X_{K_A^2} + K_A^2 K'E_2 \cos G_{K_A^2}^{K'E_2} = 498928,267$$

$$Y_{K'E_2} = Y_{K_A^2} + K_A^2 K'E_2 \sin G_{K_A^2}^{K'E_2} = 198229,890$$

- coordonnées de M_1 (centre de la rampe)

$$M_1 M_1' = R + E = 50 + 2,06485 = 52,06485 \text{ m} \quad ; \quad G_{M_1'}^{M_1} = 379,809 \text{ gr}$$

$$X_{M_1} = X_{M_1'} + M_1 M_1' \cos G_{M_1'}^{M_1} = 498886,274$$

$$Y_{M_1} = Y_{M_1'} + M_1 M_1' \sin G_{M_1'}^{M_1} = 198268,904$$

II Calcul détaillé de la rampe 02

On avait trouvé $K_A' \left(\begin{matrix} 498960,577 \\ 198270,608 \end{matrix} \right)$

- Coordonnées de M_1'

$$K_A' M_1' = X_{M_1'} = 22,44084 \text{ m} \quad ; \quad G_{K_A'}^{M_1'} = 279,809 \text{ gr}$$

$$X_{M_1'} = X_{K_A'} + K_A' M_1' \cos G_{K_A'}^{M_1'} = 498953,578$$

$$Y_{M_1'} = Y_{K_A'} + K_A' M_1' \sin G_{K_A'}^{M_1'} = 198249,286$$

- coordonnées de $K'E_1$

$$K_A K'E_1 = X = 44,64534 \text{ m} \quad ; \quad G_{K_A}^{K'E_1} = 279,809 \text{ gr}$$

$$X_{K'E_1} = X_{K_A} + X \cos G_{K_A}^{K'E_1} = 498946,654$$

$$Y_{K'E_1} = Y_{K_A} + X \sin G_{K_A}^{K'E_1} = 198228,189$$

- coordonnées de $K'E_1'$

$$K_A K'E_1' = \sqrt{X^2 + Y^2} = \sqrt{44,64534^2 + 4,19496^2} = 44,842 \text{ m}$$

$$\alpha = \text{Arctg } Y/X = 5,964 \text{ gr} \Rightarrow G_{K_A}^{K'E_1'} = 79,809 + 200 - \alpha = 273,845 \text{ gr}$$

$$X_{K'E_1'} = X_{K_A} + 44,842 \cos 273,845 = 498942,668$$

$$Y_{K'E_1'} = Y_{K_A} + 44,842 \sin 273,845 = 198229,498$$

- coordonnées de K_{E2}'

$$K_A K_{E2}' = X = 44,64534 \text{ m} ; G_{K_{A2}}^{K_{E2}'} = 18,698 \text{ gr} = G_{P2}^{P1}$$

$$X_{K_{E2}'} = X_{K_{A2}} + X \cos G_{K_{A2}}^{K_{E2}'} = 498921,288$$

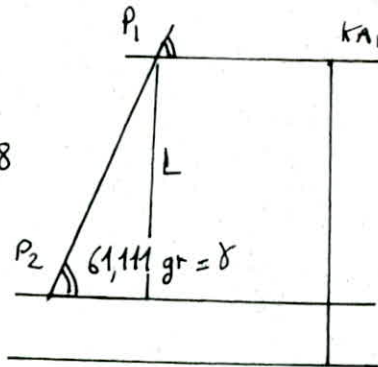
$$Y_{K_{E2}'} = Y_{K_{A2}} + X \sin G_{K_{A2}}^{K_{E2}'} = 198203,411$$

- coordonnées de P_2

longueur du segment $P_1 P_2$

$$K_A K_{A1} = 2+4+3,5+3,5+(50+2,06485) \times 2 + 18$$

$$K_A K_{A1} = 135,1297 \text{ m}$$



$$L = K_A K_{A1} - 2 - 4 - 3,5 = 125,6297$$

$$\sin \gamma = \frac{L}{P_1 P_2} \Rightarrow P_1 P_2 = \frac{L}{\sin \delta} = \frac{125,6297}{\sin 61,111 \text{ gr}} = 153,3655453 \text{ m} \text{ } K_A^2 \text{ et } G_{P_2}^{P_1} = 18,698 \text{ gr}$$

$$X_{P_2} = X_{P_1} - P_1 P_2 \cos G_{P_2}^{P_1} = 498793,622$$

$$Y_{P_2} = Y_{P_1} - P_1 P_2 \sin G_{P_2}^{P_1} = 198164,798$$

- coordonnées K_{A3}

$$P_2 K_{A3} = a + X_m = (R+E) \operatorname{tg} \frac{\delta}{2} + X_m = (110 + 1,2776) \operatorname{tg} \frac{61,111}{2} + 29,01248 = 86,940 \text{ m}$$

$$G_{P_2}^{K_{A3}} = G_{P_2}^{P_1} = 18,698 \text{ gr}$$

$$X_{K_{A3}} = X_{P_2} + P_2 K_{A3} \cos G_{P_2}^{K_{A3}} = 498876,839$$

$$Y_{K_{A3}} = Y_{P_2} + P_2 K_{A3} \sin G_{P_2}^{K_{A3}} = 198189,967$$

- coordonnées M_2'

$$K_{A3} M_2' = X_m = 29,01248 \text{ m} ; G_{K_{A3}}^{M_2'} = 218,698 \text{ gr}$$

$$X_{M_2'} = X_{K_{A3}} + X_m \cos G_{K_{A3}}^{M_2'} = 498849,069$$

$$Y_{M_2'} = Y_{K_{A3}} + X_m \sin G_{K_{A3}}^{M_2'} = 198181,568$$

- coordonnées de KE_3

$$KA_3 KE_3 = X = 57,75512 \quad ; \quad G_{KA_3}^{KE_3} = 218,698 \text{ gr}$$

$$X_{KE_3} = X_{KA_3} + X \cos G_{KA_3}^{KE_3} = 498821,557$$

$$Y_{KE_3} = Y_{KA_3} + X \sin G_{KA_3}^{KE_3} = 198073,247$$

- coordonnées de KE_3

$$KA_3 KE_3 = \sqrt{X^2 + Y^2} = \sqrt{57,75512^2 + 5,09768^2} = 57,980$$

$$\alpha = \text{Arctg } \frac{Y}{X} = 5,60452 \text{ gr et } G_{KA_3}^{KE_3} = 18,698 + 200 + 5,60452 = 224,303 \text{ gr}$$

$$X_{KE_3} = X_{KA_3} + KA_3 KE_3 \cos G_{KA_3}^{KE_3} = 498823,033$$

$$Y_{KE_3} = Y_{KA_3} + KA_3 KE_3 \sin G_{KA_3}^{KE_3} = 198168,367$$

- coordonnées de M_2 centre de l'arc de cercle ($R = 110 \text{ m}$)

$$M_2' M_2 = R + E = 110 + 1,2776 = 111,2776 \quad ; \quad G_{M_2'}^{M_2} = 18,698 + 300 = 318,698 \text{ gr}$$

$$X_{M_2} = X_{M_2'} + 111,2776 \cos G_{M_2'}^{M_2} = 498881,284$$

$$Y_{M_2} = Y_{M_2'} + 111,2776 \sin G_{M_2'}^{M_2} = 198075,056$$

- coordonnées de KA_4

$$P_2 KA_4 = a + X_m = 86,940 \quad ; \quad G_{P_2}^{KA_4} = 279,809 \text{ gr}$$

$$X_{KA_4} = X_{P_2} + 86,940 \cos 279,809 = 498766,508$$

$$Y_{KA_4} = Y_{P_2} + 86,940 \sin 279,809 = 198082,194$$

- coordonnées de M_2''

$$KA_4 M_2'' = X_m = 29,01248 \text{ m} \quad ; \quad G_{KA_4}^{M_2''} = 79,809 \text{ gr}$$

$$X_{M_2''} = X_{KA_4} + 29,01248 \cos 79,809 = 498775,556$$

$$Y_{M_2''} = Y_{KA_4} + 29,01248 \sin 79,809 = 198109,759$$

- Coordonnées de $K'E_4$

$$K_{A_4}K'E_4 = X = 57,75512 \text{ m} ; G_{K_{A_4}}^{K'E_4} = 79,809 \text{ gr}$$

$$X_{K'E_4} = X_{K_{A_4}} + X \cos G_{K_{A_4}}^{K'E_4} = 498784,520$$

$$Y_{K'E_4} = Y_{K_{A_4}} + X \sin G_{K_{A_4}}^{K'E_4} = 198137,069$$

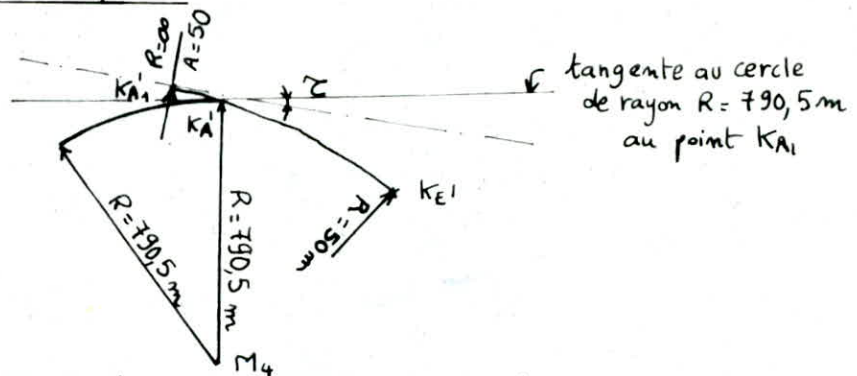
- Coordonnées de $K'E_4$

$$K_{A_4}K'E_4 = S = \sqrt{X^2 + Y^2} = 57,980 ; \alpha = \text{Arctg } \frac{Y}{X} = 5,6042 \text{ gr} ; G_{K_{A_4}}^{K'E_4} = 79,809 - \alpha = 74,204 \text{ gr}$$

$$X_{K'E_4} = X_{K_{A_4}} + S \cos G_{K_{A_4}}^{K'E_4} = 498789,364$$

$$Y_{K'E_4} = Y_{K_{A_4}} + S \sin G_{K_{A_4}}^{K'E_4} = 198135,479$$

3) Catol détaillé de la rampe 03



Pour déterminer les coordonnées de $K'E_1$, on détermine les coordonnées du point $K'A_1$ correspondant à un rayon $R = \infty$

- Coordonnées de $K'A_1$

$$A = 50 ; R = 790,5 \text{ m} \Rightarrow$$

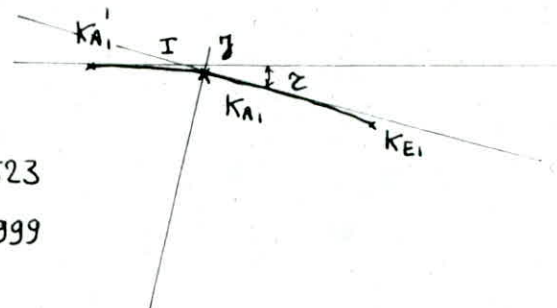
$$\begin{cases} X = 3,16270 \text{ m} \\ Y = 0,00215 \text{ m} \\ z = 6,36708645 \text{ gr} \\ F = 0,00215 \text{ m} \\ T = 3,16270 \text{ m} \end{cases}$$

La distance IK_{A_1} est égale à F

$$G_{K_{A_1}}^I = 386,062 \text{ gr}$$

$$X_I = X_{K_{A_1}} + F \cos G_{K_{A_1}}^I = 498857,523$$

$$Y_I = Y_{K_{A_1}} + F \sin G_{K_{A_1}}^I = 198433,999$$



La distance $g_{KA'}$ est égale à $T = 3,16270$ m et $G_{g'}^{KA'} = G_s^{M4} + (100 - \alpha) = 279,695$ gr
 donc $X_{KA'} = X_g + T \cos G_{g'}^{KA'} = 498856,531$
 $Y_{KA'} = Y_g + T \sin G_{g'}^{KA'} = 198430,995$

- Coordonnées de KE'

$$KA'KE' = S = \sqrt{x^2 + y^2} = 49,44631727 \text{ m et } \alpha = \text{Arctg } \frac{y}{x} = 10,5881968 \text{ gr}$$

$$G_{KA'}^{KE'} = 79,695 \text{ gr et } G_{KA'}^{KE'} = 79,695 + 10,588 = 90,283 \text{ gr}$$

$$X_{KE'} = X_{KA'} + KA'KE' \cos G_{KA'}^{KE'} = 498864,049$$

$$Y_{KE'} = Y_{KA'} + KA'KE' \sin G_{KA'}^{KE'} = 198479,866$$

- Coordonnées de M'_3

$$KA'M'_3 = X_m = 24,7931 \text{ m ; } G_{KA'}^{M'_3} = 79,695 \text{ gr}$$

$$X_{M'_3} = X_{KA'} + X_m \cos G_{KA'}^{M'_3} = 498864,305$$

$$Y_{M'_3} = Y_{KA'} + X_m \sin G_{KA'}^{M'_3} = 198454,538$$

- Coordonnées de M_3 centre de la rampe 03

$$M'_3M_3 = R+E = 50 + 2,06485 = 52,06485 \text{ m ; } G_{M'_3}^{M_3} = 179,695 \text{ gr}$$

$$X_{M_3} = X_{M'_3} + (R+E) \cos G_{M'_3}^{M_3} = 498814,866$$

$$Y_{M_3} = Y_{M'_3} + (R+E) \sin G_{M'_3}^{M_3} = 198470,864$$

- Coordonnées de M''_3

$$G_{M'_3}^{M''_3} = G_{KA'}^{M''_3} - 100 = 279,809 - 100 = 179,809 \text{ gr ; } M'_3M''_3 = 52,06485$$

$$X_{M''_3} = 498814,866 + 52,06485 \cos 179,809 = 498765,398$$

$$Y_{M''_3} = 198470,864 + 52,06485 \sin 179,809 = 198487,101$$

- Coordonnées de KA_2

$$KA_2M''_3 = X_m = 24,7931 \text{ m ; } G_{M''_3}^{KA_2} = 279,809 \text{ gr}$$

$$X_{KA_2} = X_{M''_3} + X_m \cos 279,809 = 498757,666$$

$$Y_{KA_2} = Y_{M''_3} + X_m \sin 279,809 = 198463,545$$

- coordonnées de K_E^2

$$S = K_{A2} K_{E2} = \sqrt{x^2 + y^2} = 49,446 ; G_{K_{A2}}^{K_E^2} = 79,809 - \alpha = 79,809 - 10,588 = 69,221 \text{ gr}$$

$$X_{K_{E2}} = X_{K_{A2}} + S \cos 69,221 = 498780,651$$

$$Y_{K_{E2}} = Y_{K_{A2}} + S \sin 69,221 = 198507,324$$

4) Détails du calcul d'axe de la rampe 04

L'équation de l'axe LN' a pour valeur $X = 0,317 Y + 435911,9986$

celle de l'axe KL est $X = 1,385 Y + 223790,893$

L'intersection de ces deux axes donne le point L $\left(\begin{matrix} 498865,287 \\ 198595,0195 \end{matrix} \right)$

$$\text{longueur du tronçon KL} = \sqrt{(X_L - X_K)^2 + (Y_L - Y_K)^2} = 134,733 \text{ m}$$

- coordonnées de M'_4 (projeté de M_4 sur JK)

$$KM'_4 = 29,484 \text{ m} ; G_{K'}^{M'_4} = 279,809 \text{ gr}$$

$$X_{M'_4} = X_K + 29,484 \cos 279,809 = 498746,7939$$

$$Y_{M'_4} = Y_K + 29,484 \sin 279,809 = 198488,1395$$

- coordonnées de M_4 (centre de l'arc de rayon $R = 90 \text{ m}$)

$$X_{M_4} = X_{M'_4} + (R+E) \cos 379,809 = 498833,009$$

$$Y_{M_4} = Y_{M'_4} + (R+E) \sin 379,809 = 198459,840$$

- coordonnées de M''_4 (projeté de M_4 sur KL)

$$KM''_4 = 29,484 \text{ m} ; G_{K''}^{M''_4} = 39,809 \text{ gr}$$

$$X_{M''_4} = X_K + 29,484 \cos 39,809 = 498779,8939$$

$$Y_{M''_4} = Y_K + 29,484 \sin 39,809 = 198533,4116$$

- coordonnées de K_E^1

$$K_A K_E^1 = X = 39,822 \quad ; \quad G_{K_A}^{K_E^1} = 79,809 \text{ gr}$$

$$X_{K_E^1} = X_{K_A} + 39,822 \cos 79,809 = 498752,9832$$

$$Y_{K_E^1} = Y_{K_A} + 39,822 \sin 79,809 = 198506,9949$$

- coordonnées de K_E^1

$$K_E K_E^1 = Y = 2,957 \quad ; \quad G_{K_E}^{K_E^1} = 379,809 \text{ gr}$$

$$X_{K_E^1} = X_{K_E} + 2,957 \cos 379,809 = 498755,7927$$

$$Y_{K_E^1} = Y_{K_E} + 2,957 \sin 379,809 = 198506,0727$$

- coordonnées de K_A^2

$$M_4 K_A^2 = X_m = 19,977 \quad ; \quad G_{M_4}^{K_A^2} = 39,809 \text{ gr}$$

$$X_{K_A^2} = X_{M_4} + 19,977 \cos 39,809 = 498796,0908$$

$$Y_{K_A^2} = Y_{M_4} + 19,977 \sin 39,809 = 198545,1052$$

- coordonnées de K_E^{12}

$$K_A K_E^2 = X = 39,822 \quad ; \quad G_{K_A}^{K_E^2} = 239,809 \text{ gr}$$

$$X_{K_E^2} = 498796,0908 + 39,822 \cos 239,809 = 498763,804$$

$$Y_{K_E^2} = 198545,1052 + 39,822 \sin 239,809 = 198521,7952$$

- coordonnées de K_E^2

$$K_E^1 K_E^2 = Y = 2,957 \quad ; \quad G_{K_E^1}^{K_E^2} = 339,809 \text{ gr}$$

$$X_{K_E^2} = 498763,804 + 2,957 \cos 339,809 = 498765,535$$

$$Y_{K_E^2} = 198521,7952 + 2,957 \sin 339,809 = 198519,398$$

- Coordonnées de M_s (projeté de M_s sur l'axe KL)

$$X_{M_s} = 498865,227 + 53,226 \cos 239,809 = 498822,0726$$

$$Y_{M_s} = 198595,0195 + 53,226 \sin 239,809 = 198563,8634$$

- Coordonnées de M_5

$$\begin{aligned} X_{M_5} &= X_{M_5'} + (R+E) \cos G_{M_5'}^{M_5} = 498727,821 \\ Y_{M_5} &= Y_{M_5'} + (R+E) \sin G_{M_5'}^{M_5} = 198694,411 \end{aligned} \quad \left. \begin{aligned} M_5' M_5 &= R+E = 161,0159 \\ G_{M_5'}^{M_5} &= 139,809 \text{ gr} \end{aligned} \right\}$$

- Coordonnées de M_5'' (projeté de M_5 sur l'axe LN')

$$\begin{aligned} X_{M_5''} &= X_L + M_5'' L \cos G_L^{M_5''} = 498881,3105 \\ Y_{M_5''} &= Y_L + M_5'' L \sin G_L^{M_5''} = 198645,7573 \end{aligned} \quad \left(\begin{aligned} M_5'' L &= 53,226 \text{ m} \\ G_L^{M_5''} &= 80,4575 \text{ gr} \end{aligned} \right)$$

- Coordonnées de K_{A3}

$$\begin{aligned} X_{K_{A3}} &= X_{M_5'} + K_{A3} M_5' \cos G_{M_5'}^{K_{A3}} = 498796,7683 \\ Y_{K_{A3}} &= Y_{M_5'} + K_{A3} M_5' \sin G_{M_5'}^{K_{A3}} = 198545,5945 \end{aligned}$$

- Coordonnées de K_{E3}'

$$\begin{aligned} X_{K_{E3}'} &= X_{K_{A3}} + X \cos G_{K_{A3}}^{K_{E3}'} = 498847,2489 \\ Y_{K_{E3}'} &= Y_{K_{A3}} + X \sin G_{K_{A3}}^{K_{E3}'} = 198582,0399 \end{aligned} \quad \left(\begin{aligned} K_{E3}' K_{A3} &= X = 62,262 \text{ m} \\ G_{K_{A3}}^{K_{E3}'} &= 39,809 \text{ gr} \end{aligned} \right)$$

- Coordonnées de K_{E3}

$$\begin{aligned} X_{K_{E3}} &= X_{K_{E3}'} + Y \cos G_{K_{E3}'}^{K_{E3}} = 498844,874 \\ Y_{K_{E3}} &= Y_{K_{E3}'} + Y \sin G_{K_{E3}'}^{K_{E3}} = 198585,330 \end{aligned} \quad \left(\begin{aligned} K_{E3}' K_{E3} &= Y = 4,0579 \\ G_{K_{E3}'}^{K_{E3}} &= 139,809 \text{ gr} \end{aligned} \right)$$

- Coordonnées de K_{A4}

$$\begin{aligned} X_{K_{A4}} &= X_{M_5''} + M_5'' K_{A4} \cos G_{M_5''}^{K_{A4}} = 498890,7414 \\ Y_{K_{A4}} &= Y_{M_5''} + M_5'' K_{A4} \sin G_{M_5''}^{K_{A4}} = 198675,508 \end{aligned} \quad \left(\begin{aligned} M_5'' K_{A4} &= X_m = 31,21 \\ G_{M_5''}^{K_{A4}} &= 80,4575 \text{ gr} \end{aligned} \right)$$

- Coordonnées de K_{E4}'

$$\begin{aligned} X_{K_{E4}'} &= X_{K_{A4}} + K_{A4} K_{E4}' \cos G_{K_{A4}}^{K_{E4}'} = 498871,9274 \\ Y_{K_{E4}'} &= Y_{K_{A4}} + K_{A4} K_{E4}' \sin G_{K_{A4}}^{K_{E4}'} = 198616,1569 \end{aligned} \quad \left(\begin{aligned} K_{A4} K_{E4}' &= X = 62,262 \text{ m} \\ G_{K_{A4}}^{K_{E4}'} &= 280,4575 \text{ gr} \end{aligned} \right)$$

- Coordonnées de K_{E4}

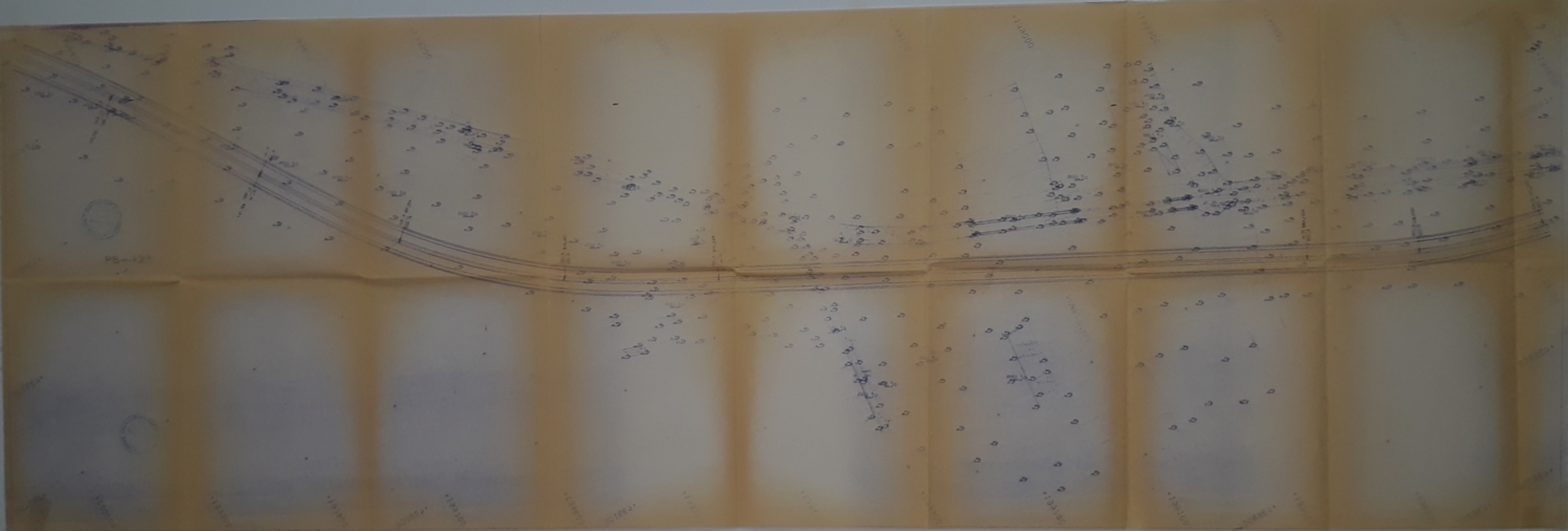
$$X_{K_{E4}} = -X_{K'_{E4}} + K'_{E4} K_{E4} \cos G_{K'_{E4}}^{K_{E4}} = 498867,359$$

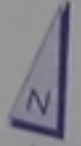
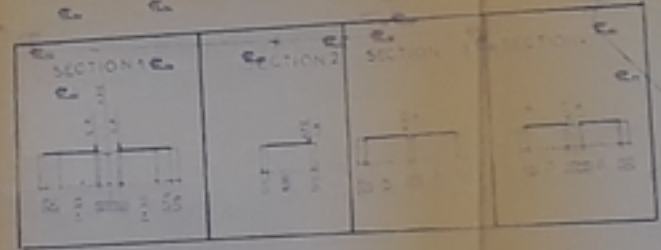
$$Y_{K_{E4}} = Y_{K'_{E4}} + K'_{E4} K_{E4} \sin G_{K'_{E4}}^{K_{E4}} = 198617,383$$

$$\begin{cases} K'_{E4} K_{E4} = y = 4,0579 \text{ m} \\ G_{K'_{E4}}^{K_{E4}} = 180,4575 \text{ gr} \end{cases}$$

On remarquera que $K_{N'} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = 62,879 \text{ m}$.

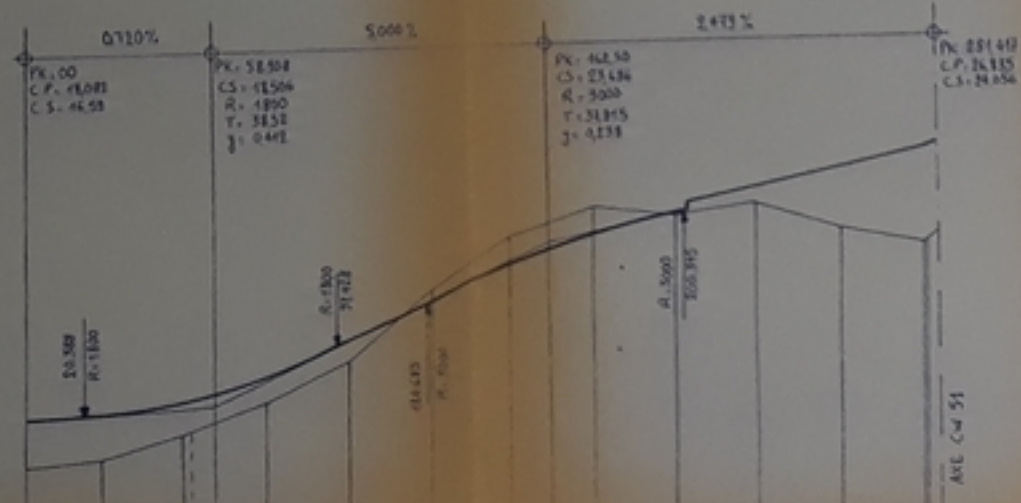




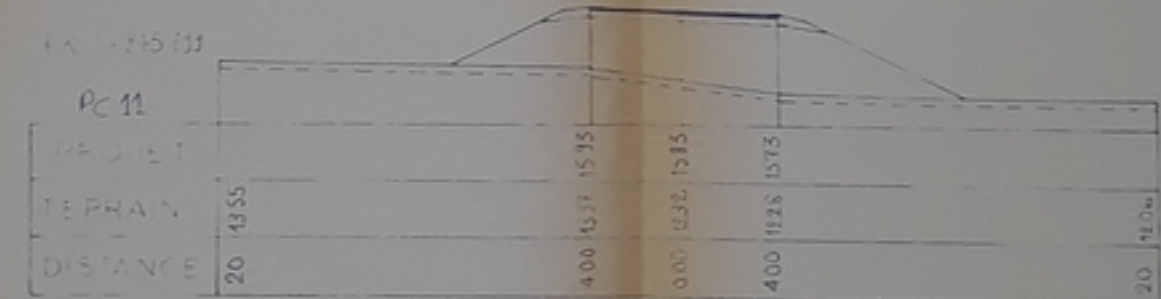
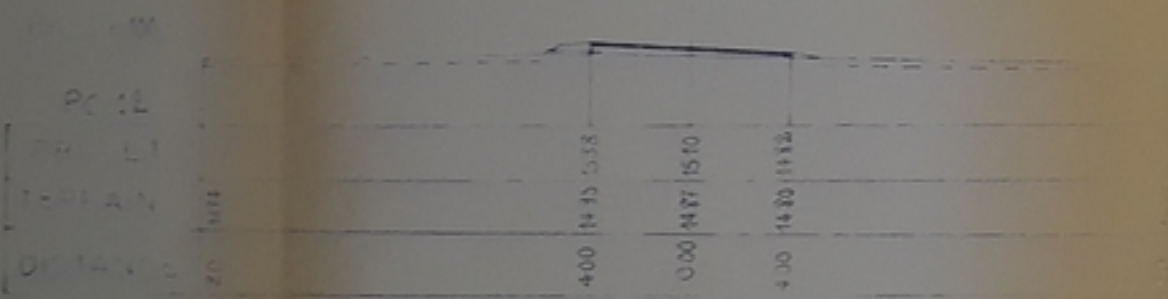
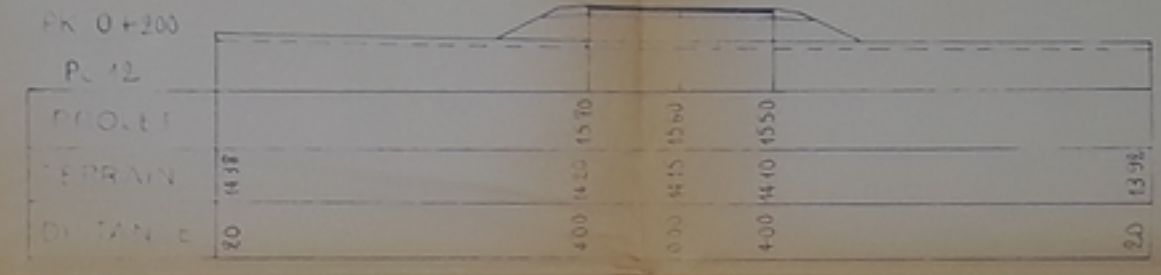
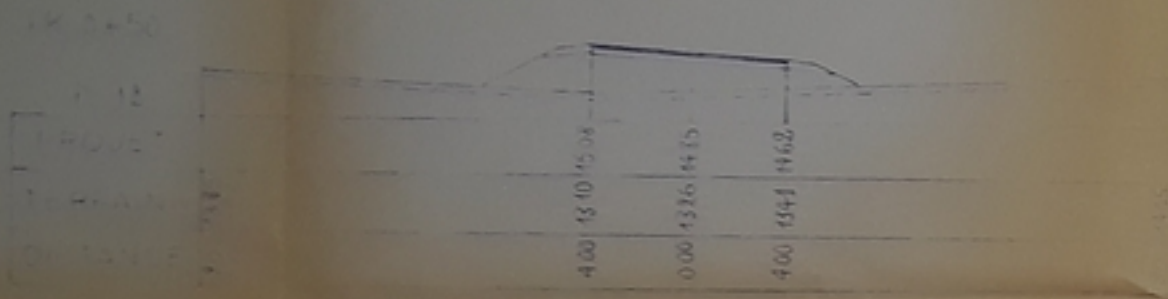
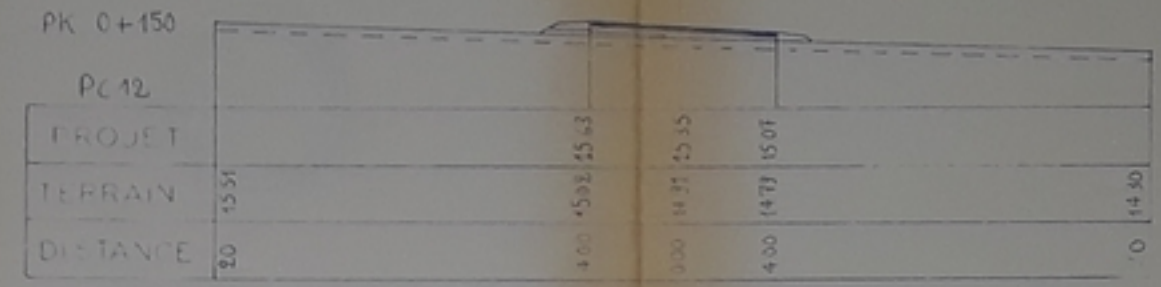
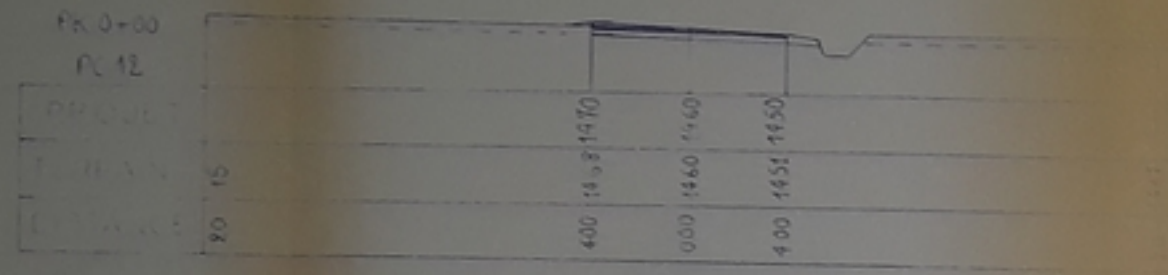


جمهورية مصر العربية
 وزارة المواصلات
 مصلحة هندسة الطرق
 PROJECT OF FIN D'ETUDES
 ROUTE DE TINA
 ECHANGEUR COLONEL ABDES
 TRACÉ EN PLAN
 1/2000
 2004
 20

RAMPE 03



COTES DU PROJET	18.111	18.213	18.315	18.417	18.519	18.621	18.723	18.825	18.927	19.029	19.131	19.233	19.335	19.437	19.539	19.641	19.743	19.845	19.947	20.049	20.151	20.253	20.355	20.457	20.559	20.661	20.763	20.865	20.967	21.069	21.171	21.273	21.375	21.477	21.579	21.681	21.783	21.885	21.987	22.089	22.191	22.293	22.395	22.497	22.599	22.701	22.803	22.905	23.007	23.109	23.211	23.313	23.415	23.517	23.619	23.721	23.823	23.925	24.027	24.129	24.231	24.333	24.435	24.537	24.639	24.741	24.843	24.945	25.047	25.149	25.251	25.353	25.455	25.557	25.659	25.761	25.863	25.965	26.067	26.169	26.271	26.373	26.475	26.577	26.679	26.781	26.883	26.985	27.087	27.189	27.291	27.393	27.495	27.597	27.699	27.801	27.903	28.005	28.107	28.209	28.311	28.413	28.515	28.617	28.719	28.821	28.923	29.025	29.127	29.229	29.331	29.433	29.535	29.637	29.739	29.841	29.943	30.045	30.147	30.249	30.351	30.453	30.555	30.657	30.759	30.861	30.963	31.065	31.167	31.269	31.371	31.473	31.575	31.677	31.779	31.881	31.983	32.085	32.187	32.289	32.391	32.493	32.595	32.697	32.799	32.901	33.003	33.105	33.207	33.309	33.411	33.513	33.615	33.717	33.819	33.921	34.023	34.125	34.227	34.329	34.431	34.533	34.635	34.737	34.839	34.941	35.043	35.145	35.247	35.349	35.451	35.553	35.655	35.757	35.859	35.961	36.063	36.165	36.267	36.369	36.471	36.573	36.675	36.777	36.879	36.981	37.083	37.185	37.287	37.389	37.491	37.593	37.695	37.797	37.899	38.001	38.103	38.205	38.307	38.409	38.511	38.613	38.715	38.817	38.919	39.021	39.123	39.225	39.327	39.429	39.531	39.633	39.735	39.837	39.939	40.041	40.143	40.245	40.347	40.449	40.551	40.653	40.755	40.857	40.959	41.061	41.163	41.265	41.367	41.469	41.571	41.673	41.775	41.877	41.979	42.081	42.183	42.285	42.387	42.489	42.591	42.693	42.795	42.897	42.999	43.101	43.203	43.305	43.407	43.509	43.611	43.713	43.815	43.917	44.019	44.121	44.223	44.325	44.427	44.529	44.631	44.733	44.835	44.937	45.039	45.141	45.243	45.345	45.447	45.549	45.651	45.753	45.855	45.957	46.059	46.161	46.263	46.365	46.467	46.569	46.671	46.773	46.875	46.977	47.079	47.181	47.283	47.385	47.487	47.589	47.691	47.793	47.895	47.997	48.099	48.201	48.303	48.405	48.507	48.609	48.711	48.813	48.915	49.017	49.119	49.221	49.323	49.425	49.527	49.629	49.731	49.833	49.935	50.037	50.139	50.241	50.343	50.445	50.547	50.649	50.751	50.853	50.955	51.057	51.159	51.261	51.363	51.465	51.567	51.669	51.771	51.873	51.975	52.077	52.179	52.281	52.383	52.485	52.587	52.689	52.791	52.893	52.995	53.097	53.199	53.301	53.403	53.505	53.607	53.709	53.811	53.913	54.015	54.117	54.219	54.321	54.423	54.525	54.627	54.729	54.831	54.933	55.035	55.137	55.239	55.341	55.443	55.545	55.647	55.749	55.851	55.953	56.055	56.157	56.259	56.361	56.463	56.565	56.667	56.769	56.871	56.973	57.075	57.177	57.279	57.381	57.483	57.585	57.687	57.789	57.891	57.993	58.095	58.197	58.299	58.401	58.503	58.605	58.707	58.809	58.911	59.013	59.115	59.217	59.319	59.421	59.523	59.625	59.727	59.829	59.931	60.033	60.135	60.237	60.339	60.441	60.543	60.645	60.747	60.849	60.951	61.053	61.155	61.257	61.359	61.461	61.563	61.665	61.767	61.869	61.971	62.073	62.175	62.277	62.379	62.481	62.583	62.685	62.787	62.889	62.991	63.093	63.195	63.297	63.399	63.501	63.603	63.705	63.807	63.909	64.011	64.113	64.215	64.317	64.419	64.521	64.623	64.725	64.827	64.929	65.031	65.133	65.235	65.337	65.439	65.541	65.643	65.745	65.847	65.949	66.051	66.153	66.255	66.357	66.459	66.561	66.663	66.765	66.867	66.969	67.071	67.173	67.275	67.377	67.479	67.581	67.683	67.785	67.887	67.989	68.091	68.193	68.295	68.397	68.499	68.601	68.703	68.805	68.907	69.009	69.111	69.213	69.315	69.417	69.519	69.621	69.723	69.825	69.927	70.029	70.131	70.233	70.335	70.437	70.539	70.641	70.743	70.845	70.947	71.049	71.151	71.253	71.355	71.457	71.559	71.661	71.763	71.865	71.967	72.069	72.171	72.273	72.375	72.477	72.579	72.681	72.783	72.885	72.987	73.089	73.191	73.293	73.395	73.497	73.599	73.701	73.803	73.905	74.007	74.109	74.211	74.313	74.415	74.517	74.619	74.721	74.823	74.925	75.027	75.129	75.231	75.333	75.435	75.537	75.639	75.741	75.843	75.945	76.047	76.149	76.251	76.353	76.455	76.557	76.659	76.761	76.863	76.965	77.067	77.169	77.271	77.373	77.475	77.577	77.679	77.781	77.883	77.985	78.087	78.189	78.291	78.393	78.495	78.597	78.699	78.801	78.903	79.005	79.107	79.209	79.311	79.413	79.515	79.617	79.719	79.821	79.923	80.025	80.127	80.229	80.331	80.433	80.535	80.637	80.739	80.841	80.943	81.045	81.147	81.249	81.351	81.453	81.555	81.657	81.759	81.861	81.963	82.065	82.167	82.269	82.371	82.473	82.575	82.677	82.779	82.881	82.983	83.085	83.187	83.289	83.391	83.493	83.595	83.697	83.799	83.901	84.003	84.105	84.207	84.309	84.411	84.513	84.615	84.717	84.819	84.921	85.023	85.125	85.227	85.329	85.431	85.533	85.635	85.737	85.839	85.941	86.043	86.145	86.247	86.349	86.451	86.553	86.655	86.757	86.859	86.961	87.063	87.165	87.267	87.369	87.471	87.573	87.675	87.777	87.879	87.981	88.083	88.185	88.287	88.389	88.491	88.593	88.695	88.797	88.899	89.001	89.103	89.205	89.307	89.409	89.511	89.613	89.715	89.817	89.919	90.021	90.123	90.225	90.327	90.429	90.531	90.633	90.735	90.837	90.939	91.041	91.143	91.245	91.347	91.449	91.551	91.653	91.755	91.857	91.959	92.061	92.163	92.265	92.367	92.469	92.571	92.673	92.775	92.877	92.979	93.081	93.183	93.285	93.387	93.489	93.591	93.693	93.795	93.897	93.999	94.101	94.203	94.305	94.407	94.509	94.611	94.713	94.815	94.917	95.019	95.121	95.223	95.325	95.427	95.529	95.631	95.733	95.835	95.937	96.039	96.141	96.243	96.345	96.447	96.549	96.651	96.753	96.855	96.957	97.059	97.161	97.263	97.365	97.467	97.569	97.671	97.773	97.875	97.977	98.079	98.181	98.283	98.385	98.487	98.589	98.691	98.793	98.895	98.997	99.099	99.201	99.303	99.405	99.507	99.609	99.711	99.813	99.915	100.017	100.119	100.221	100.323	100.425	100.527	100.629	100.731	100.833	100.935	101.037	101.139	101.241	101.343	101.445	101.547	101.649	101.751	101.853	101.955	102.057	102.159	102.261	102.363	102.465	102.567	102.669	102.771	102.873	102.975	103.077	103.179	103.281	103.383	103.485	103.587	103.689	103.791	103.893	103.995	104.097	104.199	104.301	104.403	104.505	104.607	104.709	104.811	104.913	105.015	105.117	105.219	105.321	105.423	105.525	105.627	105.729	105.831	105.933	106.035	106.137	106.239	106.341	106.443	106.545	106.647	106.749	106.851	106.953	107.055	107.157	107.259	107.361	107.463	107.565	107.667	107.769	107.871	107.973	108.075	108.177	108.279	108.381	108.483	108.585	108.687	108.789	108.891	108.993	109.095	109.197	109.299	109.401	109.503	109.605	109.707	109.809	109.911	110.013	110.115	110.217	110.319	110.421	110.523	110.625	110.727	110.829	110.931	111.033	111.135	111.237	111.339	111.441	111.543	111.645	111.747	111.849	111.951	112.053	112.155	112.257	112.359	112.461	112.563	112.665	112.767	112.869	112.971	113.073	113.175	113.277	113.379	113.481	113.583	113.685	113.787	113.889	113.991	114.093	114.195	114.297	114.399	114.501	114.603	114.705	114.807	114.909	115.011	115.113	115.215	115.317	115.419	115.521	115.623	115.725	115.827	115.929	116.031	116.133	116.235	116.337	116.439	116.541	116.643	116.745	116.847	116.949	117.051	117.153	117.255	117.357	117.459	117.561	117.663	117.765	117.867	117.969	118.071	118.173
-----------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------



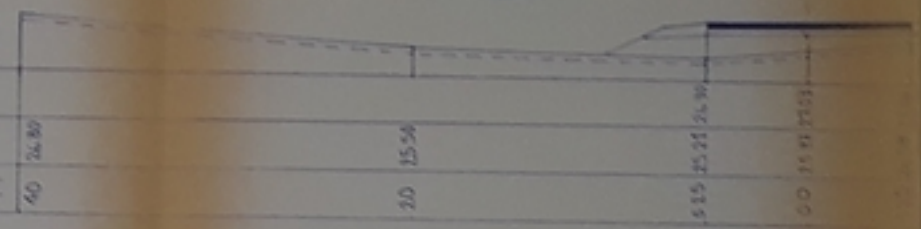
PB00487
-05-

جمهورية الجزائر الديمقراطية الشعبية
 REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
 ECOLE POLYTECHNIQUE D'EL HARRACH
 PROJET DE FIN D'ETUDES
 WILAYA DE TIPAZA
 ECHANGEUR COLONEL ABBES

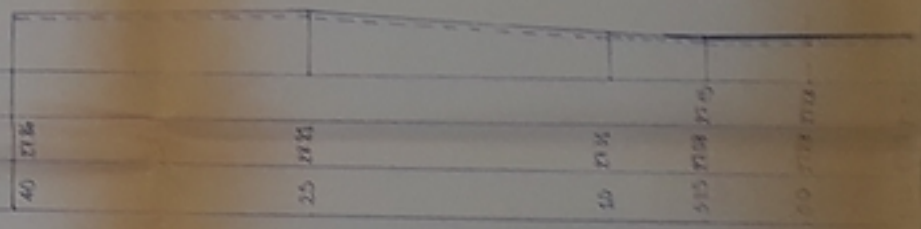
NO PROJET	
NO PLAN	
DATE	



PK 0+500
PC 24
PROJET
TERRAIN
DISTANCE



PK 0+350
PC 25
PROJET
TERRAIN
DISTANCE



013 00 477
07

محمد بن عبد الله السعيد

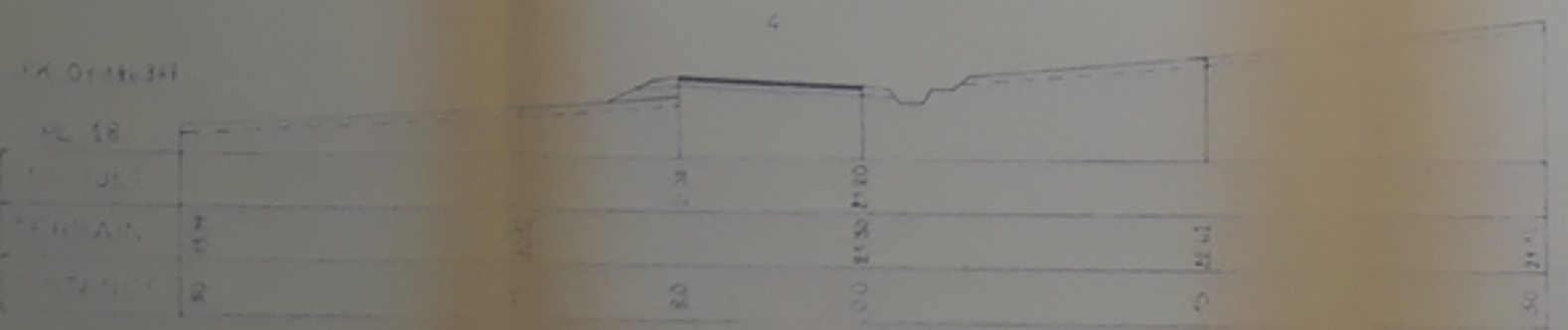
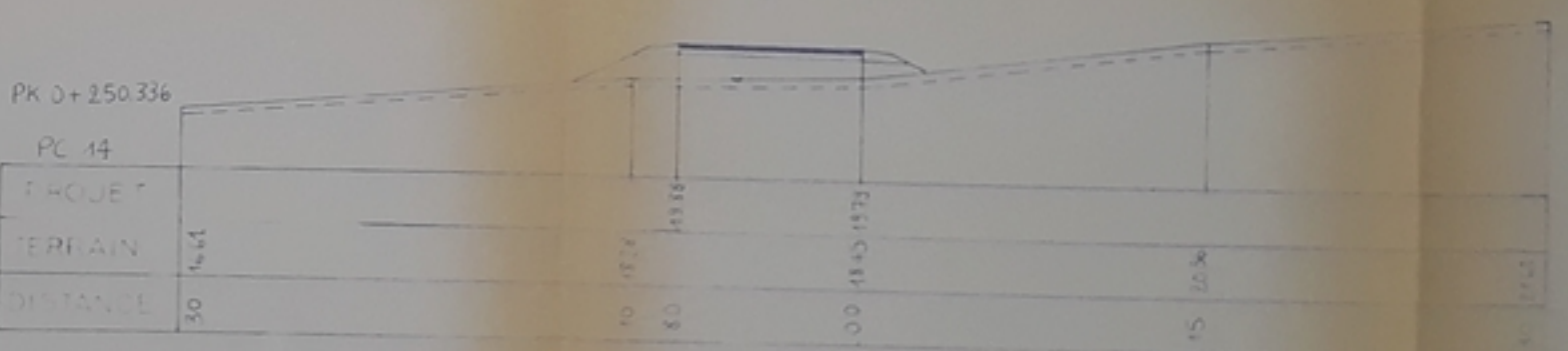
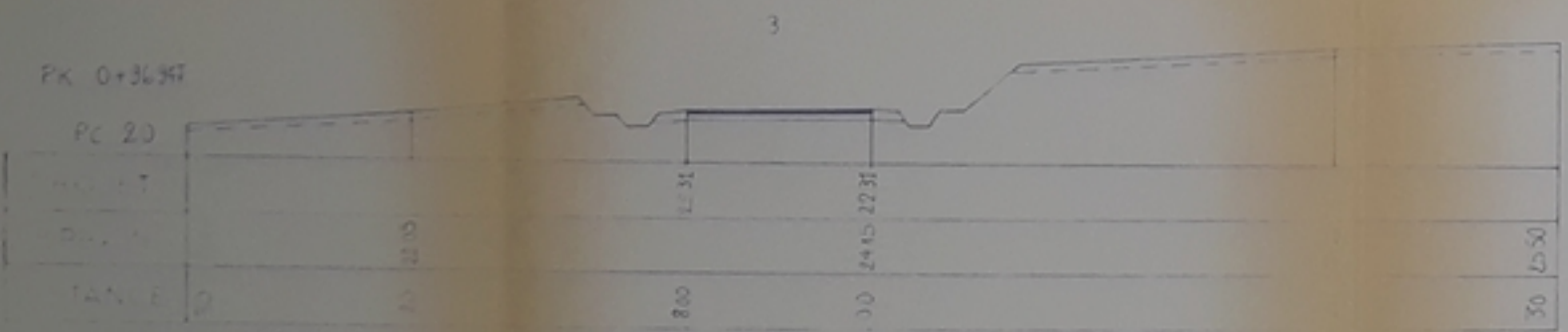
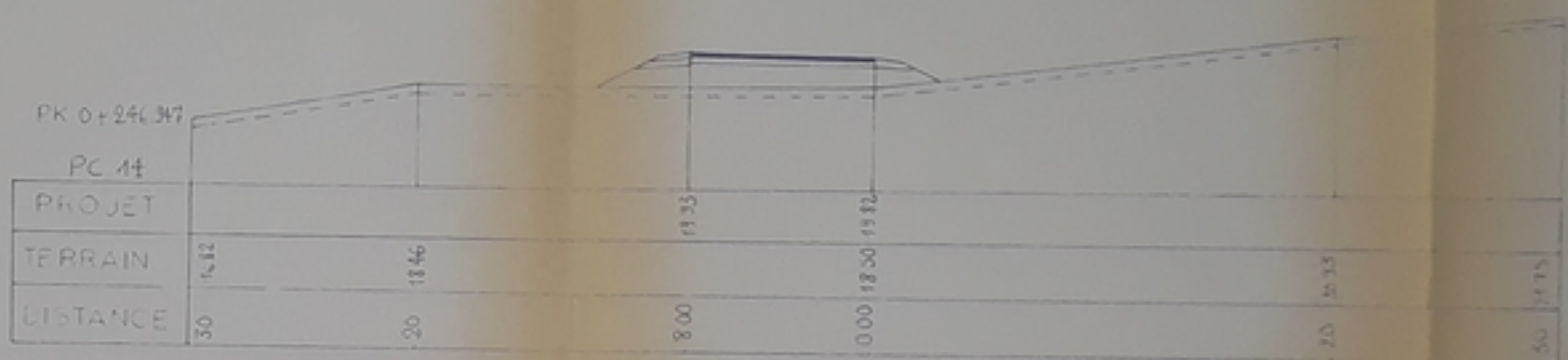
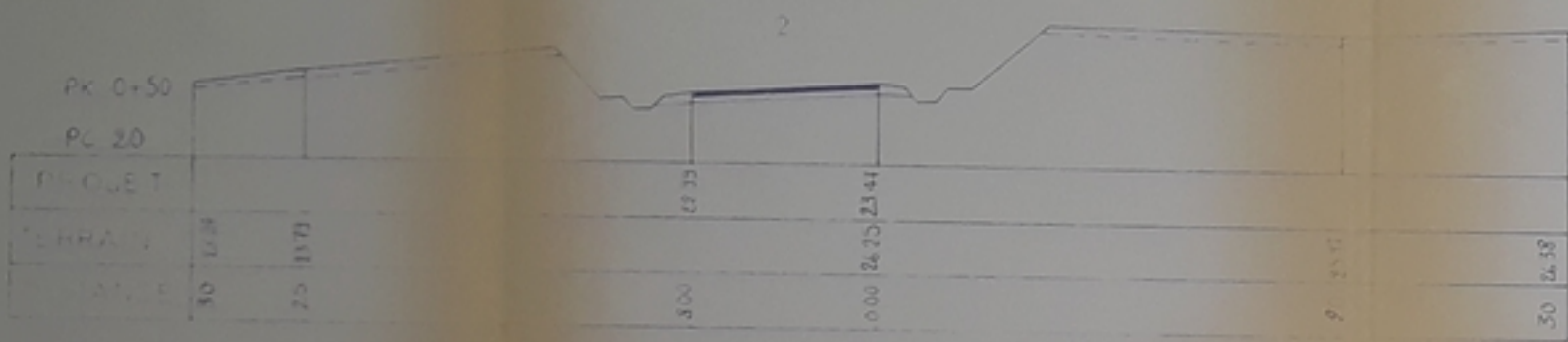
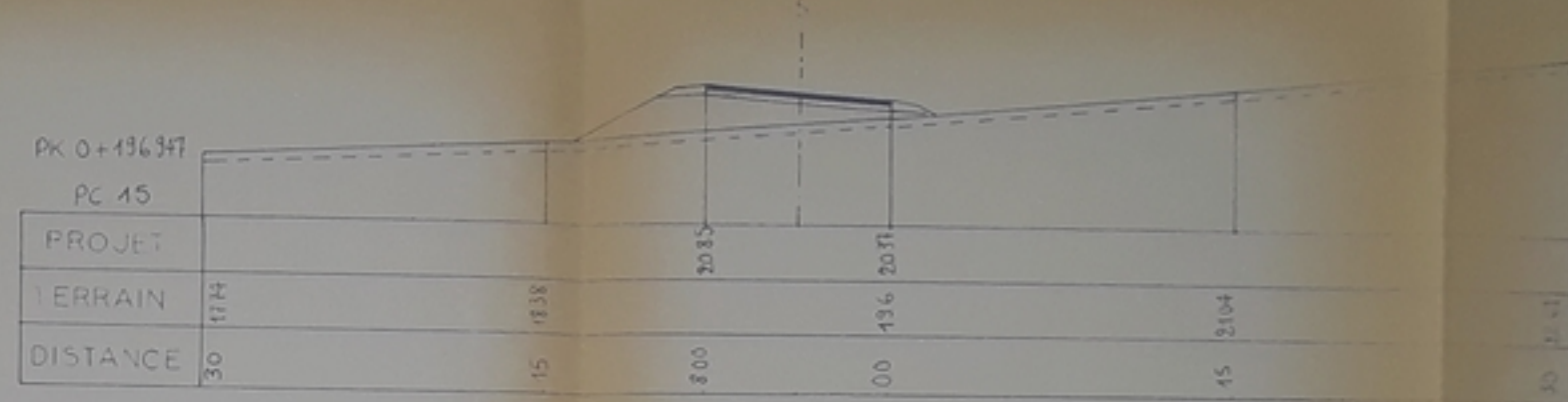
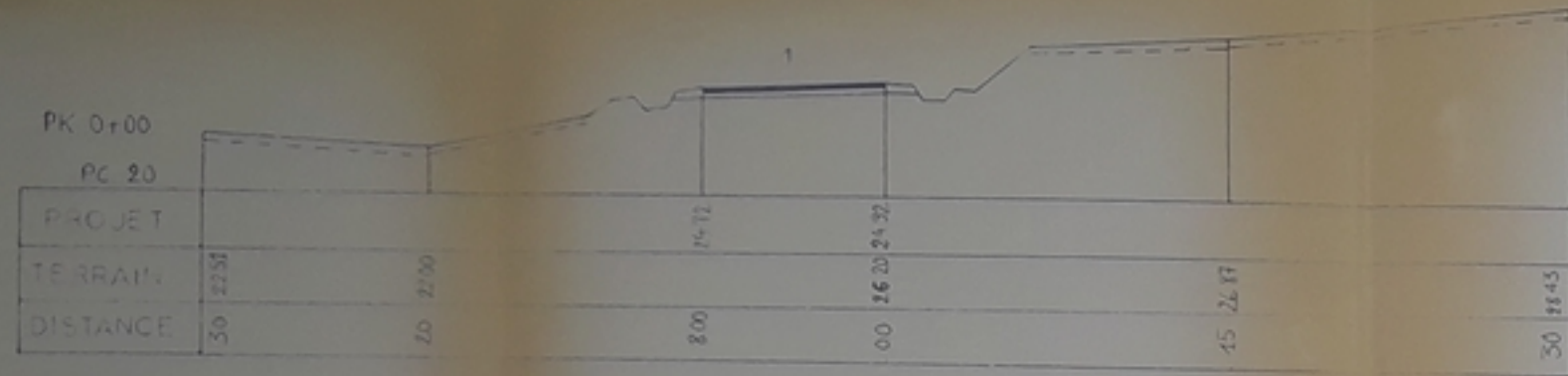
REPUBLIC ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ecole Polytechnique d'El Harrach

PROJET DE FIN D'ETUDES

W. LAÏDI DE 1962

ECHANGEUR COLONEL ABBES

SAETI



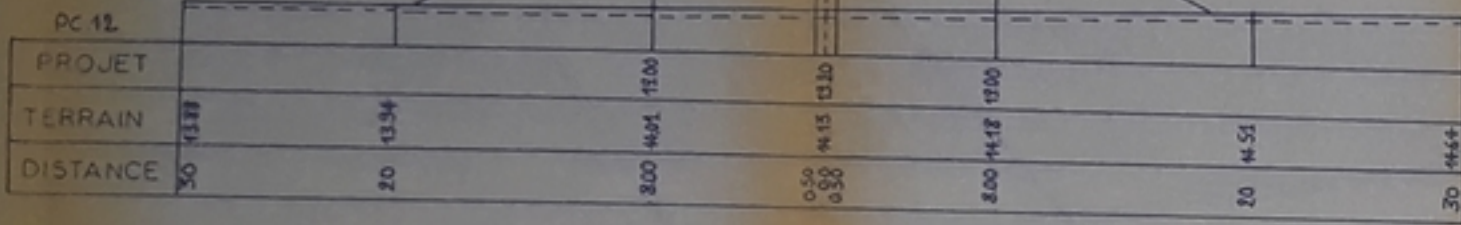
PB 00477
- 03 -

جمهورية الجزائر الديمقراطية الشعبية
 REPUBLIC ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
 ECOLE POLYTECHNIQUE D'EL HARRACH
 PROJET DE FIN D'ETUDES
 WILAYA DE TIPAZA
 ECHANGEUR COLONEL ABBES

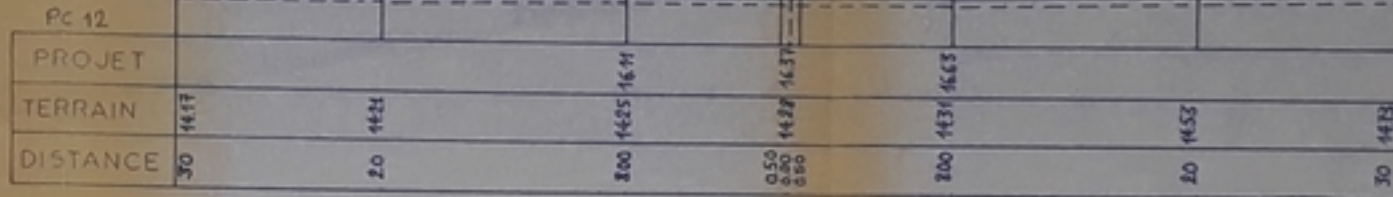
SAETI



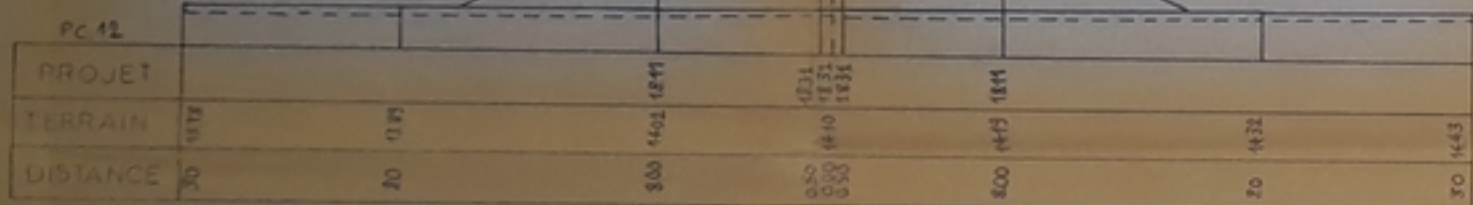
PK 0+00



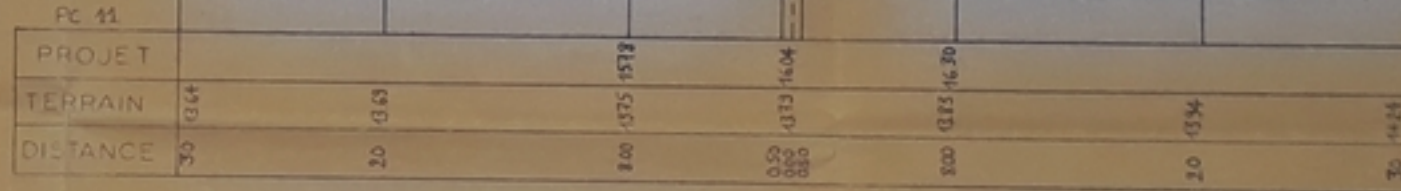
PK 0+200



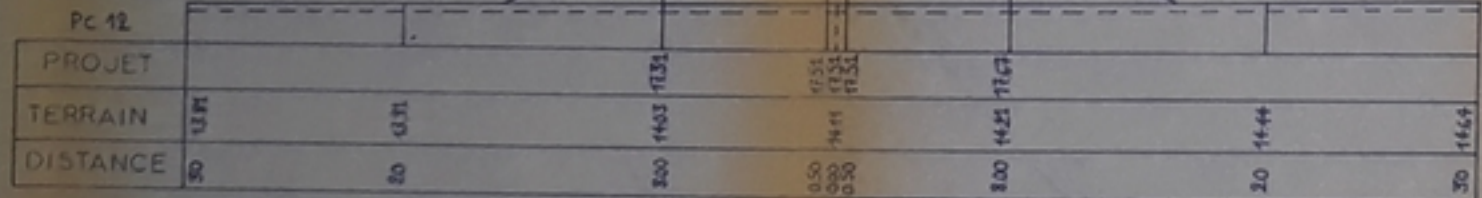
PK 0+50



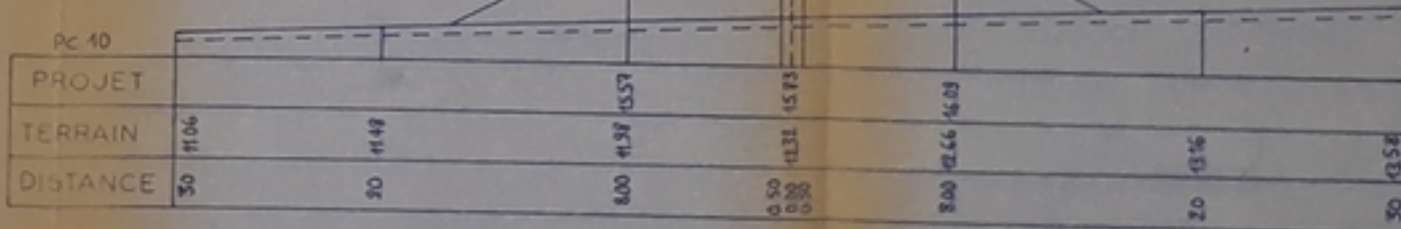
PK 0+250



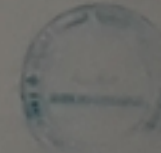
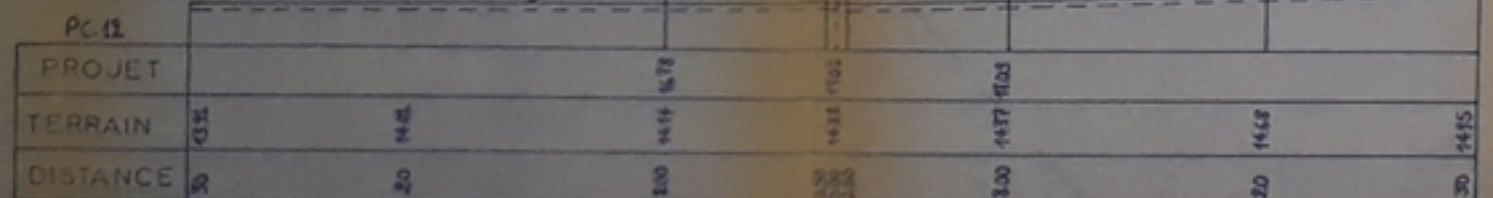
PK 0+100



PK 0+291.776



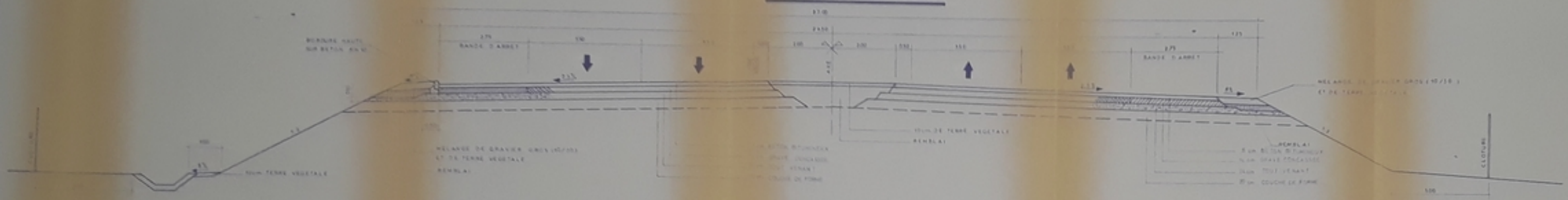
PK 0+150



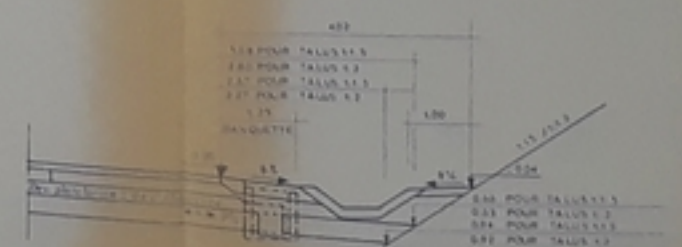
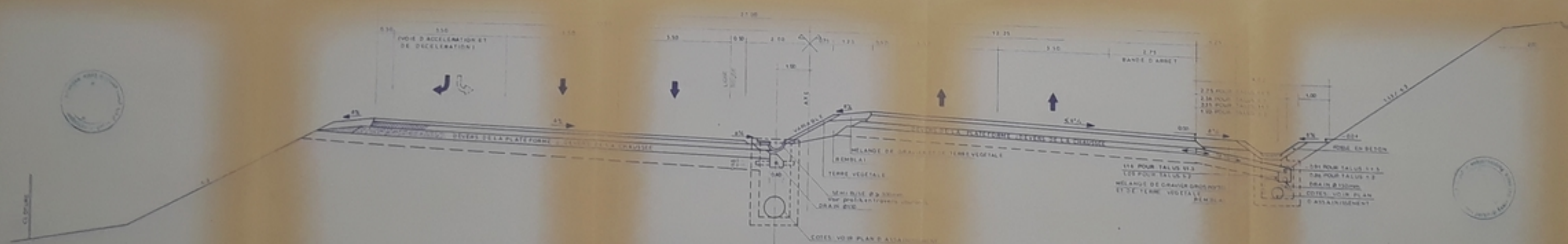
03 00487
- 10 -

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
 REPUBLICA ALGERIENSIS DEMOCRATICA ET POPULARIS
 ECOLE POLYTECHNIQUE D'EL HARRACH
 PROJET DE FIN D'ETUDES
 WILAYA DE TIPAZA
 ECHANGEUR COLONEL ABBES
 SAETI

PROFIL EN TOIT (1/100000)

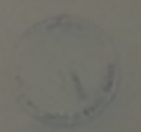
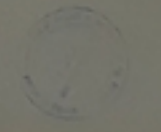
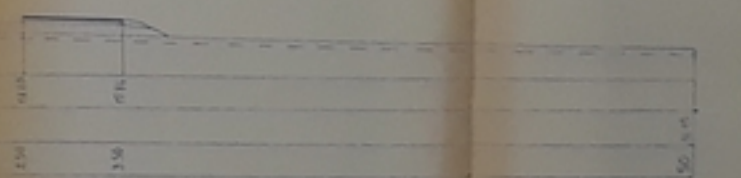
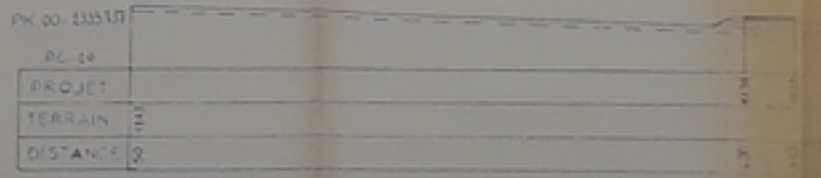
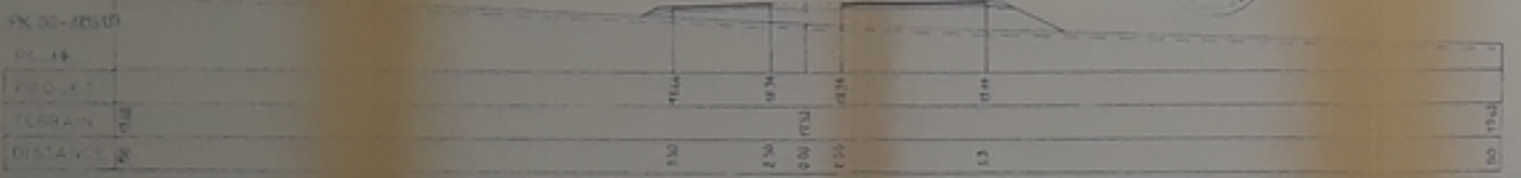
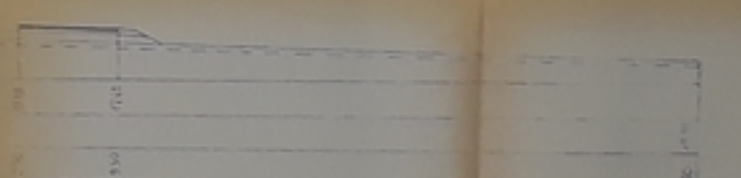
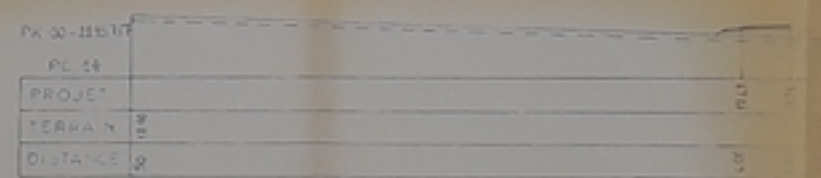
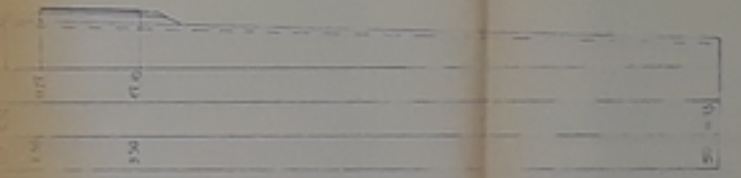
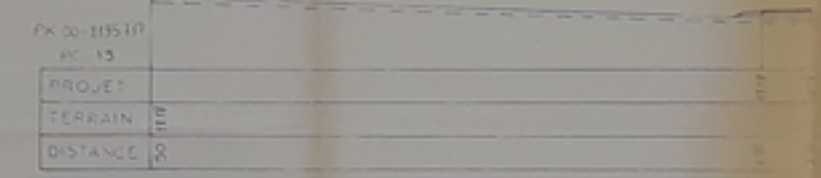
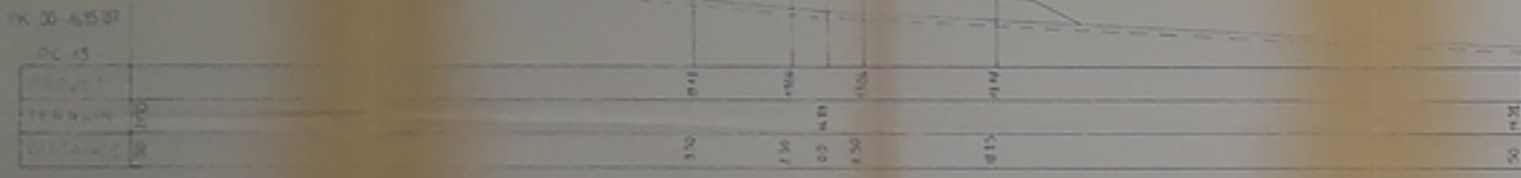
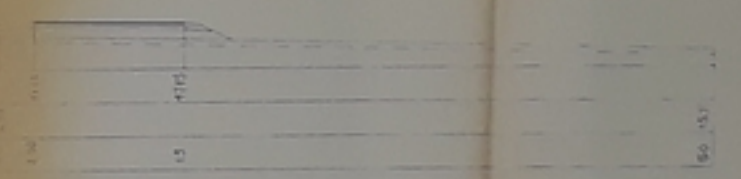
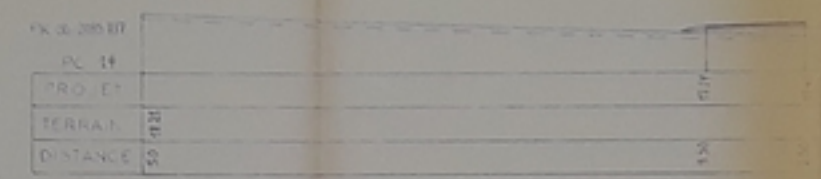
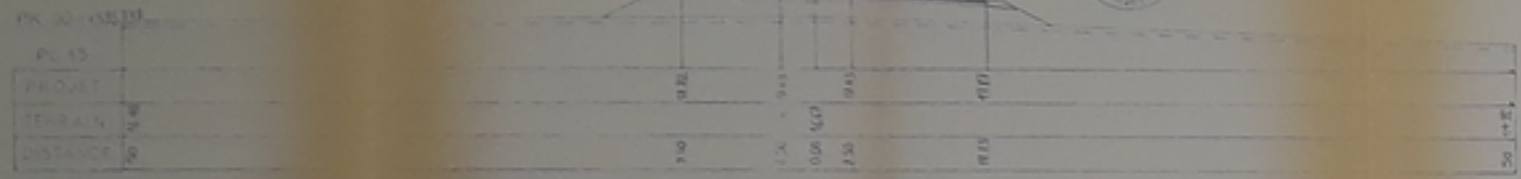
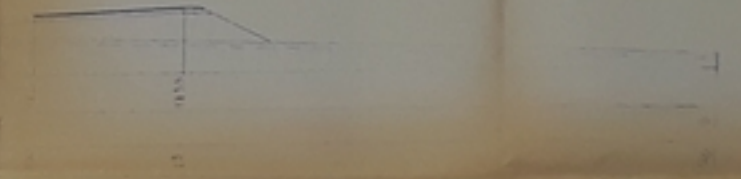
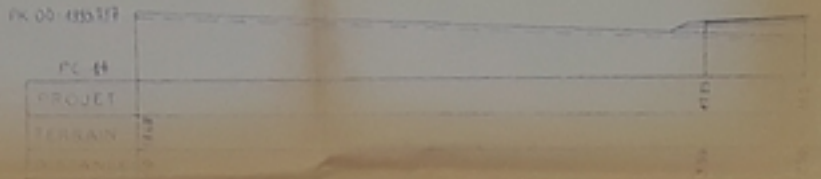
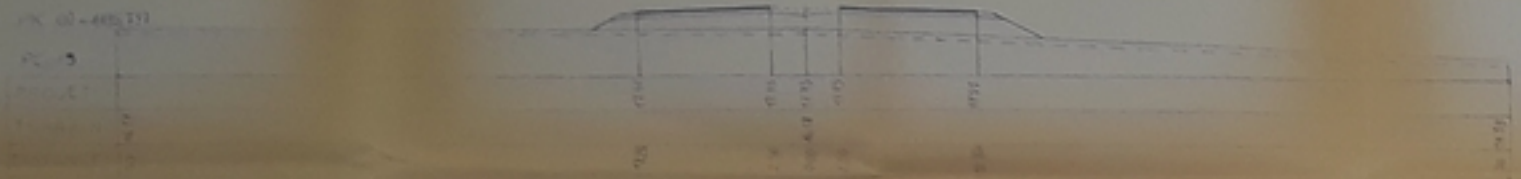


PROFIL EN COURBE (1/100000)



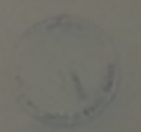
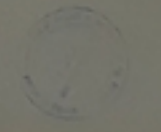
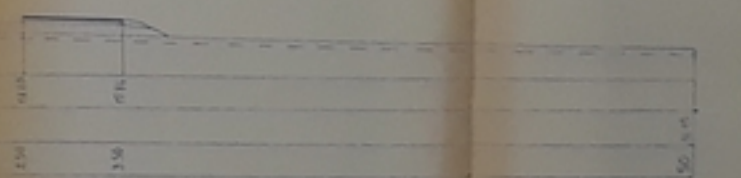
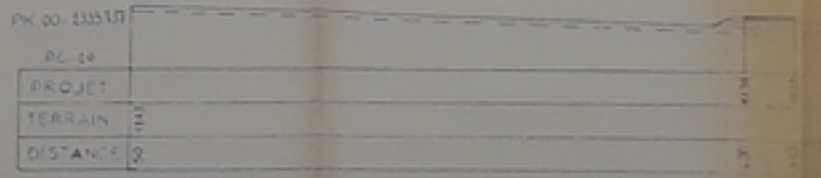
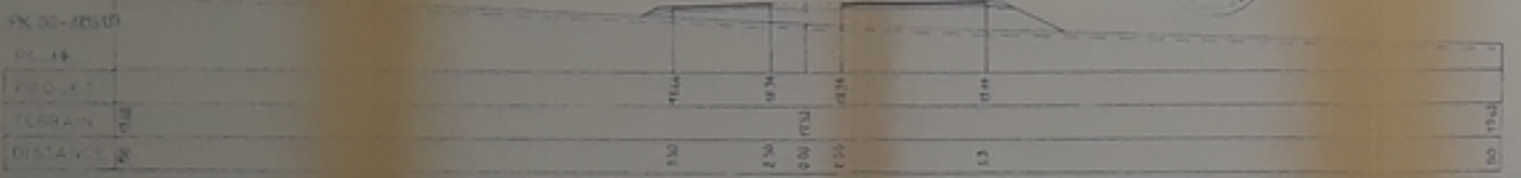
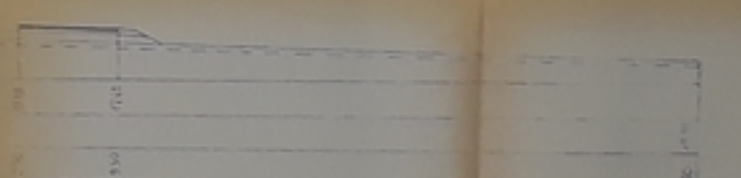
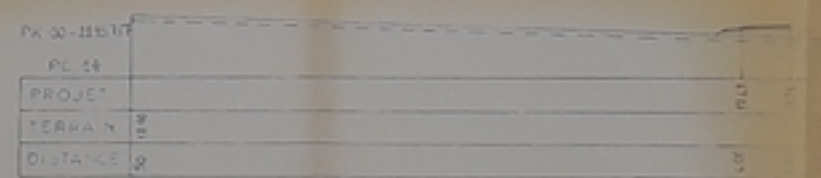
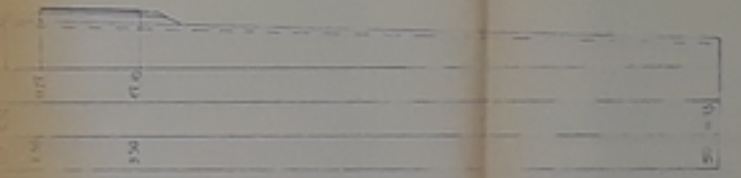
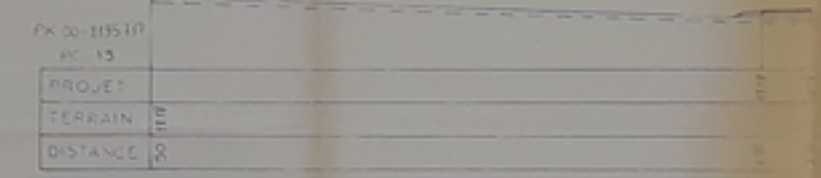
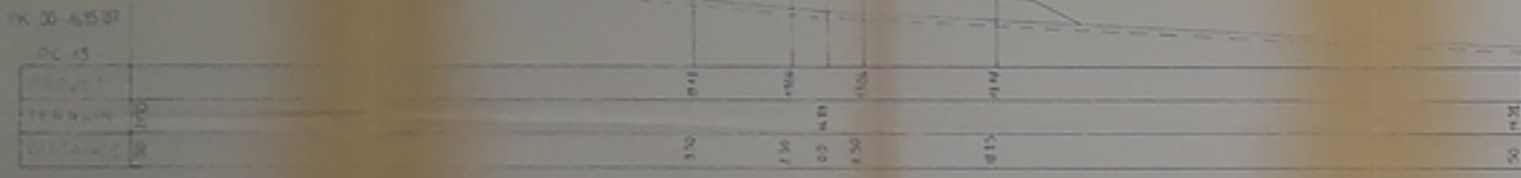
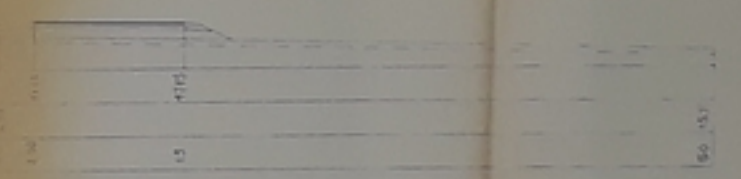
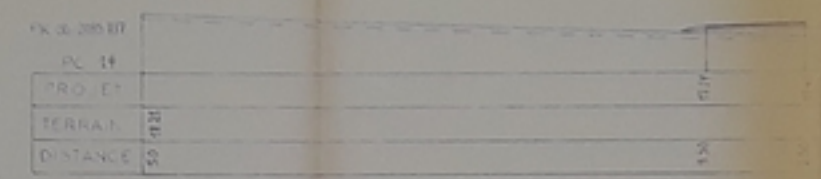
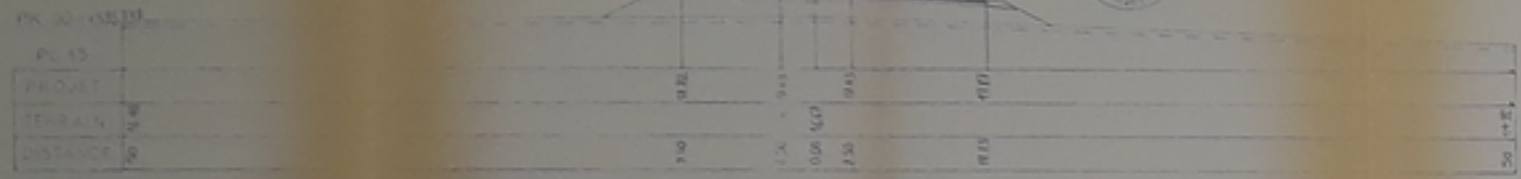
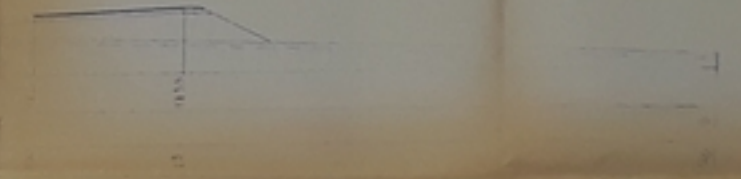
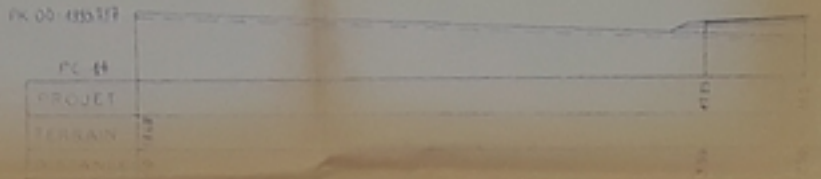
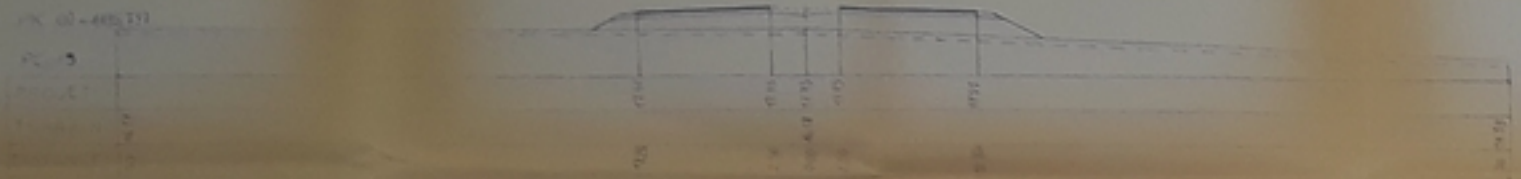
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
 REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
 ECOLE POLYTECHNIQUE D'EL HARRACH
PROJET DE FIN D'ETUDES
 WILAYA DE TIPAZA
ECHANGEUR COLONEL ABBES
 PROJET DE TRACERIE ET D'ALIGNEMENT
 ETUDES PRELIMINAIRES
 1962

PB 00452
-13-



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
 وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
 المعهد الوطني للتهيئة والتعمير
 PROJET DE FIN D'ETUDES
 WILAYA DE TIPAZA
 ECHANGEUR COLONEL ABBES
 TRAVAIL N° 10

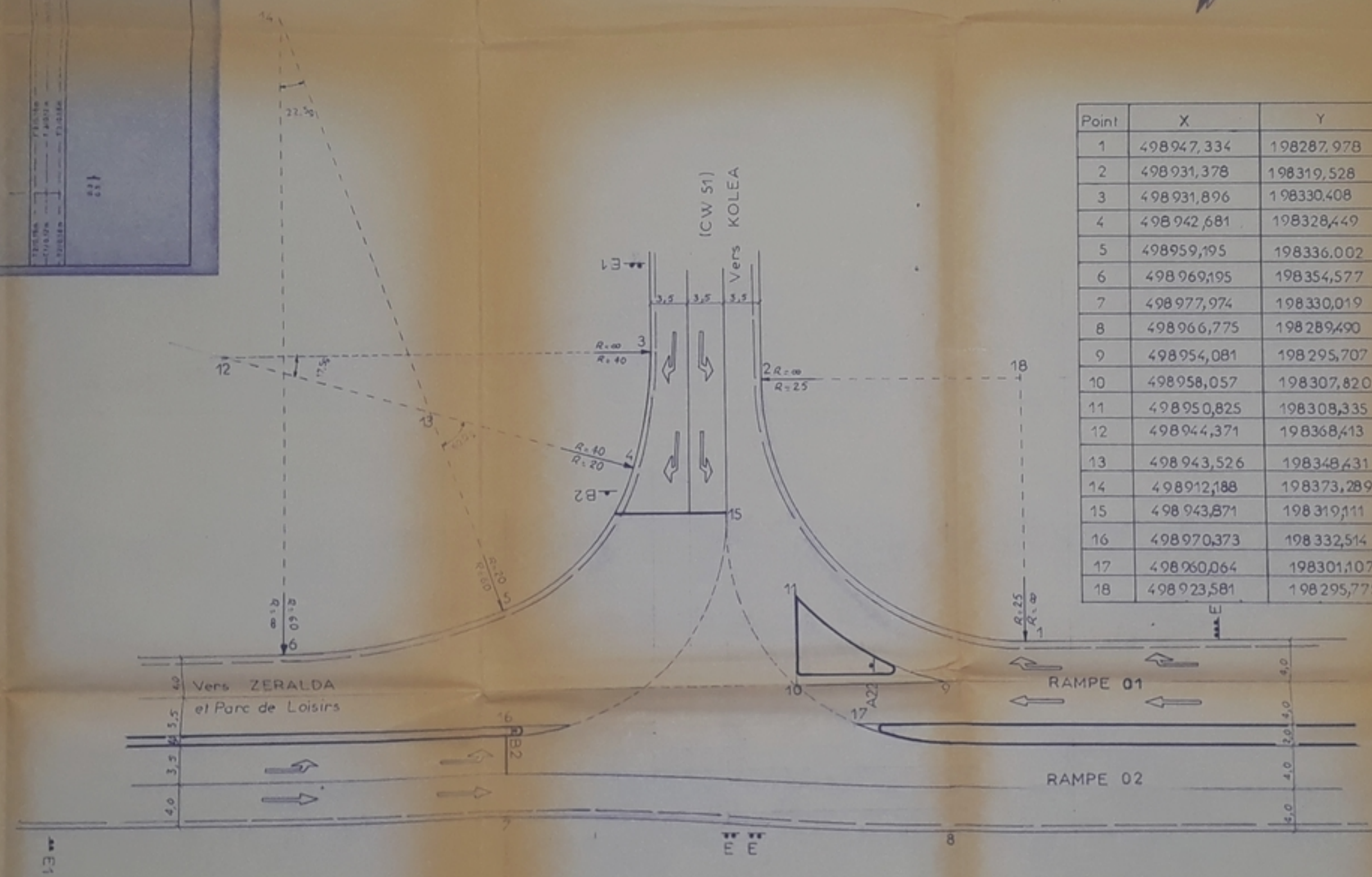
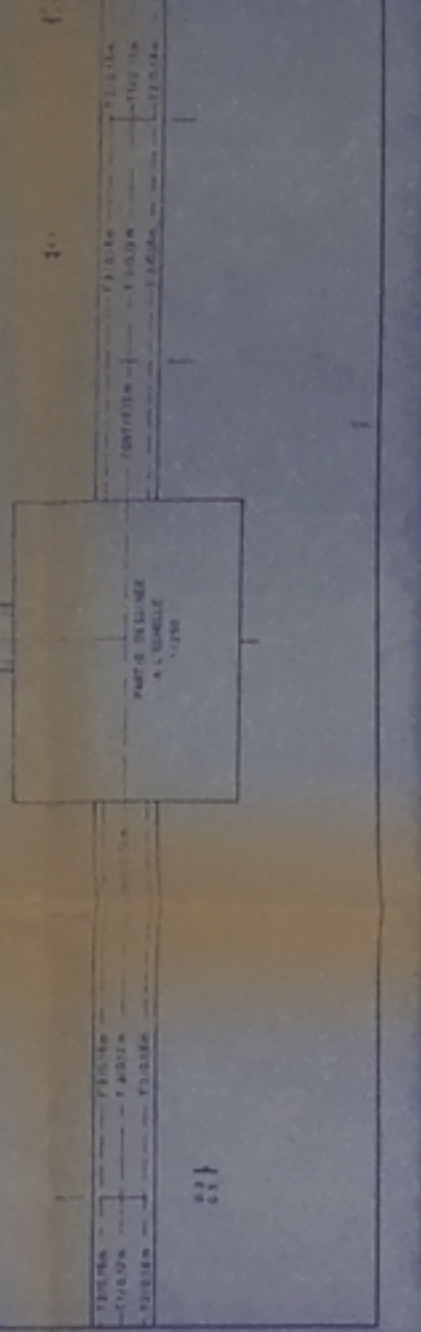
PB 00487



PB 00487
-10-

مدرسة الهندسة المعمارية
مدرسة الهندسة المعمارية
مدرسة الهندسة المعمارية
PROJET DE FIN D'ETUDES
WILAYA DE TIPAZA
ECHANGEUR COLONEL ABBES

SCHEMA DE SIGNALISATION
D'APPROCHE
SANS SIGNALIS

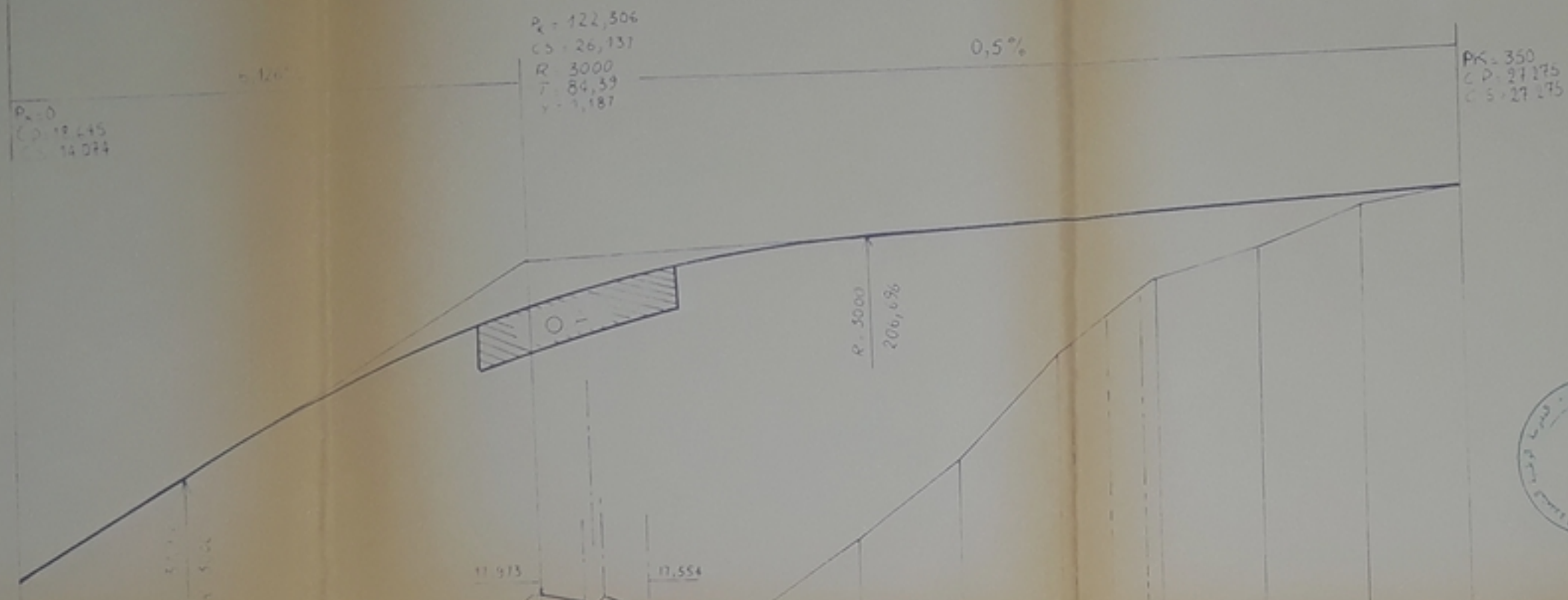


Point	X	Y
1	498947,334	198287,978
2	498931,378	198319,528
3	498931,896	198330,408
4	498942,681	198328,449
5	498959,195	198336,002
6	498969,195	198354,577
7	498977,974	198330,019
8	498966,775	198289,490
9	498954,081	198295,707
10	498958,057	198307,820
11	498950,825	198308,335
12	498944,371	198368,413
13	498943,526	198348,431
14	498912,188	198373,289
15	498943,871	198319,111
16	498970,373	198332,514
17	498960,064	198301,107
18	498923,581	198295,775

PB 004 77
.16.

جمهورية الجزائر الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
ECOLE POLYTECHNIQUE D'EL HARRACH
PROJET DE FIN D'ETUDES
WILAYA DE TIPAZA
ECHANGEUR COLONEL ABBES

CARREFOUR
SAETI
Société Algérienne d'Etudes et d'Ingénierie
10, Rue Abdou Samour, Algiers, ALGERIE



PC 10	Axe rampe 02 (bordant)	Axe commun	Axe rampe 01 (bordant)
	14,074	14,262	14,443
	18,145	18,331	18,517
	20,768	20,954	21,140
	21,464	21,650	21,836
100	24,129	24,315	24,501
125	24,95	25,136	25,322
150	25,759	25,941	26,127
175	26,232	26,414	26,600
200	26,517	26,699	26,885
225	26,650	26,832	27,018
250	26,715	26,897	27,083
275	26,800	26,982	27,168
300	27,025	27,207	27,393
325	27,150	27,332	27,518
350	27,275	27,457	27,643

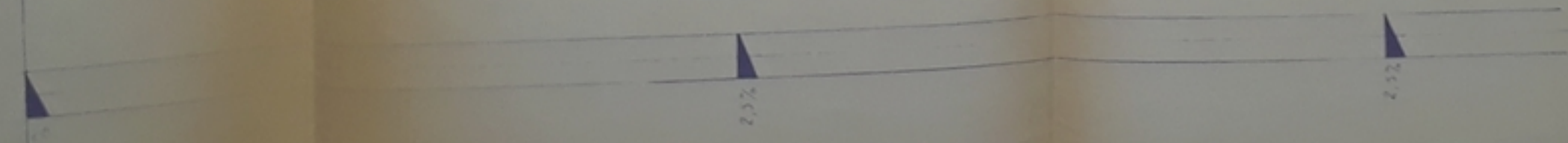
COTES DU PROJET
 COTES DU TERRAIN
 DISTANCES CUMUL.

COURBURE

DEVERS

L. 325

325

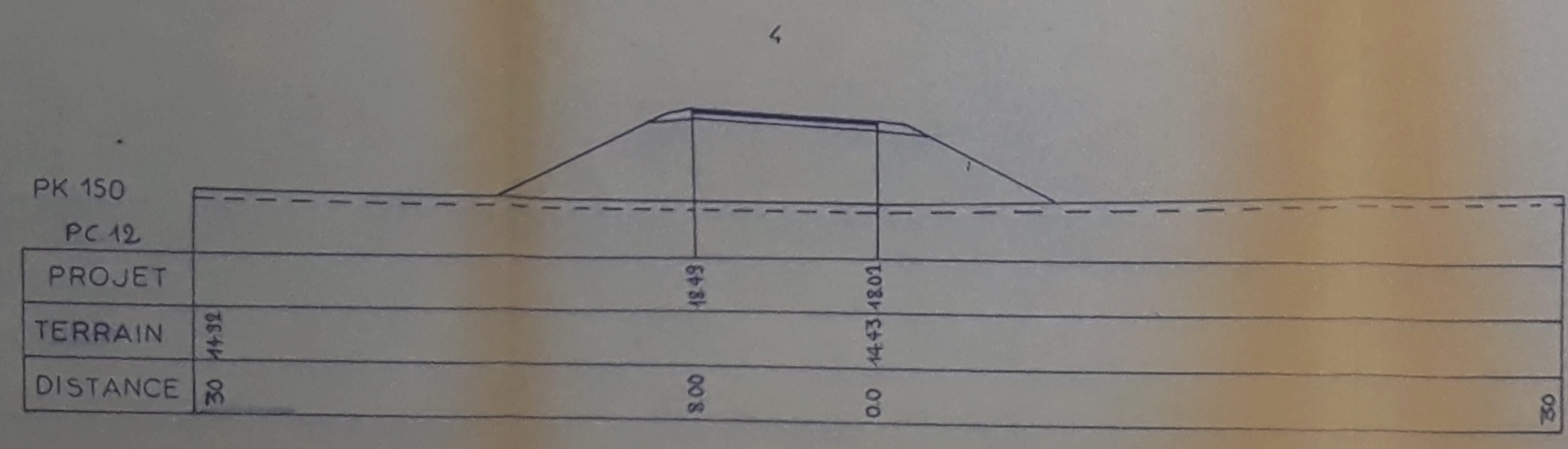
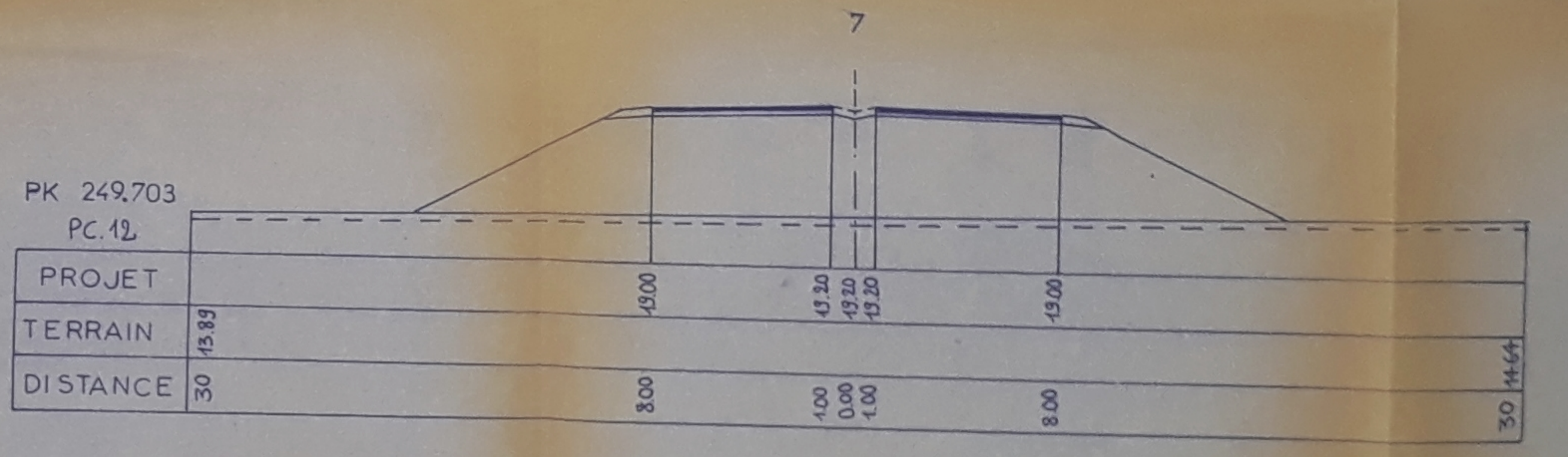
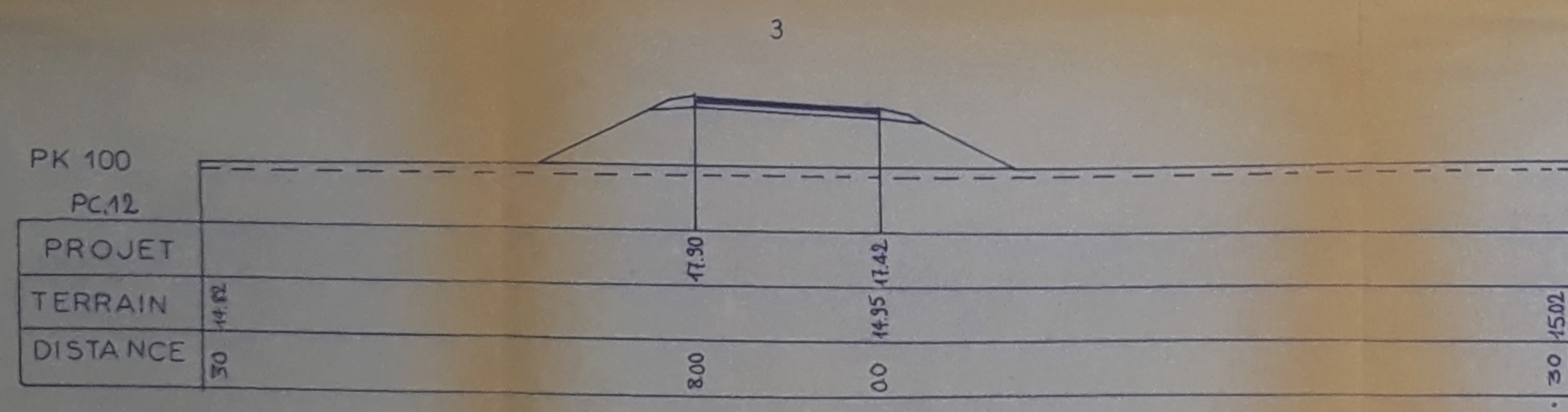
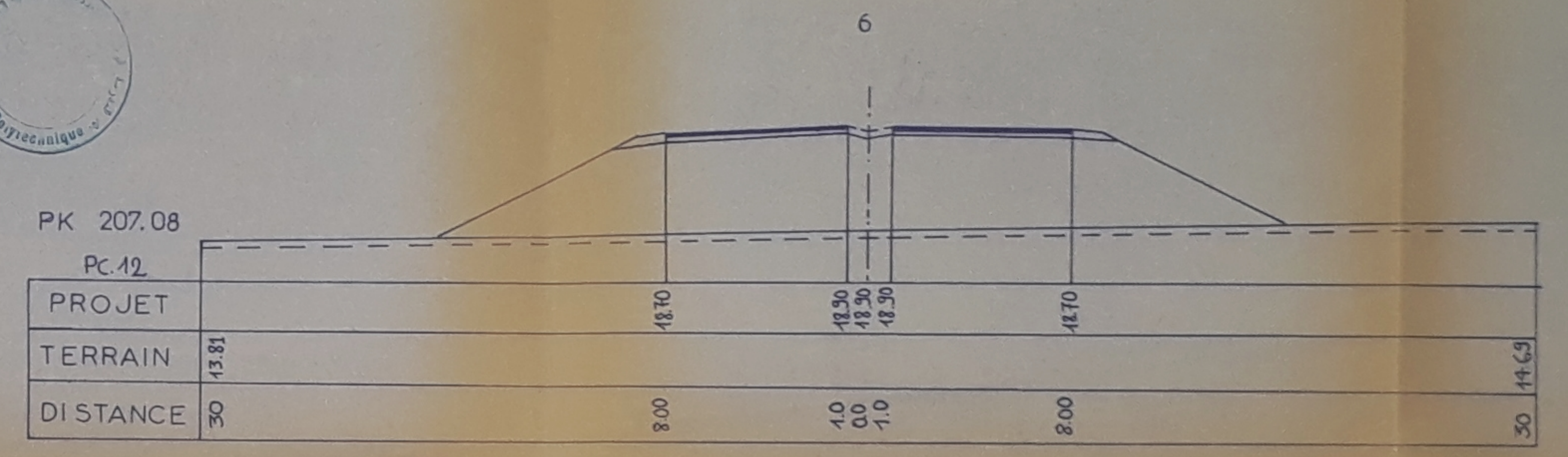
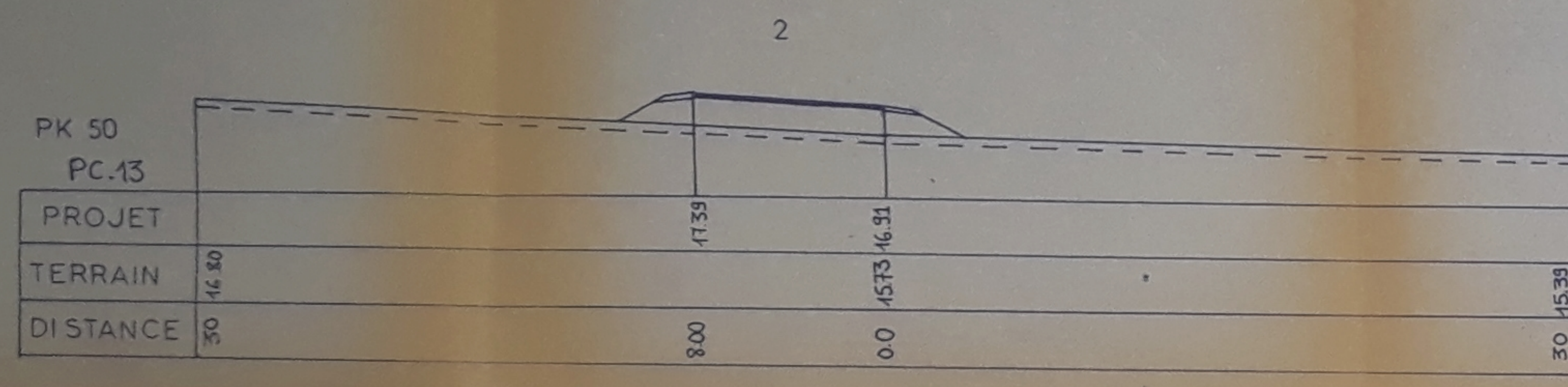
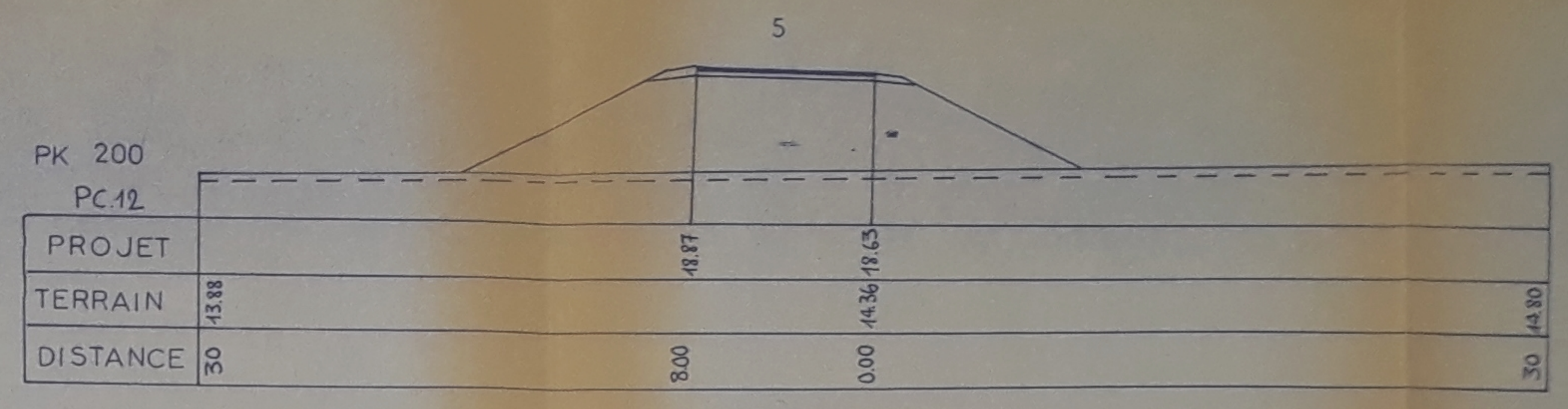
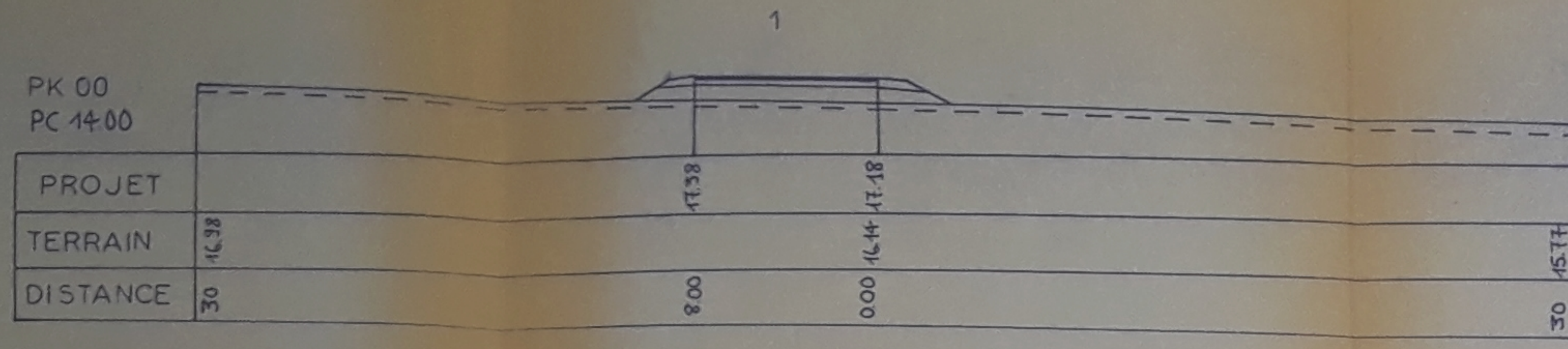


PB 00482
-17-

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
 REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET PEUPLE
 ECOLE POLYTECHNIQUE D'EL HARRACH
 PROJET DE FIN D'ETUDES
 WILAYA DE TIPAZA
 ECHANGEUR COLONEL ABBES

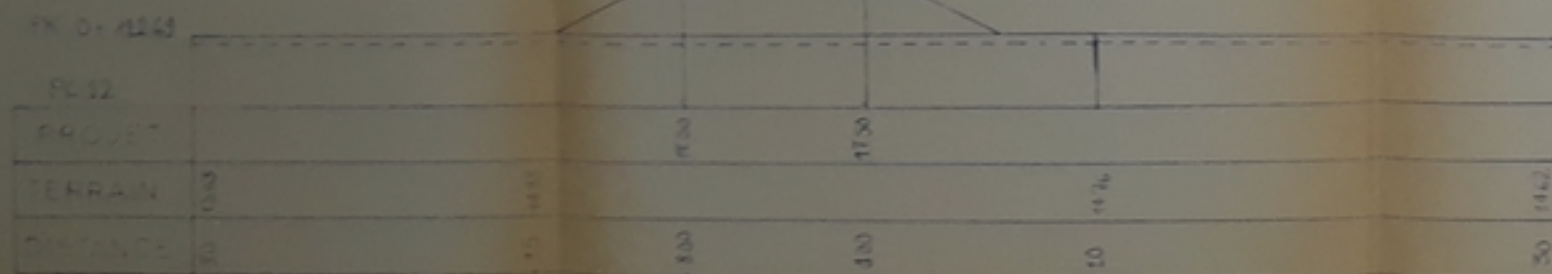
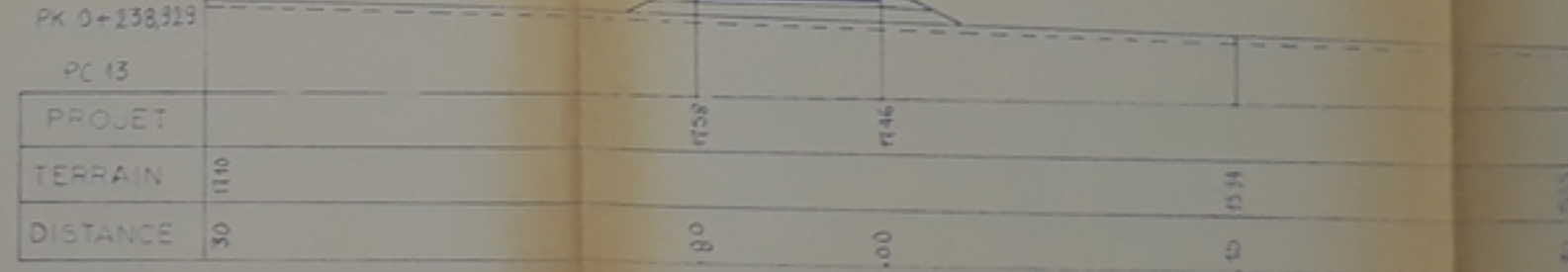
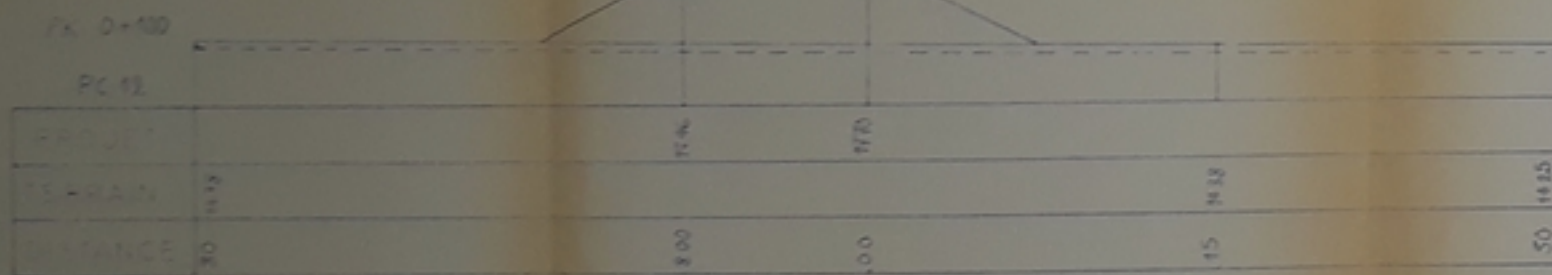
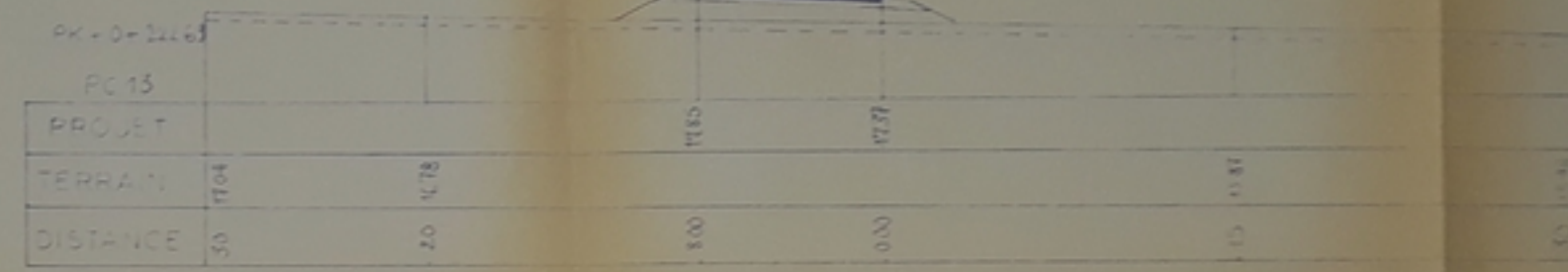
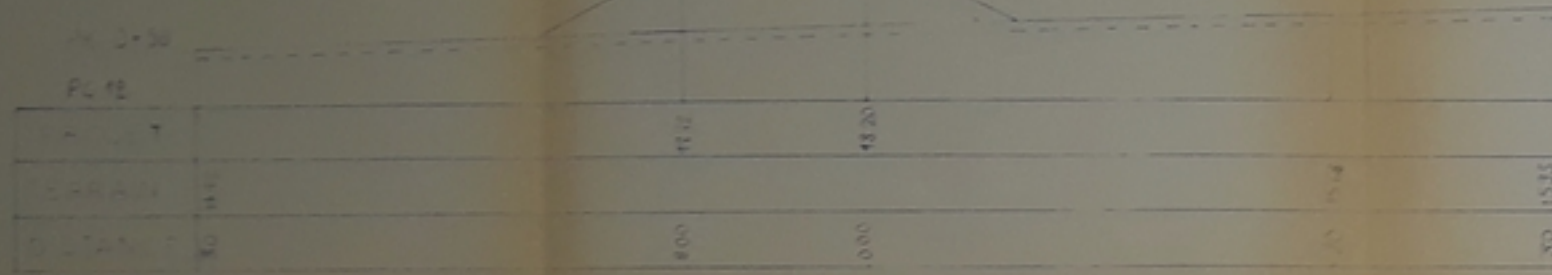
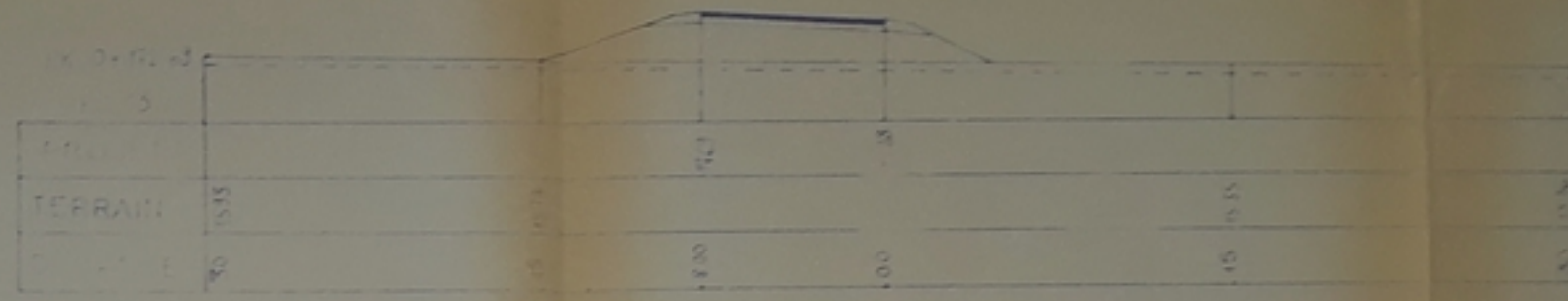
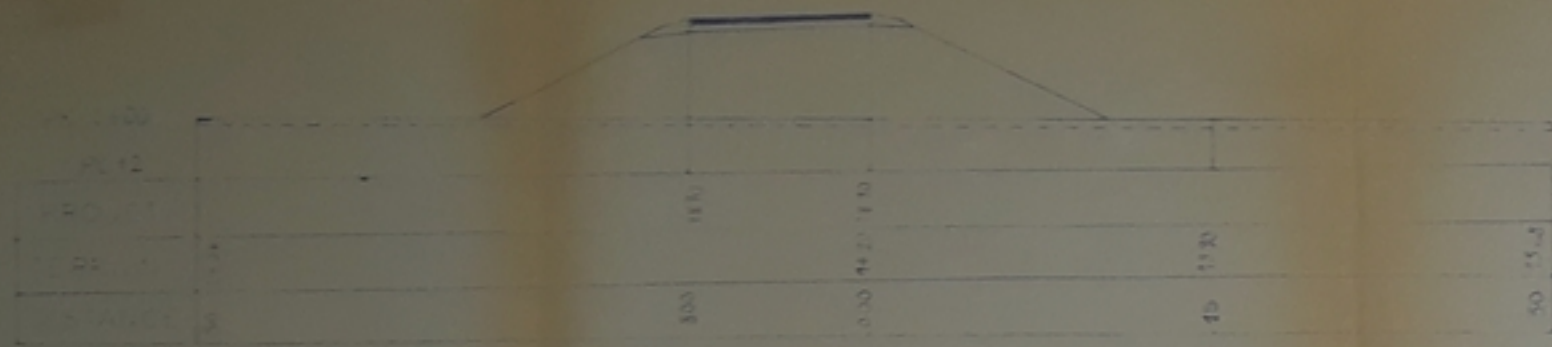
SAETI

Societe Algerienne d'Etudes d'Infrastructures
 48 Rue Amou Bakoum Hydro Alger



PB 00487
-12-

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
 REPUBLIC ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
 ECOLE POLYTECHNIQUE D'EL HARRACH
 PROJET DE FIN D'ETUDES
 WILAYA DE TIPAZA
 ECHANGEUR COLONEL ABBES
 PROJET EN TRAVERS RAMPE 01
 SOCIETE ALGERIENNE D'ETUDES D'INFRASTRUCTURES
 SAETI



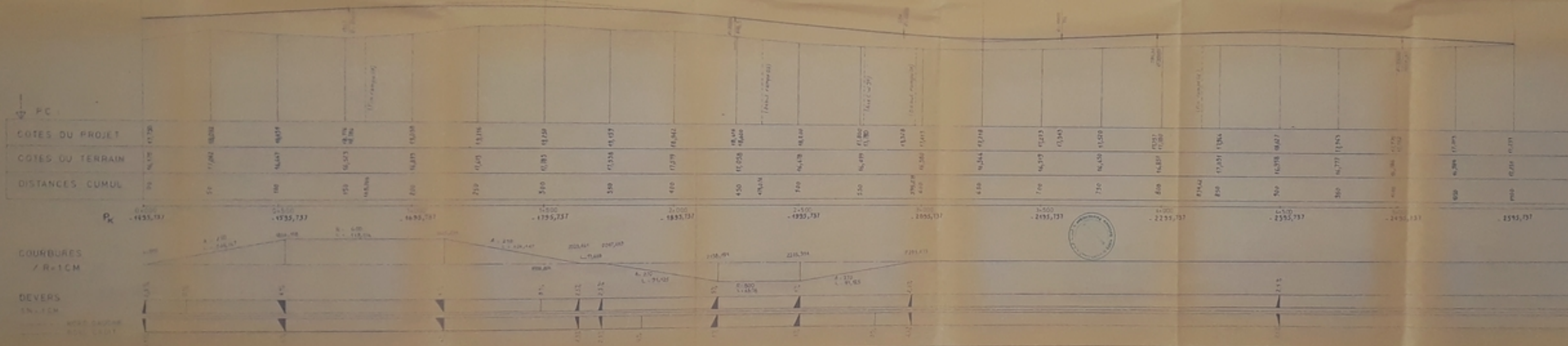
PB 004 37
-19-

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
 REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
 ECOLE POLYTECHNIQUE D'EL HARRACH
 PROJET DE FIN D'ETUDES
 WILAYA DE TIPAZA
 ECHANGEUR COLONEL ABBES
 UNITE EN TRAVERS RAMP 11
 SAETI
 Societe Algerienne d'Etudes d'Infrastructures
 47, Rue Amir Abdouhamid, ALGER

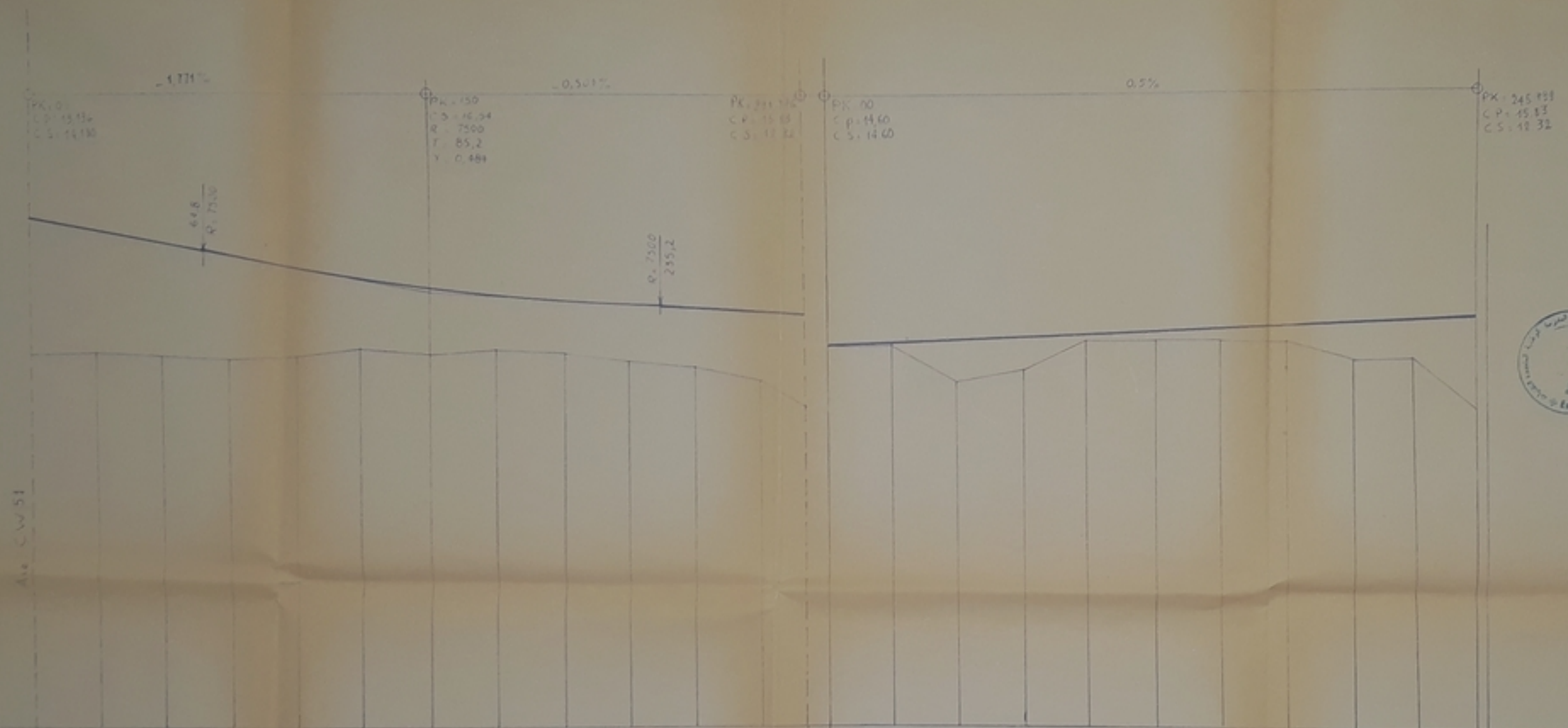
$T_1 = 15.8$
 $E = 0.000$
 $T_2 = 0.55$
 $T_3 = 0.30$
 $R_1 = 170.30$

$T_1 = 17$
 $E = 0.000$
 $T_2 = 0.55$
 $T_3 = 0.30$
 $R_1 = 165.33$

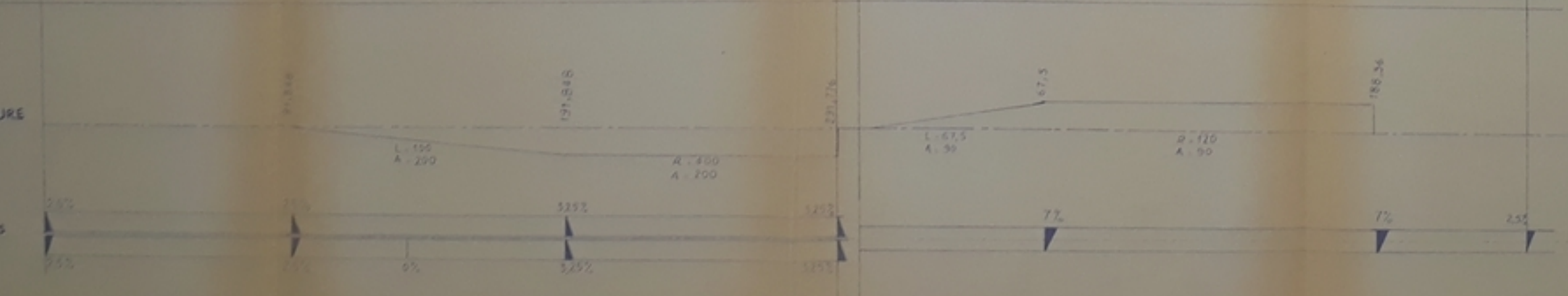
$T_1 = 18.5$
 $E = 0.000$
 $T_2 = 0.55$
 $T_3 = 0.30$
 $R_1 = 205.33$



مشروع الطرق
 PROJET DE ROUTES
 ETCHANGER COLONEL ABDES
 10



COTES DU PROJET	16.86	16.75	16.51	16.25	16.00	15.75	15.50	15.25	15.00	14.75	14.50	14.25	14.00	13.75	13.50	13.25	13.00	12.75	12.50	12.25	12.00	11.75	11.50	11.25	11.00	10.75	10.50	10.25	10.00	9.75	9.50	9.25	9.00	8.75	8.50	8.25	8.00	7.75	7.50	7.25	7.00	6.75	6.50	6.25	6.00	5.75	5.50	5.25	5.00	4.75	4.50	4.25	4.00	3.75	3.50	3.25	3.00	2.75	2.50	2.25	2.00	1.75	1.50	1.25	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
COTES DU TERRAIN	16.85	16.70	16.50	16.25	16.00	15.75	15.50	15.25	15.00	14.75	14.50	14.25	14.00	13.75	13.50	13.25	13.00	12.75	12.50	12.25	12.00	11.75	11.50	11.25	11.00	10.75	10.50	10.25	10.00	9.75	9.50	9.25	9.00	8.75	8.50	8.25	8.00	7.75	7.50	7.25	7.00	6.75	6.50	6.25	6.00	5.75	5.50	5.25	5.00	4.75	4.50	4.25	4.00	3.75	3.50	3.25	3.00	2.75	2.50	2.25	2.00	1.75	1.50	1.25	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
DISTANCES CUMUL	00	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800	825	850	875	900	925	950	975	1000	1025	1050	1075	1100	1125	1150	1175	1200	1225	1250	1275	1300	1325	1350	1375	1400	1425	1450	1475	1500	1525	1550	1575	1600	1625	1650	1675	1700	1725	1750	1775	1800	1825	1850	1875	1900	1925	1950	1975	2000	2025	2050	2075	2100	2125	2150	2175	2200	2225	2250	2275	2300	2325	2350	2375	2400	2425	2450	2475	2500	2525	2550	2575	2600	2625	2650	2675	2700	2725	2750	2775	2800	2825	2850	2875	2900	2925	2950	2975	3000	3025	3050	3075	3100	3125	3150	3175	3200	3225	3250	3275	3300	3325	3350	3375	3400	3425	3450	3475	3500	3525	3550	3575	3600	3625	3650	3675	3700	3725	3750	3775	3800	3825	3850	3875	3900	3925	3950	3975	4000	4025	4050	4075	4100	4125	4150	4175	4200	4225	4250	4275	4300	4325	4350	4375	4400	4425	4450	4475	4500	4525	4550	4575	4600	4625	4650	4675	4700	4725	4750	4775	4800	4825	4850	4875	4900	4925	4950	4975	5000	5025	5050	5075	5100	5125	5150	5175	5200	5225	5250	5275	5300	5325	5350	5375	5400	5425	5450	5475	5500	5525	5550	5575	5600	5625	5650	5675	5700	5725	5750	5775	5800	5825	5850	5875	5900	5925	5950	5975	6000	6025	6050	6075	6100	6125	6150	6175	6200	6225	6250	6275	6300	6325	6350	6375	6400	6425	6450	6475	6500	6525	6550	6575	6600	6625	6650	6675	6700	6725	6750	6775	6800	6825	6850	6875	6900	6925	6950	6975	7000	7025	7050	7075	7100	7125	7150	7175	7200	7225	7250	7275	7300	7325	7350	7375	7400	7425	7450	7475	7500	7525	7550	7575	7600	7625	7650	7675	7700	7725	7750	7775	7800	7825	7850	7875	7900	7925	7950	7975	8000	8025	8050	8075	8100	8125	8150	8175	8200	8225	8250	8275	8300	8325	8350	8375	8400	8425	8450	8475	8500	8525	8550	8575	8600	8625	8650	8675	8700	8725	8750	8775	8800	8825	8850	8875	8900	8925	8950	8975	9000	9025	9050	9075	9100	9125	9150	9175	9200	9225	9250	9275	9300	9325	9350	9375	9400	9425	9450	9475	9500	9525	9550	9575	9600	9625	9650	9675	9700	9725	9750	9775	9800	9825	9850	9875	9900	9925	9950	9975	10000



PB 004 S7
-21-

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
 REPUBLIQUE ALGERAINE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
 ECOLE POLYTECHNIQUE D'EL HARRACH
 PROJET DE FIN D'ETUDES
 WILAYA DE TIPAZA
 ECHANGEUR COLONEL ABDES
 DEPOSE EN LEGER DEVOIR EN AL ACCES