

Chapitre V

profil en long

V.1- Définition

Le profil en long d'une route est une ligne continue obtenue par l'exécution d'une coupe longitudinale fictive. Donc il exprime la variation de l'altitude de l'axe routier en fonction de l'abscisse curviligne.

Le but principal du profil en long est d'assurer pour le conducteur une continuité dans l'espace de la route afin de lui permettre de prévoir l'évolution du tracé et une bonne perception des points singuliers.

Le profil en long est toujours composé d'éléments de lignes droites raccordés par des cercles.

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

Dans ce paragraphe on va citer les règles qu'il faut les tenir en compte sauf dans des cas exceptionnels lors de la conception du profil en long. L'élaboration du tracé s'appuiera sur les règles suivantes :

- Respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par les règlements en vigueur.
- Eviter les angles rentrants en déblai, car il faut éviter la stagnation des eaux et assurer leur écoulement.
- Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai, qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage.
- Recherche un équilibre entre le volume des remblais et les volumes des déblais.
- Eviter une hauteur excessive en remblai.
- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long, la combinaison des alignements et des courbes en profil en long doit obéir à des certaines règles notamment.
- Eviter les lignes brisées constituées par de nombreux segments de pentes voisines, les remplacer par un cercle unique, ou une combinaison de cercles et arcs à courbures progressives de très grand rayon.
- Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique.
- Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage.

Chapitre V

profil en long

V.3- Coordination du tracé en plan et profil en long

Il faut signaler toute fois et dès maintenant qu'il ne faut pas séparer l'étude de profil en long de celle du tracé en plan. On devra s'assurer que les inflexions en plan et en profil en long se combinent sans porter des perturbations sur la sécurité ou le confort des usagers.

Et pour assurer ces derniers objectifs on respecte les conditions suivantes :

- Associer un profil en long concave, même légèrement, à un rayon en plan impliquant un dégagement latéral important.
- Faire coïncider les courbes horizontales et verticales, puis respecter la condition : $R_{\text{vertical}} > 6 R_{\text{horizontal}}$ pour éviter un défaut d'inflexion.
- Supprimer les pertes de tracé dans la mesure ou une telle disposition n'entraîne pas de coût sensible, lorsqu'elle ne peuvent être évitées, on fait réapparaître la chaussée à une distance de 500 m au moins, créant une perte de tracé suffisamment franche pour prévenir les perception trompeuses.

V.4- Déclivités

La construction du profil en long doit tenir compte de plusieurs contraintes. La pente doit être limitée pour des raisons de sécurité (freinage en descente !) et de confort (puissance des véhicules en rampe).

Autrement dit la déclivité est la tangente de l'angle que fait le profil en long avec l'horizontal. Elle prend le nom de pente pour les descentes et rampe pour les montées.

V.4.1- Déclivité minimum

La stagnation des eaux sur une chaussée étant très préjudiciable à sa conservation et à la sécurité, donc Il est conseillé d'éviter les pentes inférieures à 1% et surtout celle inférieure à 0.5 %, pour éviter la stagnation des eaux.

V.4.2- Déclivité maximum

Il est recommandable d'éviter La déclivité maximum qui dépend de :

- Condition d'adhérence
- Vitesse minimum de PL
- Condition économique

La pente maximum du projet sera inférieure ou égale à ($i_{\text{max}} = 4\%$) dans le franchissement de la côtère.

Nota :

Chapitre V

profil en long

Selon le B40 on a

Tab.11. Variation de la pente maximale en fonction de la vitesse de base

V_r Km/h	40	60	80	100	120	140
I_{max} %	8	7	6	5	4	4

Pour notre cas la vitesse $V_r=120$ Km/h donc la pente maximale $I_{max}=4\%$.

V.5- Raccordements en profil en long :

Deux déclivités de sens contraire doivent se raccorder en profil en long par une courbe .le rayon de raccordement et la courbe choisie doivent assurer le confort des usagers et la visibilité satisfaisante.

Et on distingue deux types de raccordements :

V.5.1- raccordement convexes (angle saillant)

Les rayons minimums admissibles des raccordements paraboliques en angles saillants, sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'œil humain, des obstacles et des distances d'arrêt et de visibilité.

Leur conception doit satisfaire à la condition :

- ✓ Condition de confort.
- ✓ Condition de visibilité.

V.5.1.1- Condition de confort

Lorsque le profil en long comporte une forte courbure de raccordement, les véhicules sont soumis à une accélération verticale insupportable, qu'elle est limitée à « $g/40$ (cat 1-2) et $g/30$ (3-4-5) », le rayon de raccordement à retenir sera donc égal à :

$$V^2/R_v < g/40 \text{ avec } g = 10 \text{ m/s}^2 \text{ et } v = V/3.6$$

$$\text{D'ou : } R_v = 0.3 V^2 \text{ (cat 1-2)}$$

Chapitre V

profil en long

V.5.1.2- Condition de visibilité

Une considération essentielle pour la détermination du profil en long est l'obtention d'une visibilité satisfaisante.

Il faut deux véhicules circulant en sens opposés puissent s'apercevoir à une distance double de la distance d'arrêt au minimum.

Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante :

$$R_v \geq \frac{d^2}{2(h_a + h_g + 2\sqrt{h_a h_g})}$$

d : Distance de visibilité nécessaire (m)

h_a : Hauteur de l'œil au dessus de la chaussée = 1.10m

h_g : Hauteur de l'obstacle = 1.20m

Les rayons assurant ces deux conditions sont données pour les normes en fonction de la vitesse de base $V_r = 120$ km/h et pour la catégorie l'on à :

Tab.12.valeurs des rayons verticaux

Rayon	symbole	Valeur (m)
Min-absolu	R_{vM}	12000
Min-normal	R_{vN}	18000
Dépassement	R_{vd}	30000

V.5.2- Raccordement concave (angle rentrant)

Dans le cas de raccordement dans les points bas, la visibilité du jour n'est pas déterminante, plutôt c'est pendant la nuit qu'on doit s'assurer que les phares du véhicule devront éclairer un tronçon suffisamment long pour que le conducteur puisse percevoir un obstacle, la visibilité est assurée pour un rayon satisfaisant la relation :

$$R'_v = \frac{d_1^2}{(1.5 + 0.035d_1)}$$

Pour une vitesse $V_r = 120$ Km/h et catégorie 1 on a le tableau suivant :

Tab.13.valeurs des rayons verticaux (concaves)

Rayon	Symbole	Valeur (m)
Min-absolu	R'_{vm}	4200
Min-normal	R'_{vn}	6000

Chapitre V

profil en long

V.6- Détermination pratique du profil en long

Dans les études des projets, on assimile l'équation du cercle :

$$X^2 + Y^2 - 2RY = 0$$

À l'équation de la parabole

$$X^2 - 2RY = 0 \Rightarrow Y = X^2/2R$$

Pratiquement, le calcul des raccords se fait de la façon suivante :

- ✓ Donnée les coordonnées (abscisse, altitude) les points A, D.
- ✓ Donnée la pente P_1 de la droite (AS).
- ✓ Donnée la pente P_2 de la droite (DS).
- ✓ Donnée le rayon R.

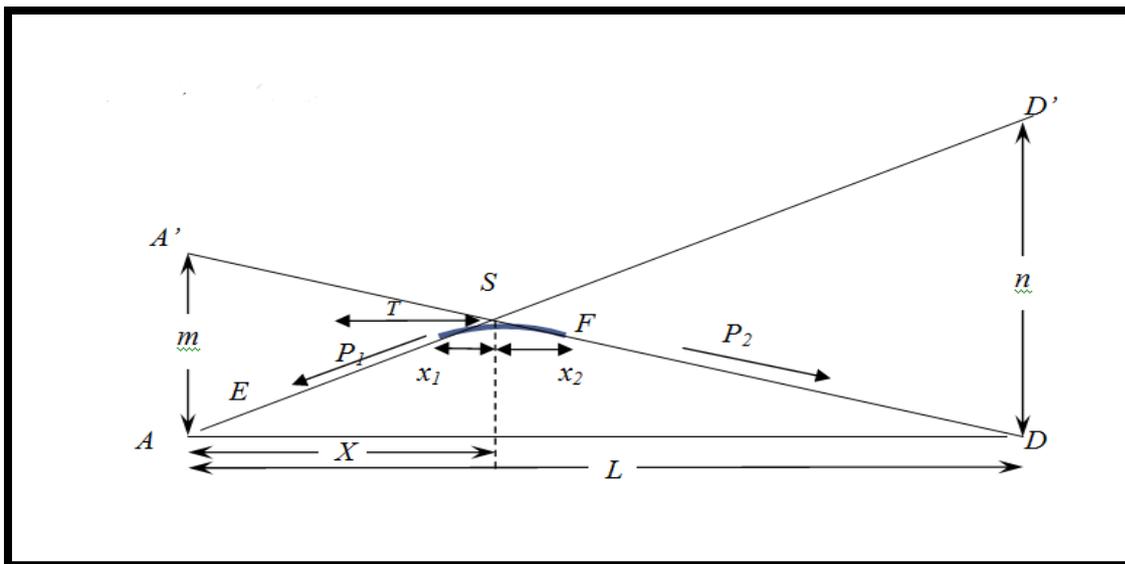


Fig.8. Détermination pratique du profil en long

V.6.1- Détermination de la position du point de rencontre (s)

$$Z_{A'} = Z_A + L \cdot P_2 \quad , \quad m = Z_{A'} - Z_A$$

$$Z_{D'} = Z_D + L \cdot P_1 \quad , \quad n = Z_{D'} - Z_D$$

Les deux triangles SAA' et SDD' sont semblables donc :

$$\frac{m}{n} = \frac{x}{L-x} \Rightarrow x = \frac{m \times L}{m+n}$$

Chapitre V

profil en long

$$\begin{cases} X_s = x + x_A \\ Z_s = P_1 \cdot x + z_A \end{cases}$$

V.6.2- Calcul de la tangente

$$T = \frac{R}{2} |P_1 - P_2|$$

On prend (+) pour les rampes et (-) pour les pentes.

La tangente (T) permet de positionner les pentes de tangentes B et C

$$E \quad F \quad \begin{cases} X_E = x_s - T \\ Z_E = Z_s - T \cdot P_1 \end{cases} \quad \begin{cases} X_F = x_s + T \\ Z_F = Z_s + T \cdot P_1 \end{cases}$$

V.6.3- Projection horizontale de la longueur de raccordement

$$LR = 2T$$

V.6.4- Calcul de la flèche

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

V.6.5- Calcul de la flèche et altitude d'un point courant M sur la courbe

$$M \quad \begin{cases} H_M = \frac{x^2}{2R} \\ Z_m = Z_E + X \cdot P_1 - \frac{x^2}{2R} \end{cases}$$

V.6.6- Calcul des coordonnées du sommet de la courbe

Le point J correspond au point le plus haut de la tangente horizontale.

$$J \quad \begin{cases} X_J = X_E + R \cdot P_1 \\ Z_m = Z_E + X_1 \cdot P_1 - \frac{X_1^2}{2R} \end{cases}$$

Avec : $X_1 = R \cdot P_1$

$$X_2 = R \cdot P_2$$

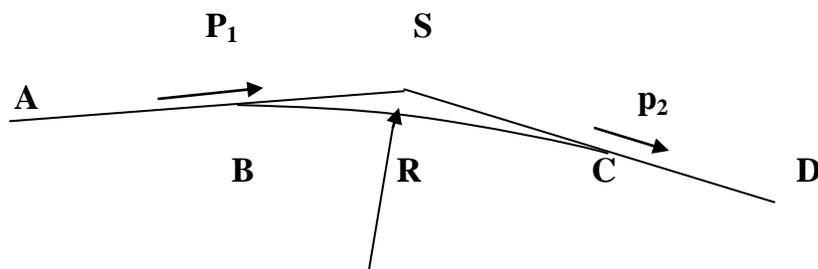
Chapitre V

profil en long

Dans le cas des pentes de même sens le point est en dehors de la ligne de projet et ne présente aucun intérêt. Par contre dans le cas des pentes de sens contraire, la connaissance du point (J) est intéressante en particulier pour l'assainissement en zone de déblai, le partage des eaux de ruissellement se fait à partir du point (J), c'est-à-dire les pentes des fossés descendants dans les sens (J) vers (A) et (D).

V.7- Exemple de calcul de profil en long

Cas d'un raccordement convexes



$$R=101767.25 \text{ m}$$

$$A : \begin{cases} S_A = 333199.76 \text{ m} \\ Z_A = 1037.773 \text{ m} \end{cases}$$

$$S : \begin{cases} S_S = 333603.10 \text{ m} \\ Z_S = 1037.46 \text{ m} \end{cases}$$

$$D : \begin{cases} S_D = 33411.83 \text{ m} \\ Z_D = 1031.715 \text{ m} \end{cases}$$

Chapitre V

profil en long

Calcul des pentes:

$$\begin{aligned} p_1 &= |(Z_S - Z_A)/(S_S - S_A)| \\ &= |(1037.46 - 1037.773)/(333603.10 - 333199.76)| \\ &= 0.77\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} p_2 &= |(Z_S - Z_D)/(S_S - S_D)| \\ &= |(1037.46 - 1031.715)/(333603.10 - 334111.83)| \\ &= 0.19\% \end{aligned}$$

Calcul des tangents:

$$T = (|p_1| + |p_2|) \times \frac{R}{2} = (|0.77| + |0.19|) \times \frac{101767.25}{2} = 48848.28 \text{ m}$$

Calcul des fleches

$$H = \frac{T^2}{2R} = \frac{48848.28^2}{2 \times 101767.25} = 11723.58 \text{ m}$$

Calcul des coordonnées des points de tangents

Calcul des coordonnées du point B

$$\left\{ \begin{array}{l} S_B = S_S - T = 333603.10 - 48848.28 = 284754.82 \text{ m} \\ Z_B = Z_S - T \times |p_1\%| = 1037.46 - 48848.28 \times 0.77 = -36575.71 \text{ m} \end{array} \right.$$

Calcul des coordonnées du point C

$$\left\{ \begin{array}{l} S_C = S_S + T = 333603.10 + 48848.28 = 382451.38 \text{ m} \\ Z_C = Z_S - T \times |p_2\%| = 1037.46 - 48848.28 \times 0.19 = -8243.71 \text{ m} \end{array} \right.$$

Calcul de la longueur de la courbe

$$L = 2 \times T = 2 \times 48848.28 = 97696.56 \text{ m}$$

Chapitre V
profil en long

Chapitre V
profil en long
