



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

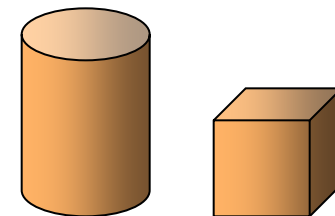
BPS

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

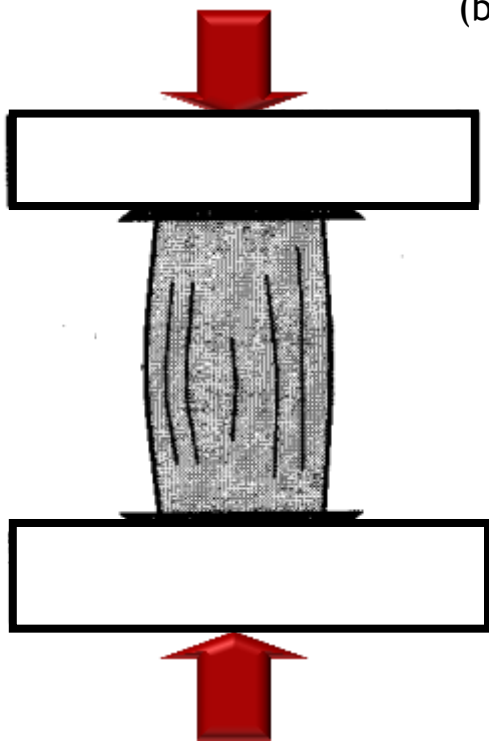
LA NORME NF EN 206-1 – BPS

Classes de résistance en compression

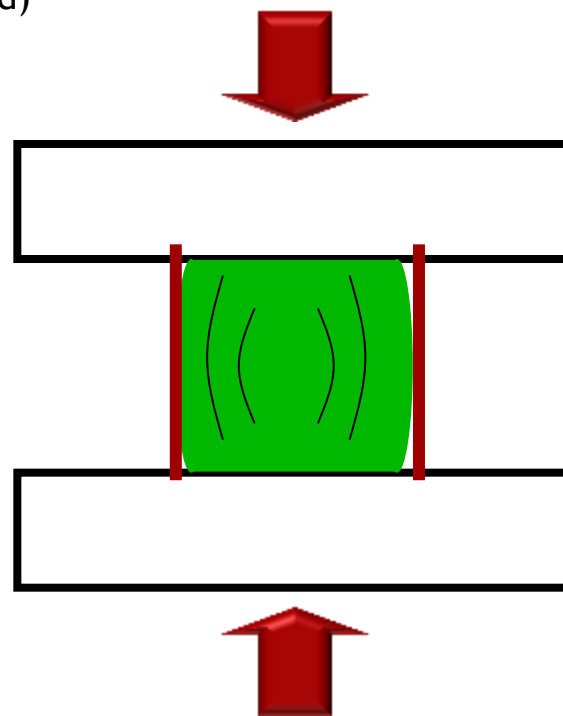
30 MPa

(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

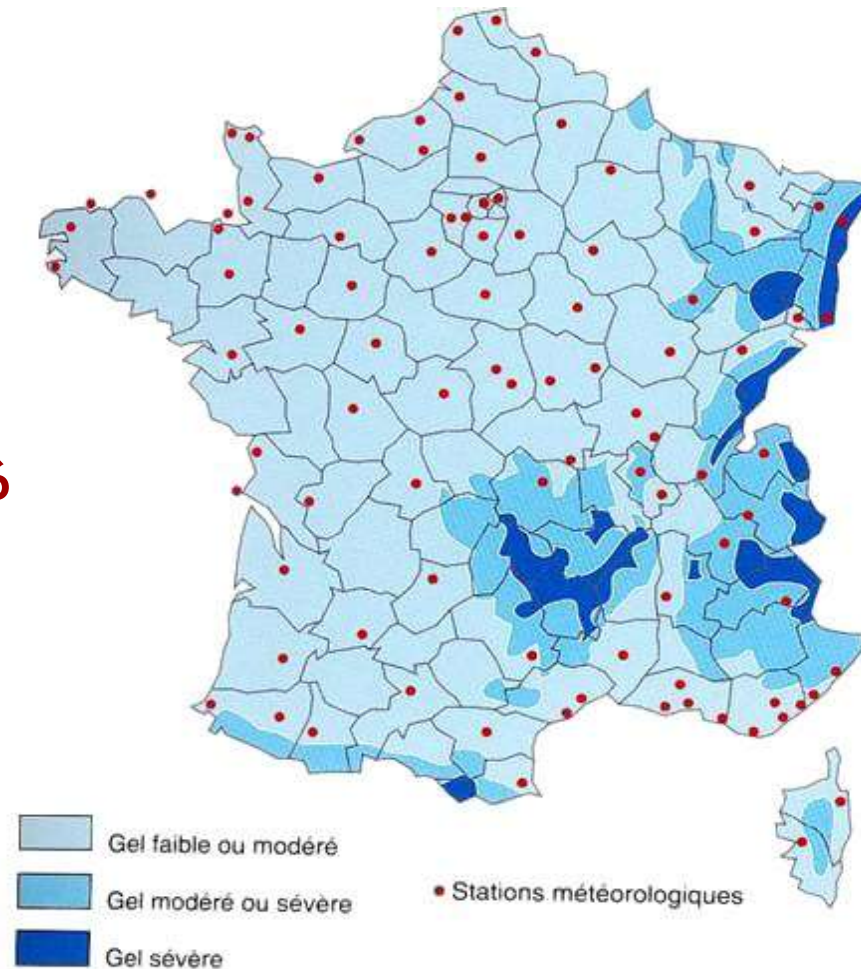
Gel \ Sel	Nombre de jours de salage <10	Nombre de jours de salage ≥ 10
Faible Modéré	 XF1	 XF2
Sévère	 XF3	 XF4

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 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 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**

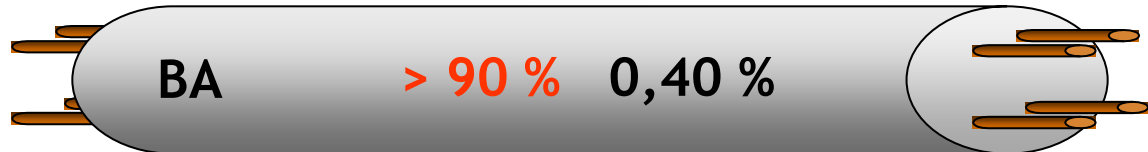
Cl 0,20

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

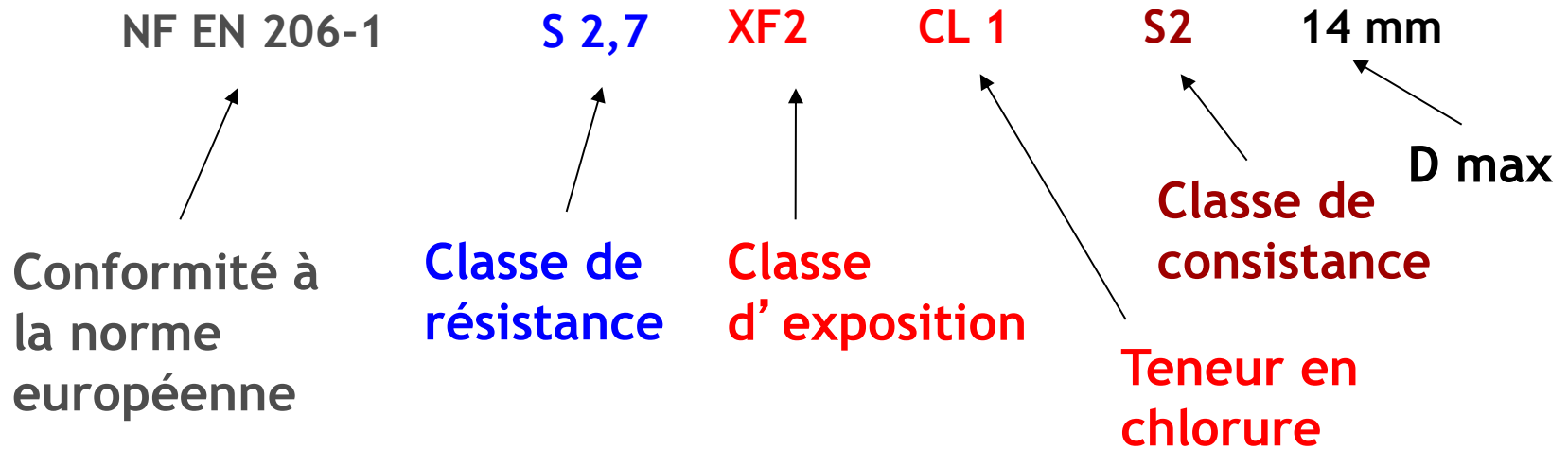
Classe d'exposition XF2 ou XF4 pour les couches de surface

NF P 98-170 Classe	Résistance caractéristique (en MPa)	Classe de compression (NF EN 206-1)	Classe de 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

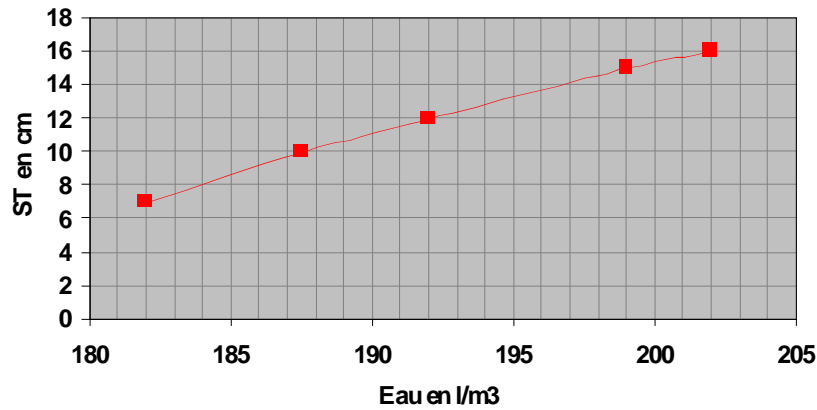
Quels sont les ingrédients ?

- 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

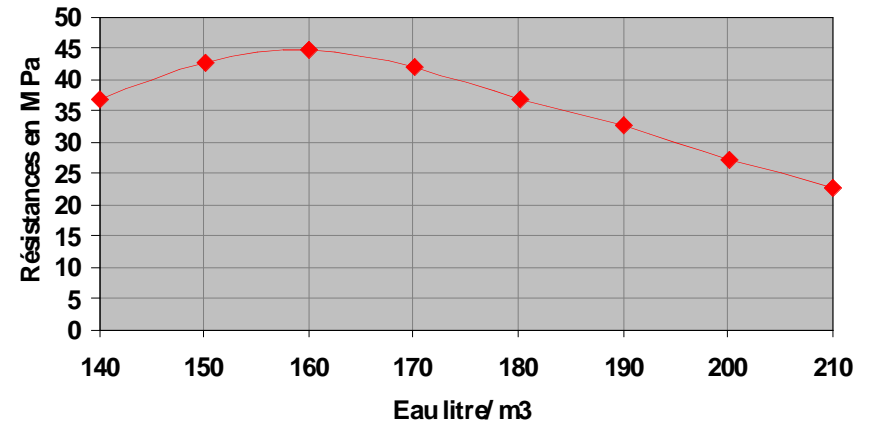
1.0 Routes en béton : les bases

INFLUENCES DU DOSAGE EN EAU

Sur la maniabilité du béton

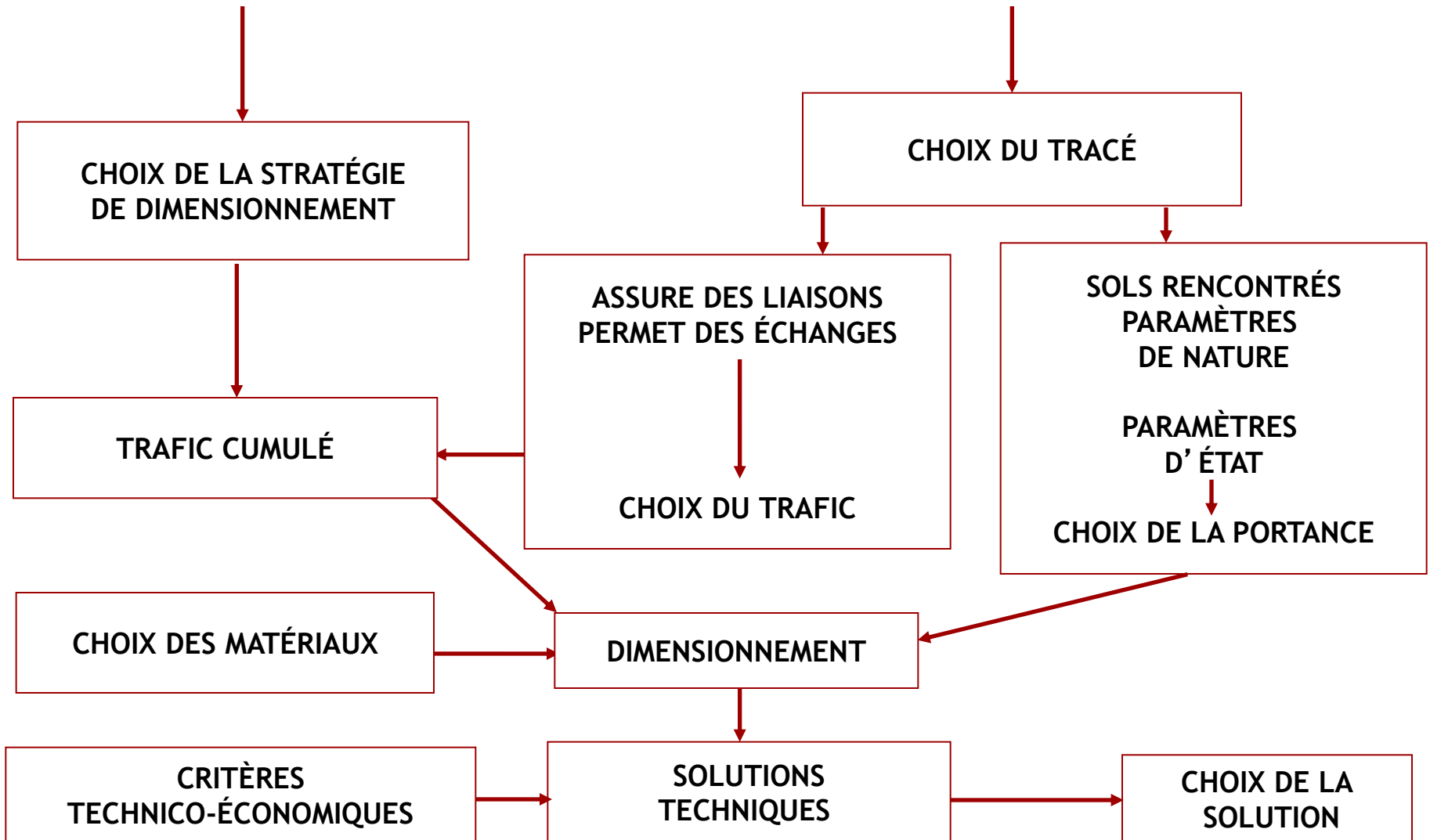


Sur la résistance du béton



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

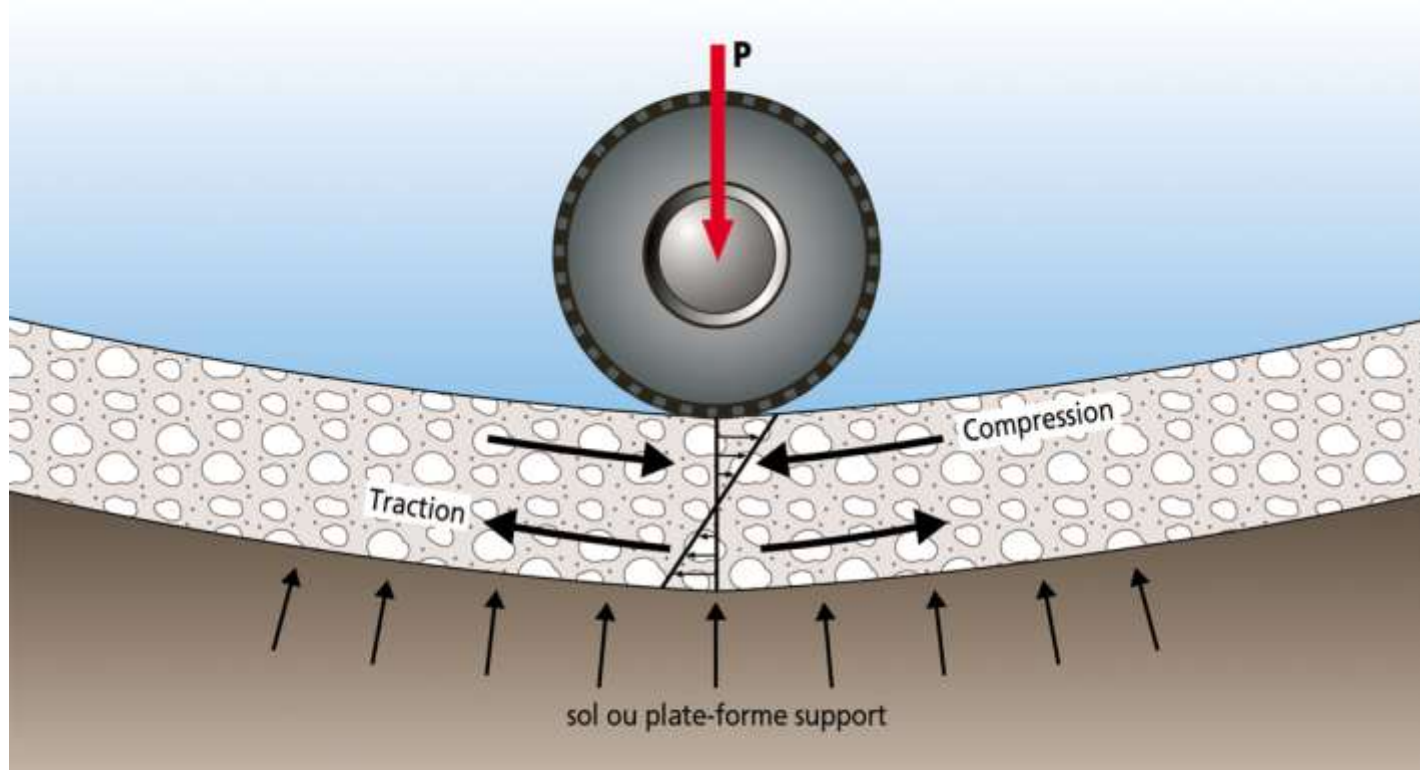
Pression verticale transmise au sol → Sera en tout point suffisamment faible pour que le support puisse la supporter sans dégradation

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

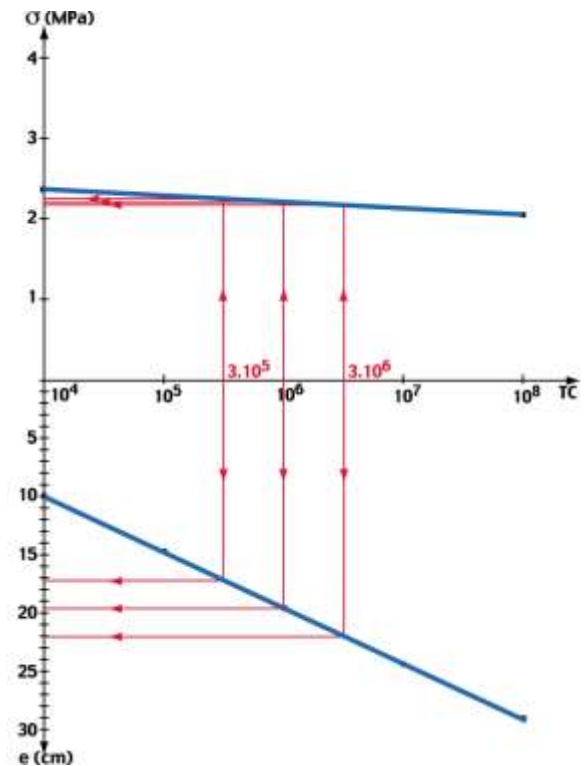
- Fissuration du retrait (*entretien des fissures*)
- Impossibilité de réaliser des couches minces (15 cm minimum)
- Courbe de fatigue plate (*comportement très sensible à un sous-dimensionnement ou aux surcharges éventuelles*)

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**

