



## ***Routes en béton : les bases***



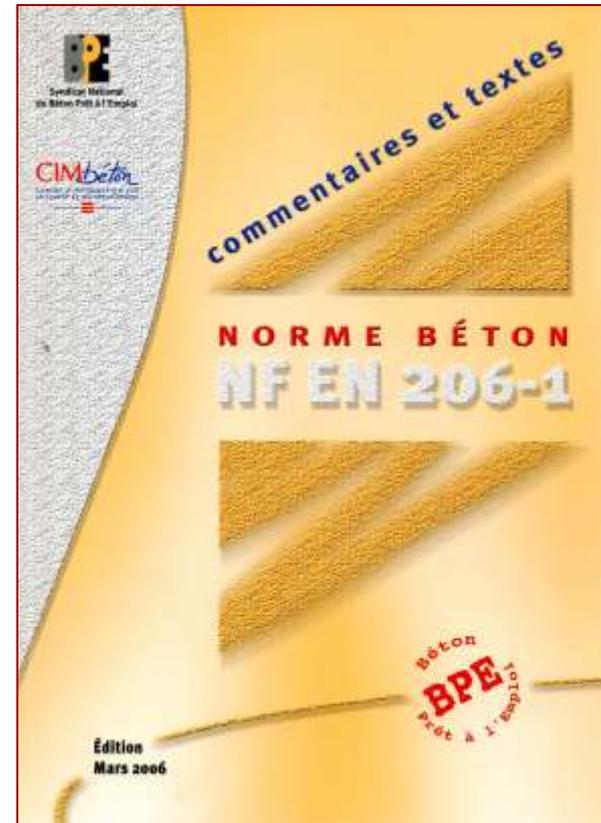
# 1.0 Routes en béton : les bases

## LA NORME NF EN 206-1

### Désignation normalisée d'un béton

BPS NF EN 206-1  $C_r$   $C_e$   $C_{cl}$   $C_{cons}$   $D_{max}$

- Résistance
- Exposition
- Chlorures
- Consistance
- Taille + gros granulat



# 1.0 Routes en béton : les bases

LA NORME NF EN 206-1 au sein du contexte normatif

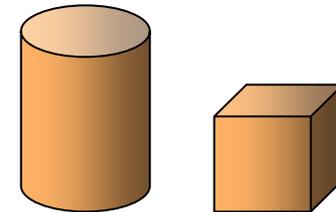
**BPS**

**Classes de résistance en compression**

| Classe de résistance en compression | Résistance caractéristique minimale sur cylindre (MPa) | Résistance caractéristique minimale sur cube (MPa) |
|-------------------------------------|--|--|
| C8/10                               | 8  | 10   |
| C12/15                              | 12   | 15   |
| C16/20                              | 16   | 20   |
| C20/25                              | 20   | 25   |
| C25/30                              | 25   | 30   |
| C30/37                              | 30   | 37   |
| C35/45                              | 35   | 45   |
| C40/50                              | 40   | 50   |
| C45/55                              | 45   | 55   |
| C50/60                              | 50   | 60   |
| C55/67                              | 55   | 67   |
| C60/75                              | 60   | 75   |
| C70/85                              | 70   | 85   |
| C80/95                              | 80   | 95   |
| C90/105                             | 90   | 105  |
| C100/115                            | 100  | 115  |

**BPS  
NF EN 206-1**

**..., C 25/30, C30/37, C35/45 ...**



# 1.0 Routes en béton : les bases

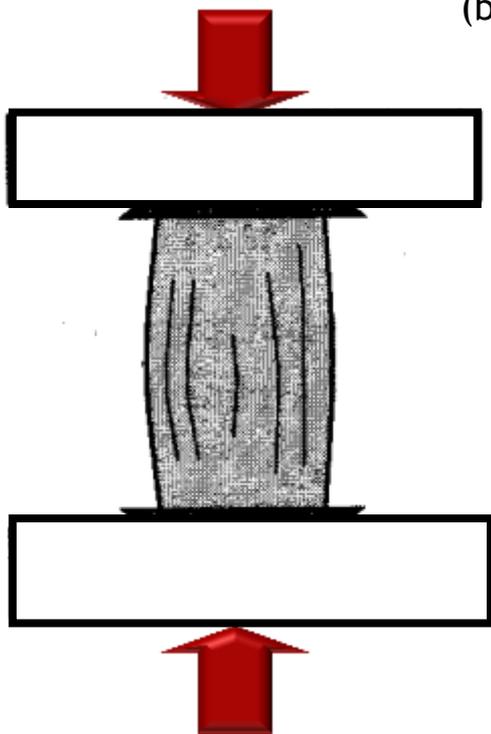
LA NORME NF EN 206-1 – BPS

## Classes de résistance en compression

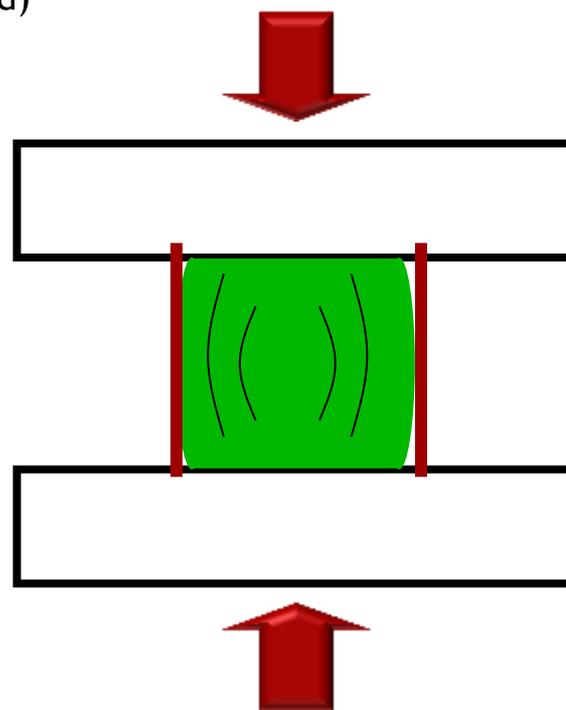
30 MPa

(béton normal ou béton lourd)

37 MPa



Cylindre



Cube

**C30/37**

Valeur prise en compte dans les calculs de dimensionnement

## 1.0 Routes en béton : les bases

### LA NORME NF EN 206-1 – BPS

#### Classes d'exposition

La norme définit 6 catégories de classes d'exposition, en fonction des actions dues à l'environnement :

XO : aucun risque de corrosion ni d'attaque

XCi : corrosion induite par carbonatation

XDi : corrosion induite par des chlorures, ayant une origine autre que marine

XSi : corrosion induite par les chlorures présents dans l'eau de mer

XFi : attaque gel/dégel avec ou sans agent de déverglaçage

XAi : attaques chimiques

**Choix des classes d'exposition** ➡ **Responsabilité du prescripteur**

**Formulation du béton** ➡ **Responsabilité du producteur**

## 1.0 Routes en béton : les bases

### LA NORME NF EN 206-1 – Classes d'exposition

#### Courantes



Béton non armé ne subissant aucune agression



Béton soumis à la carbonatation



Béton soumis à des cycles gel/dégel

#### Particulières



Corrosion induite par les chlorures présents dans l'eau de mer



Corrosion induite par des chlorures ayant une origine autre que marine



Béton soumis à des attaques chimiques

Choix de la classe d'exposition ➡ Responsabilité du prescripteur

## 1.0 Routes en béton : les bases

LA NORME NF EN 206-1 – Classes d'exposition courantes



Attaque gel / dégel



**Béton armé  
ou précontraint**

# 1.0 Routes en béton : les bases

## LA NORME NF EN 206-1 – Classes d'exposition courantes

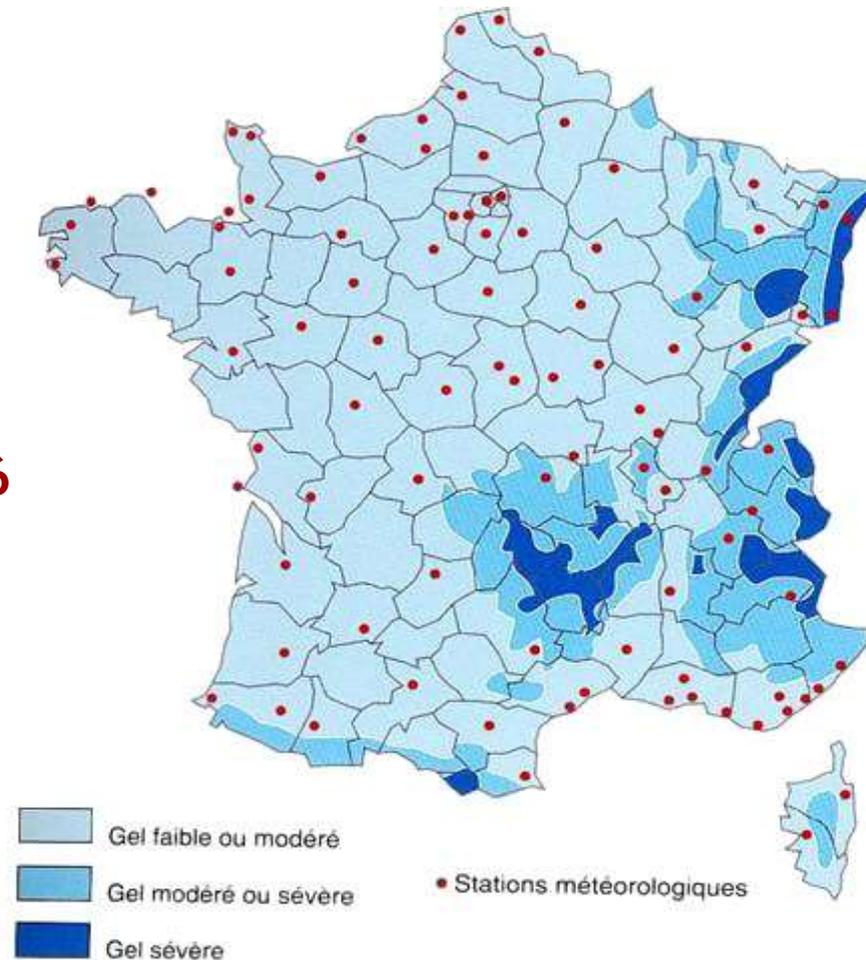
| <b>Gel</b> \ <b>Sel</b> | Nombre de jours de salage <10  | Nombre de jours de salage $\geq 10$  |
|-------------------------|--|--|
| Faible<br>Modéré        |  XF1  |  XF2  |
| Sévère                  |  XF3 |  XF4 |

## 1.0 Routes en béton : les bases

LA NORME NF EN 206-1 – Classes d'exposition courantes

Carte des zones de gel

+ FD P18-326



# 1.0 Routes en béton : les bases

## LA NORME NF EN 206-1 – Classes d'exposition courantes

|  | XF1<br>XC3,XC4,XD1 | XF2    | XF3    | XF4    |
|--|--------------------|--------|--------|--------|
| $E_{\text{eff}}/\text{liant}_{\text{équivalent}} \text{ maxi}$ | 0,60               | 0,55   | 0,55   | 0,45   |
| Résistance mini  | C25/30             | C25/30 | C30/37 | C30/37 |
| Liant éq. mini   | 280                | 300    | 315    | 340    |
| Air mini   | -                  | 4      | 4      | 4      |
| Additions maxi<br>Ex : Cendres volantes                        | 0,30               | 0,30   | 0,30   | 0,30   |
| Nature ciment  | -                  | -      | -      | -      |

# 1.0 Routes en béton : les bases

## LA NORME NF EN 206-1 – BPS

### Classes de consistance

#### BPS NF EN 206-1

- S1
- S2
- S3
- S4
- S5



| Classes d'affaissement au cône d'Abrams | S1    | S2    | S3      | S4      | S5    |
|---|-------|-------|---------|---------|-------|
| Affaissement en mm                      | 10-40 | 50-90 | 100-150 | 160-210 | > 220 |

## 1.0 Routes en béton : les bases

Classes de teneur en chlorures

**N O U V E A U**

**BPS  
NF EN 206-1**

Cl 0,20

Cl 0,40

Cl 0,65

Cl 1,00

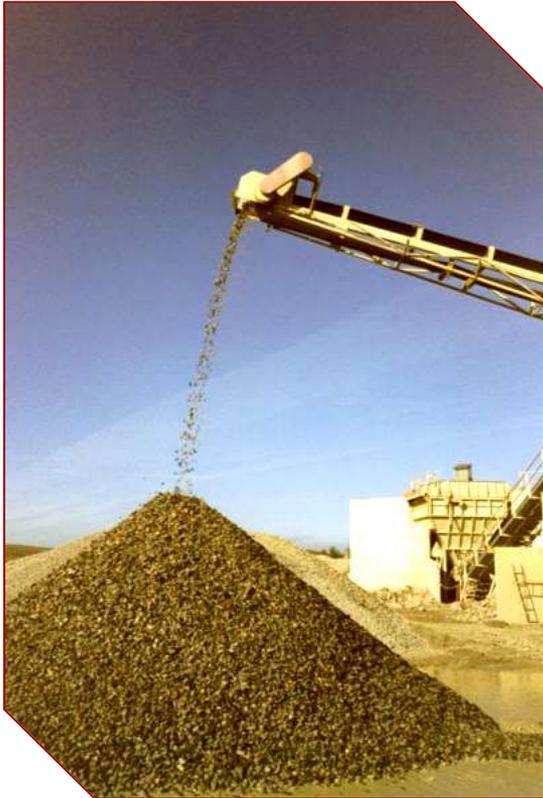
Cl 0,40



## 1.0 Routes en béton : les bases

$D_{\max}$

- Dimension du plus gros granulat
- Généralement : 0/20 mm
- Règle à respecter : l'épaisseur de la dalle doit être supérieure à  $4 D_{\max}$



# 1.0 Routes en béton : les bases

LA NORME NF EN 206-1 – Les bétons de chaussées

Article 1

« *Des exigences complémentaires ou différentes peuvent être données dans d'autres parties de cette norme ou dans d'autres normes européennes spécifiques, par exemple :*

*Béton destiné aux routes et autres aires de circulation »*



# 1.0 Routes en béton : les bases

## LA RÉSISTANCE MÉCANIQUE DES BÉTONS

Conformité à la NF EN 206-1, NF EN 13877-1 et NF P 98 170

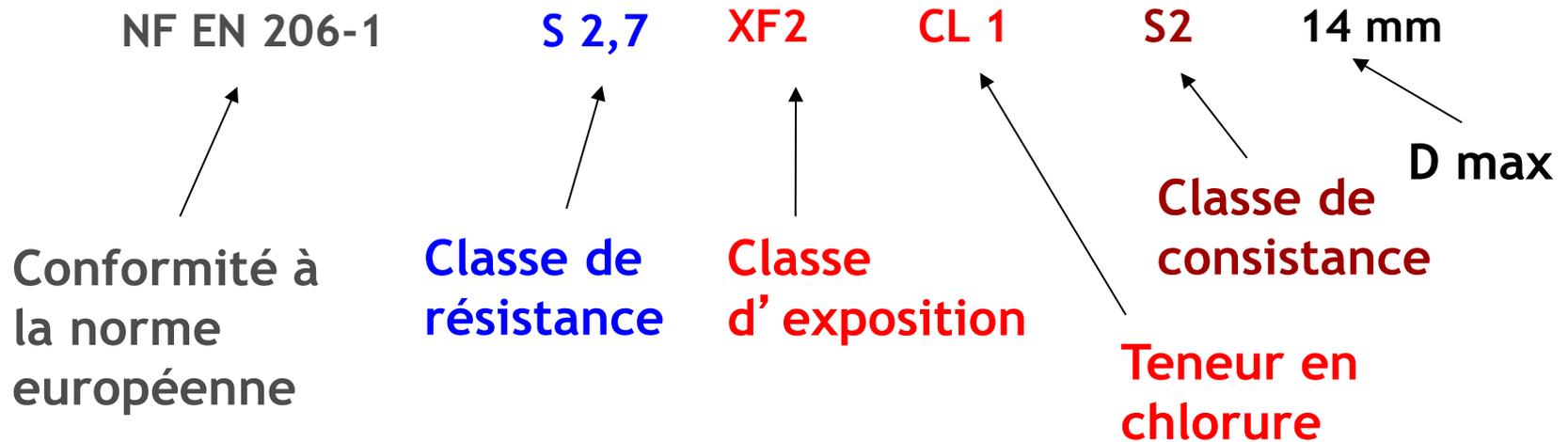
Classe d'exposition XF2 ou XF4 pour les couches de surface

| NF P 98-170<br>Classe     | Résistance<br>caractéristique<br>(en MPa) | Classe de<br>compression<br>(NF EN 206-1) | Classe de<br>fendage |
|---------------------------|---|---|----------------------|
| 2 - Assise                | 20  | C 20/25                                   | S 1,7                |
| 3 - Assise                | 25  | C 25/30                                   | S 2,0                |
| 4 - Surface faible trafic | 29  | C 30/37                                   | S 2,4                |
| 5 - Surface               | 32  | C 35/45                                   | S 2,7                |
| 6 - Aéroport              | 38  | C 40/50                                   | S 3,3                |

# 1.0 Routes en béton : les bases

## LA COMMANDE D' UN BÉTON ROUTIER

### Exemple de Béton à Propriétés Spécifiées (BPS)



## 1.0 Routes en béton : les bases

ÉVOLUTION DE LA NORMALISATION – La norme d'exécution

Normes matériaux

Normes de contrôles

## 1.0 Routes en béton : les bases

### LES NORMES MATÉRIAUX – Normes constituants du béton

Ciments : NF EN 197-1

Granulats : NF EN 12620 + XP P 18-545

Eau de gâchage : NF EN 1008

Adjuvants : NF EN 934-2

Aciers : NF EN 10080

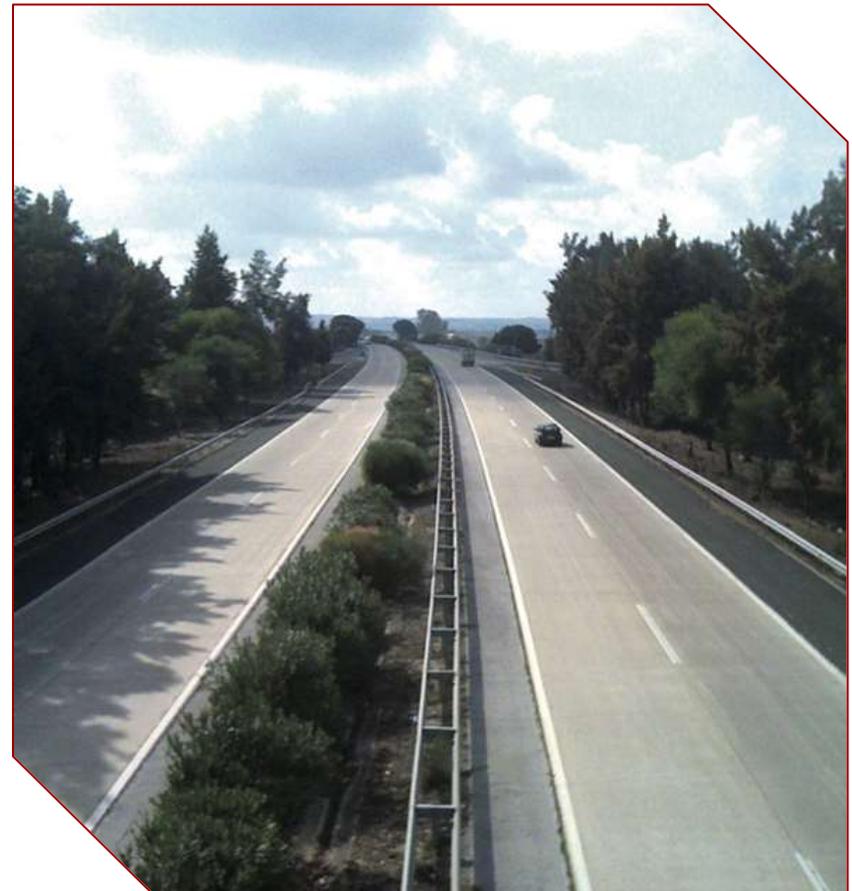
Goujons : NF EN 13877-3

## 1.0 Routes en béton : les bases

LA NORME DE RÉFÉRENCE FRANÇAISE – NF P 98-170 (AFNOR - Avril 2006) Chaussées en béton de ciment, exécution et contrôle

Elle définit :

- Les prescriptions sur le matériau béton
- Les références normatives des constituants
- Les épreuves de convenance
- L'exécution des travaux
- Les contrôles à réaliser



# 1.0 Routes en béton : les bases

## LA FORMULATION D' UN BÉTON ROUTIER

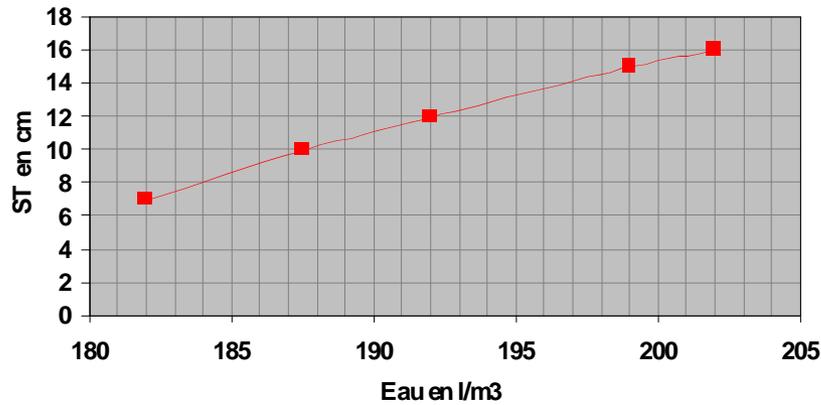
### *Quels sont les ingrédients ?*

- Des granulats de code correspondant à l' emploi (NF P 18 545) :
  - Sable 0/4
  - Gravillons 4/10 - 4/14 ou 4/20 (*le choix du gravillon est fonction du trafic*)
- Du ciment
- De l' eau (*en veillant à limiter la quantité*)
- Un adjuvant « *entraîneur d' air* » dosé entre 0,02 et 0,2 % du poids du ciment pour les classes XF2, XF3 et XF4
- Un adjuvant « *plastifiant* » dosé entre 0,3 et 0,4 % du poids du ciment (*nécessaire du fait de la limitation de la quantité d' eau*)
- Éventuellement d' autres adjuvants (retardateur, accélérateur, ...), des fibres ou un colorant

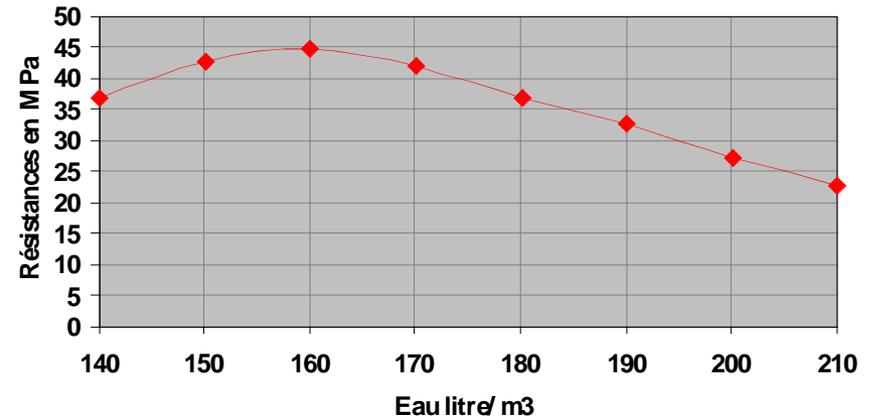
# 1.0 Routes en béton : les bases

## INFLUENCES DU DOSAGE EN EAU

Sur la maniabilité du béton

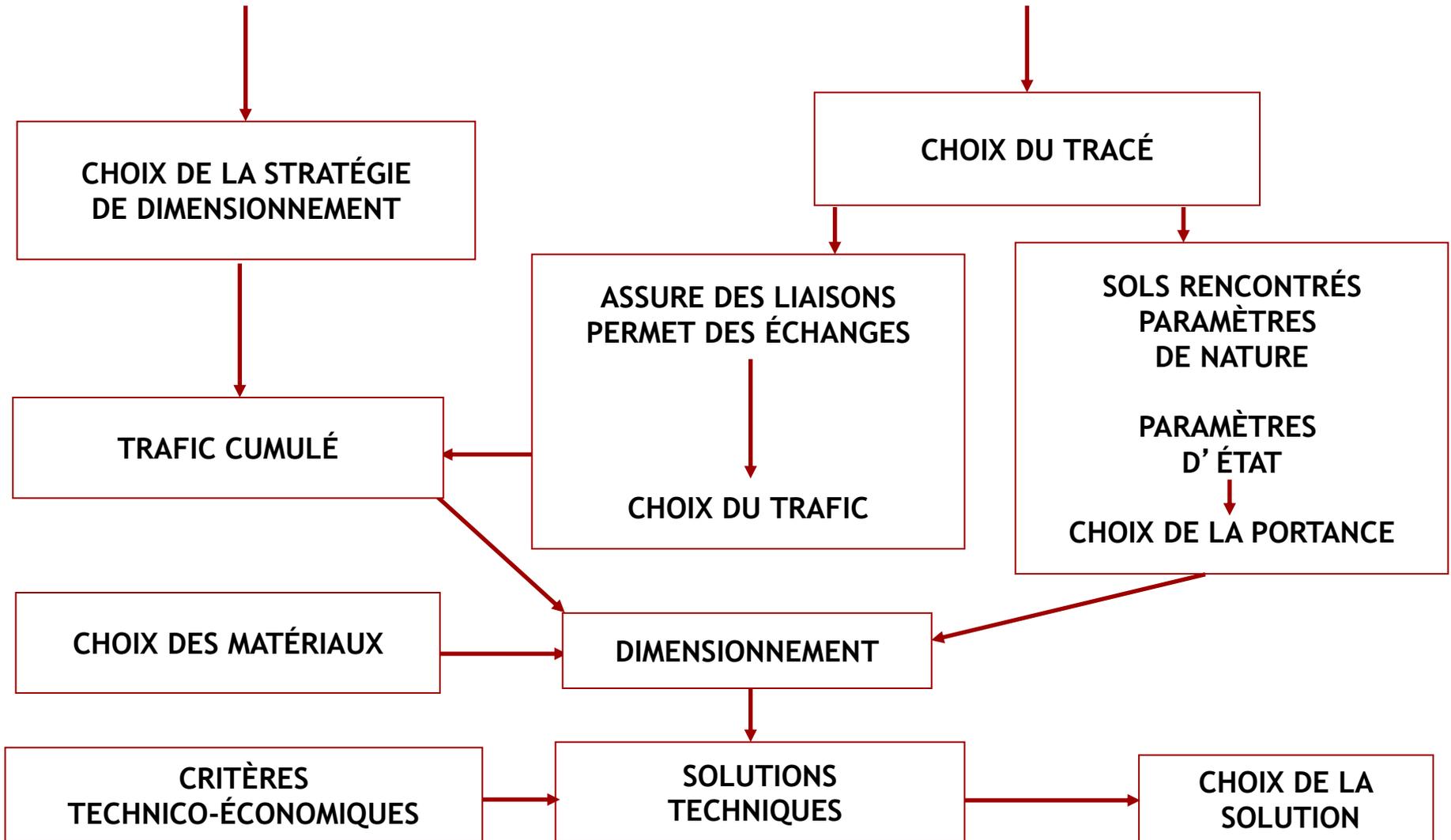


Sur la résistance du béton



# 1.0 Routes en béton : les bases

## LE PROJET ROUTIER : UN ENCHAÎNEMENT DE CHOIX



# 1.0 Routes en béton : les bases

## GÉNÉRALITÉS

### *Définition*

Chaussée = structure plane conçue et dimensionnée pour assurer son rôle sur une période de service prévue, fixée au stade d'élaboration du projet

### *Rôle*

Reporter sur le sol support (*en les répartissant convenablement*) les efforts dus au trafic

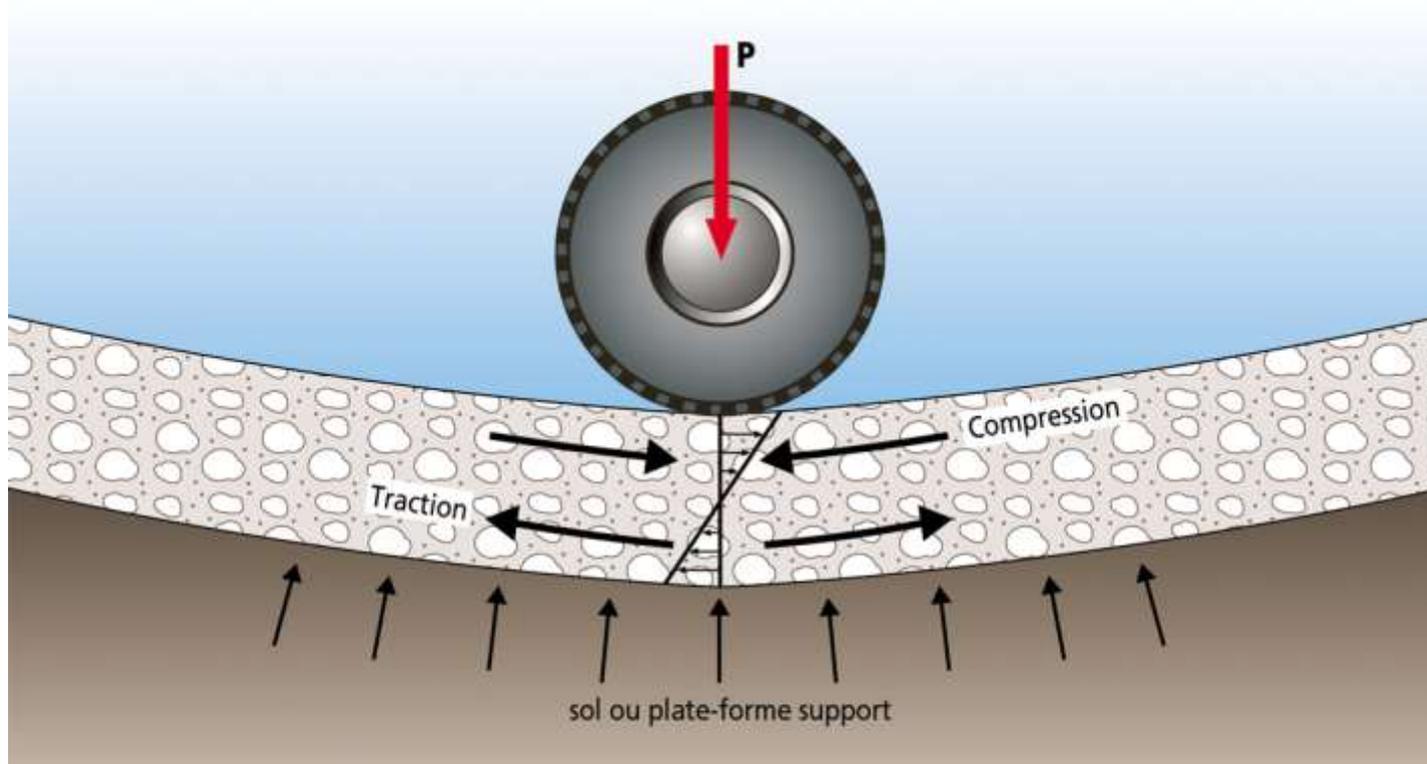
Pression verticale transmise au sol → Sera en tout point suffisamment faible pour que le support puisse la supporter sans dégradation

### *Résultat*

Obtenu par un choix judicieux de l'épaisseur de la structure, du module d'élasticité et de **résistance du matériau**

## 1.0 Routes en béton : les bases

### SCHÉMA DE FONCTIONNEMENT MÉCANIQUE



# 1.0 Routes en béton : les bases

## LES GRANDES FAMILLES DE STRUCTURES

La technique routière française fait appel à 3 grandes familles de structures :

- Structures souples en grave traitée aux liants hydrocarbonés
- Structures semi-rigides
- Structures rigides → **Chaussées béton**



## 1.0 Routes en béton : les bases

### LES STRUCTURES SOUPLES EN GRAVE TRAITÉE AUX LIANTS HYDROCARBONÉS

#### *Avantages*

- Absence de retrait, chaussée continue
- Module d'élasticité E moyen (1000 à 15000 MPa), structure souple acceptant les déformations et les surcharges accidentelles
- Dosage en liant faible (3 à 6%), avantage économique

#### *Inconvénients*

- Module d'élasticité moyen, épaisseur relativement élevée
  - Module d'élasticité variable en fonction de la température et de la durée d'application de la charge :
    - E baisse, si température élevée
    - E baisse, si durée de stationnement longue → **Risque d'orniérage**
    - Sensibilité aux hydrocarbures
    - Résistance à la fatigue moyenne

# 1.0 Routes en béton : les bases

## LES STRUCTURES SEMI-RIGIDES

Structures de chaussée dans lesquelles les couches de base et de fondation sont **traitées aux liants hydrauliques**

Seule la couche de surface est traitée aux liants hydrocarbonés

### *Avantages*

- Module pratiquement indépendant de la température :  $E = 23\ 000\ \text{MPa}$  (*grave - ciment*)
- Caractéristiques mécaniques élevées :  $R_t = 1,5\ \text{à}\ 2\ \text{MPa}$

### *Inconvénients*

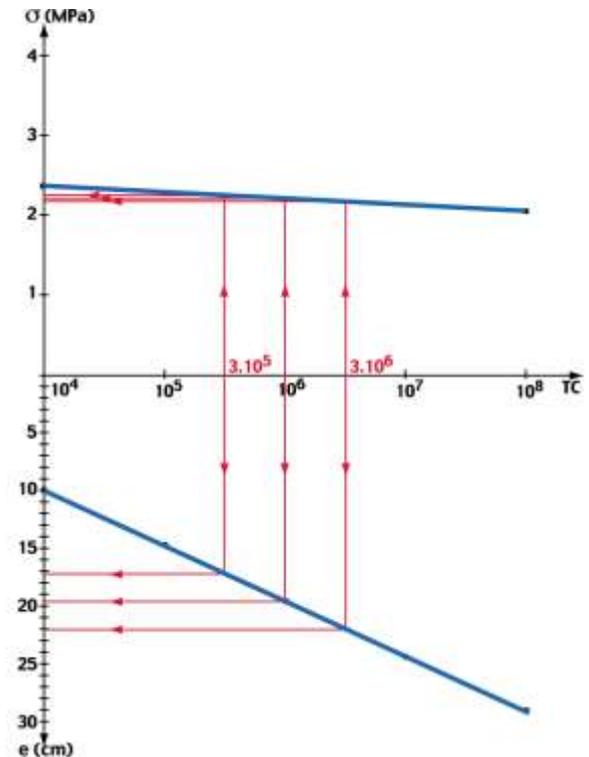
- Fissuration du retrait (*entretien des fissures*)
- Impossibilité de réaliser des couches minces (15 cm minimum)
- Courbe de fatigue plate (*comportement très sensible à un sous-dimensionnement ou aux surcharges éventuelles*)

# 1.0 Routes en béton : les bases

## LES STRUCTURES RIGIDES (CHAUSSÉES BÉTON)

### Avantages

- E élevé, indépendant de la température et de la durée d'application de la charge  $E = 35\,000\text{ Mpa}$   
→ Absence d'orniérage
- Résistance à la compression très élevée
- Résistance appréciable à la traction :  $R_{tf} = 2,7 \text{ à } 3,3\text{ MPa}$
- Courbe de fatigue relativement plate : résistance élevée à la répétition des charges
- Bonne tenue à la fatigue (*voir graphique ci-contre*)



# 1.0 Routes en béton : les bases

## LES STRUCTURES RIGIDES (CHAUSSÉES BÉTON)

### *Inconvénients*

- Retrait hydraulique et thermique : susceptibilité à la fissuration, donc nécessité de réaliser des joints → **Discontinuité**
- Module d'élasticité élevé :  
Courbe de fatigue plate  
Sensibilité à un sous-dimensionnement
- Taux de liant élevé : 12 à 15 % → **Handicap économique à la construction, compensé par une plus grande durée de vie**

