



RENTREE SOLENNELLE 2019

LEÇON INAUGURALE

08 novembre 2019

THEME :

**« INGENIERIE ROUTIERE, DESENCLAVEMENT DES
GRANDS BASSINS ET EMERGENCE DU CAMEROUN »**

Par Prof KAMDJO Grégoire

Ph.D., Eng. Civil Engineering

Maître de Conférences

Université de Dschang

Institut Universitaire de Technologie FOTSO Victor

A. INGENIERIE ROUTIERE

« La route » est un terme générique qui regroupe des réalités et des caractéristiques très diverses en fonction, principalement, de ses usages et des acteurs qui en assurent la gestion. Les voiries urbaines, périurbaines, interurbaines, autoroutes, sont adaptées à des besoins et des objectifs différents, qui vont de la desserte hyperlocale d'une adresse à la structuration de grands itinéraires.

Ses principaux éléments indispensables sont :

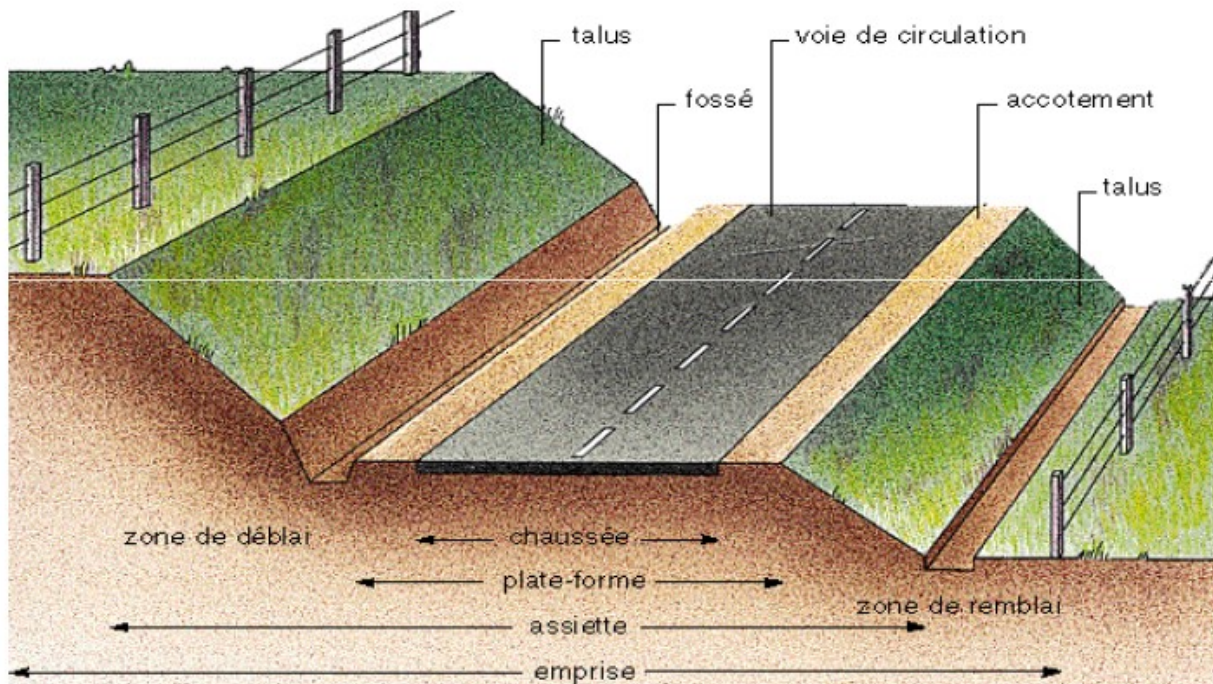


Figure 1: Profil en travers général

Différentes phases d'un projet routier

I. Enquêtes

- Comptage routier
 - Embouteillages accrus
 - Engorgement
 - Statistiques routières
- Accroissement démographique
- Zones industrielles, minières, touristiques etc.
- Grandes agglomérations
- Bassins agricoles, avicoles, animales etc.
- Stratégie militaire

II. Bureau d'études

- **Eléments de CCTP** (Cahier des Clauses Techniques Particulières)

- V_r
- Catégorie de la route
- Pentés
- Rayons

- **Levés topographiques du TN**
- **Exploitation des bases de données mises à jour**
- **Courbes de niveau**
- **Profil en long**

- Plan de comparaison
- Tracé terrain naturel
- Tracé théorique du PK_{00+000} à PK_{nt+hdm}
- Raccordements aux points hauts/bas
- Tracé réel (**ligne rouge**)
- Numéro des profils
- Distance partielle entre les profils
- Distance cumulée

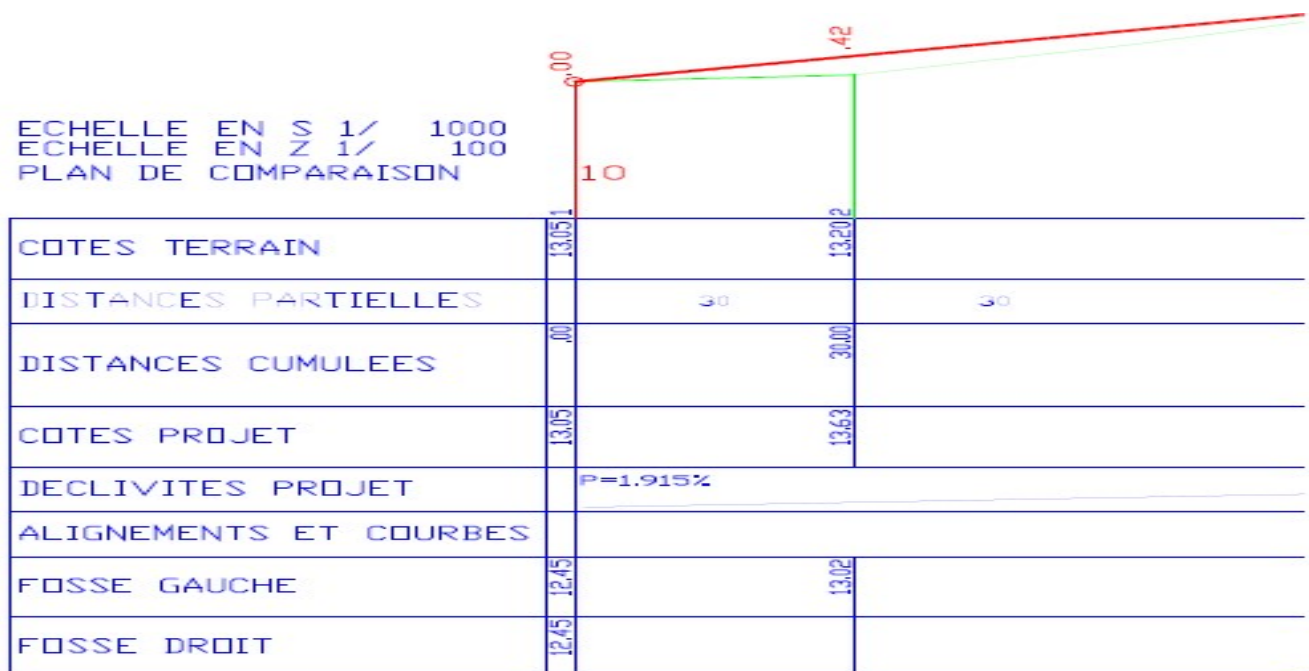
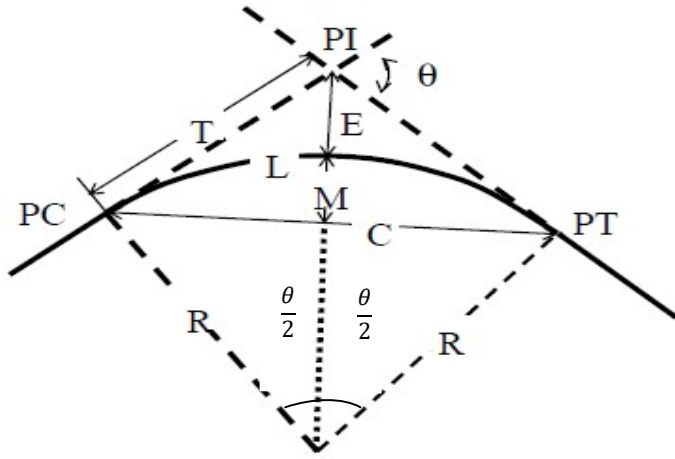


Figure 2: Profil en long



$$T = R \tan \frac{\theta}{2}$$

$$E = \frac{R}{\cos \frac{\theta}{2}} - R = R \left[\frac{1}{\cos \frac{\theta}{2}} - 1 \right]$$

$$M = R - R \cos \frac{\theta}{2} = R \left[1 - \cos \frac{\theta}{2} \right]$$

$$C = 2R \sin \frac{\theta}{2}$$

$$L = R\theta \text{ (radian)}$$

Figure 3: Raccordement circulaire

- Profil en travers

- Projection orthogonale à l'axe du tracé des profils différents
- Détermination des voies de circulation

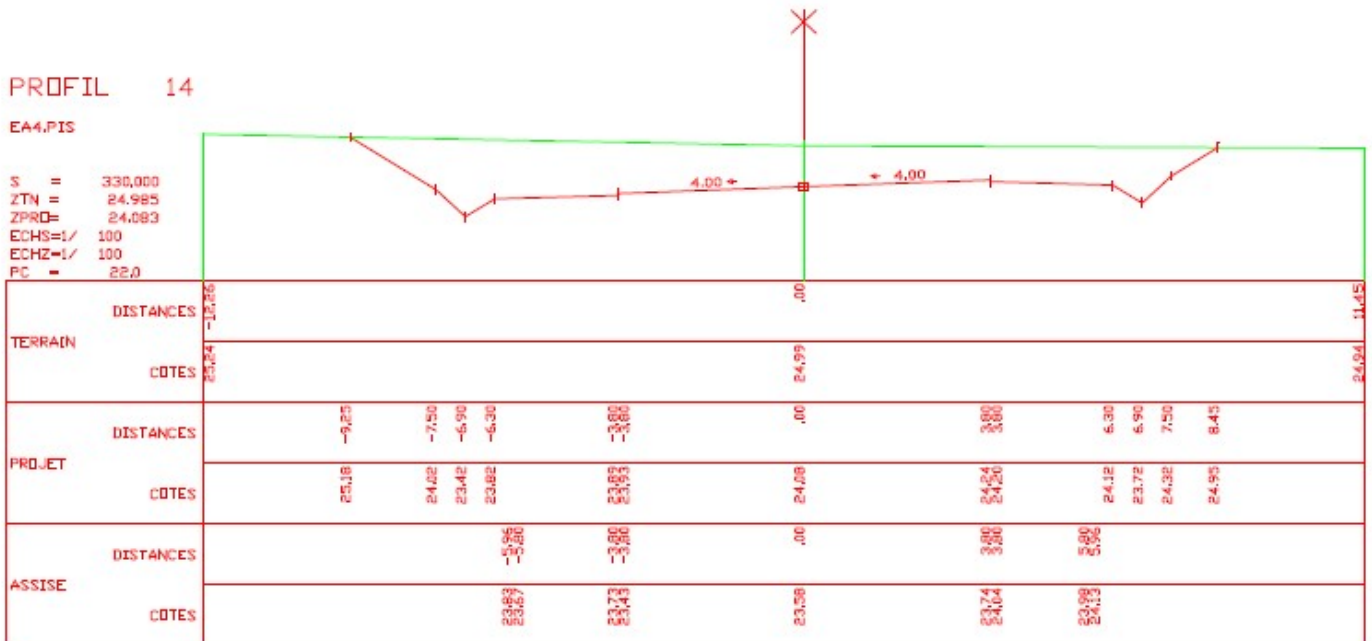


Figure 4: Profil en travers

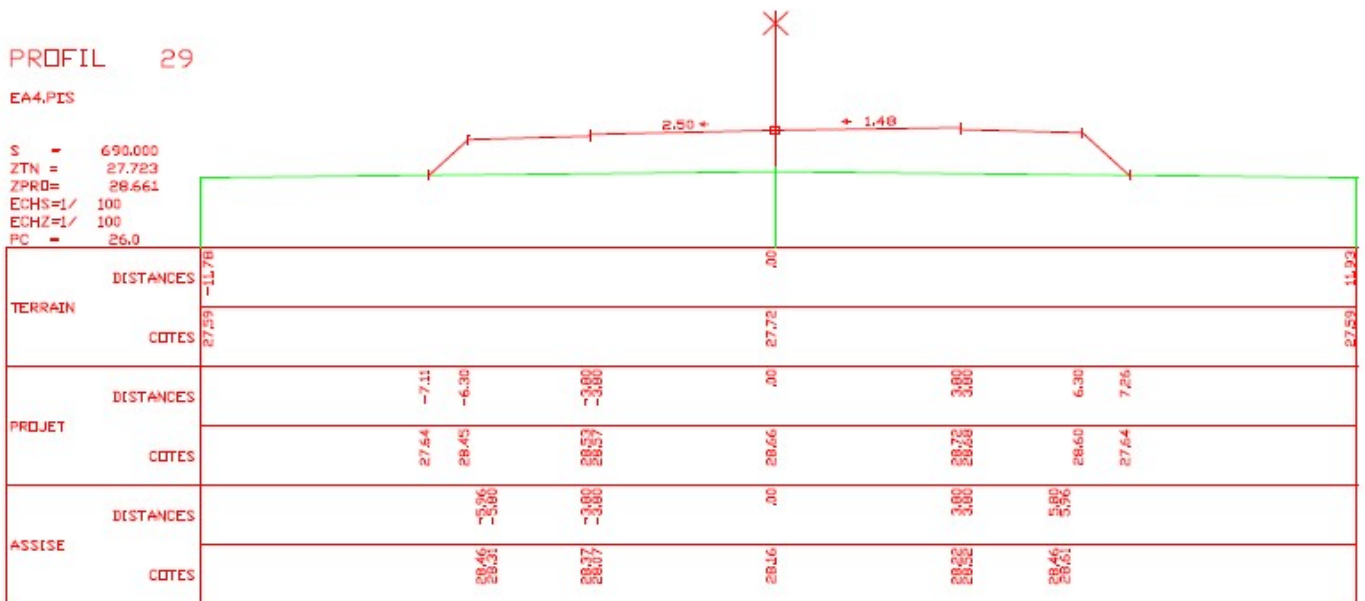


Figure 5: Profil en travers

- **Tracé en plan**

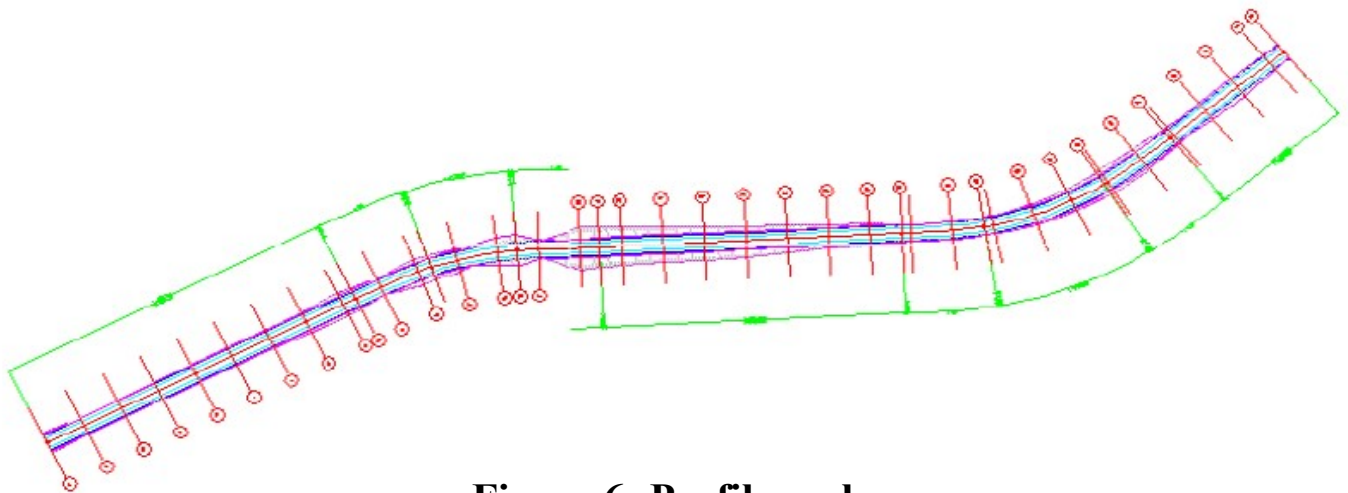


Figure 6: Profil en plan

- **Cubature des terrassements**
 - Surface des remblais et des déblais
 - Distance partielle entre les profils
 - Distances cumulées
 - $\sum_x(m^3)$ remblais
 - $\sum_y(m^3)$ déblais
 - $\sum_z(m^3) = \sum_x - \sum_y(m^3) < 0$
 - Bon projet $\sum_z = 0$

III. Etude d'impact environnemental et social

- Modification de la faune et de la flore
- Pollution de l'air
- Perte de productivité agricole
- Erosion
- Sédimentation des cours d'eau
- Glissement et érosion des sols
- Pollution des sols et des eaux par les hydrocarbures
- Mouvement des terres

IV. Construction

IV.1 Qualité des matériaux (laboratoire)

- Géologie de l'ingénieur
 - Origine de la roche mère
 - Nature chimique des granulats
 - Dopage des granulats
- Essais géotechniques
 - Granulométrie
 - Proctor
 - CBR
 - Résistance à l'usure
- Essais liants hydrocarbonés
 - Point de ramollissement
 - Pénétrabilité à l'aiguille
 - Ductilité
 - Densité
- Essais Marshall
 - Formulation de l'enrobé bitumineux
 - Courbe stabilité Marshall/teneur en bitume
 - Détermination de la teneur optimale en bitume

IV.2 Travaux de terrassement sur le chantier

- Largeur de la plateforme
(la largeur d'une voie de circulation (L_v) $\geq \frac{V_r+250}{100}$)
- Mouvement des terres (déblais et remblais)
- Zones d'emprunts / de dépotage et de mise à dépôt
- Moment de transport
 - Distance
 - Temps de parcours
 - Consommation carburant
- Détermination de la durée du chantier
- Détermination des différents types d'engins du chantier
- Sous-détails des prix

IV.3 Dimensionnement des différentes couches de la chaussée

Paramètres de base :

- Classe du sol de forme (S)

Tableau I: Classes de sol en fonction du CBR

CBR de la plate-forme	Classe de sol
CBR < 5	S1
5 < CBR < 10	S2
10 < CBR < 15	S3
15 < CBR < 30	S4
30 < CBR	S5

Source : LCPC

- Trafic cumulé (T)

Tableau II: Classe de trafic en fonction du nombre de poids lourds cumulés

Nombre de poids lourds cumulés (N)	Classe de trafic
$N < 5 \cdot 10^5$	T1
$5 \cdot 10^5 < N < 1.5 \cdot 10^6$	T2
$1.5 \cdot 10^6 < N < 4 \cdot 10^6$	T3
$4 \cdot 10^6 < N < 10^7$	T4
$10^7 < N < 2 \cdot 10^7$	T5

Source : LCPC

Le passage d'un véhicule impose à la chaussée des efforts verticaux et tangentiels par l'intermédiaire des pneumatiques ; c'est pourquoi la première démarche dans le dimensionnement consiste à l'estimation du **trafic**, c'est-à-dire le nombre de répétitions de charges à prévoir pendant la durée de vie de la chaussée .Ce **trafic** conditionne le choix et la qualité des matériaux et permet une analyse mécanique du comportement en fatigue du matériau.

Il intervient par son volume, son évolution, son spectre et les charges à l'essieu (essai AASHO).

Les méthodes modernes de dimensionnement des chaussées font intervenir la composition du **trafic**, c'est-à-dire la distribution du nombre de répétitions de passage selon les charges supportées par ces essieux.

Le trafic des véhicules est caractérisé par :

- Son volume qui est apprécié soit par le débit journalier attendu à l'année de mise en service, soit par le nombre de poids lourds devant emprunter la chaussée toute la vie, soit par le nombre d'**essieux équivalents** ;
- Son évolution dans le temps, c'est-à-dire le taux d'accroissement ;
- Sa distribution transversale des charges ;
- Son **spectre** des charges qui est la distribution statistique des poids des véhicules (obtenus à la suite de pesées ou de comptage systématique pendant une période).

On distingue :

- Le trafic journalier moyen à la mise en service ;
- Le trafic journalier ;
- Le trafic des poids lourds.

Quand on parle de poids lourds, il s'agit des camions ; des semi-remorques, des transports en commun (au moins 30 places). Ces types de véhicules ont en général une charge utile qui dépasse 5 tonnes.

L'étude du trafic intervient surtout dans le calcul du coût global de fonctionnement de véhicules, qui détermine la rentabilité du projet.

IV.3.1 La charge à l'essieu

Suivant les pays, la charge à l'essieu autorisée varie de **8 à 13 tonnes**. La charge à l'essieu est une des données de base de tous les dimensionnements de chaussées. L'effet d'une surcharge se sent immédiatement, et la répétition de ces surcharges met en péril nos chaussées.

Le dommage occasionné par une charge roulante unique est évalué par la notion d'**agressivité**. L'**agressivité** d'un essieu correspond au dommage provoqué par un essieu de charge P par rapport au dommage dû à un passage de l'essieu de référence **P₀**.

La chaussée est toujours dimensionnée par la fatigue, c'est-à-dire qu'elle peut supporter un nombre de passages limités avant de « **rompre** ». Ce n'est donc pas une seule surcharge qui crée la rupture, mais le passage successif (répétition) de surcharges.

La loi donnant l'effet des surcharges est du type :

$A = K (P/P_0)^\alpha$; en prenant **P₀ = 13**, nous aurons $A = K (P/13)^\alpha$ où :

- $\alpha = 4$ pour les chaussées souples ;
- $\alpha = 6$ pour les chaussées semi-rigides ;
- $\alpha = 8$ pour les chaussées rigides ;
- **P** est poids de l'essieu en tonnes ;
- **P₀** est le poids de l'**essieu standard**.

La valeur de **K** et α sont données par le tableau ci-dessous :

Tableau III: Valeurs moyennes de α et K (norme NF P98-082)

Types de structures	α	K		
		Essieu simple	Essieu tandem (association de deux)	Essieu tridem (association de trois)
Structure souples et bitumineuses	5	1	0.75	1.1
Structures rigides	12	1	12	113
Structures en béton dalle (dalles ou béton armé continu)	12	1	12	113

Source : LCPC

IV.3.2 Le trafic équivalent

Pour le dimensionnement des structures des chaussées, le trafic à prendre en compte doit être exprimé par le nombre **cumulé** d'essieux standard qui ont passé ou qui passeront sur la voie la plus sollicitée de la chaussée. On parle alors du **trafic équivalent**.

L'estimation de ce nombre cumulé (NE), implique nécessairement la connaissance :

- Du trafic moyen journalier de poids lourds à l'année de mise en service (comptage), T_0 ;
- De l'agressivité du poids lourds exprimée en termes d'essieu standard, **CAM**.
- De la durée de vie de la route, n (investissement) ;
- Du taux d'accroissement annuel, i (variation du volume total de trafic d'une année à l'autre).

Comme le taux d'accroissement est susceptible de varier d'une année sur l'autre, le mieux est de disposer de deux études de trafic faites dans un intervalle d'au moins **5 ans**. On utilise alors le taux moyen de croissance. Le taux de croissance peut aussi différer fortement entre deux catégories de véhicules, qu'il faudrait distinguer au moment des **comptages routiers**.

Nous pouvons conclure que le **trafic** est un élément fondamental de toute étude de dimensionnement des chaussées. Il est donc indispensable de connaître son volume et sa composition.

Pratiquement, le trafic **cumulé** T_n est déterminé en multipliant le trafic à la mise en service par un facteur de cumul C et un facteur d'agressivité selon la formule :

$$T_n = 365 \times t \times C \times A, \text{ où :}$$

A est le facteur d'agressivité du trafic défini plus haut ;

t est le trafic moyen journalier annuel ;

T_n représente le **trafic cumulé** exprimé en essieu standard ;

$365t$ représente le trafic annuel à la mise en service;

C est le facteur de cumul qui tient compte de la durée de service choisie et du taux d'accroissement du trafic lourd.

En appelant « r », le taux de croissance géométrique du trafic lourd, et « n » la période de service, le facteur de cumul est donné par :

$$C = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

- Epaisseurs (e_n) des différentes couches de la chaussée

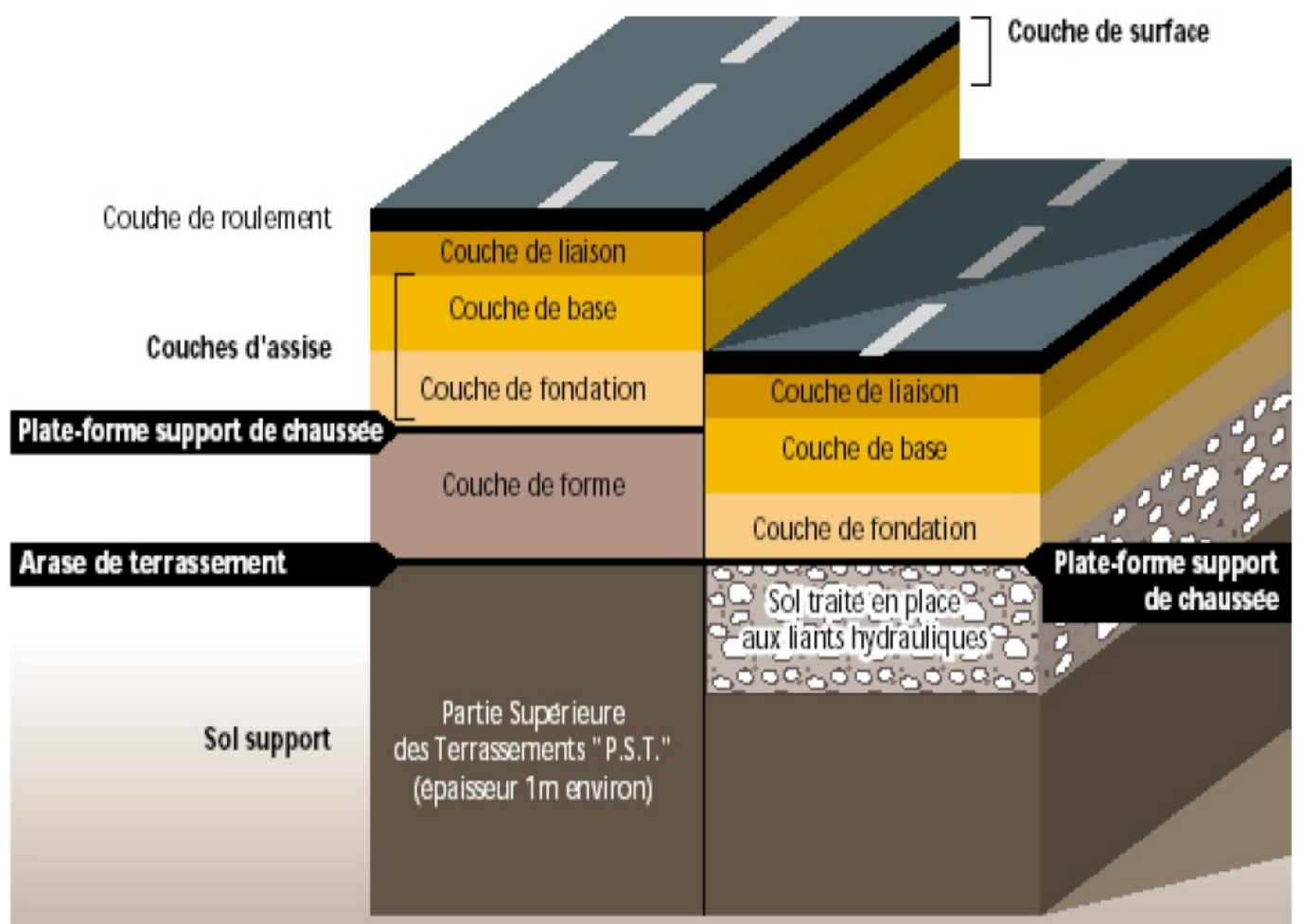


Figure 7: Structure type de chaussée

B. DESENCLAVEMENT DES GRANDS BASSINS



Photo 1: Vue aérienne de désenclavement d'une région montagneuse

Les géographes qualifient le Cameroun d'Afrique en miniature. Les géologues quant à eux de scandale minier et les environnementalistes de berceau de l'humanité. La valorisation de ces gigantesques richesses, véritables dons de la nature, ne peut se faire qu'avec la construction des infrastructures routières accélératrices :

- Du désenclavement des bassins de production agricole, avicole, animale, minière, etc. ;
- De la création des industries de transformation ;
- Du tourisme, la mobilité des biens et des usagers, bref le bien être ;
- Des échanges commerciaux avec les pays voisins ;
- De la valorisation de la valeur foncière ;
- De la lutte contre l'exode rural ;
- De la réduction des taux de chômage des jeunes et de criminalité dans les grandes métropoles ;
- De la construction de grands barrages hydro-électriques.

C. EMERGENCE DU CAMEROUN



Photo 2: Vue aérienne d'une section de la nationale N°4

Concept « Là où passe la route, le développement suit »

Les grands projets de construction routière d'envergure ont toujours été des facteurs déclencheurs de la croissance économique.

Il est important pour notre émergence que de grandes entreprises nationales de construction des Infrastructures routières soient créées dans toutes les régions. Elles assureront le déclenchement de grands bassins de production vers les centres de fortes consommations. En plus d'être une HIMO, un projet structurant routier stimule tous les autres secteurs industriels. La maîtrise de l'ingénierie routière par des Entreprises nationales transformera notre pays en un gigantesque chantier, procurera des emplois, stimulera le tourisme, boostera l'économie, etc. L'Ingénierie routière et l'émergence sont intimement liées.

Valoriser ce concept et bien l'appliquer, rapprocheraient le Cameroun plus vite vers son Emergence.

Mots clés : profil en long, profil en travers, cubature, matériaux, dimensionnement, désenclavement, émergence.