



Thème 1 – Mécanisme de dégradations

1.2 – Sols supports et chaussées souples

*Synthèse des méthodes de dimensionnement de
chaussées souples et routes non revêtues à
l'international*

► Composition de l'étude (3 parties)

- **Première partie** – synthèse des méthodes des chaussées souples
 - les méthodes empiriques,
 - les méthodes analytiques,
 - les catalogues de structures types.
- **Deuxième partie** – synthèse des méthodes route non revêtues

Objectif : analyse bibliographique

- la descriptions succincte des méthodes,
- la prise en compte du sol,
- la prise en compte des matériaux granulaire.

Total : 12 méthodes de dimensionnement



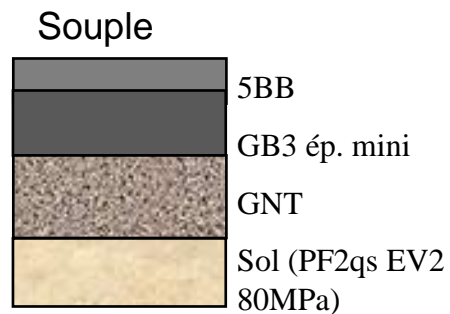
► Composition de l'étude

▪ Troisième partie

- Ajout de 3 autres méthodes
 - Analyse de la méthode belge (méthode analytique);
 - Analyse de la méthode allemande (catalogue de structure);
 - Analyse de la méthode japonaise (méthode empirique).
- Exemple comparatif
 - 8 Méthodes :
 - » Guides : Français, AASHTO, DRMB, Canada, Japon
 - » Catalogues : Espagnol, Allemand, Sénégal

– Hypothèses :

- » Structure type :
- » Durée de vie : 20 ans
- » Trafic maximum :
250 000 PL.



Objectif :

- Établissement d'un tableau de synthèse regroupant des informations telles que : essieux de référence, caractérisation GNT, climat, risque/aléas, durée de dimensionnement

Objectif :

Calcul de structures équivalentes avec différentes méthodes



► Les référentiels utilisés

N°	Méthode	Référence
[1]	Road Note 31	Transport Research Laboratory Road note 31 - A guide to the structural design of bitumen surfaced roads in tropical and sub-tropical countries-1993*
[2]	CEBTP	CEBTP - Guide Pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux - neuf 1984*
[3]	Australienne	AUSTROADS part 2 2012*
[4]	Américaine	AASHTO guide for design of pavements structures, American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993 (and 1998 for rigid pavement)
[5]	Anglaise	DMRB Design Manual for Roads and Bridges – Highways Agency, Volume 7, Section 2, Part 3 – HD 26/06, + Part 1 – Traffic Assessment - HD 24/06, february 2006.
[6]	Algérienne	Catalogue de Dimensionnement des Chaussées Neuves de l'Organisme National de Contrôle Technique des Travaux Publics (CTTP) Algérie 2000
[7]	Française	Norme Française NF P 98-086, Dimensionnement structurel des chaussées routières 2011
[8]	Sud-africaine	Afrique du Sud SATCC – July 2001 – Code of Practice for the Design of Road pavements – draft*
[9]	Tanzanienne	Tanzanie – pavement and materials design manual – 1999*
[10]	Viziret	Viziret qualification et quantification des dégradations d'une route non revêtue pour la programmation et le suivi des travaux d'entretien – Bulletin des laboratoires des ponts et chaussées n°213 1998.
[11]	Espagnole	Catalogue de structure de chaussée espagnol – norma 6.1 IC secciones de formas*
[12]	Sénégalaise	Catalogue de structures de chaussées neuves et Guide de dimensionnement des chaussées au Sénégal - 2015



► Méthodes de nature empirique

- Approche : les paramètres sont définis à partir d'observations
- Analyse en détail (généralités, avantages, inconvénients) : AASHTO, DMRB

► Exemple AASHTO - M_R

- Sol prise en compte avec le caractéristique M_R , le module réversible,
- Caractéristique qui quantifie la raideur d'un sol,
- Caractéristique peut changer au cours des différentes saisons de l'année, notamment pendant la période gel,



► Exemple – Méthode AASHTO

Tableau 1
Modèles reliant les indices et les propriétés de résistance de certains matériaux au module réversible M_r

Strength/Index Property	Model	Comments	Test Standard
CBR	$M_r = 2555(\text{CBR})^{0.64}$	CBR = California Bearing Ratio, percent	AASHTO T193—The California Bearing Ratio
R-value	$M_r = 1155 + 555R$	R = R-value	AASHTO T190—Resistance R-Value and Expansion Pressure of Compacted Soils
AASHTO layer coefficient	$M_r = 30000 \left(\frac{a_1}{0.14} \right)$	a_1 = AASHTO layer coefficient	AASHTO Guide for the Design of Pavement Structures (1993)
PI and gradation ^{††}	$\text{CBR} = \frac{75}{1 + 0.728(\text{wPI})}$	wPI = P200*PI P200= percent passing No. 200 sieve size PI = plasticity index, percent	AASHTO T27—Sieve Analysis of Coarse and Fine Aggregates AASHTO T90—Determining the Plastic Limit and Plasticity Index of Soils
DCP [*]	$\text{CBR} = \frac{292}{\text{DCP}^{1.12}}$	CBR = California Bearing Ratio, percent DCP =DCP index, in/blow	ASTM D6951—Standard Test Method for Use of the Dynamic Cone Penetrometer in Shallow Pavement Applications

^{††}Estimates of CBR are used to estimate M_r .

Source : AASHTO (2002).



► Méthodes analytiques

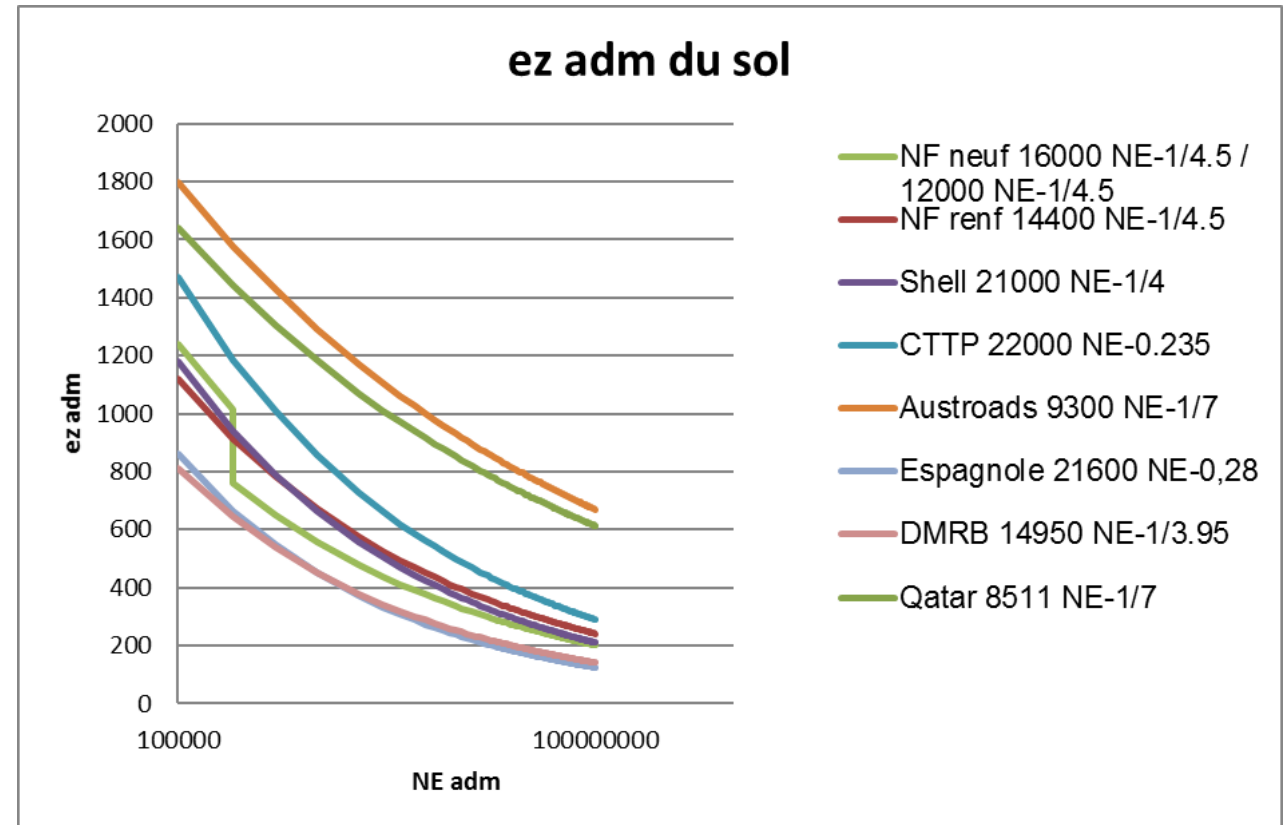
- Critère : vérifier que les sollicitations réelles (liées au passage d'une charge de référence) restent inférieures aux valeurs admissibles pour un nombre de cycles donné,
- La notion de chaussée souple n'est pas forcément présente dans les méthodes,
- Probabiliste : prise en compte dispersion et du caractère aléatoire des divers facteurs (caractéristiques des matériaux, épaisseur de mis en oeuvre), risque de calcul,



► Déformation verticale admissible au sommet du sol :

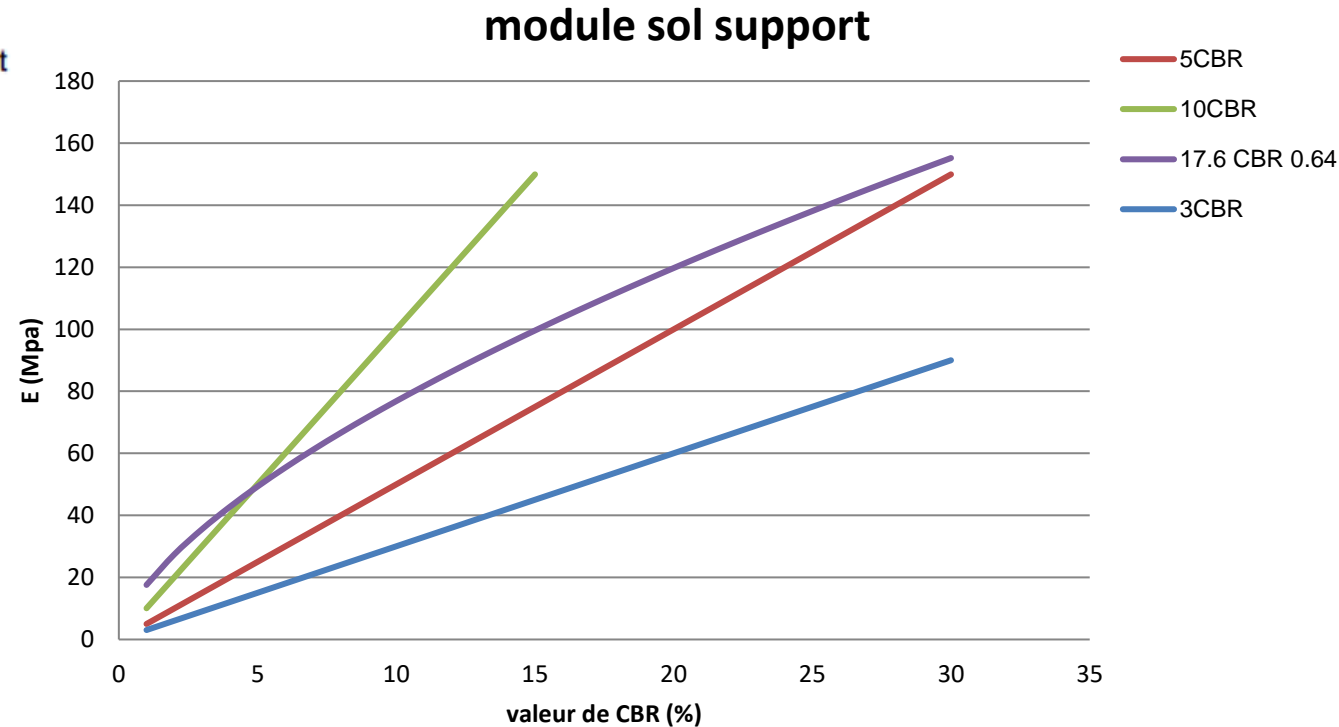
- Méthode Austroads : $\varepsilon_{z adm} = 9300 NE^{-0,142}$
- DMRB : $\varepsilon_{z adm} = 14\ 950 NE^{-0,253}$
- Catalogue d'Algérie $\varepsilon_{z adm}$ seul pour structure souple = 22 000 NE^{-0.235}
- Méthode française et le Catalogue du Sénégal:
 - Faible trafic $NE \leq 250\ 000$: $\varepsilon_{z adm} = 16\ 000 * NE^{-0,222}$;
 - Fort trafic $NE \geq 250\ 000$: $\varepsilon_{z adm} = 12\ 000 * NE^{-0,222}$
- Viziret : $\varepsilon_{z adm} = 21000 NE^{-0,25}$ pour 85% fiabilité
- Catalogue espagnol : 21600 NE^{-0,28}
- Méthode Belge :
 - Sol : $\varepsilon_{z adm} = 1.1 \times 10^{-2} \times NE^{-0,23}$

► Différents niveaux de ez en fonction du type de méthode



► Module du sol

- ▶ Méthode anglaise DMRB : $E \text{ (MN/m}^2\text{)} = 17,6 \text{ CBR}^{0,64}$
- ▶ Austroads : $E = 10 \times \text{CBR}$, avec max = 150 MPa (attention particulière à la densité et w d'essai) ;
- ▶ Catalogue Algérien : $E = 5 \times \text{CBR}$ (MPa) ;
- ▶ Catalogue du Sénégal : $E = 5 \times \text{CBR}$ (MPa) ;
- ▶ AASHTO :
 - $\text{MR (psi)} = 750 \text{ à } 3000 \times \text{CBR}$;
 - $\text{MR (psi)} = 1500 \times \text{CBR}$ si $\text{CBR} < 10\%$, soit $\text{MR (MPa)} = 10.3 \times \text{CBR}$;
 - $\text{MR (psi)} = 2555 \times \text{CBR}^{0,64}$ si matériaux fins soit $\text{MR (MPa)} = 17.6 \times \text{CBR}^{0,64}$
 - $\text{MR (psi)} = 3000 \times \text{CBR}^{0,65}$ soit $\text{MR (MPa)} = 20.7 \times \text{CBR}^{0,65}$ [AASHTO 2002].
- Méthode Belge : $E = 10 \times \text{CBR}$ (MPa)



► Conclusions parties 1 et 2

- Les méthodes empiriques sont basées sur des observations et donc plus difficilement adaptables dans un nouvel environnement,
- Les méthodes rationnelles prennent en compte un nombre de paramètres important => une connaissance théorique de la méthode est nécessaire,
- Pour certaines méthodes empiriques et catalogues, la révision épisodique paraît souhaitable pour prendre en compte des nouvelles connaissances théoriques, techniques et de nouvelles observations du comportement réel des sections,
- L'intégration de l'expérience locale dans l'estimation est primordiale,
- **L'influence des phénomènes climatiques** (durée et fréquence des périodes pluvieuses, gel-dégel) **n'est pas systématiquement intégré dans le dimensionnement.**
- **Importante variation des modules et déformations en fonction des méthodes**



► Considérations sur les méthodes utilisées pour la comparaison

Méthode	Essieu de référence	Température / Matériaux / Couche de forme	Durée de dimensionnement
Alizé (Fr)	13t	Tref 15°C / Portance PF	20
AASHTO	8,16t	Tref 20°C / CBR PF	20
Guide japonais	5t	Caractérisation des matériaux par la stabilité Marshall / CBR	10 (mais possibilité de prise en compte d'une durée différente)
Guide DMRB	Essieu de référence 8,16t ; Température de référence = 20°C ; Dissociation du CBR et classe de la plateforme ; les matériaux granulaires ne sont pas comptés comme couche de chaussée	Tref 20°C / CBR	20
Guide canadien	8,16t	Tref par région : 20,5°C au nord et 17,5°C au sud / CBR	25
Catalogue espagnol	13t	Tref 20°C / CBR / Portance	20
Catalogue allemand	10t	Non mentionné / Portance	20
Catalogue Sénégal	13t	Tref 34°C / Portance	10 à 30 (fonction du réseau) mais plus souvent 20 ans

Méthode de référence : Méthode Française (NF 98 086) :

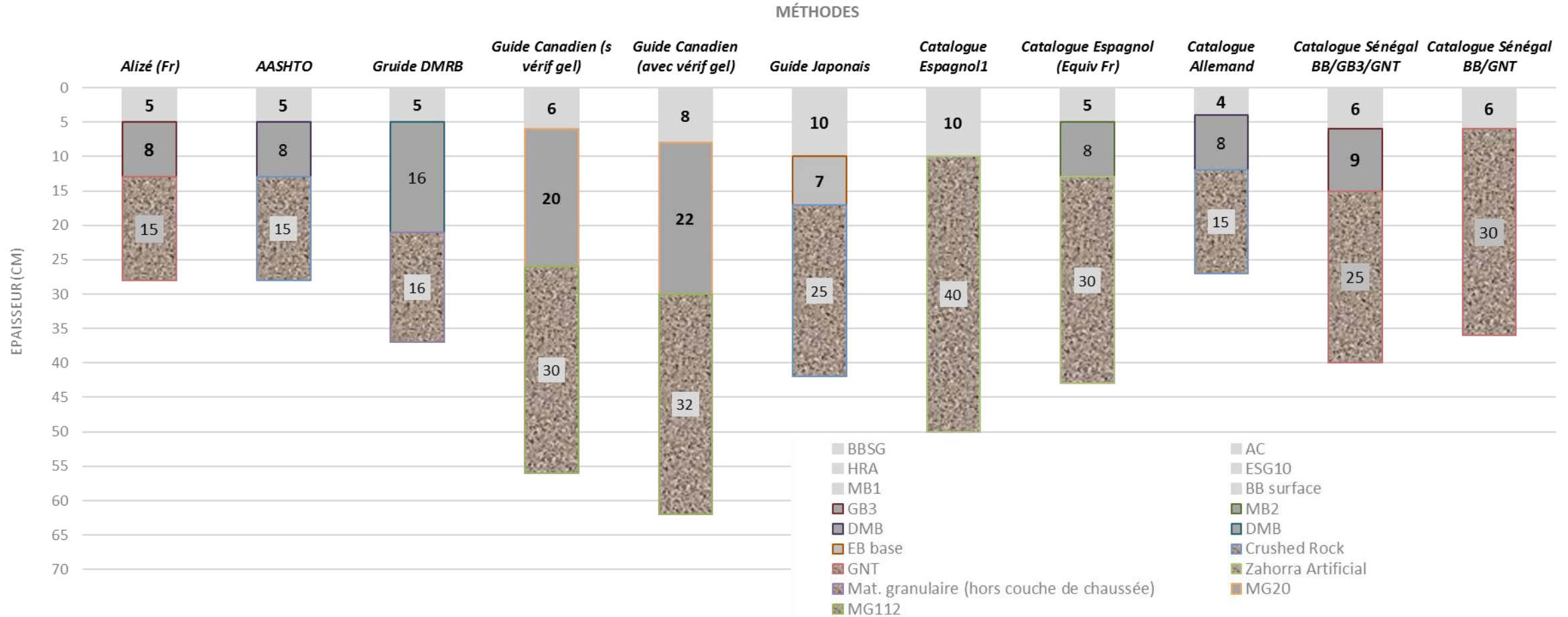
- Couche de roulement :
BBSG CI2, 7000 MPa (15°C, 10Hz)
- Couche de base : GB CI3
- Couche de fondation GNT
- Plateforme : 80 Mpa
- Durée de vie : 20 ans ;
- Trafic maximum : 250 000 PL.
- Trafic T4
- NE : $0,075 \times 10^6$

Structure : 5BBSG CI2 + 8GB3 + 15GNT



► Structures de chaussées avec l'application des méthodes choisies

Structures - 5 Guides et 3 Catalogues



► Conclusions partie 3

- Les variations principales d'épaisseurs sont observées dans les pays avec des hivers beaucoup plus rigoureux qu'en France. L'épaisseur la plus importante a été obtenue avec le Guide Canadien
- Les caractéristiques des matériaux ont également une influence sur les épaisseurs
- Les catalogues présentent également des différences dues au rattachement à une classe de classe de trafic

