



Mardi 27 mars 2012
Lundi 2 et mardi 3 avril 2012

CETE Méditerranée, Aix-en-Provence

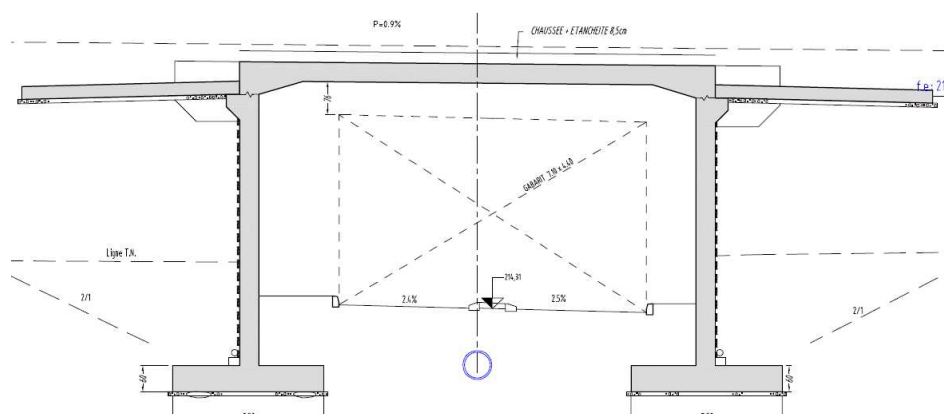
Journées techniques
organisées avec l'appui du Sétra
et sous l'égide de la CoTITA

PRISE EN COMPTE DU RISQUE SISMIQUE

Exemples de calculs sismiques Cas d'un portique (corrigé)

A. Ballière

I- OUVRAGE SUPPORT



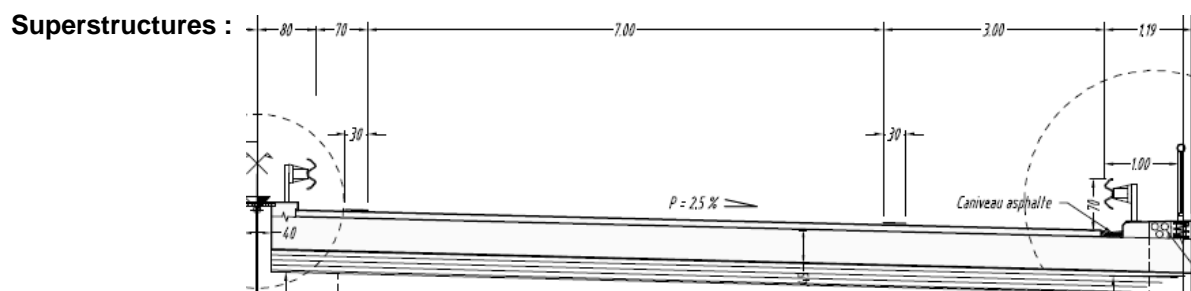
PIPO construit dans le département de l'Allier (03)
Franchissement d'une voie communale par une RN à 2x2 voies

Biais : 100 gr

Géométrie :

- semelles : 3,5 x 0,6
- piédroits : 6,55 x 0,45
- traverse : 10,40 (ouverture) x 0,45
- largeur : 12,5 m

- h_terre_int : 1,80 m



- chape : 0,03 m
- enrobés : 0,08 m
- longrine + GS en TPC
- longrine + GS + GC8 en rive soit **54 kN/ml**

Surcharges : - classe 2 au sens de l'EC1-2 W = 10,7 m
- Mc120

Sol de fondation : - calcaire (contrainte de rupture = 4,95 MPa ; Em = 300 MPa)
- classe de sol : B
- module surfacique Kv = 802 MPa (Ki = 2xKv)

(Ouvrage calculé en statique avec Chamois)

II- OBJECTIFS

1. Définir les données sismiques de l'étude

2. Définir et déterminer les actions appliquées à la structure en cas de séisme *(on se limite aux actions longitudinales et verticales)*

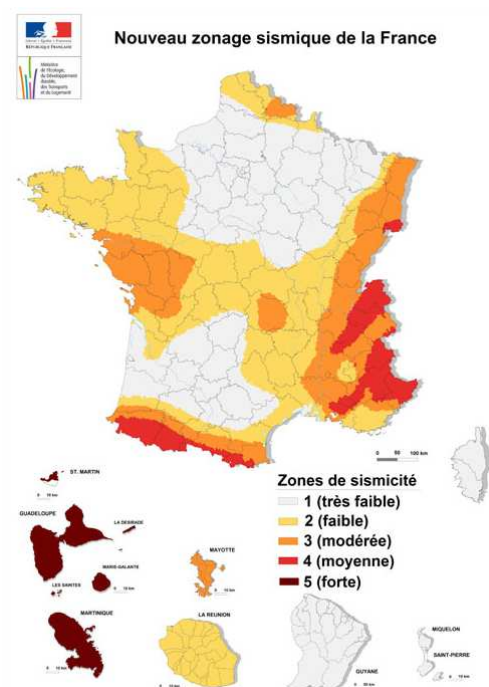
Résultats préalables

- Zone de sismicité :



Département : **Allier**
 Zone de sismicité : **2** (faible)

accélération au rocher, agr = **0,7** m/s²



- Catégorie d'importance :

Catégorie d'importance de l'ouvrage : **II** (pont du domaine public mais ni III, ni IV)

Coefficient d'importance associé, γ_I : **1,0**

- Classe de sol :

Classe de sol : **B**

Paramètre de sol S : **1,35**

- Nature du relief :

Coefficient d'amplification topographique S_T : **1,00**

Représentation de l'action sismique

Accélération horizontale de calcul au rocher, a_g = **0,70** m/s² (agr x γ_I)

Coefficient sismique horizontal, K_h = **0,096** (agr x S x S_T / g)

Coefficient sismique vertical, K_v = **0,048** (0,5 x K_h)

Combinaison d'action et méthode

$$G_k + E_{Ed} + \Psi_{21} Q_{1k}$$

Gk : charges permanentes (P.P + poussée statique des terres) → résultats Chamois

Eed : forces d'inertie + poussée dynamique des terres

$$E = \pm E_1 \pm 0,3 E_2 \pm 0,3 E_3$$

--> on se limite à la recherche des composantes horizontale et verticale (alternativement E1 et E2)

$\Psi_{21} =$ 0,0 (ouvrage routier non urbain à trafic intense)

Ouvrage sans remblai sur la traverse → Approche : En force

Sollicitations verticales

$$\text{Forme générale : } f_i = \pm \gamma k_v$$

Application de l'accélération aux diverses parties de l'ouvrage :

	larg (m)	Ep (m)	long (m)	γ (kN/m ³)	Kv	Ftot (+/-) kN
- Traverse :	12,50	0,45	11,30	25	0,048	76,5
- Piédroit 1	12,50	0,45	6,55	25	0,048	44,4
- Piédroit 2	12,50	0,45	6,55	25	0,048	44,4
- Semelle 1	3,50	0,60	12,50	25	0,048	31,6
- Semelle 2	3,50	0,60	12,50	25	0,048	31,6

Application de l'accélération aux masses solidaires de l'ouvrage :

	larg (m)	Ep (m)	long (m)	γ (kN/m ³)	Kv	Ftot (+/-) kN
- superstr.			11,30	(54 kN/ml)	0,048	29,4
- Terre ext sem1	1,525	7,00	12,50	20	0,048	128,5
- Terre ext sem2	1,525	7,00	12,50	20	0,048	128,5
- Terre int sem1	1,525	1,80	12,50	20	0,048	33,1
- Terre int sem2	1,525	1,80	12,50	20	0,048	33,1

Le frottement des terres avec les piédroits est négligé

Sollicitations horizontales

Force d'inertie de la structure $f_i = \gamma k_h$

	larg (m)	Ep (m)	long (m)	γ (kN/m ³)	Kh	Ftot (+/-) kN
- Traverse :	12,50	0,45	11,30	25	0,096	153,1
- superstr.			11,30	(54 kN/ml)	0,096	58,8
- Piédroit 1	12,50	0,45	6,55	25	0,096	88,7
- Piédroit 2	12,50	0,45	6,55	25	0,096	88,7
- Semelle 1	3,50	0,60	12,50	25	0,096	63,2
- Semelle 2	3,50	0,60	12,50	25	0,096	63,2

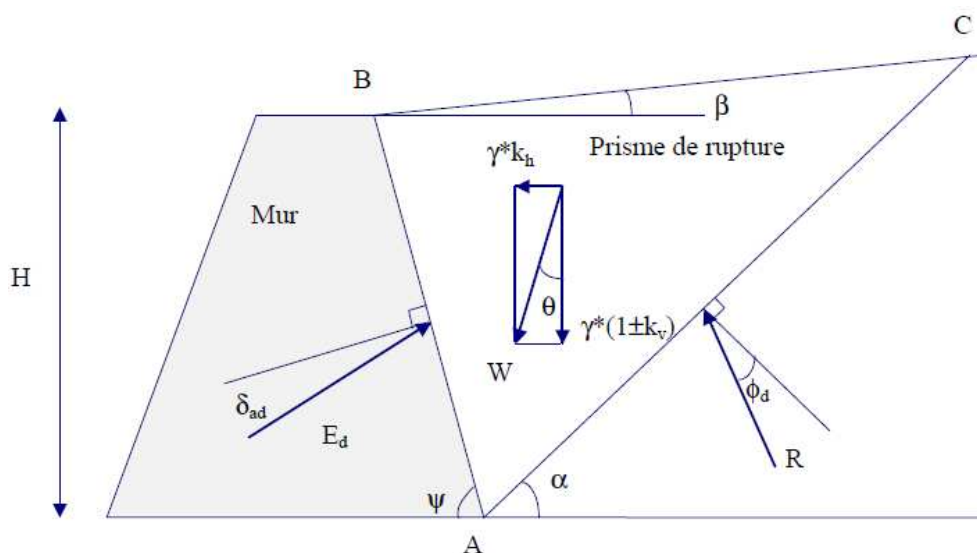
Force dynamique agissant sur l'ouvrage

$$\Delta E_d = E_d - E_0 = \frac{1}{2} \gamma^* H^2 [(1 \pm k_v) K_{ad}] + E_{ws} + E_{wd} - \frac{1}{2} \gamma^* K_{as} H^2$$

Sur-poussée = Poussée dyn globale (statiques + Dyn) - poussée statique

Calcul du coefficient de poussée dynamique active Kad :

$$K_{ad} = \frac{\sin^2(\psi + \phi_d - \theta)}{\cos \theta \sin^2 \psi \sin(\psi - \theta - \delta_{ad}) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi_d + \delta_{ad}) \sin(\phi_d - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \theta - \delta_{ad}) \sin(\psi + \beta)}} \right]^2}$$



Hypothèses :

- écran vertical $\Psi = 90^\circ$
- sol horizontal $\beta = 0^\circ$
- angle de frottement sol/écran nul $\delta_{ad} = 0^\circ$

PIPO_Seisme_Corrige

$$\tan \theta = \frac{k_h}{1 \pm k_v} \quad \theta = \boxed{5,3}^\circ \text{ ou } \boxed{5,8}^\circ$$

$$\phi_d = \tan^{-1}\left(\frac{\tan \phi}{\gamma_\phi}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{\tan \phi}{1,25}\right) \quad \text{d'où } \Phi_d = \boxed{24,0}^\circ$$

$$\mathbf{Kad} = \begin{matrix} \boxed{0,487} & \text{(séisme descendant)} \\ \boxed{0,495} & \text{(séisme ascendant)} \end{matrix}$$

Calcul de la sur-poussée (incrément dynamique)

$$\begin{matrix} (1+Kv).Kad = & \boxed{0,518} & (1+Kv).Kad - Kas = & \boxed{0,185} \\ (1- Kv).Kad = & \boxed{0,511} & (1- Kv).Kad - Kas = & \boxed{0,178} \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} \gamma^* = & \boxed{20} & \text{kN/m}^3 \\ H = & \boxed{7,60} & \text{m} & \text{(hsemelle+hpiédroit+htraverse)} \\ Kas = & \boxed{0,333} & & \text{(poussée des terres sur écran en statique)} \\ L = & \boxed{12,5} & \text{m} & \text{(largeur piédroit)} \end{matrix}$$

$$\Delta E_d = \boxed{1339} \text{ kN}$$

Extrait guide EC8 à paraître :

En l'absence d'une étude plus détaillée prenant en compte la rigidité relative du mur, le type de mouvement et la masse relative de l'ouvrage, le point d'application de la « sur-poussée » dynamique des terres (différence entre la poussée dynamique globale et la poussée statique) doit être pris à mi hauteur. Pour les murs qui peuvent tourner librement autour de leur base, le point d'application de la « sur-poussée » dynamique des terres peut être pris égal à celui de la poussée statique des terres ;

