

APPLICATION CIVIL-463.08

DIMENSIONNEMENT DE CHAUSSEE

CORRIGE

Question 1 - Trafic

- ▶ 5 jours sur 7
- ▶ 1 mvt = 1 entrée ou 1 sortie
- ▶ 2 voies → $f_v = 0,5$

	Mouvements	Nombre / j	k (-)	TF (ESAL/j)
Camions	120	42,9 <i>120 x 0,5 x 5/7</i>	0,9	38,6
Camions remorques	200	71,4	1,9	135,7
Trains routiers	20	7,1	1,7	12,1
TOTAL				186,4

▶ $W = 20 \times 365 \times 186,4 = 1'360'930 \text{ ESAL}$

Classes de trafic pondéral

► Classe de trafic pondéral

T₃₂₀

Classes de trafic	Qualification	Trafic pondéral équivalent journalier TF ₂₀ (ESAL / jour)	Trafic pondéral équivalent total W ₂₀ (ESAL)
T₁₂₀	très léger	≤ 30	≤ 220'000
T₂₂₀	léger	30 à 100	220'000 à 730'000
T₃₂₀	moyen	100 à 300	730'000 à 2'200'000
T₄₂₀	lourd	300 à 1'000	2'200'000 à 7'300'000
T₅₂₀	très lourd	1'000 à 3'000	7'300'000 à 22'00'000
T₆₂₀	extrêmement lourd	3'000 à 10'000	22'00'000 à 73'00'000

Classes de portance

► Sable limoneux

► CBR 10 %

S2


Classes de portance	Qualification	Module ME_1 (MN/m ²)	Module E_{v1} (MN/m ²)	CBR (%)	k (MN/m ³)	Type de sol
S0	portance très faible	< 6	< 4,5	< 3	< 15	sols très fins
S1	portance faible	6 à 15	4,5 à 11,25	3 à 6	15 à 30	sols fins (limons et argiles)
S2	portance moyenne	15 à 30	11,25 à 22,5	6 à 12	30 à 60	sols à granulométrie moyenne (sables)
S3	portance élevée	30 à 60	22,5 à 45	12 à 25	60 à 100	sables et sols grossiers
S4	portance très élevée	> 60	> 45	> 25	> 100	sols grossiers (graviers)

Catalogue des superstructures

► 48 cm de chaussée

►► 35 cm fondation

►► 13 cm enrobé

Oberbautyp 1 Type de chaussée 1		Asphaltschicht(en) auf ungebundenem Gemisch Couche(s) en enrobé bitumineux sur grave non traitée				
		Tragfähigkeitsdimensionierung Dimensionnement de la portance			Frostdimensionierung Dimensionnement au gel	
					Frost- indices Indices de gel FI_s	Frostdimensionie- rungsfaktor f Facteur de dimensionnement f
		S2	S3	S4	G3	G4
T1 ₂₀						
T6 ₂₀		270 mm 400 mm 670 mm	270 mm 200 mm 470 mm	270 mm 150 mm 420 mm		
FI_s^*		300	200			
T5 ₂₀		220 mm 400 mm 620 mm	220 mm 200 mm 420 mm	220 mm 150 mm 370 mm		
FI_s^*		250	200		< 400 400...600 > 600	0,50 0,50 0,55
T4 ₂₀		170 mm 400 mm 570 mm	170 mm 200 mm 370 mm	170 mm 150 mm 320 mm		
FI_s^*		250	150			0,60 0,60 0,65
T3 ₂₀		130 mm 350 mm 480 mm	130 mm 200 mm 330 mm	130 mm 150 mm 280 mm		
FI_s^*		200	150			
T2 ₂₀		100 mm 350 mm 450 mm	100 mm 200 mm 300 mm	100 mm 150 mm 250 mm		
FI_s^*		200	150		< 400 400...600 > 600	0,45 0,45 0,50
T1 ₂₀		70 mm 300 mm 370 mm	70 mm 200 mm 270 mm	70 mm 150 mm 220 mm		
FI_s^*		200	150			0,55 0,55 0,60
		 Asphaltschicht(en) Couche(s) en enrobé bitumineux Ungebundenen Gemisch Grave non traitée Planum / Plate-forme			FI_s^* Kritische Frostindizes gemäss Ziffer 29 Indices critiques de gel selon le chiffre 29	

Question 1 - Degré de gélivité des sols

Degré de gélivité	Sols	Fraction plus petite que (%)	Classification (SN 670 005a et 670 008a)
G1 Très faible	Graviers	3...10 au-dessous de 3% le sol n'est pas gélif	GW,GP,GM,GC
G2 Faible	Graviers	10...20	GM,GC-CL,GM-GC,GM-ML
	Sables	3...15	SW,SP,SM,SC
G3 Moyen	Graviers	> 20	GC-CL,GM-GC,GM-ML
	Sables (très fins et limoneux exceptés)	> 15	SC-CL, SM-SC,SM-ML
	Argiles (IP > 12)	-	CL,CH
G4 Fort	Limons	-	ML,MH
	Sables limoneux très fins	> 15	SM-ML
	Limons argileux (indice de plasticité > 12)	-	CL,CL-ML
	Argiles stratifiées et autres sédiments stratifiés à grains fins	-	En alternance : CL,ML CL,ML,SM CL,CH,ML CL,CH,ML,SM

G3

Indice de gel de la route

$$FI_s = FI - RI$$

► FI

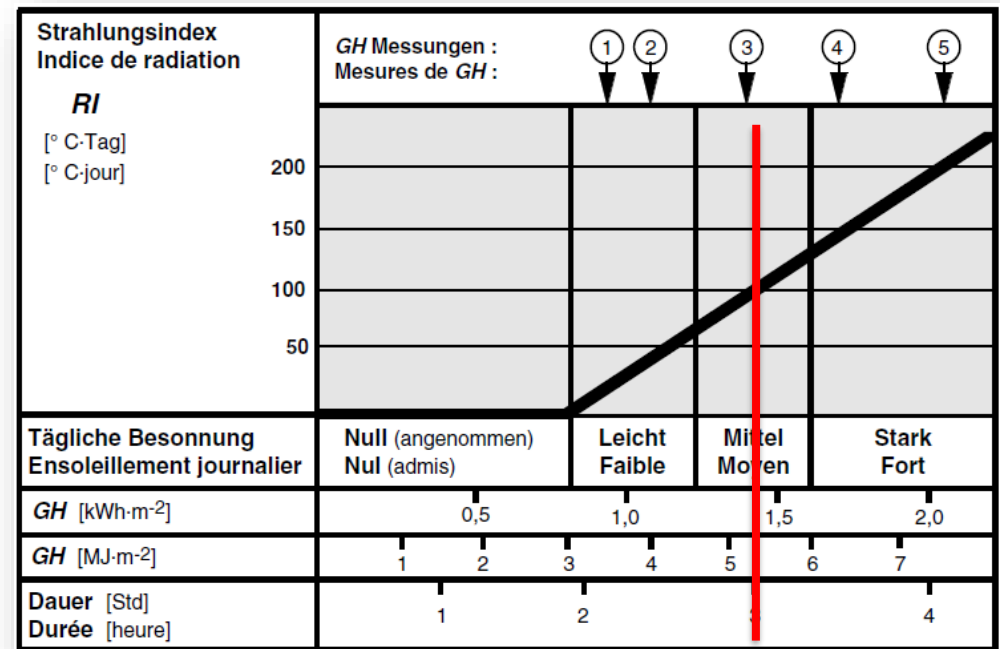
►► 650 °C·jour

► RI

►► 3h soleil / jour

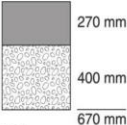
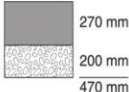
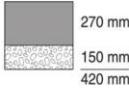
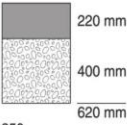
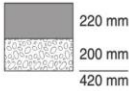
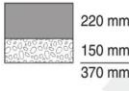
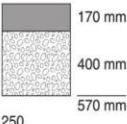
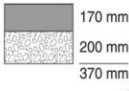
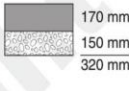
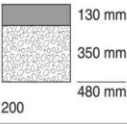
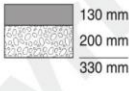
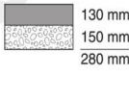
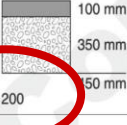
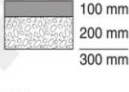
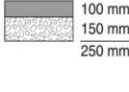

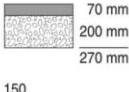
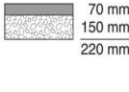

► FI_s

►► 650 – 100 = 550 °C·jour



Catalogue des superstructures

► $FI_s^* = 200 \text{ °C} \cdot \text{jour}$

Oberbautyp 1 Type de chaussée 1		Asphaltschicht(en) auf ungebundenem Gemisch Couche(s) en enrobé bitumineux sur grave non traitée			Frostdimensionierung Dimensionnement au gel		
Tragfähigkeitsdimensionierung Dimensionnement de la portance					Frostdimensionierung Dimensionnement au gel		
					Frost- indices Indices de gel FI_s	Frostdimensionie- rungsfaktor f Facteur de dimensionnement G3	G4
T_{120}	S2	S3	S4				
T_{620}					< 400 400...600 > 600	0,50 0,50 0,55	0,60 0,60 0,65
FI_s^*	300	200					
T_{520}							
FI_s^*	250	200					
T_{420}							
FI_s^*	250	150					
T_{320}					< 400 400...600 > 600	0,45 0,45 0,50	0,55 0,55 0,60
FI_s^*	200	150					
T_{220}							
FI_s^*	200	150					
T_{120}							
FI_s^*	200	150					
 Asphaltschicht(en) Couche(s) en enrobé bitumineux Ungebundenes Gemisch Grave non traitée Planum / Plate-forme					FI_s^* Kritische Frostindices gemäss Ziffer 29 Indices critiques de gel selon le chiffre 29		

Indice critique de gel de la route

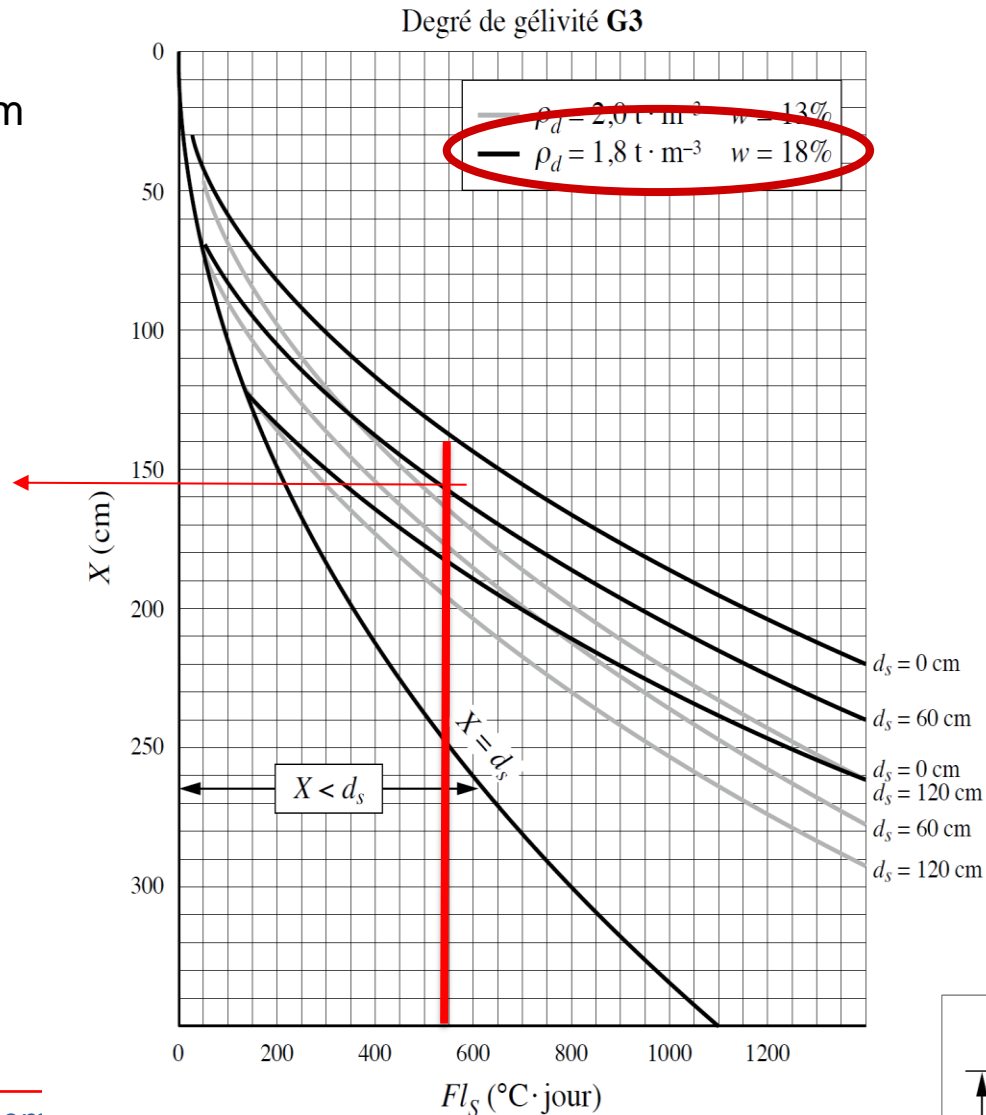
► $F_{i_s} \geq F_{i_s}^*$

►► $550 \gg 200$

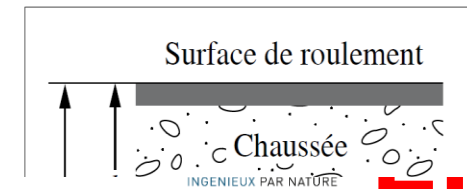
⇒ dimensionnement au gel nécessaire

Profondeur de gel X_{30}

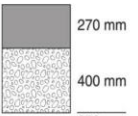
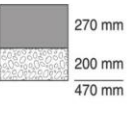
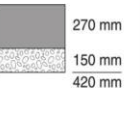
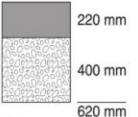
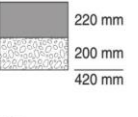
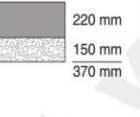
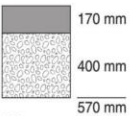
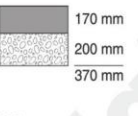
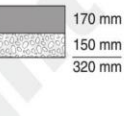
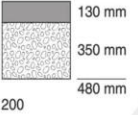
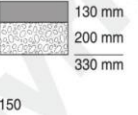
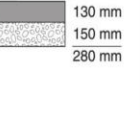
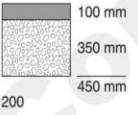
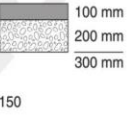
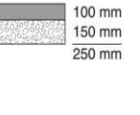
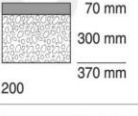
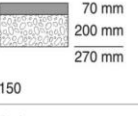
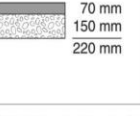

$d_s = 48 \text{ cm} \cong 50 \text{ cm}$



$X_{30} = 155 \text{ cm}$



Catalogue des superstructures

Oberbautyp 1 Type de chaussée 1		Asphaltschicht(en) auf ungebundenem Gemisch Couche(s) en enrobé bitumineux sur grave non traitée				
Tl ₂₀	Tragfähigkeitsdimensionierung Dimensionnement de la portance			Frostdimensionierung Dimensionnement au gel		
	S2	S3	S4	Frost- indices Indices de gel FI _s *	Frostdimensionie- rungsfaktor f Facteur de dimensionnement f G3	G4
T6 ₂₀						
FI _s *	300	200				
T5 ₂₀				< 400 400...600 > 600	0,50 0,50 0,55	0,60 0,60 0,65
FI _s *	250	200				
T4 ₂₀						
FI _s *	250	150				
T3 ₂₀						
FI _s *	200	150				
T2 ₂₀				< 400 400...600 > 600	0,45 0,45 0,50	0,55 0,55 0,60
FI _s *	200	150				
T1 ₂₀						
FI _s *	200	150				
	 Asphaltschicht(en) Couche(s) en enrobé bitumineux Ungebundenes Gemisch Grave non traitée Planum / Plate-forme			FI _s * Kritische Frostindices gemäss Ziffer 29 Indices critiques de gel selon le chiffre 29		

Vérification de la profondeur de gel

$$d_s \geq f \cdot X_{30}$$

► d_s

►► 48 cm

► f

►► 0,45 (*G3 et FI_s entre 400 et 600*)

► X_{30}

►► 155 cm

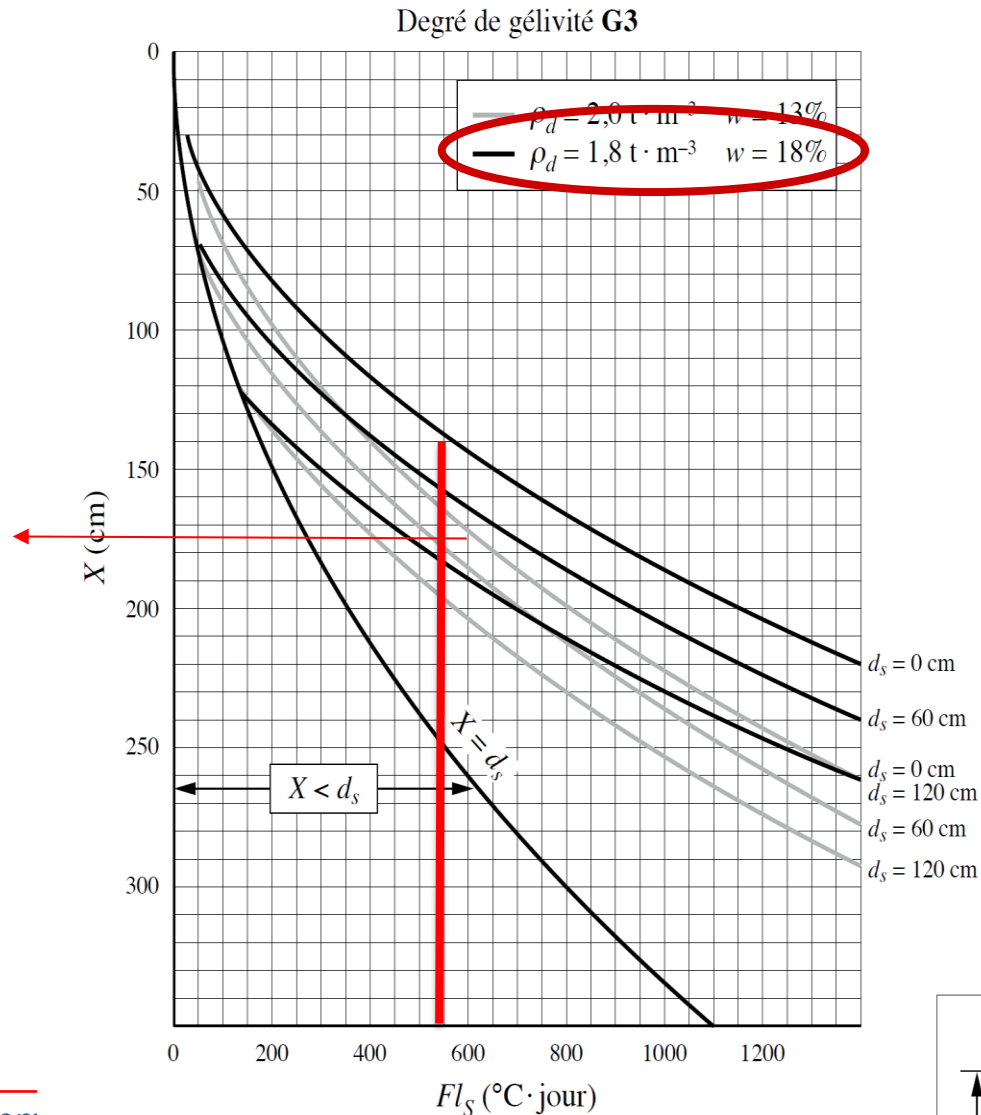
► $0,45 \times 155 = 70 \text{ cm} \gg d_s = 48 \text{ cm}$ (22 cm de différence)

Modification

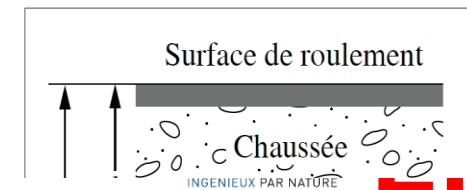
- ▶ **Epaisseur de la couche de fondation à augmenter**
- ▶ **Choix : passer de $d_s = 48$ à $d_s = 80$ cm (+ 32 cm)**
 - ▶▶ En effet, X_{30} ↗ quand d_s ↗

Profondeur de gel X_{30}

$d_s = 80 \text{ cm}$



$X_{30} = 175 \text{ cm}$



Vérification de la profondeur de gel

$$d_s \geq f \cdot X_{30}$$

► d_s

►► 80 cm

► f

►► 0,45 (*G3 et FI_s entre 400 et 600*)

► X_{30}

►► 175 cm

► $0,45 \times 175 = 79 \text{ cm} < d_s = 80 \text{ cm} \rightarrow \text{OK !}$

Chaussée

- ▶ **Enrobé bitumineux**
 - ▶▶ 13 cm
- ▶ **Couche de grave ronde**
 - ▶▶ 67 cm

Question 2 – Route cantonale

► Trafic sans ZI

TJM 2020
% PL
Taux de croissance tc
PL / j / sens

	Trafic (véh./j)	TF (ESAL/j)
	10500	
	8	
	2.3	
2020	420	
2024	460	598
2026	481	626
2056	952	1238

► Trafic ZI

$$\gg 60 \% \times 186,4 = 111,9 \text{ ESAL /j}$$

$$\text{► Trafic 2026} \quad 626 + 112 = 738 \text{ ESAL/j}$$

$$\text{► Trafic 2056} \quad 1'238 + 112 = 1'350 \text{ ESAL/j}$$

Trafic pondéral équivalent

$$\triangleright W = (738 + 1'350) / 2 \times 30 \times 365$$

$$\triangleright\triangleright = 11'429'146 \text{ ESAL}$$

Classes de portance

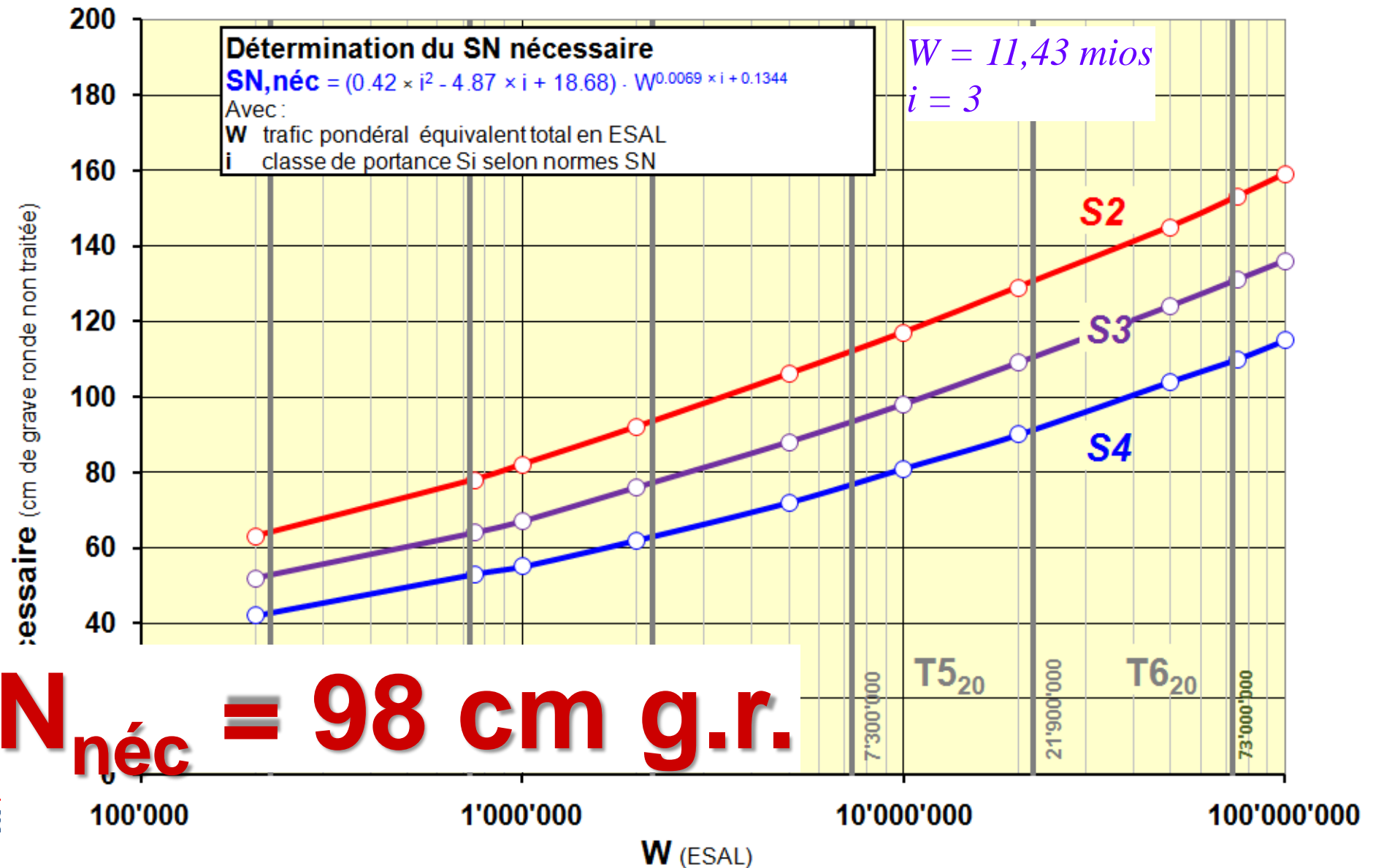
► Sable grossier

► CBR 14 %

S3

Classes de portance	Qualification	Module ME_1 (MN/m ²)	Module E_{v1} (MN/m ²)	CBR (%)	k (MN/m ³)	Type de sol
S0	portance très faible	< 6	< 4,5	< 3	< 15	sols très fins
S1	portance faible	6 à 15	4,5 à 11,25	3 à 6	15 à 30	sols fins (limons et argiles)
S2	portance moyenne	15 à 30	11,25 à 22,5	6 à 12	30 à 60	sols à granulométrie moyenne (sables)
S3	portance élevée	30 à 60	22,5 à 45	12 à 25	60 à 100	sables et sols grossiers
S4	portance très élevée	> 60	> 45	> 25	> 100	sols grossiers (graviers)

Valeur de structure nécessaire



SN existant

► SN nécessaire > SN existant

►► 98 cm g.r. > 86 cm g.r.

Couche	Épaisseur	Matériau	D	a	D x a
Couche de roulement	6 cm	Enrobé bitumineux AC avec un fort faïençage		6	2.4
Couche de base	10 cm	Enrobé bitumineux AC T avec des dégradations moyennes		10	2.8
Fondation	35 cm	Grave concassée sans dégradations		35	1.25
Sol	∞	Sable grossier / CBR = 14% / G2 w = 18%	S3		
SN existant					86.15

Insuffisance – Nécessité de renforcer

► Renouvellement partiel, on fraise une partie de l'enrobé actuel

►► Choix 1 : fraisage de l'AC → insuffisant

►► Choix 2 : on fraise aussi de l'AC T

Renouv. Partiel	Choix 1	Choix 2
Fraisage	6 cm	8 cm
SN fraisage	cm gr	0 cm gr
AC	24 cm gr	32 cm gr
AC T	28.00 cm gr	22.40 cm gr
Fondation	43.75	43.75
SN	95.75	98.15

Fraisage de 8 cm, maintien de 8 cm de AC T

Question 2 - Degré de gélivité des sols

Degré de gélivité	Sols	Fraction plus petite que (%)	Classification (SN 670 005a et 670 008a)
G1 Très faible	Graviers	3...10 au-dessous de 3% le sol n'est pas gélif	GW,GP,GM,GC
G2 Faible	Graviers	10...20	GM,GC-CL,GM-GC,GM-ML
	Sables	3...15	SW,SP,SM,SC
G3 Moyen	Graviers	> 20	GC-CL,GM-GC,GM-ML
	Sables (très fins et limoneux exceptés)	> 15	SC-CL, SM-SC,SM-ML
	Argiles (IP > 12)	-	CL,CH
G4 Fort	Limons	-	ML,MH
	Sables limoneux très fins	> 15	SM-ML
	Limons argileux (indice de plasticité > 12)	-	CL,CL-ML
	Argiles stratifiées et autres sédiments stratifiés à grains fins	-	En alternance : CL,ML CL,ML,SM CL,CH,ML CL,CH,ML,SM

Pas de vérification au gel