LES ROUTES

1 Courbes de niveaux

1.1. Définitions

Les courbes de niveau sont destinées à donner sur une carte un aperçu du relief réel. Une courbe de niveau (fig. 10.1.) est l'intersection du relief réel avec un plan horizontal d'altitude donnée en cote ronde (généralement un nombre entier).
Les courbes sont équidistantes en altitude ; leur espacement horizontal dépend de la déclivité du terrain à représenter et de l'échelle du plan ou de la carte.
On visualise en trois dimensions le terrain dessiné à plat sur la carte. Cela est renforcé sur les cartes par des coloriages pour souligner les lignes de crête : ils représentent l'ombre créée par une lumière fictive qui viendrait du nord-ouest de la carte.
Sur l'exemple ci-après, on peut lire sur la vue en plan les pentes du terrain naturel ; on repère les **sommets**, les **cols topographiques**, les **cuvettes** (ou dolines), les **ruptures de pente**.

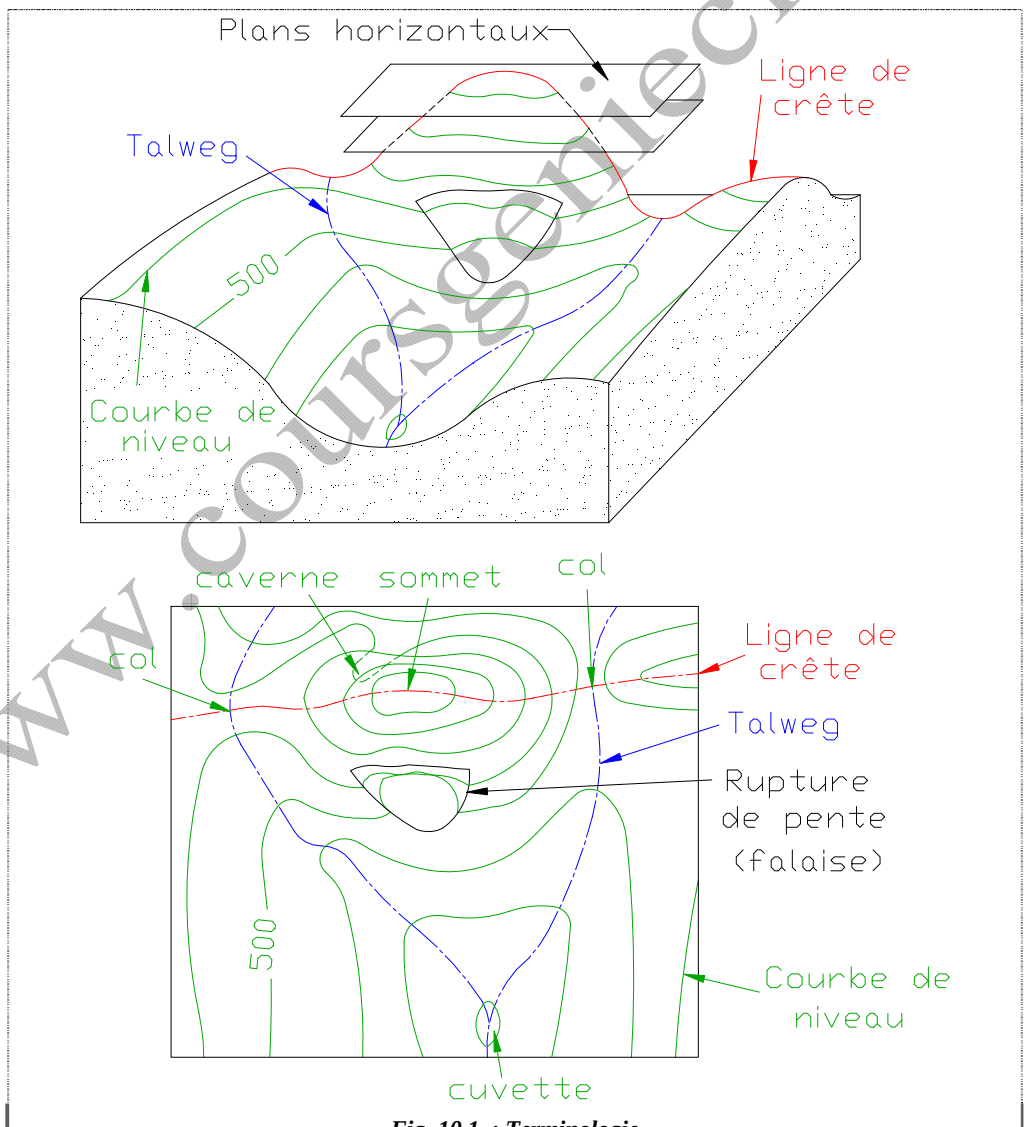


Fig. 10.1. : Terminologie

www.coursgeniecivil.com

www.cours-genie-civil.com

1.2. Principe de l'interpolation

Comprendre l'interpolation permet de choisir judicieusement le nombre et la position des points à lever.

L'altitude au point M situé entre les courbes de niveau 530 et 540 est déterminée en considérant le terrain en pente constante entre A et B. Les points A et B sont les points les plus proches de M sur les courbes de niveau 530 et 540 ;

ici $\Delta H = 10$ m.

La pente au point M vaut : $p = \frac{\Delta H}{ab}$.

La distance ab est la distance réelle, c'est-à-dire la distance mesurée sur le plan et divisée par l'échelle du plan.

L'altitude de M est : $H_M = H_A + am.\frac{\Delta H}{ab}$.

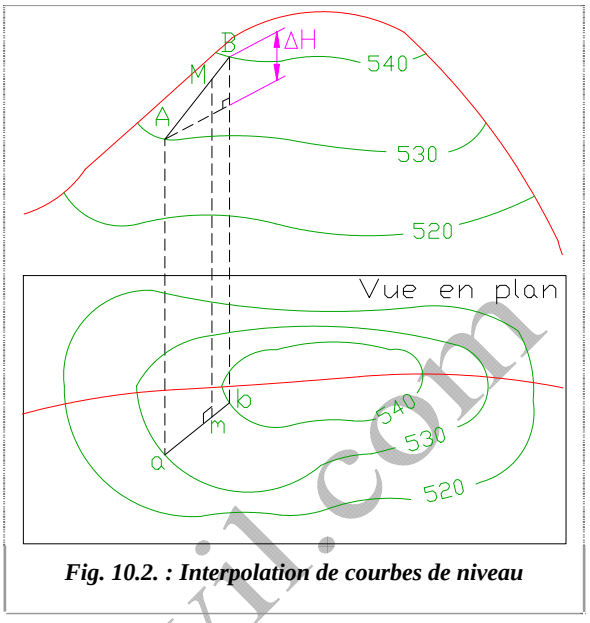


Fig. 10.2. : Interpolation de courbes de niveau

On peut appliquer cette dernière formule avec les distances mesurées sur le plan ; le facteur d'échelle se simplifie.

1.3. Tracé de profils en long et en travers

Lors d'un avant-projet sommaire de l'étude d'un projet routier, le projeteur a besoin d'une vue en coupe du terrain naturel suivant l'axe du projet qu'il étudie : ce graphique est **le profil en long** du terrain naturel. Des vues en coupe perpendiculairement à l'axe sont aussi nécessaires à l'étude : ce sont **les profils en travers**. Ces deux types de graphiques permettent d'obtenir, après plusieurs études un tracé « idéal » répondant aux impératifs du projet que sont la visibilité, l'emprise sur le terrain, la déclivité maximale, le moindre coût, etc.

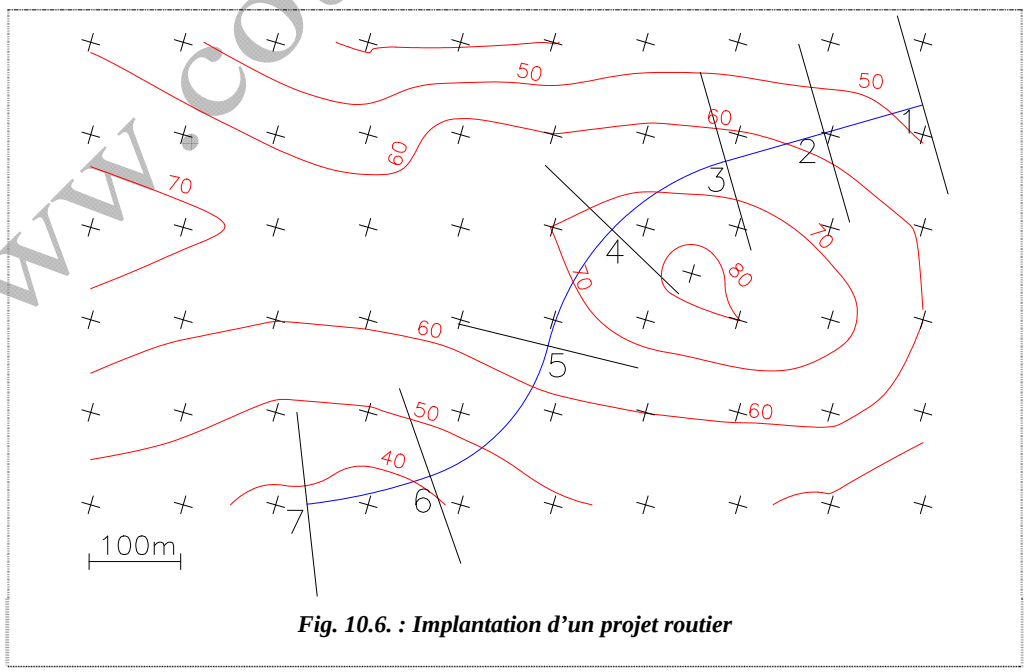


Fig. 10.6. : Implantation d'un projet routier

www.cours-genie-civil.com

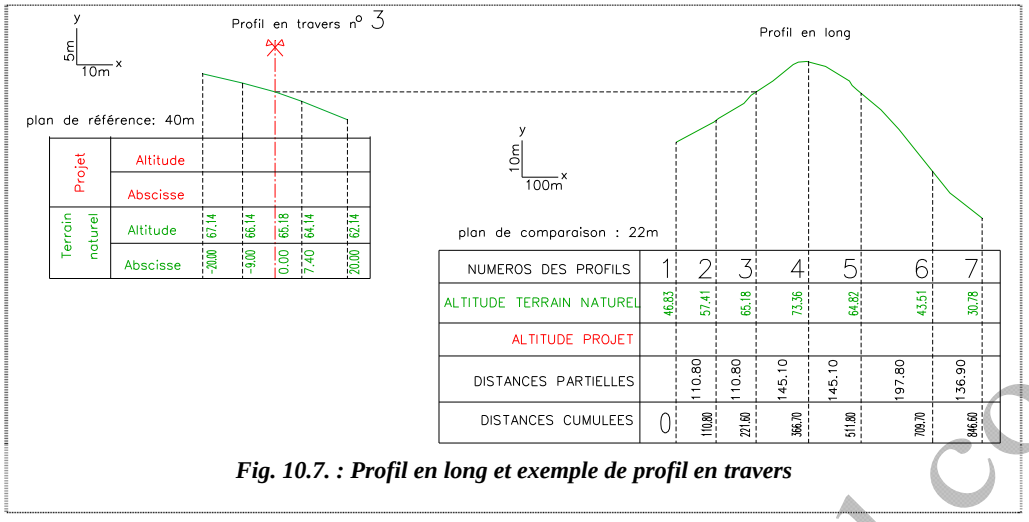


Fig. 10.7. : Profil en long et exemple de profil en travers

2. Profils en long et en travers

2.1. Définitions

Un profil en long est la représentation d'une coupe verticale suivant l'axe d'un projet linéaire (route, voie ferrée, canalisation, etc.). Le profil en long est complété par des profils en travers qui sont des coupes verticales perpendiculaires à l'axe du projet. Leur établissement permet en général le calcul des mouvements de terres (cubatures) et, par exemple, permet de définir le tracé idéal d'un projet de manière à rendre égaux les volumes de terres excavés avec les volumes de terre remblayés. (pas toujours facile !!)

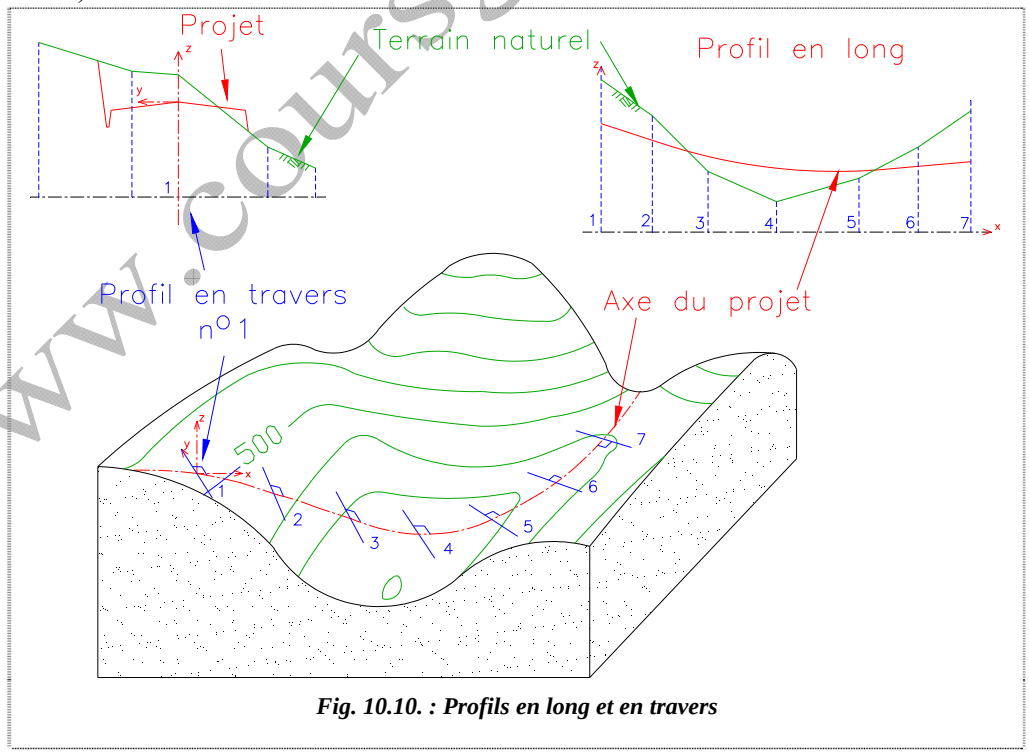


Fig. 10.10. : Profils en long et en travers

www.coursgeniecivil.com

www.cours-genie-civil.com

Par exemple, sur la figure 10.10., un projet routier est figuré en trait d'axe. Le profil en long constitue un développement suivant son axe sur lequel sont représentés le terrain naturel et le projet. Les profils en travers, régulièrement espacés, sont une vue en coupe qui fournit l'inscription de la route dans le relief perpendiculairement à l'axe.

2.2. Le profil en long

Le profil en long est un **graphique** (fig. 10.11.) sur lequel sont reportés tous les points du terrain naturel et de l'axe du projet. Il est établi en premier lieu.
On s'appuie sur ce document pour le dessin des profils en travers (fig. 10.12.).
Distances et altitudes sont données en mètres au centimètre près.
On choisit en général un plan de comparaison d'altitude inférieure à l'altitude du point le plus bas du projet ou du terrain naturel.
Ce plan de comparaison est l'axe des abscisses du graphique sur lequel sont reportées les distances horizontales suivant l'axe du projet.
Sur l'axe des ordonnées, sont reportées les altitudes.
Les échelles de représentation peuvent être différentes en abscisse et en ordonnées (en rapport de l'ordre de 1/5 à 1/10) de manière à souligner le relief qui peut ne pas apparaître sur un projet de grande longueur.
On dessine tout d'abord le terrain naturel (TN), généralement en trait moyen noir.
Son tracé est donné par la position de chaque point d'axe d'un profil en travers, le terrain naturel étant supposé rectiligne entre ces points. On reporte en même temps dans le cartouche des renseignements en bas du graphique : les distances horizontales entre profils en travers dites distances partielles, les distances cumulées (appelées aussi abscisses curvilignes) depuis l'origine du projet et l'altitude de chaque point.
Les calculs des positions des points caractéristiques se ramènent à des intersections droites-droites, droites-cercles ou droites-paraboles dans le repère associé au profil en long.

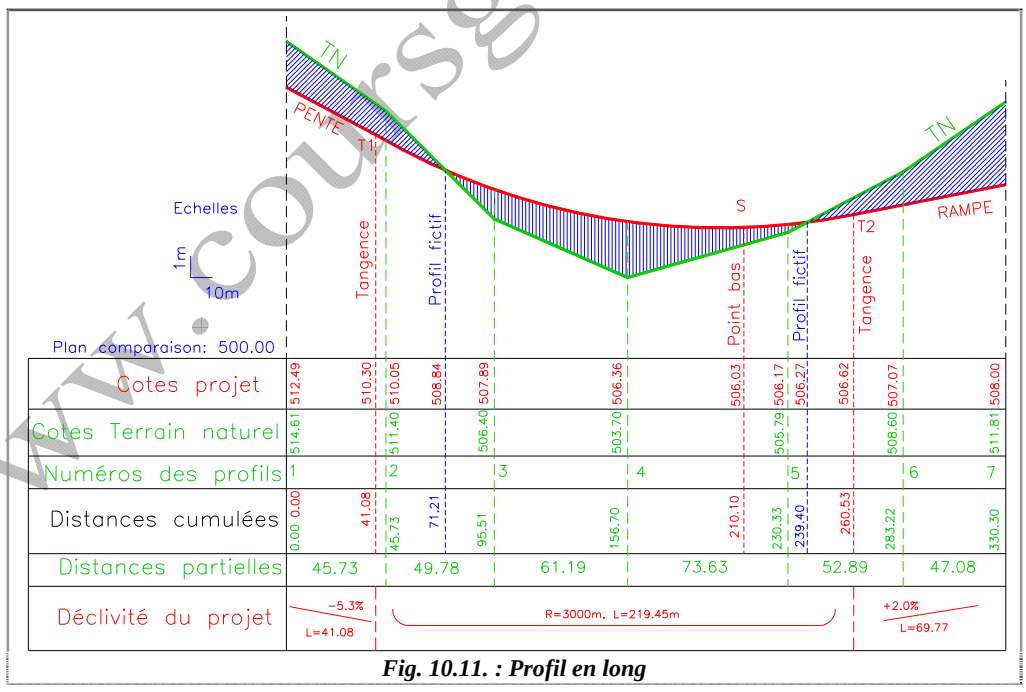


Fig. 10.11. : Profil en long

On peut colorier de manière différente les **remblais** (en rouge) et les **déblais** (en bleu).
Les profils en travers fictifs (surface nulle) dont on doit déterminer la position (abscisse et éventuellement l'altitude) sont les points d'intersection entre le terrain naturel et l'axe du projet ; ces

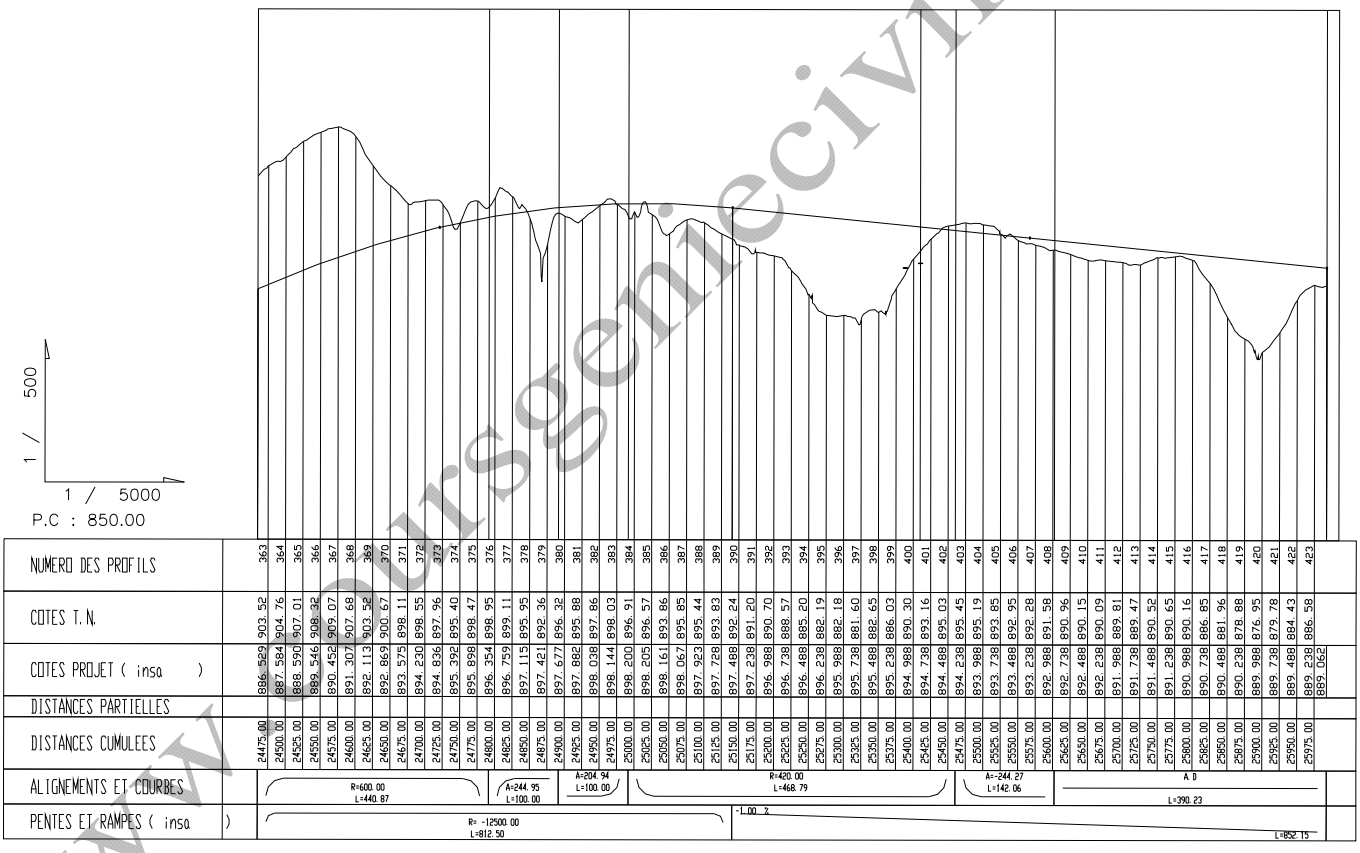
www.cours-genie-civil.com

profils particuliers sont utiles pour le calcul des cubatures. Il faut connaître leur position en abscisse par rapport aux deux profils en travers qui les encadrent.

Procédure de tracé :

1) Choix du plan horizontal de référence (Plan de comparaison)
2) Définir le TN : tracé + cotes
3) Définir de projet : tracé + cotes
4) Numéroter la position des profils en travers
5) Indiquer les distances (partielles et cumulées)
6) Indiquer la déclivité du projet
7) Indiquer les caractéristiques géométriques du projet : alignements et courbes (vue en plan)

Exemple de profil en long informatisé



www.coursgeniecivil.com

www.cours-genie-civil.com

2.3. Le profil en travers

Les profils en travers (sections transversales perpendiculaires à l'axe du projet) permettent de calculer les paramètres suivants :

- la position des points théoriques d'entrée en terre des terrassements ;
- l'assiette du projet et son emprise sur le terrain naturel ;
- les cubatures (volumes de déblais et de remblais).

Le profil en travers (fig. 10.12.) est représenté en vue de face pour une personne qui se déplacerait sur l'axe du projet de l'origine à l'extrémité du projet.
La voie de gauche doit donc se situer sur la partie gauche du profil.
On commence par dessiner le terrain naturel à partir d'un plan horizontal de référence qui n'est pas forcément celui du profil en long, de manière à obtenir le profil en travers à l'échelle maximale sur le format choisi. L'échelle de représentation est de l'ordre de 1/100 à 1/200 (jusqu'à 1/50 pour les voies les moins larges). Il n'y a pas d'échelle différente en abscisse et en ordonnée de manière à pouvoir mesurer directement sur le graphique des longueurs dans toutes les directions ou bien des surfaces
L'abscisse de chaque point du terrain naturel (ou du projet) est repérée par rapport à l'axe du profil en travers (donc négative à gauche et positive à droite), l'ordonnée est toujours l'altitude du point.
On y superpose ensuite le gabarit type du projet (largeur de chaussée, accotements, fossés et pentes de talus) à partir du point d'axe dont l'altitude a été déterminée sur le profil en long.
Cela permet de calculer la position des **points d'entrée en terre** .
Les fossés ne sont pas repérés comme les autres points caractéristiques puisque, de manière à simplifier le calcul, ils n'interviennent pas dans la décomposition de la surface en triangles et trapèzes. Ils sont calculés séparément.

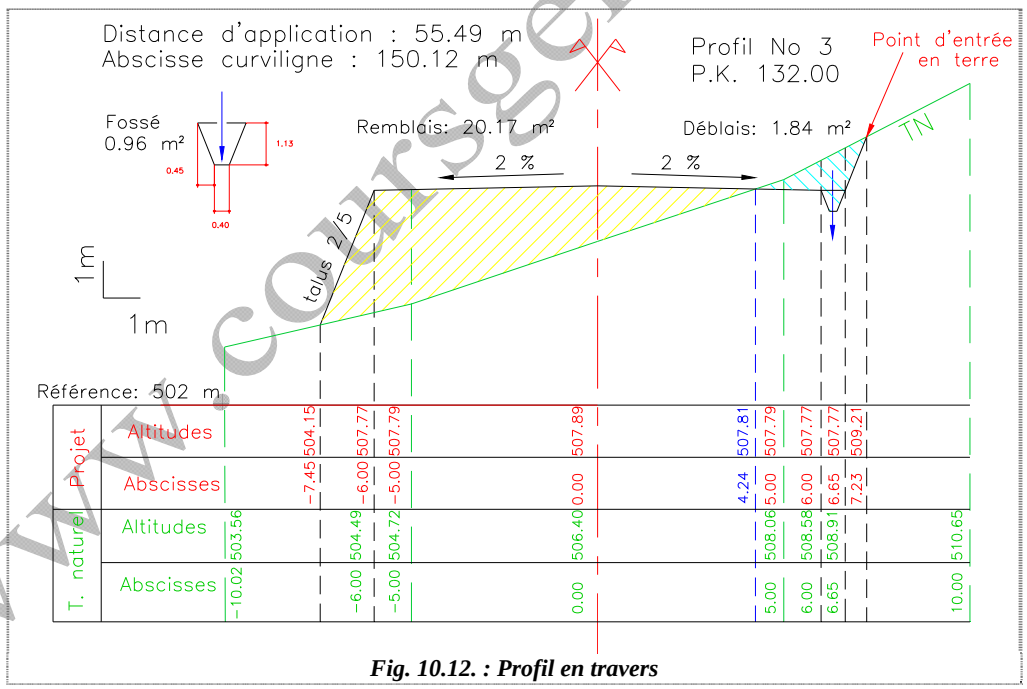


Fig. 10.12. : Profil en travers

www.cours-genie-civil.com

Il existe trois types de profils en travers (fig. 10.13.) : les profils en remblai, en déblai ou bien les profils mixtes.

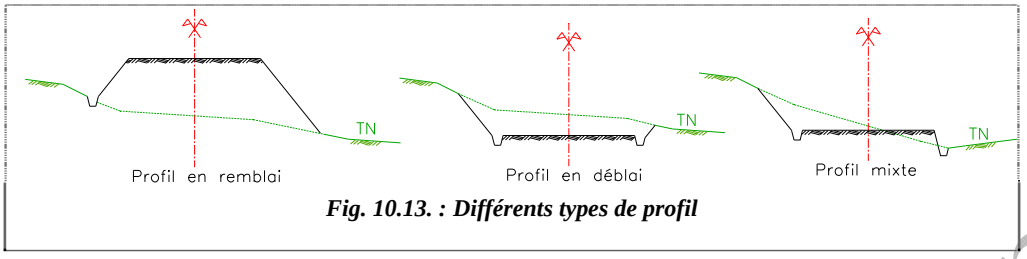
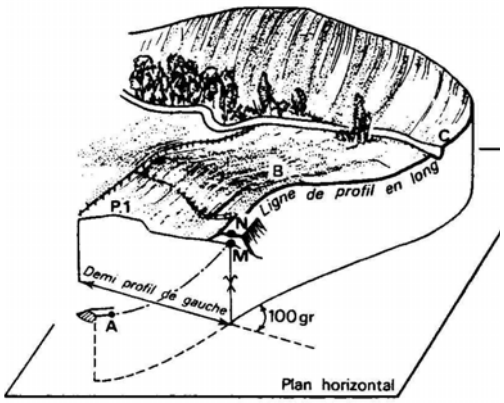


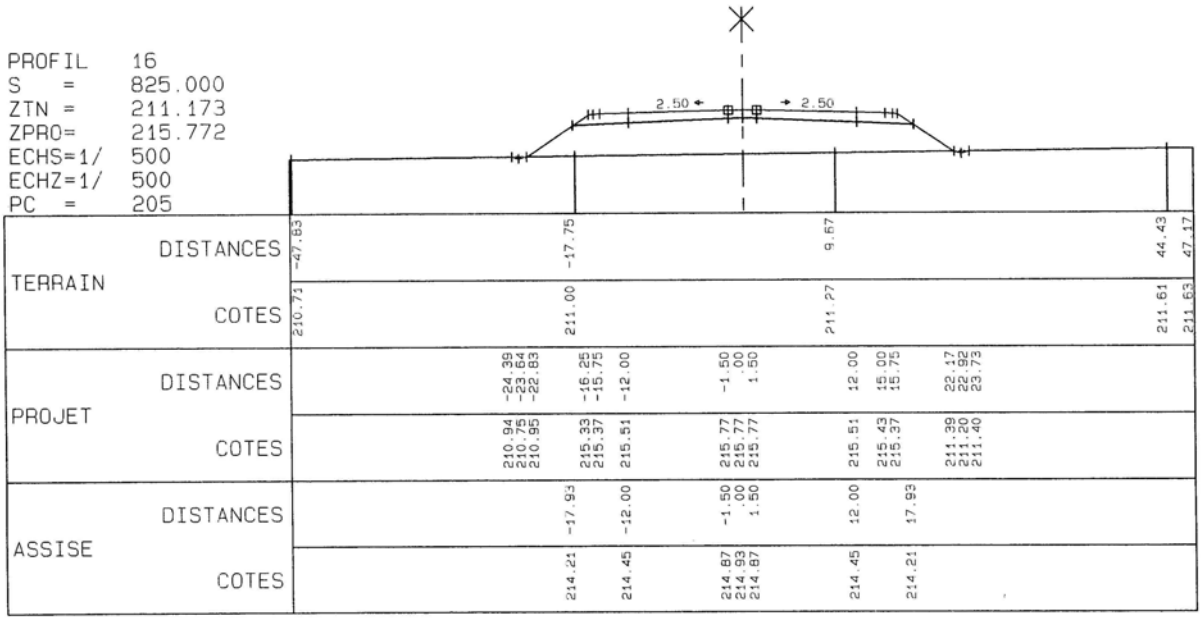
Fig. 10.13. : Différents types de profil

Notons que la présence du fossé sur ces différents types de profils n'est nécessaire qu'en cas d'impossibilité d'écoulement naturel des eaux. Par exemple, comparez le profil en remblai et le profil mixte.



Principe de profil en travers

Exemple de profil en travers informatisé



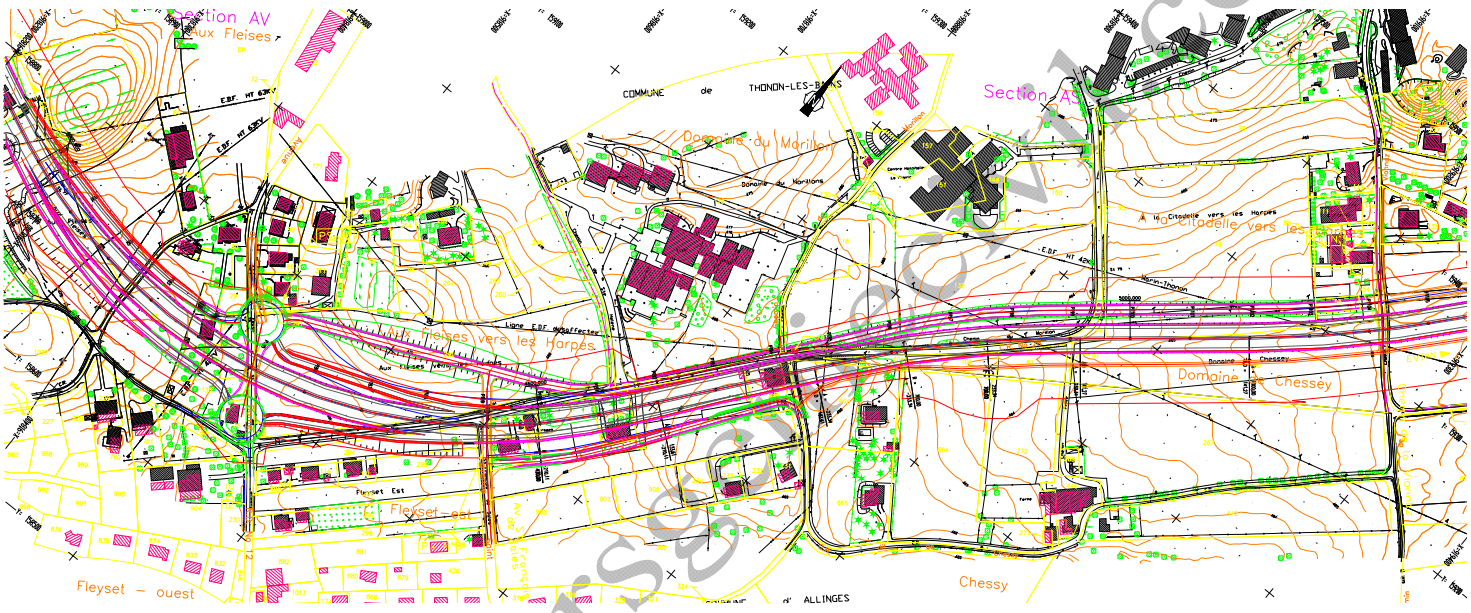
www.cours-genie-civil.com

3. La vue en plan

3.1. Définitions

- Projection de la route sur le plan horizontal
- Le plan topographique sert de support au tracé (échelle : 1/500ème à 1/100ème)
- On représente l'axe de la route
- On reporte la position des profils en travers

Exemple de vue en plan :



Nous venons de définir les caractéristiques au point de vue de la représentation graphique des différentes vues nécessaires à la définition d'une route au point de vue du tracé.

Nous allons nous intéresser plus particulièrement aux principes de définition d'une route au point de vue de la structure proprement dite.

www.cours-genie-civil.com

www.cours-genie-civil.com

4. Structure de chaussée

4.1. Définition

Fonction : transmettre les efforts au sol (via la couche de forme) en garantissant des déformations dans les limites admissibles.

Les différentes couches :

En général, on rencontre les couches suivantes à partir du sol (Fig. 8) :

- ***Couche de forme***
- ***Couche de fondation :*** *la construction de cette couche ne pose pas de problème particulier. La plupart des matériaux routiers conviennent.*
- ***Couche de base :*** *la construction de cette couche doit faire l'objet d'une attention toute spéciale : le matériau utilisé dans cette couche doit pouvoir résister aux contraintes résultant du trafic.*
- ***Couche de surface***

Les couches de fondation, de base et de surface constituent la structure de la chaussée, la couche de forme ainsi que la PST font référence au terrassement.

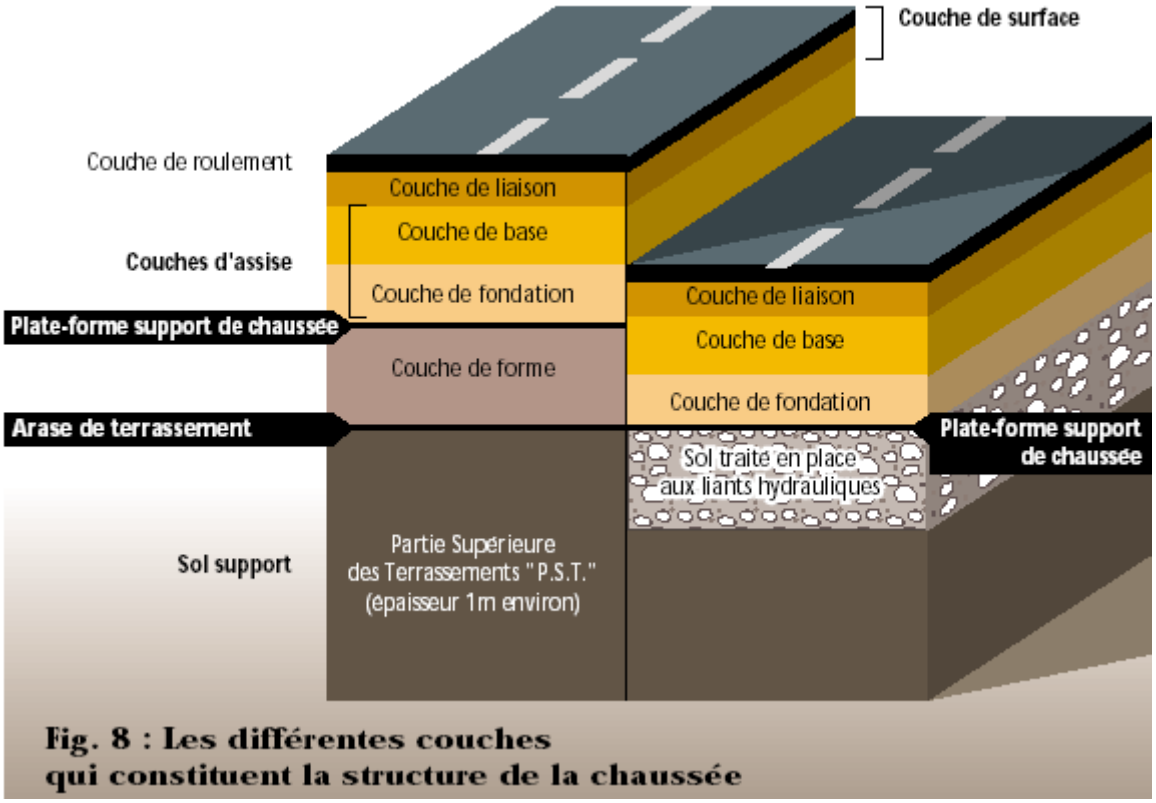


Fig. 8 : Les différentes couches qui constituent la structure de la chaussée

www.cours-genie-civil.com

4.2. Tracé géométrique

Le tracé d'une route est une succession de droites et de courbes.

Vue en plan :
- alignements droits
- Arcs de cercles
- Clotoïdes
- Courbes composées : courbe en s, courbe en ove...

Profil en long :
- droites raccordées par des paraboles à axe vertical.

Remarque : la difficulté est de faire le lien entre les différents plans, on ne peut pas réaliser le tracé sur la vue en plan sans faire le lien avec le profil en long et les profils en travers.

4.3. Terminologie

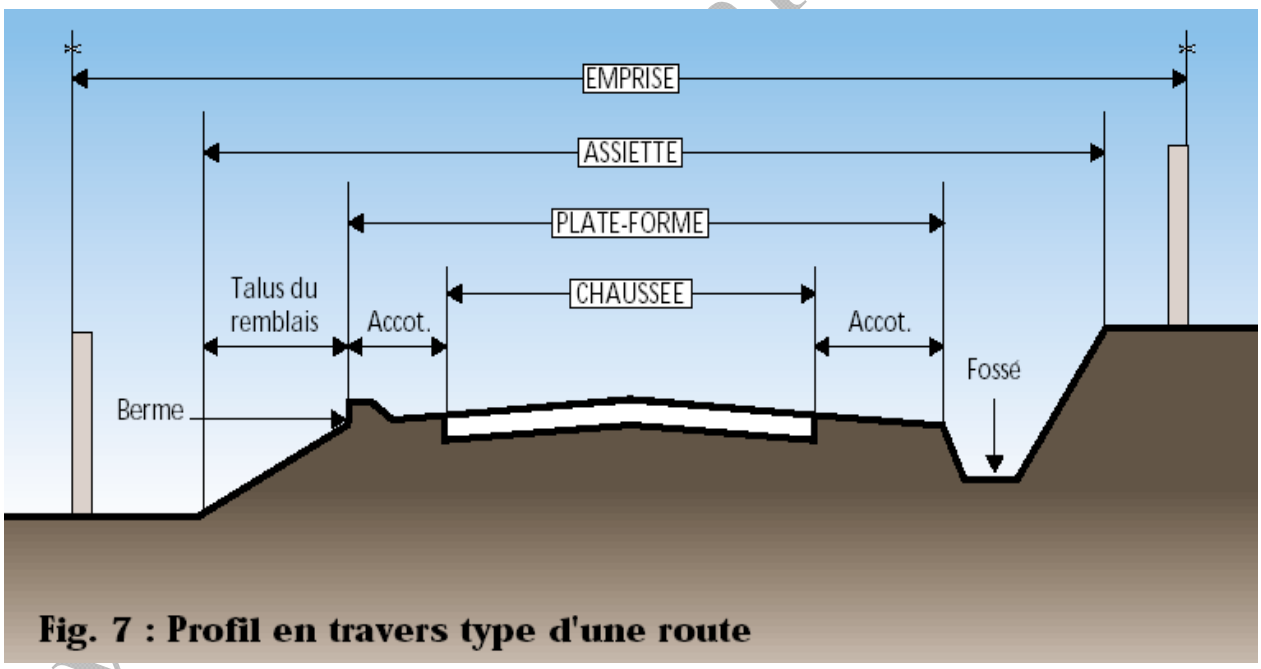


Fig. 7 : Profil en travers type d'une route

L'EMPRISE : partie du terrain qui appartient à la collectivité et affectée à la route ainsi qu'à ses dépendances.

L'ASSIETTE : surface du terrain réellement occupée par la route.

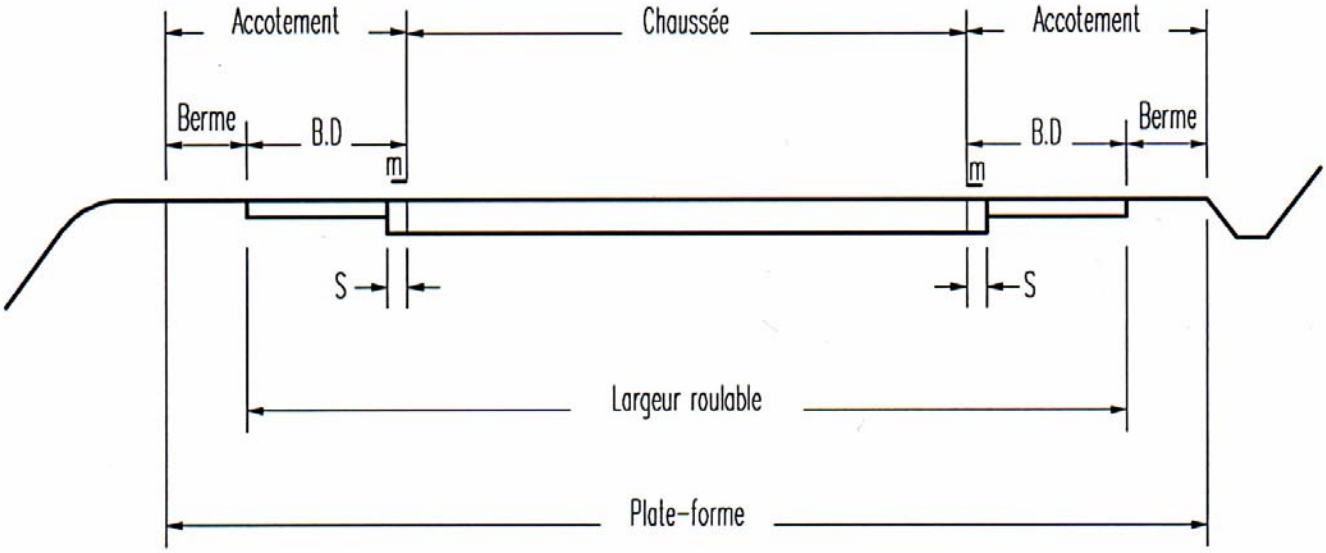
PLATE-FORME : surface de la route qui comprend la chaussée et les accotements.

www.cours-genie-civil.com

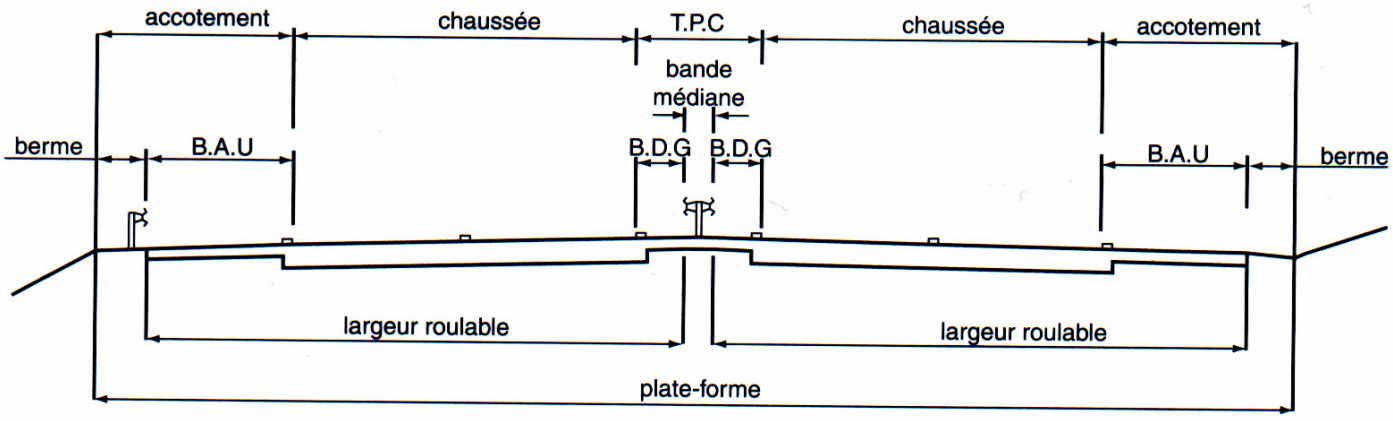
CHAUSSÉE : surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules. Elle est constituée d'une ou plusieurs voies de circulation.

ACCOTEMENTS : zones latérales de la PLATE-FORME qui bordent extérieurement la chaussée. L'accotement est constitué de la berme et de la bande dérasée.

Exemple 1 : cas d'une chaussée à 2 ou 3 voies.



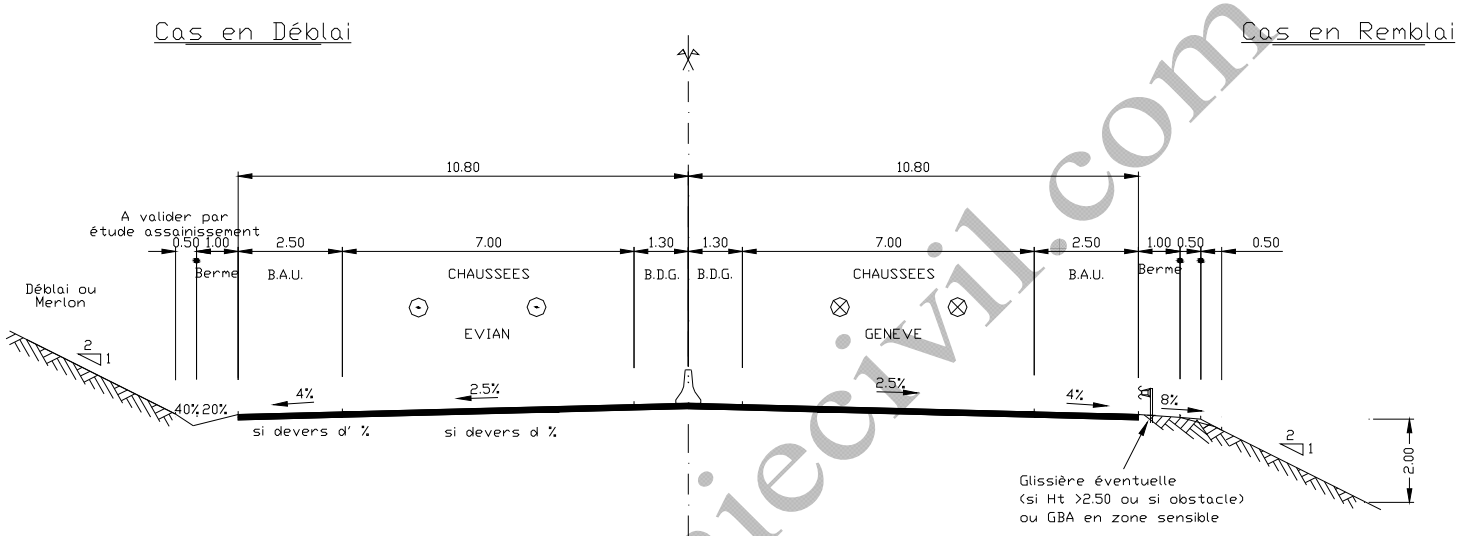
Exemple 2 : cas d'une autoroute



www.cours-genie-civil.com

Exemple 3 : profil en travers type

PTT N° 3.1 EN TOIT OU DEVERSE
Zone d'application: GENEVRAY - RD 902
(Hors zone de mur et de talus raidi)



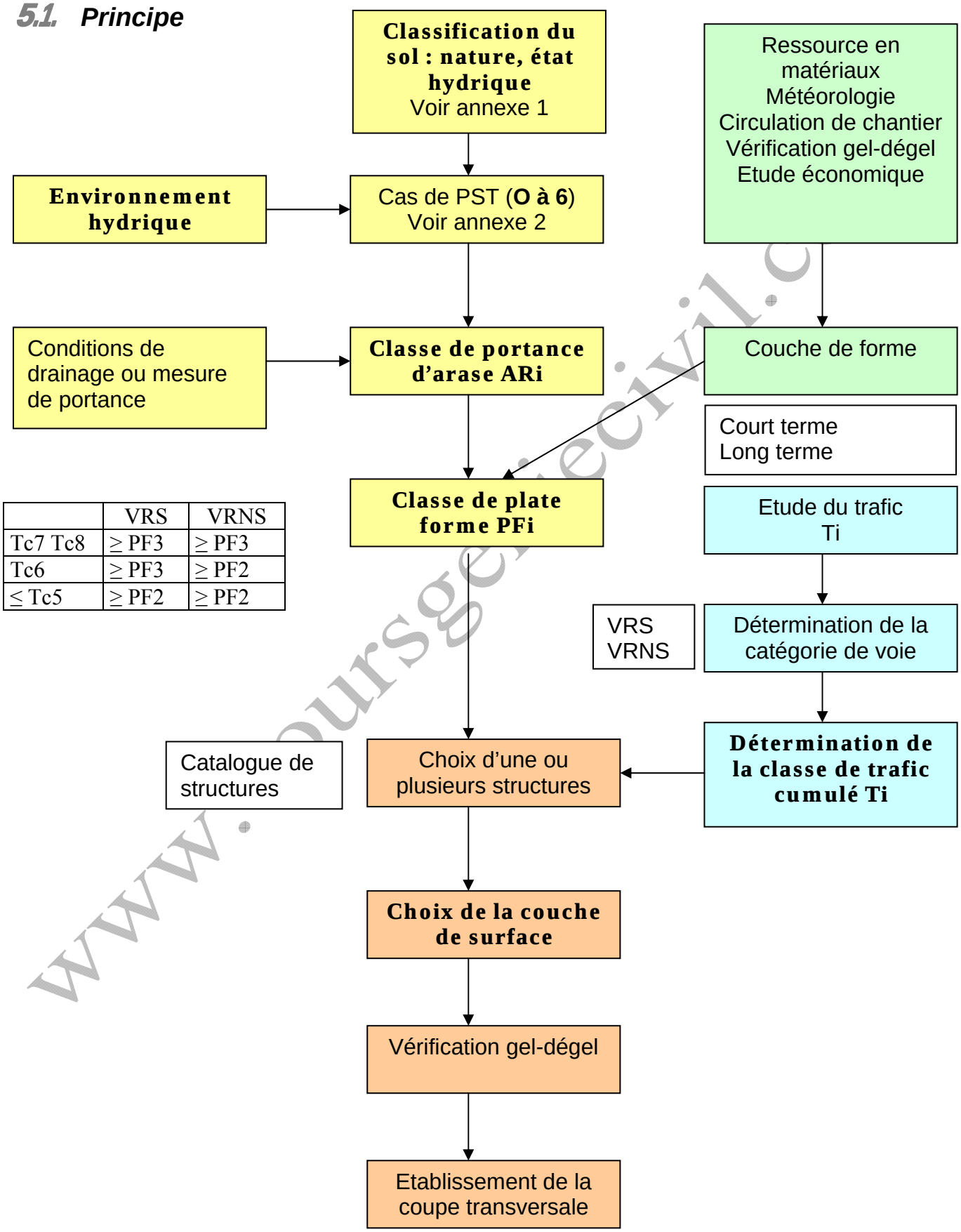
Rayon	d	d'
400	2.5%	4%
395	-2.5%	4%
300	-2.5%	4%
265	-4%	4%
240	-4.15%	1.5%

www.coursgeniecivil.com

www.cours-genie-civil.com

5. Détermination d'une chaussée

5.1. Principe

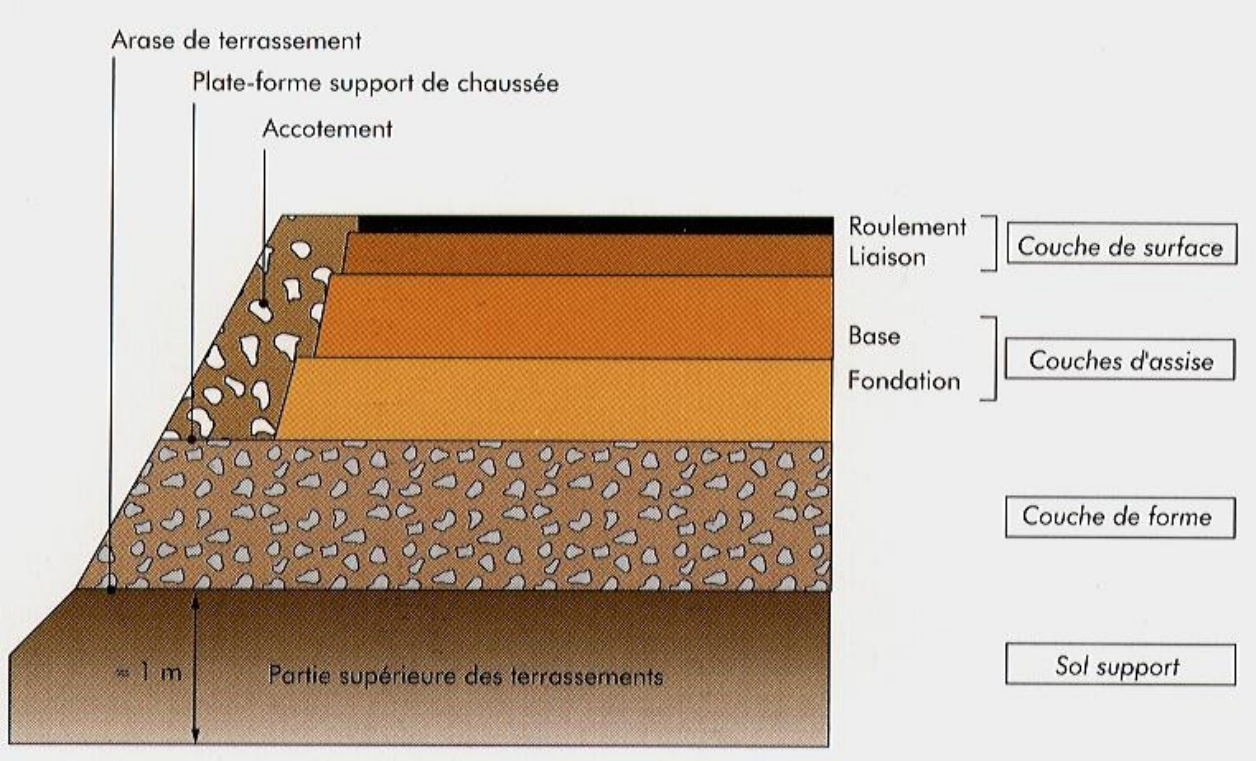


	VRS	VRNS
Tc7 Tc8	≥ PF3	≥ PF3
Tc6	≥ PF3	≥ PF2
≤ Tc5	≥ PF2	≥ PF2

www.cours-genie-civil.com

www.cours-genie-civil.com

5.2. Coupe type et terminologie



5.3. Structure de chaussée

Pour déterminer une structure de chaussée il existe un catalogue type en fonction de la catégorie de route VRS ou VRNS.

Pour entrer dans ce catalogue nous avons besoin de deux données :

- Le trafic T
- La catégorie de plate forme PF

Le terrassement tiendra compte de la portance du sol qui varie suivant la position de la route .

Le terrassier livrera une PST en fonction de la PF désirée. Il doit suivant le sol rencontré en déblai, ajouté une couche de forme d'épaisseur variable suivant les différentes zones.

Il est plus facile de faire varier cette couche de forme plutôt que de modifier l'épaisseur de la structure de chaussée.

www.cours-genie-civil.com

VOIES DU RÉSEAU STRUCTURANT (VRS)

GB2/GB2

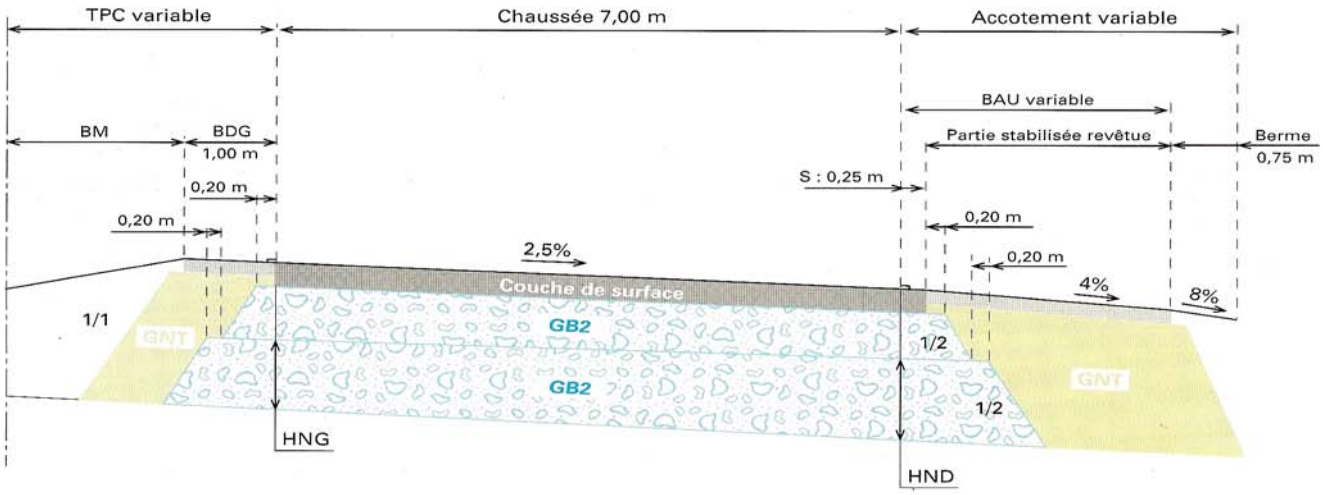
Exemple de fiche de structure de chaussée

Structure :

Couche de base : Grave-bitume de classe 2 (GB2)
Couche de fondation : Grave-bitume de classe 2 (GB2)

Coupe transversale :

- **Exemple d'une coupe transversale pour cette structure :**



- **Variation transversale d'épaisseur :**

La différence entre les épaisseurs nominales au bord droit (HND) et au bord gauche (HNG) doit être inférieure à $\Delta H_{max.}$. L'épaisseur HNG doit être supérieure à $HNG_{min.}$.

		Trafic ≥ $TC5_{30}$	Trafic ≤ $TC4_{30}$
Base GB	0/14	ΔH_{max} = 0 cm	ΔH_{max} = 2 cm
	0/20	ΔH_{max} = 0 cm	ΔH_{max} = 3 cm
Fondation GB	0/14	ΔH_{max} = 2 cm	
	0/20	ΔH_{max} = 3 cm	

	base : GB		fondation : GB	
HNG_{min} (cm)	0/14	0/20	0/14	0/20
	8	10	8	10

Catalogue des structures types de chaussées neuves *Édition 1998*

www.cours-genie-civil.com

Exemple de fiche de structure de chaussée

Fiche

VRS

	PF 2 (50 MPa)	PF 3 (120 MPa)	PF 4 (200 MPa)
TC8 30 — 94 millions PL (75 millions NE)		CS 12 cm / 13 cm / 13 cm	CS 11 cm / 12 cm / 12 cm
TC7 30 — 38 millions PL (30 millions NE)		CS 11 cm / 11 cm / 11 cm	CS 10 cm / 10 cm / 11 cm
TC6 30 — 14 millions PL (11,3 millions NE)		CS 14 cm / 14 cm	CS 13 cm / 13 cm
TC5 30 — 6 millions PL (4,5 millions NE)	CS 14 cm / 14 cm	CS 11 cm / 12 cm	CS 10 cm / 11 cm
TC4 30 — 3 millions PL (2,2 millions NE)	CS 12 cm / 13 cm	CS 10 cm / 10 cm	CS 9 cm / 9 cm
TC3 30 — 1 million PL (0,7 million NE)			
TC2 30			

NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 0,8

www.cours-genie-civil.com

INFORMATION :

Vous pouvez télécharger le fichier sur le site **http://www.cours-genie-civil.com/** dans la rubrique :

- Procédés généraux de construction
  - Routes
    - Cours route Module C5 IUT

Le cours complet disponible également sera développé au 2° semestre pour les étudiants qui prendront l'option Travaux Publics : Module C9

Bon courage
Frédéric VISA

NOTES PERSONNELLES :

www.coursgeniecivil.com