



PORT 2000 – Retour d'expérience

J. LAVISSE - SBF
Ph. JOIGNANT - GPMH



REX4

Sommaire

- > Le projet
- > Présentation de la reconnaissance géotechnique
- > Détermination des horizons de calculs
- > Coupe type de l'ouvrage – phasage réalisation
- > Méthode de calcul
- > Programme de suivi
 - cote du bed rock,
 - nivellement,
 - inclinométrie,
 - extensométrie,
 - planimétrie,
- > Recalage des calculs sur inclinométrie

Le projet

Port 2000 consiste à réaliser un port en eau profonde à l 'extérieur du port ancien en bordure d 'estuaire.

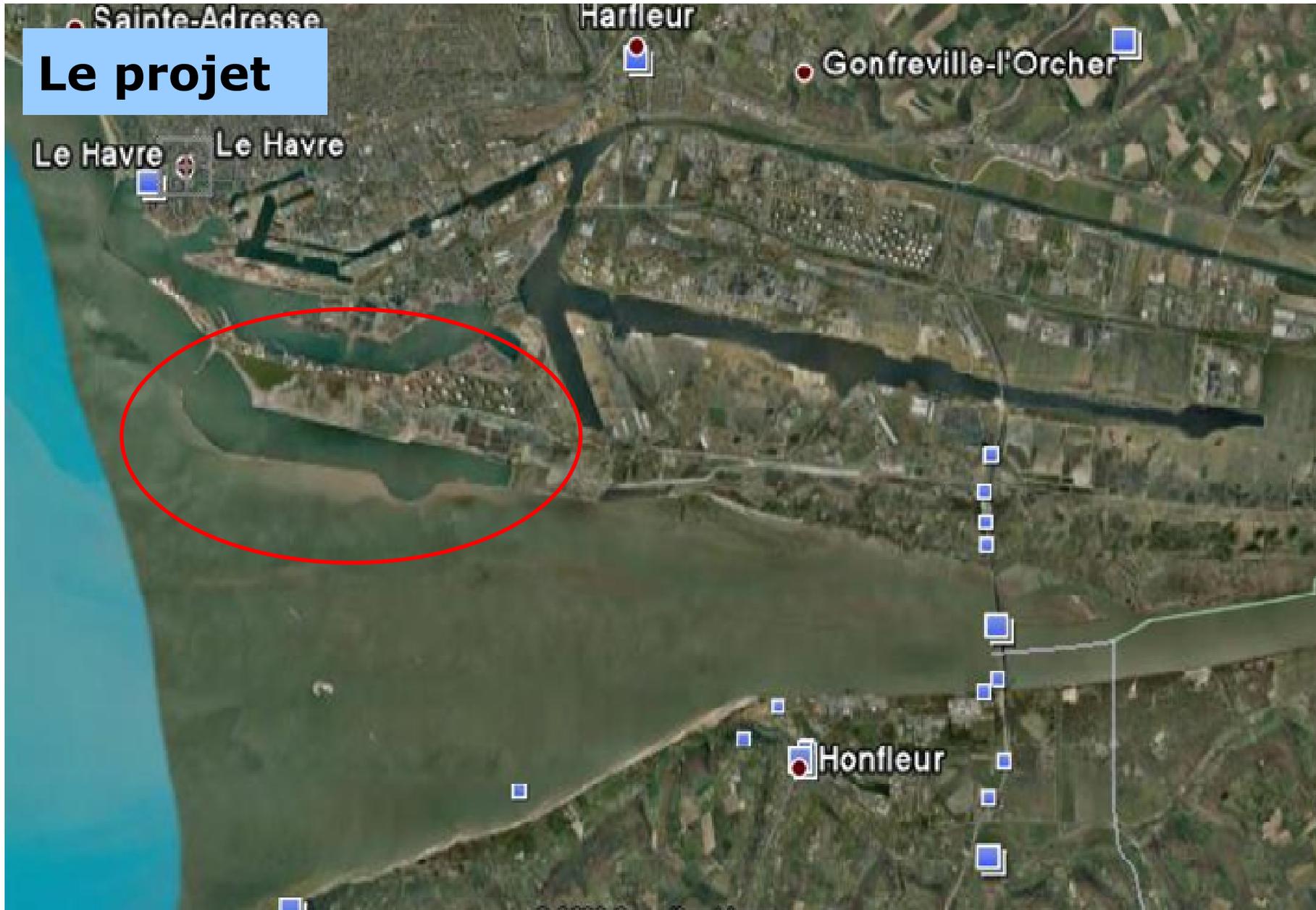
Il est constitué de 3 phases de construction:

- phase 1: 4 postes de 350m - achevé
- phase 2: 6 postes de 350m - achevé
- phase 3: 2 postes de 350m - à réaliser

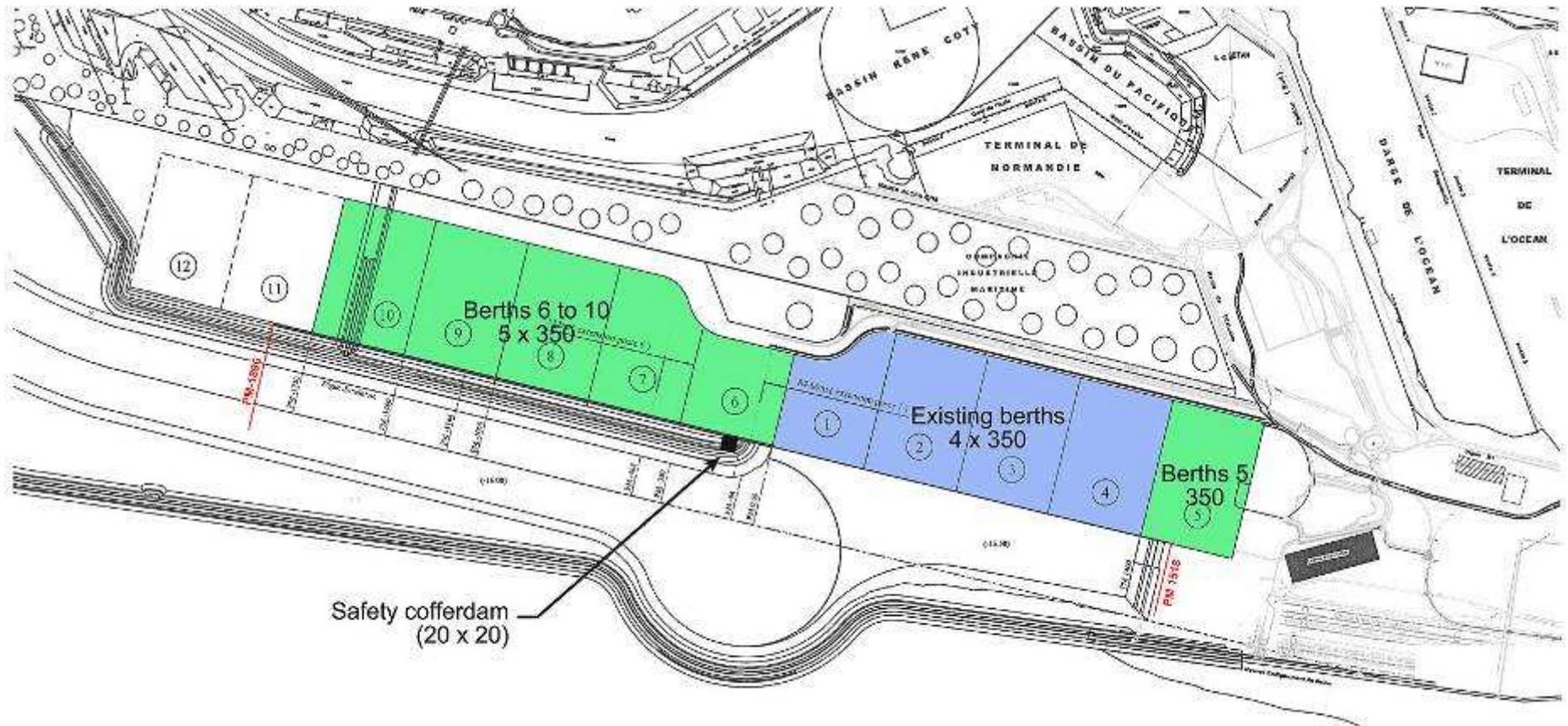
Les postes Ph2-3 présentent une cote de calcul de (-19.00) soit une hauteur libre de 29m pour une hauteur totale de soutènement de 40m.

Port 2000 permet de recevoir les navires porte conteneurs de 14.000 evp - 16.00m de tirant d 'eau à toute heure de marée.

Le projet



Le Projet



Le projet



© Le Havre Port

Le projet



© Le Havre Port

Le projet

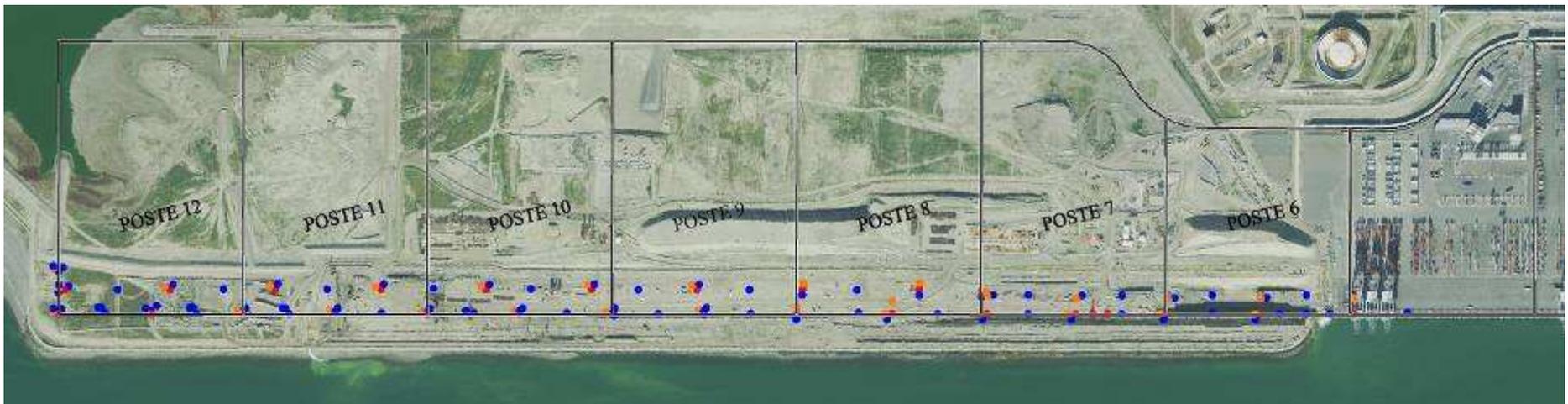
Postes à quai pour New Panamax: type Christophe Colomb

- Longueur: 365.50m
- largeur: 51.20m
- Tirant d'eau: 15.50m
- Nbre d'evp: 13.830



Présentation de la reconnaissance géotechnique Phase 2

- > La reconnaissance géotechnique Ph2 a été réalisée par Fugro - Reconnaissance + Mission G5
- > Principe de reconnaissance pour chaque poste:
 - triplet carotté - pressiomètre - pénétromètre statique
 - doublet pressiomètre - pénétromètre statique
 - pénétromètre intermédiaire



Présentation de la reconnaissance géotechnique

Phase 2

Programme de reconnaissance:

- carotté: 30 u
- pressiomètre: 30 u
- pénétromètre: 70u
- essai de pompage: 6

Coût des reconnaissances:

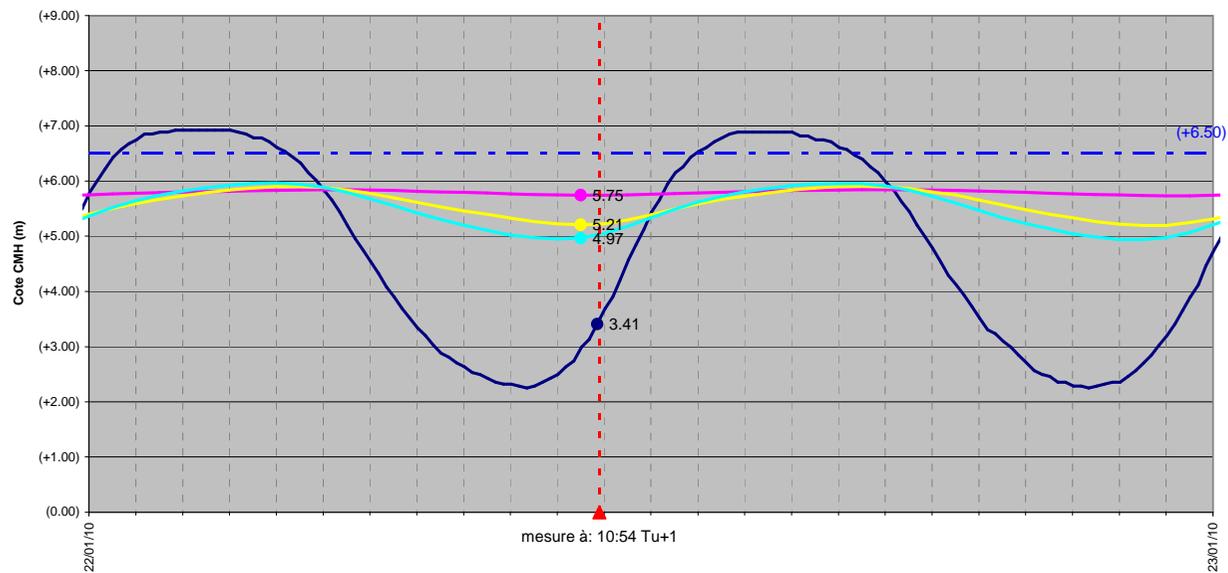
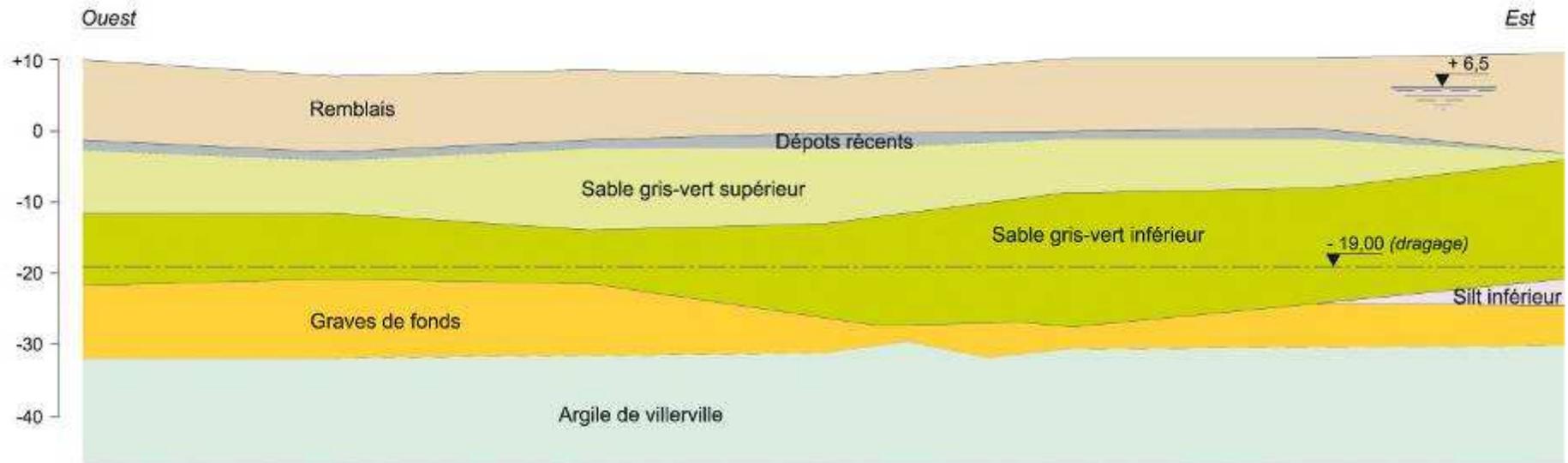
- in situ: 879 k€
 - labo: 276 k€
 - synthèse: 30 k€
- 1.185 k€

564 € / ml
0.54 % montant total des travaux (218 M€)

Délai:

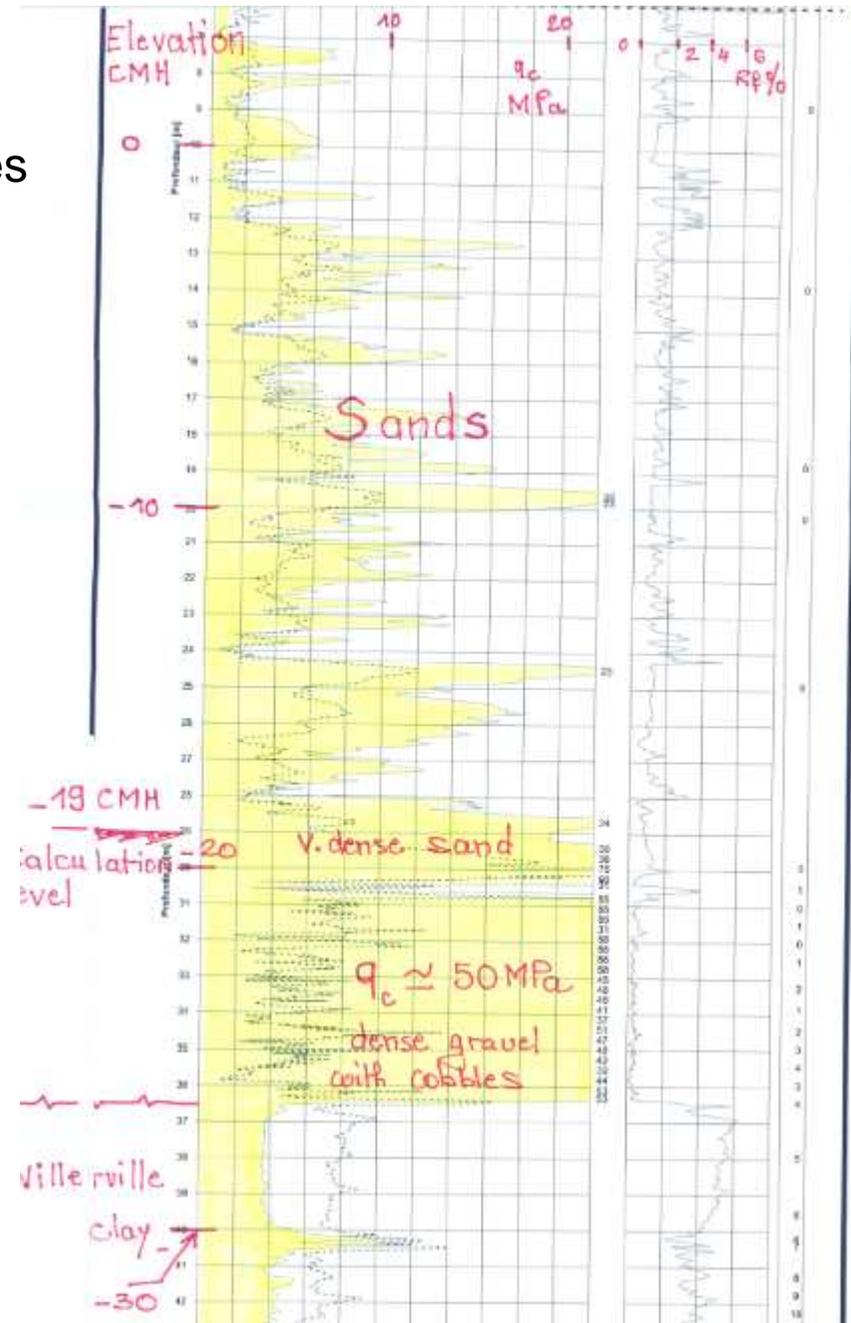
2.5 + 1.5 ans

Détermination des horizons de calculs



Détermination des horizons de calculs

Calage et affinement des couches identifiées au carotté avec les pénétromètres.

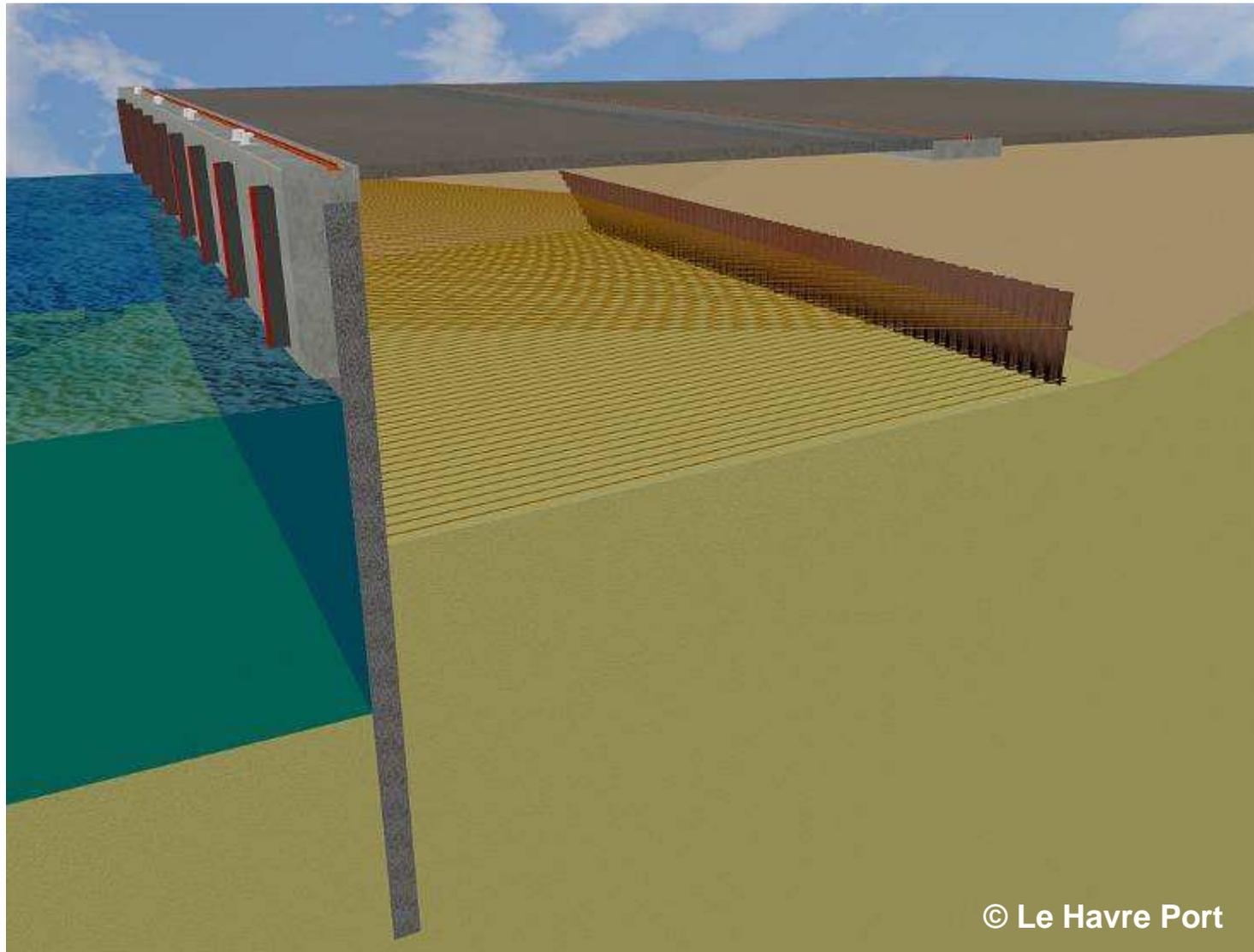


Détermination des horizons de calculs

Nécessité de bien reconnaître l'horizon des graves de fond apportant une forte contribution à la stabilité de la paroi:

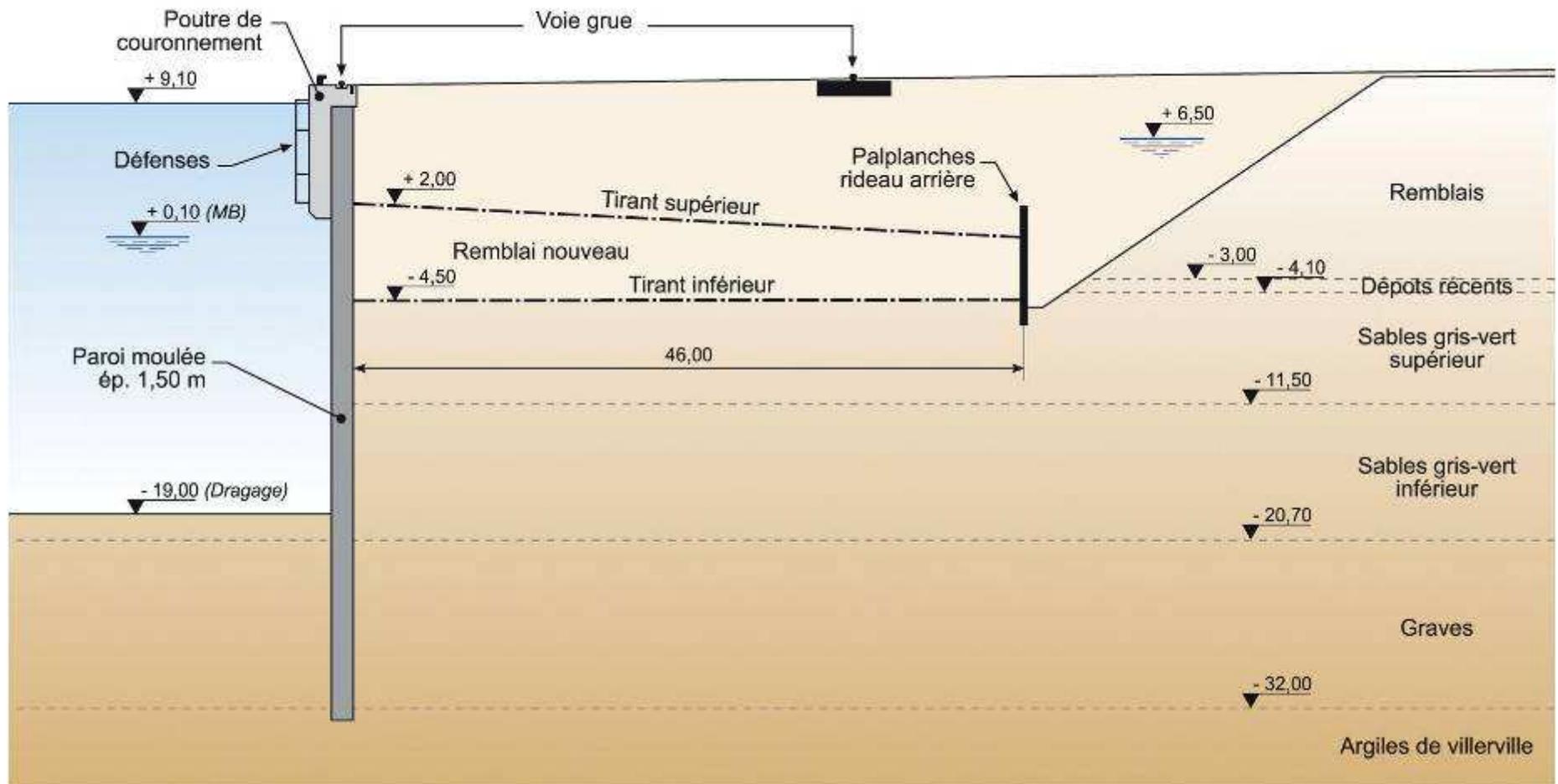
- Problème de pénétration des graves de fond: refus à 50MPa,
- Tentative de passage des graves par pénétration lente et phase d'attente mais limitée par poussée disponible et inclinaison du train de tiges,
- Avant trou au destructif dans les remblais + tubage anti-flambement à permis de passer les graves,
- Reconnaissance du toit du BR avec destructifs et corrélation des pressions d'injection avec CPT.

Coupe type de l'ouvrage - phasage



Coupe type de l'ouvrage - phasage

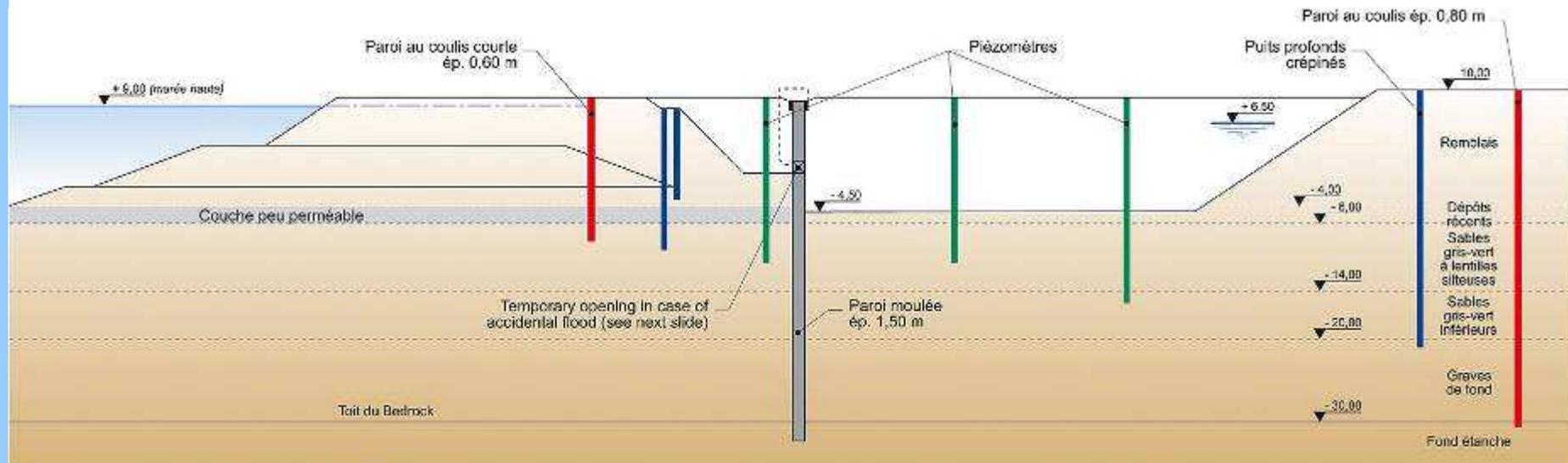
Postes 7 à 9



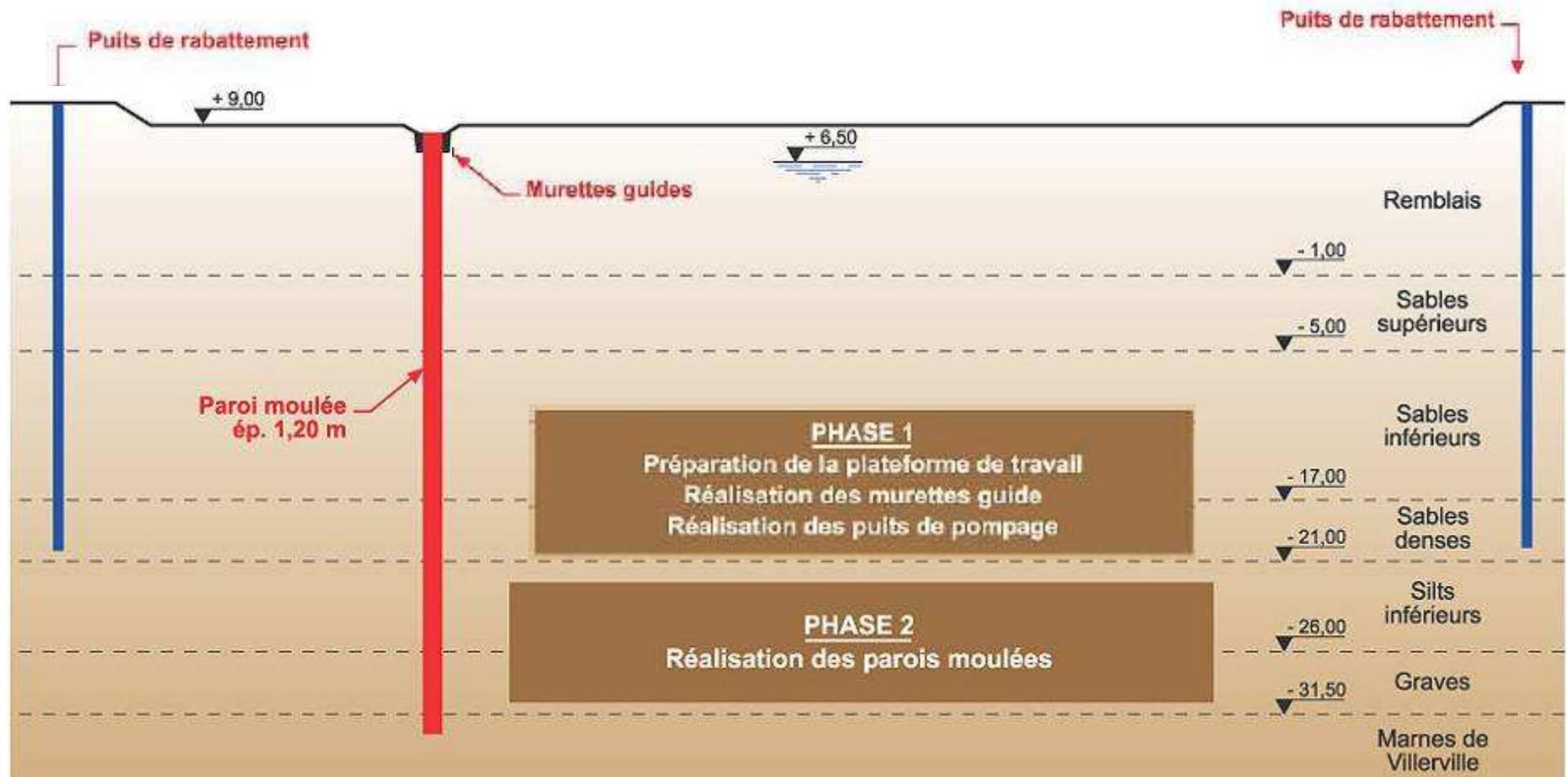
Coupe type de l'ouvrage - phasage

Postes 7 à 9

Terrassements et mise hors d'eau associée



Coupe type de l'ouvrage - phasage



Coupe type de l'ouvrage - phasage

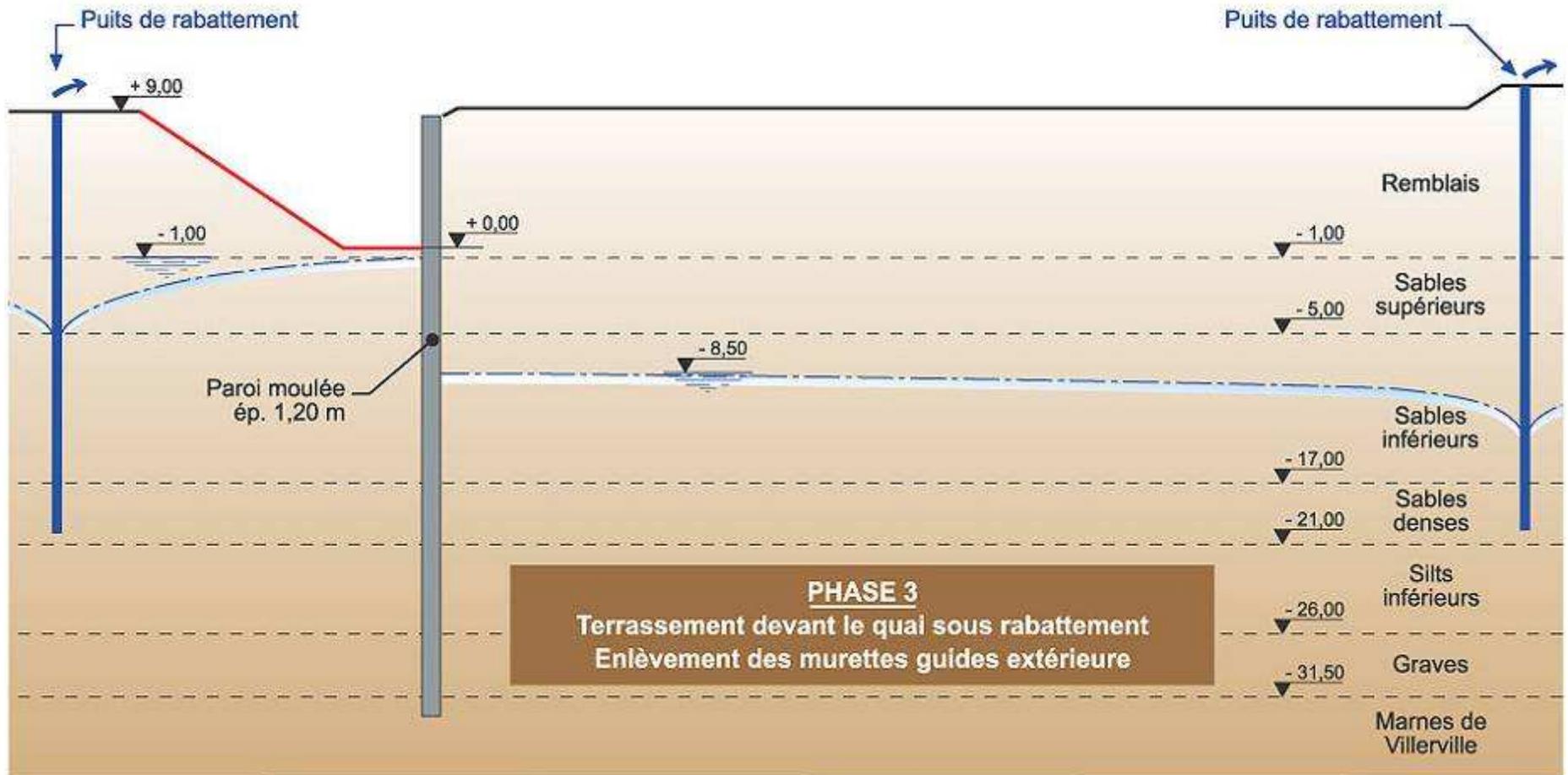




Hauteur 40m
Largeur 5,55 m
Poids 60 tonnes



Coupe type de l'ouvrage - phasage



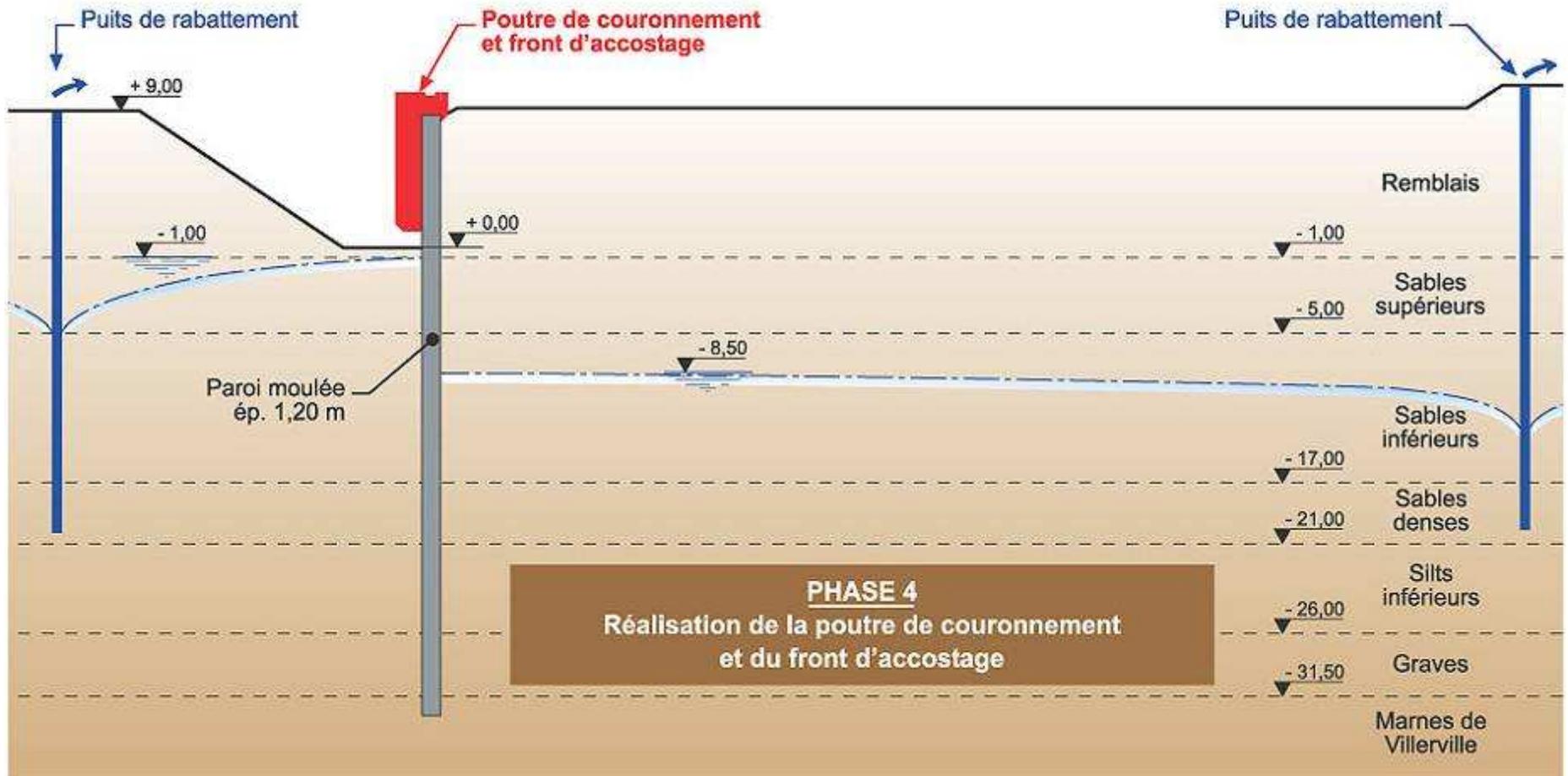
Coupe type de l'ouvrage - phasage

Gabion pour isoler la fouille avant de la mer



gabion 16 * 20 m

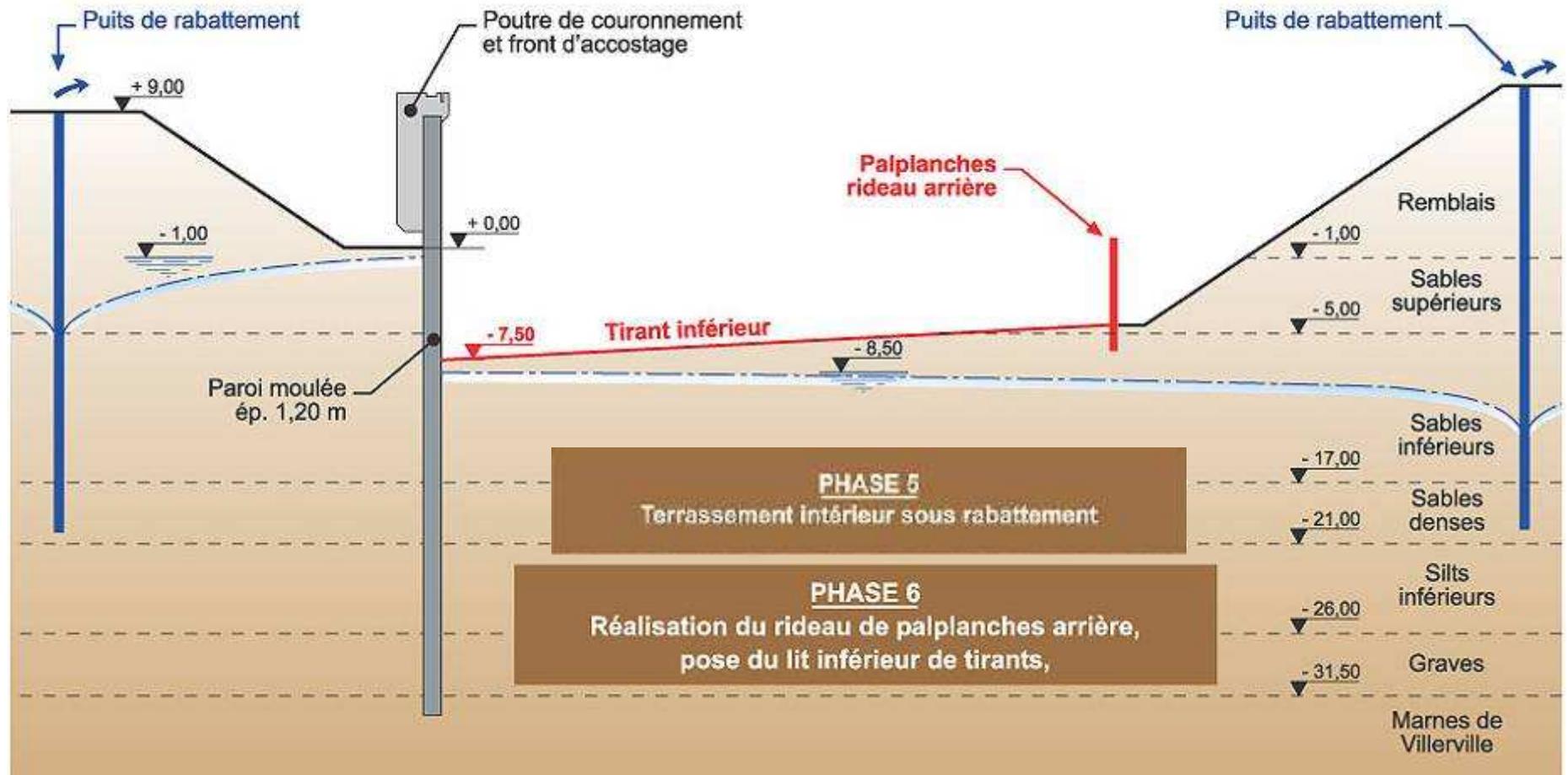
Coupe type de l'ouvrage - phasage



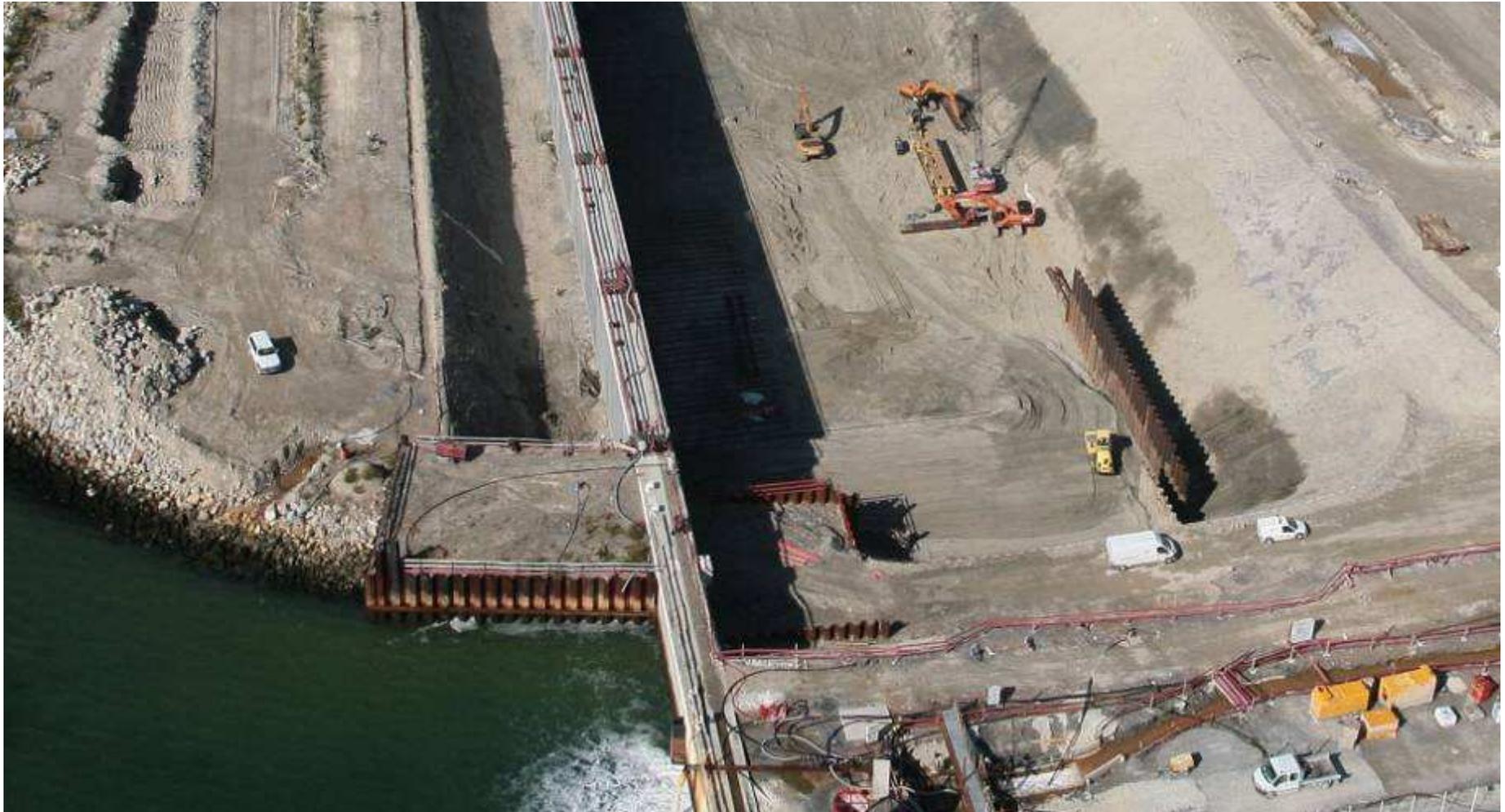
Coupe type de l'ouvrage - phasage



Coupe type de l'ouvrage - phasage



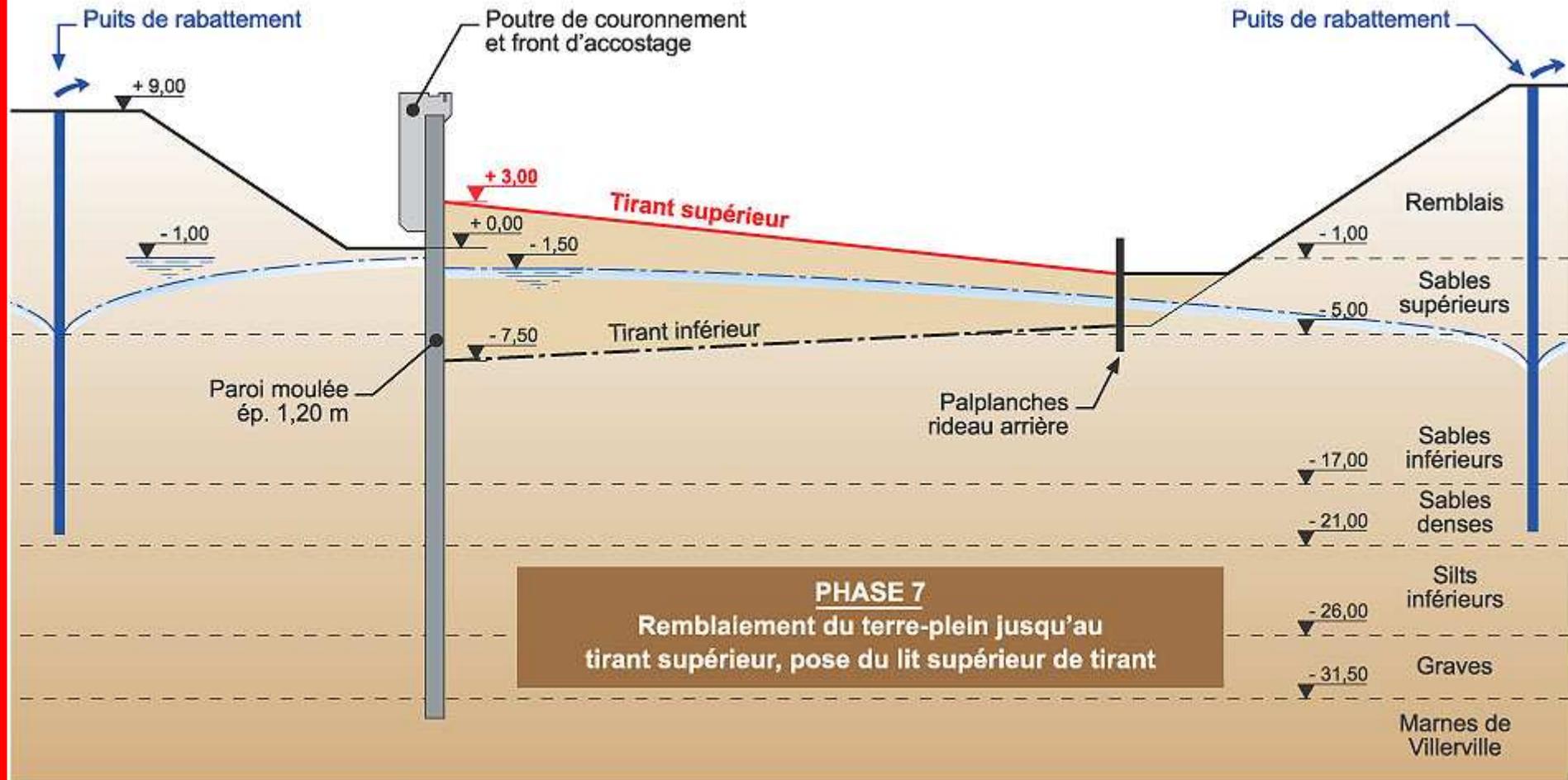
Coupe type de l'ouvrage - phasage



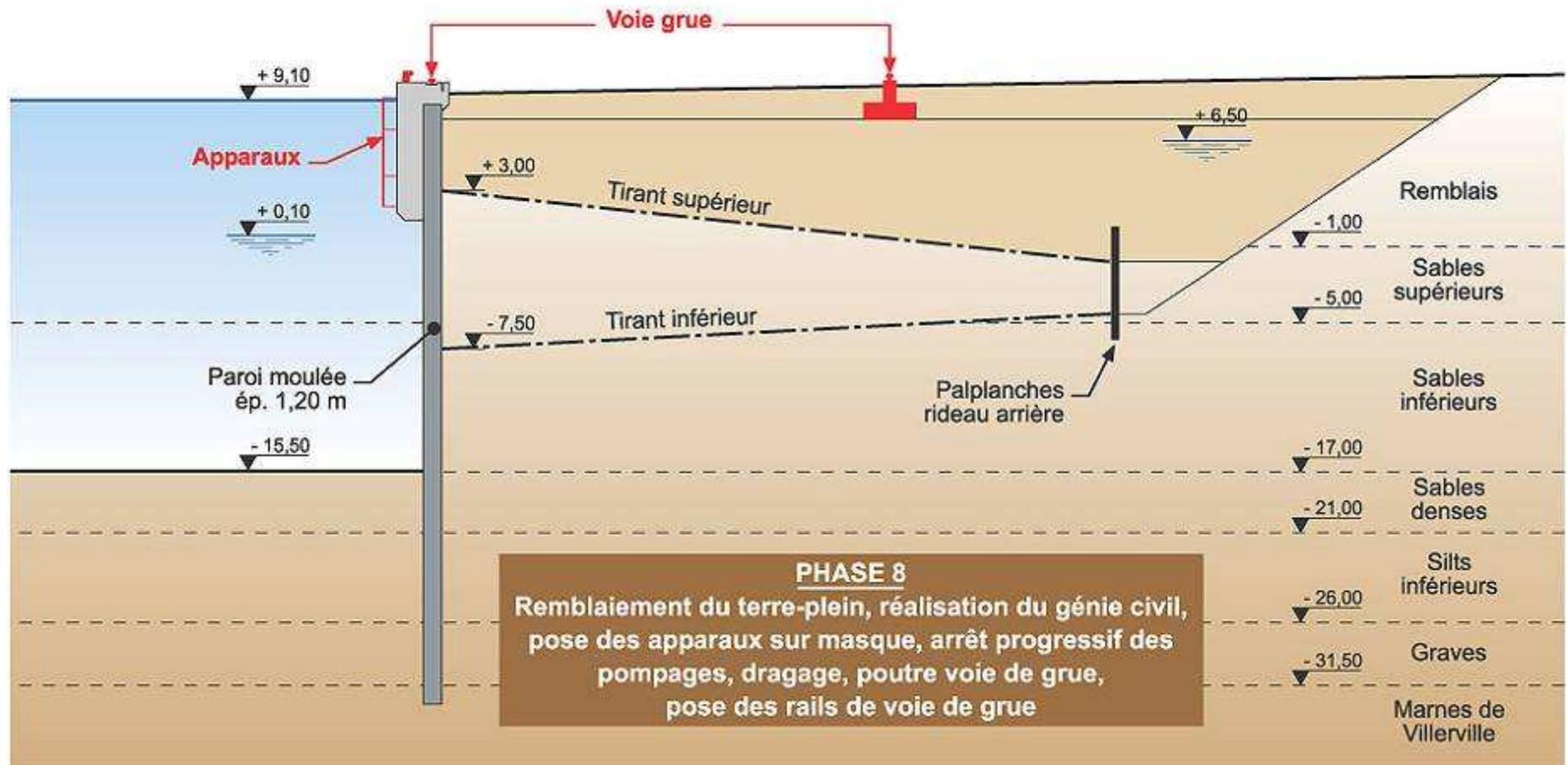
Coupe type de l'ouvrage - phasage



Coupe type de l'ouvrage - phasage

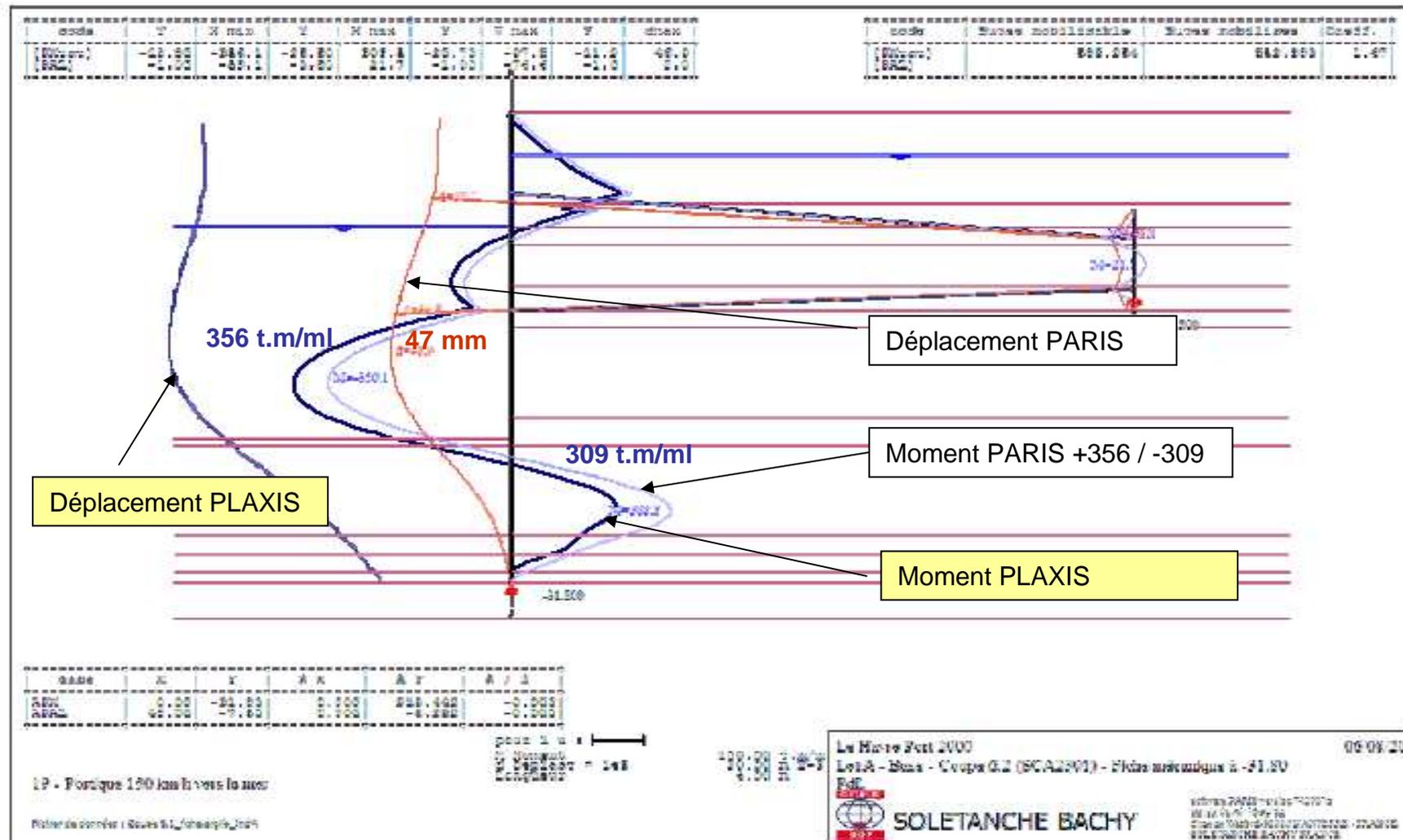


Coupe type de l'ouvrage - phasage



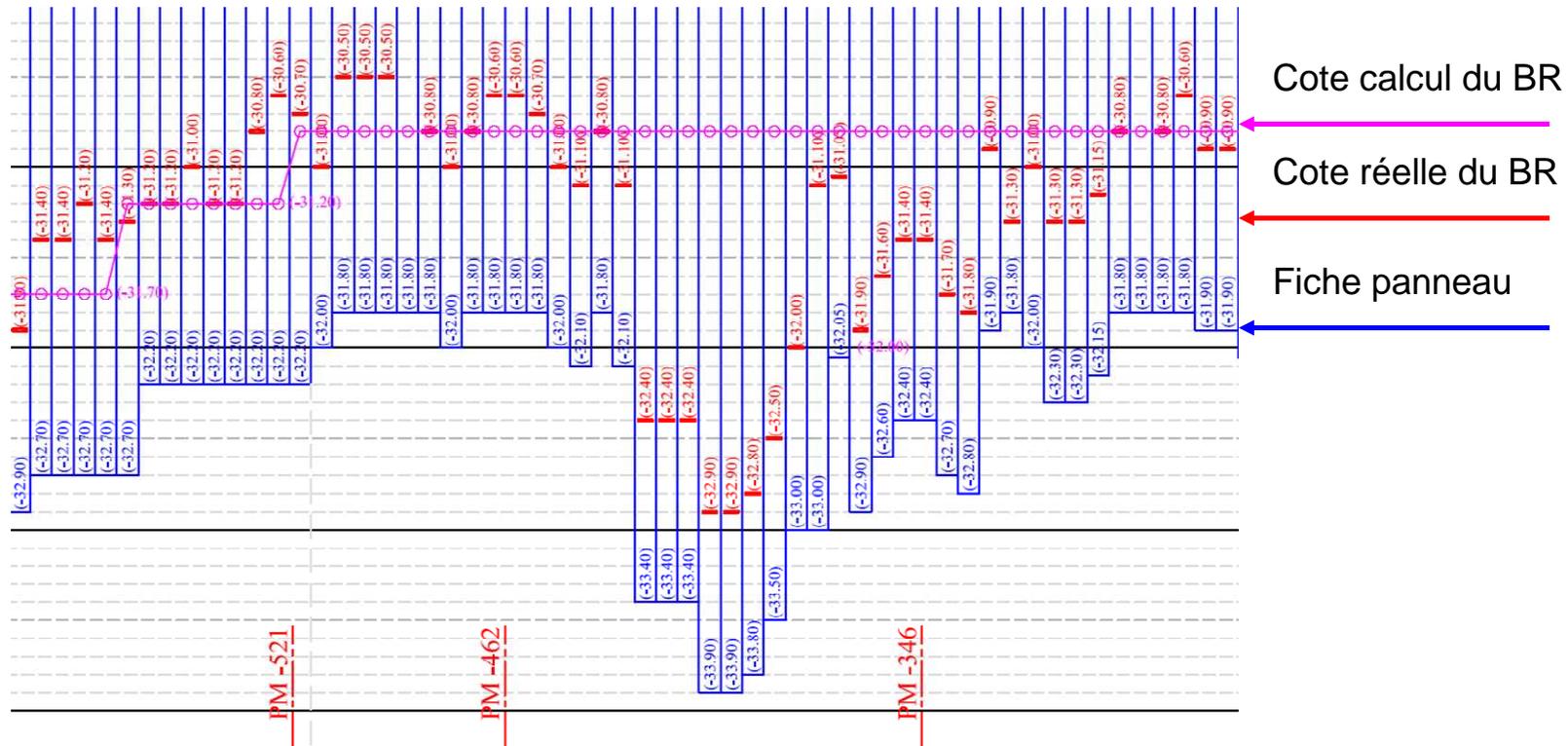
Méthode de calcul :

- * calculs d'exécution aux modules de réaction,
- * calculs informatifs aux éléments finis Plaxis - HSM



Programme de suivi – cote du Bedrock (BR)

- La cote est reconnue au forage des panneaux grâce aux paramètres d'enregistrement de l'hydrofraise.
- La hauteur de bétonnage est adaptée pour garantir 1m de fiche dans le BR



Programme de suivi – Nivellement

Dispositif:

Suivi de la paroi par mesure Entreprise + Maîtrise d 'Œuvre.

Moyen: Niveau numérique à code barre Leica DNA03 (tol. 1mm)

Constataion:

Mouvement ascendant de la paroi pendant les phases
d 'excavation

Mouvement descendant de la paroi pendant les phases de
remblaiement

Programme de suivi – Inclinométrie

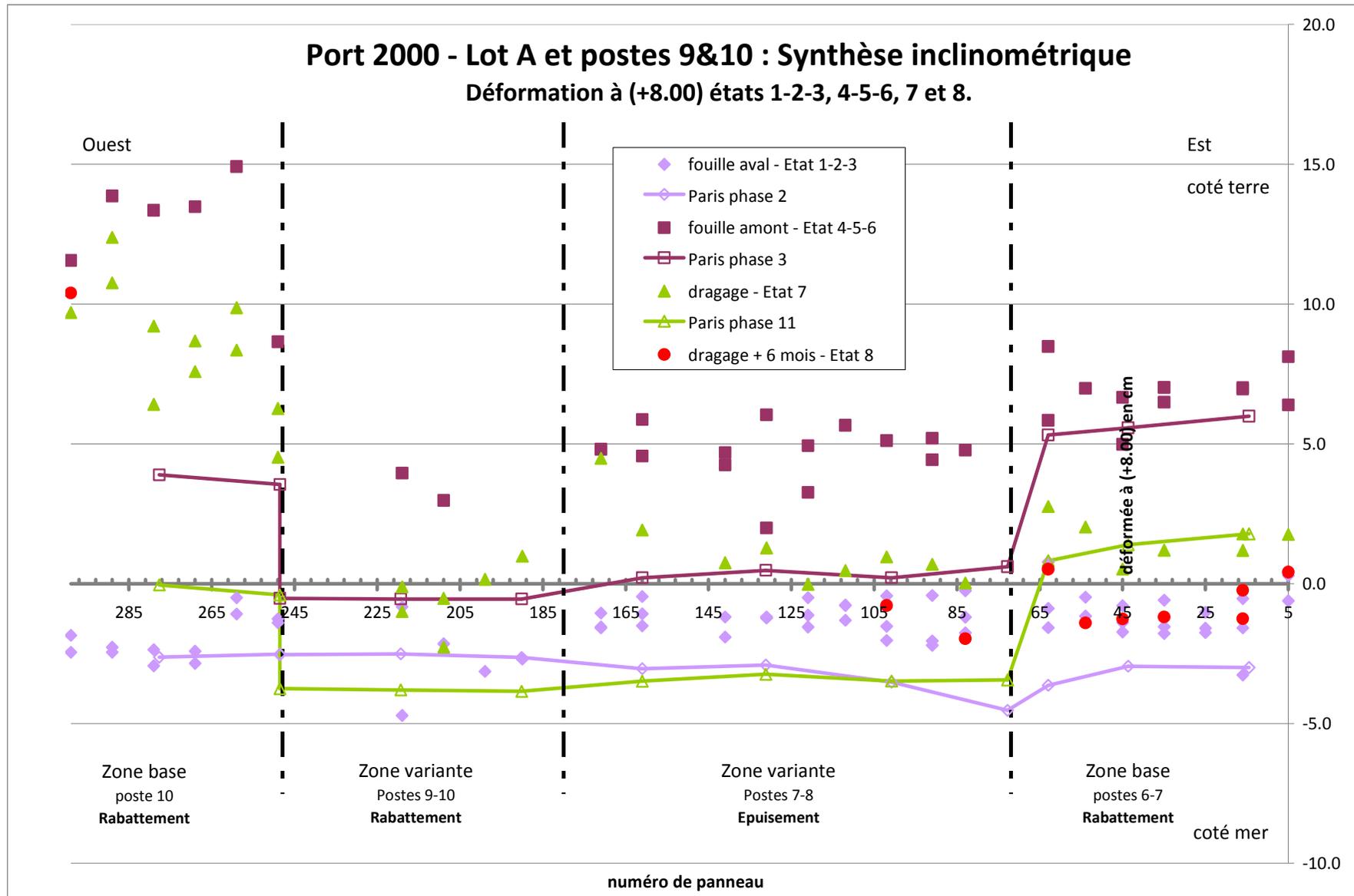
Dispositif:

- > Mise en place d 'inclinomètre tous les 10 panneaux (37 u).
- > Ancrage des inclinomètres à 20m sous le pied de paroi.
- > Nb de mesures par inclino: 6 + au coup par coup en fonction du comportement.

Constatations:

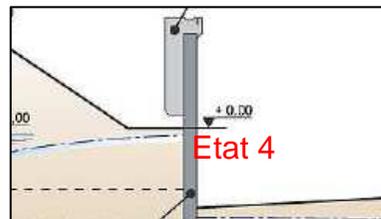
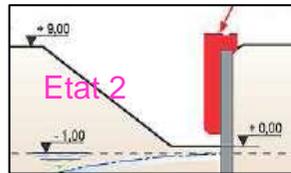
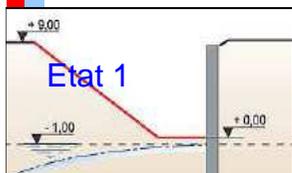
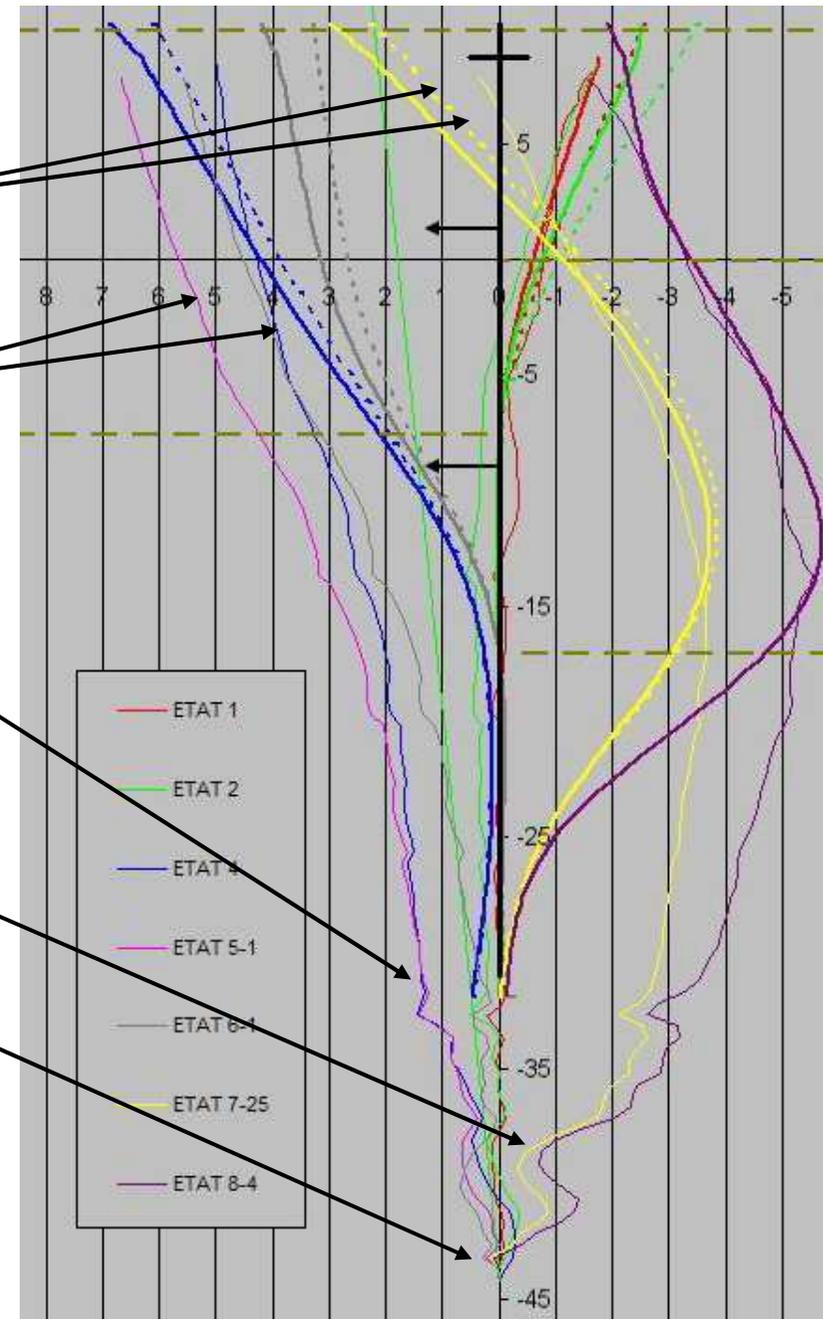
- > Ancrage insuffisant, porté en cours de chantier à 30m.
- > Déplacement des zones « bases » et « variantes » proches malgré les niveaux de tirants différents.
- > Déphasage de déplacement de la paroi / terrassement.
- > Déplacement fort en phase terrassement arrière sur une zone de 40 panneaux en extrémité ouest.

Programme de suivi - Inclinométrie



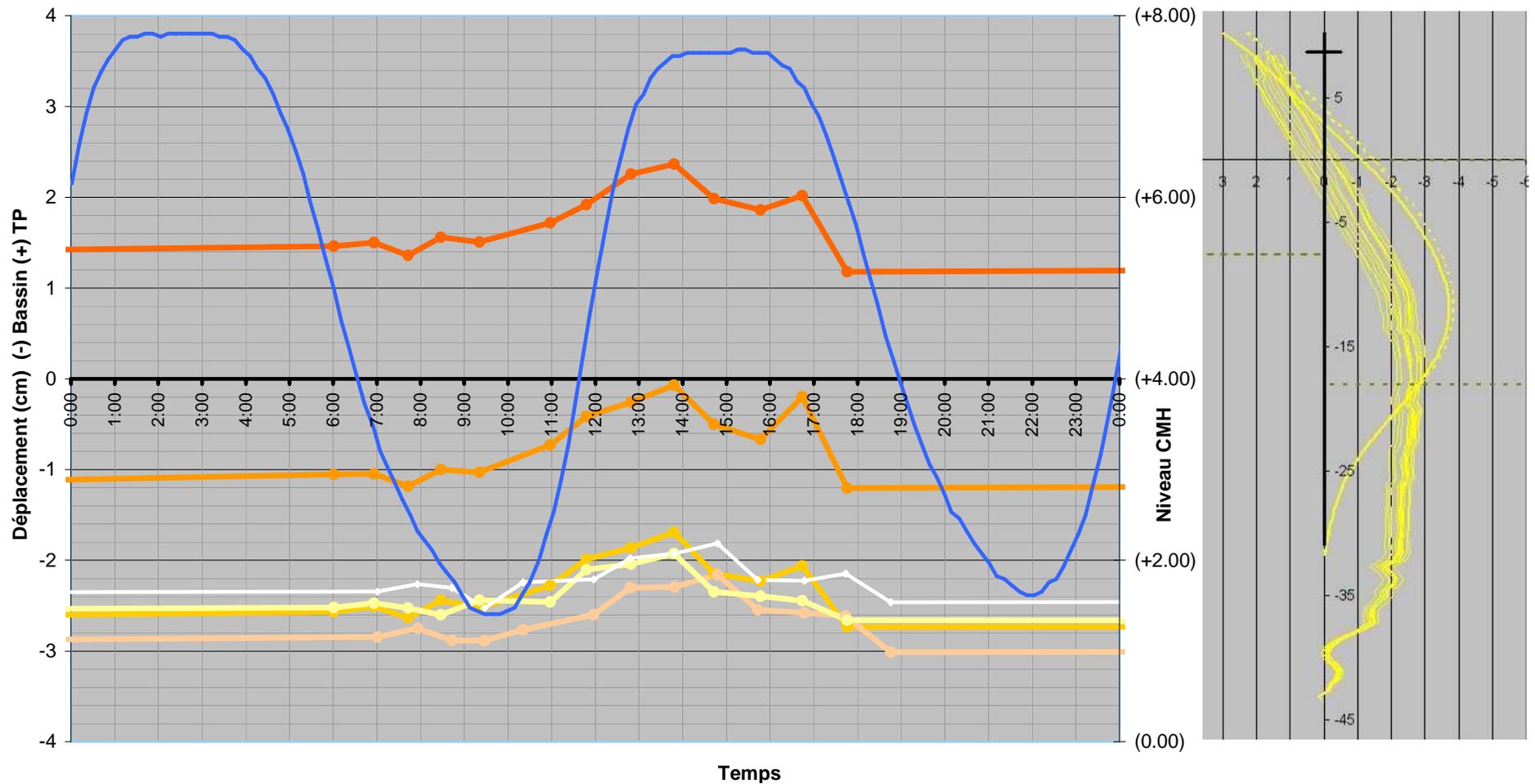
Inclinométrie

- > Bonne comparaison calcul SBF-GPMH
- > Déphasage déformation / terrassement
- > Décalage du pied de paroi non visible sur calculs élastoplastique
- > « Tassement » du BR
- > Ancrage insuffisant de l'inclino



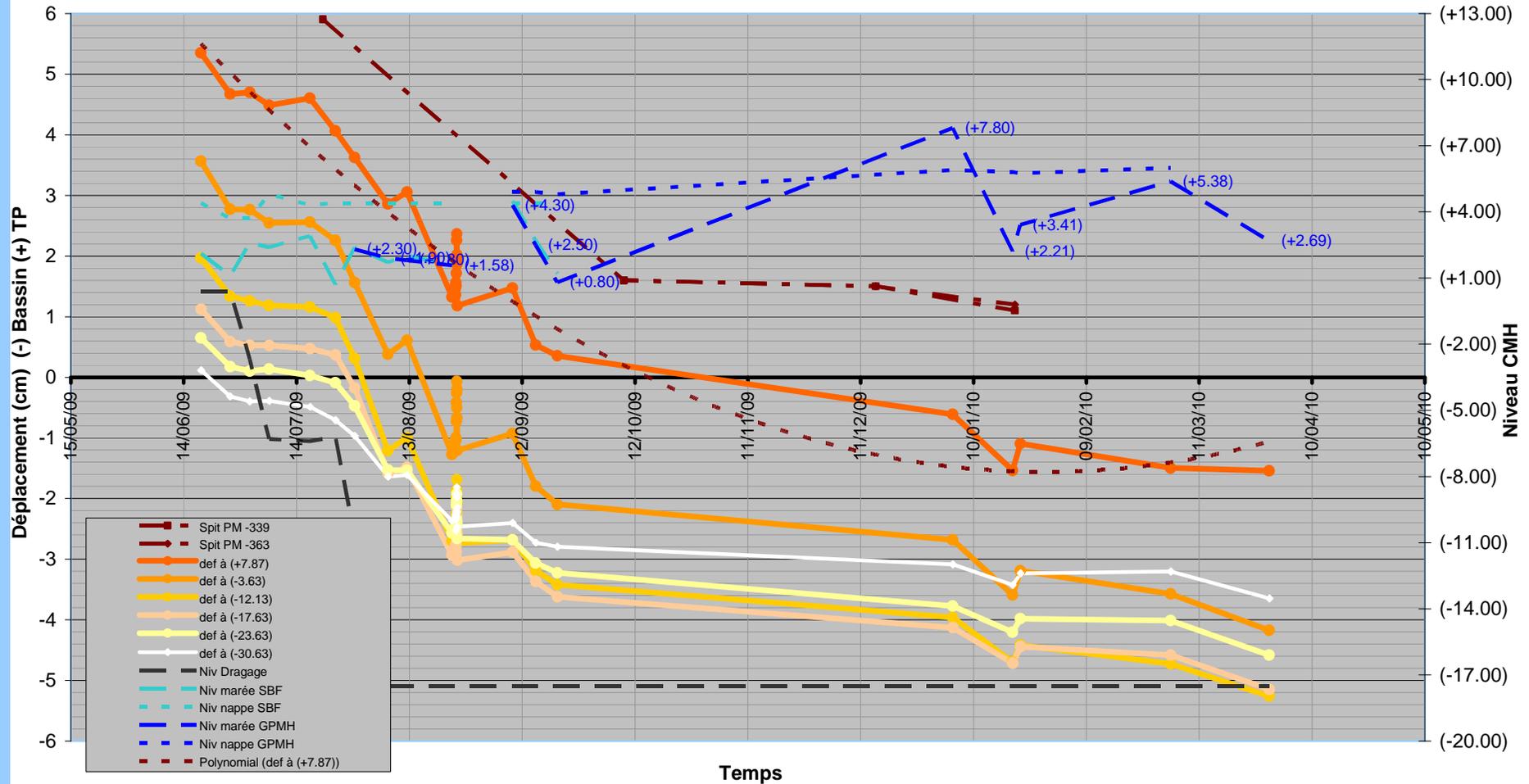
Programme de suivi - Inclinométrie

Suivi des déplacements sur un cycle de marée après dragage.



Programme de suivi - Inclinométrie

Evolution des déplacements
Zone base - Pa45 PM351



Programme de suivi - Extensométrie

Dispositif:

- > 2 panneaux instrumentés (2 * 4 tirants)
- > Couples de jauges extensométriques montés sur les tirants
- > Redondance des couples sur les tirants
- > Mesures ponctuelles pendant les travaux puis acquisitions automatiques après remblaiement.

Programme de suivi - Extensométrie

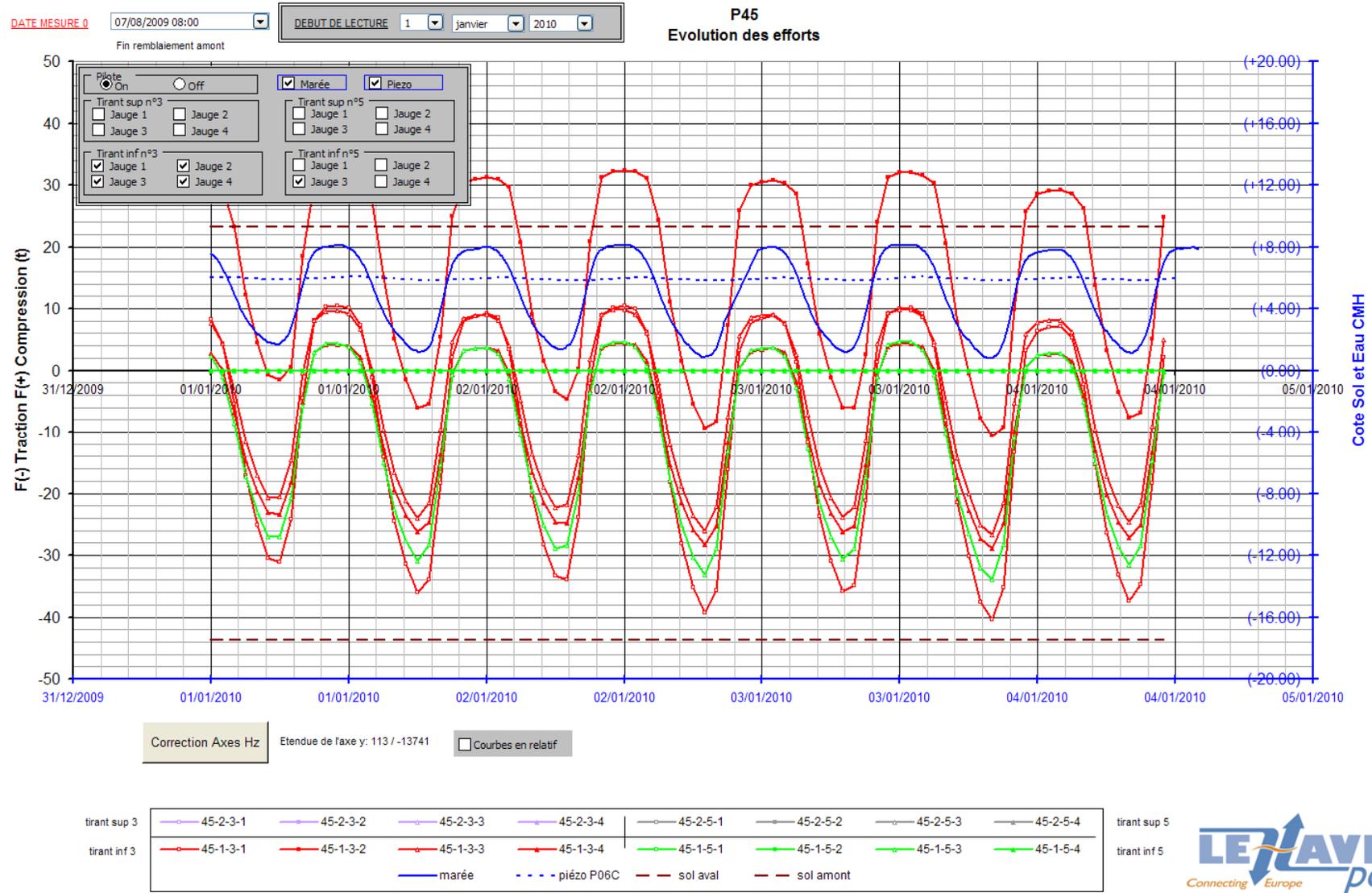


Programme de suivi - Extensométrie

Constatations:

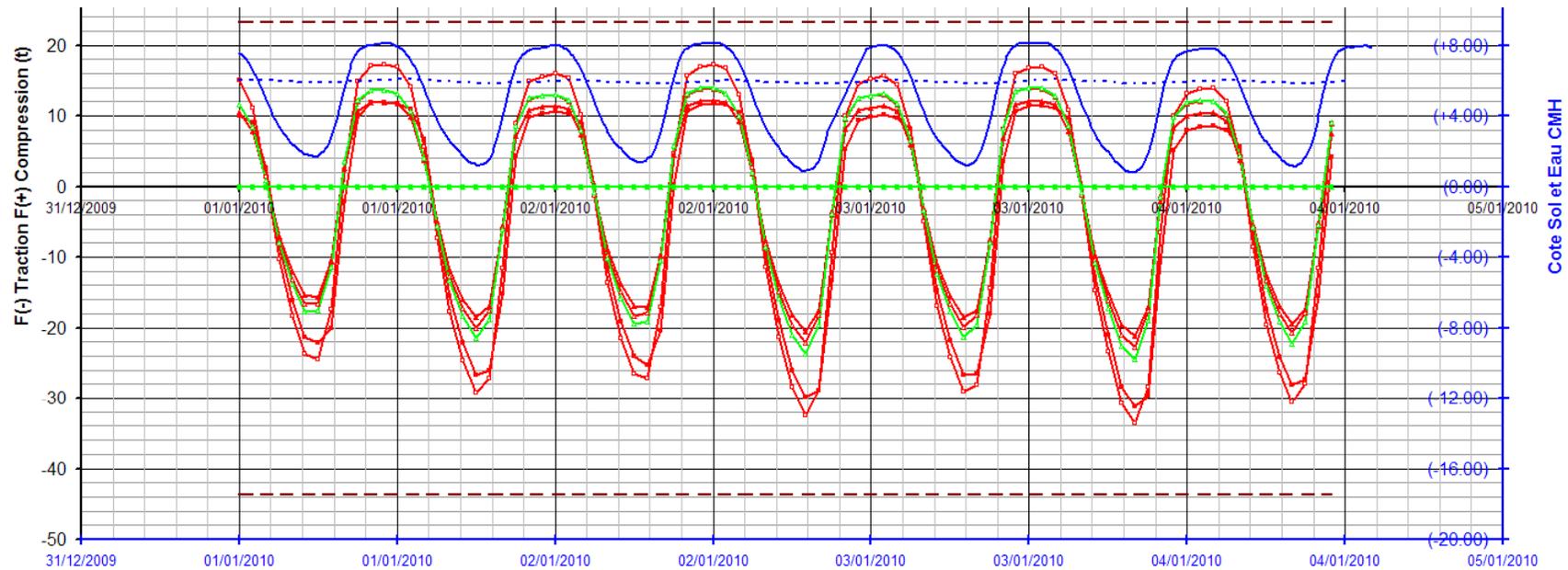
- > Nécessité d 'avoir une certaine tension pour effectuer l 'état 0.
- > Tensions absolues difficilement interprétables:
 - valeurs variables pour les jauges d 'un même couple,
 - décalage des tensions.
- > Tensions relatives (MH-MB) équivalentes pour les différentes jauges et en phase avec la marée.
- > Pertes des capteurs.

Programme de suivi - Extensométrie



Programme de suivi - Extensométrie

	Réel Δ marée 7m
Sup	30 t
Inf	46 t



Correction Axes Hz Etendue de l'axe y: 113 / -13741 Courbes en relatif

- | | | | | | | | | | |
|--------------|----------|----------|----------|----------|------------|----------|-----------|----------|--------------|
| tirant sup 3 | 45-2-3-1 | 45-2-3-2 | 45-2-3-3 | 45-2-3-4 | 45-2-5-1 | 45-2-5-2 | 45-2-5-3 | 45-2-5-4 | tirant sup 5 |
| tirant inf 3 | 45-1-3-1 | 45-1-3-2 | 45-1-3-3 | 45-1-3-4 | 45-1-5-1 | 45-1-5-2 | 45-1-5-3 | 45-1-5-4 | tirant inf 5 |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | piézo P06C | sol aval | sol amont | | |



Programme de suivi - Planimétrie

Dispositif:

Mesures ponctuelles et pilotées de déplacement de la tête de l'ouvrage

Appareil Leica TS30 sur centrage forcé

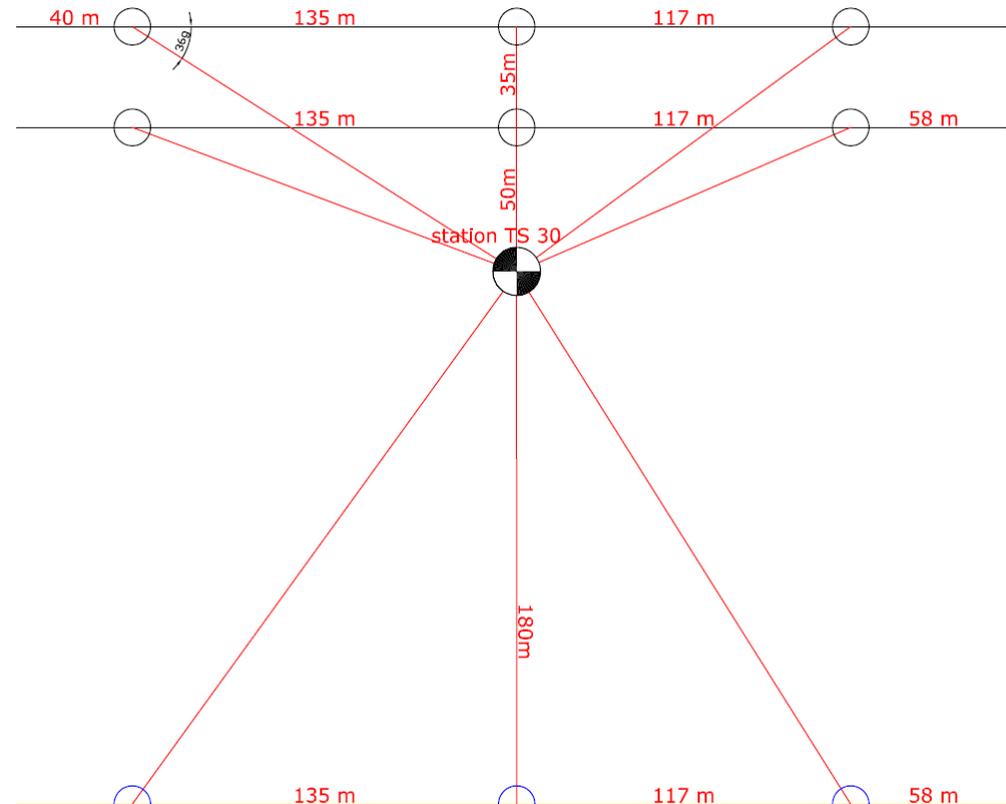
Tolérance:

- +/- 0.6mm en distance
- 0.15 mgr en angle

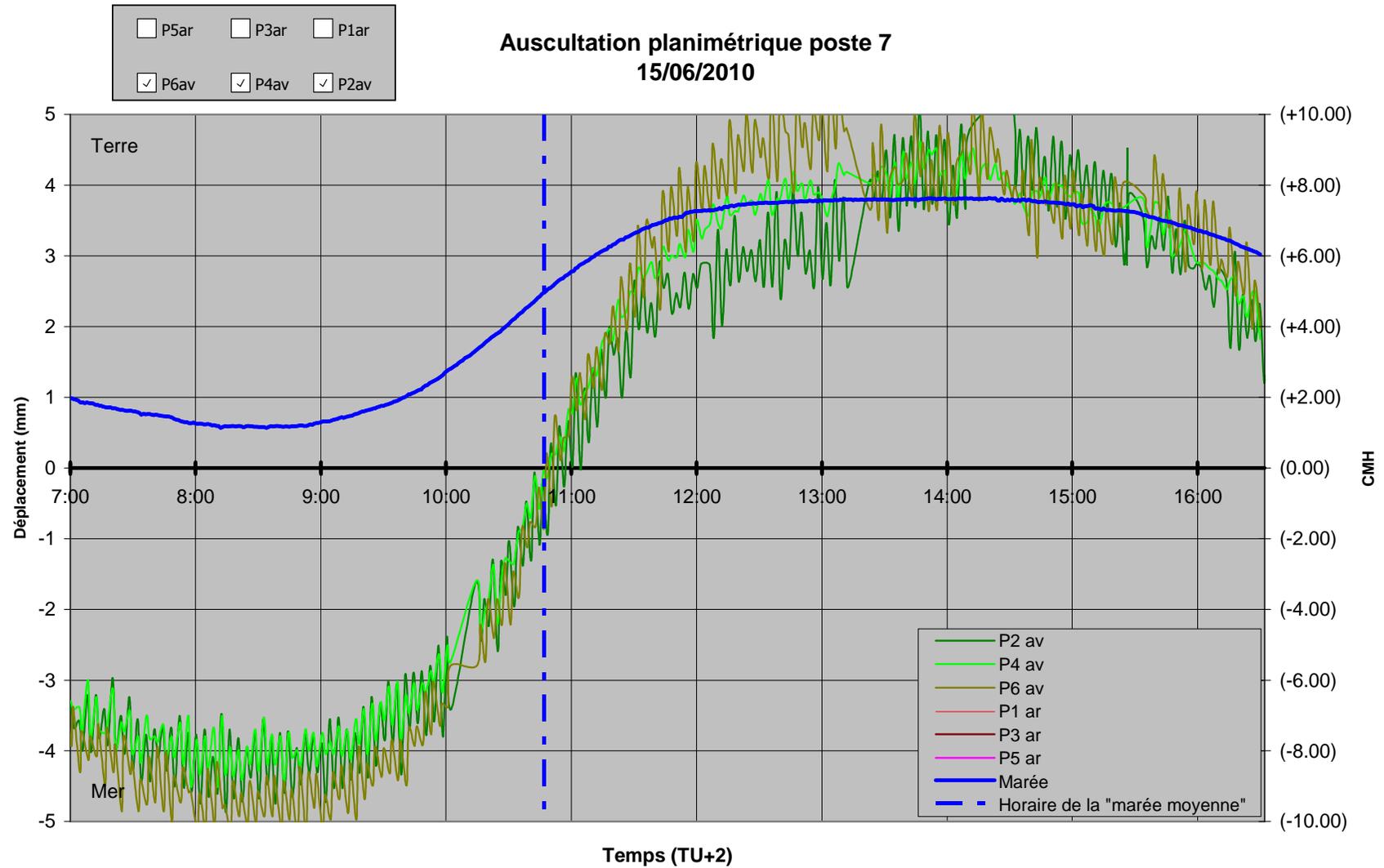
Points arrières de recalage

Constatations:

Déplacement des points en phase avec la marée autour d'un point correspondant au niveau moyen



Programme de suivi - Planimétrie



Recalage des calculs sur inclinométrie

SBF et le GPMH ont effectué des calages de modèles Plaxis 2D pour tenter de retrouver les déplacements inclinométriques.

Les calculs sont actuellement en court de dépouillement et feront l'objet d'une communication ultérieure.

Conclusion

- > Campagne géotechnique détaillée nécessaire pour optimiser l'ouvrage.
- > Difficulté à appréhender:
 - les déplacements avec calculs élastoplastiques,
 - les tensions dans les tirants sur un cycle de marée.
- > Difficulté à caler les modèles EF.