

# Cap Lopez, Gabon

Glissements sous-marins récurrents



setec



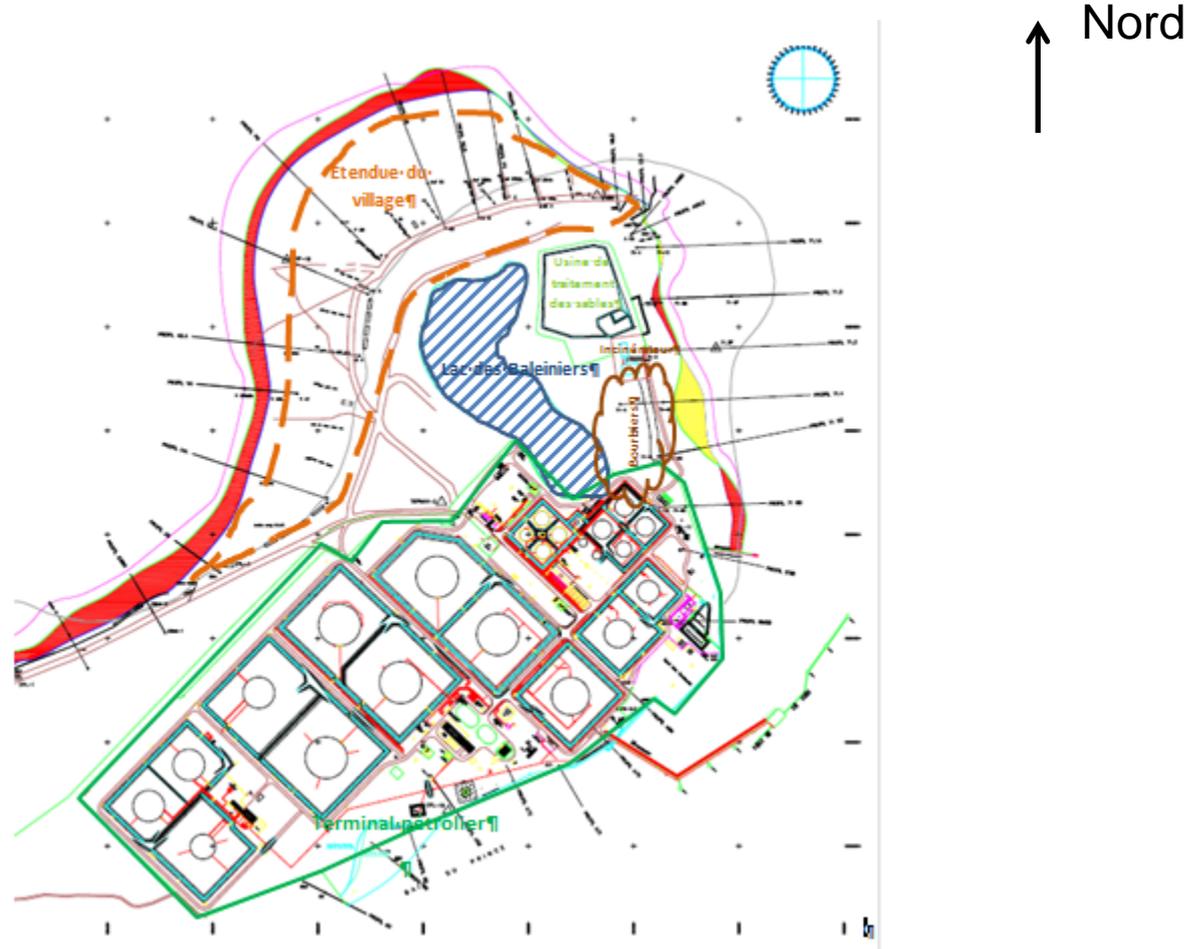
En 2015, Total S.A a confié à Setec terrasol la mission de “Basic engineering” pour le confortement du littoral Est du Cap Lopez.

Depuis des décennies, le Cap Lopez est le siège de glissements sous-marins récurrents de petite (quelques milliers de mètres cubes) à très grande ampleur (plusieurs millions de mètres cubes).

Le littoral Est du Cap Lopez abrite un terminal pétrolier toujours en activité, une usine de traitement des sables ainsi qu’un village sur la cote Ouest.

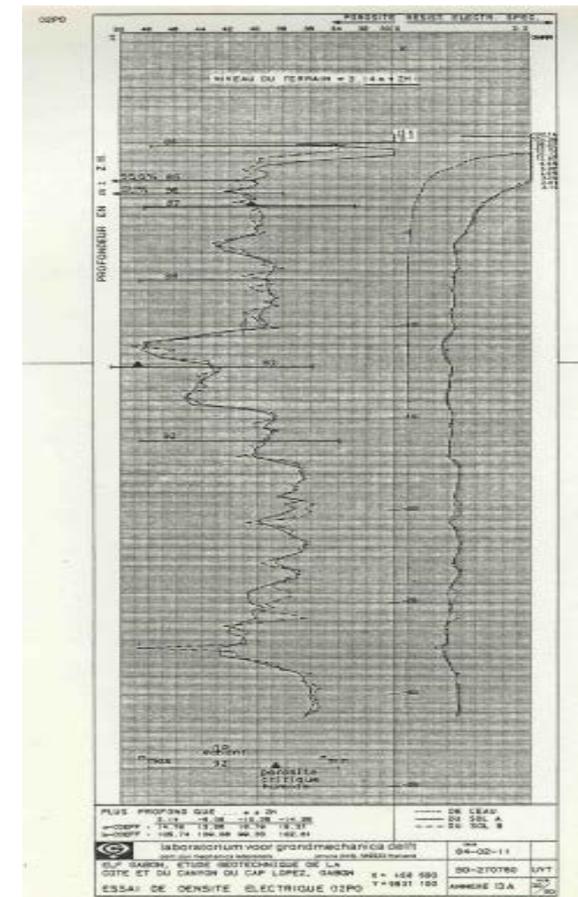
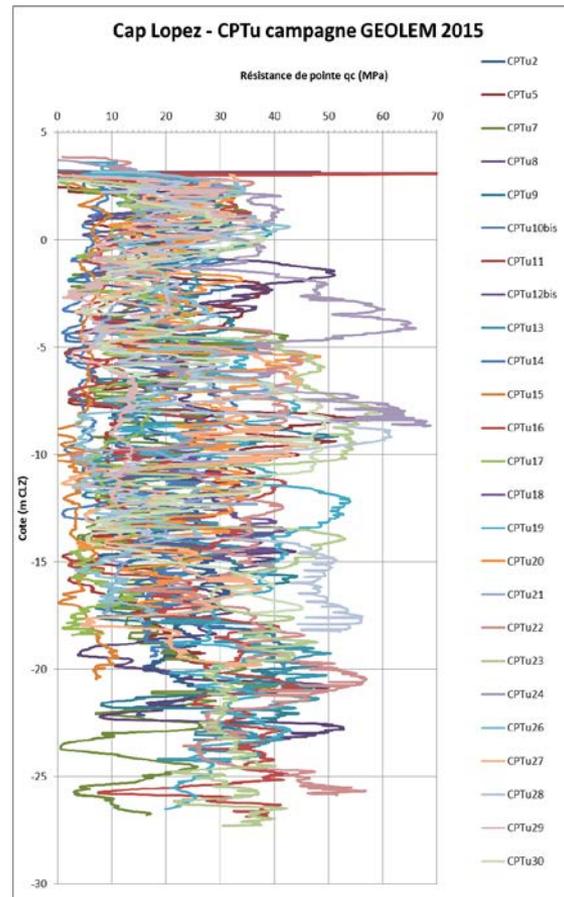


Suite au glissement de très grande ampleur survenu en 1971, qui a emporté la pointe Odden, Total Gabon a mis en place un large système de surveillance de l'évolution côtière, selon des profils identifiés et répartis tout autour du Cap Lopez. Un suivi topographique et bathymétrique est annuellement réalisé.



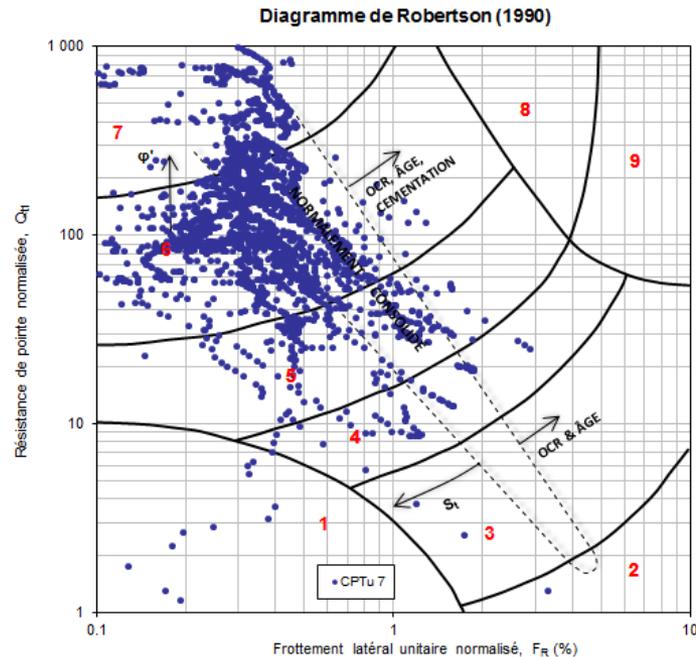
En complément, de nombreuses campagnes de reconnaissances des sols ont été réalisées et comprennent principalement des :

- essais de pénétration statique;
- essais de mesure de densité in-situ;
- essais en laboratoire.

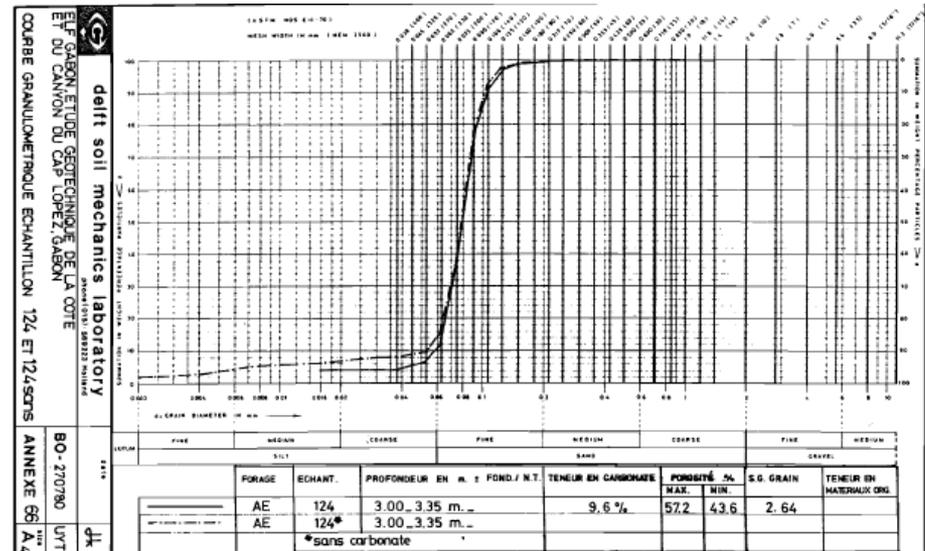


L'analyse des résultats des campagnes de sol réalisées et surtout l'interprétation des données bathymétriques ont permis de mieux appréhender le phénomène de glissement récurrent.

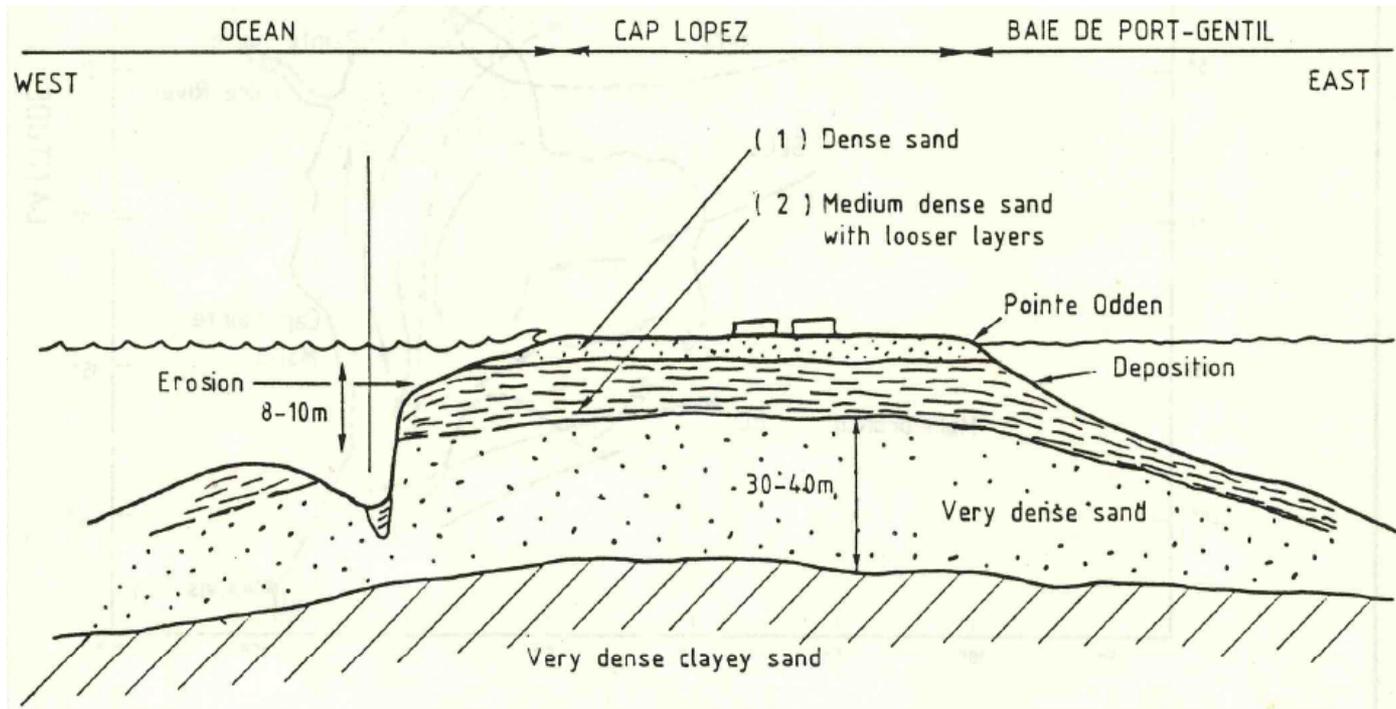
Les sols qui composent le Cap Lopez sont des sols majoritairement sableux et de granulométrie très uniforme.



1. Grains fins, sous consolidés
2. Sols organiques - tourbes
3. Argiles - argiles à argiles silteuses
4. Mélanges silteux - silts argileux à argiles silteuses
5. Mélanges sableux - sables silteux à silts sableux
6. Sables - sables propres à sables silteux
7. Sables graveleux à sables
8. Sols fins intermédiaires très raides
9. Sables cimentés ou dilatants



La coupe géologique représentative du Cap Lopez a été établie par le NGI en 1971:



Les récents essais au pénétromètre statique au piézocône ont confirmés les résultats obtenus lors des campagnes précédentes.

L'analyse des pénétromètres statiques récents réalisés le long du littoral Est du Cap Lopez présentent :

- 0,4% de résistance de pointe < 1,5 MPa (très lâches selon les classifications Eurocodes et  $0 < D_r < 15\%$ ) ;
- 2,2% de résistance de pointe comprises entre 1,5 et 4 MPa (lâches,  $15 < D_r < 35\%$ ) ;
- 13,3% de résistance de pointe comprises entre 4 et 10 MPa (moyennement denses,  $35 < D_r < 65\%$ ) ;
- 47,2% de résistance de pointe comprises entre 10 et 20 MPa (denses,  $65 < D_r < 85\%$ ) ;
- 36,8% de résistance de pointe supérieures à 20 MPa (très denses,  $D_r > 85\%$ ).

Une résistance de pointe moyenne de 22MPa, met en évidence des sables très denses et les densités relatives associées devraient être supérieures à 85%.

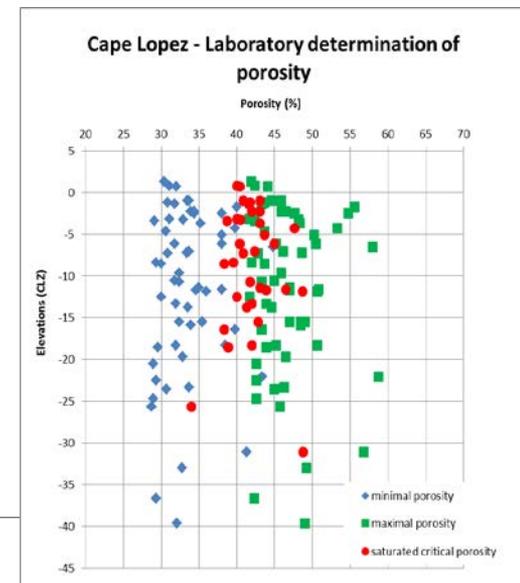
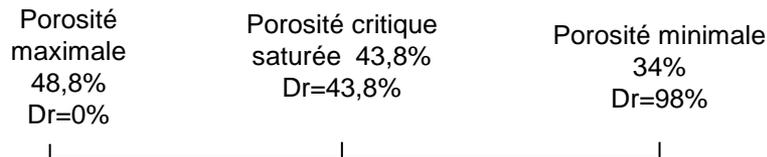


Les mesures de densité in-situ réalisées entre 1972 et 1984 par le laboratoire d'hydraulique et de mécanique des sols de Delft sont riches d'enseignement. Les mesures sont exprimées en porosité (%) converties en densité relative équivalente.

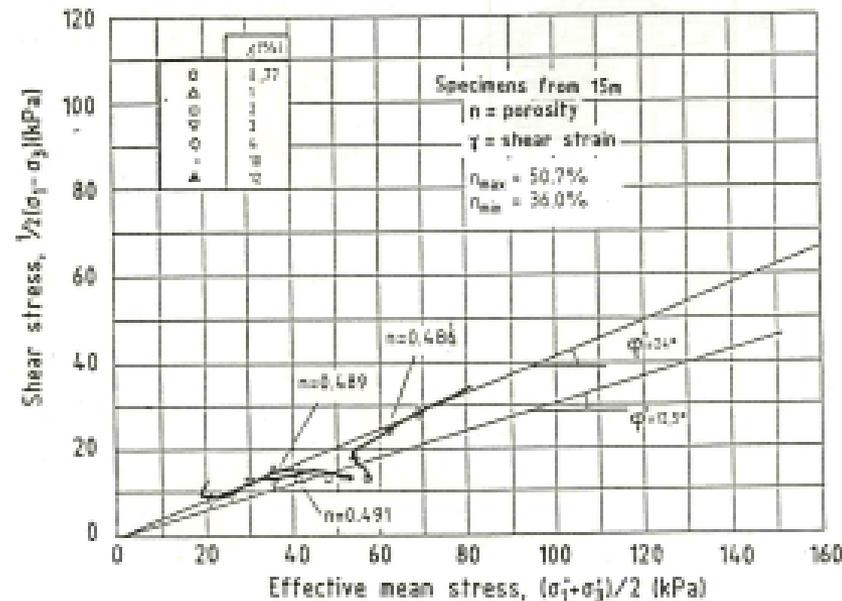
Les mesures de densité in-situ ont été confortées par des mesures de densité critique humide en laboratoire.

Il en ressort :

- une porosité minimale moyenne égale à 34%, soit une densité relative équivalente  $Dr=98\%$ ;
- une porosité maximale moyenne est égale à 48.8%, soit une densité relative équivalente  $Dr=0\%$ ;
- une porosité critique saturée moyenne est égale à 41.9%. En termes de densité relative critique saturée, cela correspond à 43.8%.

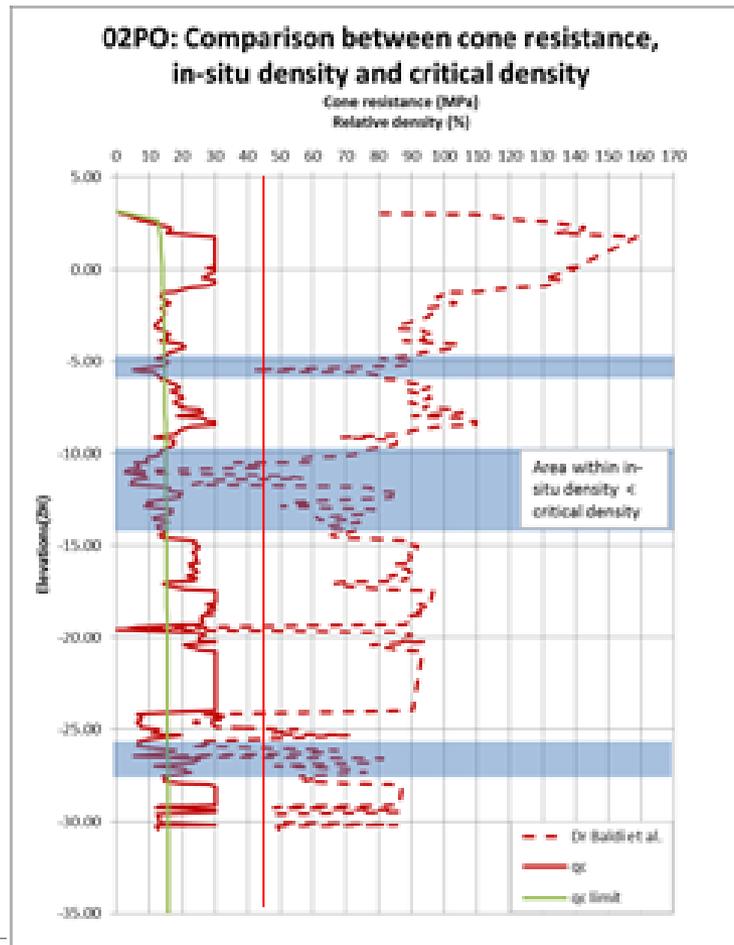


Les rares essais de cisaillement à l'appareil triaxial de révolution en conditions consolidées non drainés qui ont pu être réalisés sur des éprouvettes reconstituées aux porosités souhaitées ont permis de confirmer le comportement contractant des sables pour des porosités de l'ordre de 48% à 49%.



Les corrélations usuelles pour relier les résistances de pointe aux densités relatives ne sont pas fiables à faibles profondeurs, et les correspondances testées n'ont pas donné entière satisfaction.

Les poches de stables instables apparaissent en moindre épaisseur et plus erratiques :



Les poches de sables instables sont « responsables » des glissements sous-marins.

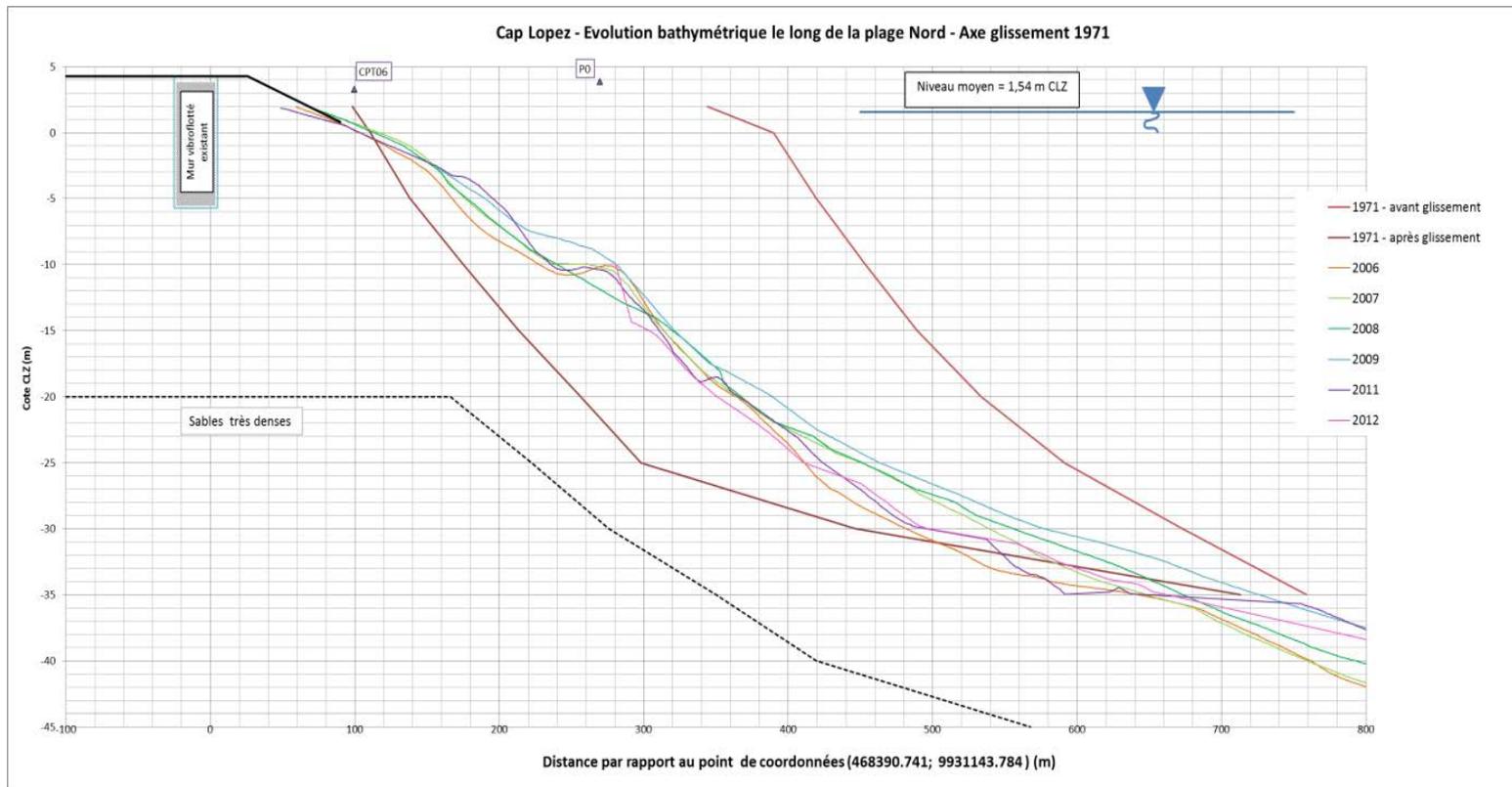
Les mécanismes de déclenchement possibles identifiés, capables de créer une augmentation du cisaillement associé à l'apparition de surpression interstitielle sont multiples :

- engraissement de la cote par les sédiments marins (le plus probable) ;
- gradients hydrauliques et écoulements sous-marins ;
- opérations de dragage ;
- micro-séismes ou vibrations anthropiques (phénomènes rares) ;
- érosion ;
- effet hydrodynamiques des vagues (faible probabilité le long de la côte Est qui est protégé des houles).

Les glissements observés peuvent être qualifiés d'écoulement et les pentes s'équilibrent à 5° par rapport à l'horizontal.

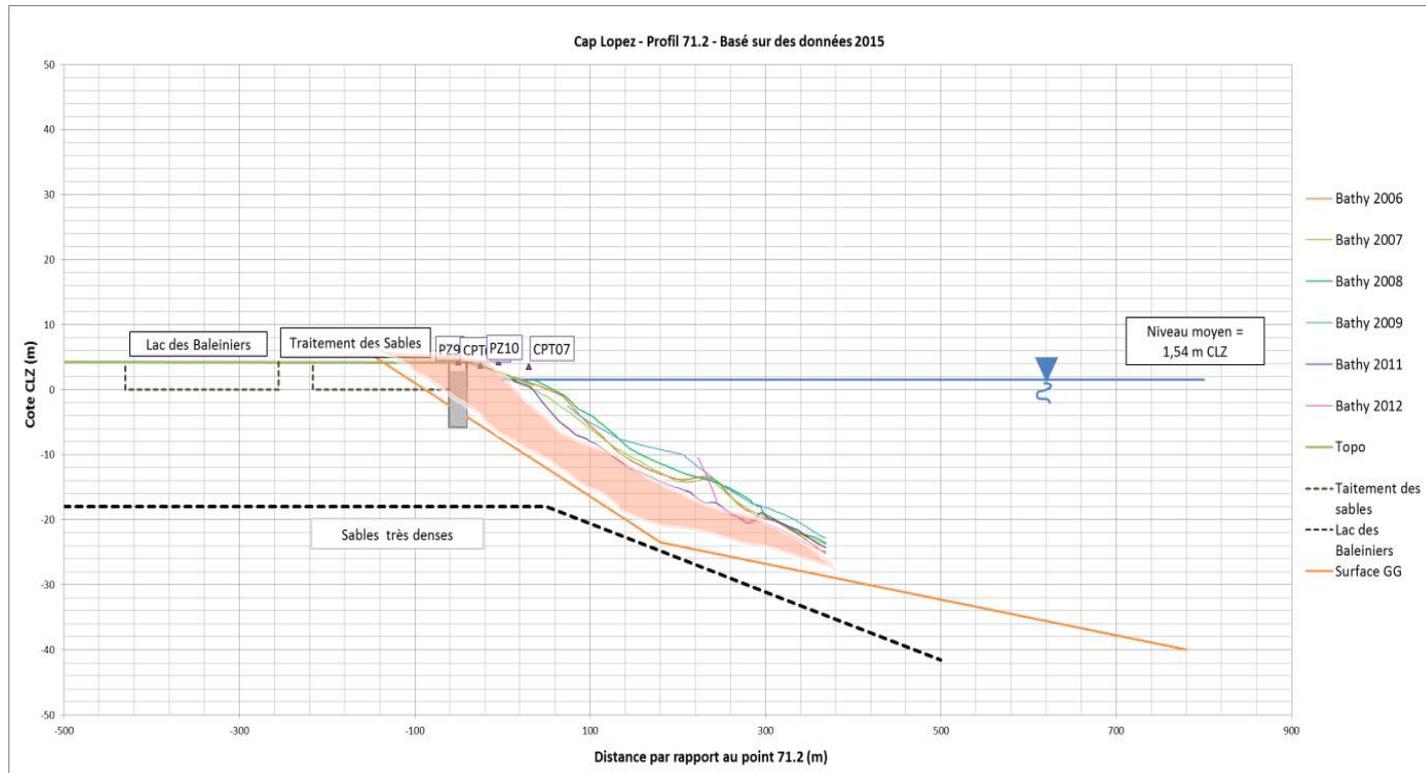
Grace à l'interprétation des relevés bathymétriques et des levés réalisés après glissement, un zonage et une morphologie des glissements sous-marins ont été établi.

Les coefficients de sécurité requis pour les solutions de confortement ont été évalués selon l'impact des glissements sur les structures existantes.



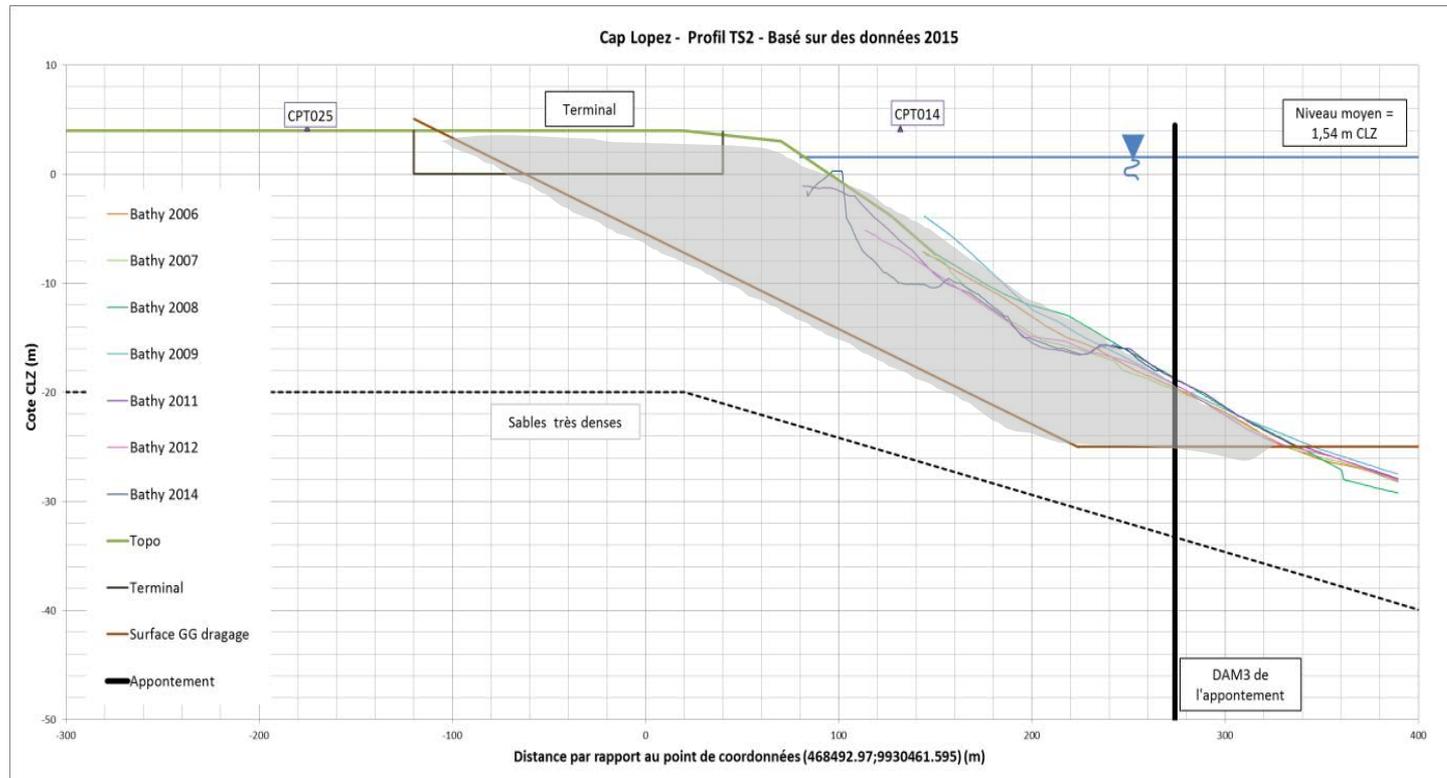
Glissement majeur de référence (occurrence 20 ans)

La morphologie du glissement majeur a été adaptée pour la zone de la plage Nord où les impacts sur les structures existantes sont moindres.



$$F > 1,3 \text{ ou } \Delta F/F = +20\%$$

La morphologie du glissement majeur a également été adaptée pour la zone du quai des Chalands où les impacts sont majeurs sur les structures existantes.



Glissement impactant  $F > 1,5$  ou  $\Delta F/F = +30\%$

Dans le cadre du Basic Engineering, plusieurs solutions de confortement ont été étudiées afin de protéger le littoral Est.

Parmi elles:

- les méthodes d'amélioration des sols (vibroflottation, colonnes ballastées, deep soil mixing, injections solides, inclusions rigides) ;
- les écrans de soutènement ;
- les murs poids ;
- les solutions de confortement des sols (clouage).

Une solution de base a été proposée et un cahier des charges pour solutions variantes a également été établi.



Les solutions de confortement proposées doivent également veiller à respecter l'équilibre hydraulique du Cap Lopez et les échanges entre le Lac des baleiniers et l'océan.

Les Entreprises sont vivement invitées à proposer des solutions innovantes !





# Merci de votre attention

**setec**  
Tour Central Seine  
42 - 52, quai de la Rapée  
75583 Paris cedex 12

Tél +33 1 82 51 68 00  
Fax +33 1 82 51 68 00  
adresse@setec.fr

[www.setec.fr](http://www.setec.fr)