

CHAP.II

LES TRAVAUX DE VOIRIES

Définition des travaux de voiries

La route est la seule voie de communication, qui permet de relier tous les points d'un territoire, elle assure également la liaison et la continuité des transports entre les autres voies de communication. Une route moderne, qui assure une circulation commode, assure le confort, la sécurité et au même temps une réalisation économique. L'évolution de la route s'est fait en relation étroite avec celle du véhicule et ceci, compte tenu de la progression de l'économie et de la société. La route doit assurer les principales caractéristiques suivant : la rugosité, le confort, la durabilité et la stabilité.

II.1. Classification des chaussées

De point de vue constructif, les chaussées peuvent être groupées en trois catégories:

A- Chaussée Souples

Constituées par plusieurs couches de différents matériaux. Les couches supérieures généralement plus résistantes et moins déformables que les couches inférieures, le liant utilisé c'est le liant hydrocarboné.

B- Chaussées Pavées

Sont les chaussées exécutées en pierres taillées.

C- Chaussées Rigides

Sont des chaussées en béton de ciment, elle comporte des dalles de grande dimension, répartissant les efforts sur le sol de fondation. Il faut noter que des joints de retraits et de dilatation doivent être ménagés dans la dalle de chaussée.

II.2. Nomenclature

La chaussée a pour but de la circulation en toutes raisons, dans des conditions suffisante et aussi durable que possible, de confort et de sécurité. On principe, une chaussée peut avoir en ordre de bas en haut:

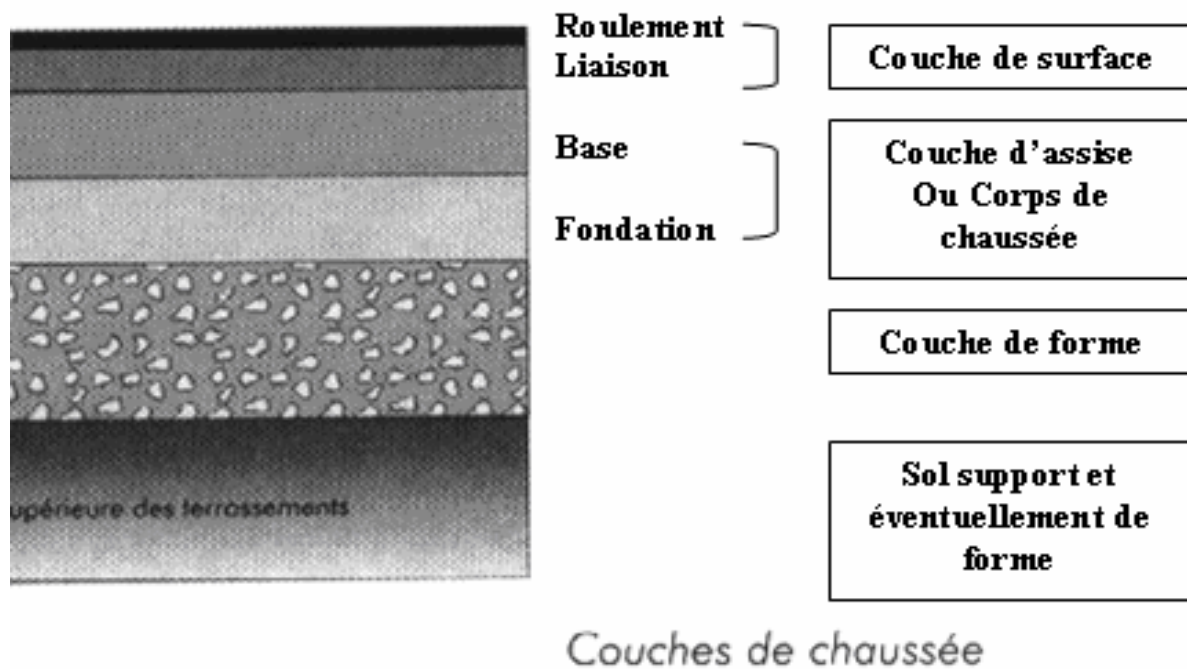


Figure 1 : Nomenclature d'une chaussée

*** Couche de fondation**

Cette couche répartit les pressions sur le terrain naturel (sol support), où le plus souvent elle est au contact de la couche de forme.

*** Couche de base**

Cette couche supportant l'action des véhicules puis elle les transmettent à la couche de fondation.

*** Couche de surface**

Constituant une chape de protection de la couche de base par sa dureté et imperméabilité et assure au même temps la rigidité.

Remarque

Dans les chaussées en terre, en général, une seule couche de surface appelée couche de roulement, dans certains cas, lorsque les couches inférieures doivent être très bien protégées, une couche dite de Liaison est intercalée entre la couche de roulement et le corps de la chaussée.

Parfois aussi une sous-couche peut être interposée entre la couche de fondation et le sol support. Le rôle de cette couche est une couche anti-contaminante pour éviter la remontée des argiles dans le corps de la chaussée et aussi anti-capillaire (couche drainante) qui empêche la remontée capillaire de l'eau.

II.3. Rôle de la couche de forme

Son rôle est multiple:

- Protection de la forme de terrassement contre les intempéries;

- Piste de circulation pour les engins de chantier;
- Couche d'homogénéisation;
- Éventuellement, augment l'épaisseur des couches non gélive.

II.4. Sollicitation supportés par la chaussée

4.1) Les actions verticale

Au terme de code de la route, la charge maximale autorisée est de 6.5tonne par roue.

4.2) Actions tangentiels

- Les efforts moteurs ou freinage;
- Rotation des roues non motrice;

4.3) Actions dynamiques

Ce sont les efforts dus à l'action des moteurs (vibration)

II.5. Les assises

Il s'agit des couches de chaussée existant entre le sol support et la couche de surface c'est-à-dire c'est la couche de fondation plus de base.

5.1) Différents nature d'assise

Il existe trois grands groupes: les Macadams, les assises non traitées et les assises traitées.

A) Les Macadams

Une couche de chaussée constituée d'une faible épaisseur de pierre cassée de granulométrie série fortement cylindrée.

B) Les assises non traitées (GNT)

Sont des matériaux a granulométrie continue, sur les quelles la stabilité de la couche est obtenue par granularité des plus gros éléments et par compacité de l'ensemble. L'évaluation de la rigidité de ces assises est estimé d'après sont indice «CBR» (California Bearing Ratio).

Dâapr̄s G. Jeuffroy: $E = 6.5 \text{ CBR puissance } 0.65 \text{ (en MPa)}$

C. R@gis: $E = 8.5 \text{ CBR puissance } 0.825 \text{ (en MPa)}$

Le LCPC emploie la formule $E = 5 \text{ CBR (en MPa)}$

C) Les assises traitées

Sont des matériaux a granulométrie continue dans les quels, pour améliorer la stabilité et la résistance mécanique en ajoute un liant. Ce liant peut être:

*** Hydraulique:**

- a prise rapide (Ciment pour grave - ciment) ;

- a prise lente (laitier granulé pour grave - laitier) (Le laitier granulé de haut fourneau est obtenu par refroidissement rapide de la scorie fondue de composition convenable provenant de la fusion du minerai de fer dans un haut fourneau.) ;

- les cendres volantes (grave cendre volante) (Les cendres volantes sont des particules pulvérulentes obtenues par dépoussiérage électrostatique ou mécanique des gaz de chaudières alimentées au charbon pulvérisé).

* Hydrocarbonée :

- a chaud (bitume pure et bitume fluide) ;

- a froid (émulsion de bitume).

II.6. Qualité des matériaux d'enrobés

Les qualités essentielles d'un matériau d'enrobé utilisé sur la route sont:

A) La stabilité

C'est la résistance à la déformation permanente sous chargement dynamique ou statique. L'insuffisance de stabilité se traduit par un fluage (allongement ou écoulement) avec formation d'ornières et d'ondulation.

B) Flexibilité

L'insuffisance de la flexibilité provoque la fissuration, la flexibilité dépend de la ductilité du liant c'est-à-dire sa cohésivité.

C) Étanchéité

C'est l'un des objectifs de tapis superficiel est de réaliser l'imperméabilité de la chaussée.

D) L'absence de sensibilité à l'eau

L'humidité ne doit pas pouvoir désenrober les matériaux, ce qui exige une bonne affinité entre ceci et le liant.

E) La bonne liaison

Une bonne liaison doit être assurée entre la couche d'enrobée et les couches inférieures (enduit d'accrochage « Cut Back »).

II.7. Epannage des matériaux enrobés

Les matériaux enrobés utilisés en tapis sont mis en œuvre à l'aide des machines qui assurent un profilage régulier de la chaussée. Les principaux engins utilisés pour l'épandage des matériaux sont:

A) La Niveleuse : qui répond assez bien aux matériaux non dense (enrobés ouverts) tel que la grave bitume.

A) Moto Paver : utilisé pour fabriquer et mettre en œuvre des enrobés ouverts à base de bitume fluide, le moto paver comporte à la fois un malaxeur et un dispositif de réglage et profilage du produit.

- A) Finicher (le finisseur): utiliser pour les matériaux dense, c'est l'engin spécialement adapté aux matériaux enrobés, le rendement de épandage de finisseur peut atteindre 80 a 120 tonne/heure.

N.B : Il faut noter que le comportement des liants hydrocarbonés est Visco-Élastique, il dépend de la température et le temps d'application de la charge.

II.8. Enduit superficiel

Un enduit superficiel est généralement procédé par l'imprégnation (traitement consistant a répondre un liant hydrocarboné très fluide sur une couche de chaussée a pore fins, le liant étant choisis de tel façon qu'il pénètre par capillarité en une petite quantité dans les pores de cette couche).

L'enduit superficiel classique consiste a répondre sur la chaussée un film de 1Kg/m² environ de liant hydrocarboné, que l'ont recouvre aussi tôt après une couche de 10 a 15 litre/m² de gravillons de grosseur comprise entre 6/10 et 10/14 mm. Un léger cylindrage facilite l'accrochage rapide des gravillons et réduit le volume des vides.

II.8.1) Les règles essentielles pour le épandage de l'enduit superficiel

- La couche sous jacente (chaussée) doit être propre, sèche, réparé et reprofilé s'il y a lieu;
- Les gravillons doivent être dure (coefficient de Los angles <25);
- La granulométrie doit être série;
- Le gravillon doit être propre;
- Attaché une certaine importance a la cubicité de gravillon;
- Le liant doit rester fluide long temps pour que l'adhérence ce produise et devenir très vite assez visqueux pour qu'elle ce maintienne;
- Le cylindrage des gravillons et leurs épandages sont indispensables. (les cylindres à pneus sont préférables au cylindrage métallique qui écrase les gravillons).

II.8.2. Avantages et inconvénients des enduits superficiels

- Sur le plan économique, le prix de revient est peut élever;
- Sur le plan d'exploitation, les caractéristiques de surfaces des enduits superficiels sont remarquable en ce qui concerne la rugosité et par conséquent la sécurité des usagés;
- Les quantités des matériaux mise en œuvre sont réduit par rapport a d'autre technique (béton bitumineux « Bb »);
- Sur le plan technique les épaisseurs mise en œuvre étant faible, ce qui permet de réduire la surélévation progressive des chaussées en cas de renforcement;

L'inconvénient de l'enduit superficiel c'est l'exigence que tous les paramètres soient soigneusement étudiés, il est d'autant plus difficile à réussir a cause de rejet des gravillons et le ressuage des liants.

II.8.3. Classement des enduits

- a) Enduit monocouche: composé d'un seul film de liant suivi de deux couche de gravillons de 10/14 et 4/6.
- b) Enduit bicouche : constitué d'un premier film de liant suivi d'une première couche de gravillon 10/14 puis un deuxième film de liant suivi d'une deuxième couche de gravillon 6/10.

II.9. Classification des routes

II.9.1. Classification administrative

a) Les chemins communaux (municipaux)

Les chemins communaux s'étendent sur une seule commune et assurent un faible trafic.

b) Les chemins de wilayas (régionales)

Ces chemins desservent uniquement une wilaya avec un trafic moyen.

c) Routes nationales

Qui représente des voies de grande communication et d'intérêt commun pour le pays.

d) Les autoroutes

Sont des routes nationales d'une catégorie spéciale dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Elles sont réservées à la circulation mécanique rapide ;
- Elles sont accessibles en des points spécialement aménagés (bretelles d'accès) ;
- Elles sont interdites aux piétons, aux cyclistes et véhicules hippomobiles ;
- Elles ne comportent aucun carrefour à niveau ;
- Le stationnement est y interdit sauf dans les bandes d'arrêt d'urgence.

II.9.2. Classification technique

a) Catégorie 1 : ce sont les routes construites sur un terrain facile où il n'y a pas de croisement.

b) Catégorie 2 : ce sont les routes à tracé facile peut accidenter avec quelque croisement.

c) Catégorie 3 : ce sont les routes tracées dans un terrain accidenté.

d) Catégorie 4 : ce sont les routes à section transversale difficile, dont la terre a un relief complexe.

e) Catégorie 5 : ce sont les routes à tracé très difficile.

II.10. Différents types des trafics

A. Trafic normal

C'est le trafic existant sur l'ancien aménagement sans prendre compte le nouveau projet.

B. Trafic dévie

C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée et empruntant, sans investissement d'autres routes ayant la même destination, la dérivation de trafic n'est qu'un transfert entre les différents moyens d'atteindre la même destination.

C. Trafic induit

C'est le trafic qui résulte de :

- Des nouveaux déplacements des personnes qui s'effectuent et qui en raison de la mauvaise qualité de l'ancien aménagement routier ne s'effectuaient pas antérieurement ou s'effectuaient vers d'autres destinations.

- Une augmentation de production et de vente grâce à l'abaissement des coûts de production et de vente due à une facilité apportée par le nouvel aménagement routier.

D. Trafic total

Le trafic sur le nouvel aménagement sera la somme du trafic induit et du trafic dévié.

II.11. Analyse de trafic existant

Diverses méthodes permettant de recueillir des informations de nature et d'intérêt variable en ce qui concerne les trafics, on veille cependant à adopter le niveau de connaissance aux besoins, le coût des investigations conduit à limiter celle-ci à ce qui est nécessaire mais on s'attache à disposer aussi de l'ensemble des éléments permettant de décider en toute connaissance de cause, enfin, on peut être amené à procéder en plusieurs étapes et à affiner l'étude de trafic au fur et à mesure de l'avancement de l'étude de l'ensemble du projet.

Ces méthodes peuvent être classées en deux catégories :

- Celles qui permettent de quantifier le trafic : les comptages
- Celles qui permettent d'obtenir des renseignements qualitatifs : Les enquêtes

II.11.1. Les comptages

C'est l'élément essentiel de l'étude de trafic, on distingue deux types de comptage :

- Les comptages automatiques.
- Les comptages manuels.

A. Les comptages automatiques

On distingue ceux qui sont permanents et ceux qui sont temporaires, en ce qui concerne les comptages permanents, sont réalisés en certains points choisis pour leur représentativité sur les routes les plus importantes : réseau autoroutier, réseau routier national et le chemin de Wilaya les plus circulés.

Les comptages temporaires s'effectuent une fois par an durant un mois pendant la période où le trafic est intense sur les restes des réseaux routiers à l'aide de postes de comptages tournant.

B. Les comptages manuels

Ils sont réalisés par les agents qui relèvent la composition du trafic pour compléter les indicateurs fournis par les comptages automatiques. Les comptages manuels permettent de connaître le pourcentage de poids lourds et les transports communs.

Les trafics sont exprimés en moyenne journalière annuelle (T.J.M.A).

II.11.2. La connaissance des flux : les enquêtes

Il est plus souvent opportun de compléter les informations recueillies à travers des comptages par des données relatives à la nature du trafic et à l'orientation des flux, on peut recourir en fonction du besoin, à diverse méthodes, lorsque l'enquête est effectuée sur tous les accès à une zone prédéterminée (une agglomération entière, une ville ou seulement un quartier) on parle d'enquête cordon.

Elle permet en particulier de distinguer les trafics de transit et d'échange.

A. Enquêtes papillons ou distributions

Le principe consiste à délimiter le secteur d'enquête et à définir les différentes entrées et sorties, un agent colle un papillon sur le pare-brise de chaque véhicule (ou on distribue une carte automobiliste), sachant que ces papillons et sont différents à chaque entrée, un autre agent identifie l'origine des véhicules en repérant les papillons ou en récupérant les cartes.

B. Relevé des plaques minéralogiques

On relève, par enregistrement sur un magnétophone, en différents points (à choisir avec soin) du réseau, les numéros minéralogiques des véhicules ou au moins une (de l'ordre de quatre à chiffres ou lettres), la comparaison de l'ensemble des relevés permet d'avoir une idée des flux.

C. Interview des conducteurs

Cette méthode est lourde et onéreuse mais donne des renseignements précis.

On arrête (avec l'aide des forces de gendarmerie pour assurer la sécurité) un échantillon de véhicules en différents points du réseau et on questionne (pendant un temps très court qui ne doit pas dépasser quelques minutes sous peines d'irriter l'utilisateur) l'automobiliste pour recueillir les données souhaitées :

- Origine.
- Motif.
- Fréquence et durée.
- Trajet utilisé.

Ces informations s'ajoutent à celles que l'enquêteur peut être relevé directement tels que le type de véhicule.

D. Les enquêteurs a domicile – enquête ménage

Un échantillon de ménages sélectionné à partir d'un fichier fait l'objet d'un interview à son domicile par une personne qualifiée, le temps n'étant plus limité comme dans le cas des interviews le long des routes, on peut poser un grand nombre de questions et obtenir de nombreux renseignements, en général, ce type d'enquête n'est pas limité à l'étude d'un projet particulier, mais porte sur l'ensemble des déplacements des ménages dans une agglomération.

II.12. Calcul de la capacité

Définition

La capacité d'une route est le flux horaire maximum des véhicules qui peuvent raisonnablement passer en un point ou s'écouler sur une section de route uniforme (ou deux directions) avec les

caractéristiques géométriques et de circulation qui lui son propres durant une période bien déterminer, la capacité dépend :

- Des conditions de trafic.
- Des conditions météorologiques.

Le type d'usagers habitués ou non à l'itinéraire.

Des distances de sécurité (ce qui intègre le temps de réaction des conducteurs variables d'une route à l'autre)

Des caractéristiques géométriques de la section considérée (nombre et largeur des voies)

A. La procédure pour déterminer le nombre de voie

B. Calcul de TMJA a l'horizon

La formule qui donne le trafic journalier moyen annuel à l'année horizon est :

$$T_n = T_o * (1 + \tau)^n$$

Avec : $T \Rightarrow$ Le trafic à l'arrivée pour origine.

$\tau \Rightarrow$ Le taux de croisement.

$n \Rightarrow$ Le nombre d'année.

C. Calcul de trafic effectif

C'est le trafic traduit en unités des véhicules particulières (U.V.P) en fonction de classe de route et de l'environnement.

Pour cela, on utilise des coefficients d'équivalence pour convertir les PL en (U.V.P).

Le trafic effectif donné par la relation :

$$T_{eff} = [(1 - Z) + PZ] * T_n$$

Avec : $T_{eff} \Rightarrow$ Le trafic effectif à l'horizon en (U.V.P/j) , $Z \Rightarrow$ Le pourcentage de poids lourds en (%), $P \Rightarrow$ Coefficient d'équivalence pour le poids lourds, il dépend de la nature de la route (voir tableau 1)

Tableau 1 : Coefficient d'équivalence pour le poids lourds

Environnement	E1	E2	E3
Route à bonne caractéristique	2-3	4-6	8-12
Route étroite	3-6	6-12	16-24

D. Débit de point horaire normal

Le débit de point horaire normal est une fraction du trafic effectif à l'horizon il est exprimé en unité de véhicule particulier (uvp) et donné par la formule suivante :

$$Q = \left(\frac{1}{n}\right) T_{eff}$$

Avec : Q $\Rightarrow$ Débit de pointe horaire

n $\Rightarrow$ Nombre d'heure, (en général n=8heures)

T_{eff} $\Rightarrow$ Trafic effectif

E. Débit horaire admissible

Le débit horaire admissible est le nombre de véhicules toléré pouvant passer en un point donné pendant une heure, il est déterminé par la formule suivante :

$$Q_{adm}^{(uvp/h)} = K1 * K2 * C_{th}$$

Avec : K1 $\Rightarrow$ Coefficient lié à l'environnement.

K2 $\Rightarrow$ Coefficient de réduction de capacité.

C_{th} $\Rightarrow$ La capacité effective par voie.

Tableau 2 : Valeurs de K1

Environnement	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.90 à 0.95

Tableau 3 : Valeurs de K2

Environnement	Catégorie de la route				
	1	2	3	4	5
E1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E3	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

Tableau 4 : Valeurs de Cth

	Capacité théorique (uvp/h)
Route à 2 voies de 3.5m	1500 à 2000
Route à 3 voies de 3.5m	2400 à 3200
Route à chaussées séparées	1500 à 1800

F. Calcul nombre de voie**Cas d'une chaussée bidirectionnelle**

On compare Q à Q_{adm} et on opte le profil auquel correspond la valeur de Q_{adm} la plus proche à Q : $Q_{adm} \geq Q$

Cas d'une chaussée unidirectionnelle

Le nombre de voie à retenir par chaussée est le nombre le plus proche du rapport :

$$N = S * (Q / Q_{adm})$$

Avec : S → Le coefficient dissymétrie, en général égal 2/3

II.13. L'organisation des études de projet d'infrastructures routières

Tout projet, dans quelque domaine qu'il intervienne, nécessite des études successives dont les portées et les objectifs seront différents et adaptés aux problématiques propres à chaque niveau de définition. Ce chapitre traite des études nécessaires à un projet d'infrastructures routières.

Nous aborderons dans une première partie la particularité du domaine des infrastructures routières. Nous nous attacherons en second lieu à détailler le contenu des études préalables. Nous aborderons les grands principes de la gestion de projet, car elle est totalement liée au contenu de ces études. Nous aborderons ensuite les différents niveaux d'étude: avant projet sommaire, et avant projet détaillé.

A. Les acteurs du projet et leur collaboration

Un projet associe un ensemble d'acteurs directement ou indirectement concernés, ils pourront être moteurs, décideurs, mais aussi opposants. On peut pour utiliser un langage propre à l'opération routière quelques termes qui caractérisent les groupes d'acteurs:

La maîtrise d'ouvrage: c'est l'initiateur du projet et celui qui le commande, il n'étudiera pas le projet, mais par contre il doit en connaître les fonctions, les objectifs. Il définira donc le programme. Le maître de l'ouvrage définit dans le programme les objectifs de l'opération et les besoins qu'elle doit satisfaire, ainsi que les contraintes et exigences de qualité sociale, urbanistique, architecturale, fonctionnelle, technique et économique, d'insertion dans le paysage et de protection de l'environnement, relatives à la réalisation et à l'utilisation de l'ouvrage.

La maîtrise d'œuvre: c'est l'entité qui étudiera le projet sur la base du programme et se chargera de sa mise en œuvre. Lorsqu'il s'agit de travaux, la maîtrise d'œuvre prend en charge le contrôle de l'exécution des travaux. La mission de maîtrise consiste à apporter une réponse architecturale, technique et économique au programme (rappel : le programme est une prérogative de la maîtrise d'ouvrage ; les maîtres d'œuvre n'ont donc pas à élaborer ni modifier le programme, qui n'entre pas dans leur domaine d'intervention).

Les partenaires: il peut s'agir de cofinancées, mais aussi de personnes publiques concernées par le projet (administrations, collectivités locales...).

Les usagers: ce sont les bénéficiaires du projet, lorsqu'il s'agit d'un ouvrage public.

Le public: c'est l'ensemble des personnes qui constituent l'environnement humain du projet.

B. Les étapes de réalisation du projet

B.1. Les études d'avant projet

A ce niveau d'étude, les objectifs principaux sont:

- préciser les fonctions locales de l'aménagement
- définir des possibilités différentes de tracé
- comparer ces possibilités différentes, que l'on qualifiera de variantes, au regard des objectifs de l'aménagement mais aussi au regard des contraintes à prendre en compte
- choisir une variante

– définir son coût d'objectif.

L'échelle de précision permet encore de déplacer le tracé à l'intérieur d'un fuseau, pour les projets importants on parle de bande des 300 m. Il sera alors possible à ce stade de préparer l'enquête publique.

B.2. La concertation avec le public

Le code de l'urbanisme et la loi SRU ont consacré le recours à la concertation avec le public. Même lorsqu'elle n'est pas obligatoire, il y a tout intérêt à la mettre en oeuvre¹¹. Cet exercice n'est pas encore naturel pour les maîtres d'œuvre publics, il l'est plus pour les maîtres d'ouvrage publics. Cette concertation peut être mise en œuvre à plusieurs niveaux. Dès les études préliminaires, elle permettra de faire émerger des paramètres de l'environnement qui auraient pu ne pas être détectés. Au stade de l'avant projet, la concertation va permettre de recueillir l'avis de la population sur chaque variante, mais aussi les remarques et aussi les pistes d'améliorations.

Le bilan de la concertation guidera le maître d'ouvrage pour le choix de la solution qui sera retenue.

Cette concertation peut prendre plusieurs formes: exposition, plaquettes, réunions. Elle a pour but de réduire la distance qui existe entre les concepteurs et les riverains à qui s'imposera ce projet. Elle permet de faire disparaître les zones d'ombre, les imprécisions pour le public. Elle permet aussi aux maîtres d'ouvrage et d'œuvre d'intégrer des préoccupations qui n'avaient pas été envisagées.

L'exercice de la concertation met en évidence clairement l'évolution du métier de technicien au sens large. Ce dernier ne doit pas être seulement capable de concevoir un projet, comme simple objet technique, mais il doit savoir le justifier par rapport à son environnement et à une problématique d'aménagement spatial. Il doit ainsi intégrer des compétences économiques, sociologiques, environnementales, autant qu'une véritable capacité de communication.

B.3. L'enquête publique et la déclaration d'utilité publique

Le dossier d'enquête publique, qu'il soit préalable ou non à la déclaration d'utilité publique, est établi à partir des études d'avant projet sommaire. Il comporte une pièce essentielle: l'étude d'impact. Cette dernière est réalisée sur les bases des études d'environnement.

Pour les projets de grande importance, le dossier comprend en outre, une étude socio économique. C'est la loi d'orientation sur les transports intérieurs qui a défini cette obligation.

Le maître d'ouvrage saisit le préfet qui prend alors l'arrêté de mise à l'enquête publique du projet. Le tribunal administratif complète la démarche en nommant un commissaire enquêteur ou une commission d'enquête si le projet le justifie dans le cadre d'enquêtes publiques préalables à une déclaration d'utilité publique ou de projets ayant un impact sur l'environnement.

Dès que le principe de mise à l'enquête est arrêté, le maître d'ouvrage a en charge des mesures de publicité de cette enquête. Des articles doivent être publiés aux rubriques annonces légales de journaux de presse quotidienne régionale, des panneaux doivent indiquer, en périphérie de l'emprise du projet, les dates heures et lieux où le dossier d'enquête sera consultable, ainsi que les horaires de permanence du commissaire enquêteur.

L'enquête publique durera au moins 1 mois. Au cours de cette période, le public peut porter toute remarque, interrogation, contradiction qu'il jugera pertinent par rapport au projet. Le commissaire enquêteur peut recevoir le public et porter lui même les remarques du public.

B.4. Les études de projet

Dès que le projet est déclaré d'utilité publique, les études précises pourront alors être lancées. Le tracé sera alors défini précisément, ainsi que l'ensemble de détail de construction.

Parallèlement, l'ensemble des autres enquêtes sera lancé:

- l'enquête parcellaire: elle permettra de connaître précisément les propriétaires de chaque parcelle touchée par le projet. C'est sur sa base que les acquisitions ou le cas échéant, les expropriations auront lieu. Cette enquête peut aussi être réalisée en simultanéité avec l'enquête publique.
- l'enquête loi sur l'eau, si le projet doit faire l'objet d'une autorisation au titre de la loi sur l'eau.

Enfin, après que toutes les démarches sont achevées l'appel d'offres est lancé pour la réalisation de projet routier.

II.14. Représentation géométrique des routes

A. Tracé en plan

Le tracé en plan représente une reproduction à échelle réduite d'une projection de la route sur un plan horizontal, ce plan horizontal est en générale une carte topographique ou un plan de situation. Il est constitué en générale par une succession d'alignements droits et d'arcs de cercles reliés entre eux par des courbes de raccordements progressifs, il est caractérisé par la vitesse de référence qui permet de définir les caractéristiques géométriques nécessaires à tout aménagement routier.

Particularité de conception du dédoublement

L'approche d'étude de dédoublement est différente des études en site vierge et différente également des études de renforcement et réhabilitation pour cela l'approche suivante a été adoptée :

- L'emploi de rayons supérieurs ou égaux à **RHnd** est souhaitable, dans la mesure où cela n'induit pas de surcoût sensible, afin d'améliorer le confort et faciliter le respect des règles de visibilité.
- Elargir autant que possible d'un seul côté ;

Cette démarche permet de réduire les coûts de projet, sauvegarder et préserver la chaussée existante, aussi pour l'assainissement, elle permet d'exécuter les travaux sans porter de gêne aux usagers (maintien de la circulation).

Néanmoins à ces avantages des inconvénients sont à prendre en charge, notamment en ce qui concerne, comment coller au maximum la chaussée nouvelle à l'ancienne en tout en respectant la largeur minimale de T.P.C.

Comment adopter l'axe nouveau à l'ancien sachant que ce dernier peut ne pas être conforme aux normes techniques (rayons au-dessous du minimum)

En fin pour les sections bordées d'habitation nous avons préconisé de :

- utiliser au maximum la plate-forme existante en se collant sur l'existant.
- élargir des deux côtés si ces mesures s'avèreraient insuffisantes.

A.1. Règles à respecter dans les traces en plan

Pour faire un bon tracé en plan dans les normes on doit respecter certaines recommandations :

- Respecter les normes de la ARP (l'aménagement des routes principales).
- Eviter de passer sur des terrains agricoles et des zones forestières
- Adapter au maximum le terrain naturel pour éviter les terrassements importants
- Respecter la pente maximum, et s'inscrire au maximum dans une même courbe de niveau.
- Eviter le franchissement des oueds afin d'éviter le maximum d'ouvrages d'arts et cela pour des raisons économiques, si on n'a pas le choix on essaie de les franchir perpendiculairement.
- Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.
- De recourir de préférence à des alignements droits (au moins 50 % du linéaire pour permettre l'implantation de carrefours et de visibilité de déplacement dans de bonnes conditions) alternant avec des courbes moyennes (de rayon supérieur au rayon minimal, et ne dépassant guère le rayon non déversée).

A.2. Les éléments de trace en plan

Un tracé en plan moderne est constitué de trois éléments:

- Des droites (alignements)
- Des arcs de cercle.
- Des courbes de raccordement progressives.

B. Profil en long

Le profil en long est une coupe longitudinale du terrain suivant un plan vertical passant par l'axe de la route. Il se compose de segments de droite de déclivité en rampe et en pente et des raccordements circulaires, ou parabolique.

Ces pentes et rampes peuvent être raccordées entre elles soit par des angles saillants ou par des angles rentrants. La courbe de raccordement la plus courante utilisée est la parabolique qui facilite l'implantation des points du projet.

B.1. Règles à respecter dans le tracé de 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.
- Pour assurer un bon écoulement des eaux, on placera les zones des dévers nul dans une pente du profil en long.
- Rechercher 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.

B.2. Coordination trace en plan – profil en long

Il est très nécessaire de veiller à la bonne coordination du tracé en plan et du profil en long (en tenant compte également de l'implantation des points d'échange) afin:

- D'avoir une vue satisfaisante de la route en sus des conditions de visibilité minimale.
- De prévoir de loin l'évolution du tracé.
- De distinguer clairement les dispositions des points singuliers (carrefours, échangeurs, etc.)

Pour éviter les défauts résultats d'une mauvaise coordination entre tracé en plan et profil en long, les règles suivantes sont à suivre:

- D'augmenter le ripage du raccordement introduisant une courbe en plan si le profil en long est convexe.
- D'amorcer la courbe en plan avant un point haut Lorsque le tracé en plan et le profil en long sont simultanément en courbe.
- De faire coïncider le plus possible les raccordements du tracé en plan et celle du profil en long (porter les rayons de raccordement vertical à **6 fois** au moins le rayon en plan).

B.3. Déclivités

On appelle déclivité d'une route la tangente de l'angle que fait le profil en long avec l'horizontal .Elle prend le nom de Pente : pour les descentes et de Rampe : pour les montées. Le raccordement entre une pente et une rampe se fait par un arc de cercle dont la nature est fixée par la différence m des deux déclivités

- Raccordement pente- rampe ($m < 0$): arc concave.
- Raccordement rampe- pente ($m > 0$): arc convexe.

B.4. Déclivité minimal

Pour les déclivités minimales en profil en long, il n'est plus imposé en règle générale de valeur minimale, il est nécessaire une déclivité de :

- 0.5% dans les zones ou la pente transversale de la chaussée est inférieure à 0.5%, s'il y a risque de verglas.
- Dans la longue section en déblai ; au moins 0.2% pour l'ouvrage longitudinal d'évacuation des eaux ne soit pas trop profondément enterré du côté aval.
- Au moins 0.2% dans les sections en remblai prévues avec des descentes d'eau.

B.5. Déclivité maximal

La déclivité maximale est tolérer surtout dans les courtes distances (inférieures à 1500 m) pour les raisons suivantes :

- Réduction de la vitesse et augmentation des dépenses de circulation.
- Important effort de freinage des poids lourds ce qui conduit à user les pneumatiques.

Tableau 5 : Déclivité max en fonction de vitesse de référence

$V_B(\text{Km/h})$	40	60	80	100	120	140
$I_{\max}(\%)$	8	7	6	5	4	4

C. Profil en travers

Le profil en travers est le levé perpendiculaire à l'axe de la route sur un plan vertical. La plate-forme des routes comprennent : les chaussées, les accotements latéraux et éventuellement un terre-plein central. Le profil en travers doit être tel qu'il puisse assurer à tout moment l'écoulement du trafic actuel et prévisible dans de bonnes conditions de sécurité et de confort, et ainsi l'évacuation rapide des eaux de pluie.

C.1. Les éléments de profil en travers

Le profil en travers doit être constitué par les éléments suivants:

Emprise : C'est la surface de terrain appartenant à la collectivité et affectée à la route et à ses dépendances, elle coïncide généralement avec le domaine public.

Assiette : Surface de terrain réellement occupé par la route, ses limites sont les pieds de talus en remblai et crête de talus en déblai.

Plate-forme : C'est la chaussée, elle comprend la ou les chaussées, les accotements et éventuellement le terre-plein-central.

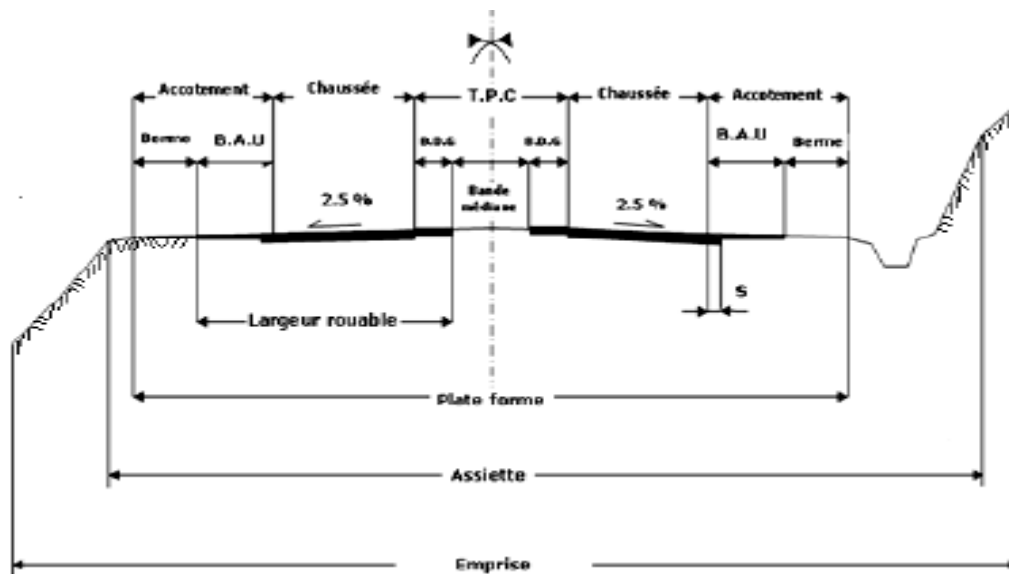


Figure 2 : Profil en travers d'une chaussée

Chaussée : Au sens géométrique du terme c'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent normalement les véhicules. Elle doit être revêtue ou non revêtue ou en béton et elle peut être bidirectionnel ou unidirectionnel.

Accotement : Ce sont les zones latérales de la plate-forme que borde extérieurement la chaussée, ils peuvent être dérasé ou sur élevés.

Fosse : Ouvrage hydraulique destinés à recevoir les eaux de ruissellement recueillies de la route et des talus (éventuellement les eaux du talus).

Bande dérasée : Bande contiguë à la chaussée, stabilisée, revêtue ou non, dégagée de tout obstacle ; elle comporte le marquage en rive.

B.D.G : Bande dérasée à gauche d'une chaussée unidirectionnelle.

Berme : Partie latérale non rouable de l'accotement, bordant une B.A.U ou une bande dérasée, et généralement engazonnée.

B.A.U : Partie de l'accotement, contiguë à la chaussée, dégagée de tout obstacle et revêtue, aménagée pour permettre l'arrêt d'urgence des véhicules hors de la chaussée, elle inclut la sur largeur structurelle de la chaussée.

Sur largeur s : Sur largeur structurelle de chaussée supportant le marquage de rive.

Terre-plein-centrale

➤ **Séparation :**

C'est la raison essentielle du T.P.C lorsque sa largeur est inférieure à 12m, il comporte des dispositifs de sécurité qui peut être souples ou rigides. Dans le cas des dispositifs souples, la largeur du T.P.C doit permettre le débattement des glissières.

➤ **D'environnement :**

Le T.P.C supporte les éventuelles plantations qui ont un rôle d'embellissement et participent à la sécurité de l'usager (lutte contre l'éblouissement).

Les terre-pleins centraux ne comportent pas systématiquement de plantation : ils sont parfois pour des raisons d'économie entièrement revêtus, mais seulement lorsque cette largeur est inférieure à 5m.

➤ **Drainage :**

Afin d'éviter des épaisseurs de lames d'eau importantes sur les chaussées notamment à l'intérieur des courbes, le T.P.C comporte dans les zones déversés, un dispositif de drainage permettant la récupération des eaux de ruissellement de la chaussée extérieure.

B.G : Bande de guidage.

3. 2) Différents types de profil en travers

Il existe deux types de profil en travers qui sont :

- Profil en travers type
- Profil en travers courant

3.2.1) Profil en travers type

Est une représentation graphique, contenant et détaillant d'une manière précise tous les éléments constituant la route notamment les dimensions de la route, ses dépendances la structure de chaussée, sa composante ainsi que les épaisseurs.

3.2.2) Profil en travers courant

S'applique au PK indiqué, il reprend et mentionne toutes les données caractérisant la section transversale de la route au PK considéré, notamment cote terrain naturel (TN), cote de projet .devers de la chaussée.

II.15. Terrassement et cubature

A. Travaux préliminaires

Avant l'exécution des terrassements on doit effectuer une série de travaux préliminaire les plus important sont :

- l'exécution des ouvrages d'arts prévus dans le projet ;

- nettoyage (décapage) de la couche végétale et le mauvais sol on utilisant des moyens manuel ou mécanique ;
- déracinement des arbres ;
- l'exécution dans les remblais de forte pente de la marche d'escalier pour éviter le glissement de terrain.

B. Exécution des déblais

L'exécution des travaux de terrassements est surtout les déblais est faite avec des moyens mécanisé, les plus utilisés sont : Tracteurs, Dozers, Scrapers, Rooters, dont l'utilisation a réduit considérablement le temps et le prix des terrassements.

- a. Tracteur : les tracteurs servent comme force motrice des différents engins avec les quels sont couplé pour transporter le sol (avec remorque), pour pousser avec le dozer, ou pour ameubler avec rooters. Les tracteurs sont d deux sorte : tracteur sur pneumatique et tracteur a chenille.
 - **Tracteur sur pneumatique** : qui exerce sur le sol une pression plus élevé de celle de tracteur a chenille de même poids, ce déplace plus vite que celui-ci (jusqu'à 40Km/h)
 - **Tracteur a chenille** : d'une puissance de 50 a 200 chevaux qui adhèrent fortement au sol n'y transmettant qu'une faible pression de vitesse 2 a 10 Km/h, peuvent franchir des fossés de 1m de largeur et escaladé des talus de 1/1 (45°)
- b. Les Dozers (douteurs) : ils sont utilisés dans plusieurs travaux mais spécialement pour extraire et transporté les sols à courte distance. Ils ont des boucliers métalliques légèrement concaves renforcés d'une lame d'acier à leur partie inférieur et qui s'adaptent à un tracteur par l'intermédiaire d'une charpente horizontale étrillé. Le bouclier ce nomme Pelle.
- c. Scrapers (Décapeuse) : ils sont des engins qui transporte les matériaux sans les poussés, après les avoir extraits, ils les chargent et les amènent a destination sans déperdition, ou il les décharge. Leurs emploi et recommandable dans les gros chantiers a gros mouvement de terre par le transport a une distance qui peut atteindre 3km.
- d. Rooters (Scarificateur) : les rooters sont des dents de grande dimension qui sont utilisés pour ameubler ou pour désagréger les terrains durs. Les rooters se composent d'un chassis supportant des forte dents d'acier réglable en hauteur et en inclinaison et d'un essieu porteur.
- e. Graders (Niveleuses) : leurs spécialités et le réglage précis de niveau de terre a l'aide d'une lame raclante de 3.5 a 4m a inclinaison multiple, on les emploi également pour ouvrir les fossés et le réglage des faibles talus.

C. Exécution des remblais

Cette opération exige le réglage et le compactage des sols de remplissage a porté des déblais ou d'empreinte, les engins utilisés dans ce cas sont les graders (niveleuses) pour répondre et réglé les terre et les Rouleaux pour le compactage.

- a. Rouleaux pneumatique : assurent une compression progressive a intensité croissante, ces rouleaux comportent deux essieux. Chaque essieu comprend 6 à 8 roues, les roues sont décalées de façon que leurs tracés se chevauche. Il existe des rouleaux de 10t à plus de 100t.
- b. Rouleaux à pieds de mouton : ils ont un cylindre dont la surface latérale est armée de fortes dents en forme de tronc de pyramide rectangulaire. Les dents pénètrent dans le sol meuble et tassent la couche inférieure.
- c. Rouleaux a roue vibrante : sont des engins de faible poids (1 a 5t), ces engins donne un bon compactage surtout sur les sols sableux.

D. Engins divers

Cette brève description des engins de terrassement ne serait pas complète si l'on omettait dénommer les engins dit de servitude dont le rôle est primordial.

- L'arroseuse : utilisée pour l'arrosage de l'eau
- Camion et Dumper : utilisé pour transporter les matériaux
- Matériels divers : compresseur, groupe électrogène, ...etc

E. Règles de compactage

Le compactage a pour but d'accroître la densité et au même temps la résistance mécanique de terrain de fondation ou bien les différentes couches de la chaussée. Dans ce but le compactage des terrassements doit respecter certaines règles :

- le nombre de passage ou de choc que doit produit l'engin sur l'unité de surface ou volume de sol a compacté est calculé en fonction de poids d'engin utilisé ;
- le compactage des remblais doit agir sur des couches mince successive (généralement $\leq 20\text{cm}$) obtenus en utilisant une niveleuse ;
- les engins utilisés seront choisis en fonction de type de sol : les rouleaux a pieds de mouton utilisé pour les sols meuble (humide et argileux), les cylindres vibrant dans les sols sableux, les rouleaux a pneus pour les sols argileux ;
- pour obtenir le meilleur compactage possible avec un engin donné il faut réaliser la teneur en eau optimum Proctor en arrosant le terrain s'il est très sec, soit en le laissant séché au soleil s'il est trop humide ;
- le compactage envisage aussi les parties en déblais sauf celle exécuté dans un terrain rocheux.

Remarque

Quand il est possible, on peut faire livré une chaussée provisoire a la circulation générale qui peut faire un compactage correcte.

F. Cubatures de terrassement

Les cubatures de terrassement, c'est l'évolution des cubes de déblais que comporte le projet à fin d'obtenir une surface uniforme et parallèlement sous adjacente à la ligne projet.

Les éléments qui permettent cette évolution sont :

- les profils en long
- les profils en travers
- Les distances entre les profils.

Les profils en long et les profils en travers doivent comporter un certain nombre de points suffisamment proches pour que les lignes joignent ces points différents le moins possible de la ligne du terrain qu'il représente.

II.16. Méthode utilisée

Pour calculer un volume, il y a plusieurs méthodes parmi lesquelles il y a celle de la moyenne des aires que nous utilisons et qui est une méthode très simple mais elle présente l'inconvénient de donner des résultats avec une marge d'erreur, donc pour être proche des résultats exacts on doit majorer les résultats trouvés par un coefficient de 10 % et ceci dans le but d'être en sécurité.

A. Description de la méthode

En utilisant la formule qui calcul le volume compris entre deux profils successifs

$$V = \frac{h}{6} * (S1 + S2 + 4Smoy)$$

Où h, S1, S2 et S0 désignant respectivement :

- h : distance entre deux profils.
- S1, S2 : les surfaces verticales des profils en travers P1 et P2.
- Smoy : Surface limitée à mi-distances des profils.

Dans la figure ci-dessous, on adopte pour des profils en long d'un tracé donnés.

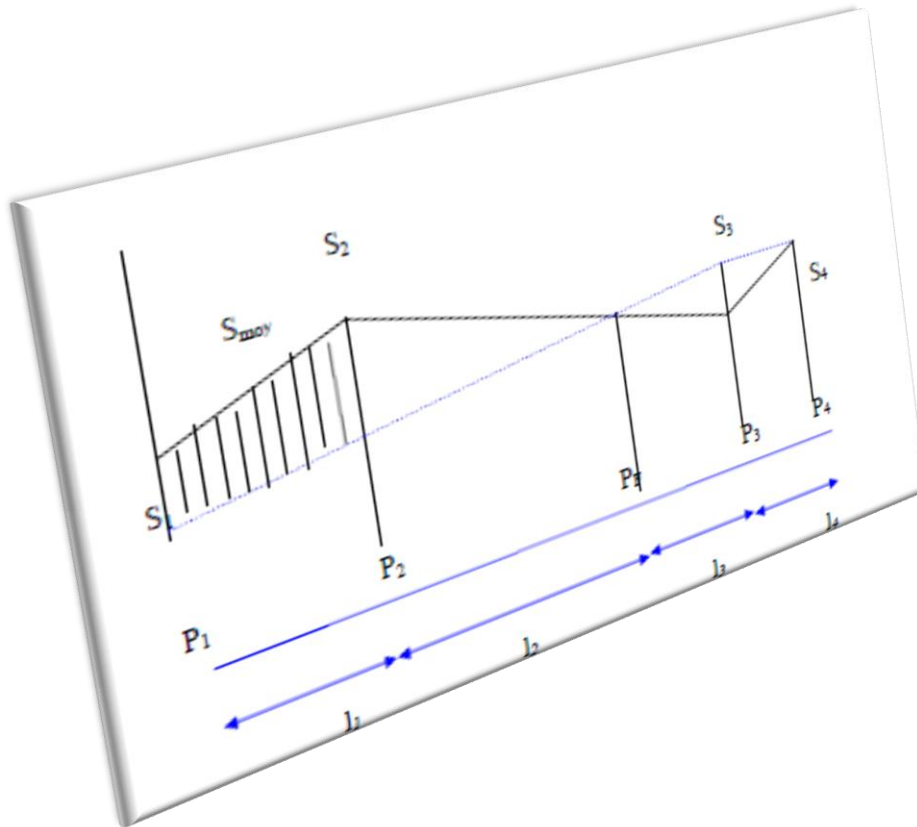


Figure 3 : Méthode de calcul des cubatures

Le volume compris entre les deux profils en travers P1 et P2 de section S1 et S2 sera égale à :

$$V = \frac{l1}{2} * (S1 + S2 + Smoy)$$

Pour éviter un calcul très long, on simplifie cette formule en considérant comme très voisines les deux expressions Smoy et $(S1+S2)/2$

Ceci donne : $V1 = l1/2 * (S1+S2)$

Donc les volumes seront :

Entre P₁ et P₂ → $V1 = \frac{l1}{2} * (S1 + S2)$

Entre P₂ et P_F → $V2 = \frac{l2}{2} * (S2 + 0)$

Entre P_F et P₃ → $V3 = \frac{l3}{2} * (0 + S3)$

En additionnant membre à membre ces expressions on a le volume total des terrassements :

$$V = \frac{l1}{2} * S1 + \frac{(l1 + l2)}{2} * S2 + \frac{(l2 + l3)}{2} * 0 + \frac{(l3 + l4)}{2} * S3 + \frac{l4}{2} * S4$$

On voit l'utilité de placer les profils PF puisqu'ils neutralisent en quelque sorte une certaine longueur du profil en long, en y produisant un volume nul.

B. Méthode classique

Dans cette méthode on distingue deux différentes sous méthodes de calcul dont la première est celle dite de **GULDEN** où les quantités des profils sont multipliées par la longueur d'application au droit de leur centre de gravité, prenant en compte la courbure au droit de profil.

Mais dans l'autre méthode classique les quantités des profils sont multipliées par la longueur d'application à l'axe (indépendant de la courbure).

II.17. Stationnement

Une bonne conception d'un réseau de voirie ne se limite pas uniquement à une fluidité satisfaisante de la circulation, mais il faut résoudre le problème de stationnement qui s'accroît surtout pendant les heures de pointe où le débit horaire des véhicules est très important, donc une partie de l'espace collectif doit être aménagée pour le besoin de stationnement.

A. largeur et longueur des stalles

Les dimensions des places sont fixées en fonction du gabarit des véhicules, du mode de stationnement et de la largeur de voirie de desserte lorsque est longitudinale (parallèle à la voirie de circulation) les places ont une longueur de 5 à 5.5 m et une largeur de 2 à 2.5 m, la chaussée a une largeur minimale est de 3.5m.

- ✓ Dans les lotissements ou dans certains petits groupes d'habitation les véhicules sont regroupés sur des espaces comprennent quelques places de stationnement en talon (perpendiculaire), cette disposition dégage totalement la voirie et assure une plus grande sécurité.
- ✓ Dans les groupes d'habitation importants les zones commerciales et industrielles peuvent couvrir des zones importantes sont disposées perpendiculairement, parallèlement et en épi (45 et 60°).
- ✓ Les stationnements des poids lourds font l'objet des études spécifiques.

Exemple de dimensionnement minimal :

Stationnement en talon (perpendiculaire)

Une voie de 4,30m de largeur, largeur $\geq 2,40$ m

Une voie de 4,80m de largeur, largeur $\geq 2,30$ m

Une voie de 5,30m de largeur, largeur $\geq 2,20$ m

Stationnement en épi 60°

Une voie de 3,80m de largeur, largeur $\geq 2,40$ m

Une voie de 4,15m de largeur, largeur $\geq 2,30$ m

Une voie de 4,50m de largeur, largeur $\geq 2,20$ m

B. Différents types de stationnement

Trois (03) types principaux de disposition des bandes de stationnement qui peuvent justifier un choix on distingue :

- a- Stationnement longitudinal:** Cette disposition perturbe générale sur une file de circulation. Elle permet en moyenne le stationnement de 17 voitures par 100 m de trottoir.
- b- Stationnement perpendiculaire:** Il s'appelle aussi rangement en « bataille », cette disposition perturbe sur deux files de circulation. Il convient alors de l'éviter pour les voies même peu circulées. Elle est au contraire bien adaptée aux quartiers résidentiels. Elle permet en moyenne le stationnement de 40 voitures par 100 m de trottoir.
- c- Stationnement en épi:** Cette disposition a les mêmes caractéristiques que celui perpendiculaire mais les surfaces utilisées sont peu différentes et les manœuvres d'entrée et de sortie du créneau sont plus ou moins simples. Elle permet en moyenne le stationnement de 31 voitures par 100 m de trottoir pour un angle égal à 45°.

C. Les trottoirs et les voies piétonnes

Les voies piétonnes: sont des éléments de voiries réservées aux piétons séparés en permanence ou temporairement de la circulation routière leur largeur et de l'ordre de 2 à 2,5m.

Les trottoirs: sont des allées piétonnes qui longent les chaussées, ils entourent les bâtiments et les clôtures en éloignant l'eau des fondations et réduisant ainsi les risques d'humidification du dallage intérieur. D'autre part, ils protègent le bas des murs, les bardages en particulier, du choc ou du contact des véhicules. Un trottoir est constitué par la bordure de la chaussée qui bloque une forme en béton maigre de 8 à 10 cm ou en grave-stabilisée de 10 à 12 cm. La largeur des trottoirs et des allées piétonnes dépend de l'importance des flux piétonniers, les largeurs recommandées sont :

- 0,8 à 1 m : passage pour piéton seul, voiture d'enfant ;
- 1,2 m : croisement piétons difficile, accessible chariot handicapé ;
- 1,80 à 2,00 m : croisement piétons et voitures d'enfants, piste cyclable à faible trafic ;
- 2,50 m : croisement chariots handicapés, passage 3 personnes, desserte pour véhicule entretien ;
- 3,00 m : section d'accès pompiers. Les pentes transversales des trottoirs sont de l'ordre de 1 à 3 %. Elle dirige les eaux de ruissellement vers le caniveau.

Les bordures: Les bordures sont des éléments préfabriqués en béton de dimensions normalisées qui limitent latéralement les chaussées, elles ont pour objet :

- De faciliter l'écoulement des eaux pluviales ;
- De constituer une séparation difficilement franchissable par les véhicules (bordures de trottoir) ; selon leur fonction il y a lieu de citer deux (02) types de bordures :
- Bordure courante, empêche l'envahissement des trottoirs par les véhicules.
- Bordure franchissable permettant le passage d'un véhicule à vitesse réduite.

D. Insertion des personnes handicapées

Les pentes: En cas d'impossibilité technique d'utiliser des pentes inférieures à 5 %, les pentes suivantes sont tolérées exceptionnellement :

- 8 % sur une longueur inférieure à 2 m ;
- 12 % sur une longueur inférieure à 0,5 m. Lorsqu'elle dépasse 4 % un palier de repos est nécessaire tous les 10 m. un garde-corps est obligatoire le long de tous dénivelés de plus de 40 cm de hauteur.

Les largeurs: La largeur minimale du cheminement doit être de 1,40 m ; elle peut toutefois être réduite à 1,20 m lorsqu'il n'y a aucun mur de part et d'autre.