

## Modernisation du Port Fluvial du Beaujolais

### Villefranche sur Saône

**Objet :** Cette note de calcul a été établie pour déterminer la structure à mettre en œuvre sur la plateforme, en considérant l'ensemble des contraintes du site

#### **1. REVÊTEMENT EN ENROBES**

##### **Hypothèses**

- Chargement : 50% LH110 vide + 50% LH110 chargé
- Trafic : 20 LH110 par jour
- Balayage latéral : 1.50 m
- Durée de vie : 15 ans
- Risque de calcul : 15%
- Plateforme granulaire : PF2qs (80 MPa)
- Vitesse de circulation : 20 km/h

##### **Caractéristiques des matériaux utilisés**

Afin de prendre en compte la faible vitesse de circulation des engins, nous utilisons les modules de rigidité à 15°C, 2 Hz pour les matériaux bitumineux.

Le module des matériaux bitumineux à 15°C, 2 Hz est déterminé à partir du module à 15°C, 10 Hz via un coefficient multiplicateur de 0.767.

	<b>E(15°C,10Hz) (Mpa)</b>	<b>E(15°C, 2Hz) (Mpa)</b>	<b>ε6 (μdef)</b>	<b>kc</b>
<b>EME2</b>	14 000	10 744	130	1,3
<b>BBME3</b>	11 000	8 441		

Le coefficient de calage kc est adapté au comportement des matériaux sous charges lourdes.

La loi de comportement du sol sous un trafic lourd est définie avec A = 16000 et b = -0.222

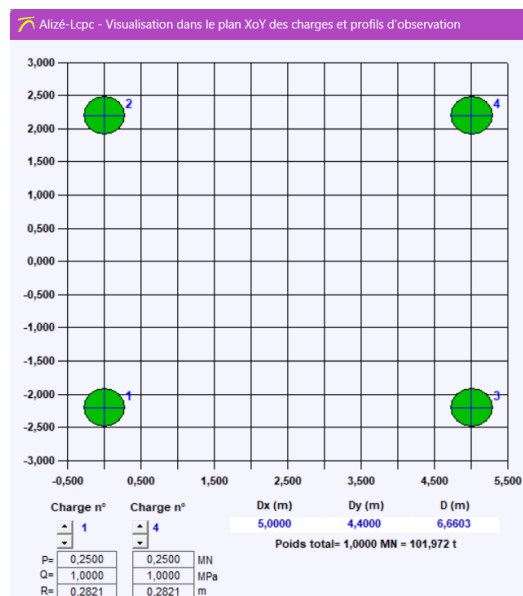
##### **Critère de dimensionnement sous charges lourdes**

Le dimensionnement sous charge lourde repose sur le calcul du dommage de la chaussée. L'enjeu est d'obtenir un dommage inférieur à 1. Dans le cas d'un trafic sous charges lourdes, il faut calculer le

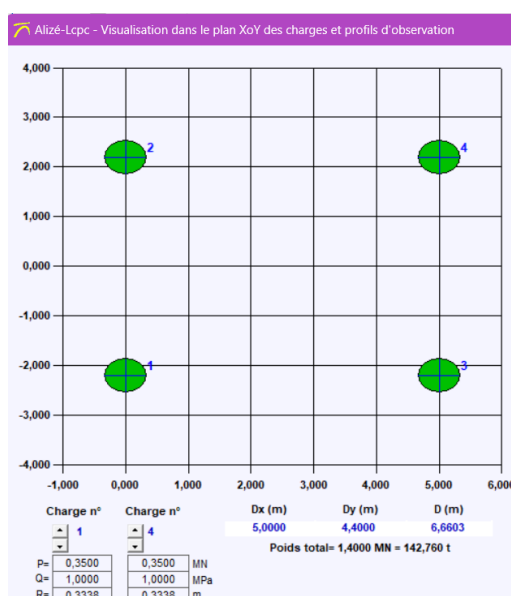
dommage engendré par chaque engin (vide et chargé) et, c'est la somme de tous les dommages qui doit être inférieure à 1.

## **Modélisation du LH110**

A vide



A charge



## **Dimensionnement de la structure en enrobés**

On commence par calculer les valeurs de déformations admissibles par la couche d'assise en EME. Dans notre cas, les valeurs admissibles sont les mêmes pour les deux chargements car le trafic est le même (20 passages par jour à vide et à charge).

*Déformation admissible par l'EME*

Alizé-Lcpc - Calcul des valeurs admissibles

**Trafic PL cumulé : données**

☒ Moyenne journalière annuelle (MJA) : 20  
☐ Taux accroissement géométrique (%) : 0,00  
☒ Taux accroissement arithmétique (%) : 0  
☒ Durée de service (années) : 15  
☐ Trafic cumulé PL : 1,0950E+5  
 Cocher au plus 3 cases

**Aide**

☐ Coefficients d'agressivité CAM  
☐ Valeurs des risques R  
 Guide lcpc-sétra 94  
 Catalogue 1998  
 Norme NF P98-086

**Valeurs admissibles : données**

matériau type : bitumineux  
 coefficient CAM : 1  
 risque (%) : 15,0  
 trafic cumulé NE : 1,0950E+5  
 Epsilon6 (µdef) : 130  
 -1/b : 5

E(10°,10Hz) (MPa) : 16940  
 E(Teq,Freq) (MPa) : 10744  
 écart type Sh (m) : 0,025  
 écart type SN : 0,25  
 Kr (risque) : 0,845  
 Kc (calage) : 1,3  
 Ks : E(MPa) sousjacent compris dans [80,120] : 1/1,065

Calculer EpsiT admissible  
 Calcul inverse NE = f(EpsiT)  
 Calcul inverse Risk = f(EpsiT)

EpsilonT admissible = 262,1 µdef  
 Annotation libre : bitumineux  
 Mémo ...  
 1 - EpsiT= 262,1 (bitumineux)

Déformation admissible par le sol

Alizé-Lcpc - Calcul des valeurs admissibles

**Trafic PL cumulé : données**

☒ Moyenne journalière annuelle (MJA) : 20  
☐ Taux accroissement géométrique (%) : 0,00  
☒ Taux accroissement arithmétique (%) : 0  
☒ Durée de service (années) : 15  
☐ Trafic cumulé PL : 1,0950E+5  
 Cocher au plus 3 cases

**Aide**

☐ Coefficients d'agressivité CAM  
☐ Valeurs des risques R  
 Guide lcpc-sétra 94  
 Catalogue 1998  
 Norme NF P98-086

**Valeurs admissibles : données**

matériau type : gnt et sol  
 coefficient CAM : 1  
 trafic cumulé NE : 1,0950E+5  
 Coefficient A : 16000  
 pente b : -0,222

Calculer EpsiZ admissible  
 Calcul inverse NE = f(EpsiZ)

EpsilonZ admissible = 1217,2 µdef  
 Annotation libre : gnt et sol  
 Mémo ...  
 2 - EpsiZ= 1217,2 (gnt et sol)

## Définition de la structure

Alizé-Lcpc - Module routier de base, données pour les calculs

Fichier Valeurs admissibles Bibliothèque matériaux Configurer Alizé Basculer vers ?

Titre :

Structure de base

	épais. (m)	module (MPa)	Nu	matériau type
collé	0,06	8441	0,350	autre
collé	0,21	10744	0,350	autre
	infini	80	0,35	pf2qs

Modifier la structure

nb de couches : 3

Ajouter 1 couche

Supprimer 1 couche

Série de calculs

## Calcul des dommages engendrés

Alizé-Lcpc - Récapitulation des dommages individuels et cumulés

Critère	Calcul	6autre-8441MPa/c/ 21autre-10744MPa/c/ pf2qs-80MPa		
		Chargement	Sans balayage	Avec balayage
Epsi2-2-Inf	no 11	C:\...\Worme\LH 110 vide.chg - Ptotal= 1,0000 MN (= 101,972 tonnes)	0,771	0,215
Epsi2-2-Inf	no 12	C:\...\Worme\LH 110 Chargé.chg - Ptotal= 1,4000 MN (= 142,760 tonnes)	2,327	0,729
		<b>Cumul</b>	<b>3,098</b>	<b>0,944</b>
EpsiZZ-3-Sup	no 11	C:\...\Worme\LH 110 vide.chg - Ptotal= 1,0000 MN (= 101,972 tonnes)	0,440	0,112
EpsiZZ-3-Sup	no 12	C:\...\Worme\LH 110 Chargé.chg - Ptotal= 1,4000 MN (= 142,760 tonnes)	1,441	0,407
		<b>Cumul</b>	<b>1,881</b>	<b>0,519</b>

Finalement, le critère dimensionnant est la déformation de traction à la base de l'EME. Le dommage total est de  $0.944 < 1$  donc la structure 6 cm BBME CL.3 + 21 cm EME CL.2 est correctement dimensionnée.

## 2. REVÊTEMENT EN BETON

### Hypothèses

- Chargement : 50% LH110 vide + 50% LH110 chargé
- Trafic : 20 LH110 par jour
- Balayage latéral : 1.50 m
- Durée de vie : 15 ans
- Risque de calcul : 15%
- Plateforme granulaire : PF2qs (80 MPa)

### Caractéristiques des matériaux utilisés

La vitesse de circulation des engins est sans effet sur les performances mécaniques des matériaux traités aux liants hydrauliques

Le coefficient de calage  $k_c$  est adapté au comportement des matériaux sous charges lourdes.

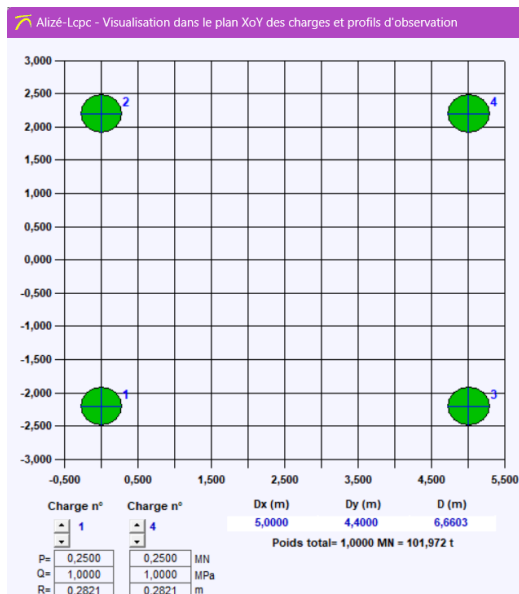
La loi de comportement du sol sous un trafic lourd est définie avec  $A = 16000$  et  $b = -0.222$

### **Critère de dimensionnement sous charges lourdes**

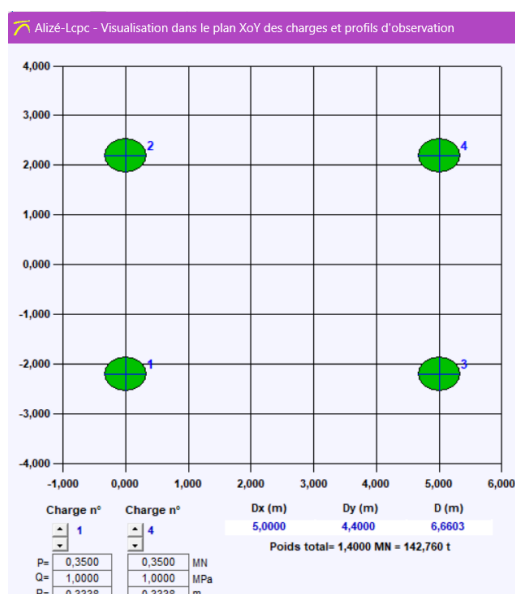
Le dimensionnement sous charge lourde repose sur le calcul du dommage de la chaussée. L'enjeu est d'obtenir un dommage inférieur à 1. Dans le cas d'un trafic sous charges lourdes, il faut calculer le dommage engendré par chaque engin (vide et chargé) et, c'est la somme de tous les dommages qui doit être inférieure à 1.

## Modélisation du LH110

A vide



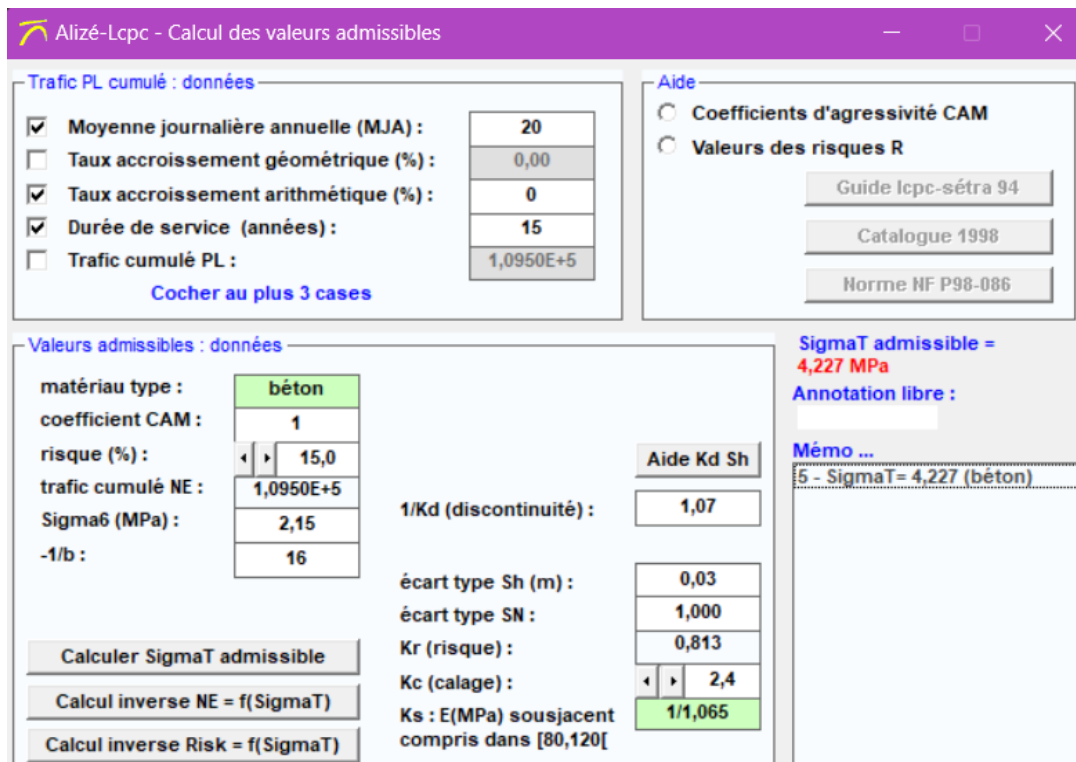
A charge



## Dimensionnement de la structure

On commence par calculer les valeurs de déformations admissibles par la couche de BC5 et la couche de GB3. Dans notre cas, les valeurs admissibles sont les mêmes pour les deux chargements car le trafic est le même (20 passages par jour à vide et à charge).

Déformation admissible par le BC5



Alizé-Lcpc - Calcul des valeurs admissibles

Trafic PL cumulé : données

☒ Moyenne journalière annuelle (MJA) : 20  
☐ Taux accroissement géométrique (%) : 0,00  
☒ Taux accroissement arithmétique (%) : 0  
☒ Durée de service (années) : 15  
☐ Trafic cumulé PL : 1,0950E+5  
Cocher au plus 3 cases

Aide

☐ Coefficients d'agressivité CAM  
☐ Valeurs des risques R

Guide lcpc-sétra 94  
Catalogue 1998  
Norme NF P98-086

Valeurs admissibles : données

matériau type : béton  
coefficient CAM : 1  
risque (%) : 15,0  
trafic cumulé NE : 1,0950E+5  
Sigma6 (MPa) : 2,15  
-1/b : 16

1/Kd (discontinuité) : 1,07

écart type Sh (m) : 0,03  
écart type SN : 1,000  
Kr (risque) : 0,813  
Kc (calage) : 2,4  
Ks : E(MPa) sous-jacent compris dans [80,120] : 1/1,065

Calculer SigmaT admissible  
Calcul inverse NE = f(SigmaT)  
Calcul inverse Risk = f(SigmaT)

SigmaT admissible = 4,227 MPa  
Annotation libre :  
Mémo ...  
5 - SigmaT= 4,227 (béton)

Alizé-Lcpc - Calcul des valeurs admissibles

**Trafic PL cumulé : données**

☒ Moyenne journalière annuelle (MJA) : 20  
☐ Taux accroissement géométrique (%) : 0,00  
☒ Taux accroissement arithmétique (%) : 0  
☒ Durée de service (années) : 15  
☐ Trafic cumulé PL : 1,0950E+5  
 Cocher au plus 3 cases

**Aide**

☐ Coefficients d'agressivité CAM  
☐ Valeurs des risques R  
 Guide lcpc-sétra 94  
 Catalogue 1998  
 Norme NF P98-086

**Valeurs admissibles : données**

matériau type : eb-gb3  
 coefficient CAM : 1  
 risque (%) : 5,0  
 trafic cumulé NE : 1,0950E+5  
 Epsilon6 (µdéf) : 90  
 -1/b : 5

Fréquence (Hz) : 10 Hz  
 Teta Equiv. (°C) : 15 °C  
 E(10°,10Hz) (MPa) : 11880  
 E(Teq,Freq) (MPa) : 9000  
 Hstructurel MB (m) : 0,14  
☐ PF réglage fin +/- 0.015 m  
 écart type Sh (m) : 0,022  
 écart type SN : 0,300  
 Kr (risque) : 0,754  
 Kc (calage) : 1,3  
 Ks : E(MPa) sousjacent compris dans [80,120] : 1/1,065

Calculer EpsiT admissible  
 Calcul inverse NE = f(EpsiT)  
 Calcul inverse Risk = f(EpsiT)

**EpsilonT admissible =**

**Annotation libre :**

**Mémo ...**

6 - EpsiT= 148,1 (eb-gb3)

Déformation admissible par le sol

Alizé-Lcpc - Calcul des valeurs admissibles

**Trafic PL cumulé : données**

☒ Moyenne journalière annuelle (MJA) : 20  
☐ Taux accroissement géométrique (%) : 0,00  
☒ Taux accroissement arithmétique (%) : 0  
☒ Durée de service (années) : 15  
☐ Trafic cumulé PL : 1,0950E+5  
 Cocher au plus 3 cases

**Aide**

☐ Coefficients d'agressivité CAM  
☐ Valeurs des risques R  
 Guide lcpc-sétra 94  
 Catalogue 1998  
 Norme NF P98-086

**Valeurs admissibles : données**

matériau type : gnt et sol  
 coefficient CAM : 1  
 trafic cumulé NE : 1,0950E+5  
 Coefficient A : 16000  
 pente b : -0,222

Calculer EpsiZ admissible  
 Calcul inverse NE = f(EpsiZ)

**EpsilonZ admissible =**

**Annotation libre :**

**Mémo ...**

2 - EpsiZ= 1217,2 (gnt et sol)

## Définition de la structure

**Structure de base**

	épais. (m)	module (MPa)	Nu	matériau type
1/2 collé	0,23	35000	0,25	bc5
collé	0,14	9000	0,35	eb-gb3
	infini	80	0,35	pf2qs

**Modifier la structure**  
 nb de couches : 3  

Ajouter 1 couche

Supprimer 1 couche

**Série de calculs**  
 nb de calculs : 1

## Calcul des dommages engendrés

23bc5-35000MPa/sg/ 14eb-gb3-9000MPa/c/ pf2qs-80MPa				
Critère	Calcul	Chargement	Sans balayage	Avec balayage
Sigma2-1-Inf	no 20	C:\...\Norme\LH 110 vide.chg - Ptotal= 1,0000 MN (= 101,972 tonnes)	0,092	0,013
Sigma2-1-Inf	no 21	C:\...\Norme\LH 110 Chargé.chg - Ptotal= 1,4000 MN (= 142,760 tonnes)	3,882	0,648
		<b>Cumul</b>	<b>3,974</b>	<b>0,661</b>
Epsi2-2-Inf	no 20	C:\...\Norme\LH 110 vide.chg - Ptotal= 1,0000 MN (= 101,972 tonnes)	0,100	0,031
Epsi2-2-Inf	no 21	C:\...\Norme\LH 110 Chargé.chg - Ptotal= 1,4000 MN (= 142,760 tonnes)	0,348	0,120
		<b>Cumul</b>	<b>0,448</b>	<b>0,150</b>
EpsiZZ-3-Sup	no 20	C:\...\Norme\LH 110 vide.chg - Ptotal= 1,0000 MN (= 101,972 tonnes)	0,014	0,004
EpsiZZ-3-Sup	no 21	C:\...\Norme\LH 110 Chargé.chg - Ptotal= 1,4000 MN (= 142,760 tonnes)	0,051	0,017

Le dommage total est de  $0.661 < 1$  donc la structure de 23 cm BC5 + 14 cm GB3 est correctement dimensionnée.