

VII.- Charriage de fond

L'écoulement sur le fond d'une couche de sable ou de boue est généralement représenté par des équations du type Du Boys

$$q_s = \chi \tau_b [\tau_b - (\tau_b)_{cr}]$$

où q_s est le débit solide par unité de largeur, τ_b la contrainte de cisaillement sur le fond, $(\tau_b)_{cr}$ sa valeur critique à partir de laquelle le sédiment se met en mouvement, χ un coefficient caractérisant le sédiment.

Il faut remarquer que cette équation n'a aucune base théorique solide. Elle est cependant reprise sous différentes formes par de nombreux auteurs ; l'expression des coefficients χ et $(\tau_b)_{cr}$ reste mal définie.

Leliaovsky (1961) propose une approximation tirée d'un grand nombre de mesures :

$$(\tau_b)_{cr} = 166 d$$

où d est le diamètre effectif des particules exprimé en mm.

Shields [cf. Graf (1971)], quant à lui, donne la relation :

$$\frac{\gamma_a - \rho}{(\tau_b)_{cr}} d = \beta$$

où γ_a est la masse spécifique des sédiments et où, pour des sédiments uniformes $\beta = 0,04$; pour des sables fins non-homogènes, sur lit lisse, $\beta = 0,04$, sur rides $0,10 \leq \beta \leq 0,25$.

Les différentes expressions dérivées de l'équation de Du Boys, comme celles fournies par Einstein ou Meyer Peter [cf. Graf (1971)] ne font que déplacer le problème, en faisant intervenir de nouvelles constantes toujours mal définies.

Charriage de fond en Mer du Nord

Il apparaît que le charriage de fond en Mer du Nord a lieu, en ce qui concerne la moitié Est, sous forme de déplacements de dunes dans la direction Nord-Nord-Est (figure 10) [Stride et Cartwright (1958)].

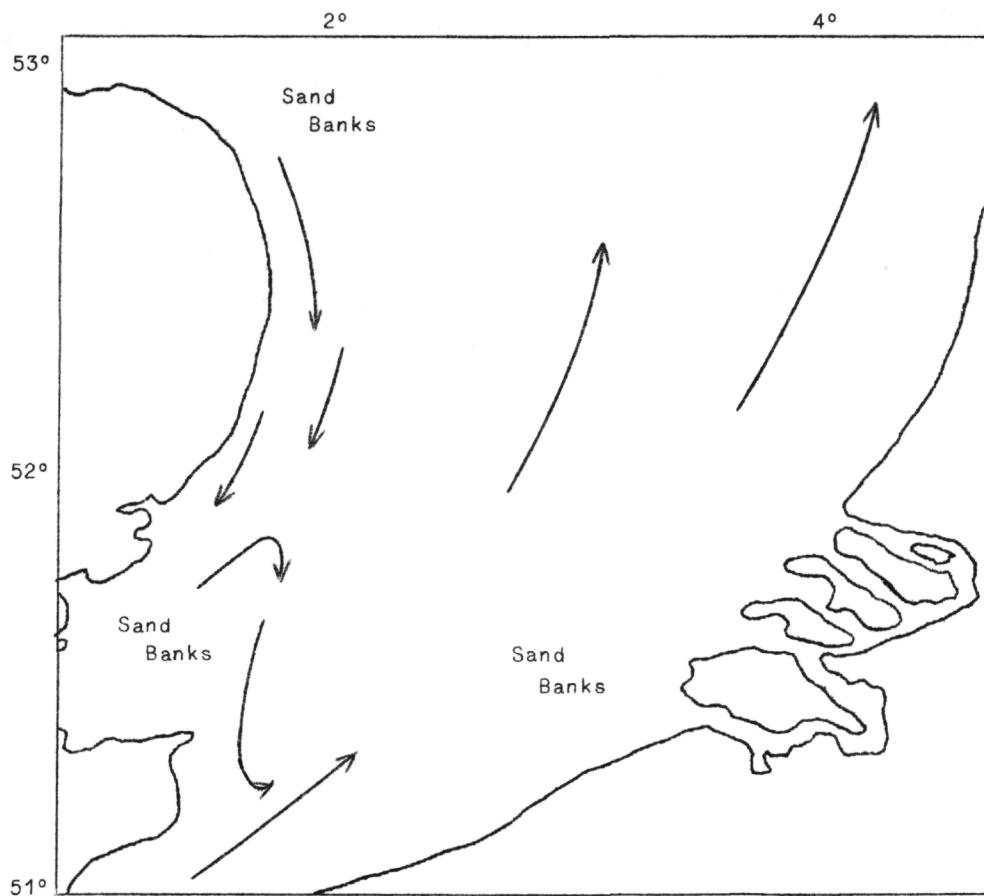


fig. 10.- Schéma des directions de transport de sable sur le fond au Sud de la Mer du Nord (d'après Stride et Cartwright).

1.- Description du mouvement des dunes

On citera ici, à titre d'exemple, une première approche faite par Exner [cf. Graf (1971)] qui ne tient pas compte du frottement.

Une accélération crée un affouillement tandis qu'une décélération crée un dépôt. L'affouillement et le dépôt dépendent donc de $\frac{\partial v}{\partial x}$, où v représente la vitesse de l'eau et x la distance parcourue dans le sens de l'écoulement.

Si z et η représentent respectivement la cote du plan d'eau et la cote de la surface du lit mesurées à partir d'un même plan de référence (cf. figure 11), $\frac{\partial \eta}{\partial t}$ représentera alors la vitesse d'affouillement.

La première équation d'Exner, dite « équation d'érosion » s'écrit :

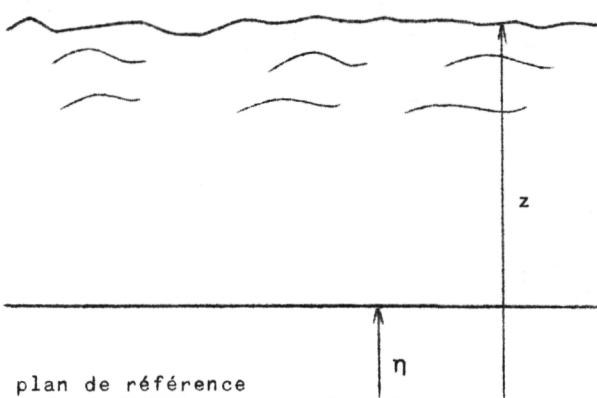


fig. 11.

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} = - \epsilon \frac{\partial v}{\partial x}$$

où ϵ est le coefficient d'érosion.

La seconde équation est une équation de continuité :

$$(z - \eta)v = q = C^t e$$

où q est le débit d'eau par unité de largeur.

En supposant

$$\frac{\partial z}{\partial x} \ll \frac{\partial \eta}{\partial x}$$

et en prenant, pour $t = 0$,

$$\eta = A_0 + A_1 \cos \frac{2\pi x}{\delta} = A_0 + A_1 \cos \omega x$$

où δ est la longueur d'onde, Exner obtient :

$$\eta = A_0 + A_1 \cos \omega \left[x - \frac{Nt}{(z - \eta)^2} \right]$$

où

$$N = \epsilon q .$$

La vitesse de propagation des ondes est donc $\frac{\epsilon q}{(z - \eta)^2}$.

L'accord entre la forme théorique et les relevés effectués est très bon. La vitesse d'avancée de la crête c_B est donc :

$$c_B = \frac{\epsilon q}{(z - \eta_{max})^2}$$

si η_{max} reste constant.

2.- Débit solide dû à l'avancée des dunes

Il est possible de calculer le débit solide connaissant la vitesse d'avancée des dunes.

En effet, si $\eta = f(x)$ représente la forme de la dune et si m est la porosité du sable, l'équation de continuité pour le sable s'écrit :

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{1}{1-m} \frac{\partial q_s}{\partial x} = 0$$

où q_s est le débit solide par unité de largeur.

En posant

$$X = x - c_B t$$

où c_B est la vitesse de propagation de la crête des dunes, on peut écrire :

$$- c_B \frac{dy}{dX} + \frac{1}{1-m} \frac{dq_s}{dX} = 0$$

ou encore, si la dune est considérée — en première approximation — comme triangulaire et de hauteur η_{max} :

$$q_s = \frac{1-m}{2} c_B \eta_{max} .$$

Des expériences ont vérifié cette relation pour le diamètre d des particules compris entre 0,190 et 0,930 mm.

Le paramètre c_B peut être remplacé par sa valeur calculée précédemment :

$$q_s = \frac{1-m}{2} \frac{\epsilon q}{(z - \eta_{max})^2} \eta_{max} .$$

Par ailleurs, Stride et Cartwright (1958), en effectuant une similitude avec le déplacement des dunes dans la Loire, arrivent à la conclusion que, le long des côtes allemandes, les dunes se déplacent à la vitesse de 0,1 m/jour.

Comme la hauteur moyenne des dunes est de 3 m, les auteurs en déduisent que 4 millions de m^3 de sable traversent par an une largeur d'environ 40 miles le long des côtes allemandes.

Références

- GRAF (W.H.), (1971), *Hydraulics of Sediment Transport*, Mc Graw-Hill, New York.
- LANGERAAR (W.), (1966), *Hydrographic Newsletter*, 1, V, pp. 243-247.
- LELIAVSKY (S.), (1961), *Précis d'hydraulique fluviale*, Dunod, Paris.
- STRIDE (A.H.) and CARTWRIGHT (D.E.), (1958), *The Dock and Harbour Authority*, 447, XXXVIII, pp. 323-324.