

Journées Techniques Ouvrages d'Art 2016



Réhabilitation de la forme du Homet

De la connaissance de
l'ouvrage au projet de
confortement

Sarah DEVIMEUX Tomasz LEWCZUK

Dominique BATISTA Jérôme SALIBA

Bruno VION

Sommaire

- 1- Présentation de la forme de radoub du Homet
- 2- Etude de vieillissement, investigations et diagnostics géotechniques
- 3- Réhabilitation de la forme et mise aux normes sismiques – cas de la tête Ouest des bajoyers

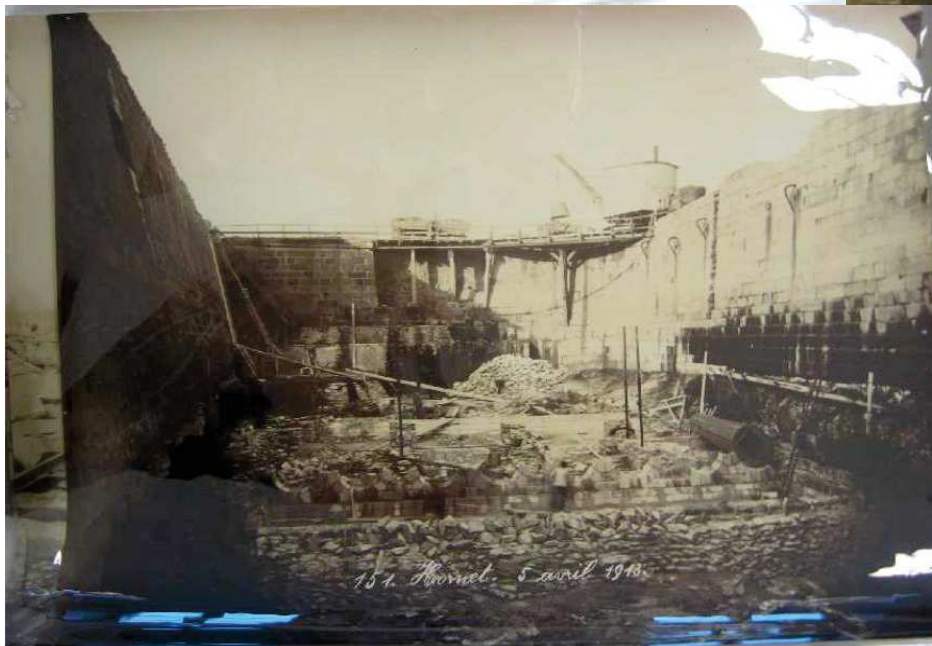
Sommaire

- 1- Présentation de la forme de radoub du Homet
- 2- Etude de vieillissement, investigations et diagnostics géotechniques
- 3- Réhabilitation de la forme et mise aux normes sismiques – cas de la tête Ouest des bajoyers

1- Présentation de la forme de radoub du Homet

Construction de l'ouvrage : 1909 – 1917

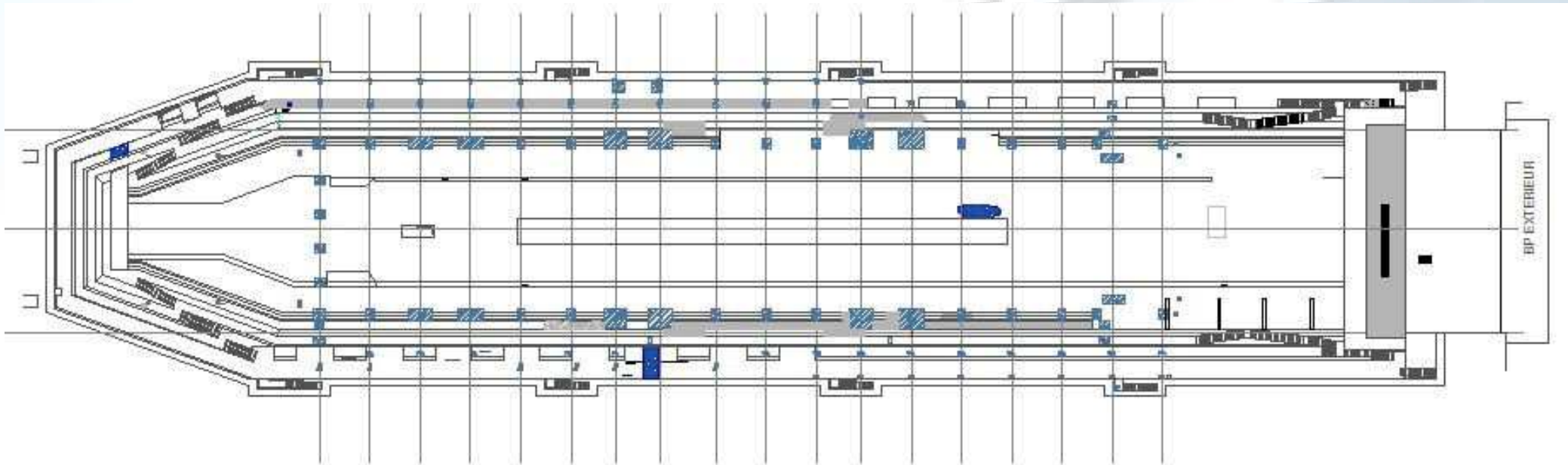
Ouvrage en maçonnerie de pierre de taille, creusé dans le rocher



De nombreux dommages dus aux tempêtes et à la 2^{de} GM et de nombreux travaux (entretien, réparation, adaptation)

1- Présentation de la forme de radoub du Homet

Vue en plan



Longueur : 250 m

Largeur en tête : 53 m

Largeur au niveau du radier : 50 m

Côte en crête : +8,50 cm

Côte au radier : -9,40 cm

Sommaire

- 1- Présentation de la forme de radoub du Homet
- 2- Etude de vieillissement, investigations et diagnostics géotechniques
- 3- Réhabilitation de la forme et mise aux normes sismiques – cas de la tête Ouest des bajoyers

2- Etude de vieillissement et diagnostics complémentaires

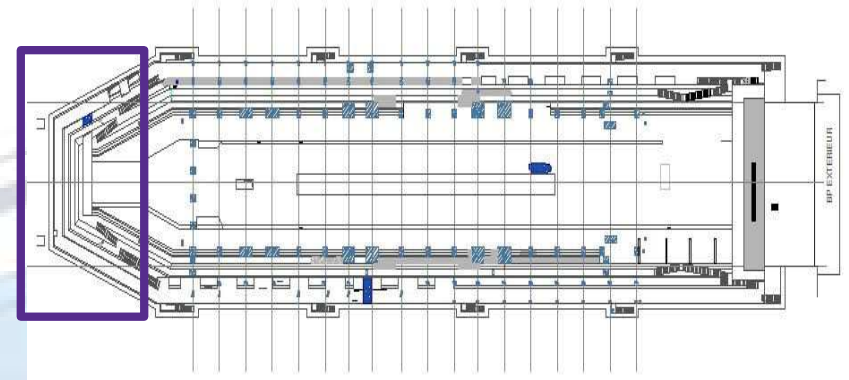
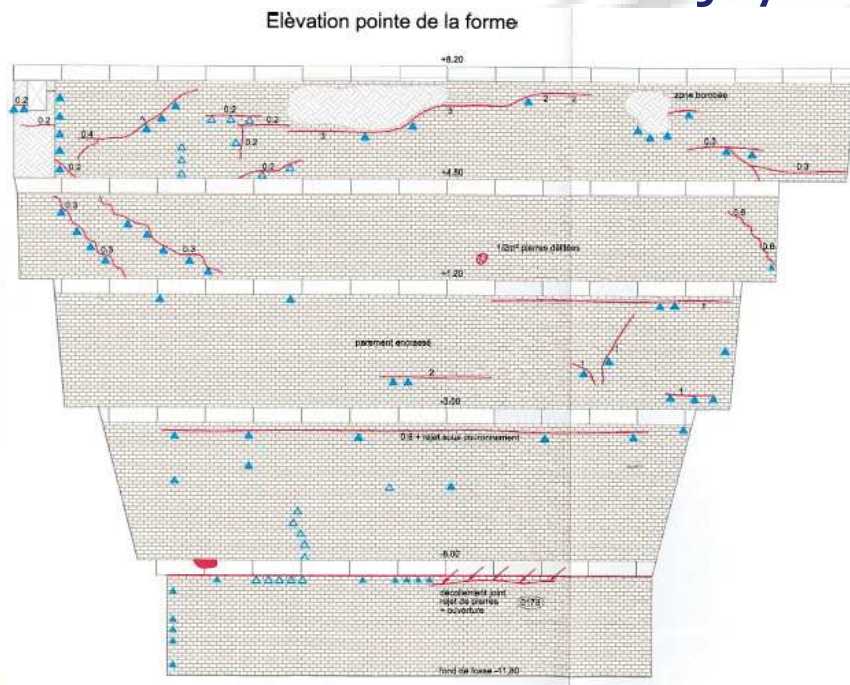
Diagnostic structurel

- De nombreuses études menées depuis 2010 dans le cadre de l'étude de vieillissement de la forme (prolongation de la durée d'exploitation de 40 ans)
 - 2010 : études morphologiques et inspections des structures génie civil
 - 2010 : diagnostics des structures métalliques (calcul de capacité portante)
 - 2011 – 2012 : investigations complémentaires sur les matériaux
 - 2012 : investigations au radar géologique
 - 2015 : investigations complémentaires sur le bassin d'épanouissement

2- Etude de vieillissement et diagnostics complémentaires

Diagnostic structurel

- Tête Ouest des bajoyers



- Des fissures horizontales et verticales ;
- Des efflorescences actives et inactives ;
- Des zones de rejet sous le couronnement de pierre ;
- Des nids de cailloux dans les zones bétonnées.

2- Etude de vieillissement et diagnostics complémentaires

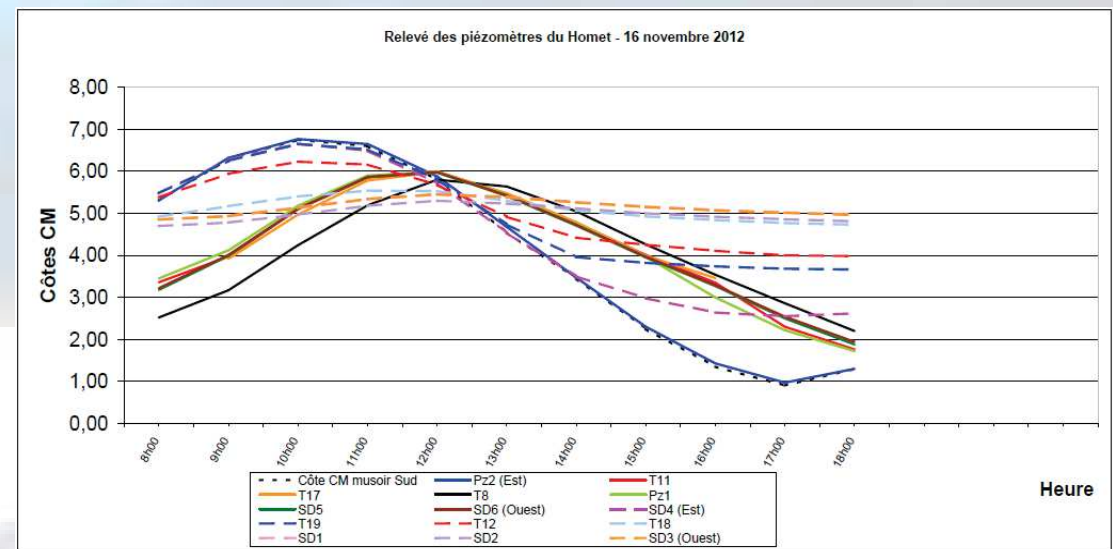
Reconnaisances géotechniques

- Campagne 2011 - 2012

- 12 sondages destructifs
- 3 piézomètres

- Campagne 2015

- Pose de piézomètre
- 5 sondages destructifs
- 2 sondages avec essais pressiométriques



2- Etude de vieillissement et diagnostics complémentaires

Reconnaitances géotechniques

Carte d'altitude
du substratum



Essais pressiométriques dans les remblais

	Nombre de mesures	Valeur minimale	Valeur maximale	Moyenne géométrique	Moyenne arithmétique	Écart type
pl* (MPa)	12	0,07*	1,68	0,50	0,68	0,45
E _M (MPa)	12	1,1*	14,7	3,64	4,85	3,81

	Nature de sol	ϕ' (°)	c' (kPa)	γ (kN.m ⁻³)	pl(MPa)
8,0 à 0 m CM	remblais sablo- limoneux lâches	28	0	18,5	0,7
0 à -1,5 CM	schistes altérés ²	30	25	22	1,5
au-delà de -1,5 CM	schiste sain rocheux	32	250	24	4 ³

Sommaire

- 1- Présentation de la forme de radoub du Homet
- 2- Etude de vieillissement, investigations et diagnostics géotechniques
- 3- Réhabilitation de la forme et mise aux normes sismiques – cas de la tête Ouest des bajoyers

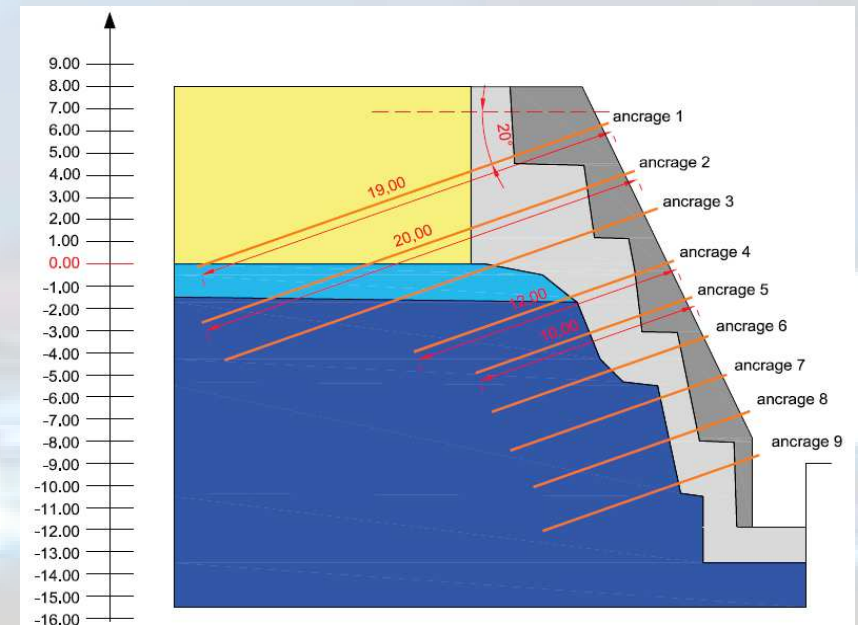
3- Réhabilitation de la forme et mise aux normes sismiques

- Les contraintes

- Amélioration de l'étanchéité de la tête Ouest des Bajoyers
- Amélioration des capacités d'épuisement
- Mise aux normes sismiques dans un contexte nucléaire post-Fukushima

- Le projet

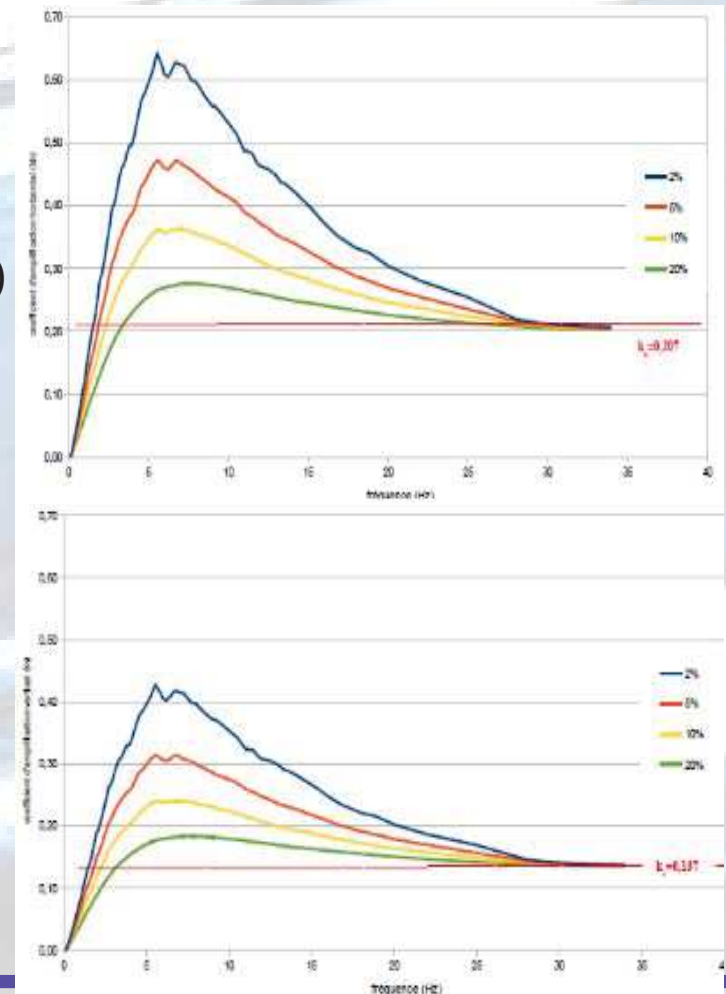
- Initial : construction d'un mur poids à l'avant du bajoyer
- Retenu : construction d'une coque ancrée



3- Réhabilitation de la forme et mise aux normes sismiques

Démarche de justification

- Les modèles de calcul
 - Approche stabilité des pentes (renforcement de sol)
 - Approche soutènement (mur poids ancré)
 - Cas de charge
 - Vidange rapide (eau -12m CM dans le forme)
 - Niveaux d'eau 6,3 CM à l'ELU
 - 8,1 CM à l'ELU sismique
- Prise en compte du séisme
- Séisme SMS +0,5 (2 spectres)
 - Simulation raz-de-marée (niveau d'eau au TN)

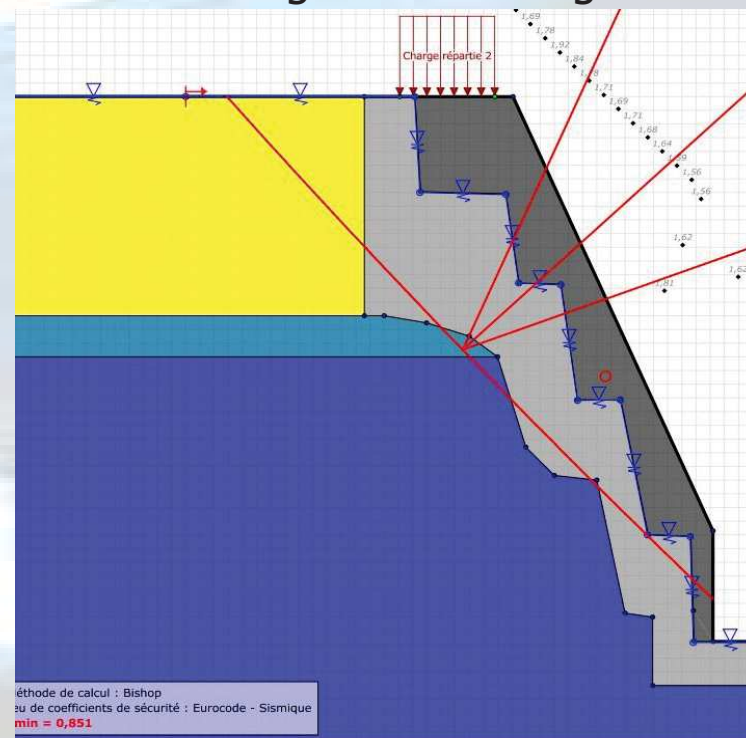
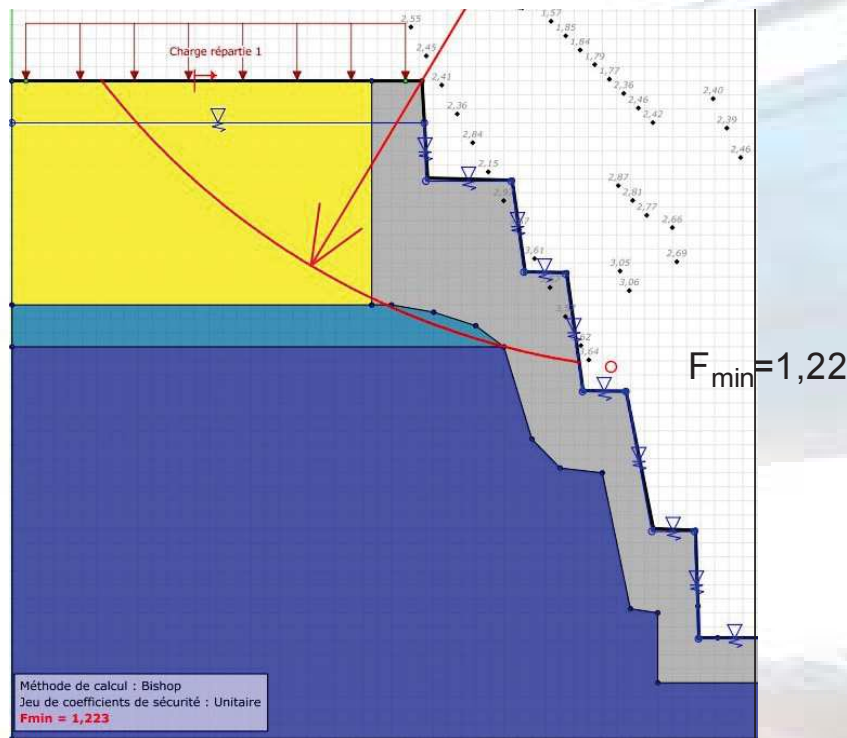


3- Réhabilitation de la forme et mise aux normes sismiques

Approche stabilité des pentes

- Calage

- Cas de charge ELU : justification de l'ouvrage sans ancrage

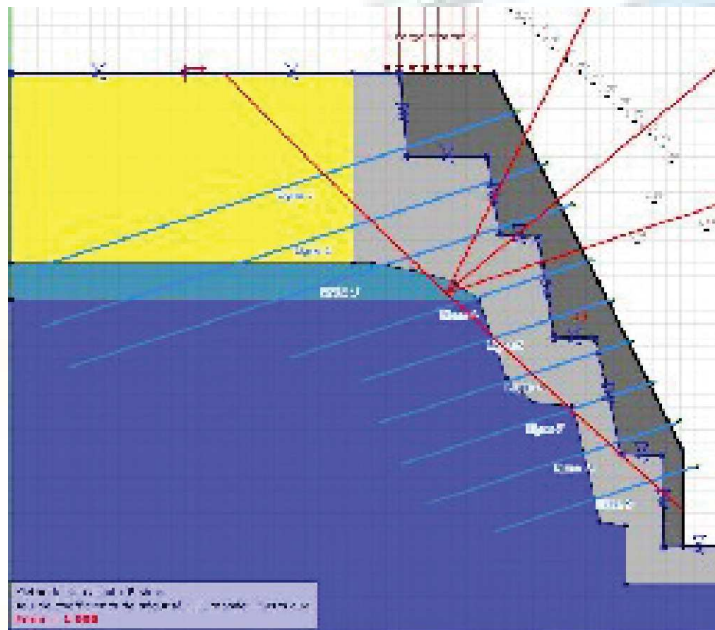


3- Réhabilitation de la forme et mise aux normes sismiques

Approche stabilité des pentes

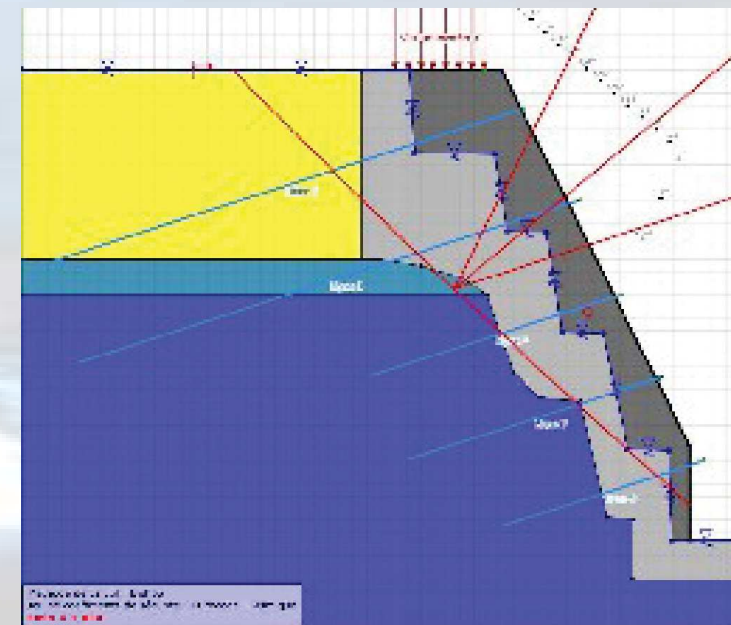
- Cas de charge sismique

ouvrage justifié avec 9 niveaux d'ancrage (spectre alluvions)



- Cas de charge sismique

ouvrage justifié avec 5 niveaux d'ancrage (spectre rocher)



3- Réhabilitation de la forme et mise aux normes sismiques

Approche soutènement

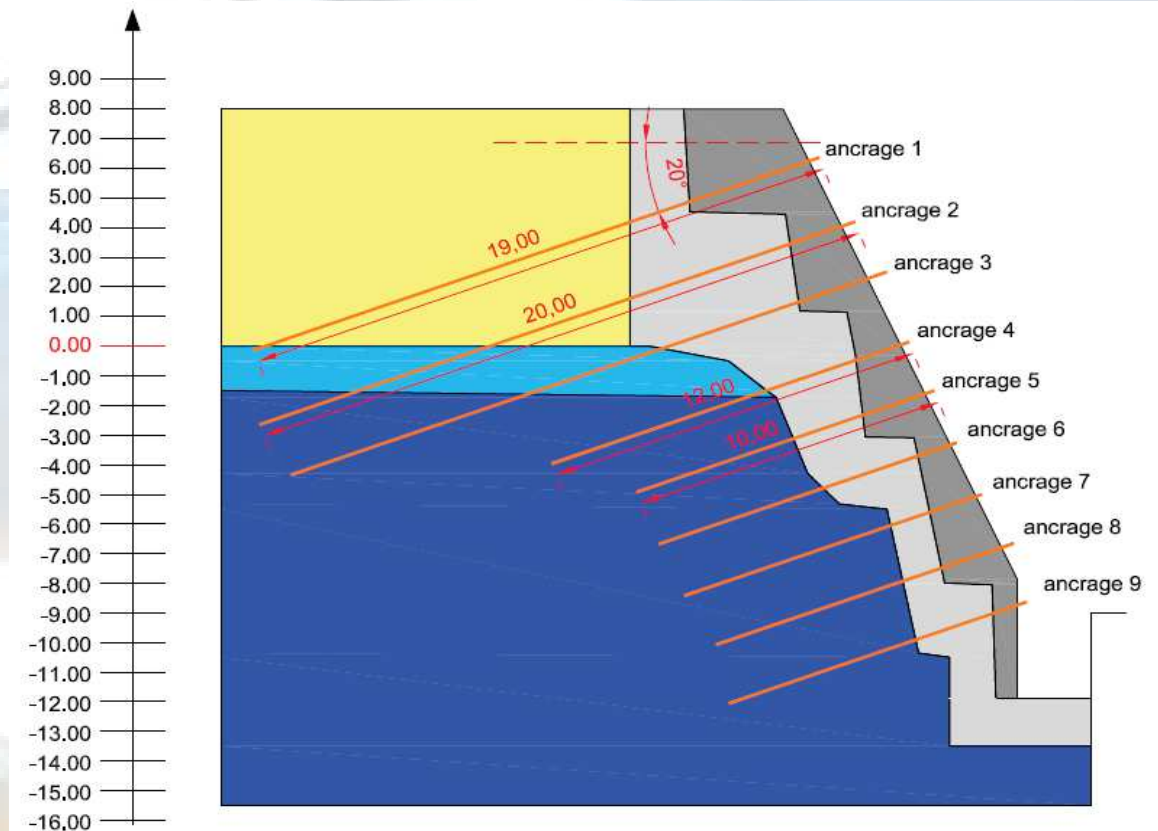
- Cas de charge statique

Calage préalable :

- Vérification de sections en traction (critère d'excentrement)

Hypothèses :

- Poids volumique maçonnerie déjaugé
- Poids volumique coque Non déjaugé



3- Réhabilitation de la forme et mise aux normes sismiques

Approche soutènement

- Cas de charge sismique

Difficultés d'application de la méthode pseudo-statique (formule de Mononobe-Okabe)

=> annexe E de l'EC8-5 donne la valeur de l'effort pour un terrain homogène sans cohésion

$$E_d = \frac{1}{2} \gamma * (1 \pm k_v) K.H^2 + E_{ws} + E_{wd}$$

- multicouche
- 3 sols avec 2 niveaux d'accélération
- différentiation des efforts « statiques » et dynamiques (diagramme pression)
- prise en compte de la cohésion

3- Réhabilitation de la forme et mise aux normes sismiques

Approche soutènement

- Cas de charge sismique

Prise en compte de la cohésion

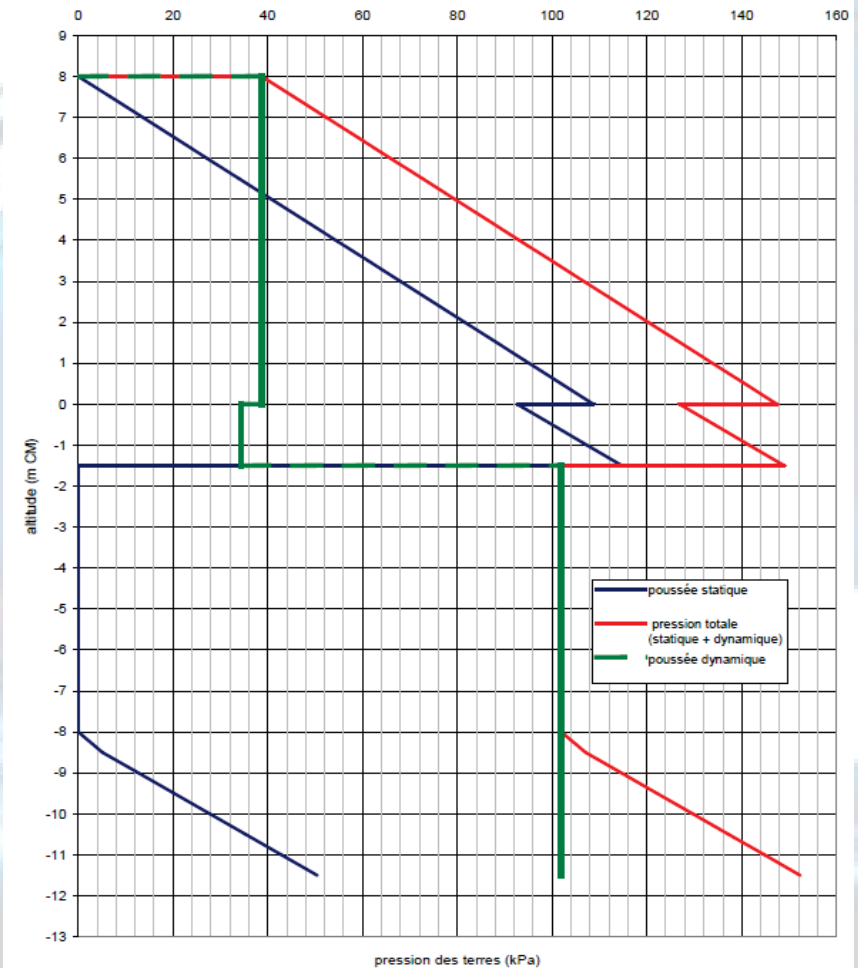
- Application du théorème des états correspondants

$$E_d(c) = E_d + H.(K - 1) \frac{c_d}{\tan(\varphi_d)}$$

Sols hétérogènes

Remblai => Spectre « alluvions »

Rocher => spectre rocher



3- Réhabilitation de la forme et mise aux normes sismiques

Stabilité interne

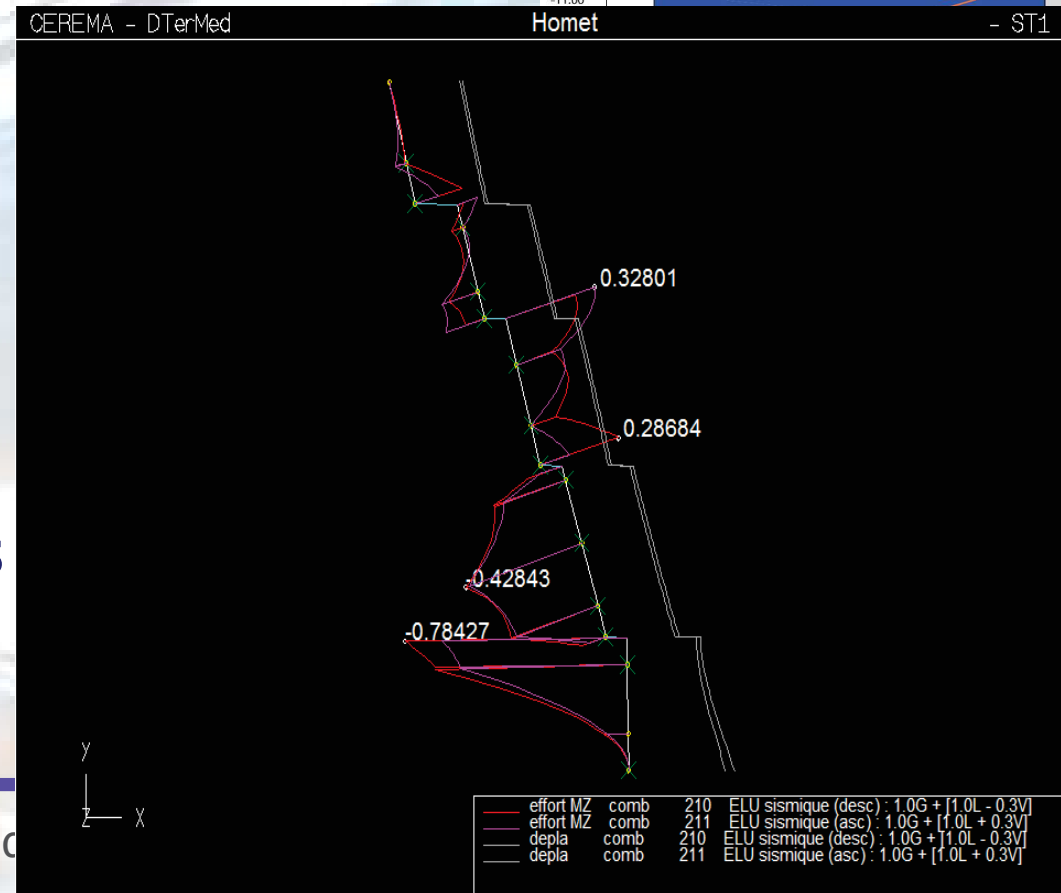
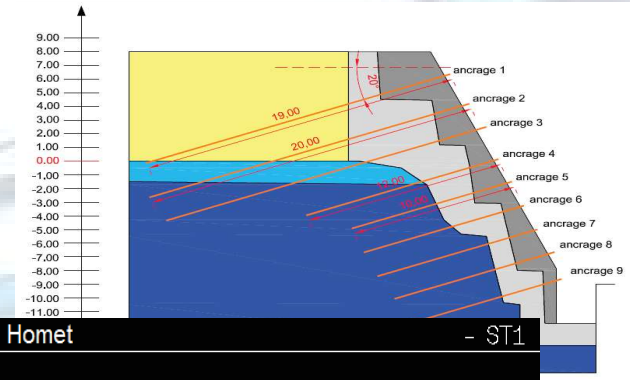
- Modélisation ST1

Coque + ancrages

(raideur appuis élastiques selon expr §4.2 NF P94-282)

- vérification du clouage
- predimensionnement ferrailage passif

- Nombreuses itérations entre GMS et OA



Merci de votre attention



Sarah DEVIMEUX – Cerema
Laboratoire Régional de Rouen

Jérôme SALIBA – Cerema
Laboratoire Régional d'Aix en
Provence

Bruno VION – Département
Conception et Exploitation Durables
des infrastructures d'Aix en
Provence