

INTERNATIONAL SOCIETY FOR SOIL MECHANICS AND GEOTECHNICAL ENGINEERING



This paper was downloaded from the Online Library of the International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE). The library is available here:

<https://www.issmge.org/publications/online-library>

This is an open-access database that archives thousands of papers published under the Auspices of the ISSMGE and maintained by the Innovation and Development Committee of ISSMGE.

Tunnel sous la Manche: Marinage hydraulique de la craie

Channel tunnel: Hydraulic transportation of chalk

F.DUFOURNET, Ingénieur Matériaux, Simecsol, Le Plessis-Robinson, France

H.PEUPORTIER, Transmanche Construction (TMC), France

PH.IALYNKO, Responsable du Laboratoire Simecsol, Le Plessis-Robinson, France

RESUME

Le tunnel sous la Manche est creusé dans la craie qui présente deux faciès : la craie grise et la craie bleue. Une étude expérimentale du marinage hydraulique de la craie bleue a été réalisée sur un dispositif d'essai à grande échelle. La dégradation de la craie n'est pas influencée par la concentration de la pulpe, mais est provoquée en grande partie par le premier passage dans la pompe à palettes. Le matériau dégradé est très enrichi en éléments de la classe granulométrique limon par rapport au matériau avant marinage. Les simulations d'incidents effectuées ont montré qu'un arrêt total de l'écoulement, même de longue durée, ne pose aucun problème de reprise de l'écoulement.

INTRODUCTION

Le tracé du tunnel sous la Manche traverse deux horizons de craie : la craie grise, quasiment pure, et la craie bleue qui renferme en moyenne 20 % à 30 % d'argiles. Il a été envisagé par T.M.C. d'évacuer les déblais de craie provenant des tunneliers par marinage hydraulique. Ce dispositif est destiné à convoier la craie ayant déjà été soumise à un transport depuis les boucliers par marinage mécanique à l'aide d'une vis sans fin. Afin d'étudier les conditions de transport de la craie par conduites et son comportement, une simulation de marinage hydraulique a été effectuée par la Société hollandaise M.T.I.. L'objectif de ces essais était de décider de la faisabilité de ce type de transport.

DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Le dispositif expérimental de marinage hydraulique de la craie est présenté fig. 1.

La boucle test de marinage s'effectue sur une distance de 150 m, le diamètre de la conduite est 310 mm. L'écoulement est assuré par une pompe centrifuge à palettes. Un dispositif automatique de prélèvement permet d'effectuer des prises d'échantillons de l'ordre de 0,25 m³ en fin de boucle.

CARACTERISTIQUES DE LA CRAIE

Les essais de simulation ont été réalisés à partir d'une craie bleue représentative des déblais. Les caractéristiques de cette craie, déterminées en laboratoire, sont les suivantes :

- teneur en eau $W = 9,1 \%$
- poids spécifique $\gamma_s = 27,0 \text{ kN/m}^3$
- poids volumique sec $\gamma_d = 21,6 \text{ kN/m}^3$
- teneur moyenne en $\text{Ca CO}_3 = 88,5 \%$

- la moyenne de l'indice de traction déterminé par l'essai FRANKLIN est 0,87 MPa avec un écart-type de 0,32.

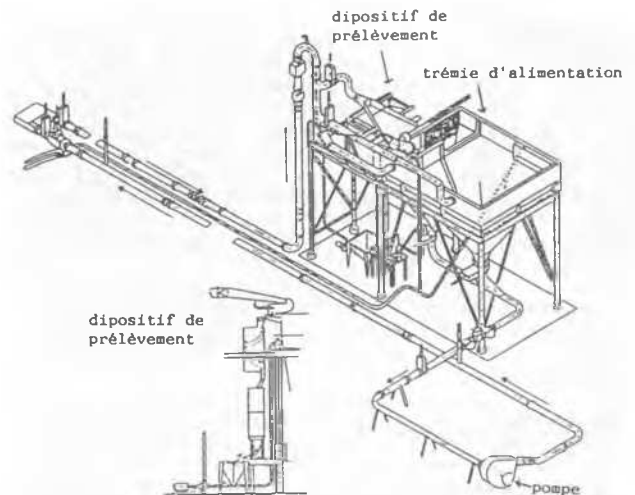


Fig. 1 : Dispositif expérimental de marinage hydraulique (d'après M.T.I.).

RESULTATS-INTERPRETATION

Dégradation de la craie : la dégradation de la craie par rapport à sa granularité initiale avant transport hydraulique a été étudiée en fonction du nombre de passages dans la pompe et de la concentration du mélange (eau + craie) circulant dans les conduites. Le tableau I donne les moyennes des pourcentages pondéraux d'augmentation et de diminution de chaque classe granulométrique en fonction du nombre de passages dans la pompe et de la densité du mélange.

Ces résultats ont permis de tirer un certain nombre de conclusions sur la dégradation physique du matériau étudié : l'influence de la concentration de la pulpe sur la dégradation de la craie est mineure. Elle résulte essentiellement du transport lors du premier parcours de la boucle dans le circuit de marinage, donc en grande partie du premier passage dans la pompe à palettes. La morphologie des éléments change : initialement émoussés, ils deviennent roulés, voire quasiment sphériques, ce qui leur confère alors une grande résistance à l'érosion.

n	γ h kN/m ³	CAILLOUX > 20 mm	GRAVIERS 20 mm 2 mm	GROS SABLE 2 mm 0,2 mm	SABLE FIN 0,2 mm 20 μ	LIMON 20 μ 2 μ
0		40 %	30 %	10 %	13 %	7 %
1	10,40	↘ 67 %	↘ 20 %	↘ 90 %	↗ 15 %	↗ 571 %
11 à 31	11,50	↘ 50 %	↘ 33 %	↘ 90 %	↗ 11 %	↗ 530 %
1 à 9	13,50	↘ 50 %	↘ 17 %	↘ 70 %	constant	↗ 485 %
18 à 24	12,50	↘ 75 %	↘ 59 %	↘ 80 %	constant	↗ 785 %

Tableau I : Moyenne des pourcentages pondéraux d'augmentation (↗) et de diminution (↘) des granulats de craie par rapport à l'échantillon initial, par classes granulométriques.

n : nombre de passages dans la pompe

n=0 : granularité de l'échantillon avant marinage

Le taux de dégradation des grains varie en fonction des classes granulométriques envisagées. La dégradation provoque une diminution des fractions granulométriques cailloux, graviers et gros sable, cette dernière classe étant fortement diminuée par rapport au matériau non érodé (70 % à 90 %). On peut considérer que la classe granulométrique sable fin reste stable. En revanche, la fraction granulométrique limon augmente considérablement de : 485 % à 785 %.

Le marinage hydraulique de la craie provoque la migration d'un matériau "cailloux+graviers" dominant, et ceci dès les premiers passages dans la pompe.

Simulations d'incidents : au cours du marinage hydraulique, des simulations d'incidents par déficience du système de pompage ont été réalisées en vue d'estimer le comportement de la pulpe après un certain temps de sédimentation dans les circuits. Le but de ces essais de panne était d'appréhender la reprise ou non de l'écoulement, et la remise en suspension des éléments crayeux. Deux simulations de pannes ont été réalisées, les résultats sont donnés tableau II.

TEMPS D'ARRÊT heures	CONCEN- TRATION %	VITESSE DE LA POMPE tr/min	TEMPS DE REDEMARRAGE s	TEMPS DE STABILISATION s
15	± 10	690	6,4	16,0
60	± 20	790	3,2	16,0

Tableau II : Temps de redémarrage de l'écoulement et de la stabilisation de la pulpe en fonction des durées d'arrêt et des concentrations de la pulpe.

Dans le cas d'une panne, même de longue durée, provoquant l'arrêt total de l'écoulement, la reprise du pompage s'effectue sans problème pour des pulpes de concentrations égales à 10 % et 20 %. Le passage du régime transitoire au régime permanent ainsi que la réhomogénéisation de la pulpe nécessitent seulement quelques secondes, dans les conditions de l'essai.

CONCLUSION

Ces essais ont permis de tirer un certain nombre d'enseignements sur l'érosion de la craie bleue au cours du marinage hydraulique notamment :

- la dégradation de la craie bleue est essentiellement provoquée par le premier passage dans la pompe, cette dégradation modifie entièrement la granularité.
- la remise en route du dispositif de circulation après un arrêt accidentel se fait sans difficultés.

L'ensemble des essais réalisés montre que dans les conditions expérimentales adoptées, le marinage hydraulique de la craie ne pose pas de problème technique.

Cependant, des problèmes liés d'une part, à la capacité de stockage vis à vis de la décantation (site imposé) et d'autre part, à l'environnement (nappe phréatique sensible et emploi d'eau salée pour le marinage hydraulique) ajoutés à des raisons économiques ont conduit Transmanche à choisir l'évacuation des déblais de craie par pompage de matériaux pâteux.

REFERENCES

- Fraissinet, P., Becle D. (1985). Le marinage hydraulique dans les boucliers à pression de boue. Journ. Etude Int. AFTES, 181-187. Lyon.
- Le Roux, A. (1973). Texture et comportement des craies. Bull. Liaison Labo. P. et Ch., n° Spécial V, Oct., 49-53.
- Thomas, A.D. Pipelining of coarse coal as a stabilized slurry - another viewpoint. Proceedings 4 th. Int. Tech. Conf. on Slurry Transp., STA, 196-206. Las Vegas.
- Wasp, E.J., Venny J.P., Gandhi R.C. (1977). Solid liquid flow, slurry pipeline transportation. Trans. Tech. Publications, (1), n°4.