



HAL
open science

Mesure de la couche crème centimétrique à l'aide d'un cône de marquage

Alain Alexis

► **To cite this version:**

Alain Alexis. Mesure de la couche crème centimétrique à l'aide d'un cône de marquage. Journal de Recherche Océanographique., 1986, 11 (2), pp.47-49. hal-01007028

HAL Id: hal-01007028

<https://hal.science/hal-01007028>

Submitted on 8 Apr 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Public Domain

MESURE DE LA COUCHE CREME CENTIMETRIQUE A L'AIDE D'UN CONE DE MARQUAGE

Alain ALEXIS

Ecole Nationale Supérieure de Mécanique, Laboratoire de Génie Civil, 1 rue de la Noë, 44072 NANTES Cédex

MEASUREMENT OF THE CENTIMETRIC CREAM LAYER WITH A MARKING CONE

Key words : estuary, mud, in situ test, silting

Investigations on the silting of the estuary of Lorient, after geotechnical tests and a theoretical study, have revealed a thin mobile layer (20 cm), at the soil/watch interface : the centimetric cream layer.

The marking cone is a special device conceived to measure the thickness of this layer.

When immersed and placed on the bottom, it penetrates sheer the soft layer by its weight.

Strips of cloth are stuck to this original device and are marked by the mud, after which a direct reading is made on board the ship.

When calculating the bearing capacity of the foundation, the tests show that the layer is non homogeneous but has a quasi-linear resistance distribution (gradient of cohesion).

As the marking cone is very easy to use, many tests have been made and it has been possible to produce a chart of the mud penetrations in the estuary..

Once the critical areas have been determined observations are seen to correlate closely with the bio-sedimentary charts and the dredging known to be required.

Les travaux de recherche concernant l'envasement de sites de la rade de Lorient, à la suite d'essais géotechniques et d'une étude théorique, ont conduit à mettre en évidence une couche mobile de faible épaisseur (20 cm), l'interface entre l'eau et le sol : la couche crème centimétrique.

Le cône de marquage est un appareil spécifique conçu afin de pouvoir en mesurer l'épaisseur.

Immergé et posé sur le fond, il s'enfonce sous son poids propre dans la couche concernée.

Le système original de mesure de la fiche est le marquage par la vase de bandes de tissu agrippant, la lecture directe est effectuée à bord.

Interprété à l'aide de calculs de capacité portante d'une fondation, l'essai montre la couche comme non homogène mais possédant un profil de résistance quasi linéaire (gradient de cohésion).

Très maniable, le cône de marquage a permis de nombreux essais afin de dresser une carte d'ensemble de la rade.

En distinguant des zones critiques, on observe une bonne corrélation avec les observations, les analyses biosédimentaires et les besoins en dragages.

Cahier des charges :

La sensibilité de la couche à étudier à de nombreux facteurs, remaniement, remise en suspension, composition complexe, phase gazeuse, font naturellement rejeter la méthode de carottage puis d'essais effectués en laboratoire.

L'utilisation du matériel doit pouvoir s'effectuer à l'aide de moyens nautiques légers, très manœuvrants et de faible tirant d'eau. Maniabilité et facilité de mise en oeuvre permettant de nombreuses mesures dans la rade de Lorient.

La mesure doit être suffisamment fine pour évaluer cette couche très molle, d'épaisseur inférieure à 30 cm, distinguer des zones connues pour leur comportement différent, et assurer une bonne répétitivité.

L'étude portant sur la stabilité des vases, la mesure doit pouvoir être corrélée à des paramètres de résistance de cette couche.

Enfin, comme pour tout appareil destiné à un usage en conditions marines, il est souhaitable que celui-ci soit simple et robuste, ceci sous entendant une construction peu onéreuse afin de pouvoir le remplacer en cas de perte.

Conception :

Ce cône de marquage s'apparente à un pénétromètre statique, mais de grand diamètre et sans train de tiges. Il est constitué de deux parties principales : un cône léger d'aluminium, angle au sommet 90 degrés, grand diamètre 50 cm, hauteur 25 cm, et une jupe de rehaussement cylindrique, diamètre 50 cm, hauteur 30 cm. L'élément "pointe" est donc d'une hauteur de 55 cm.

Ces deux parties sont réalisées par pliages successifs suivant les génératrices d'une tôle d'aluminium de 2 mm d'épaisseur, en quatre quarts, et assemblées par des plats raidisseurs à un tube central.

Le poids de l'ensemble est de 3,8 daN immergé.

Si le mode d'application de la charge sur le sol est aisé à concevoir, poids de l'engin, il n'en est pas forcément de même de la mesure de la fiche.

Etant donné la nature des sols rencontrés, et le fait que la pointe ne pénètre jamais complètement, nous avons eu recours à un procédé de marquage pour la mesure de la pénétration : quatre bandes de tissu agrippant, de type "Velcro", sont fixées suivant les quatre génératrices d'assemblage de l'ensemble, et le long de ces bandes est gravée une graduation donnant directement la profondeur de pénétration.

Ainsi lorsque l'appareil se pose sur le fond, les bandes entrant en contact avec la vase, le matériau se trouve piégé par les fibres du tissu. L'appareil remonté à bord, les bandes ont gardé la trace de la pénétration. La lecture de la fiche est alors immédiate à l'aide des graduations. Par la même occasion, un examen visuel

rapide de la nature du matériau est possible.

D'autre part ces bandes peuvent recevoir d'autres tissus, afin, d'ajuster, si besoin est, la nature des fibres d'accrochage à la nature du fond.

Réalisation de l'essai :

Le cône de marquage est embarqué avec une centaine de mètres de cablot de nylon de 8 mm, qui est amarré à une manille en tête de l'axe du cône, et à un solide point fixe du bateau.

Arrivé au point de mesure, le cône est alors immergé, la descente étant freinée manuellement du bord pour assurer une vitesse de pose sur le fond quasiment nulle. Le cône est laissé au fond environ 5 secondes, sans tension sur le cablot.

La manoeuvrabilité de l'embarcation permet d'obtenir la verticalité de la traction, au moment du décollement du fond, lors de la remontée.

A la surface, l'appareil est retourné pour le vider et pour lire les quatre valeurs de la pénétration sur les bandes, ainsi que pour l'examen qualitatif du matériau. Les quatre mesures, par leur écart, permettent de juger a posteriori de la qualité de la verticalité de l'essai, et le cas échéant, de le renouveler.

Un brossage aisé des bandes de marquage suffit à rendre l'appareil disponible pour un autre essai.

La durée totale de la procédure est de 5 mn à 15 mn environ pour des profondeurs de 1 m à 20 m d'eau. L'effort de traction à la remontée est de l'ordre de 10 à 20 daN suivant la vitesse.

Interprétation de l'essai :

Modélisation initiale :

Le dimensionnement de l'appareil s'est effectué à l'aide d'une modélisation du sol simplifiée, la couche étant jusqu'alors trop mal connue.

Cette modélisation en bicouche consistant en une couche de surface de résistance au cisaillement nulle, d'épaisseur variable (0 à 30 cm) et une couche sous-jacente de cohésion constante (de l'ordre de 3 KPa), correspond aux premières mesures réalisables au scissomètre en place.

Selon cette modélisation le cône a été calculé pour pénétrer dans la couche résistante d'environ 3 cm, la mesure du marquage correspondant alors à l'épaisseur de la "couche nulle". En notant h la pénétration dans la couche à 3 KPa, et e l'enfoncement mesuré par marquage, l'épaisseur de la couche nulle est : $e - h$.

Sanglerat (1965) cite à propos de l'essai "cone test", avec un cône à 90 degrés, l'expression suivante :

$$P = k.c.Pi.h^2$$

avec P l'effort exercé sur le cône, dans le cas présent le poids immergé du cône, c la cohésion, et k un coefficient variant de 2,5 à 4 selon les auteurs.

En considérant une fondation circulaire sur sol non frottant (Terzaghi, 1943), créant un coin de sol à 90 degrés, nous obtenons, par excès à cause du contact sol-métal :

$$P > 4,9.c.Pi.h^2$$

Les deux expressions impliquent la proportionnalité entre l'effort et le carré de la pénétration dans la couche résistante, ce que les essais d'étalonnage, avec le cône différemment

lesté, infirment.

Afin de tenir compte d'une couche crème centimétrique à mesurer, il est nécessaire de modéliser le sol de manière continue.

Modèle linéaire :

Dans ce modèle, la couche superficielle d'épaisseur environ 30 cm, est supposée posséder une cohésion nulle en surface et variant linéairement avec la profondeur, atteignant 3 KPa en 20 à 30 cm.

D'après Salençon (1974) pour une semelle fixée reposant sur un sol dont la cohésion varie linéairement à partir de 0, il vient dans le cas du cône :

$$P = 1,35.G.h^3$$

avec P : poids immergé du cône de marquage

h : pénétration du cône

G : gradient de cohésion (à mesurer).

Les essais d'étalonnage avec le cône différemment lesté montrent ce modèle, impliquant la proportionnalité entre l'effort et le cube de la pénétration, comme une approximation raisonnable.

Il peut être cependant envisageable d'affiner la modélisation du profil de cohésion sous la forme :

$$c(z) = k.z^n$$

Cependant, nous ne connaissons pas à l'heure actuelle d'étude traitant de ce genre de répartition, analogue à celles présentées pour les deux modélisations précédentes.

D'après l'équation régissant le modèle linéaire, en isolant le gradient de cohésion, il vient :

$$G = 0,028 / h^3$$

avec G le gradient de cohésion (KPa/m) et h la pénétration (m).

Par exemple, pour une pénétration de 15 cm, on a $G = 8,3$ KPa/m, soit une résistance de 0,8 KPa à 10 cm et 1,2 KPa à 15 cm.

Les essais de reconnaissance et d'identification (Alexis 1985) montrent d'une part que ce gradient de cohésion G ne concerne que la couche de surface, il devient dans les mètres suivants d'environ 0,3 à 0,4 KPa/m, et d'autre part cette couche de faible résistance, mais fort gradient de résistance, possède les plus fortes teneurs en eau : $W \% = 200$ à 300 %.

Mesures au cône de marquage :

Les 200 points de mesures effectuées dans la rade de Lorient permettent de dresser une carte d'ensemble des zones critiques.

Les pénétrations, allant de 0 à 25 cm, peuvent être isolées en trois zones :

- zone potentiellement stable : pénétration 0 à 10 cm. Ce sont des zones à faibles risques d'envasement dans l'état actuel (vases dures, sableuses, sables fins, herbiers)

- zone potentiellement critique : pénétration 10 à 15 cm. Là, la couche n'est plus négligeable, et cette zone peut avoir été ou devenir critique

- zone critique : pénétration 15 à 20 cm. La couche de surface est importante et peut glisser vers les plus grandes profondeurs.

On retrouve dans la zone critique les lieux connus pour leur coût de dragages : Arsenal, Base sous-marine, Quai de Kergroise Nord, Quai du Rohu (envasé), une partie de l'anse de Drysker, Port de pêche.

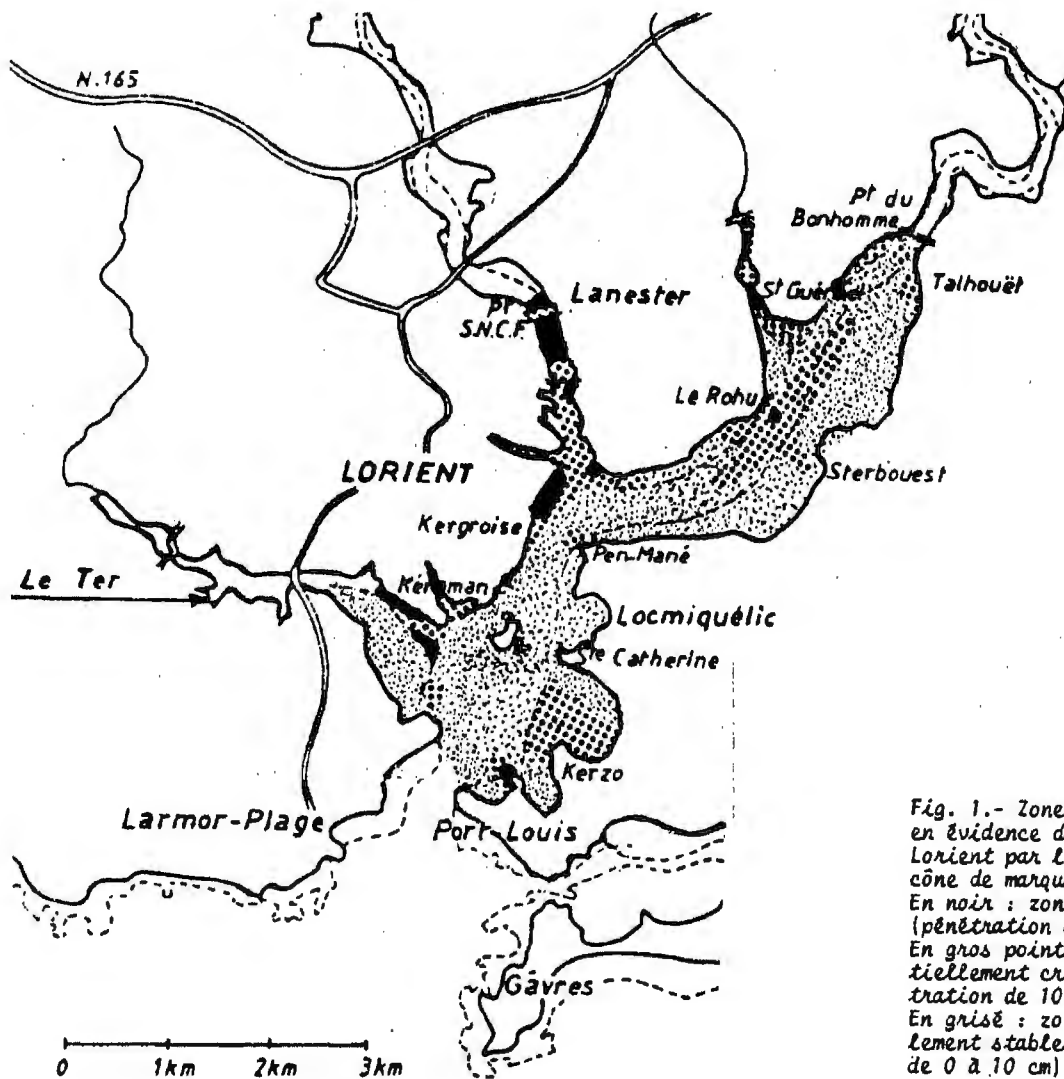


Fig. 1.- Zones critiques mises en évidence dans la rade de Lorient par les mesures au cône de marquage.
 En noir : zones critiques (pénétration de 15 à 25 cm).
 En gros points : zones potentiellement critiques (pénétration de 10 à 15 cm).
 En grisé : zones potentiellement stables (pénétration de 0 à 10 cm).

Ces zones critiques apparaissent comme étant aussi des zones à forte pollution subissant de gros apports organiques. Les matières organiques dans les sols leur confèrent certainement des propriétés peu étudiées à l'heure actuelle. Enfin, il est à dire que ces zones ne contredisent pas, mais au contraire complètent les données courantologiques sur la rade.

Conclusion :

Le cône de marquage de conception légère et maniable, permet donc une mesure satisfaisante de la couche crème centimétrique en la reliant à son profil de résistance.

Les résultats obtenus sont en bon accord avec les autres observations et ont permis de dresser une carte d'aménagement de la rade de Lorient.

Matériel spécifique, il peut être une grande aide dans d'autres études concernant la couche de surface en profondeurs réduites.

REFERENCES

ALEXIS, A. ; 1985 ; "Mécanique des vases" in Etude de l'écosystème de la rade de Lorient ; 20 p
 SALENÇON ; 1974 ; "Capacité portante des fondations" ; Géotechnique ; v. 24 n° 3
 SANGLERAT, G. ; 1965 ; "Le pénétromètre et la reconnaissance des sols" ; 230 p
 TERZAGHI, K. ; 1943 ; "Mécanique théorique des sols" ; 474 p