

Direction du
Laboratoire des chaussées

Les exigences du MTQ sur les granulats et le comportement des matériaux

Claude Robert, ing. M.Sc.
Responsable du secteur Sols et granulats

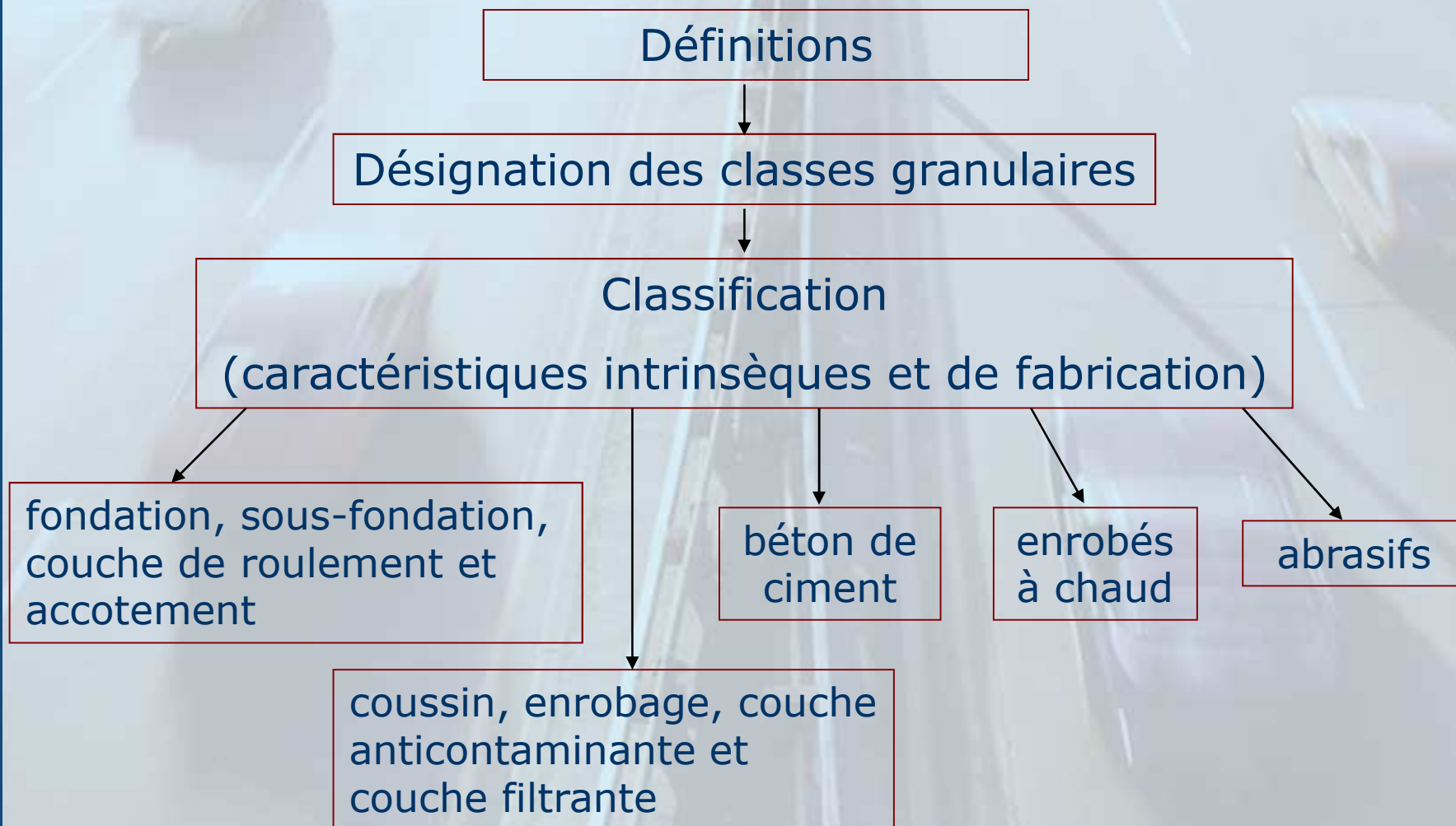
Formation technique
Bitume Québec
2010

Transports
Québec 

Plan de la présentation

- **Norme NQ 2560-114 Granulats**
- **Caractéristiques des granulats**
 - caractéristiques intrinsèques
 - caractéristiques de fabrication
 - caractéristiques complémentaires
- **Comportement des matériaux granulaires**
- **Comportement des enrobés**

NQ 2560-114 - Granulats



Caractéristiques des granulats

- Par leur nature minéralogique, leurs caractéristiques mécaniques et leurs caractéristiques géométriques, les granulats influencent le comportement des matériaux de chaussées
- Le type d'exploitation a une influence sur certaines caractéristiques des granulats
- Tous les types de roches ne peuvent pas être utilisés pour fabriquer des granulats pour matériaux de chaussées.

Caractéristiques des granulats

- Caractéristiques intrinsèques:
 - caractéristiques liées à la nature même du matériau constituant le granulat, telles que :
 - résistance à l'usure
 - résistance aux chocs
 - sensibilité aux agents atmosphériques
 - effet direct de la pétrographie des granulats

Caractéristiques intrinsèques

- **Résistance à l'usure:**
 - déterminée à l'aide de l'essai micro-Deval (LC 21-070 et LC 21-101)
 - les granulats riches en minéraux argileux ou en minéraux d'altération sont sensibles à cet essai
 - la production et la mise en œuvre impliquent des manipulations qui font en sorte que les granulats s'usent par frottement réciproque

Caractéristiques intrinsèques

- **Résistance aux chocs:**
 - déterminée à l'aide de l'essai Los Angeles (LC 21 - 400) et de l'essai de friabilité (LC 21-080)
 - les roches à grains grossiers résistent peu aux chocs
 - les roches à grains fins résistent bien aux chocs
 - la production et la mise en œuvre impliquent que les granulats sont sujets à se fragmenter suite aux chocs mutuels

Catégories de gros granulats

		Catégories					
Caractéristiques intrinsèques	Méthodes d'essai	1	2	3	4	5	6
Micro-Deval (MD)	LC 21-070	≤ 15	≤ 20	≤ 25	≤ 30	≤ 35	≤ 40
Los Angeles (LA)	LC-21-400	≤ 35	≤ 45	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 50
MD + LA		≤ 40	≤ 55	≤ 70	≤ 75	≤ 80	≤ 85

Catégories de gros granulats

		Catégories				
Caractéristiques de fabrication	Méthodes d'essai	a	b	c	d	e
Fragmentation (%)	LC 21-100	100	≥ 75	≥ 60	≥ 60	≥ 50
Particules plates (%)	LC-21-265	≤ 25	≤ 25	≤ 25	≤ 30	s. o.
Particules allongées (%)	LC 21-265	≤ 40	≤ 40	≤ 45	≤ 50	s. o.

Pour les particules plates et allongées, l'essai est réalisé sur la fraction retenue sur le tamis de 10 mm

Catégories de granulats fins

		Catégories		
Caractéristiques intrinsèques	Méthodes d'essai	1	2	3
Micro-Deval, %	LC 21-101	≤ 30	≤ 35	≤ 35
Friabilité, %	LC 21-080	≤ 40	≤ 40	s. o.

Catégorie des granulats selon l'usage

- Caractéristiques intrinsèques et de fabrication:

	Gros granulats	Granulats fins
Enrobé	4 d	2
Fondation	5 e	- -
Coussin, enrobage	6 -	- -
Sous-fondation	6 -	- -

Caractéristiques des granulats

- **Sensibilité aux agents atmosphériques:**
 - Les granulats peu résistants aux cycles de gel-dégel, ainsi qu'aux cycles de mouillage-séchage se dégradent en service
 - Les granulats ayant une forte porosité et un taux d'absorption élevé résistent peu aux agents atmosphériques
 - Des exigences sont spécifiées pour les matériaux qui sont exposés aux agents atmosphériques, tels que:
 - les pierres d'enrochement et de revêtement

Comportement des matériaux granulaires

- **Couche de fondation:**
 - forte capacité de support
 - résistante aux déformations
 - perméable
- **Couche de sous-fondation:**
 - perméable
 - éloigne le front de gel des sols d'infrastructures

Caractéristiques des granulats

- Caractéristiques physiques:
 - granulométrie
 - forme
 - texture
 - propreté

Granulométrie des matériaux granulaires

- Influence plusieurs propriétés des matériaux:
 - compactage
 - perméabilité
 - capillarité
 - susceptibilité au gel

Granulométrie des matériaux granulaires

- **Compactage:**
 - un matériau uniforme se compacte difficilement
 - un matériau étalé se compacte bien
 - un manque de particules fines implique une diminution de la cohésion
 - une trop grande quantités de particules fines cause de l'instabilité surtout quand la teneur en eau est élevée
- **Par la granulométrie et le compactage, on s'assure de la capacité de support des différentes couches**

Granulométrie des matériaux granulaires

- **Perméabilité:**

- la perméabilité diminue quand le pourcentage de particules fines augmente
- la perméabilité d'un matériau uniforme est plus élevée que celle d'un matériau étalé
- la présence de particules argileuses entraîne une diminution de la perméabilité (valeur au bleu)
- l'augmentation de la compacité diminue la perméabilité du matériau

- **Dans un matériau saturé, les pressions interstitielles sont mieux dissipées quand le matériau est perméable**

Caractéristiques physiques

- **Forme des particules:**
 - rondes, cubiques, plates et allongées
 - les particules rondes sont plus faciles à mettre en place que les particules cubiques et les particules plates et allongées
 - les matériaux contenant des particules rondes sont susceptibles aux déformations
 - les particules plates et allongées sont propices à se fracturer, ce qui modifie la granulométrie initiale
- **La forme des particules a des incidences sur la capacité de support des matériaux**

Caractéristiques physiques

- **Texture des particules:**
 - non fracturées (lisses), fracturées (rugueuses)
 - les particules fracturées présentent des faces plus rugueuses et des arêtes vives augmentant le frottement entre les particules
- **La texture des particules a des incidences sur la capacité de support des matériaux**

Comportement des enrobés

- Comportement attendu des enrobés:
 - haut niveau d'adhérence, sécuritaire pour les usagers
 - supporter les charges induites par le trafic
 - résistants à l'orniérage
 - posséder un bon uni de surface

Adhérence des enrobés

- **Adhérence:**

- les caractéristiques superficielles de l'enrobé de surface et la nature des granulats qui le composent influence l'adhérence;
- l'influence respective de la macrotexture et de la microtexture du revêtement ne sont pas dissociables; elles sont complémentaires;
- évolutive en fonction de l'usure des granulats;
- l'essai CPP mesure la capacité des granulats à conserver une bonne microtexture sous l'effet du trafic

Caractéristiques des revêtements

- **Coefficient de polissage par projection (CPP):**
 - Représente un indice de la microtexture
 - Exigence: $\text{CPP} \geq 0,45$
 - Exigence pour l'Île de Montréal: $\text{CPP} \geq 0,50$
 - Norme 4202: fréquence des essais en fonction de la valeur du CPP des granulats

CPP	Fréquence
de 0,45 et 0,46	1 essai / 1 an
de 0,47 et 0,48	1 essai / 2 ans
de 0,49 et plus	1 essai / 3 ans

Comportement des enrobés

- **Les caractéristiques des granulats qui influencent le mélange sont:**
 - la granulométrie
 - la forme
 - la texture
 - la propreté
- **Les granulats doivent former un squelette minéral fort pour permettre à l'enrobé de supporter les charges et de résister à l'orniérage**

Comportement des enrobés

- **Granulométrie:**

- la granulométrie contrôle les vides dans le mélange
- une granulométrie se situant d'un côté ou de l'autre de la courbe de densité maximale et respectant la zone de restriction produit un mélange stable
- une granulométrie se situant au-dessus de la courbe produit un enrobé plus fin d'aspect plus lisse et résistant à la fissuration
- une granulométrie se situant au-dessous de la courbe produit un enrobé plus grenu d'aspect rugueux et moins résistant à la fissuration

Comportement des enrobés

- **Forme et texture des granulats:**
 - un contenu élevé en granulats cubiques, fracturés et avec une texture de surface rugueuse offre un meilleur support que des granulats arrondis et lisses
 - les particules plates et allongées de catégorie 1 et 2 sont tolérées
 - des granulats fins fracturés, présentant des arêtes vives et une bonne texture de surface contribuent à la résistance à l'orniérage de l'enrobé

Comportement des enrobés

- Propreté des granulats:
 - le maintien de la stabilité d'un enrobé implique que les granulats soient propres
 - la présence de particules fines adhérant aux gros granulats entraîne un lien bitume-granulats déficient, ce qui peut conduire à du désenrobage

Gros granulats pour enrobés

Caractéristiques complémentaires	Méthodes d'essai	Couche de base, couche de correction, et chape d'étanchéité	Couche unique et couche de surface
Propreté (< 80µm) (gravière et sablière)	CSA-A23.2-5A	≤ 1,0	≤ 1,0
Propreté (< 80µm) (carrière)	CSA-A23.2-5A	≤ 1,5	≤ 1,5

Granulats fins pour enrobés

Caractéristiques complémentaires	Méthodes d'essai	Couche de base, couche de correction, et chape d'étanchéité	Couche unique et couche de surface
Teneur en mottes d'argile, %	CSA-A23.2-3A	$\leq 2,0$	$\leq 2,0$
Coefficient d'écoulement	LC 21-075	≥ 80	≥ 80
Teneur en particules inférieures à $5\mu\text{m}$, %	NQ 2501-025	≤ 4	≤ 4

Le coefficient d'écoulement est exigé lorsque des granulats fins de catégorie 1 sont demandés