



Sols et matériaux
Environnement
Science du bâtiment
Qualité de l'approvisionnement



Acceptation et évaluation en production des formules de mélange

Présenté par : Vicky Poulin, tech. sr, auditrice
Décembre 2013



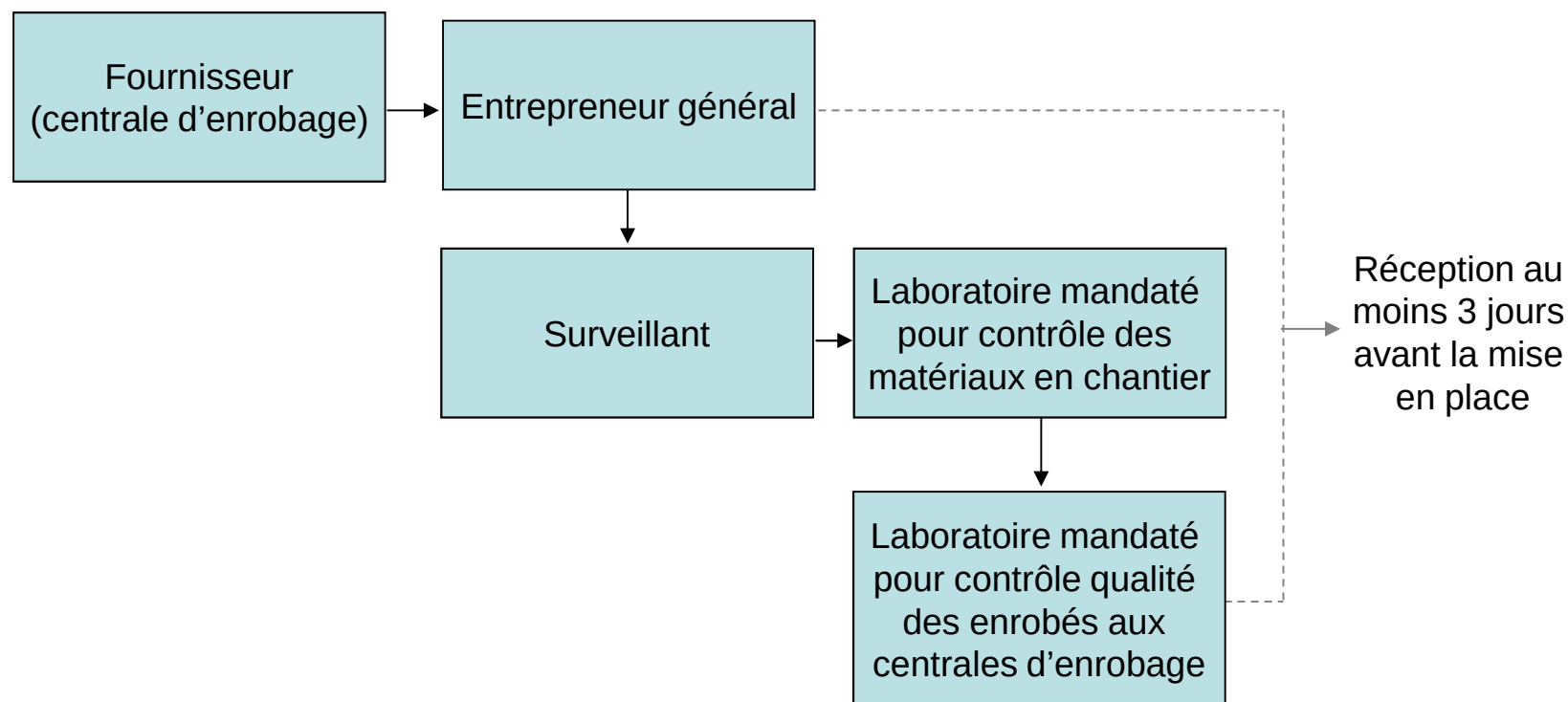
Introduction

- ❖ Méthode appliquée pour le ministère des Transports du Québec (MTQ)
- ❖ Applicable aux enrobés à chaud formulés selon la norme 4202 du MTQ
- ❖ Référence pour les municipalités et les autres clients
- ❖ Une vérification “simplifiée” peut être suffisante pour les besoins des autres clients (municipalités, secteur privé, etc.)

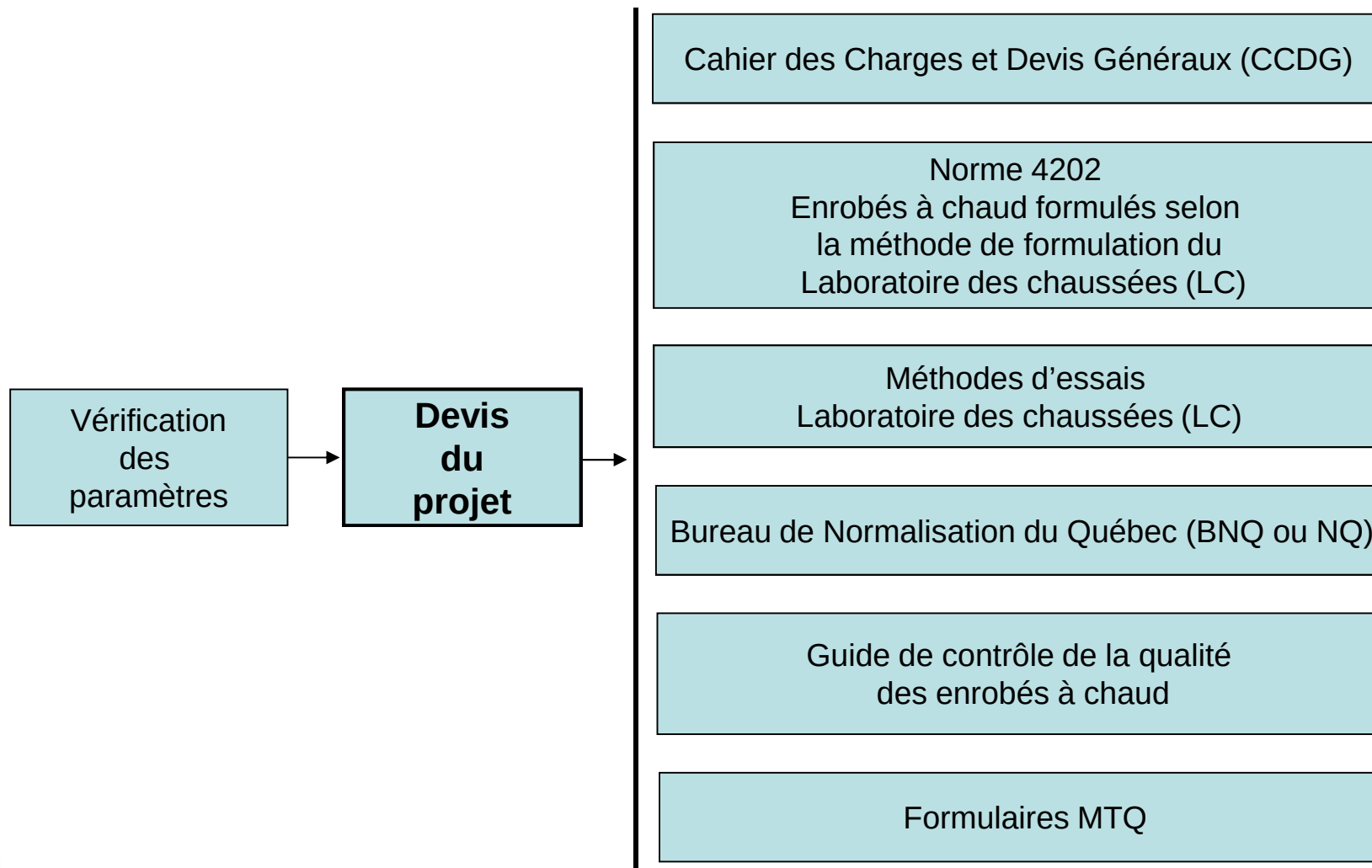
- 1** **Processus de réception des formules**
- 2** **Vérification des paramètres**
- 3** **Processus d'acceptation et de transmission de l'approbation**

1 Processus de réception

- Processus de réception des formules théoriques et finales pour le MTQ [CCDG art. 13.3.2.2.2.a]



2 Vérification des paramètres



2 Vérification des paramètres

- **Matières premières**
 - Granulats
 - Granulats Bitumineux Récupérés (GBR)
 - Bardeaux Post-Fabrication (BPF)
 - Bitume
- **Enrobé**
 - Formule théorique
- **Évaluation en production de la formule théorique (validation)**

2 Vérification des paramètres

➤ Matières premières - Granulats

- Appellation des classes granulaires

Tableau 1 – Exigences granulométriques pour les classes granulaires généralement utilisées en enrobé (selon la pratique courante¹)

Tamis (mm)	Classes granulaires										
	(2) 0 – 2,5	(2) 0 – 5	0 – 10	0 – 14	(2) 2,5 – 5	2,5 – 10	(2) 5 – 10	5 – 14	(2) 10 – 14	10 – 20	(2) 14 – 20
	Passant %										
31,5										100	100
20				100				100	100	85 – 100 ⁽³⁾	80 – 100 ⁽³⁾
14			100	85 – 100 ⁽³⁾		100	100	85 – 100 ⁽³⁾	80 – 100 ⁽³⁾		0 – 20 ⁽⁴⁾
10		100	85 – 100 ⁽³⁾		100	85 – 100 ⁽³⁾	85 – 100 ⁽³⁾		0 – 20 ⁽⁴⁾	0 – 15 ⁽⁴⁾	< 5 ⁽⁵⁾
5	100	85 – 100 ⁽³⁾			85 – 100 ⁽³⁾		0 – 15 ⁽⁴⁾	0 – 15 ⁽⁴⁾	< 5 ⁽⁵⁾	< 5 ⁽⁵⁾	
2,5	85 – 100 ⁽³⁾				0 – 15 ⁽⁴⁾	0 – 15 ⁽⁴⁾	< 5 ⁽³⁾	< 5 ⁽⁵⁾			
1,25					< 5	< 5 ⁽⁵⁾					

Guide de contrôle de la qualité des enrobés à chaud – Édition 2013

2 Vérification des paramètres

➤ Matières premières - Granulats

- Vérification de la granulométrie de la classe granulaire
[NQ 2560-114]

Granulométrie											
Classe granulaire	Ident.	Tamis en mm						Tamis en μm			
		20	14	10	5	2,50	1,25	630	315	160	80
5 / 10	PC	100	100	86	6	1	1	1	1	1	1,0
0 / 5	CR	100	100	100	93	62	41	27	20	15	10,9
0 / 2,5	CR	100	100	100	100	93	68	49	35	26	18,9

2 Vérification des paramètres

➤ Matières premières - Granulats

- Nombre minimal de classes granulaires

Tableau 4202-1

Caractéristiques des enrobés à chaud formulés selon la méthode de formulation du Laboratoire des chaussées

Types d'enrobés	GB-20	ESG-14	ESG-10	EG-10	EC-10	SMA-10	ESG-5	EGM-10	EC-5	Méthode d'essai
Usages	Couche de base	Couche unique, couche de surface ou couche de base	Couche de surface	Couche de surface	Couche de correction	Couche de surface	Couche antifissure	Couche de surface (intervention palliative)	Rapiécage manuel ou couche de correction	
Nombre minimal de classes granulaires distinctes à utiliser ⁽¹⁾	3	3	2	2	2	2	2	2	1	

2 Vérification des paramètres

➤ Matières premières - Granulats

- Vérification du chevauchement des classes granulaires
[Norme 4202]

Deux possibilités

Classes granulaires recommandées (mm)
0-2,5 ♦ 0-5 ♦ 2,5-5 ♦ 5-10 ♦ 10-14 ♦ 14-20



Pas de chevauchement

Autres classes granulaires



La note 1 du tableau 4202-1
indique la méthode à suivre
pour vérifier le chevauchement

2 Vérification des paramètres

➤ Matières premières - Granulats

- Fréquence de caractérisation des granulats

[Norme 4202 art. 5.2.5]

Nouvelle source d'exploitation	Source d'exploitation connue (avec historique)	Granulats	Caractéristiques
		Gros	• Intrinsèques • Fabrication • Complémentaires
Une fois par année pour chaque calibre	Une fois par année (rotation des classe granulaires *)		
Une fois par année pour chaque calibre	Une fois par année (rotation des classe granulaires*)	Fins	• Intrinsèques • Complémentaires
* Si la rotation des classes granulaires est appliquée, il doit être démontré que les résultats d'essais des années antérieures (au moins 2 ans) sont comparables. Une compilation doit être jointe au plan qualité.			

2 Vérification des paramètres

➤ Matières premières - Granulats

- Fréquence de caractérisation des granulats
[Norme 4202 art. 5.2.5]

Coefficient de polissage par projection (CPP)

Valeur mesurée du coefficient de polissage par projection	Fréquence de l'essai
de 0,45 et 0,46	un essai par année
de 0,47 et 0,48	un essai tous les 2 ans
de 0,49 et plus	un essai tous les 3 ans

2 Vérification des paramètres

➤ **Matières premières - Granulats**

- Essais qualitatifs des granulats [NQ 2560-114]

Pavages Bel Asphalte

PROVENANCE: **Carrière A**
 TYPE DE GRANULATS: **Pierre concassée**

CLASSE GRANULAIRE: **5-10**
 CATÉGORIE: **1a**

Date de la dernière compilation		
granulométrique:		2013-05-06
Nombre d'échant.:		
Tamis (mm)	% PASSANT	EXIGENCE
112		
80		
56		
40		
31,5		
28		
25		
20	100	
16		
14	100	100
12,5		
10	86	85-100
8		
6,3		
5	6	0-15
4		
3,15		
2,5	1	< 5
1,25	1	
630µ	1	
315µ	1	
160µ	1	
080µ	1,0	

REMARQUES:

CARACTÉRISTIQUES

ESSAI	NORME	LABORATOIRE	DATE	RÉSULTAT
GRANULATS GROSSIERS				
Micro-Deval	LC 21-070	Interne	2013-05-06	13,2
Los Angeles	LC 21-400	XYZ	2013-05-06	22,0
MD+LA	-			35,2
Particules fracturées	LC 21-100			100 %
% de particules plates	LC 21-265			
% de particules allongées	LC 21-265			
Propreté	CSA A23.2-5A	XYZ	2013-05-06	0,7
C.P.P	LC 21-102	MTQ	2013-05-20	0,47

GRANULATS FINS

Micro-Deval	LC 21-101			
Friabilité	LC 21-080			
Coefficient d'écoulement	LC 21-075			

CARACTÉRISTIQUES DIVERSES

Densité et Absorption	LC 21-067	MTQ-CONJOINTE	2013-05-06	2,782 0,55 %
Teneur mottes d'argile	BNQ 2560-250			
Coefficient d'écoulement	LC 21-075			
Teneur part. inf. à 5 µm	NQ 2501-025			

Vérifié par le responsable technique: Nom: Pierre Laroche
 Signature: _____ Date: 2013-05-27

2 Vérification des paramètres

➤ Matières premières - Granulats

- Détermination des catégories des **gros granulats** et des granulats fins [NQ 2560-114]

Tableau 2

Catégories de gros granulats
selon leurs caractéristiques intrinsèques de
résistance à l'usure et aux chocs

Caractéristique intrinsèque	Méthode d'essais	Catégories de gros granulats					
		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
Micro-Deval et Los Angeles (MD + LA)		≤ 40	≤ 55	≤ 70	≤ 75	≤ 80	≤ 85

2 Vérification des paramètres

➤ Matières premières - Granulats

- Détermination des catégories des **gros granulats** et des granulats fins [NQ 2560-114]

Tableau 3

Catégories de gros granulats
selon leurs caractéristiques de fabrication

Caractéristiques de fabrication	Méthodes d'essais	Catégories de gros granulats				
		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>
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.
NOTES —						
1 La mention s. o. signifie qu'il n'y a pas d'exigences pour cette caractéristique.						
2 Pour les particules plates et les particules allongées, l'essai est réalisé sur la fraction retenue sur le tamis de 10 mm.						

2 Vérification des paramètres

➤ Matières premières - Granulats

- Détermination des catégories des gros granulats et des **granulats fins** [NQ 2560-114]

Tableau 4

Catégories de granulats fins
selon leurs caractéristiques intrinsèques

Caractéristique intrinsèque	Méthode d'essais	Catégories de granulats fins		
		1	2	3
Micro-Deval (MD), %	LC 21-101	≤ 30	≤ 35	≤ 35
Friabilité, %	LC 21-080	≤ 40	≤ 40	s. o.
NOTE — La mention s. o. signifie qu'il n'y a pas d'exigences pour cette caractéristique.				

2 Vérification des paramètres

➤ Matières premières - Granulats

- Caractéristiques **complémentaires** des **gros granulats** et des **granulats fins** [NQ 2560-114]

Tableau 3

Caractéristiques complémentaires des granulats
pour enrobés à chaud selon leur utilisation

Caractéristique complémentaire	Méthode d'essais	Couche de base, couche de correction et chape d'étanchéité	Couche unique et couche de surface
Gros granulats			
Propreté (particules < 80 μm) [gravières et sablières], % max. ^{2 et 6}	CSA-A23.2-5A	$\leq 1,0$	$\leq 1,0$
Propreté (particules < 80 μm) [carrières], % max. ²	CSA-A23.2-5A	$\leq 1,5$	$\leq 1,5$
Coefficient de polissage par projection (min.) ³	LC 21-102	s. o. ¹	$\geq 0,45$
Granulats fins			
Teneur en mottes d'argile, % max. ⁷	CSA-A23.2-3A	$\leq 2,0$	$\leq 2,0$
Coefficient d'écoulement ⁴	LC 21-075	≥ 80	≥ 80
Teneur en particules inférieures à 5 μm , % max. ⁵	NQ 2501-025	≤ 4	≤ 4

2 Vérification des paramètres

➤ **Matières premières - Granulats**

- Entente de densité brute (formulaire V-1306-G)

Numéro de centrale	000
Nom de la centrale	Asphalte Premium
Localisation	

Classe	Tamis	Granulométrie									
Provenance		20	14	10	5	25	1,25	630	315	160	80
Numéro de la source											
Date (Année-Mois-Jour)		mm						µm			
LC 21-065 Passant 2,5 mm	Ent.										
	MTQ										
	Écart										
LC 21-066 Retenue 2,5 mm	Ent.										
	MTQ										
	Écart										
Criblure 0-5 mm	Ent.	100	100	100	83	64	51	39	27	18	10,4
	MTQ	100	100	100	82	64	51	39	27	18	10,4
	Écart				1						
	Ent.										
	MTQ										
	Écart										
	Ent.										
	MTQ										
	Écart										
Remarque											

ENTREPRENEUR			MTQ			Écart (Ent-MTQ) Moyenne Dgb à utiliser
1 ^{er} résultat			1 ^{er} résultat			
2 ^e résultat			2 ^e résultat			
Écart			Écart			
Moyenne			Moyenne			
Db	Dapp	Abs	Db	Dapp	Abs	
2,674 ⁽¹⁾	2,700	0,36	2,664 ⁽⁷⁾	2,704	0,57	0,014
2,678 ⁽²⁾	2,703	0,36	2,660 ⁽⁸⁾	2,704	0,61	
0,004			0,004			2,669 ⁽¹³⁾
2,676 ⁽⁵⁾	2,702	0,36	2,662 ⁽¹¹⁾	2,704	0,59	
2,626 ⁽³⁾	2,652	0,99	2,620 ⁽⁹⁾	2,690	0,99	0,002
2,618 ⁽⁴⁾	2,645	1,01	2,620 ⁽¹⁰⁾	2,693	1,03	
0,008			0,000			2,621 ⁽¹⁴⁾
2,622 ⁽⁶⁾	2,648	1,00	2,620 ⁽¹²⁾	2,692	1,01	
						2,655 ⁽¹⁵⁾
Préparé par						
	Représentant du Ministère					Date (Année-Mois-Jour)
	Représentant du Ministère					Date (Année-Mois-Jour)

2 Vérification des paramètres

➤ Matières premières – GBR

- Pourcentage de GBR
[CCDG 13.3.2.2.2a ,15.11.1 et la norme 4202]
 - ≤ 10 % dans les enrobés pour couche de roulement d'autoroute et sur les dalles de pont et ses approches immédiates
 - ≤ 20 % dans tous les autres cas
- Vérifier la densité

2 Vérification des paramètres

➤ Matières premières – BPF

- Pourcentage de BPF
[CCDG 13.3.2.2.2a ,15.11.1 et la norme 4202]
 - ≤ 5 % pour couche de base
 - ≤ 3 % pour couche de surface pour route ayant un DJMA < 10 000
 - non autorisé en tout temps sur autoroute

2 Vérification des paramètres

➤ Matières premières – Granulats, GBR et BPF

- Calcul du combiné granulométrique
- Granulométrie [tableau 4202-1]

Nom de la centrale Pavages Bel Asphalte	N° de formule 19872-8	
Localisation Québec	Type d'enrobé ESG-10	N° de la centrale 000

[illegible]

Enrobé	Tamis en mm						Tamis en µm				T.G.	% bitume total (P _b)	% bitume initial (P _{bi})	Vides 80 girations	Densités	
	20	14	10	5	2,50	1,25	630	315	160	80					brute	maximale
Formule finale	100	100	95	63	43	29	20	15	11	8,1	484	5,2	5,2	6,1		
Exigences CCDE	100	100	100	92	65	46,1	36,7	30,7	26,8	22,8	18,1				2,499	2,564

* Zone de restriction recommandée

Caractéristiques complémentaires	
Catégorisation de la formule	
Coefficient de polissage par projection (CCP)	0,47
Vol. de bitume effectif (V_{be})	12,2
Classe de bitume	64-34
Facteur de correction (FC) (teneur en bitume)	0,14
Masse volumique du bitume	1,012
Teneur en fibres-amiante (%)	
% compacité	93
Tenue à l'eau (%)	72,6

% de vides à la PCG (LC 26-003)	
10 girations	14,2
80 girations	6,1
100 girations	5,4
200 girations	3,5

Essai à l'ornièreur			
Nbre de cycles			
Ornièrage (%)	1000	3000	30000

Présentée à :		
Transports Québec		
Unité administrative	Représentant du Ministère	
Présentée par :		
A M J		
Pavages Bel Asphalte		
Unité administrative	Représentant du fournisseur	Date

2 Vérification des paramètres

➤ Matières premières – Bitume

- Classe du bitume de la formule

Caractéristiques complémentaires	
Catégorisation de la formule	
Coefficient de polissage par projection (CCP)	0,47
Vol. de bitume effectif (V_{be})	12,2
Classe de bitume	64-34
Facteur de correction (FC) (teneur en bitume)	0,14
Masse volumique du bitume	1,012
Teneur en fibres-amiante (%)	
% compacité	93
Tenue à l'eau (%)	72,6

Classe du bitume en
formulation 58-28

Extrait de formule de mélange (Méthode LC)

2 Vérification des paramètres

➤ Matières premières – Bitume

- Affinité bitume-granulats (résistance d'un bitume au désenrobage)
[LC 25-009]

2 Vérification des paramètres

➤ Enrobé – Formule théorique

- Validation des résultats des essais en laboratoire et des calculs, y compris la densité maximale
- Masse volumique du bitume à 25°C
- Densité effective du granulat
- Volume de bitume effectif (V_{be})

Enrobé
Présentation de formules de mélange
Méthode du Laboratoire des Chaussées

Nom de la centrale Pavages Bel Asphalte	N° de formule 19872-8	
Localisation Québec	Type d'enrobé ESG-10	N° de la centrale 000

Granulats froids				Granulométrie														
Classe granulaire	Ident.	(PC) pierre concassée (CR) criblure (GRN) granulat naturel (GBC) granulat bitumineux concassé		Tamis en mm						Tamis en µm				% utilisé	Granulats			
		Provenance	Catégorie	20	14	10	5	2,50	1,25	630	315	160	80		Absorption	Densité effective	Densité apparente	Densité brute entente
5 / 10	PC	Carrière A	1 a	100	100	86	6	1	1	1	1	1	1,0	35	0,55		2,825	2,782
0 / 5	CR	Carrière B	1	100	100	100	93	62	41	27	20	15	10,9	57	0,70		2,816	2,762
0 / 2,5	CR	Carrière C	1	100	100	100	100	93	68	49	35	26	18,9	8	0,80		2,813	2,751
Combiné				100	100	95	63	43	29	20	15	11	8,1	100	0,66	2,798	2,819	2,768

Enrobé	Tamis en mm						Tamis en µm				T.G.	% bitume total (P _b)	% bitume initial (P _{bi})	Vides 80 girations	Densités	
	20	14	10	5	2,50	1,25	630	315	160	80					brute	maximale
Formule finale	100	100	95	63	43	29	20	15	11	8,1	484	5,2	5,2	6,1		
Exigences	100	100	100	65		36,7	26,8									
CCDG	100	100	92	52	*46,1	*30,7	*22,8	*18,1							2,499	2,564

* Zone de restriction recommandée

Caractéristiques complémentaires	
Catégorisation de la formule	
Coefficient de polissage par projection (CCP)	0,47
Vol. de bitume effectif (V _{be})	12,2
Classe de bitume	64-34
Facteur de correction (FC) (teneur en bitume)	0,14
Masse volumique du bitume	1,012
Teneur en fibres-amiante (%)	
% compacité	93
Teneur à l'eau (%)	72,6

% de vides à la PCG (LC 26-003)	
10 girations	14,2
80 girations	6,1
100 girations	5,4
200 girations	3,5

Essai à l'ornièreur			
Nbre de cycles			
Ornièrage (%)	1000	3000	30000

Présentée à :	
Transports Québec	
Unité administrative	Représentant du Ministère
Présentée par :	
A M J	
Pavages Bel Asphalte	
Unité administrative	Représentant du fournisseur
Date	

2 Vérification des paramètres

➤ Enrobé – Formule théorique

- Pourcentage du bitume initial (P_{bi})
- Pourcentage du bitume total (P_b)

% bitume total (P_b)	% bitume initial (P_{bi})
5,2	5,2

2 Vérification des paramètres

➤ Enrobé – Formule théorique

- Vérification du P_{bi} et du V_{be} au moyen du logiciel de vérification de la direction du Laboratoire des chaussées (DLC)

Vérification de la teneur en bitume de la formule proposée

Étape1: Saisie des classes granulaires

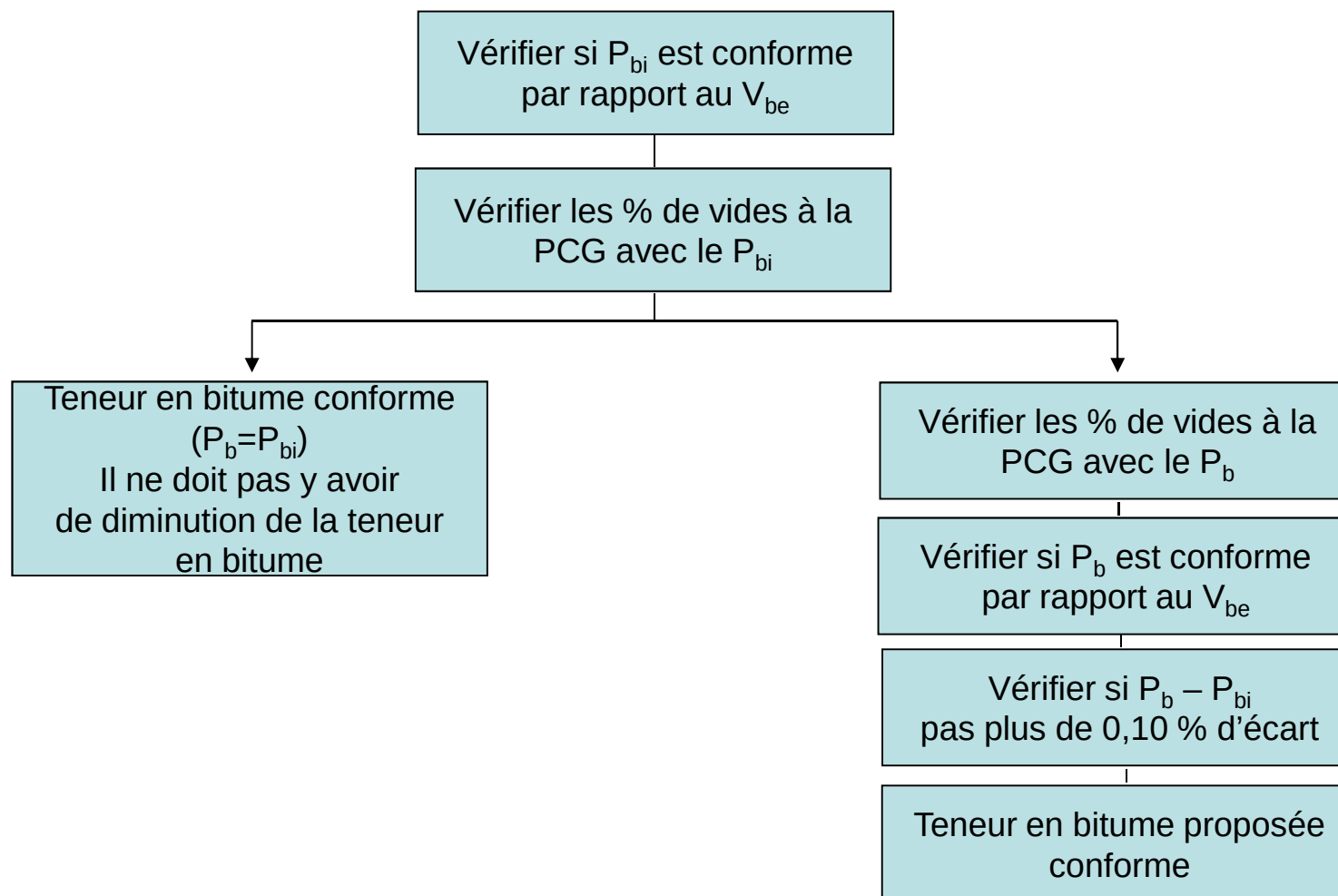
No formule		No Centrale	
Type d'enrobé		Entrepreneur	
Type de bitume		Remarque	
Masse volumique du bitume à 25°C			
Volume de bitume effectif (VBE)			
Classes granulaires de la formule			
Densités brutes			
Proportions utilisées			
Teneur en bitume			

Étape 2: Saisie de la formule théorique

Pourcentage de bitume Pb présenté à la formule (Pb)	Densité maximale présentée à la teneur en bitume Pb (Formule théorique) (Dmm)

2 Vérification des paramètres

➤ Enrobé – Formule théorique



Vérification de la teneur en bitume de la formule proposée

Étape1: Saisie des classes granulaires

No formule	19872-8	No Centrale	1234
Type d'enrobé	ESG-10	Entrepreneur	Pavages Bel Asphalte
Type de bitume	PG 64-34	Remarque	Projet: Formation Bitume Québec Vérifiée par Vicky Poulin 2013-12-03
Masse volumique du bitume à 25°C	1,012		
Volume de bitume effectif (VBE)	12,2		

Classes granulaires de la formule				
5-10 mm	0-5 mm	0-2,5 mm		Recyclé
Densités brutes	2,782	2,762	2,751	0,000
Proportions utilisées	35	57	8	0
Teneur en bitume				0

Étape 2: Saisie de la formule théorique

Pourcentage de bitume Pb présenté à la formule (Pb)	Densité maximale présentée à la teneur en bitume Pb (Formule théorique) (Dmm)
5,2	2,564

CONFORME

Calculs intermédiaires :

Dgb	Dmm	Dge	Pba	Db	Pb	Vbe (calculé)
2,768	2,564	2,798	0,39	1,015	5,2	12,20

Bitume d'ajout	Bit. du RAP	Total
5,20	0,00	5,20

Pourcentage de bitume initiale (Pbi) correspondant au Vbe : 5,20 + 0,00 = 5,20

Pourcentage de bitume présenté : 5,2

Écart de la teneur en bitume : 0,00 ± 0,10 %

Étape 2: Saisie de la formule théorique

Pourcentage de bitume Pb
présenté à la formule
(Pb)

5,2

Densité maximale présentée à la teneur en bitume Pb
(Formule théorique)

(Dmm)

2,564

CONFORME

Calculs intermédiaires :

Dgb	Dmm	Dge	Pba	Db	Pb	Vbe (calculé)
2,768	2,564	2,798	0,39	1,015	5,2	12,20

	Bitume d'ajout	Bit. du RAP	Total
Pourcentage de bitume initiale (Pbi) correspondant au Vbe :	5,20	0,00	= 5,20
Pourcentage de bitume présenté :			5,2
Écart de la teneur en bitume :			0,00

Étape 3: Evaluation en production et établissement de la formule finale

Pourcentage de bitume Pb
présenté à la formule

(Pb)

5,2

Densité maximale présentée à la teneur en bitume Pb
(Formule finale)

(Dmm)

2,564

CONFORME

Calculs intermédiaires :

Dgb	Dmm	Dge	Pba	Db	Pb	Vbe (calculé)
2,768	2,564	2,798	0,39	1,015	5,2	12,20

Pourcentage de bitume initiale (Pbi) correspondant au Vbe :	5,20
Pourcentage de bitume présenté :	5,2
Écart de la teneur en bitume :	0,00

± 0,10 %

ENROBÉS BITUMINEUX

Essais à la presse à
cisaillement giratoire

N° d'échantillon :			Contrat :								
Projet :			Centrale :								
Client :			Lot :								
N° de contrôle :			Formule :								
Résultats											
Date d'échantillonnage : - - :			Girations	Db est.	Db corr.	% comp.	% Vides	Min	Max	% VAM	% VCB
Mélange :	ESG-10	10	2,115				14,9	11,0		25,3	41,1
Liant :	PG 70-28	80	2,346				5,6	4,0	7,0	17,1	67,3
Teneur en liant (%) :	5,29	100									
Densité maximale :	2,485	200	2,424				2,5	2,0		14,4	82,6
Densité calculée (200 g) :	2,424										
Densité brute granulats :	2,681										
Température de compactage :	160										
Facteur de just (ext.):											
Facteur de justesse (Ign.):											

2 Vérification des paramètres

➤ Enrobé – Formule théorique

- Densité maximale correspondant au % de bitume total
- Réviser la teneur en bitume d'ajout s'il y a des GBR ou des BPF dans l'enrobé
- Tenue à l'eau
 - Minimum 70 %
 - Si entre 55 et 70 % : voir l'historique de la centrale
 - Si < 55 % : non conforme

2 Vérification des paramètres

➤ Évaluation en production de la formule théorique (validation)

- Essais (sauf la tenue à l'eau) sur 5 échantillons prélevés, la moyenne des résultats doit être conforme au *tableau 4202-1*
 - Teneur en bitume
 - Granulométrie
 - % vides à la PCG pour chacun des échantillons pour chacun des nombres de girations requises
 - % vides Marshall pour chaque échantillon si c'est le mode de contrôle choisi
 - densité maximale

2 Vérification des paramètres

➤ Évaluation en production de la formule théorique (validation)

- Moyenne des résultats des essais conforme aux limites de surveillance ($\pm 2\sigma / \sqrt{5}$)
- Étendue mesurée entre les résultats des essais à l'intérieur des limites ($2 \times 3\sigma / \sqrt{5}$)

2 Vérification des paramètres

➤ Évaluation en production de la formule théorique (validation)

Tableau 2 – Analyse des résultats d'essais pour certaines caractéristiques des enrobés

Guide de contrôle de la qualité des enrobés à chaud – Édition 2013

Caractéristique	Types d'enrobés	Validation des résultats d'essais			Évaluation en production de la formule théorique ⁽¹⁾	
						PCG ⁽²⁾
		D ₂	D ₅	σ _d max.	σ max.	± 2 σ / √5 surveillance 2 × 3 σ / √5 étendue
Total granulométrique	GB-20 ⁽³⁾ ESG-14 ⁽³⁾	≤ 24,0	≤ 15,0	13,4	19,0	17,0 51,0
Total granulométrique	ESG-10 ⁽³⁾ EGM-10 ⁽³⁾ EG-10 ⁽³⁾ EC-10 ⁽³⁾ SMA-10 ESG-5 EC-5	≤ 13,0	≤ 8,0	7,2	14,0	12,5 37,6
Passant 80 µm	Tous les enrobés	≤ 1,20	≤ 0,80	0,68	0,80	0,72 2,15
% bitume	Tous les enrobés	≤ 0,40	≤ 0,25	0,22	0,22	0,20 0,59

Dossier : P000001-0001 Réf. Client : Client : MTQ - Service des projets Rapport n° : 1 Rév. : 0 Page 1 de 1	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">Renseignements généraux</th> </tr> <tr> <td style="width: 33%;">Usage :</td> <td style="width: 33%;">Couche de surface</td> <td style="width: 33%;">Entrepreneur :</td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> <tr> <td>Mélange :</td> <td>ESG10</td> <td>Sous-traitant :</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Formule n° :</td> <td>19872-8</td> <td>Type de liant :</td> <td>PG 64-34 Dgb : 2,768</td> </tr> <tr> <td>Lot n° :</td> <td></td> <td>Fact. justesse :</td> <td>0,14 MV liant : 1,012</td> </tr> <tr> <td>Spéc. n° :</td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Producteur :</td> <td>Pavages Bel Asphalte</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Centrale n° :</td> <td>000</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Localisation du lot</th> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Validation de formule de mélange</td> </tr> </table>	Renseignements généraux				Usage :	Couche de surface	Entrepreneur :		Mélange :	ESG10	Sous-traitant :		Formule n° :	19872-8	Type de liant :	PG 64-34 Dgb : 2,768	Lot n° :		Fact. justesse :	0,14 MV liant : 1,012	Spéc. n° :				Producteur :	Pavages Bel Asphalte			Centrale n° :	000			Localisation du lot		Validation de formule de mélange	
Renseignements généraux																																					
Usage :	Couche de surface	Entrepreneur :																																			
Mélange :	ESG10	Sous-traitant :																																			
Formule n° :	19872-8	Type de liant :	PG 64-34 Dgb : 2,768																																		
Lot n° :		Fact. justesse :	0,14 MV liant : 1,012																																		
Spéc. n° :																																					
Producteur :	Pavages Bel Asphalte																																				
Centrale n° :	000																																				
Localisation du lot																																					
Validation de formule de mélange																																					

Echantillon			Analyse de mélange																									
N°	Date	Localisation	Granulométrie (tamisat) (%)												T.G.	SST	% bit.	Pba (%)	Pbe (%)	FBE (µm)	FBE min.	% vides	VCB (%)	Stab. (N)	Déf. (mm)	Dens. brute	Dens. max.	Bit. T.G.
			28	20	14	10	5	2,5	1,25	0,630	0,315	0,160	0,080															
1	2013-10-31	Éch.1 - Validation				100	95	61,2	41	27	21	16	11	7,8	480	6,93	5,04	0,38	4,68	7,02	6,60	2,8	80,7			2,499	2,570	1,05
2	2013-10-31	Éch.2 - Validation				100	94	64,2	42	30	19	14	10	7,9	481	6,73	5,09	0,33	4,78	7,39	6,60	2,8	80,4			2,491	2,564	1,06
3	2013-10-31	Éch.3 - Validation				100	97	60,0	42	32	19	16	13	8,3	487	7,37	5,34	0,70	4,68	6,63	6,57	2,4	82,6			2,514	2,577	1,10
4	2013-10-31	Éch.4 - validation				100	96	65,2*	46	31	21	16	13	8,8	497	7,63	5,34	0,38	4,98	6,81	6,52	2,0	86,0			2,506	2,557	1,07
5	2013-10-31	Éch.5 - Validation				100	95	62,1	43	29	20	15	11	8,1	483	6,99	5,20	0,39	4,83	7,20	6,59	2,5	82,5			2,499	2,564	1,08

Moyenne du lot																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				</
----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

Remarques Échantillonnage et essais selon méthode LC. Un facteur de justesse de 0,14 a été ajouté au % de bitume mesuré.	
--	--

Aptitude au compactage à la PCG (LC 26-003) / % vides <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th>N° éch.</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>Exigé</th> </tr> <tr> <td>10 girations</td> <td>14,0</td> <td>14,9</td> <td>13,9</td> <td>14,1</td> <td>14,2</td> <td>≥ 11,0%</td> </tr> <tr> <td>80 girations</td> <td>5,6</td> <td>6,3</td> <td>5,9</td> <td>6,2</td> <td>6,1</td> <td>4,0-7,0%</td> </tr> <tr> <td>200 girations</td> <td>3,3</td> <td>3,6</td> <td>3,1</td> <td>3,4</td> <td>3,7</td> <td>≥ 2,0%</td> </tr> </table>	N° éch.	1	2	3	4	5	Exigé	10 girations	14,0	14,9	13,9	14,1	14,2	≥ 11,0%	80 girations	5,6	6,3	5,9	6,2	6,1	4,0-7,0%	200 girations	3,3	3,6	3,1	3,4	3,7	≥ 2,0%	Préparé par : Bel Asphalte, tech. 2013-11-18	Approuvé par : <i>Bel Asphalte</i> 2013-11-18 Bel Asphalte, tech.
N° éch.	1	2	3	4	5	Exigé																								
10 girations	14,0	14,9	13,9	14,1	14,2	≥ 11,0%																								
80 girations	5,6	6,3	5,9	6,2	6,1	4,0-7,0%																								
200 girations	3,3	3,6	3,1	3,4	3,7	≥ 2,0%																								

Tableau 2 – Analyse des résultats d'essais pour certaines caractéristiques des enrobés

Caractéristique	Types d'enrobés	Validation des résultats d'essais			Évaluation en production de la formule théorique ⁽¹⁾	
						PCG ⁽²⁾
		D ₂	D ₅	σ _d max.	σ max.	± 2 σ / √5 surveillance 2 × 3 σ / √5 étendue
Total granulométrique	GB-20 ⁽³⁾ ESG-14 ⁽³⁾	≤ 24,0	≤ 15,0	13,4	19,0	17,0 51,0
Total granulométrique	ESG-10 ⁽³⁾ EGM-10 ⁽³⁾ EG-10 ⁽³⁾ EC-10 ⁽³⁾ SMA-10 ESG-5 EC-5	≤ 13,0	≤ 8,0	7,2	14,0	12,5 37,6
Passant 80 µm	Tous les enrobés	≤ 1,20	≤ 0,80	0,68	0,80	0,72 2,15
% bitume	Tous les enrobés	≤ 0,40	≤ 0,25	0,22	0,22	0,20 0,59

ESG-10

Analyse de mélange				
	T.G.	SST	% bit.	
0,080				
7,8	480	6,93	5,04	
7,9	481	6,73	5,09	
8,3	487	7,37	5,34	
8,8	497	7,63	5,34	
8,1	483	6,99	5,20	
8,2	486	7,13	5,20	
8,1	484		5,20	
0,1	2			
1,0	17		0,3	

Moyenne du lot
Formule
Écart mesuré
Étendue
Écart tolérable
Écart critique

2 Vérification des paramètres

➤ Évaluation en production de la formule théorique (validation)

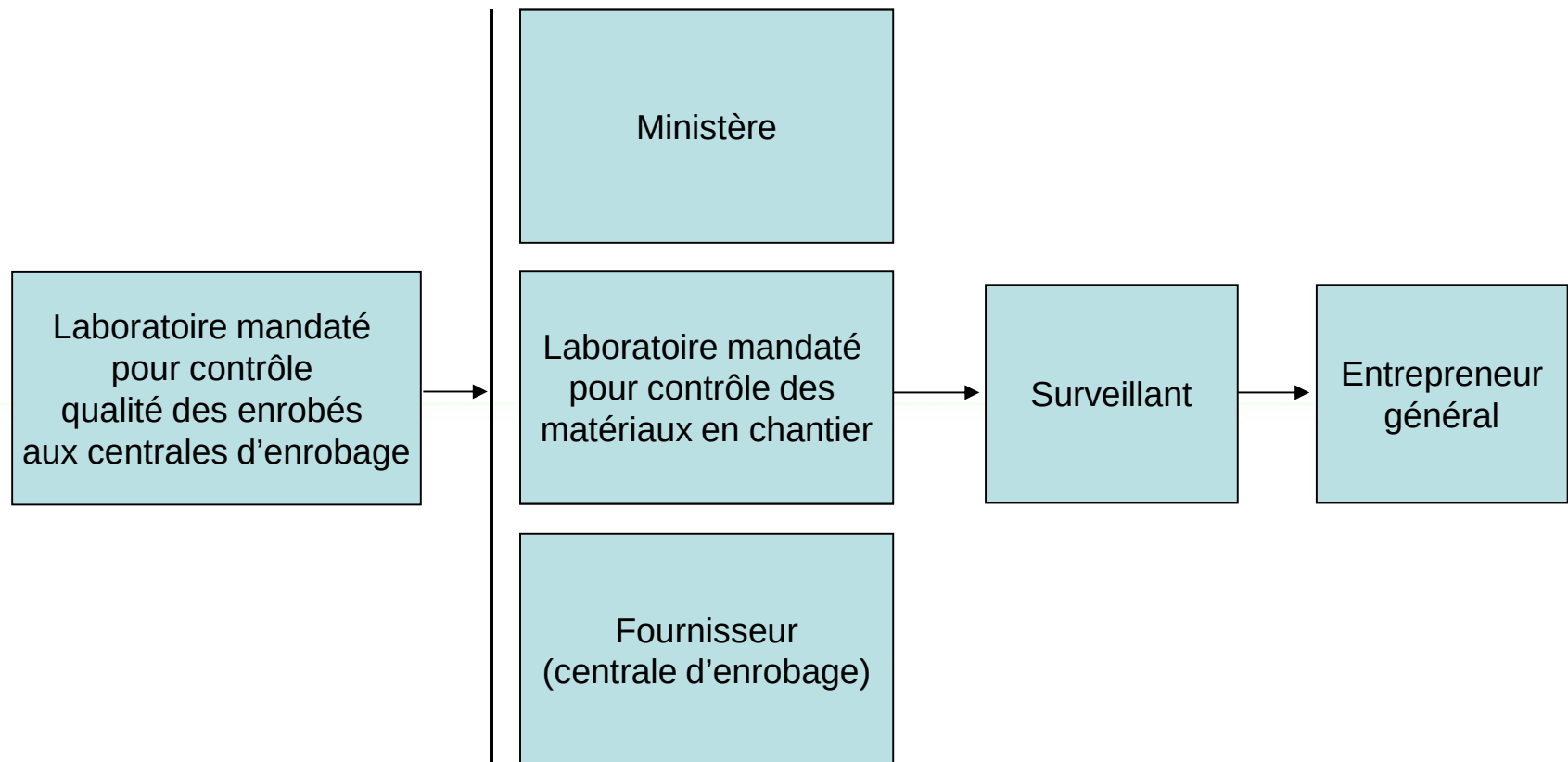
- Compacité en chantier sur 3 essais
[tableau 4202-1]
- Orniérage (sur formule reconstituée en laboratoire)
[tableau 4202-1]

2 Vérification des paramètres

➤ À retenir

- Toutes les étapes de vérification d'une formule théorique et finale se retrouvent sur le formulaire MTQ V-1306-I, Enrobés à chaud formulés selon la méthode de formulation du Laboratoire des chaussées

3 Processus d'acceptation et de transmission de l'approbation



3 Processus d'acceptation et de transmission de l'approbation

La correspondance doit comprendre minimalement :

- Nom du fournisseur
- Numéro de la centrale d'enrobage
- Numéro de la formule de mélange
- Satisfait ou non les exigences

Conclusion

- ❖ Les problématiques les plus couramment rencontrées dans le processus de vérification d'une formule de mélange sont :
 - ❖ Délai de réception de la formule de mélange
 - ❖ Formule de mélange ne respectant pas les exigences de base du devis (type de mélange, classe de bitume, respect du CPP, résistance à l'orniérage)
 - ❖ S'assurer de transmettre les documents complets (formule avec 3 PCG, validation, qualitatif des granulats, section du devis applicable)

QUESTIONS ?

MERCI !



Sols et matériaux
Environnement
Science du bâtiment
Qualité de l'approvisionnement



SANTÉ ET SÉCURITÉ
OHSAS 18001