



**MINISTÈRE
CHARGÉ DES
TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

DIR Centre-Est

Direction Interdépartementale des Routes Centre-Est

**Prestations d'ingénierie pour l'amélioration
de l'itinéraire à caractère autoroutier
entre Lyon et Saint-Étienne**

IV.04 - Notice chaussées A47 Ech 12 – Sens 2 phase 2 Giratoire – RM65

Suivi des révisions du document

A001	09/2025	Première émission	Nadège Durand	Tangui Noël	Nicolas Fournier
Indice	Date	Modifications	Établi	Vérifié	Approuvé

Codification du document

LYSE-ING-MS21-AVPM-ETU-PEC-NDC-0001-A00



SOMMAIRE

1. DIMENSIONNEMENT STRUCTUREL	4
1.1. DONNÉES DE TRAFIC	4
1.1.1. Sources des données trafic.....	4
1.1.2. Conversion en TMJAd par application du coefficient de répartition.....	4
1.2. TRAFICS PL CUMULÉ SUR LA DURÉE DE DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSEES	4
1.2.1. Durée de dimensionnement	4
1.2.2. Année de mise en service	4
1.2.3. Taux d'accroissement annuel	4
1.2.4. Synthèse des trafics PL cumulés pour le dimensionnement des chaussées	4
1.3. TYPOLOGIE DE STRUCTURE CHAUSSEE	5
1.4. COEFFICIENT D'AGRESSIVITÉ MOYEN (CAM)	5
1.5. RISQUE DE CALCUL	5
1.6. SYNTHÈSE DES STRUCTURES DE CHAUSSEE OBTENUES	5
2. VÉRIFICATION AU GEL-DÉGEL	6
3. ANNEXES	6



1. DIMENSIONNEMENT STRUCTUREL

En ce qui concerne le giratoire de Sardon sens 2 et la RM 65 (de domanialité métropolitaine) les hypothèses ont été arrêtées en concertation avec Saint Etienne Métropole (cf. CR en annexe n°4 de la Note du présent AVPM et Rapport d'étude de ECI annexé à l'Avant-Projet de juillet 2024).

1.1. DONNÉES DE TRAFIC

1.1.1. Sources des données trafic

Les données de trafic données par SEM sont les suivantes :

- Giratoire : 500 PL/J
- RM 65 : 500 PL/j

1.1.2. Conversion en TMJAd par application du coefficient de répartition

En ce qui concerne le giratoire, il n'y a pas de coefficient à appliquer. Il est supposé que toute la largeur de chaussée annulaire est soumise à un trafic de 500 PL/j.

En ce qui concerne la RM 65, comme spécifié dans l'étude d'avant-projet de juillet 2024, on considère que 100% des poids lourds restent sur la voie de droite.

1.2. TRAFICS PL CUMULÉ SUR LA DURÉE DE DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSEES

1.2.1. Durée de dimensionnement

À la demande de SEM, la durée de dimensionnement sont les suivantes :

- Chaussée annulaire du giratoire : 15 ans ;
- RM 65 : 10 ans.

1.2.2. Année de mise en service

L'année de mise en service retenue pour ce projet est : **2028**

1.2.3. Taux d'accroissement annuel

SEM a précisé que le taux de croissance qui doit être pris est nul en ce qui concerne les voiries métropolitaines.

1.2.4. Synthèse des trafics PL cumulés pour le dimensionnement des chaussées

La synthèse des hypothèses de trafic conduit aux TMJAd et au trafic PL pour l'année de mise en service :

TYPE DE VOIE	MISE EN SERVICE	Taux d'accroissement annuel	TMJAd ANNEE	Durée de dimensionnement	TRAFIC PL CUMULE OBTENU
Giratoire	2028	0%	TMJAd (2028) = 500 PL/j	15 ans	2 737 500 PL
RM65	2028	0%	500 PL /j	10 ans	1 825 000

1.3. TYPOLOGIE DE STRUCTURE CHAUSSEE

La typologie de structure chaussée retenue par la DIRCE, et pris également en compte pour le réseau secondaire, correspond à :

6 cm BBSG 3 0/10 (liant modifié) + x cm GB3 0/14 + y cm GB3 0/14 sur PF2qs

1.4. COEFFICIENT D'AGRESSIVITE MOYEN (CAM)

- CAM PF et GNT = 1,0
- CAM matériaux bitumineux = 0,5

1.5. RISQUE DE CALCUL

L'étude de ECI, concernant le giratoire, a pris comme hypothèse un risque de calcul de 5 % qui est validé par SEM.

En ce qui concerne la RM 65, SEM demande de prendre également un risque de calcul de 5%.

Au sens de la norme NF P98-086 de mai 2019, 5% correspond bien à une valeur courante en milieu urbain pour une voie principale à trafic lourd et il s'agit également de la valeur à retenir pour un giratoire.

1.6. SYNTHÈSE DES STRUCTURES DE CHAUSSEE OBTENUES

Les résultats des calculs ALIZE menés à partir des hypothèses explicitées ci-avant conduisent aux structures suivantes :

AXE	STRUCTURE CHAUSSEE OBTENUE
Giratoire	6 cm BBSG 3 0/10 + 18 cm GB3 0/14 sur PF2qs +15% sur giratoire et donc : 6 cm BBSG 3 0/10 + 22 cm GB3 0/14 sur PF2qs
RM65	6 cm BBSG 3 0/10 + 17 cm GB3 0/14 sur PF2qs +15% en arrivée sur giratoire et donc : 6 cm BBSG 3 0/10 + 21 cm GB3 0/14 sur PF2qs

2. VÉRIFICATION AU GEL-DÉGEL

Les structures de chaussées sont vérifiées au gel-dégel, dans le cas sécuritaire d'un modèle SGn/SGt, en vérifiant $IA \geq IR$ avec **IR=100 °C.j** conformément aux prescriptions de SEM pour les voiries métropolitaines.

AXE	RAPPEL DE LA STRUCTURE CHAUSSEE OBTENUE	EPAISSEUR DE MATERIAUX NON GELIFS NECESSAIRES (DE TYPE D3)	VALEUR de L'IA OBTENUE VERIFIANT $IA \geq IR$
Giratoire	6 cm BBSG 3 0/10 + 11 cm GB3 0/14 +11 cm GB3 0/14 sur PF2qs	40 cm de matériaux granulaires non gélifs	IA = 110,18 °C.j
RM 65	6 cm BBSG 3 0/10 + 10 cm GB3 0/14 +11 cm GB3 0/14 sur PF2qs	40 cm de matériaux granulaires non gélifs	IA = 106,41 °C.j

3. ANNEXES

Alizé-Lcpc - Dimensionnement des structures de chaussées selon la méthode rationnelle Lcpc-Sétra

Signalement du calcul :

- données Structure : saisie écran, sans nom
- titre de l'étude : sans titre

- données Chargement :
- jumelage standard de 65 kN
- pression verticale : 0,6620 MPa
- rayon de contact : 0,1250 m
- entraxe jumelage : 0,3750 m

unités : m, MN et MPa ; déformations en $\mu\text{déf}$; déflexions en mm/100

Tableau 1 (synthèse) :

**tractions principales majeures dans le plan horizontal XoY et
compressions principales majeures selon la verticale ZZ ; déflexion maximale**

	niveau calcul	EpsilonT horizontale	SigmaT horizontale	EpsilonZ verticale	SigmaZ verticale
<i>surface (z=0.000)</i>					
h= 0,060 m	0,000m	48,7	0,652	-26,6	0,658
E= 7000,0 MPa					
nu= 0,350	0,060m	20,7	0,443	24,7	0,584
<i>collé (z=0,060m)</i>					
h= 0,180 m	0,060m	20,7	0,563	13,1	0,584
E= 9000,0 MPa					
nu= 0,350	0,240m	-91,3	-1,116	83,6	0,028
<i>collé (z=0,240m)</i>					
h infini	0,240m	-91,3	0,005	299,8	0,028
E= 80,0 MPa					
nu= 0,350					

Déflexion maximale =40,3 mm/100 (entre-jumelage)

Rayon de courbure =881,8 m (entre-jumelage)

Calcul de Valeur admissible - matériau : bitumineux - eb-gb3

données de trafic :

MJA = 500 pl/j/sens/voie
accroissth. = 0,00%
période de calcul = 15,0 années
trafic cumulé NPL = 2 737 500 PL

données déduites :

accroissth. géom. = 0,00%

trafic cumulé équivalent NE :

coefficient CAM = 0,50
trafic cumulé NE = 1 368 800 essieux standard

données sur le matériau :

Epsilon6 = 90,00 $\mu\text{déf}$
pente inverse 1/b = -5,00
TétaEq = 15 °C
module E(10°C) = 11880 MPa
module E(TétaEq) = 9000 MPa
Ep. bitumineuse struct. = 0,240 m
(PF avec réglage fin +/- 1.5 cm)
écart type Sh = 0,015 m
écart type SN = 0,300
risque = 5,0%
coefficient Kr = 0,7760
coefficient Ks = 1/1,065
coefficient Kc = 1,3

EpsilonT admissible = 92,0 $\mu\text{déf}$

Alizé-Lcpc - Dimensionnement des structures de chaussées
selon la méthode rationnelle Lcpc-Sétra

Signalement du calcul :

- données Structure : saisie écran, sans nom
- titre de l'étude : sans titre

- données Chargement :
- jumelage standard de 65 kN
- pression verticale : 0,6620 MPa
- rayon de contact : 0,1250 m
- entraxe jumelage : 0,3750 m

unités : m, MN et MPa ; déformations en $\mu\text{déf}$; déflexions en mm/100

Tableau 1 (synthèse) :

**tractions principales majeures dans le plan horizontal XoY et
compressions principales majeures selon la verticale ZZ ; déflexion maximale**

	niveau calcul	EpsilonT horizontale	SigmaT horizontale	EpsilonZ verticale	SigmaZ verticale
----- <i>surface (z=0.000)</i> -----					
h= 0,060 m	0,000m	52,0	0,696	-31,5	0,658
E= 7000,0 MPa					
nu= 0,350	0,060m	21,5	0,454	23,1	0,579
----- <i>collé (z=0,060m)</i> -----					
h= 0,170 m	0,060m	21,5	0,578	11,7	0,579
E= 9000,0 MPa					
nu= 0,350	0,230m	-97,1	-1,189	89,0	0,030
----- <i>collé (z=0,230m)</i> -----					
h infini	0,230m	-97,1	0,005	321,3	0,030
E= 80,0 MPa					
nu= 0,350					

Déflexion maximale =41,9 mm/100 (entre-jumelage)

Rayon de courbure =817,3 m (entre-jumelage)

Calcul de Valeur admissible - matériau : bitumineux - eb-gb3

données de trafic :

MJA = 500 pl/j/sens/voie
accroissth. = 0,00%
période de calcul = 10,0 années
trafic cumulé NPL = 1 825 000 PL

données déduites :

accroissth. géom. = 0,00%

trafic cumulé équivalent NE :

coefficient CAM = 0,50
trafic cumulé NE = 912 500 essieux standard

données sur le matériau :

Epsilon6 = 90,00 $\mu\text{déf}$
pente inverse 1/b = -5,00
TétaEq = 15 °C
module E(10°C) = 11880 MPa
module E(TétaEq) = 9000 MPa
Ep. bitumineuse struct. = 0,230 m
(PF avec réglage fin +/- 1.5 cm)
écart type Sh = 0,015 m
écart type SN = 0,300
risque = 5,0%
coefficient Kr = 0,7760
coefficient Ks = 1/1,065
coefficient Kc = 1,3

EpsilonT admissible = 99,8 $\mu\text{déf}$

Rapport de calcul

Vérification au gel

Giratoire

Auteur :

Édité le : 05/09/2025 à 13:07:23

1 Structure

Bibliothèque	Type	Ep (m)	ρ (kg/m ³)	W (%)	λ_{ng} (W/m.°C)	λ_g (W/m.°C)
NF P98-086 v2019	eb-bbsg3	0.06	2350	1	2	2.1
NF P98-086 v2019	eb-gb3	0.11	2350	1	1.9	1.9
NF P98-086 v2019	eb-gb3	0.11	2350	1	1.9	1.9
Sommet de la plateforme Zpf						
NF P98-086 v2019	pf2qs	40	1300	32	1.1	1.8

2 Modèle de température

Températures : Modèle Lcpc-Sétra

3 Conditions météorologiques

Paramètres de calcul de l'indice de gel admissible I_a

K_{cr} : 0.7

Hors agglomération ou agglomération de moins de 100 000 habitants.

Choix de l'indice de gel de référence I_r

Hiver de type exceptionnel

Station : SEM

I_r : 100 °C.j

4 Détermination de Q_{pf}

4-1 Modélisation de la plateforme et calcul de Q_{pf}

La modélisation décompose la plateforme en trois parties au plus, chacune ayant une épaisseur de sol positive ou nulle, ordonnées du haut vers le bas ainsi :

- SG_n : partie non gélive, associée à la quantité de gel Q_{ng} ;
- SG_p : partie peu gélive, associée à la quantité de gel Q_g ;
- SG_t : partie très gélive, associée à la quantité de gel Q_g .

La quantité de gel Q_{pf} est la somme des quantités de gel liées à la plateforme (Q_{ng} et Q_g) et à la structure de la chaussée (Q_m).

4-2 Choix de la configuration de la plateforme

Plateforme composée d'une partie non gélive sur une partie très gélive :
type b, SG_n / SG_t

4-3 Quantités de gel Qng et Qg des parties non gélive et gélive de la plateforme

Partie du sol	Paramètre	Valeur	Unité
non gélive SGn (Qng)	Epaisseur Hn	0.40	m
	Classification des matériaux	D3	-
	MTLH éventuellement associés à de la chaux	Non	-
	Protection thermique apportée An	12	$(^{\circ}\text{C.j})^{(1/2)}.\text{m}^{-1}$
très gélive SGt (Qg)	Pente p de la droite obtenue à l'essai de gonflement au gel	2	$\text{mm}/(^{\circ}\text{C.h})^{(1/2)}$
Valeur de Qng		3.840	$(^{\circ}\text{C.j})^{(1/2)}$
Valeur de Qg		0.000	$(^{\circ}\text{C.j})^{(1/2)}$

Pour plus de détails, voir les normes :

- NF P98-086 : Dimensionnement des chaussées neuves, vérification au gel / dégel,
- NF P11-300 : Exécution des terrassements, classification des matériaux utilisables en construction routière

4-4 Quantité de gel Q_m liée à la structure de la chaussée

Type de chaussée	Chaussée épaisse (matériaux liés > 20 cm)
Détermination de e	Calcul automatique basé sur la couche et le critère sélectionnés
Couche sélectionnée	Couche 3 eb-gb3
Critère sélectionné	σT
Valeur de e	0.023 m
Q_m	$0.230 (^{\circ}\text{C.j})^{(1/2)}$

4-5 Quantité de gel totale Q_{pf}

$$Q_{ng} : 3.840 (^{\circ}\text{C.j})^{(1/2)}$$

$$Q_g : 0.000 (^{\circ}\text{C.j})^{(1/2)}$$

$$Q_m : \underline{\underline{0.230 (^{\circ}\text{C.j})^{(1/2)}}}$$

$$Q_{pf} : 4.070 (^{\circ}\text{C.j})^{(1/2)}$$

5 Résultats

Caractéristiques calculées :

- Quantité de gel admissible au niveau de la plateforme : $Q_{pf} = 4.07 (^{\circ}\text{C.j})^{(1/2)}$
- Temps = 15.45 j
- Profondeur de gel : $Z_{gel} = 0.46 \text{ m}$
- Indice de gel atmosphérique admissible : $I_a = 110.18 ^{\circ}\text{C.j}$

Référence choisie :

- Valeur de l'indice de gel de référence $I_r = 100 ^{\circ}\text{C.j}$
- Station météorologique correspondante : SEM

Pour que la vérification au gel-dégel soit satisfaite, il faut que la valeur de l'indice de gel atmosphérique admissible I_a soit supérieure ou égale à celle de l'indice de gel I_r choisie.

$$I_a = 110.18 ^{\circ}\text{C.j} \geq I_r = 100 ^{\circ}\text{C.j}$$

Vérification satisfaite.

La capacité de l'ensemble du sol et de la structure à résister aux cycles de gel-dégel est vérifiée dans la limite des hypothèses émises.

6 Conclusion

Rapport de calcul

Vérification au gel

RM 65

Auteur :

Édité le : 05/09/2025 à 13:13:09

1 Structure

Bibliothèque	Type	Ep (m)	ρ (kg/m ³)	W (%)	λ_{ng} (W/m.°C)	λ_g (W/m.°C)
NF P98-086 v2019	eb-bbsg3	0.06	2350	1	2	2.1
NF P98-086 v2019	eb-gb3	0.1	2350	1	1.9	1.9
NF P98-086 v2019	eb-gb3	0.11	2350	1	1.9	1.9
Sommet de la plateforme Zpf						
NF P98-086 v2019	pf2qs	40	1300	32	1.1	1.8

2 Modèle de température

Températures : Modèle Lcpc-Sétra

3 Conditions météorologiques

Paramètres de calcul de l'indice de gel admissible I_a

K_{cr} : 0.7

Hors agglomération ou agglomération de moins de 100 000 habitants.

Choix de l'indice de gel de référence I_r

Hiver de type exceptionnel

Station : SEM

I_r : 100 °C.j

4 Détermination de Q_{pf}

4-1 Modélisation de la plateforme et calcul de Q_{pf}

La modélisation décompose la plateforme en trois parties au plus, chacune ayant une épaisseur de sol positive ou nulle, ordonnées du haut vers le bas ainsi :

- SG_n : partie non gélive, associée à la quantité de gel Q_{ng} ;
- SG_p : partie peu gélive, associée à la quantité de gel Q_g ;
- SG_t : partie très gélive, associée à la quantité de gel Q_g .

La quantité de gel Q_{pf} est la somme des quantités de gel liées à la plateforme (Q_{ng} et Q_g) et à la structure de la chaussée (Q_m).

4-2 Choix de la configuration de la plateforme

Plateforme composée d'une partie non gélive sur une partie très gélive :
type b, SG_n / SG_t

4-3 Quantités de gel Qng et Qg des parties non gélive et gélive de la plateforme

Partie du sol	Paramètre	Valeur	Unité
non gélive SGn (Qng)	Epaisseur Hn	0.40	m
	Classification des matériaux	D3	-
	MTLH éventuellement associés à de la chaux	Non	-
	Protection thermique apportée An	12	$(^{\circ}\text{C.j})^{(1/2)}.\text{m}^{-1}$
très gélive SGt (Qg)	Pente p de la droite obtenue à l'essai de gonflement au gel	2	$\text{mm}/(^{\circ}\text{C.h})^{(1/2)}$
Valeur de Qng		3.840	$(^{\circ}\text{C.j})^{(1/2)}$
Valeur de Qg		0.000	$(^{\circ}\text{C.j})^{(1/2)}$

Pour plus de détails, voir les normes :

- NF P98-086 : Dimensionnement des chaussées neuves, vérification au gel / dégel,
- NF P11-300 : Exécution des terrassements, classification des matériaux utilisables en construction routière

4-4 Quantité de gel Q_m liée à la structure de la chaussée

Type de chaussée	Chaussée épaisse (matériaux liés > 20 cm)
Détermination de e	Calcul automatique basé sur la couche et le critère sélectionnés
Couche sélectionnée	Couche 3 eb-gb3
Critère sélectionné	σT
Valeur de e	0.021 m
Q_m	$0.210 (^{\circ}\text{C}.\text{j})^{(1/2)}$

4-5 Quantité de gel totale Q_{pf}

$$Q_{ng} : 3.840 (^{\circ}\text{C}.\text{j})^{(1/2)}$$

$$Q_g : 0.000 (^{\circ}\text{C}.\text{j})^{(1/2)}$$

$$Q_m : \underline{\underline{0.210 (^{\circ}\text{C}.\text{j})^{(1/2)}}}$$

$$Q_{pf} : 4.050 (^{\circ}\text{C}.\text{j})^{(1/2)}$$

5 Résultats

Caractéristiques calculées :

- Quantité de gel admissible au niveau de la plateforme : $Q_{pf} = 4.05 (^\circ\text{C.j})^{(1/2)}$
- Temps = 14.91 j
- Profondeur de gel : $Z_{gel} = 0.45 \text{ m}$
- Indice de gel atmosphérique admissible : $I_a = 106.41 ^\circ\text{C.j}$

Référence choisie :

- Valeur de l'indice de gel de référence $I_r = 100 ^\circ\text{C.j}$
- Station météorologique correspondante : SEM

Pour que la vérification au gel-dégel soit satisfaite, il faut que la valeur de l'indice de gel atmosphérique admissible I_a soit supérieure ou égale à celle de l'indice de gel I_r choisie.

$$I_a = 106.41 ^\circ\text{C.j} \geq I_r = 100 ^\circ\text{C.j}$$

Vérification satisfaite.

La capacité de l'ensemble du sol et de la structure à résister aux cycles de gel-dégel est vérifiée dans la limite des hypothèses émises.

6 Conclusion