

APPLICATION CIVIL-463.07

**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
<b>TOTAL</b>				<b>186,4</b>

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

# Classes de trafic pondéral

## ► Classe de trafic pondéral

# T<sub>3</sub><sub>20</sub>

Classes de trafic	Qualification	Trafic pondéral équivalent journalier TF <sub>20</sub> (ESAL / jour)	Trafic pondéral équivalent total W <sub>20</sub> (ESAL)
T <sub>1</sub> <sub>20</sub>	très léger	≤ 30	≤ 220'000
T <sub>2</sub> <sub>20</sub>	léger	30 à 100	220'000 à 730'000
T <sub>3</sub> <sub>20</sub>	moyen	100 à 300	730'000 à 2'200'000
T <sub>4</sub> <sub>20</sub>	lourd	300 à 1'000	2'200'000 à 7'300'000
T <sub>5</sub> <sub>20</sub>	très lourd	1'000 à 3'000	7'300'000 à 22'00'000
T <sub>6</sub> <sub>20</sub>	extrêmement lourd	3'000 à 10'000	22'00'000 à 73'00'000

# Classes de portance

► Sable limoneux

► CBR 10 %

**S2**

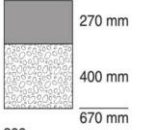
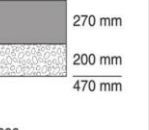
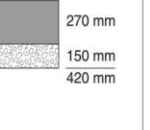
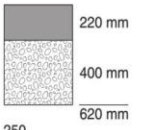
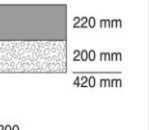
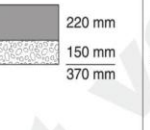
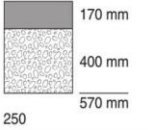
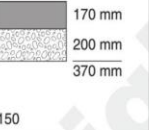
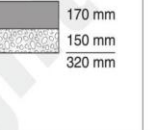
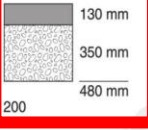
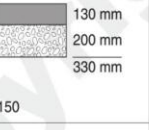
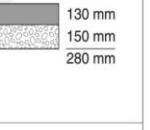
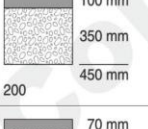
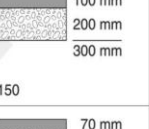
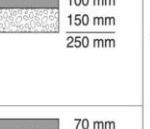
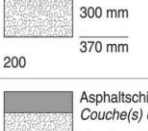
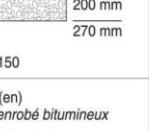

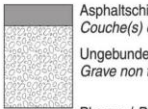
Classes de portance	Qualification	Module $ME_1$ (MN/m <sup>2</sup> )	Module $E_{v1}$ (MN/m <sup>2</sup> )	CBR (%)	k (MN/m <sup>3</sup> )	Type de sol
<b>S0</b>	portance très faible	< 6	< 4,5	< 3	< 15	sols très fins
<b>S1</b>	portance faible	6 à 15	4,5 à 11,25	3 à 6	15 à 30	sols fins (limons et argiles)
<b>S2</b>	portance moyenne	15 à 30	11,25 à 22,5	6 à 12	30 à 60	sols à granulométrie moyenne (sables)
<b>S3</b>	portance élevée	30 à 60	22,5 à 45	12 à 25	60 à 100	sables et sols grossiers
<b>S4</b>	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 $FI_s^*$	Frostdimensionierungsfaktor $f$ Facteur de dimensionnement $f$	
Tl <sub>20</sub>	S2	S3	S4		G3	G4
T6 <sub>20</sub>	 270 mm 400 mm 670 mm $FI_s^*$ 300	 270 mm 200 mm 470 mm $FI_s^*$ 200	 270 mm 150 mm 420 mm $FI_s^*$ 200			
T5 <sub>20</sub>	 220 mm 400 mm 620 mm $FI_s^*$ 250	 220 mm 200 mm 420 mm $FI_s^*$ 200	 220 mm 150 mm 370 mm $FI_s^*$ 200	< 400 400...600 > 600	0,50 0,50 0,55	0,60 0,60 0,65
T4 <sub>20</sub>	 170 mm 400 mm 570 mm $FI_s^*$ 250	 170 mm 200 mm 370 mm $FI_s^*$ 150	 170 mm 150 mm 320 mm $FI_s^*$ 150			
T3 <sub>20</sub>	 130 mm 350 mm 480 mm $FI_s^*$ 200	 130 mm 200 mm 330 mm $FI_s^*$ 150	 130 mm 150 mm 280 mm $FI_s^*$ 150			
T2 <sub>20</sub>	 100 mm 350 mm 450 mm $FI_s^*$ 200	 100 mm 200 mm 300 mm $FI_s^*$ 150	 100 mm 150 mm 250 mm $FI_s^*$ 150	< 400 400...600 > 600	0,45 0,45 0,50	0,55 0,55 0,60
T1 <sub>20</sub>	 70 mm 300 mm 370 mm $FI_s^*$ 200	 70 mm 200 mm 270 mm $FI_s^*$ 150	 70 mm 150 mm 220 mm $FI_s^*$ 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		

# Question 1 - Degré de gélivité des sols

Degré de gélivité	Sols	Fraction plus petite que (%)	Classification (SN 670 005a et 670 008a)
<b>G1</b> Très faible	Graviers	3...10	GW,GP,GM,GC
		au-dessous de 3% le sol n'est pas gélif	
<b>G2</b> Faible	Graviers	10...20	GM,GC-CL,GM-GC,GM-ML
	Sables	3...15	SW,SP,SM,SC
<b>G3</b> 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
<b>G4</b> 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

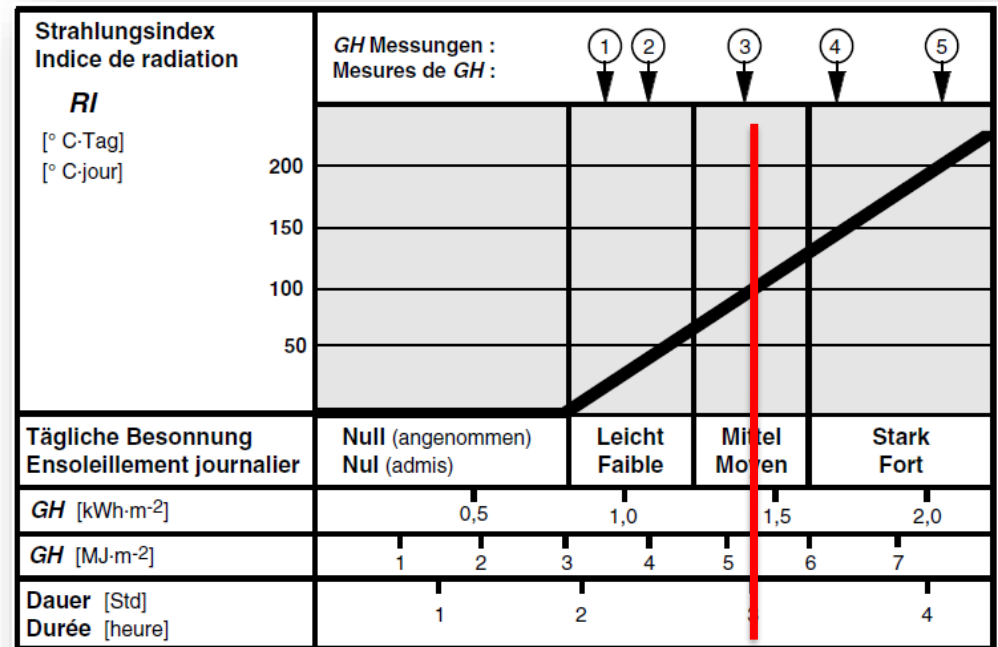
►► 650 °C·jour

## ► RI

►► 3h soleil / jour

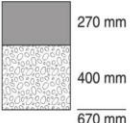
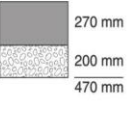
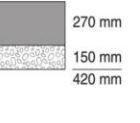
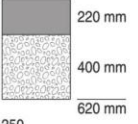
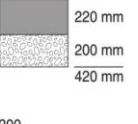
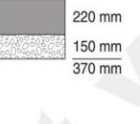
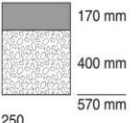
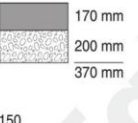
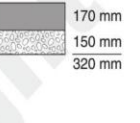
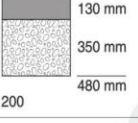
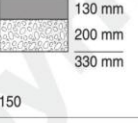
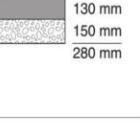
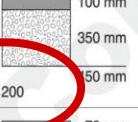
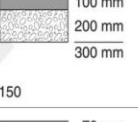
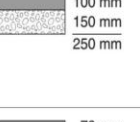
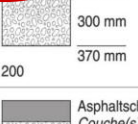
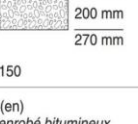


## ► FI<sub>s</sub>

►► 650 – 100 = 550 °C·jour



# Catalogue des superstructures

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

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

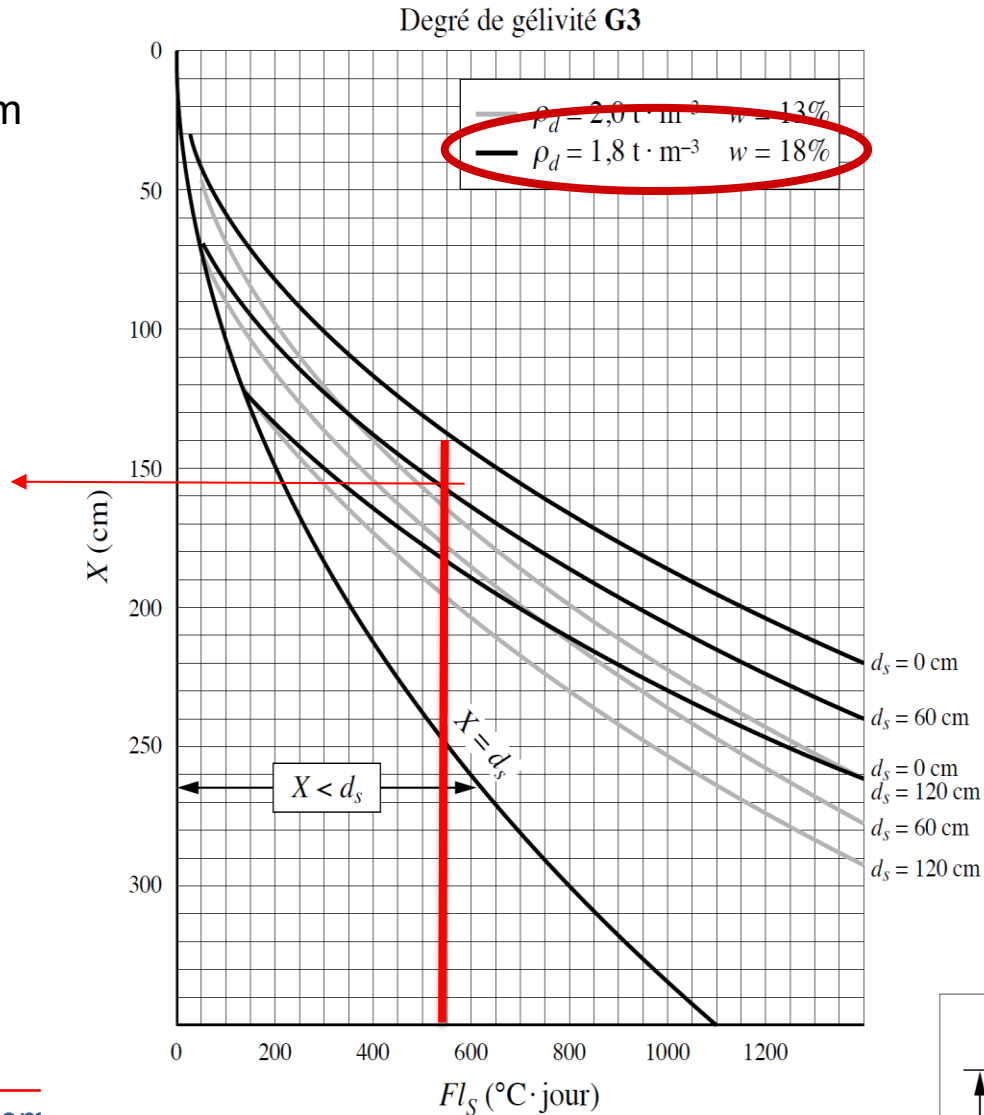
▶  $F_{i_s} \geq F_{i_s}^*$

▶▶  $550 \gg 200$

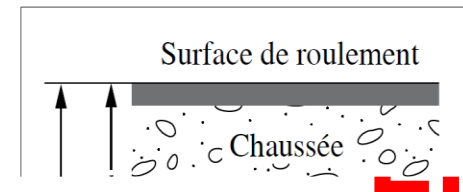
⇒ dimensionnement au gel nécessaire

# Profondeur de gel $X_{30}$

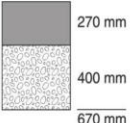
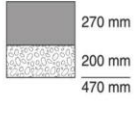
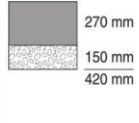
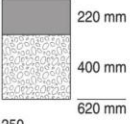
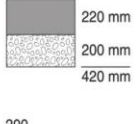
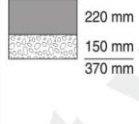
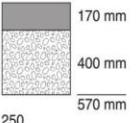
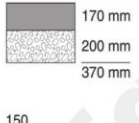
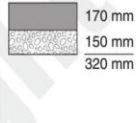
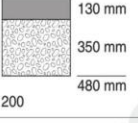
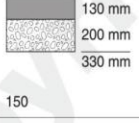

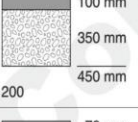
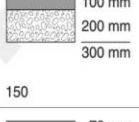
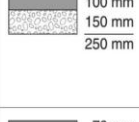
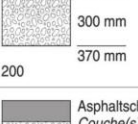

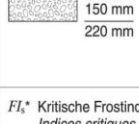

$d_s = 48 \text{ cm} \cong 50 \text{ cm}$



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



# Catalogue des superstructures

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

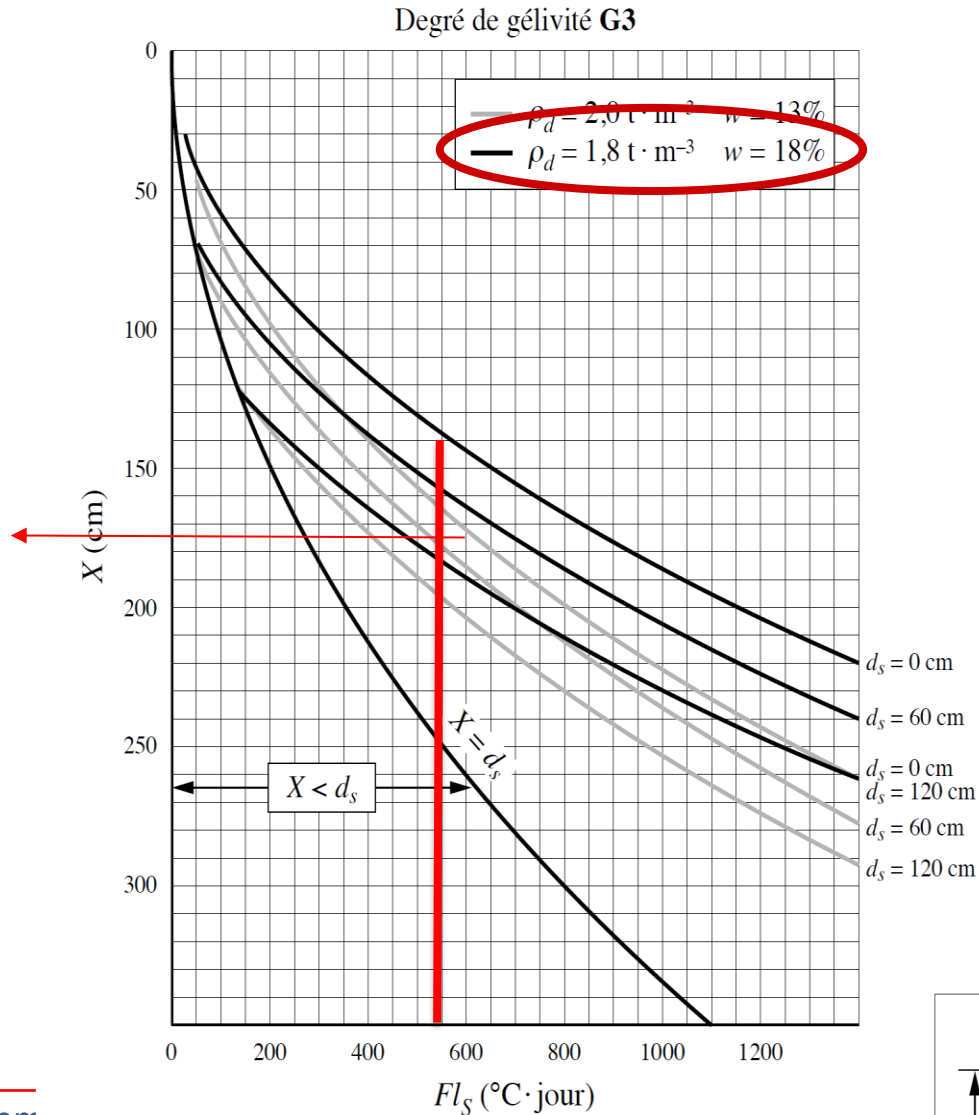
▶  $0,45 \times 155 = 70 \text{ cm} \gg d_s = 48 \text{ cm}$  (22 cm de différence)

# Modification

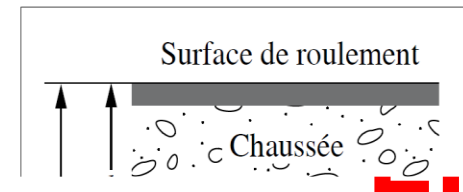
- ▶ **Epaisseur de la couche de fondation à augmenter**
- ▶ **Choix : passer de  $d_s = 48$  à  $d_s = 80$  cm (+ 32 cm)**
  - ▶ En effet,  $X_{30}$  ↗ quand  $d_s$  ↗

# 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

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

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

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

# Trafic pondéral équivalent

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

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

# Classes de portance

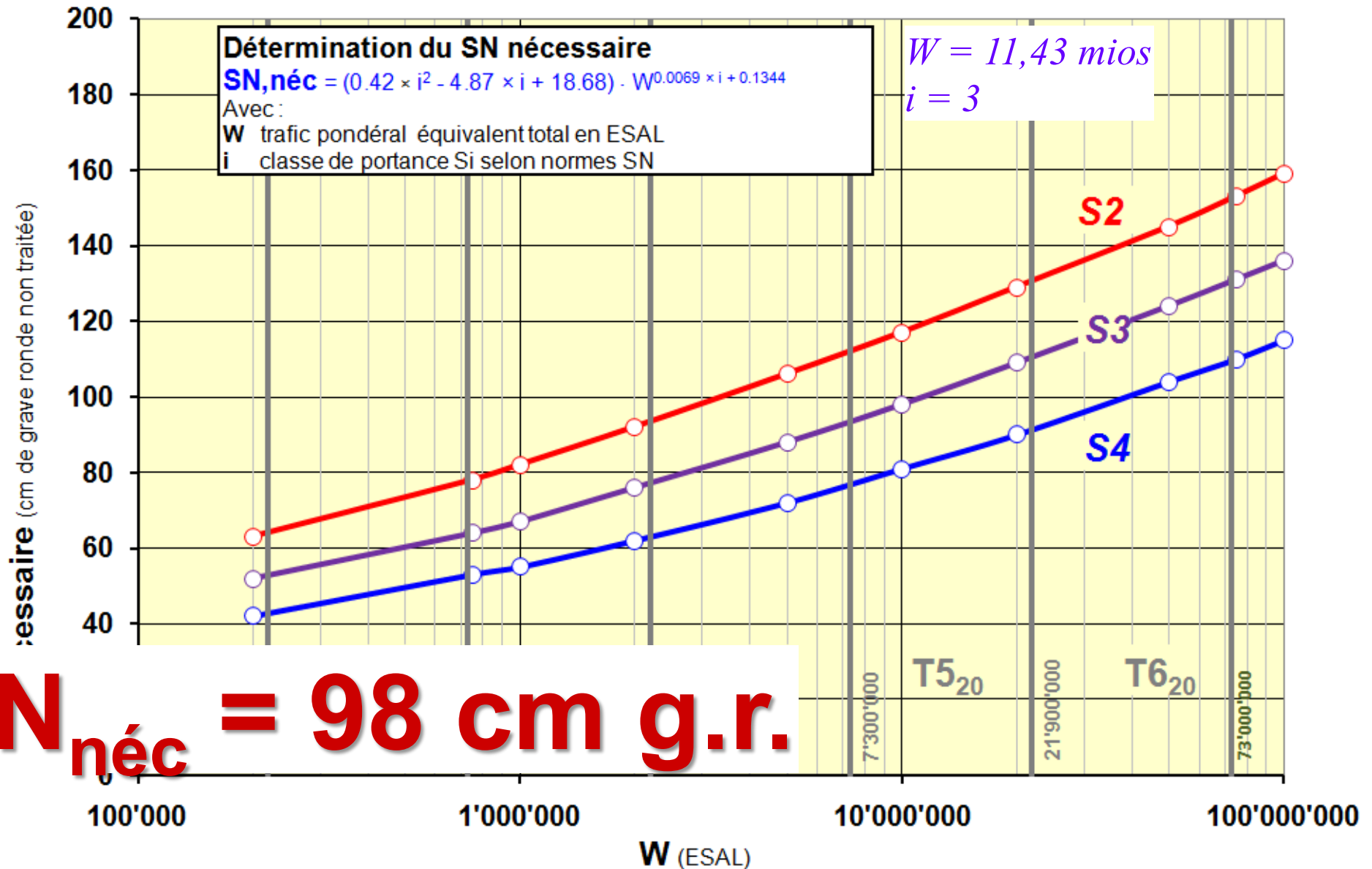
► Sable grossier

**S3**

► CBR 14 %

Classes de portance	Qualification	Module $ME_1$ (MN/m <sup>2</sup> )	Module $E_{v1}$ (MN/m <sup>2</sup> )	CBR (%)	k (MN/m <sup>3</sup> )	Type de sol
<b>S0</b>	portance très faible	< 6	< 4,5	< 3	< 15	sols très fins
<b>S1</b>	portance faible	6 à 15	4,5 à 11,25	3 à 6	15 à 30	sols fins (limons et argiles)
<b>S2</b>	portance moyenne	15 à 30	11,25 à 22,5	6 à 12	30 à 60	sols à granulométrie moyenne (sables)
<b>S3</b>	portance élevée	30 à 60	22,5 à 45	12 à 25	60 à 100	sables et sols grossiers
<b>S4</b>	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	14.4
Couche de base	10 cm	Enrobé bitumineux AC T avec des dégradations moyennes		10	28
Fondation	35 cm	Grave concassée sans dégradations		35	43.75
Sol	∞	Sable grossier / CBR = 14% / G2 w = 18%	<b>S3</b>		
				SN existant	<b>86.15</b>

# 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)
<b>G1</b> Très faible	Graviers	3...10	GW,GP,GM,GC
		au-dessous de 3% le sol n'est pas gélif	
<b>G2</b> Faible	Graviers	10...20	GM,GC-CL,GM-GC,GM-ML
	Sables	3...15	SW,SP,SM,SC
<b>G3</b> 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
<b>G4</b> 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**

**G2**