

LES PONTS – CHAUSSEES (COURS 3 EME ANNEE)

PONTS :

I- Généralité :

1- Définitions :

A- Art :

Art, forme spécifique de la conscience sociale et de l'activité humaine, reflet de la réalité à travers les **représentations**, les **images** artistiques, l'un des moyens importants d'appréhension du monde au plan **esthétique**.

Les ouvrages d'art sont des **maçonneries** qui nécessitent la construction soit d'une voie de communication, soit d'un dispositif de protection contre de terre ou de l'eau, soit enfin d'un dispositif de retenue des eaux.

De tels ouvrages sont qualifiés d'« **art** » parce que leur conception et leur réalisation font intervenir des connaissances ou l'**expérience** joue un rôle aussi important que la **théorie**. Cet ensemble de connaissances constitue ce qu'on appelle couramment l'« **art de l'ingénieur** ».

B- Pont :

Un **pont** est un ouvrage d'art destiné à franchir un **passage** ou un **obstacle naturel (rivière, ravin...)** ou à franchir une autre voie de communication.

Les **autoroutes**, la **voie ferrée**, la **voie fluviale**, le franchissement d'une **vallée**, constituent ce qu'on appelle des **voies**, et c'est le croisement des voies qui nécessite toujours la construction d'un pont.

II- Principaux Eléments d'un Pont :

1- **Ouverture** : C'est la distance entre les parements et les extrémités.

2- **Portée** : C'est la distance entre deux appuis consécutifs.

I1 est la portée de la 1^{ère} travée

I2 est la portée de la 2^{ème} travée

I3 est la portée de la 3^{ème} travée

dans le cas où il y a des appuis intermédiaires, **ouverture = portée**.

3- Travée : C'est l'espace compris entre deux appuis consécutifs.

4- Gabarit de circulation : Il indique les dimensions de passage que l'on doit laisser sur le pont.

5- Débouché : Dans le cas d'un pont construit sur un cours d'eau, c'est la surface laissée libre pour le passage des eaux sur le pont. Le débouché sera déterminé à partir des études hydrologiques des **bassins versants**.

L'étude hydrologique tiendra compte de l'observation des **crues** exceptionnelles et la mesure de la hauteur des plus hautes eaux et la mesure des **débits**.

Q = SV (m³/s).

Débouché : S = S1 + S2 + S3

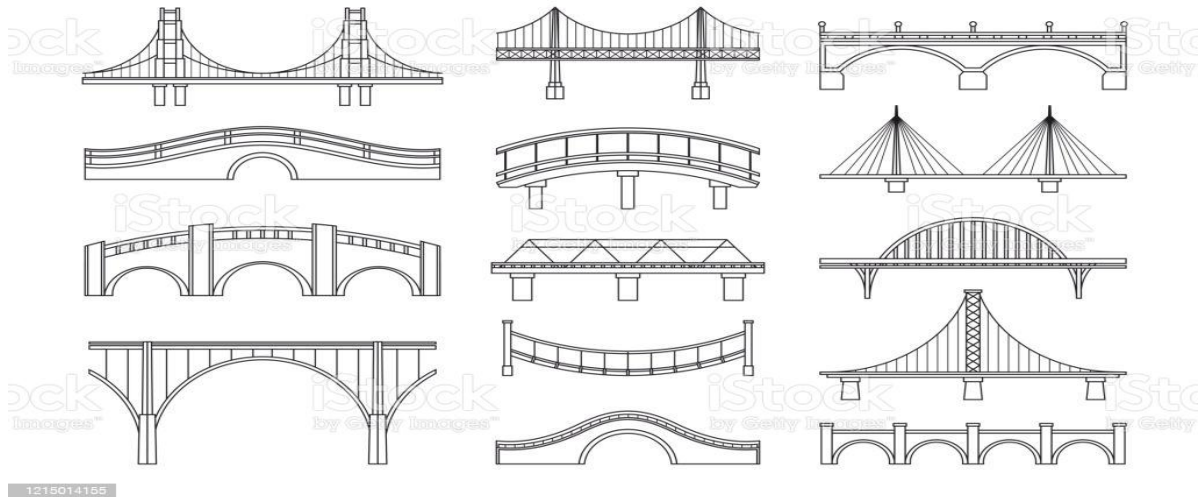
Débouché linéaire : I1 + I2 + I3

6- Tirant d'air : la hauteur libre entre le parement inférieur du **tablier** et le niveau de fonds de la **brèche** dans le cas d'un pont en suite terrestre ou dans le cas d'un pont en suite fluviale.

Dans le cas de franchissement d'une voie de circulation, ce tirant sera fonction de la **circulation** et de la courbure du profil le long de la **traversée**.

III- Classification des Ponts :

Les ponts se différencient par : leur objet, leur forme, leur matière, leur importance.



A- Les Ponts en béton armé :

Le béton est un mélange de **ciment**, d'**eau** et de **sable**. Le béton armé renferme une **armature métallique**. On distingue :

1- Pont en poutres droites :

Si le pont est de faible largeur, il y **deux** poutres principales disposées latéralement. Mais si le pont est large, les poutres sont réparties sous la voie de communication, on a un pont à **poutres multiples**.

2- Pont à poutres en arc encastré :

Ils sont définis par la formule de la courbe de l'arc et sont sur boisement :

1 1

--- ≤ Ø ≤ ---

16 10

3- Ponts à poutres à deux articulations :

Ils sont définis de la même façon que les précédents, la courbe est très fréquemment un arc de parabole :

1 1

---- ≤ Ø ≤ ----

12 6

L

L'épaisseur, généralement constante est égale sensiblement à ---- sauf pour les très grandes

60

portées, l'arc est plein et de section rectangulaire.

4- Pont à poutres en arc de cercle : Soit un arc à parabole d'épaisseur généralement constante :

L

---- la section est pleine ou évidée.

50

5- Pont à poutres « canti lever » : Les poutres « **canti lever** » sont constitués par des éléments appuyés sur des **consoles** équilibrées ou encastrées.

6- Pont à poutres à béquilles : De telles poutres sont droites mais elles présentent cette remarquable particularité de porter une **béquille** à chacune de leurs extrémités. La poutre est encastrée sur les deux béquilles et celles-ci sont généralement articulées à leurs bases.

B- Les Ponts en béton précontraint :

1- Généralité :

Technique de mise en œuvre du béton consistant à le soumettre à des **compressions** permanentes pour augmenter sa résistance.

La méthode de **béton précontraint** pour l'exécution des ponts permet de construire d'une façon assez économique, des ouvrages minces dont les caractéristiques sont particulièrement bien adaptées aux réalisations routières et autoroutières.

Les ponts en **BP** présentent les mêmes caractéristiques que les ponts en **BA** précédemment vu. Ils se différencient seulement dans l'amélioration de la qualité des matériaux.

2- Principes et définition :

Le béton est un mélange de **ciment**, d'**eau** et de **sable** employé dans la construction. Il résiste très bien à la compression mais il a une résistance à la traction très faible.

- **Principes de précontrainte.**

Les principes de précontrainte consistent à superposer aux efforts agissant sur la section du béton, un **système** de forces complémentaires, de manière à ce que tous les efforts de résistance et de traction retrouvent à la limite des valeurs admissibles.

La méthode consiste donc à soumettre les éléments de la construction à des efforts permanents de compression par une **précontrainte** d'une intensité suffisante pour annuler les efforts de traction que provoquent les forces extérieures et le poids des éléments.

3- Réalisation :

La précontrainte est généralement réalisée pour des dalles en acier à haute résistance tendues par des **vérins** prenant appui sur les **deux** extrémités de l'élément, l'opération étant effectuée dès que le béton atteint un certain degré de durcissement suffisant.

On crée artificiellement, un système de d'efforts permanents qui s'ajoute aux efforts des charges permanentes et aux surcharges.

Ainsi, la section précontrainte ne travaille pas au maximum alors que la même pièce travaille au maximum en BA.

a- Procédé de précontrainte par vérins :

On réalise le **coffrage**, on place les vérins aux **deux** extrémités de l'élément dans le coffrage et sur tous les appuis.

Après le **coulage** du béton, on attend la prise, et pour qu'il y ait durcissement suffisant, on actionne les vérins et l'élément prend la forme d'une voûte et sera bloqué lorsqu'on atteint la **valeur f** de la flèche. Ainsi, après durcissement et mise en service, l'élément rentrera en compression.

b- Procédé précontrainte par fils adhérents :

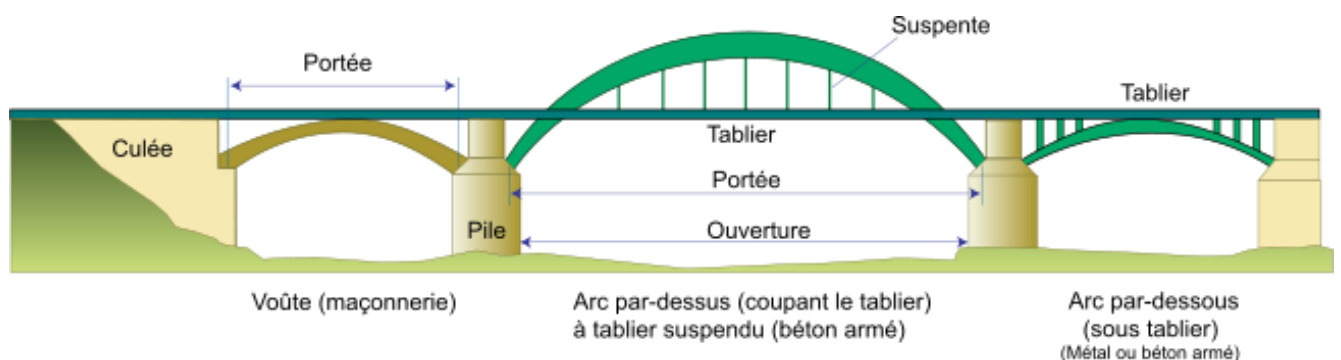
Dans ce cas, les fils sont en traction après coulage du béton. Quand le béton fait prise, on détache les fils de leurs appuis et les efforts se rapportent sur le béton par **adhérence**. Nous aurons toujours des pertes par retrait, **fluage**, **relaxation** des **aciers**, par contre, les pertes par frottement sont éliminées.

C- Les Ponts en voûte :

La **maçonnerie** étant une matière qui ne travaille pratiquement pas à l'extension, les ponts en maçonnerie présentent toujours la forme d'une **voûte**, seule forme qui permet de satisfaire à cette condition.

La voûte comporte toujours un plan vertical de symétrie transversale et presque toujours un plan de symétrie longitudinale. La voûte a une épaisseur variable qui croît uniformément, du milieu appelé « **clé** » vers les extrémités appelées « **retombées** ».

Pour qu'une voûte soit stable, il faut que les retombées reposent sur des **appuis** capables de résister sans déplacement appréciable à l'action mécanique de la voûte appelée « **poussée** ». Les appuis sont généralement constitués par des **murs** épais en maçonnerie appelés « **coulées** ».



IV- Disposition Générale des Ponts :

A- Les Ponts à poutres :

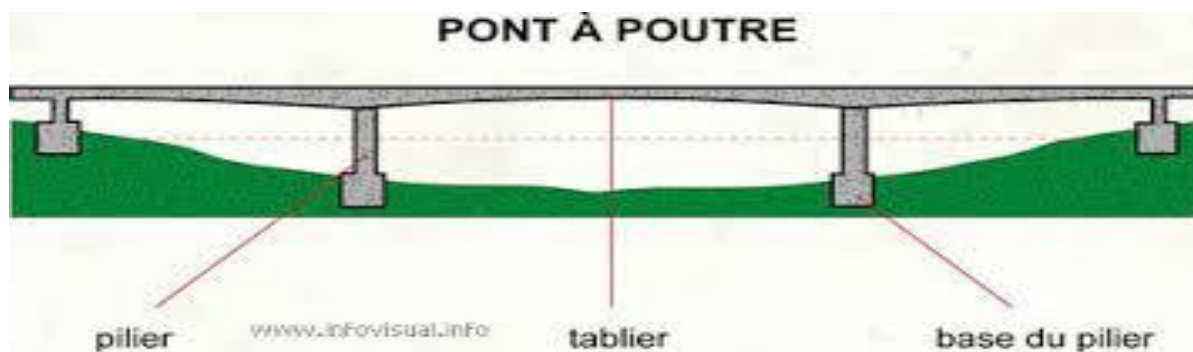
Dans les ponts à poutres, l'élément porteur est constitué par plusieurs éléments de faible largeur appelés « poutres principales ».

La voie de communication que supporte le pont prend appui sur les poutres principales par l'intermédiaire d'une surface continue résistante. Cette surface est presque toujours de nos jours une **dalle** en **béton armé**.

Les poutres principales sont disposées soit de chaque côté de la voie de communication, elles sont alors limitées à **deux** et dites « **latérales** ». Celles qui se répartissent sur la voie de communication, sont à nombre variable à la largeur de cette voie et sont dites « **multiples** ».

Dans les deux cas, les poutres principales sont reliées de place en place par des poutres secondaires appelées « **entretoises** » qui se présentent en fil transversal // aux poutres principales et constituent avec celles-ci un « **quadrillage** ».

Lorsque les poutres principales sont espacées, on est conduit pour réduire l'importance des mailles, à prévoir des poutres longitudinales appelées « **longerons** ».



1- Caractéristiques des Poutres :

Les **poutres** sont des pièces de charpente horizontale, en métal ou en béton armé, supportant une construction.

Elles sont à âme pleine et généralement de hauteur constante. Leur section est rectangulaire soit en forme doubletée. La hauteur **H** de la poutre dépend de sa portée « **L** ». Cette hauteur est généralement égale à **1/15**. La largeur **B** de la poutre peut varier de **0,25 H** à **0,50 H**.

Lorsque les poutres supportent une dalle, celle-ci fait corps avec les poutres qui sont régulièrement espacées et constituent une « **nerivation** » de la dalle. Dans ce cas, les poutres prennent la forme

d'un « **té** ». La hauteur **H** de la poutre s'étend jusqu'au niveau supérieur de la dalle. La largeur **B** de la nervure est généralement comprise entre **0,25 H** et **0,50 H**.

B- Les Ponts en dalles BA :

Lorsque le pont comporte une **dalle** en BA, celle-ci règne sur toute la largeur de l'ouvrage, mais suivant les cas elle prend appui sur l'ensemble des poutres du quadrillage ou sur la poutre principale seulement.

En dehors de leurs rôles essentiels de support du tablier, elles entretiennent toujours un rôle de liaison, de répartition des charges sur les différentes poutres principales, c'est-à-dire d'assurer l'« **entrelacement** » de celles-ci.

- De permettre au pont de résister à l'action des **vents**, c'est-à-dire d'assurer le

« **Contreventement** » de l'ouvrage.

Quand les poutres principales ne sont pas rectilignes (**exemple : poutres en arc**) se trouvent dans l'obligation de supporter les poutres du tablier, c'est-à-dire celles sur lesquelles la voie de communication prend directement appui, de prévoir les éléments charge appelés « **montantes** ou « **suspentes** ».



1- Caractéristiques des dalles :

Dalles, plaque de pierre, etc., pour paver le sol, revêtir une surface. Les dalles en BA renferment une armature métallique.

Ce sont des éléments minces continus constituant la surface d'appui. Seul le calcul permet de déterminer l'épaisseur des dalles. On distingue :

- **Dalles sur chassées**, l'épaisseur est comprise entre 0,06 m et 0,20 m.
- **Dalles sur trottoirs**, l'épaisseur est comprise entre 0,06 m et 0,12 m.

Les dalles en BA comportent des armatures disposées suivant un quadrillage. Les armatures principales étant placées dans le sens de la portée si les dalles ne reposent que sur **deux** côtés, ou dans le sens de la plus petite portée si les dalles reposent sur les **quatre** côtés.



Conclusion :

Il faut noter qu'en BA nous utilisons toujours des bétons d'excellente qualité. La réalisation des ouvrages en béton précontraint est assez délicate et nécessite beaucoup de soins à tous les stades d'exécution. Les **câbles** sont mis en place dans l'ouvrage exactement aux emplacements déterminés par le calcul.

En outre, l'ingénieur doit tenir compte enfin des phénomènes de fluage qui se produisent dans le béton et dans l'acier des câbles.

En plus, le BA exige un personnel expérimenté et un matériel de chantier plus développé.

CHAUSSEES. (ROUTES)

I- La Route :

A- Généralité :

Une route est destinée à la circulation des véhicules qui, en raison de leur nature ont des possibilités limitées.

Exemple : ils ne peuvent pas franchir n'importe quelle rampe, pas virer dans des rayons trop courbés, l'accès à une certaine vitesse, ils ne peuvent pas s'arrêter instantanément comme n'importe quel mobile, ils obéissent impérativement à des lois physiques, dans les virages ils sont soumis à des forces centrifuges, qui peuvent atteindre des valeurs importantes.

Dans la conception d'une route, on doit tenir compte de ces éléments et adapter la route aux véhicules qui auront à l'employer.

On va donc se trouver en présence de certains nombres de règles à respecter, qui vont imposer à la route des caractéristiques géométriques précises, qui sont fonction de la vitesse que l'on considérera comme normale pour le type de route considérée.

- **Définition :**

Route, voie publique **carrossable** ou **goudronnée** aménagée hors agglomération pour la **circulation** ; un des principaux moyens de **communication**.

B- Présentation de la Route :

Une route exige pour être complètement représentée, l'établissement de **trois** documents qui se complètent mutuellement : le **profil en long**, le **profil en travers** et le **plan**.

1- Profil en long :

Le profil en longueur est la coupe longitudinale du terrain avant le plan vertical passant par l'axe du tracé.

On appelle **déclivité** de la route, la tangente de l'**angle** que fait le profil en long avec l'horizon.

- Elle prend le nom de **rampe** pour les montées et de **pente** pour les descentes.

Un profil en long en **remblai** est préférable à un léger **déblai** qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du **paysage** pour assurer un bon écoulement des eaux.

2- Profil en travers :

Soit une coupe transversale sur une route, on obtient ainsi un nombre intéressant de renseignements qui n'apparaissent pas sur le profil en long :

- Chaussée non revêtue 4%
- Appuis d'enrobes ou enduits superficiels 2,5%
- Béton de ciment 2%

3- Plan :

Le plan d'une route est sa représentation graphique, il retrace les limites des propriétés foncières et donne les caractéristiques topologiques de la route : longueur, largeur, etc.

C- Caractéristiques Géométriques des Routes :

Les caractéristiques géométriques admises sur une route qu'on choisit d'emprunter sont fonction des propositions suivantes :

- Se plier aux conditions imposées par les possibilités mécaniques des véhicules
- Offrir des conditions de sécurité maximale
- Offrir un confort suffisant aux usagers de la route
- Tenir compte des éléments de construction et de bonne tenue de la route.

D- Techniques d'Aménagement des Route et Autoroute :

Dans le cadre d'aménagement des routes et autoroute, il faut :

1- Terrain : La route est placée sur un **terrain**. Le terrain est dit « **naturel** » avant tous travaux et est préparé après exécution des **terrassements**.

Il convient de distinguer le terrain du **sol**, ce dernier est le produit de la transformation des **roches** sous l'effet de facteurs physiques, chimiques et biologiques.

Exemple : argile, sable, granite, etc.

2- Emprise : C'est la surface de terrain appartenant à la **collectivité** et affectée la route ou ses dépendances.

3- Assiette : C'est la surface réellement occupée par la route.

4- Plate-forme : C'est la surface aménagée qui comprend la chaussée, les **acensements** et éventuellement les terres pleines.

5- Chaussée : Surface aménagée qui supporte la circulation des véhicules. Son rôle est de transmettre au sol de fondation, les efforts résultant de la circulation :

- efforts verticaux dus à charge des véhicules
- efforts horizontaux dus au freinage et à l'accélération des véhicules
- la chaussée est dite « **rigide** » si elle comporte une **dalle** en béton de ciment, et « **souple** » si

elle n'en comporte pas.

- **Largeur de la chaussée :**

En section courante, la largeur des voies de circulation en ras campagne est normalement de **3,50 m** mais peut être ramenée à **3 m** et même la longueur de la chaussée réduite à **5 m**.

D'une manière générale, la largeur de la chaussée est fonction de la vitesse.

Exemple : Pour une vitesse de **120 km/h**, il faut **2 chaussées** de **7 m** ou **10,5 m**.

6- Accotements : Ce sont des zones latérales de la plate-forme qui bordent extérieurement la chaussée : pistes cyclistes, pistes pour piétons, cavaliers, etc.

7- Garages : Ce sont des surfaces d'une chaussée permettant le croisement des véhicules.

8- Zones de stationnement : Ce sont des zones précieusement aménagée pour permettre le stationnement des véhicules de toutes natures. En dehors de la plate-forme, elle porte le nom de **parcs de stationnement**.

9- Trottoirs : Ce sont des surfaces aménagées pour la circulation permanente des piétons. Ils sont généralement séparés de la chaussée par une bordure surélevée.

10- Bordures : Ce sont des séparations en béton, pavés en pierres taillées ou en tout autre matériau dur que l'on construit parfois le long des chaussées ou pistes.

11- Saignée : C'est une petite trachée creusée dans les accotements pour le ruissellement d'eau de la chaussée vers le **fossé**.

12- Fossé : Fosse creusée en long d'un terrain pour écouler les eaux.

13- banquette : **Surélévation** aménagée à la limite extérieure de l'accotement en vue de la sécurité des usagers.

14- Glissières de sécurité : Ce sont des ouvrages placés près de la limite de la chaussée pour ramener vers celle-ci des véhicules qui s'en écarteraient.

15- Bande d'arrêt : La chaussée peut éventuellement être bordée sur son côté droit d'une bande d'arrêt. Elle comprend une bande sur la largeur de la chaussée et une bande stabilisante sur l'accotement.

16- Signalisation : Panneaux indiquant les directions et les distances, les obstacles de la piste.

17- Cassis ou dos d'âne : Ils doivent être prescrits sur toutes les sections de routes nouvelles, et poursuivre leur suppression, sinon leur amélioration sur les routes existantes.

E- Effort Moteur et Résistance aux Mouvements :

Dans le cas le plus général d'un **moteur thermique** à **quatre temps**, la puissance fournie par le moteur a pour expression :

$$P = \frac{1}{120} \times \frac{R}{M} \times t \times L \times C \times N$$

$$\text{Le couple moteur } \Gamma = \frac{1}{2\pi} \times \frac{1}{20} \times R \cdot L \cdot N$$

R = rendement du moteur

F = taux de remplissage

L = pouvoir calorifique du carburant utilisé

C = cylindrée

N = nombre de tours/min

L'effort moteur, c'est-à-dire la force qu'exerce le moteur au contact de la chaussée et des roues motrices a pour expression :

$$F = \frac{1}{V} \times \frac{e}{2} \times \Gamma \times \frac{1}{d}$$

V = rayons des roues motrices

P = rendement des transmissions entre le moteur et la roue

d = rapport de démultiplication

Naturellement, **d** varie quand on change de vitesse

Exemple :

1^{ère} vitesse d = 0,03

2^{ème} vitesse d = 0,056

3^{ème} vitesse d = 0,096

4^{ème} vitesse d = 0,17

Résistance au mouvement = **R**

Pesanteur = **g** = 81

F = $i_p \times w \times t_{KSS2}$

Résistance à l'air = **Ra**

1- Adhérence et Freinage :

L'effort moteur **F** ou effort résistant en cas de **freinage** est limité par des lois de frottement.

Si l'effort moteur est tel que $F > p1 \cdot F$

P1 = poids porté par les roues motrices

F = coefficient de frottement de la **pneumatique** sur la chaussée, alors le glissement se produit sous forme de **patinage**, la roue tourne sur place.

Si l'on admet que toutes les roues ont freiné alors :

Pi = P1

V2 **V2**

d = ---- ou -----

2gf **260 f**

i étant la **déclivité**.

2- Temps de réaction du conducteur :

La distance sur laquelle devrait s'exercer le freinage pour obtenir l'arrêt en partant d'une vitesse **V** (Km/h) est au minimum en palier :

V2

di = ----

260 F

3- Stabilité des véhicules :

L'**instabilité** des véhicules résulte généralement des sollicitations transversales provenant soit d'une **dissymétrie** interne (mauvais chargement, éclatement des pneus), soit du vent, soit d'une **inclinaison** transversale de la chaussée (tremblement exécutif), soit de l'**accélération** centripète :

V

--

R

On note certaines dispositions dangereuses pour la stabilité des véhicules à savoir :

- L'adhérence non homogène si la valeur de l'adhérence est différente entre les deux côtés

d'un véhicule en train de freiner.

- La dérivation des bords de chaussées
- Le dos d'âne et le cesses
- La présence d'eau sur la chaussée

4- Notion de Capacité :

On appelle **capacité**, le volume interne d'un récipient. L'unité de mesure est le **litre** ($1 \text{ l} = 1 \text{ dm}^3$). La capacité sert surtout à exprimer les mesures des **liquides** et des matières **fluides** (par **exemple** : les **céréales**).

La capacité est le **débit horaire** maximum de **voitures** qu'une route peut supporter dans les conditions acceptables.

On caractérise la **capacité de circulation** sur une route par la **vitesse moyenne** qu'un conducteur peut maintenir. Cette vitesse dépend tout d'abord du tracé de la route :

- Largeur de la chaussée
- Virages plus ou moins nombreux et plus ou moins courts de son profit en long
- Cassis
- Dos d'âne
- Rampe plus ou moins forte et longue.

Elle dépend aussi de la possibilité qu'ont les véhicules rapides de dépasser les véhicules lents (selon le « Code de la route »).

II- Analyse de la Circulation Routière :

Pour rendre compte de l'évolution de la circulation routière et pour en tirer les conséquences pratiques concernant l'amélioration du réseau routier, ou la création de nombreuses routes, il est indispensable de procéder aux **comptages**.

Ces comptages peuvent être effectués de **deux** façons différentes : soit **manuellement**, soit **automatiquement**.

1- Comptage manuel :

Il permet de différencier les diverses **catégories** de véhicules, il constitue en fait un véritable recensement, mais il est plus coûteux.

Pour réaliser cette étude, **deux systèmes** de comptage sont envisagés :

- **Le comptage manuel de jour**, réalisé sur les sections pilotes et pendant une période horaire de **6 heures à 22 heures**.

- **Le comptage manuel de nuit**, réalisé aussi sur une section pilote, d'une durée de **2 heures**, Effectué de **22 heures à 6 heures**.

Pour la bonne organisation de ces enquêtes, un abri est nécessaire pour le confort du personnel et une **signalisation** du poste, pour ralentir les véhicules et permettre un travail judicieux.

Lors du comptage, les véhicules sont classés en **11 catégories** :

Cat. a : bicyclette sans moteur auxiliaire.

Cat. b : bicyclette avec moteur auxiliaire.

Cat. c : moto cycle avec ou sans side car.

Cat. d1 : véhicule de transport des personnes de **9 places** avec **remorque**.

Cat. d2 : véhicule de transport des personnes de **9 places** avec remorque ou **roulette**.

Cat. e : camionnette (**C4 < 1,5 t**) avec ou sans remorque.

Cat. f : camions léger et moyen (**C4 > 1,5 t** mais **L 57**) avec ou sans remorque.

Cat. g : camions lourds (**C4 > 5 t**) avec ou sans remorque.

Cat. h : transports exceptionnels, camions avec **deux** remorques.

Cat. i : tracteur agricole avec ou sans remorque.

Cat. j : véhicule de transport en commun avec ou sans remorque.

Les divers renseignements recueillis au cours des différentes phases de comptage sont transcrits sur les modules de fiche.

2- Comptage automatique :

Il permet d'obtenir plus facilement des renseignements mais il n'est pas possible de distinguer les catégories.

En règle générale, pour l'organisation de ces comptages, on choisit le réseau des **routes nationales (RN)** que l'on découpe en **sections** sur lesquelles la circulation est supposée homogène.

Le comptage automatique est exécuté au moyen d'appareils automatiques, le plus utilisé est le **compteur pneumatique**, son principe très simple est le suivant : un **tube caoutchouc** simple à tension réglable est tendue à travers le ras de la chaussée. L'une de ses extrémités est libre ou munie d'un emblème métallique, l'autre est branchée sur l'appareil de comptage proprement dit.

Le passage des roues de véhicules sur le tube provoque le déplacement de la compression de l'air qu'il contient, ce qui sous certaines conditions de réglage déforme une **membrane** qui établit le contact entre une **lame** et un **buté**.

Au moyen d'un relai alimenté par une source d'énergie électrique, l'**impulsion** provoquée par le contact actionne un **numéroteur** dont les chiffres sont lus directement sur une bande de papier.

Il existe **deux** types de compteurs à détection automatique : le **compteur totaliseur** et le **compteur enregistreur**.

- **Compteur totaliseur**, il donne le nombre total de véhicules passés entre l'heure de

Déclanchement et celle du relevé.

- **Compteur enregistreur**, il reporte sur une bande de papier, les totaux à intervalles réguliers.

3- Comptage directionnel :

Lorsqu'on veut étudier un **carrefour**, on observe tous les mouvements de la circulation qui sont susceptibles de se produire dans toutes les directions, et connaître ainsi la valeur des **trafics**.

On procède alors au comptage directionnel des véhicules tournant à droite et des véhicules tournant à gauche.

Exemple : considérons un rondpoint quelconque tels que **ABC**, les véhicules venant de **A** pourront adopter **trois attitudes** :

- Continuer sur **A**
- Tourner en **B**

- Tourner en **C**

En observant le même trajet des véhicules sur **B'C** dans la direction de **B'** vers **C** et sur **A' C** et **BC**, nous aurons ainsi étudié $3 \times 4 = 12$ courants de circulation. Ces courants forment l'ensemble des **flux** du carrefour.

Pour les étudier convenablement, il est indispensable de procéder au comptage manuel car le comptage automatique ne peut différencier tous ces courants. Ce comptage est effectué le plus souvent à des heures de pointe.

4- Enquêtes de Circulation :

Les systèmes de comptage et les recensements de la circulation routière donnent des renseignements quantitatifs mais ne font pas connaître les parcours des véhicules. Ils sont donc insuffisants lorsqu'il s'agit de prévoir l'évolution future des courants de circulation dans une zone donnée.

Pour de telles prévisions, il est utile de connaître certains renseignements à savoir :

- Origine et destination des trafics de véhicules
- Motif des déplacements et des arrêts
- Mode de transport.

III- Caractères Généraux de la Circulation Routière :

A- Généralité :

A travers le temps, la route sert de passages répétés des hommes et des animaux sur un même itinéraire. C'est ainsi que les anciennes **pistes** ont été consolidées progressivement.

L'évolution de ces différentes **techniques** a contribué à la réalisation des routes modernes qui, aujourd'hui, se caractérisent par :

- **Une vaste plate-forme** bien dégagée
- **Une chaussée** à double ou triple courant de **circulation**
- **Un revêtement antidérapant**
- **Une circulation** à grande **vitesse**
- **Une grande capacité de dégagement** des grandes **villes**

B- Fonctions de la Route :

La route a pour fonctions :

- Le transport à distance des produits
- La collecte et la diffusion des produits
- Les liaisons humaines et sociales

C- Types de Voies de Communication :

Ce sont : les **sentiers** et les **pistes de désenclavement**.

- Pistes agricoles
- Routes terrestres
- Routes revêtues

D- Éléments du Transport Routier :

Le transport routier comporte **trois** éléments essentiels :

- Route
- L'homme
- Véhicule

Ces **trois** éléments sont étroitement liés, mais c'est l'homme et le véhicule qui constituent ce qu'on appelle la « circulation routière », c'est-à-dire l'ensemble des véhicules circulant sur une route.

La place prise par la circulation routière en économie mondiale rend nécessaire la connaissance précise de son importance.