

*CHAPITRE IV:
Dimensionnement des chaussées*



Dr. BRIXI Nezha Khedoudja

Année universitaire 2024/2025

Une chaussée est composée de plusieurs couches successives qui doivent répondre à des critères de qualités croissants en partant de la Partie Supérieure des Terrassements (*PST*) pour remonter jusqu'aux couches de roulements.

L'objectif des différentes couches étant de permettre au sol support de résister aux contraintes liées à la circulation , en fonction de sa portance et des charges auquel on va le soumettre.

Chaque couche doit pouvoir supporter les charges des couches supérieurs et être suffisamment compactée pour permettre un effet d'enclume lors du compactage .

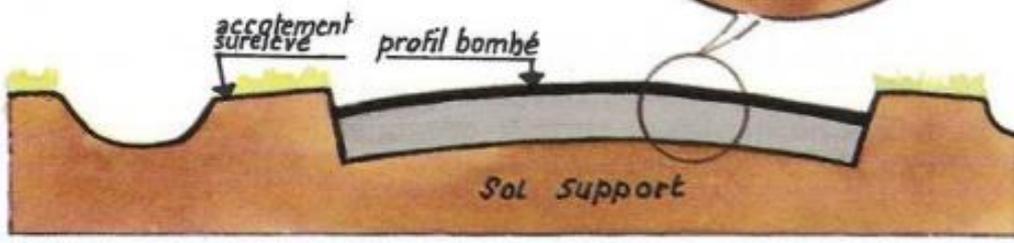
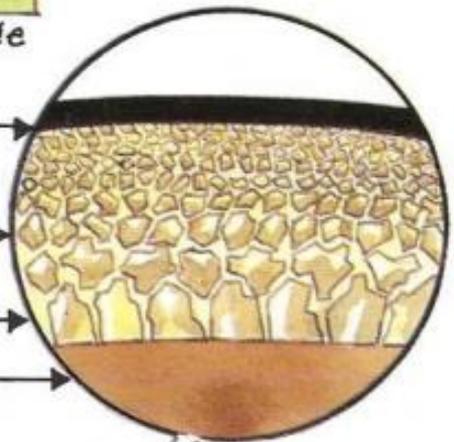
Introduction

Structure d'une chaussée

LES CHAUSSEES ANCIENNES

Hier, faible épaisseur de la chaussée

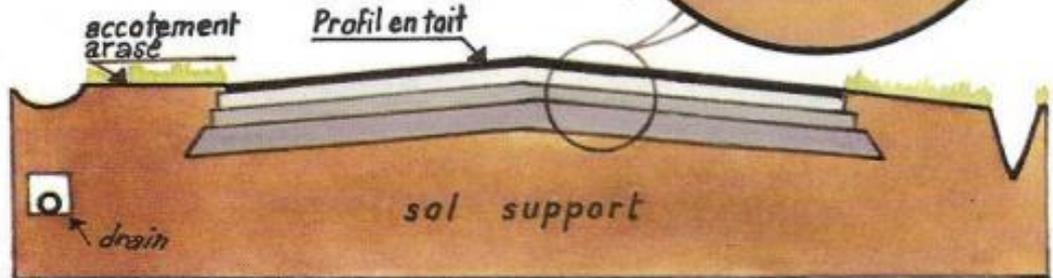
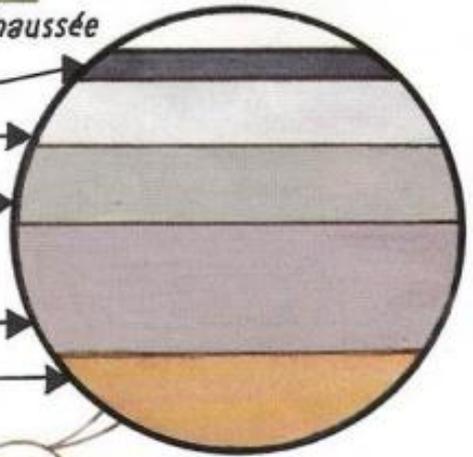
- couche de roulement : enduit
- Assise : pierres cassées remplissage des vides à la boue ou au sable.
- hérisson
- sol



LES CHAUSSEES MODERNES

Aujourd'hui, forte épaisseur de la chaussée

- couche de roulement : enrobé ou enduit
- Assise : couche de base
- couche de fondation
- couche de forme
- sol



Definition

La chaussée est constituée de plusieurs couches. La couche de surface ou revêtement repose sur une **assise résistante** (**corps de chaussée**) qui dépend du **sol support** sur lequel on la construit et du **trafic supporté**.

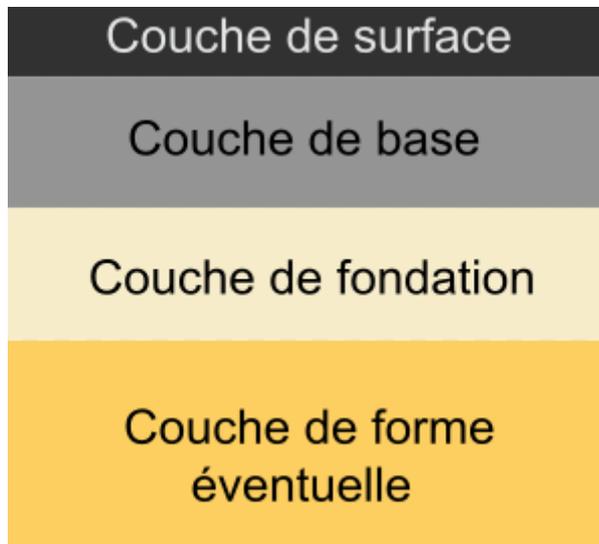
Le revêtement et le corps de chaussée constituent les éléments de la structure de la chaussée. Celle-ci dépend en outre des conditions d'utilisation, en particulier du **poids** et du **nombre de poids lourds** qui y circulent ainsi que des **conditions climatiques**.

Definition

A la suite, la chaussée est appelée à :

- ✓ Supporter la circulation des véhicules de toute nature.
- ✓ Reporter le poids sur le terrain de fondation.

Pour accomplir son devoir, c'est-à-dire assurer une circulation rapide et confortable, la chaussée doit avoir une résistance correspondante et une surface constamment régulière. Au sens structurel la chaussée est défini comme un ensemble des couches de matériaux superposées de façon à permettre la reprise des charges appliquées par le trafic.



Terrassement

Les terrassements recouvrent l'ensemble des travaux de fouille, transport et mise en place de terres, pratiqués pour modifier le relief d'un terrain, permettre de réaliser ou renforcer certains ouvrages.

Les sols sont extraits d'un déblai puis transportés et mis en œuvre en remblai.



Terrassement

Les terrassements interviennent dans la construction des infrastructures linéaires : routes canaux chemin de fer, digues, ... mais également les plateformes (bâtiments, ...)



Principe de la constitution des chaussées

La chaussée est essentiellement un ouvrage de répartition des charges roulantes sur le terrain de fondation.

Pour que le roulage s'effectue rapidement, sûrement et sans usure exagérée du matériel, il faut que la surface de roulement ne se déforme pas sous l'effet:

- De la charge des véhicules.
- Des chocs.
- Des intempéries.
- Des efforts cisaillements.

Différents types des chaussées

Il existe trois types de chaussée:

- Chaussée souple.
- Chaussée semi - rigide.
- Chaussée rigide.

➤ les chaussées souples

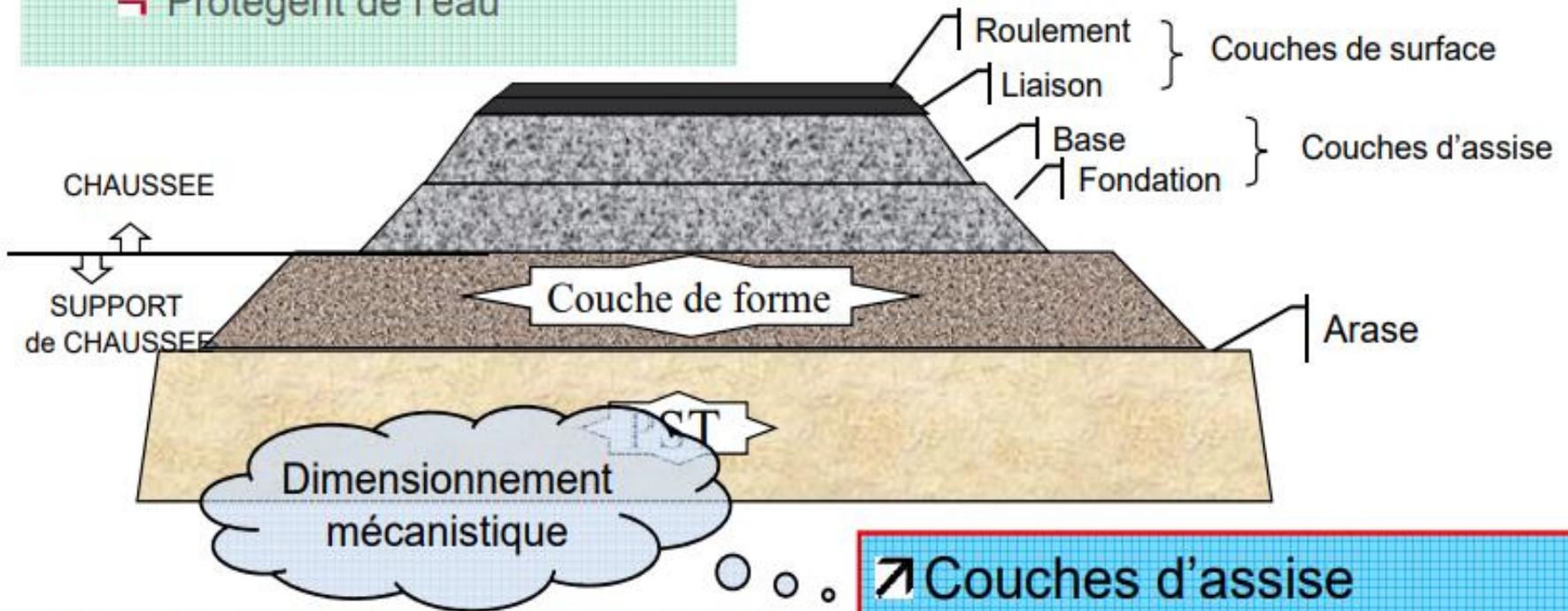
Dans une chaussée souple, on distingue, en partant du haut vers le bas, les couches suivantes :

1. La couche de surface ou couche de roulement.
2. La couche de base.
3. La couche de fondation.
4. La couche de forme.

Compositions d'une chaussée

↗ Couches de surface

- Assurent confort, sécurité
- Protègent de l'eau



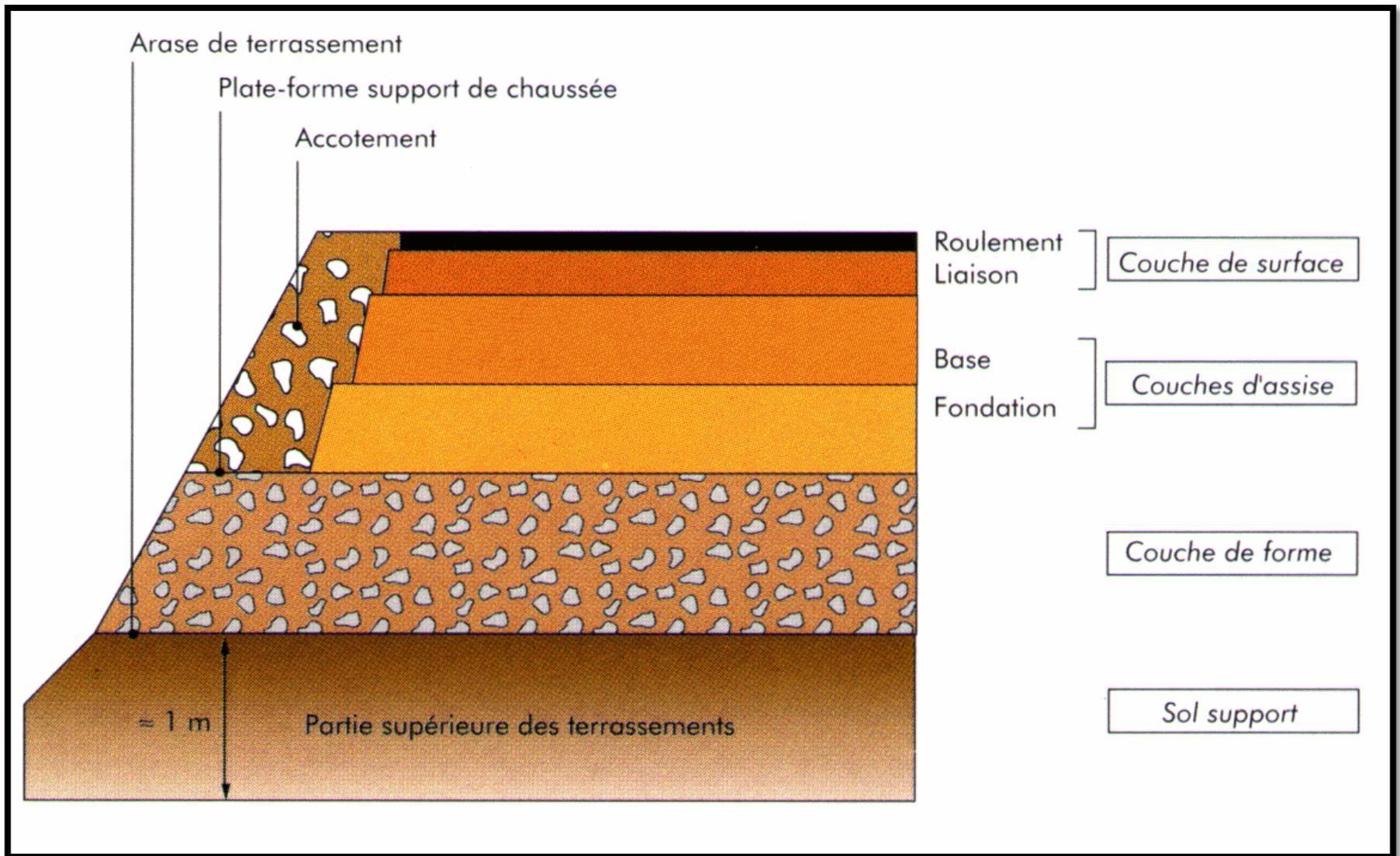
↗ Support de chaussée

- Assure portance du sol
- Protection au gel

↗ Couches d'assise

- Assurent la tenue structurelle
- Répartissent la charge sur le sol

Corps de chaussée



Corps de chaussée

Le sol de plate-forme support de chaussée ou sol-support correspond au terrain occupant les parties supérieures des terrassements PST.

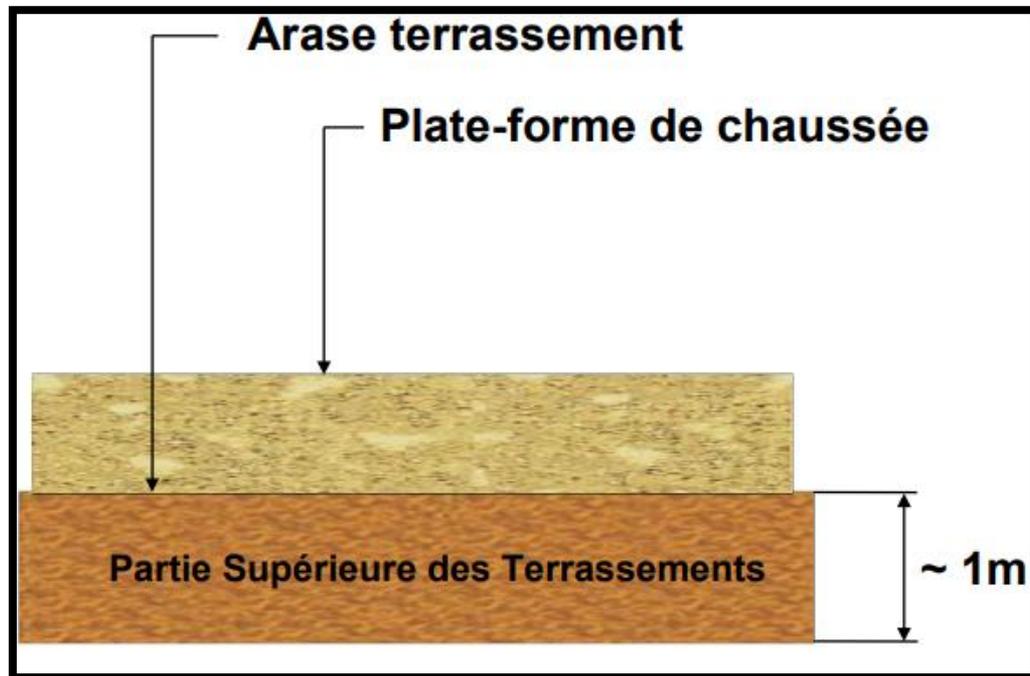
Sa portance influence pour une grande part l'épaisseur des couches de chaussée qui reposent sur elle-même, Support au corps de la chaussée.



Corps de chaussée

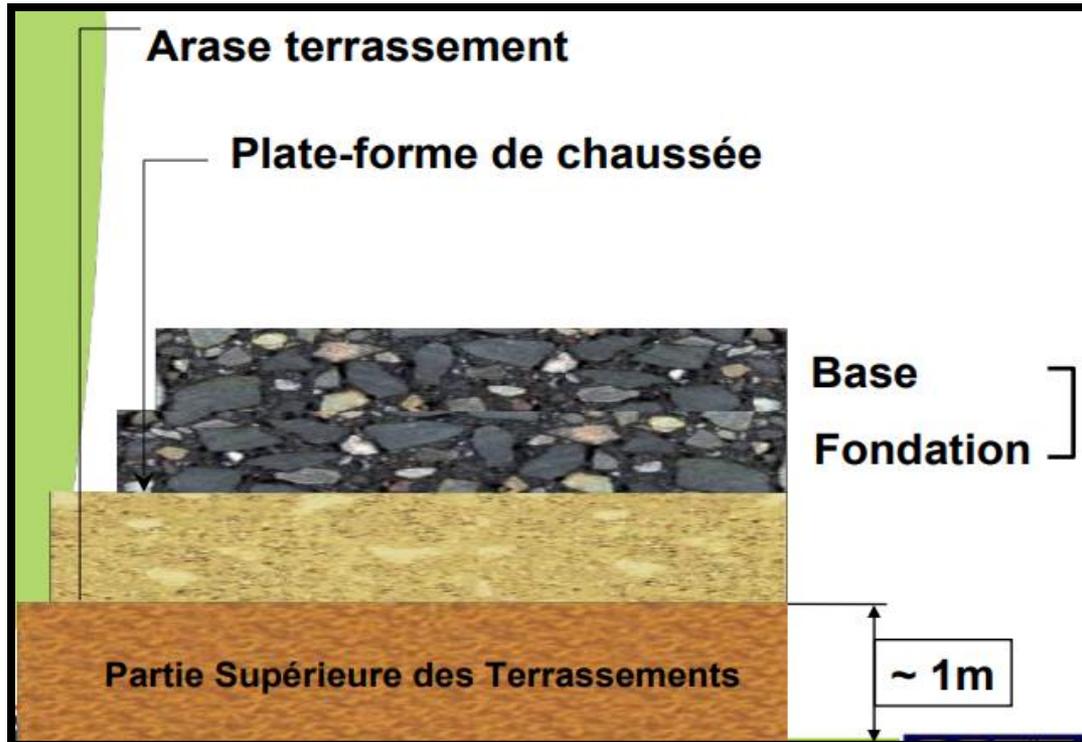
La couche de forme sert à améliorer et à optimiser la portance du sol. Elle peut être constituée soit de matériaux grenus roulés ou concassés, soit de matériaux traités aux liants hydrauliques. Lors des travaux, elle protège le sol support, contribue au nivellement et permet la circulation des engins,

L'épaisseur de la couche de forme est en général entre 40 et 70 cm.



Corps de chaussée

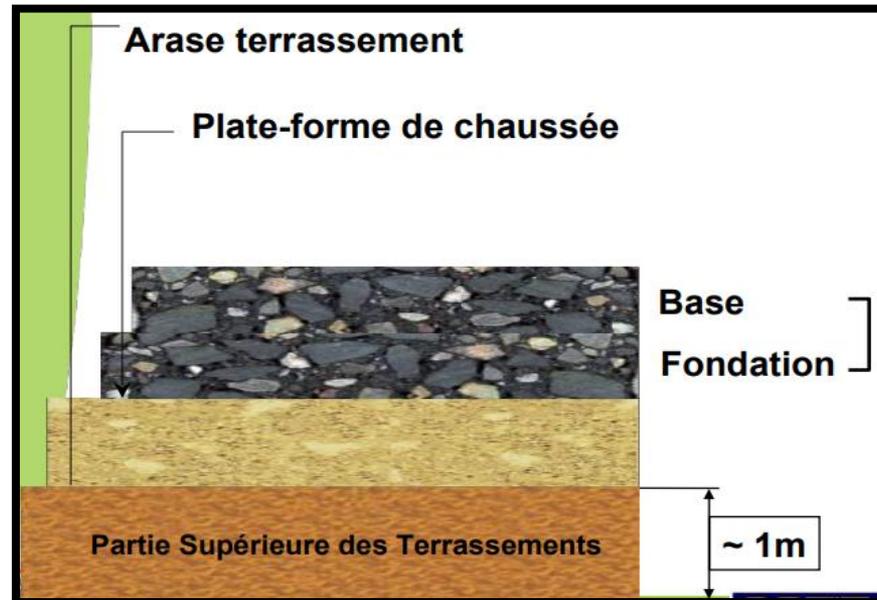
La couche de fondation est la couche sous-jacente à la plate-forme, elle permet d'assurer une répartition homogène des contraintes sur la couche de forme ou plate-forme supérieur des terrassements. Elle est généralement constituée en grave ou un mélange naturel de gravier et de sable (grave non traitée).



Corps de chaussée

La couche de base constitue avec la couche de fondation, l'assise de la chaussée. Elle supporte les charges de trafic transmises par le revêtement, et doit être constituée de matériaux suffisamment durs pour résister à l'attrition (abrasion). Elle est souvent constituée de graves latéritiques (gravier rouge) ou améliorés au ciment, ou un sable amélioré au ciment ou au bitume.

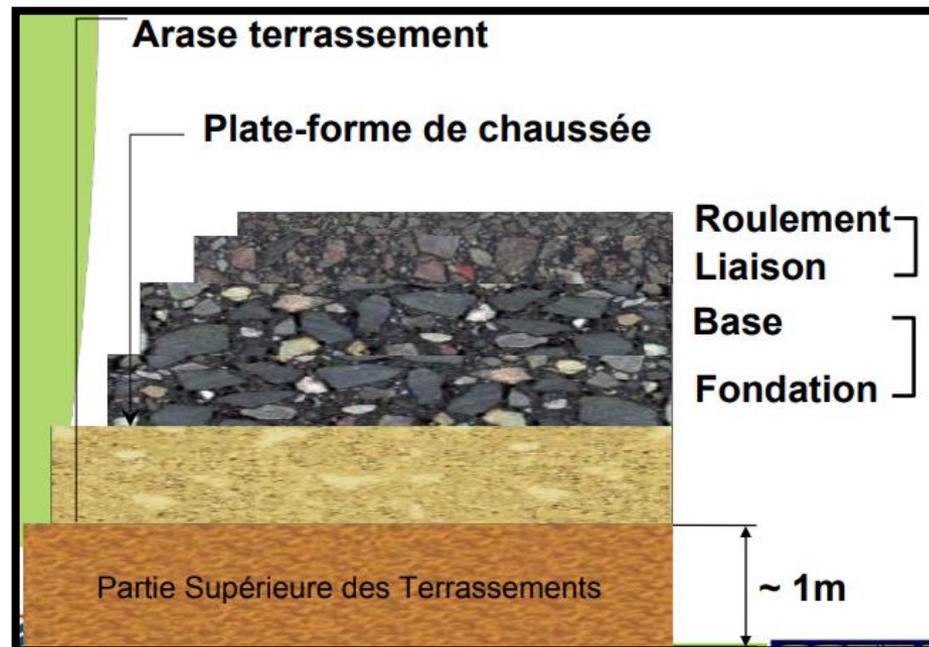
L'épaisseur de la couche de base varie entre 10 et 25 cm.



Corps de chaussée

La couche de surface est généralement en bitume, en béton de ciment ou en béton bitumineux. Cette couche permet d'adoucir la surface de roulement, d'assurer la distribution des charges transmises dans la chaussée et dans le sol et de protéger l'assise contre l'action du trafic et des intempéries.

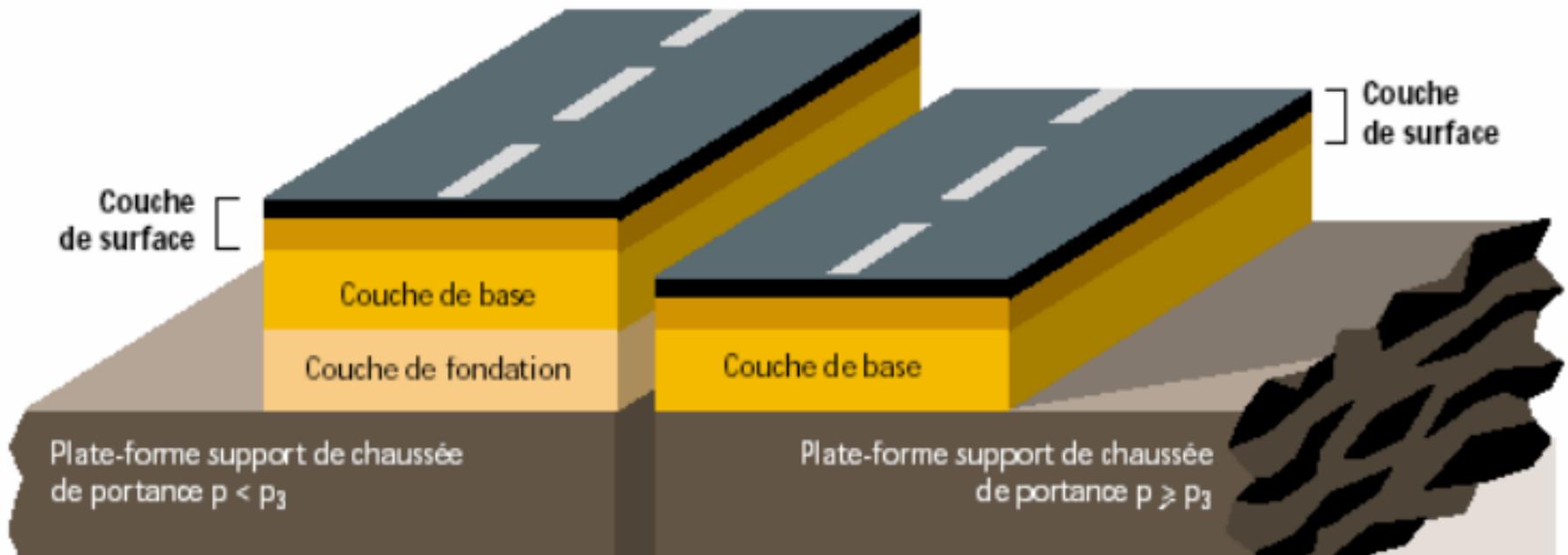
L'épaisseur de la couche de roulement en général entre 6 et 8 cm.



LES CHAUSSÉES SEMI-RIGIDES

Les chaussées à assise traitée aux liants hydrauliques

Ces structures sont qualifiées couramment de “semi-rigides”. Elles comportent une couche de surface bitumineuse repose sur une assise en matériaux traités aux liants hydrauliques disposés en une ou deux couches (base et fondation) dont l'épaisseur totale est de l'ordre de 20 à 50 cm.

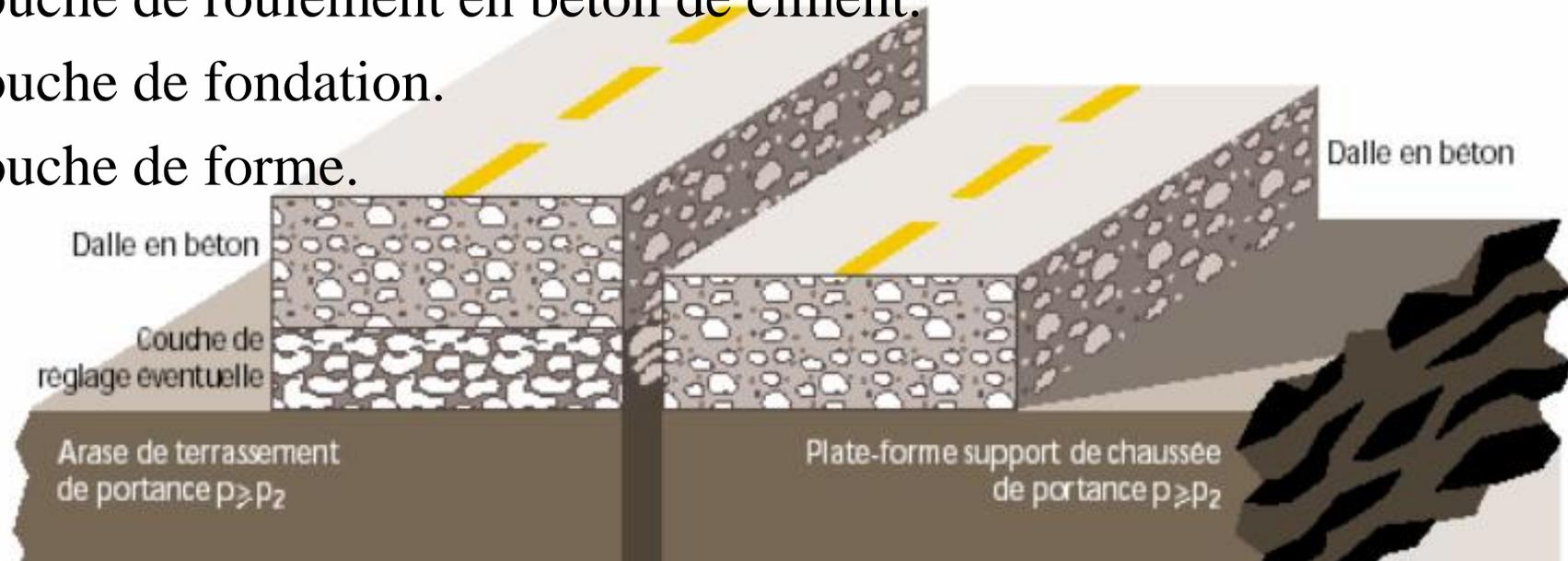


LES CHAUSSÉES RIGIDES

Ces structures comportent une couche de béton de ciment de 15 à 40 cm d'épaisseur qui sert de couche de roulement éventuellement recouverte d'une couche mince en matériaux bitumineux.

Une chaussée rigide est constituée d'un revêtement en béton de ciment pervibré ou fluide. En règle générale, une chaussée en béton comporte, à partir du sol, les couches suivantes :

- ✓ Couche de roulement en béton de ciment.
- ✓ Couche de fondation.
- ✓ Couche de forme.



DIMENSIONNEMENT

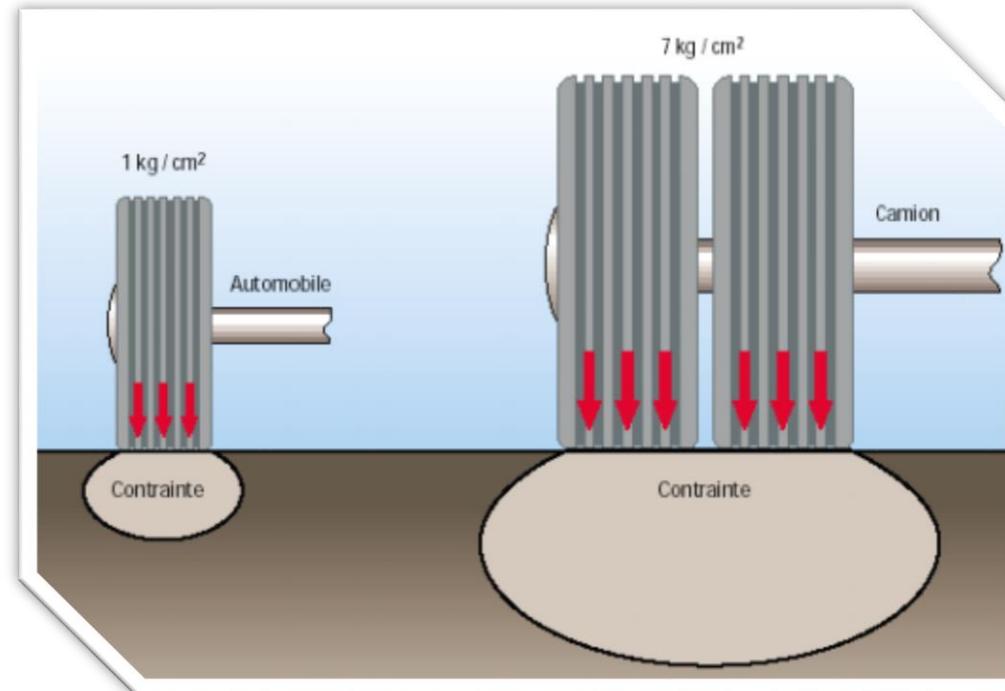
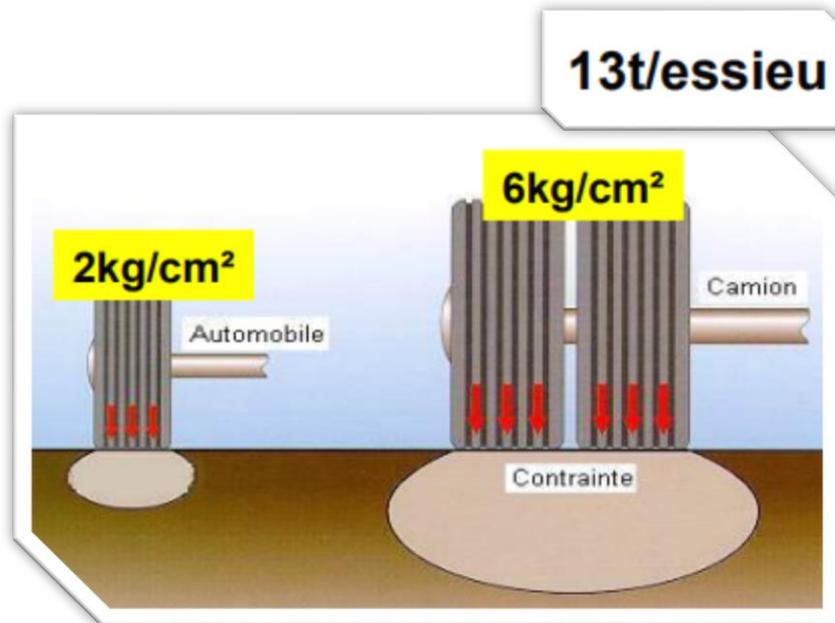
Le dimensionnement d'une chaussée neuve ou l'élargissement d'une voie fait intervenir les paramètres suivants :

- ✓ La vocation de la voie,
- ✓ Le trafic poids lourds (PL),
- ✓ L'agressivité du trafic PL et le coefficient d'agressivité,
- ✓ La durée de service,
- ✓ Le classement géotechnique des sols naturels,
- ✓ L'état hydrique du sol support sensible à l'eau,
- ✓ Le type d'hiver et l'indice de gel,
- ✓ La vérification au gel/dégel.

Dimensionnement

Paramètres de calculs:

- Le trafic
- Le coefficient d'agressivité
- La durée de vie 20 ans, 30 ans
- La portance de la plate-forme



Dimensionnement

Le trafic constitue un élément essentiel du dimensionnement de la chaussée,

Le poids des véhicules est transmis à la chaussée, sous forme de pressions, par l'intermédiaire des pneumatiques,

➤ Quelques valeurs de contraintes

Pour un homme:

- ↪ 80 kg
- ↪ 0.06 m² surface

→ Pression de **0.013 MPa**
(0.13 bars)



Essieu standard :

- ↪ 2,04 t par roue
- ↪ 0.05 m² surface

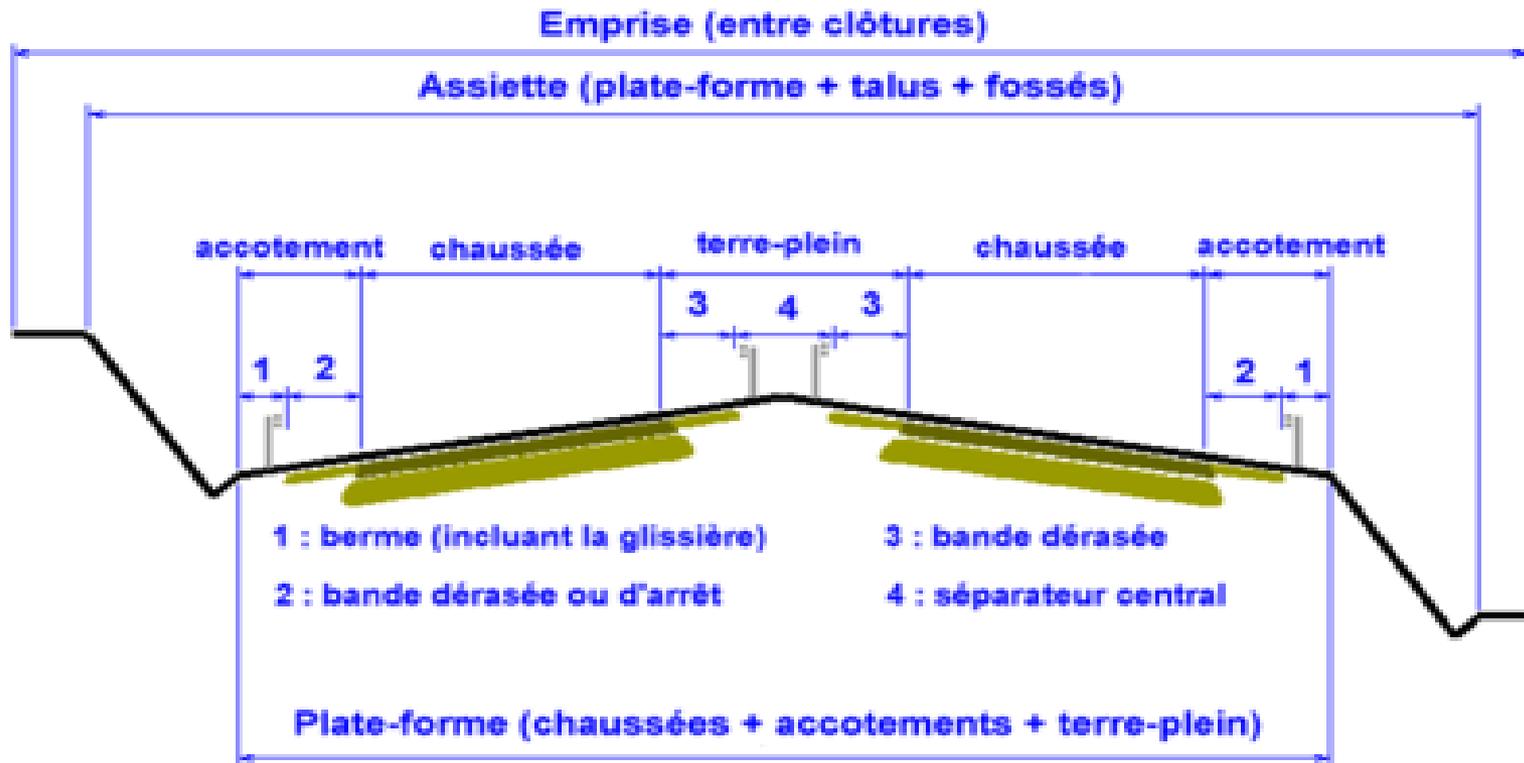
→ Pression de **0.6 MPa**
(6 bars)

Etude préliminaire

| constitution de la chaussée | | épaisseur des couches | | | |
|--|--|--|-------------------------|-----------------------|---------------------------------|
| | | en centimètres selon l'intensité de trafic exprimée en véhicules/jours (V/J) | | | |
| | | | | | |
| | | 15 000 à 6 000 v/j | 6 000 à 3 000 v/j | 3 000 à 750 v/j | 750 à 200 v/j |
| couche de surface | en simple enduit monocouche ou bicouche (à 2 kg/m ²) | 0 | 0 | 0 | enduit à 2 kg/m ² |
| | en béton bitumineux | 2 couches de 7 cm | 1 couche de 8 cm | 1 couche de 6 cm | 0 |
| couche de base | en grave-ciment (à 3,5 % de ciment) | 30 | 25 | 20 | 20 |
| couche de fondation sur sol naturel d'implantation compacte, avec éventuellement une couche de forme interposée | sur sol mauvais | 40 | 40 | 40 | 40 |
| | sur sol médiocre | 25 | 25 | 25 | 25 |
| | sur sol passable | 20 | 20 | 20 | 20 |
| | sur très bon sol | 0 | 0 | 0 | 0 |

CARACTÉRISTIQUES GÉOMÉTRIQUE

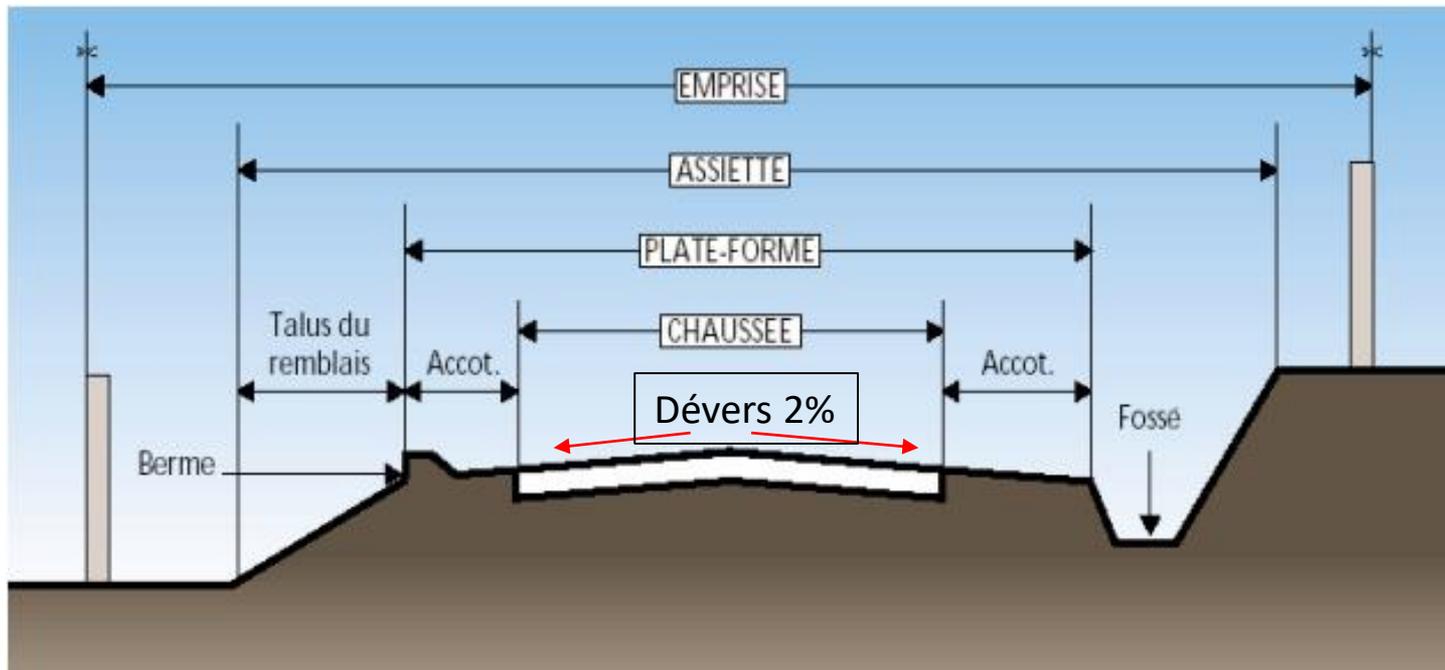
La largeur des voies de circulation dépend du type de la route : 3,50 m sur autoroute et de 2,50 m à 3,50 m sur les autres routes. Elle est bordée par des accotements et des bandes d'arrêt d'urgence dont la largeur est comprise entre 2 et 3 mètres. Elle peut aussi inclure des voies spécialisées comme des pistes cyclables, des voies de bus, etc.



CARACTÉRISTIQUES GÉOMÉTRIQUE

Profil en travers:

Il illustre essentiellement la largeur de la chaussée et des accotements. Il indique également les pentes transversales.



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

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

La plate-forme: surface de la route qui comprend la chaussée et les accotements.

La chaussée: surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules.

L'accotement : zone latérale de la plate-forme qui bordent extérieurement la chaussée.

Les graveleux latéritiques

Ils sont souvent utilisés en couches d'assise crues, améliorés ou stabilisés selon le trafic et la plate-forme.

la cuirasse latéritique est une carapace formée par le durcissement d'un type de sol propre aux régions tropicales. La latérite est une roche de couleur rouge riche en fer et en alumine.

Les graves

Ce sont des mélanges granulométriques continus de cailloux, graviers et de sables avec généralement une certaine proportion de particules plus fines. Ils peuvent être utilisés en couche de revêtement et en couche d'assise.

Les enduits superficiels (ESU)

Ce sont des couches de bitume et de gravillons. Ils doivent assurer la rugosité et l'étanchéité de la couche de surface.

Les bétons bitumineux et enrobés denses

Ce sont des mélanges de granulats et d'une certaine quantité de bitume, posés en couche de liaison ou de roulement.

Le Sand-Asphalt

Il est constitué de sable roulé et de bitume entre 6,5 et 7 % du poids.

Méthode CBR (California-Bearing-Ratio)

C'est une méthode semi empirique qui se base sur un essai de poinçonnement sur un échantillon du sol support en compactant les éprouvettes de (90% à 100%) de l'optimum Proctor modifié. La détermination de **l'épaisseur totale** du corps de chaussée à mettre en œuvre s'obtient par l'application de la formule présentée ci après:

Méthode CBR

$$e = \frac{100 + \sqrt{P}(75 + 50 \log \frac{N}{10})}{I_{CBR} + 5} \quad (cm)$$

- **e**: épaisseur équivalente
- **I_{CBR}** : indice CBR (sol support)
- **N**: désigne le nombre journalier de camion de plus 1500 kg à vide
- **P**: charge par route P = 6.5 t (essieu 13 t)
- **Log**: logarithme décimal

Méthode CBR

L'épaisseur équivalente de la chaussée est égale à la somme des épaisseurs équivalentes des couches : est donnée par la relation suivante:

$$E_{eq} = (a_1 \times e_1) + (a_2 \times e_2) + (a_3 \times e_3)$$

(a_1 , e_1) couche de roulement.

(a_2 , e_2) Couche de base.

(a_3 , e_3) couche de fondation.

Où: a_1 , a_2 , a_3 : coefficients d'équivalence.

e_1 , e_2 , e_3 : épaisseurs réelles des couches.

| Matériaux utilisés | Coefficient d'équivalence 'a' |
|-------------------------------------|-------------------------------|
| Béton bitumineux ou enrobe dense | 2.00 |
| Grave ciment – grave laitier | 1.50 |
| Sable ciment | 1.00 à 1.20 |
| Grave concasse ou gravier | 1.00 |
| Tuf | 0.6 à 0.7 |
| Grave roulée – grave sableuse T.V.O | 0.75 |
| Sable | 0.50 |
| Grave bitume | 1.60 à 1.70 |

Méthode CBR

Sol support

Les classes de sols support

Le sol support de chaussées est assimilé à un massif demi-infini élastique, homogène et isotrope. Les classes de portances sont données dans le tableau suivant :

Classe de portance de sols S_i

| Portance | CBR |
|----------|---------|
| S4 | < 5 |
| S3 | 5 – 10 |
| S2 | 10 – 25 |
| S1 | 25 – 40 |
| S0 | >40 |

Les facteurs déterminants pour les études de dimensionnement de chaussée sont le nombre des couches, leurs épaisseurs et les matériaux d'exécution,

Le trafic

Le trafic de dimensionnement est essentiellement le poids lourd (véhicules supérieur à 3.5t). Il intervient comme paramètre d'entrée dans le dimensionnement des structures de chaussées et le choix des caractéristiques intrinsèque des matériaux pour la fabrication des matériaux de chaussée. Il est apparu nécessaire de caractériser le trafic à partir de deux paramètres :

Le trafic poids lourds « T » à la mise en service, résultat d'une étude de trafic et de comptage sur les voies existantes ;

Le trafic cumulé sur la période considérée qui est donnée par :

N : trafic cumulé.

A : facteur d'agressivité globale du trafic.

C : facteur de cumul.

τ : taux d'accroissement du trafic.

P : nombre d'années de service (durée de vie) de la chaussée

$$N = T \times A \times C$$

$$C = (1 + \tau)^P$$

APPLICATION AU PROJET

Application 1: Méthode CBR

TJMA (trafic journalier moyen annuel) 2013= 24311V/J/sens (année de mise en service).

$\tau = 5\%$.

$$TJMA_{2033} = (1 + 0.05)^{20} \times 24311$$

ICBR= 10

$$TJMA_{2033} = 64505 \text{ v/j/sens}$$

A=4.5%.

$$N_{PL_{2033}} = 64505 \times 0.045$$

Durée 20 ans

$$N_{PL_{2033}} = 2903 \text{ PL/J/sens}$$

Application 1: Méthode CBR

$$e = \frac{100 + \sqrt{6.5} \left[75 + 50 \log \frac{2903}{10} \right]}{10 + 5}$$

$$e = 40.34 \text{ cm}$$

On utilisera les matériaux suivants :

Béton bitumineux : 6cm.

Grave bitume : 10cm.

Grave non traité : x (à calculer).

$$40.34 = (6 \times 2) + (10 \times 1,4) + (x \times 1)$$

$$x = 14.36 \text{ cm}$$

| Matériaux | Béton bitumineux | Grave bitume | Grave non traité |
|----------------|------------------|--------------|------------------|
| Epaisseur (cm) | 6 | 10 | 15 |

Application 2: Méthode CBR

Données de l'étude :

Année de comptage : 2011.

$TMJA_{2011} = 25737$ v/j.

Mise en service : 2014.

Durée de vie : 20 ans

Taux d'accroissement : $\tau = 4 \%$

Pourcentage de poids lourds : $Z = 50 \%$

Répartition de trafic :

$TJMA_{2011} = 25737$ (V/j).

$TJMA_{2011} = 12868$ (V/j/sens)

$TPL_{2014} = 0,50 \times 12868 = 6434$ PL /j/sens

$TPL_{2034} = (1+\tau)^{20} \cdot PL_{2014} = (1+0,04)^{20} \times 6434 \approx 14662$ (PL/j/sens)

Application 2: Méthode CBR

Donc : $e=100+P(75+50\log N10)ICBR+5 \Rightarrow$

$$e=100+6.5(75+50\log 1286810)3.2+5 = \mathbf{83.85 \text{ cm.}}$$

L'épaisseur totale : $e = 83.85 \text{ cm} \approx 84 \text{ cm.}$

Epaisseur équivalente :

$$e_{\text{équivalente}} = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3.$$

$$e_{\text{équivalent}} = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3 = 8 \times 2 + 20 \times 1.7 + 1 \times 35 = \mathbf{85 \text{ cm.}}$$

Pour proposer le dimensionnement de la structure de notre chaussée, il nous faut résoudre l'équation suivante :

$$a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3 = \mathbf{84 \text{ cm.}}$$

Pour résoudre l'équation précédente, on fixe 2 épaisseurs et on calcule la 3^{ème}

- **Couche de roulement** en béton bitumineux (B.B) : $a_1 \times e_1 = 8 \times 2 = 16 \text{ cm.}$
- **Couche de base** en grave bitume (G.B) : $a_2 \times e_2 = 20 \times 1.7 = 34 \text{ cm.}$

Donc L'épaisseur de la **couche fondation** e_3 en (G.C) est de :

$$a_3 \times e_3 = 35 \times 1 = 35 \text{ cm.}$$

Merci pour votre attention!