

APPLICATION CIVIL-463.08

DIMENSIONNEMENT DE
CHAUSSEE

CORRIGE

Question 1 - Trafic

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

	Mouvements	Nombre / j	k (-)	TF (ESAL/j)
Camions	120	42,9 $120 \times 0,5 \times 5/7$	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)
T1 ₂₀	très léger	≤ 30	≤ 220'000
T2 ₂₀	léger	30 à 100	220'000 à 730'000
T3 ₂₀	moyen	100 à 300	730'000 à 2'200'000
T4 ₂₀	lourd	300 à 1'000	2'200'000 à 7'300'000
T5 ₂₀	très lourd	1'000 à 3'000	7'300'000 à 22'00'000
T6 ₂₀	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 ME₁ (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		Asphaltenschicht(en) auf ungebundenem Gemisch Couche(s) en enrobé bitumineux sur grave non traitée			Tragfähigkeitsdimensionierung Dimensionnement de la portance			Frostdimensionierung Dimensionnement au gel			
T1 ₂₀	S2							Frost- Indices Indices de gel	Frostdimensionie- rungsfaktor f Facteur de dimensionnement f		
		S3	S4	FIs*							
T6 ₂₀	270 mm 400 mm 670 mm	270 mm 200 mm 470 mm	270 mm 150 mm 420 mm	FIs* 300 250 250 200	< 400 400...600 > 600	0,50 0,50 0,55	0,60 0,60 0,65				
T5 ₂₀	220 mm 400 mm 620 mm	220 mm 200 mm 420 mm	220 mm 150 mm 370 mm								
T4 ₂₀	170 mm 400 mm 570 mm	170 mm 200 mm 370 mm	170 mm 150 mm 320 mm								
T3 ₂₀	130 mm 350 mm 480 mm	130 mm 200 mm 330 mm	130 mm 150 mm 280 mm	FIs* 150 150 150 150	< 400 400...600 > 600	0,45 0,45 0,50	0,55 0,55 0,60				
T2 ₂₀	100 mm 350 mm 450 mm	100 mm 200 mm 300 mm	100 mm 150 mm 250 mm								
T1 ₂₀	70 mm 300 mm 370 mm	70 mm 200 mm 270 mm	70 mm 150 mm 220 mm								
						<p>FIs* Kritische Frostindices gemäss Ziffer 29 Indices critiques de gel selon le chiffre 29</p>					
						<p>Asphaltenschicht(en) Couche(s) en enrobé bitumineux Ungebundenes Gemisch Grave non traitée</p>					
						<p>Planum / Plate-forme</p>					

Question 1 - Degré de gélivité des sols

G3

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

Indice de gel de la route

$$FI_s = FI - RI$$

► FI

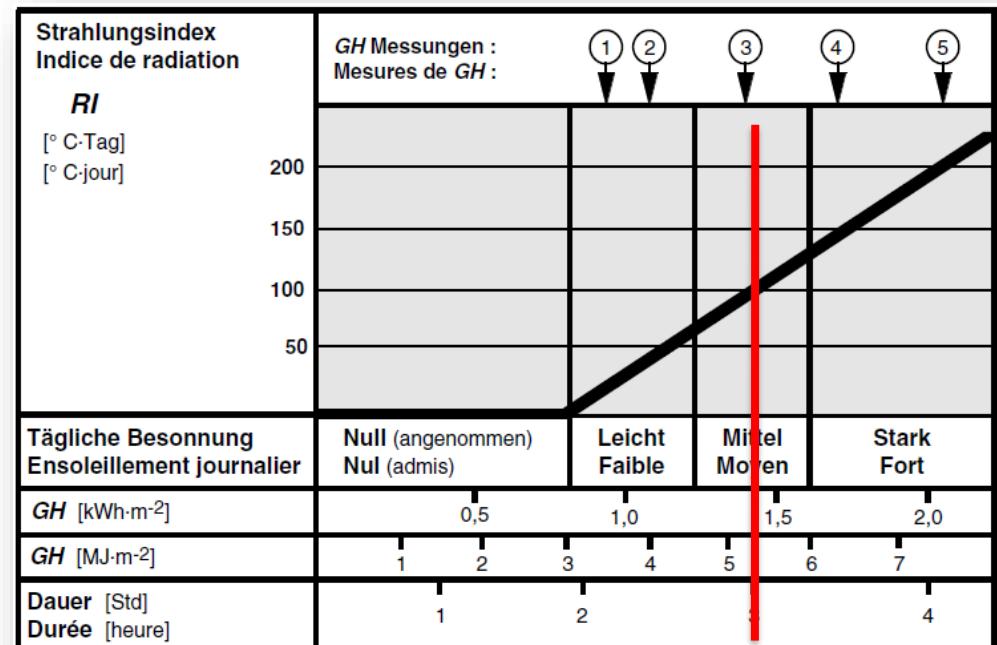
► 650 °C·jour

► RI

► 3h soleil / jour

► FI_s

► $650 - 100 = 550 \text{ } ^\circ\text{C}\cdot\text{jour}$



Catalogue des superstructures

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

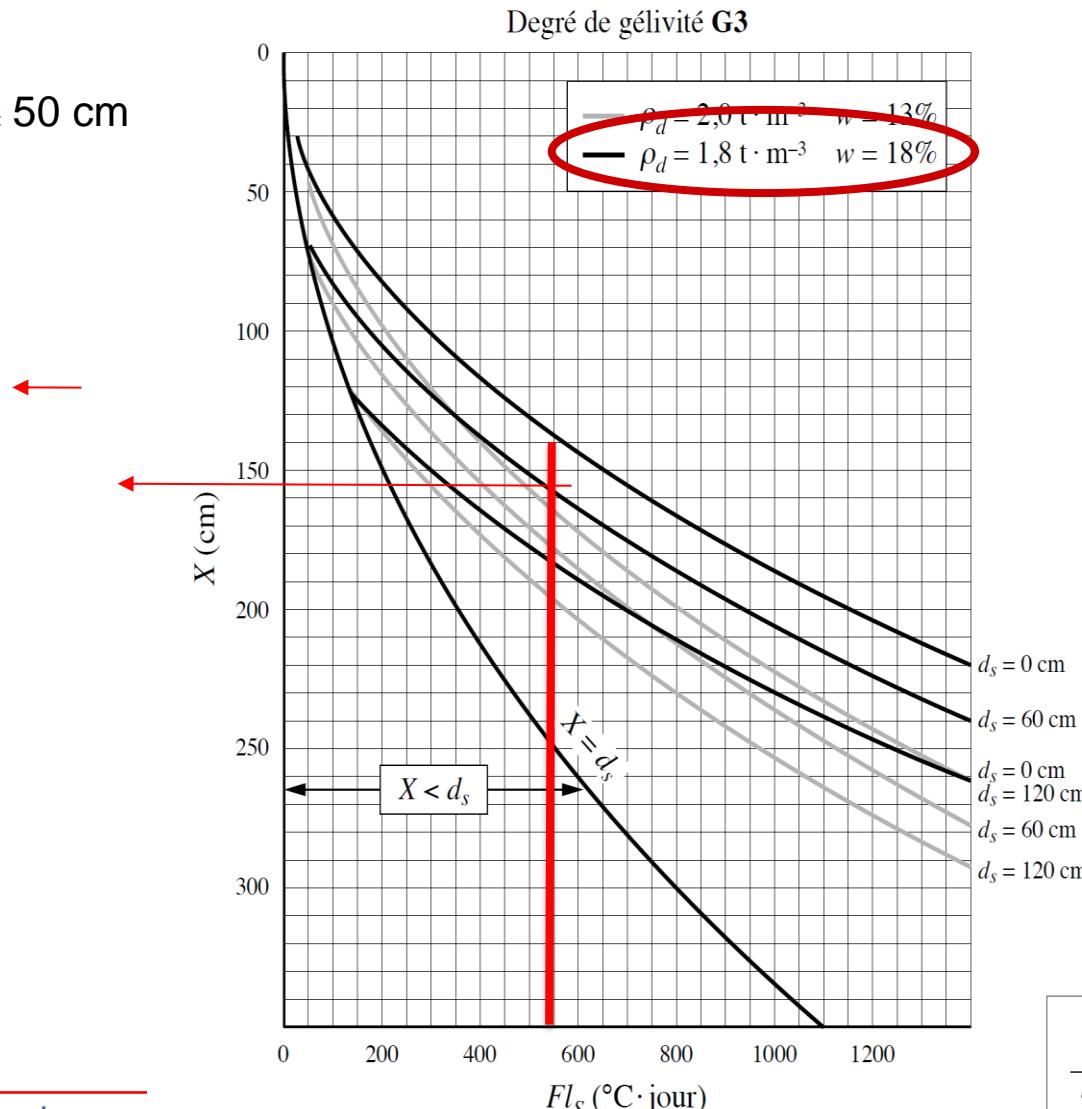
Oberbautyp 1 Type de chaussée 1		Asphaltschicht(en) auf ungebundenem Gemisch Couche(s) en enrobé bitumineux sur grave non traitée			Frostdimensionierung Dimensionnement au gel					
Ti20	S2	Tragfähigkeitsdimensionierung Dimensionnement de la portance			Frost- indices Indices de gel	Frostdimensionie- rungsfaktor f Facteur de dimensionnement f				
		S3	S4	FI _s		G3	G4			
T6 ₂₀	270 mm 400 mm 670 mm	270 mm 200 mm 470 mm	270 mm 150 mm 420 mm	300 200 250 150	< 400 400...600 > 600	0,50 0,50 0,55	0,60 0,60 0,65			
T5 ₂₀	220 mm 400 mm 620 mm	220 mm 200 mm 420 mm	220 mm 150 mm 370 mm							
T4 ₂₀	170 mm 400 mm 570 mm	170 mm 200 mm 370 mm	170 mm 150 mm 320 mm							
T3 ₂₀	130 mm 350 mm 480 mm	130 mm 200 mm 330 mm	130 mm 150 mm 280 mm	200 150 200 150	< 400 400...600 > 600	0,45 0,45 0,50	0,55 0,55 0,60			
T2 ₂₀	100 mm 350 mm 500 mm	100 mm 200 mm 300 mm	100 mm 150 mm 250 mm							
T1 ₂₀	70 mm 300 mm 370 mm	70 mm 200 mm 270 mm	70 mm 150 mm 220 mm							
		Asphaltschicht(en) Couche(s) en enrobé bitumineux Ungebundenes Gemisch Grave non traitée			FI_s* Kritische Frostindices gemäss Ziffer 29 Indices critiques de gel selon le chiffre 29					
		Planum / Plate-forme								

Indice critique de gel de la route

- ▶ $F_{i_s} \geq F_{i_s}^*$
- ▶ 550 >> 200
- ⇒ dimensionnement au gel nécessaire

Profondeur de gel X_{30}

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



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



Catalogue des superstructures

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

Vérification de la profondeur de gel

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

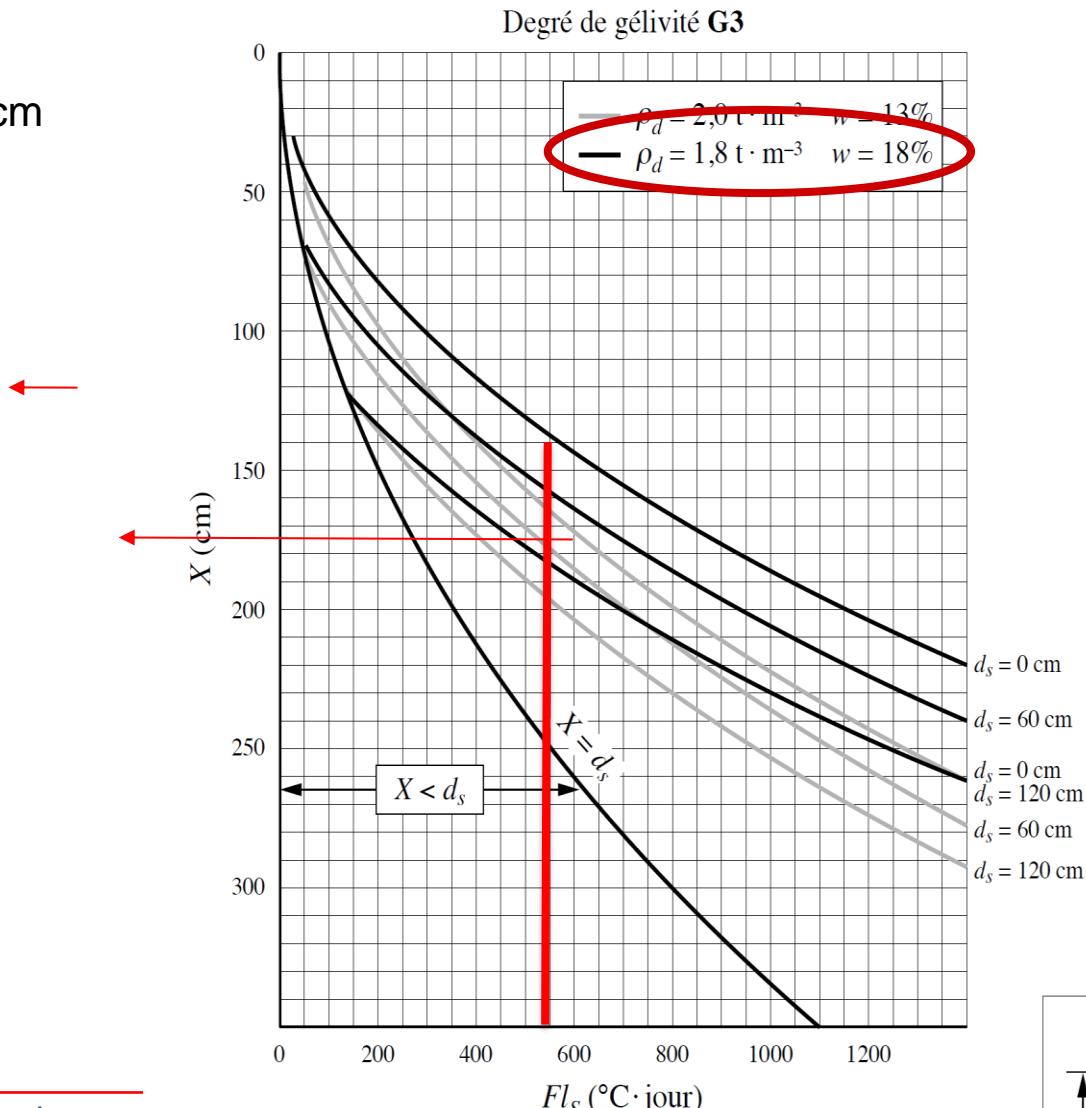
- ▶ d_s
 - » 48 cm
- ▶ f
 - » 0,45 ($G3$ et FI_s entre 400 et 600)
- ▶ X_{30}
 - » 155 cm
- ▶ $0,45 \times 155 = 70 \text{ cm} >> d_s = 48 \text{ cm (22 cm de différence)}$

Modification

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

Profondeur de gel X_{30}

$d_s = 80 \text{ cm}$



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

	Traffic (véh./j)	TF (ESAL/j)
TJM 2020	10500	
% PL	8	
Taux de croissance tc PL / j / sens	2.3	
2020	420	
2024	460	598
2026	481	626
2056	952	1238

► Trafic ZI

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

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

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

Trafic pondéral équivalent

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

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

Classes de portance

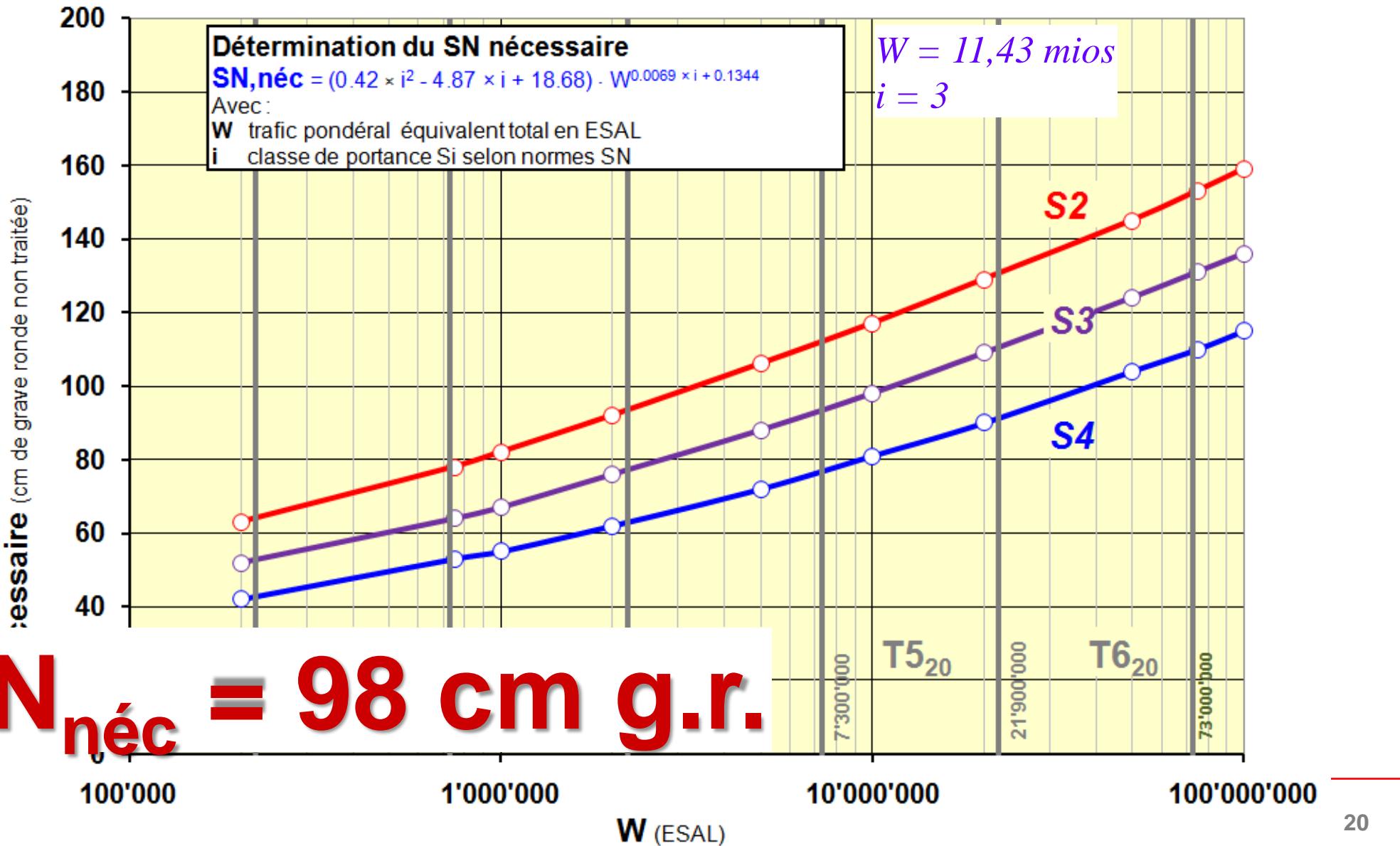
► Sable grossier

► CBR 14 %

S3

Classes de portance	Qualification	Module ME₁ (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	Matériaux	D	a	D x a
Couche de roulement	6 cm	Enrobé bitumineux AC avec un fort faïençage	6	2.4	14.4
Couche de base	10 cm	Enrobé bitumineux AC T avec des dégradations moyennes	10	2.8	28
Fondation	35 cm	Grave concassée sans dégradations	35	1.25	43.75
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
ACT	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 ACT

Question 2 - Degré de gélivité des sols

G2

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			