

## 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,  $\tau_b$  la contrainte de cisaillement sur le fond,  $(\tau_b)_{cr}$  sa valeur critique à partir de laquelle le sédiment se met en mouvement,  $\chi$  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  $\chi$  et  $(\tau_b)_{cr}$  reste mal définie.

Leliavsky (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 :

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

où  $\gamma_s$  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)].

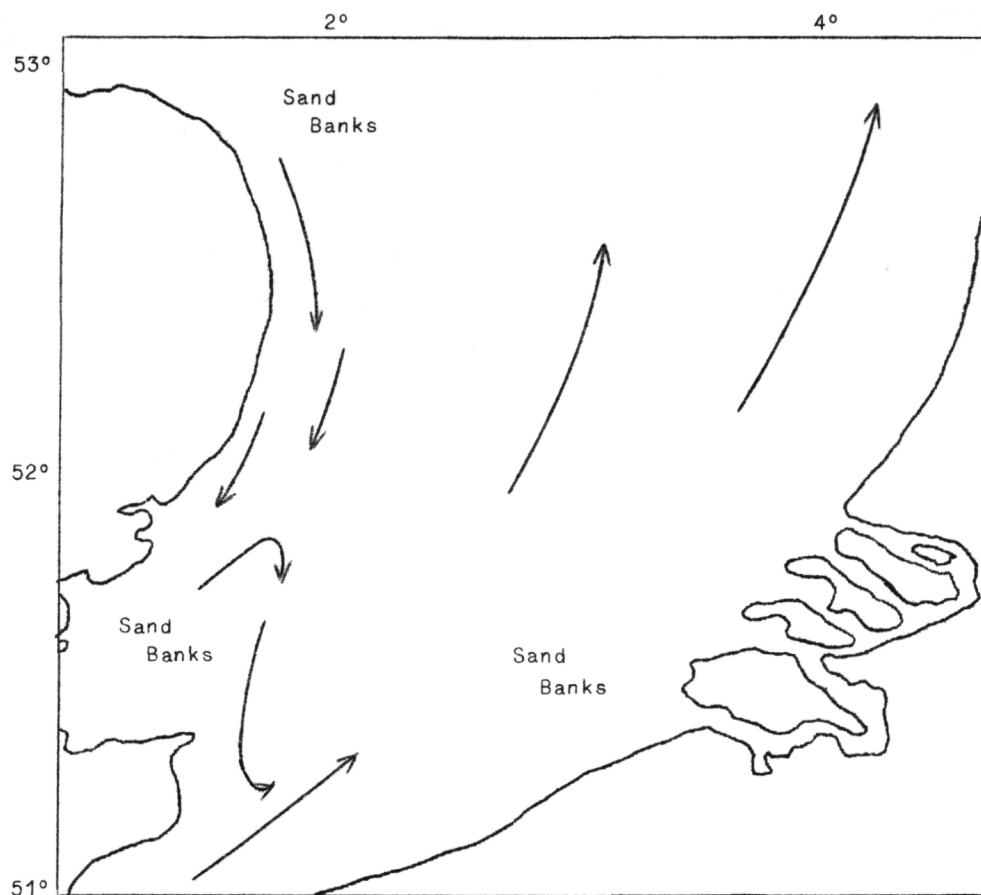


fig. 10.- Schéma des directions de transport de sable sur le fond au Sud de la Mer du Nord (d'après Stride et Cartwright).

### 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  $\eta$  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 :

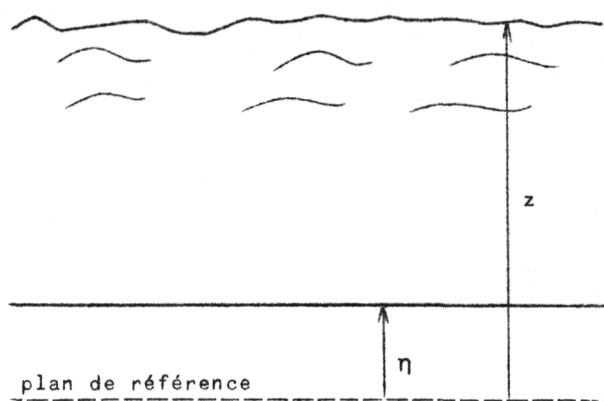


fig. 11.

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

où  $\epsilon$  est le coefficient d'érosion.

La seconde équation est une équation de continuité :

$$(z - \eta)v = q = C^{te}$$

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  $\delta$  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  $\eta_{max}$  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  $\eta_{max}$  :

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

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.