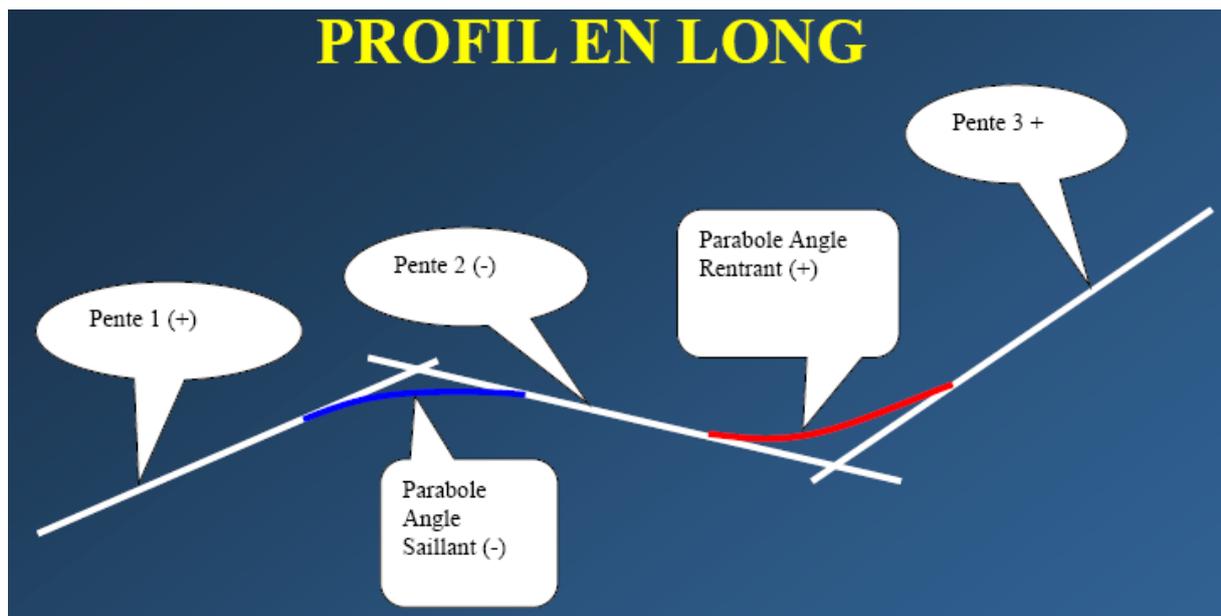


Cours de Route



Année : 2021-2022

PROFIL EN LONG

1. Introduction

Le profil en long est une coupe verticale passant par l'axe de la route, dans le cas des autoroutes, dont les deux chaussées unidirectionnelles sont séparées par un terre-plein central, le profil en long déterminant est une coupe par le milieu du terre plein. Si les deux chaussées ne sont pas symétriques, on considèrera chacune d'elles indépendamment avec son propre profil en long, placé au milieu de chaque chaussée. Il est constitué en général d'une sécession d'alignements raccordés par des courbes circulaires.

2. Éléments géométriques du profil en long

Le profil en long comprend :

- Les lignes droites (déclivités).
- Les arcs de cercle tangents aux droites, constituant les raccordements verticaux (convexes et concaves).

Les droites ascendantes sont appelées (rampes), et celles descendantes (pentes). Rampes et pentes constituent les déclivités. Exprimées en pourcentage avec (+) rampes et (-) pentes.

Changement de déclivité : m = différence de deux déclivités successives munies de leur signe.

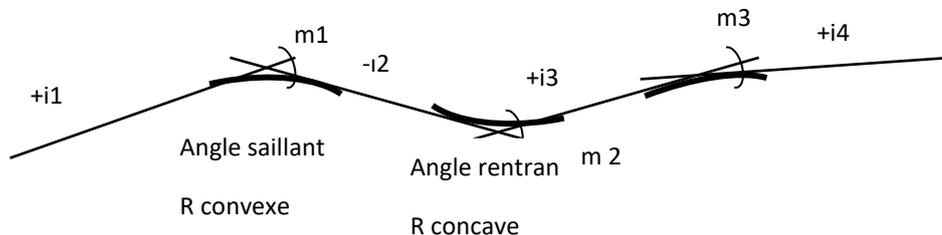


Figure 1 : éléments géométriques du profil en long

$$m1 = i1 + i2 > 0$$

$$m2 = -i2 - i3 < 0$$

$$m3 = i3 - i4 < \text{ou} > 0$$

3. Déclivités

3.1. Déclivité minimum

Les tronçons de route absolument horizontaux (en palier) sont si possibles à éviter, pour la raison de l'écoulement des eaux pluviales.

i min = 0.5%, de préférence 1%

3.2. Déclivité maximum

La déclivité max dépend de l'adhérence pneu et chaussée, ainsi que la réduction de vitesse qu'elle provoque se dernier concerne les poids lourds (PL).

Le choix de la rampe se fera à la base de deux conditions suivante :

- La longueur ne doit pas dépasser celle maximale garantissant la vitesse minimale des poids lourds (voir figure 2. Diagramme courbe accélération-décélération) permet de déterminer cette longueur maximale admissible.
- La rampe doit être inférieure à une valeur maximale associée au niveau de service selon le tableau 1 B40.

Tableau 1 : valeur max des rampes en fonction de l'environnement et cat

	E1	E2	E3
Cat 1-2	4%	5%	6%
Cat 3	5%	6%	7%
Cat 4-5	6%	7%	8%

3.4 Déclivités pratique maxima

En ce qui concerne le comportement des poids lourds, les rampes à choisir doivent permettre aux PL de circuler à la vitesse minimum suivante :

- Sur toute les routes ordinaire : $V_{min}=V_B/3$
- Exceptionnellement sur autoroutes : $V_{min}=V_B/2$

4. Raccordement verticaux

Les changements de déclivités se font par l'intermédiaire d'un raccordement circulaire de grand rayon, tangent aux déclivités de part et d'autre.

On distingue les raccords verticaux convexes et concaves.

1.1. Rayon minimum en angle saillant (raccordement convexe)

Dans ce cas les conditions de visibilité sont prépondérantes, car l'accélération radiale agit en sens inverse de la pesanteur, selon qu'il s'agit d'une chaussée à sens unique ou deux sens de circulation il faudrait assurer au conducteur la distance de manœuvre de dépassement ou d'arrêt.

Connaissant la longueur de visibilité d , on calcule RV minimum. Les déclivités de part et d'autre du dos-d'âne sont données par le projet.

1-rayon minimum absolu : RV_m

d : distance de visibilité nécessaire = d_1 distance d'arrêt (chaussée unidirectionnelle)

= d_{md} distance de manœuvre de dépassement (chaussée bidirectionnelle).

RV : rayon du cercle de raccordement

h_0 : hauteur de l'œil = 1.10m

h_1 : hauteur de l'obstacle=0.10-0.20m

$$d=d_1+d_2$$

$$RV^2+d_1^2=(RV+h_0)^2 \quad \text{donc } d_1=\sqrt{2RV \times h_0}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} h_0^2 \text{ petit donc } h_0^2 \rightarrow 0 \\ h_1^2 \text{ petit donc } h_1^2 \rightarrow 0 \end{array} \right.$$

$$\text{Et } d_2 = \sqrt{2RV \times h_1}$$

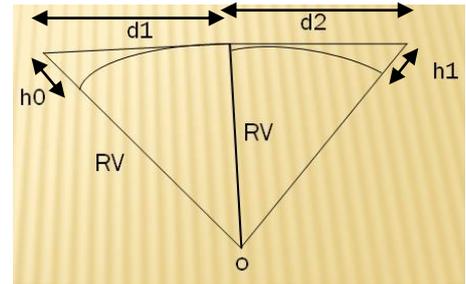
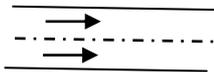


figure 2. Raccordement convexe

$$RVm = \frac{d^2}{2(\sqrt{h_0} + \sqrt{h_1})^2}$$

a) Pour les chaussées unidirectionnelles



Cat(1-2), $h_0=1.10\text{m}$, $h_1=0.15\text{m}$:

➤ Le rayon minimal absolu $RVm_1=RV(d_1)= 0.24d_1^2$ pour $V=V_B$

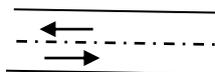
Cat (3-4-5), $h_0=1.10\text{m}$, $h_1=0.20\text{m}$:

➤ Le rayon minimal absolu $RVm_1=RV(d_1)= 0.22d_1^2$ pour $V=V_B$

➤ Le rayon minimal normal $RVN_1=RV(d_1)$ pour $V=V_B+20\text{km/h}$

Ou $RVN_1(VB)=RVm_1(VB+20)$

b) Pour les chaussées bidirectionnelles



$$RVm_2 = \frac{dmd^2}{2(\sqrt{h_0} + \sqrt{h_1})^2}$$

Cat (1-2), $h_0=1.10\text{m}$, $h_1=1.20\text{m}$

➤ Le rayon minimal absolu $RVm_2=RV(dmd)= 0.11dmd^2$ pour $V=V_B$

Cat (3-4-5), $h_0=1.10\text{m}$, $h_1=1.20$

$RVm_2=80\%RVm_2(\text{cat 1-2})=0.09 dmd^2$

➤ Le rayon minimal normal $RVN_2= RVm_2(dmd)$ pour $V=V_B+20\text{km/h}$ (avec un plafond de 120 km/h).

Le rayon assurant la distance de visibilité de dépassement d_{vd}

Pour les chaussées bidirectionnelles, on définit un rayon assurant la distance de visibilité de dépassement minimal (courte) notée RVD, ce rayon assuré pour un œil placé à 1.10m de hauteur et un véhicule adverse de 1.20m de hauteur, une distance de visibilité normale de dépassement.

$$RVD = \frac{dm^2}{2(\sqrt{h_0} + \sqrt{h_1})^2}$$

dm : distance de visibilité de dépassement normale.

Cat(1-2) : $h_0=1.10m$, $h_1=1.20m$: $RVD=0.11dm^2$

Cat(3-4-5): $RVD=80\%RVD(\text{cat } 1-2) =0.09dm^2$

2. Rayon en angle rentrant (Raccordement concave)

Dans ce cas les conditions de confort sont prépondérantes, il a été montré que l'utilisateur peut tolérer des accélérations ne dépassant pas ($1.2 \text{ m/s}^2 = g/8$). Il y a problème de visibilité de nuit pour les routes non éclairées.

La distance de visibilité dans ce cas est égale à la distance d'arrêt d_1 , les véhicules venant en sens inverse étant bien visible de nuit.

La norme algérienne retient un rayon minimal en angle rentrant $R'V$ assure :

- Pour les catégories (1-2) $V \leq 80 \text{ km/h}$ et $V \leq 60 \text{ km/h}$ (cat 3-4-5) la vision dans un faisceau de phare d'axe horizontal situé à 0.75m de hauteur, d'un objet situé à la distance d'arrêt d_1 figure 3. Cette condition s'exprime par la relation :

$$R'Vm = \frac{d_1^2}{0.035d_1 + 1.5}$$

d : distance de visibilité= distance d'arrêt d_1

$R'V$: rayon minimal du cercle de raccordement

h : hauteur des phares=0.75m

m : changement de déclivité $m=-i_1-i_2$ en %

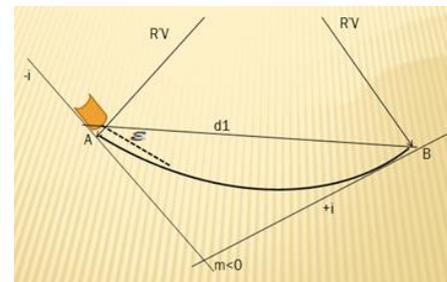


figure 3. Raccordement concave

- Pour $V > 80 \text{ km/h}$ en (cat 1-2) et $V > 60 \text{ km/h}$ en (cat 3-4-5), $R'V$ se détermine à partir de la condition de confort, dans ce cas on limite l'accélération verticale à $g/40$ en cat(1-2) et à $g/30$ en cat(3-4-5).

- En cat(1-2) : $\frac{v^2}{R} = \frac{g}{40} \Rightarrow R'Vm = \frac{40v^2}{3.6^2g} = 0.3V_B^2$ (V en km/h)
- En cat(3-4-5) : $\frac{v^2}{R} = \frac{g}{30} \Rightarrow R'Vm = 0.23V_B^2$

Les rayons minimaux normaux en angle rentrant sont obtenus par application de la relation suivante :

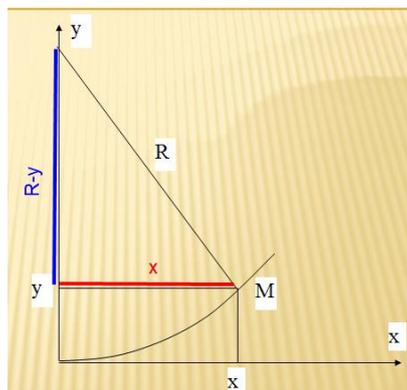
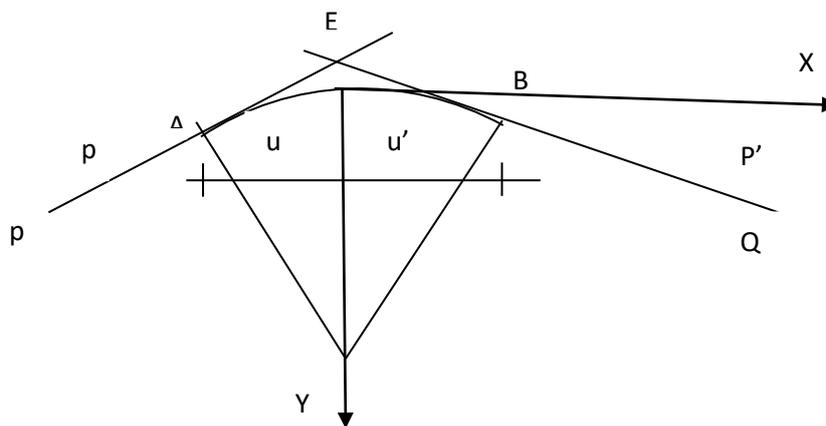
$$R'VN(V_B) = R'Vm(V_B + 20)$$

6. Construction du tracé de raccordement

Pour les routes de grande importance on remplace la courbe circulaire par une courbe parabolique pour faciliter les calculs.

1/raccordement parabolique :

Le profil en long est constitué de pentes et rampes raccordées entre elles par des paraboles.



L'arc de cercle semble la courbe la plus simple à utiliser, dans le repère x,y dont l'origine est sur la tangente horizontale l'équation du cercle s'écrit :

$$x^2 + (R-y)^2 = R^2$$

En développant et en simplifiant on obtient dans les raccordements routiers R est très grand toujours supérieur à 800 m

y^2 est négligeable devant x^2

La courbe devient une parabole $y = x^2 / 2R$

2. Détermination de la position du point de rencontre E des deux droites (PE) et (QE).

L'équation de (PE) : $\frac{y_E - y_p}{x_E - x_p} = p$ donc : $y_E = px_E - px_p + y_p$(1)

L'équation de (QE) : $\frac{y_E - y_Q}{x_E - x_Q} = p'$ donc : $y_E = p'x_E - p'x_Q + y_Q$(2)

Puisque E appartient aux deux droites (PE) et (QE) on aura (1)=(2) on tire x_E ensuite y_E à partir du système d'équation.

3. détermination des points de tangence A et B.

Les déclivités sont très faibles et le rayon est très grand. On peut faire les approximations suivantes. $u = u' = \frac{R}{2} (|p| \pm |p'|)$

On prendra comme convention (+) si les déclivités sont de sens contraires (une pente et une rampe), (-) si les déclivités sont de même sens (deux pentes ou deux rampes).

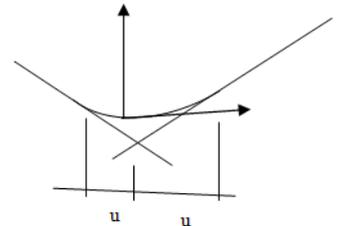
Dans la figure si- dessus on aura :

$$x_A = x_E - u$$

$$x_B = x_E + u'$$

$$A \in (PE) \text{ donc : } y_A = px_A + y_p - px_p$$

$$B \in (QE) \text{ donc : } y_B = p'x_B + y_Q - p'x_Q$$



5. détermination des coordonnées du sommet S de la parabole

On aura dans ce cas plusieurs variantes :

Cas (a) : $P < 0$ et $P' > 0$

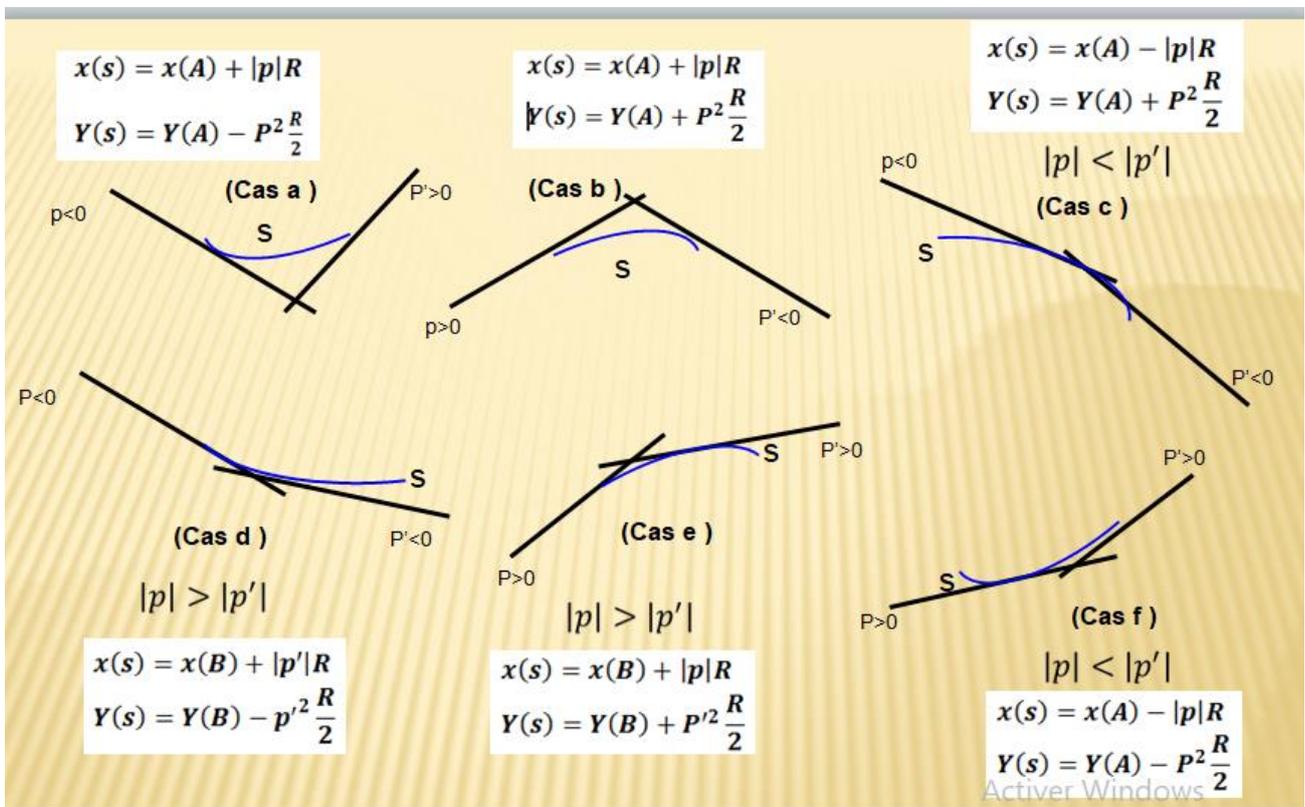
Cas (b) : $P > 0$ et $P' < 0$

Cas © : $P < 0$ et $P' < 0$ et $|p| < |p'|$

Cas (d) : $P < 0$ et $P' < 0$ et $|p| > |p'|$

Cas (e) : $P > 0$ et $P' > 0$ et $|p| > |p'|$

Cas (f) : $P > 0$ et $P' > 0$ et $|p| < |p'|$



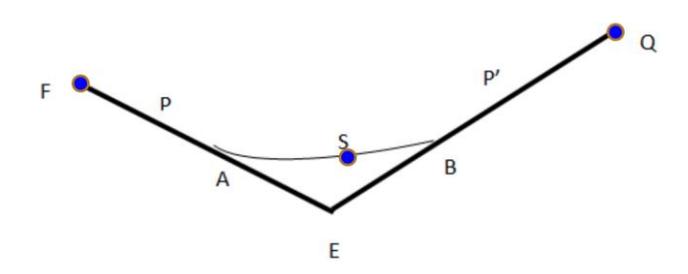
Exercice 1:

On considère une route bidirectionnelle sur un profil en long dont $V_B = 80$ km/h, cat 2. On raccorde ce profil en long avec un rayon $R = 70$ m.

1. Calculer les coordonnées des points : E (point de rencontre), A et B (points de tangence) et S (sommet) dans le cas suivant :

Les déclivités sont : $p = -3.5\%$, $p' = +1.5\%$

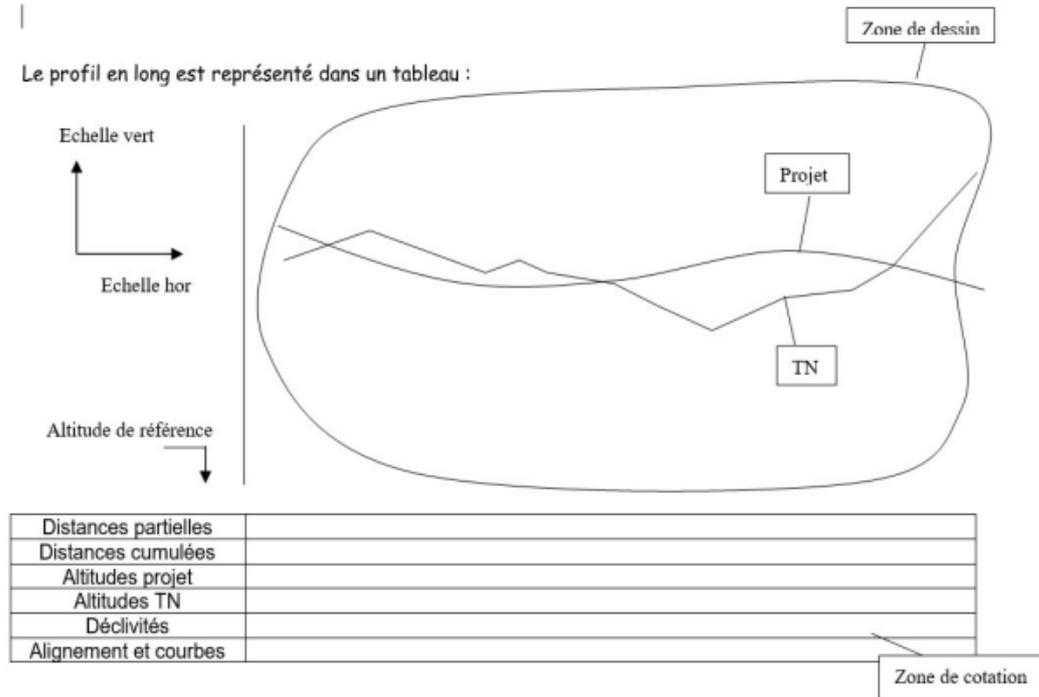
Sachant que les coordonnées de F(400 ; 92) et Q(1500 ; 83.5).



Profil en long

Le profil en long est représenté dans un tableau :

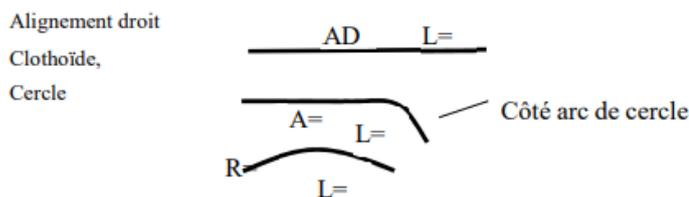
Le profil en long est représenté dans un tableau :



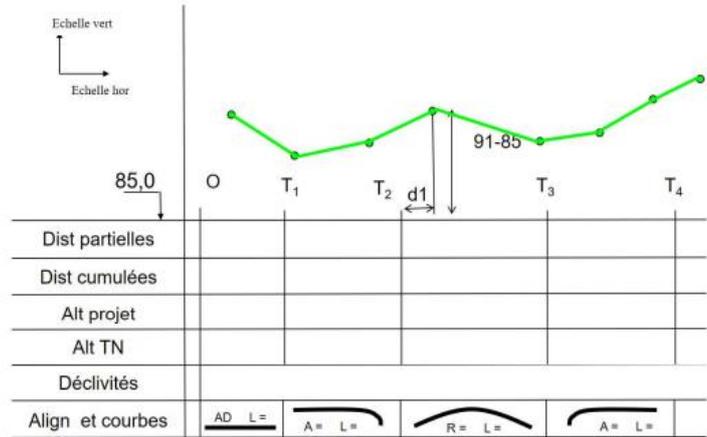
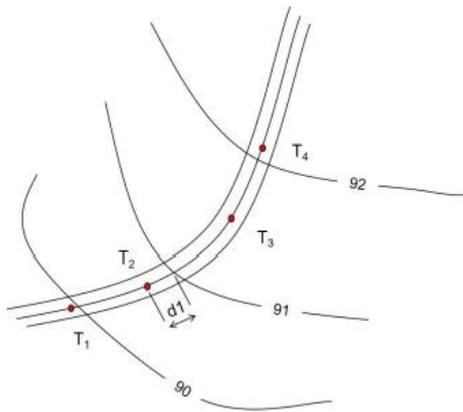
- Remplir le tableau du PL

1 Implanter tous les points particuliers du tracé en plan en utilisant les distances cumulées pour éviter le cumul des erreurs.

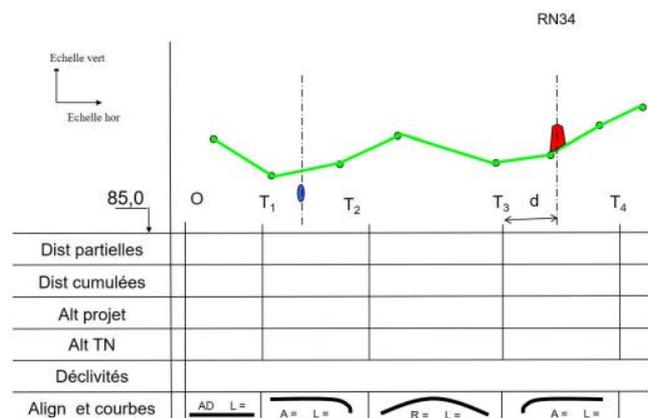
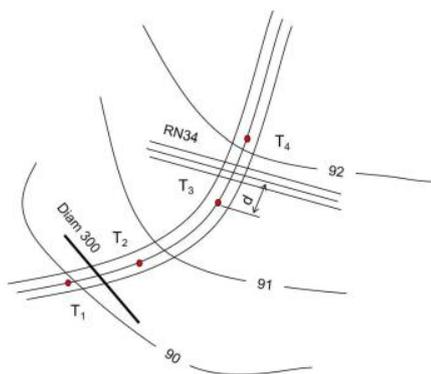
2. Tracer des traits verticaux qui traversent toutes les lignes sauf celle des déclivités à l'emplacement des points particuliers du tracé en plan, indiquer les distances cumulées, ne pas indiquer les distances partielles, remplir la ligne Alignements et courbes avec les symboles suivants :



3. Choisir l'altitude du plan de référence ou plan de comparaison en regardant les altitudes rencontrées par le TN, les ouvrages traversés et en estimant la position du projet.
4. Tracé du terrain naturel en utilisant les courbes de niveau



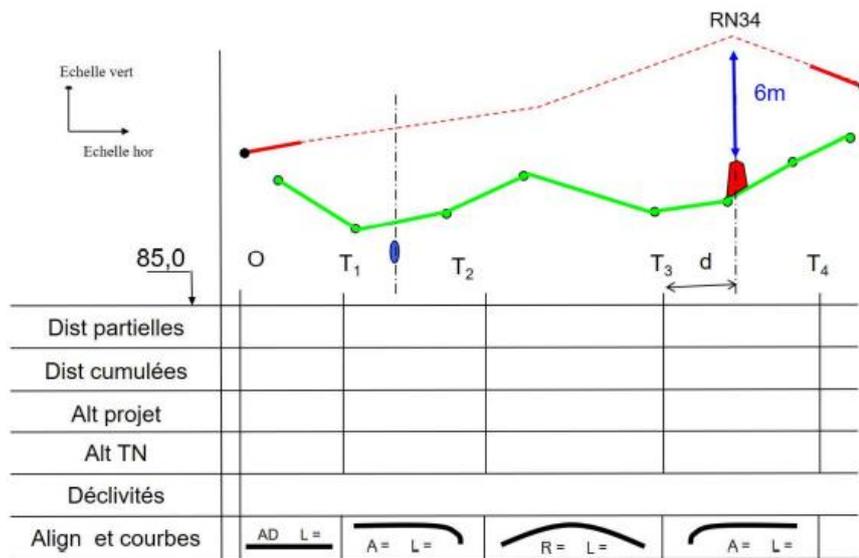
- Mesurer la distance curviligne entre un point connu du tracé en plan et un point d'intersection entre le tracé en plan et une courbe de niveau. Soit d cette distance.
 - Tracer sur le profil en long à l'aide de d une verticale en se basant sur le point connu du tracé en plan et implanter le point de TN avec l'altitude de la courbe de niveau.
 - Recommencer de la même façon pour les autres points d'intersection entre courbe de niveau et tracé en plan.
 - Ne jamais implanter les distances entre courbes de niveau, car on cumule les erreurs.
 - Joindre les points par une ligne brisée ou une ligne lissée.
 - Essayer de tracer au mieux les fonds de talweg et les crêtes en cherchant le point bas ou le point haut.
5. Implanter les ouvrages traversés.
- Les routes
 - Les ouvrages d'art
 - Les canalisations



6. Tracé de la polygonale altimétrique.

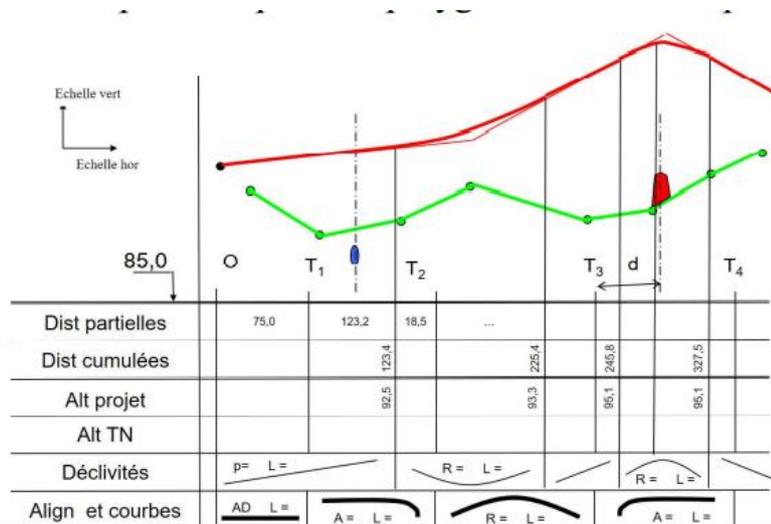
Implanter l'origine et l'extrémité du projet.

Altitude et déclivité de raccordement c'est une ligne brisée tracée pour minimiser les mouvements de terres, respecter les gabarits au-dessus et en dessous des voies traversées et les distances de sécurité par rapport aux lignes électriques ou canalisations.



Les coordonnées de chaque sommet de cette polygonale altimétrique sont calculées en abscisse curviligne cumulée et altitude. Les déclivités de chaque droite sont aussi calculées, dans la mesure du possible il est souhaitable de choisir des déclivités simples par exemple 1,5% ou 1,52% éviter les valeurs issues du calcul du type 1,5643333%.

7. Raccordements paraboliques des polygonales altimétriques



Raccorder deux segments juxtaposés par une courbe de raccordement