

HOULE PRODUITE PAR UNE AIRE GENERATRICE MOBILE

par

Henri SALLARD, enseigne de vaisseau de réserve

Les météorologistes ou les marins envisagent généralement le problème de la prévision de la mer ou de la houle sous l'angle de l'exploitation simple, pratique et rapide des cartes synoptiques actuelles ou prévues, élaborées par les Services météorologiques. Ils se contentent d'hypothèses et d'approximations qu'estiment souvent insuffisantes les physiciens qui, de plus en plus nombreux, abordent ce problème d'un point de vue purement scientifique.

La méthode de SUTHONS, largement utilisée par les prévisionnistes en ce qui concerne la mer du vent, a pour elle de gros avantages de simplicité. Toutefois son utilisation dans le cas des aires génératrices mobiles n'était que rapidement esquissée par son auteur. Il est cependant aisé, par un simple coup d'oeil sur une série de cartes météorologiques couvrant l'Atlantique Nord, de se rendre compte que les dépressions mobiles qui traversent cet océan sont à l'origine des houles des côtes de l'Europe Occidentale et même du Maroc.

L'existence de ces dépressions mobiles nous a conduit à envisager une étude plus détaillée des vagues engendrées par les aires génératrices mobiles.

Nous avons pour cela essayé de suivre la propagation et l'évolution d'un train de vagues dans les aires, en utilisant les hypothèses fondamentales de C.T. SUTHONS, qui semblent devoir donner des résultats relativement satisfaisants pour l'utilisateur au prix d'un minimum de complication.

I - HYPOTHESES DE SUTHONS

SUTHONS admet que, dès que le vent atteint une certaine force, il crée des vagues, se propageant en groupe, dans la direction du vent, chaque groupe de vagues avançant à la vitesse moitié de la vitesse individuelle des vagues qui le composent.

Un groupe de vagues né à l'instant zéro en un point 0, et constamment soumis à un vent de force W , parcourt en un temps θ une distance

$$OP = F_m = a(W) \theta^{1/2k} \quad (1)$$

relation dans laquelle F_m est exprimé en milles et θ en heures, k ayant une valeur voisine de 0,42 et la fonction $a(W)$ étant donnée par le tableau ci-dessous :

W^* (en noeuds)	20	30	40	50	60
$a(W)$	3,4	4,7	6,1	7,2	8,1

La vitesse d'une vague du groupe est, à l'instant θ , donnée par la relation

$$c(\theta) = \frac{F_m}{k\theta} = \frac{a(W)}{k} \theta^{1/2k - 1} \quad (2)$$

et sa période $T(\theta)$ est sensiblement égale à $\frac{C(\theta)}{3}$

La hauteur équivalente moyenne ** (en pieds) a pour expression

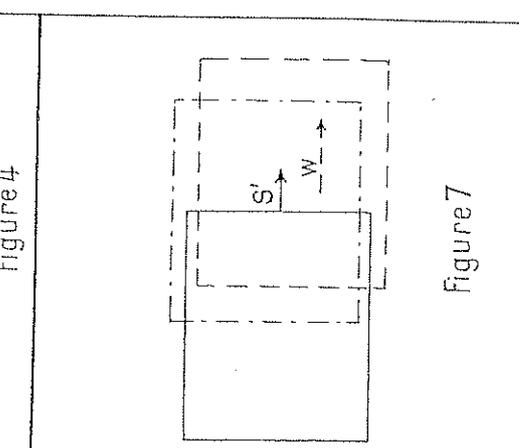
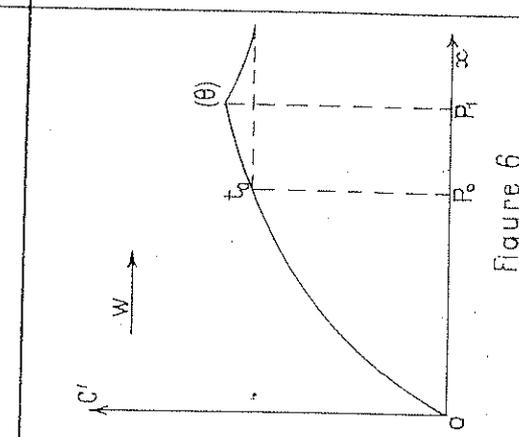
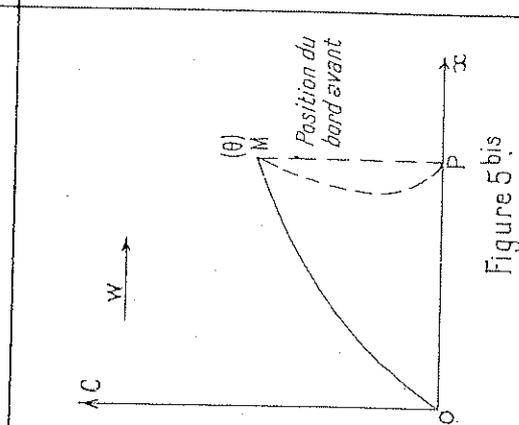
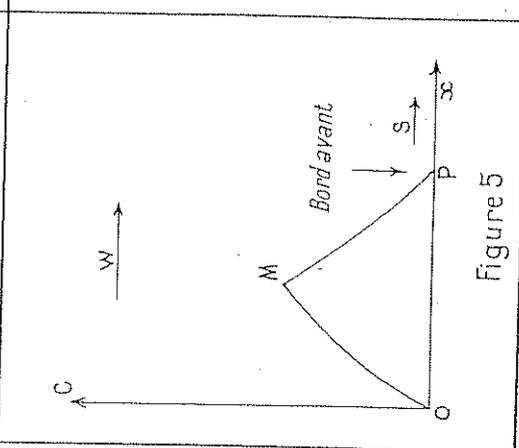
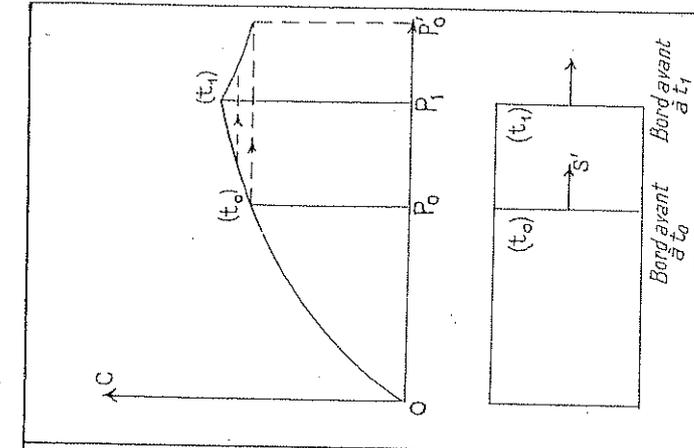
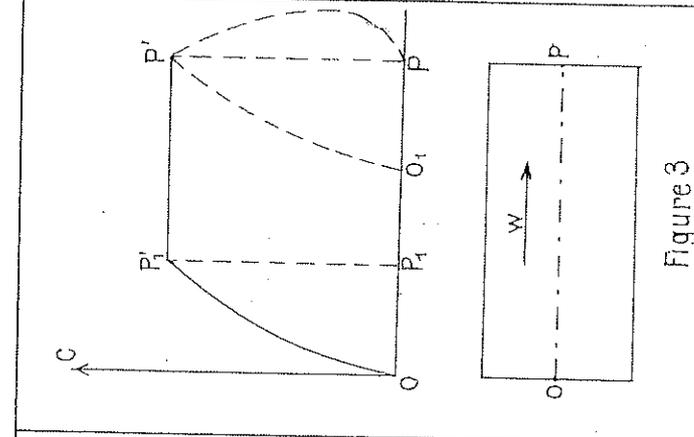
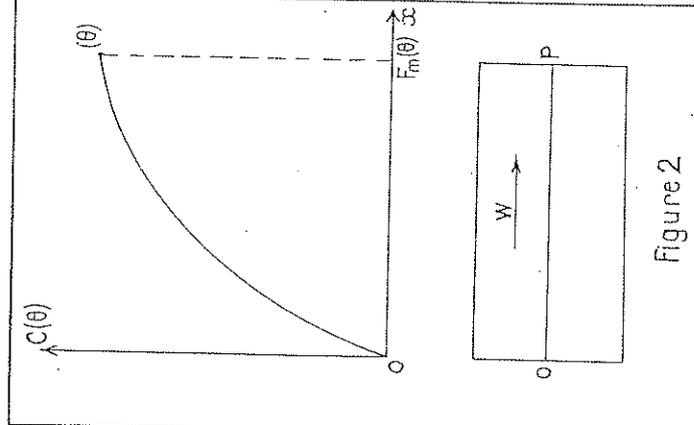
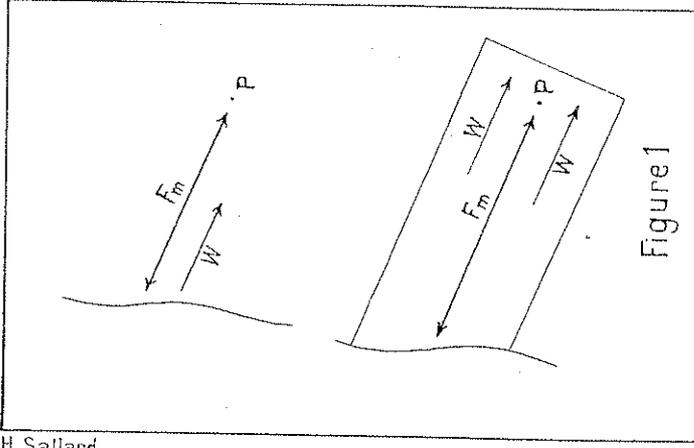
$$H(\theta) = 6,85 \cdot 10^{-3} W^{1,65} \theta^{0,35}$$

On en déduit la hauteur significative, la plus souvent utilisée

$$H_S = 1,4 H(\theta) \quad (4)$$

* W = Vent du gradient. Le vent réel en surface U est sensiblement égal à $0,625 W$.

** D'après R. DORRESTEIN qui suppose que SUTHERS utilise des relations linéaires entre les logarithmes des grandeurs sans dimensions $\frac{C}{U}$ et $\frac{gH}{U^2}$, $\frac{\theta}{U}$ et $\frac{F_m}{U^2}$ (Institut Météorologique Royal Néerlandais R IV n° 3, de Bilt août 1952).



On appelle fetch d'un point P la distance face au vent sur laquelle le vent n'a cessé de souffler sur les vagues qui passeront pas ce point (Fig. I, Pl. I).

Si le fetch a une longueur donnée F_m , les vagues engendrées par un vent W atteindront au point P leurs caractéristiques maxima limites au bout du temps θ défini par (1). Ce temps θ est généralement appelé temps limite ou minimum correspondant au fetch F_m .

De la même façon, appelant aire génératrice une zone océanique sur laquelle souffle depuis un temps θ un vent W , de direction et de force constantes, les vagues en tout point situé au-delà du point P , correspondant à un fetch égal à F_m , auront des caractéristiques semblables (caractéristiques maxima susceptibles d'être rencontrées dans l'aire génératrice).

Ce fetch F_m peut être considéré comme fetch minimum pour une durée d'action θ .

II - DIAGRAMMES DE PROPAGATION

Pour faciliter l'étude de la variation des caractéristiques des vagues en fonction du temps et de la distance parcourue, il nous a semblé commode d'utiliser un diagramme de propagation comportant, en abscisse les distances à partir de l'origine de l'aire génératrice (de l'aire génératrice initiale si celle-ci est mobile) du train de vagues présent, et en ordonnée une caractéristique des vagues de ce train, sa vitesse C par exemple.

La figure 2 (Pl. I) construite à l'aide des relations (1) et (2) indique à l'instant θ la position et les caractéristiques des vagues nées en O entre le temps zéro et le temps θ , en supposant que le vent ait constamment soufflé sur la distance OP suivant la direction OX avec une force constante W .

On construirait de la même façon (fig. 3, Pl. I) le diagramme de propagation pour un temps t inférieur au temps minimum θ correspondant à la longueur F_m de l'aire génératrice.

La courbe OP_1 indique la position et la vitesse des vagues nées en O entre l'instant zéro et l'instant t . La

droite P_1P' fait connaître la position et la vitesse des vagues nées sur OO_1 entre les instants zéro et t .

La partie de courbe tiretée PP' exprime la position et la vitesse des vagues nées entre O_1 et P entre les mêmes instants, en admettant que ces vagues se propagent sans amortissement lorsqu'elles ne sont plus soumises au vent.

III - AIRES GÉNÉRATRICES MOBILES

Bien souvent, l'aire génératrice qui a donné naissance aux vagues est liée à une perturbation météorologique et, comme celle-ci, mobile.

Nous envisagerons ici les seuls cas où l'aire génératrice se déplace d'une vitesse constante dans la direction du vent.

Nous admettrons qu'il n'y a pas d'échange d'énergie lorsqu'un train de vagues dépasse un autre train ou est dépassé par lui; en outre, nous négligerons les phénomènes d'amortissement lorsqu'un train de vagues entre dans une aire sans vent.

Ces hypothèses permettront de construire les diagrammes de propagation en construisant les courbes de variation de vitesse pour toutes les vagues nées à l'intérieur de l'aire génératrice.

Les deux cas les plus fréquents d'aire génératrice sont les suivants :

- a) Aire génératrice de longueur donnée à l'instant t_0 , dont le bord avant se déplace à une vitesse S constante dans la direction du vent à partir de l'instant initial.
- b) Aire génératrice de longueur constante se déplaçant à une vitesse S constante dans la direction du vent.

A - Agitation dans une aire génératrice qui s'étend

Soit une aire génératrice s'étendant dans la direction du vent W à une vitesse constante S (fig. 4, Pl. I).

A l'instant $t = 0$, le vent donne naissance au point O à un groupe de vagues qui va se propager. La vitesse de ce groupe, faible au début, le laisse soumis au vent. Par la suite, cette vitesse augmente et le groupe peut alors dépasser à l'instant t_0 le bord avant de l'aire génératrice.

Il se propagera alors sans être soumis au vent pour atteindre un point P'_0 à l'instant t_1 .

Une vague née au temps ε , petit, et toujours au point O , aura, du fait du déplacement du bord avant P de l'aire génératrice, été soumise au vent sur un plus grand parcours. Elle sortira de l'aire génératrice à un instant $t_1 > t_0$ avec une vitesse $C_1 > C_0$.

La figure 4 (Pl. I) donne, en traits pleins, le diagramme de propagation à l'intérieur et à l'extérieur de l'aire génératrice, et, en pointillé, les trajets parcourus par chacun des groupes de vagues hors de l'aire génératrice.

En outre, au cours de son avance, le bord avant de l'aire génératrice lève des groupes de vagues qui vont suivre la même évolution que le groupe envisagé plus haut.

Ces groupes resteront dans l'aire génératrice tant que la vague née en O à l'instant zéro n'aura pas atteint le bord avant de l'aire génératrice, c'est-à-dire tant que :

$$\theta < \left[\frac{D}{a(W)} \right]^{2k} \quad \text{avec } D = S\theta \quad (\text{distance parcourue par le}$$

bord avant de l'aire génératrice.

Le diagramme de propagation est représenté sur la figure 5 (Pl. I). Il montre que l'agitation maximum reste derrière le bord avant de l'aire génératrice.

A l'instant $\theta = \left[\frac{D}{a(W)} \right]^{2k}$, la vague née en O à l'instant zéro atteint le bord avant de l'aire. L'agitation est alors caractérisée par un maximum sur le bord avant de l'aire génératrice (fig. 5bis, Pl. I).

Lorsque $\theta > \left[\frac{D}{a(W)} \right]^{2k}$, les vagues nées entre l'instant zéro et l'instant Δt au point O se répartissent à l'extérieur de l'aire génératrice suivant la courbe AB représentée sur la figure 6 (Pl. I). L'agitation maximum reste encore sur le bord avant de l'aire génératrice.

B - Agitation produite par une aire génératrice de longueur constante se déplaçant à une vitesse constante dans la direction du vent

Soit une aire génératrice de longueur constante f se déplaçant dans la direction du vent à une vitesse constante S (fig. 7, Pl. I). A l'instant zéro le vent donne naissance sur toute l'aire génératrice à une multitude de petites vagues dont la vitesse va croître avec le temps pour une force de vent et une vitesse S données.

Deux possibilités seulement peuvent se présenter au bout d'un temps t suffisamment long.

- a) Toutes les vagues formées à l'instant zéro sont dépassées par le bord arrière : aucune d'entre elles n'a eu le temps d'atteindre une vitesse de groupe supérieure à celle de l'aire génératrice.
- b) Une partie seulement de ces vagues est laissée en arrière.

Cas a - Toutes les vagues formées sont dépassées avant d'atteindre une vitesse de groupe supérieure à celle de l'aire génératrice.

Ceci se produit dans le cas d'une vitesse de vent W relativement faible et d'une vitesse S de l'aire génératrice relativement grande.

On voit aisément sur la figure 8. (Pl. II) que le groupe de vagues qui sera soumis le plus longtemps au vent est celui qui est dépassé le dernier par le bord arrière, donc celui qui est né sur le bord avant à l'instant zéro.

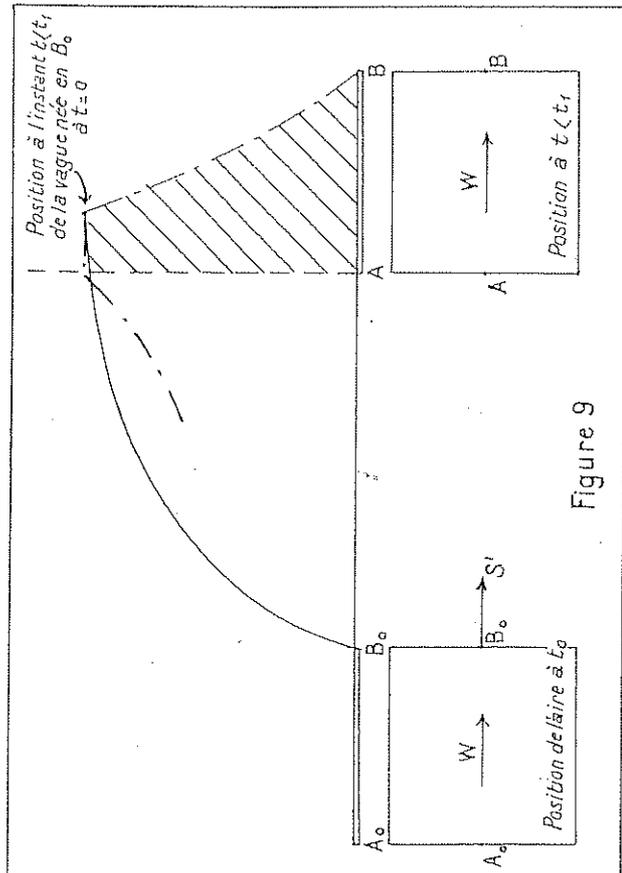


Figure 9

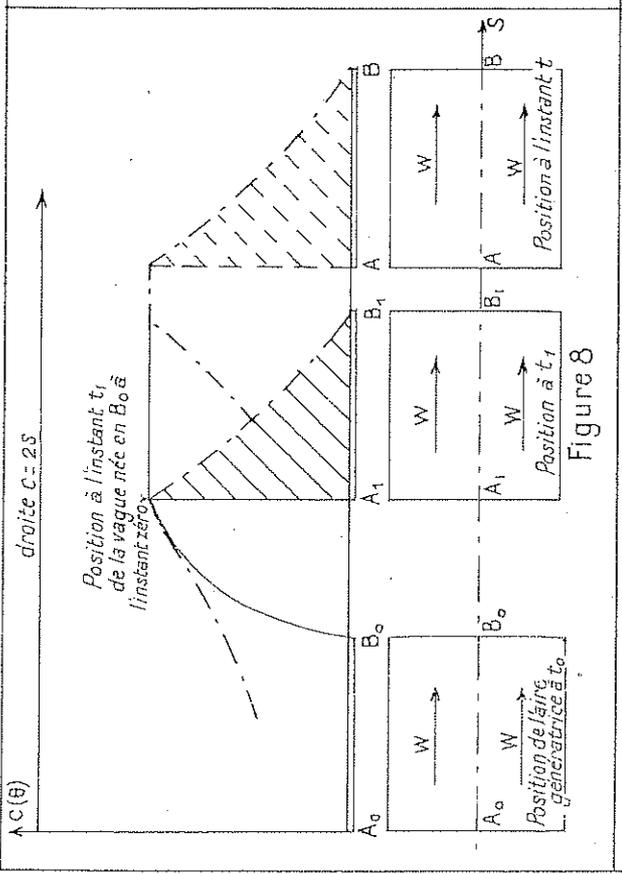


Figure 8

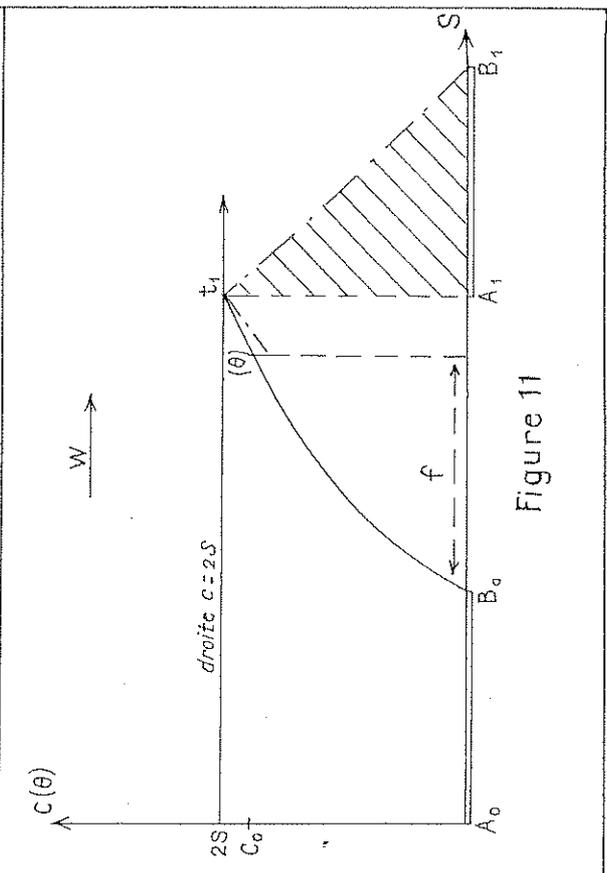


Figure 11

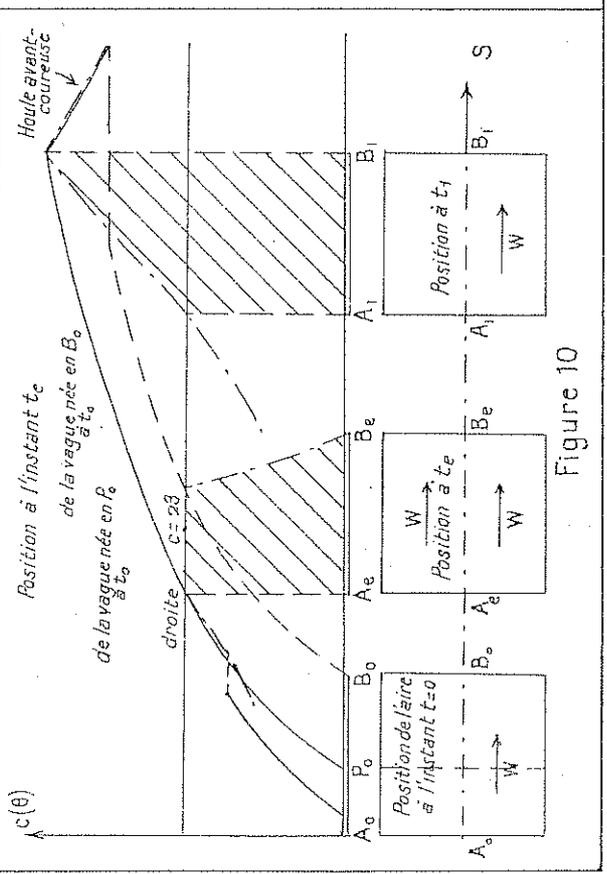


Figure 10

Le phénomène se reproduisant indéfiniment après l'instant t_1 où le groupe en question est dépassé, les caractéristiques maxima des vagues à un instant quelconque postérieur à t_1 seront donc celles du groupe né au temps zéro et soumis au vent W pendant la durée t_1 . On les obtient en utilisant la formule (2) dans laquelle on remplace θ par t_1 .

t_1 est le temps minimum nécessaire pour obtenir l'état stable.

Calcul de t_1 . $B_0A_1 = S t_1 - f$ avec $A_0B_0 = A_1B_1 = A_nB_n = f$;

or l'équation (1) donne $B_0A_1 = a(W) t_1^{1/2k}$

donc t_1 est donné par l'équation :

$$a(W) t_1^{1/2k} = S t_1 - f \quad (4). \quad (\text{Cf. Courbes III})$$

Le maximum d'agitation sera situé sur le bord arrière de l'aire génératrice dans tous les cas de durée supérieure à t_1 .

Si la durée d'existence est inférieure à ce temps minimum, le profil (fig. 9, Pl. II) ne sera pas constant dans l'aire génératrice et le maximum se présentera sous la forme d'un palier.

Sa valeur et la position du début du palier variable avec le temps seront toujours données par les caractéristiques du groupe né en B_0 . On appliquera donc la formule (2) en remplaçant θ par t .

Cas b - La vitesse de l'aire génératrice est relativement faible par rapport à celle du vent, donc des vagues qu'elle a engendrées (fig. 10, Pl. II).

Soit P_0 une zone de l'aire génératrice qui engendre au temps zéro des vagues qui, lorsqu'elles sont rattrapées par le bord arrière à l'instant t_0 ont une vitesse de groupe -

$\frac{C}{2}$ égale à la vitesse de l'aire génératrice. Toutes les vagues engendrées au temps zéro sur A_0P_0 seront dépassées et toutes celles qui l'ont été sur P_0B_0 resteront soumises au vent puis dépasseront le bord avant.

Le groupe qui restera le plus longtemps soumis au vent est évidemment le groupe qui dépasse le dernier le bord avant, c'est donc le groupe né à l'instant zéro en P_0 .

Après l'instant t_1 où ce groupe sort de la zone soumise au vent, le profil à l'intérieur de l'aire génératrice est constant par renouvellement incessant du phénomène. Le maximum d'agitation est à tout instant postérieur à t_1 , situé sur le bord avant de l'aire génératrice et on aura en avant de cette zone de vent de la houle avant-coureuse.

Les caractéristiques moyennes de l'agitation maxima passé le temps t_1 seront donc obtenues par la formule (2) en remplaçant θ par t_1 .

Calcul de t_1 temps minimum nécessaire.

Il faut connaître P_0B_1 trajet du groupe de vagues soumis au vent W pendant t_1 heures.

$$P_0B_1 = A_0B_1 - A_0P_0 = a(W) t_1^{1/2k}$$

$$A_0P_0 = A_0A_e - P_0A_e \text{ et } A_0B_1 = St_1 + f$$

$$\text{or } \frac{P_0A_e}{t_e} = k C = 2kS.$$

$$A_0P_0 = (1 - 2k) St_e \text{ avec } t_e = \left[\frac{2kS}{a(W)} \right]^{1/2k - 1}$$

t_1 est donc donné par l'équation :

$$a(W) t_1^{1/2k} = St_1 - St_e (1 - 2k) + f \quad (5)$$

qui est l'équation des Courbes III bis.

Si la durée d'action est inférieure au temps minimum, le profil ne sera pas constant dans l'aire génératrice et comme plus haut le maximum se présentera sous la forme d'un palier dont la valeur et la position seront données par les caractéristiques du groupe né à l'instant zéro sur le bord avant qu'on calculera à l'aide de la formule (2).

Cas particulier a' - Si P_0 est en B_0 , c'est-à-dire si le groupe de vagues né à l'instant zéro sur le bord avant a la vitesse de groupe S à l'instant où il est rattrapé par le bord arrière, on obtiendra un profil voisin de celui du cas a avec comme vitesse maxima $c = 2S$ (voir fig. 11, Pl. II).

Conditions délimitant ces 3 cas.

Il est bien évident que, lorsqu'on se trouve en face de données synoptiques, vitesse et longueur du fetch, force du vent et temps d'action, il faut pouvoir se placer avec ces données dans l'un des 3 cas étudiés et savoir si l'état stable est atteint ou non.

Si l'état stable n'est pas atteint, la croissance de la vague sera normale, c'est-à-dire donnée, comme on l'a dit plus haut par la formule (2) quelle que soit la vitesse de l'aire génératrice.

Si la durée d'action est supérieure au temps minimum $t_1 = j(f, S)$, les caractéristiques maxima moyennes de la vague seront données par une relation de la forme $C = \varphi(f, W, S)$.

On peut donc se trouver dans l'un des cas suivants pour f et W donnés :

Cas a	$C/2 < S$
Cas a'	$C/2 = S$
Cas b	$C/2 > S$

Calculons $C/2$ à l'aide du cas intermédiaire a' .

Soit θ le temps limite correspondant à la longueur f de l'aire génératrice et C_0 la vitesse correspondante, c'est-à-dire la vitesse des vagues maxima correspondant à une aire génératrice fixe de longueur f (fig. 11, Pl. II).

$$B_0 A_1 = S t_1 - f$$

$$\text{Or } \frac{f}{\theta} = k C_0 \quad \text{et} \quad f = a(W) \theta^{1/2k}$$

$$B_0 A_1 = a(W) t_1^{1/2k} = 2k S t_1$$

$$\text{ce qui donne } \frac{C}{2} = S = \frac{1}{2} C_0 \left[\frac{t_1}{\theta} \right]^{1/2k - 1} \quad (6)$$

$$\text{et } S t_1 (t - 2k) = k C_0 \theta \quad (7)$$

d'où en éliminant $\frac{t_1}{\theta}$ entre (6) et (7) et en posant

$$S = Q C_0 \quad \text{on trouve} \quad Q = \left[\frac{1}{2} \right]^{2k} \left[\frac{k}{1 - 2k} \right]^{1-2k} = 0,65$$

si $k = 0,42$

et l'on retrouve bien les conditions de délimitation de SUTHONS :

$$a' : \quad S = 0,65 C_0$$

$$\text{Dans les cas } a : \quad S > 0,65 C_0$$

$$b : \quad 0 < S < 0,65 C_0$$

On peut écrire différemment les conditions délimitant ces 3 cas a , a' , et b ; en effet, la valeur de C_0 en fonction du vent et du fetch est donnée par la formule :

$$C_0 = a(W)^{2k} \frac{1}{k} f^{(1-2k)} \quad (8)$$

(cf. formules (1) et (2))

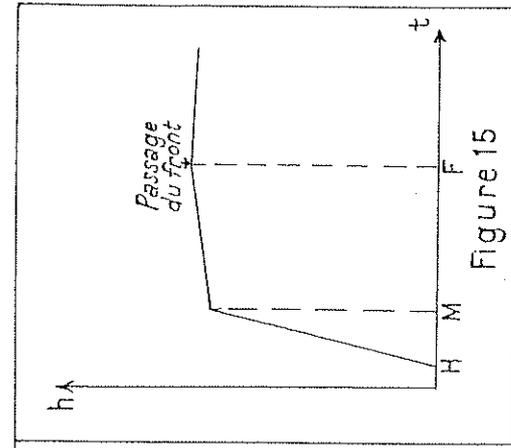


Figure 12

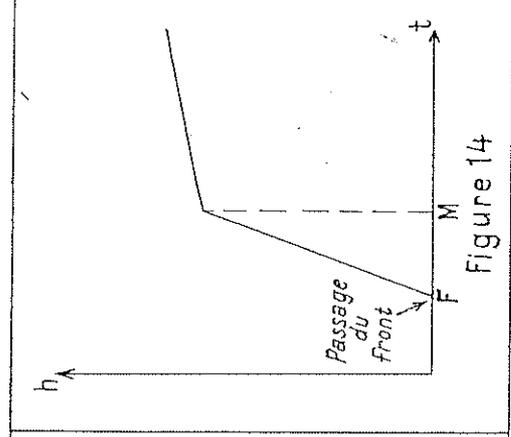


Figure 13

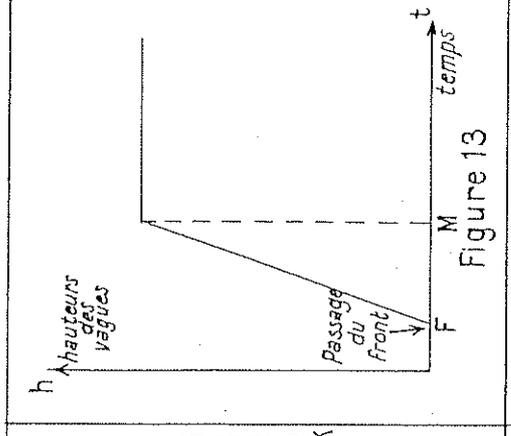


Figure 14

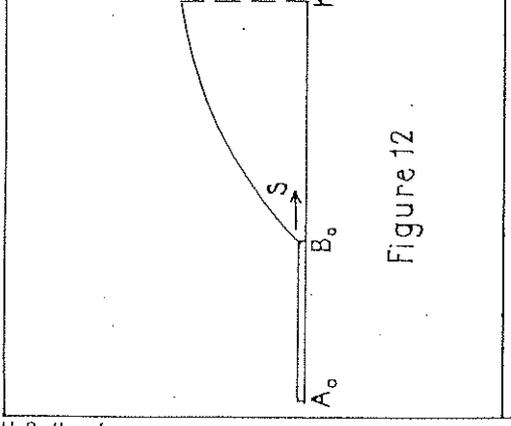
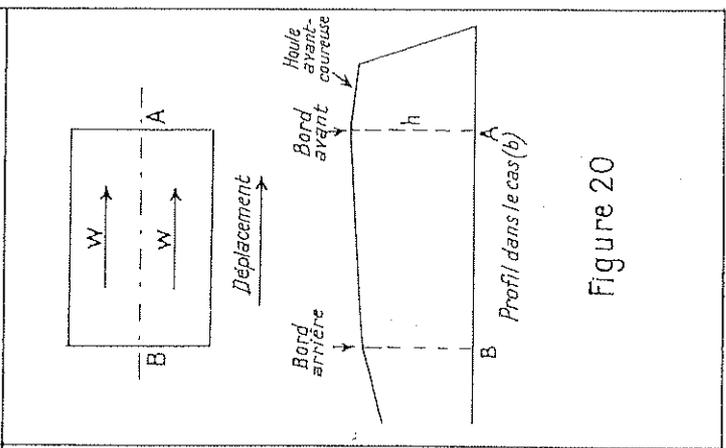
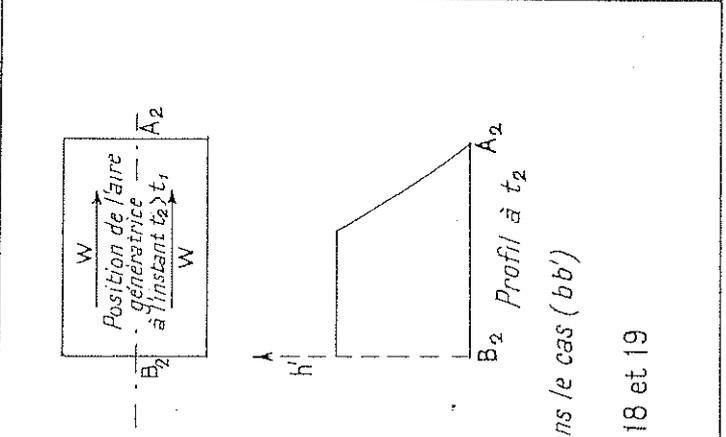


Figure 15



Figures 16 et 17



Profils dans le cas (bb')

Figures 18 et 19

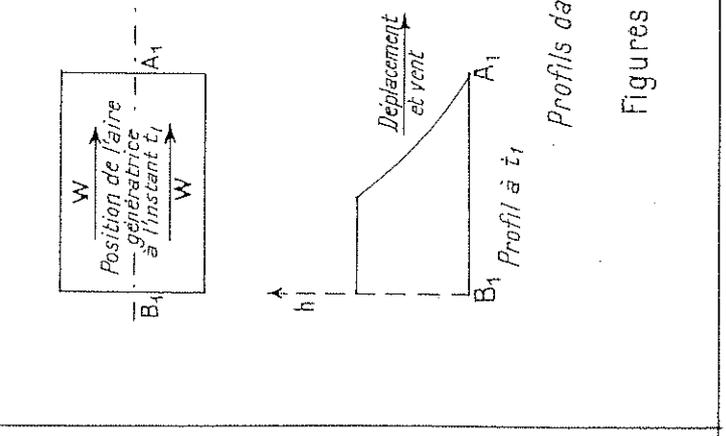
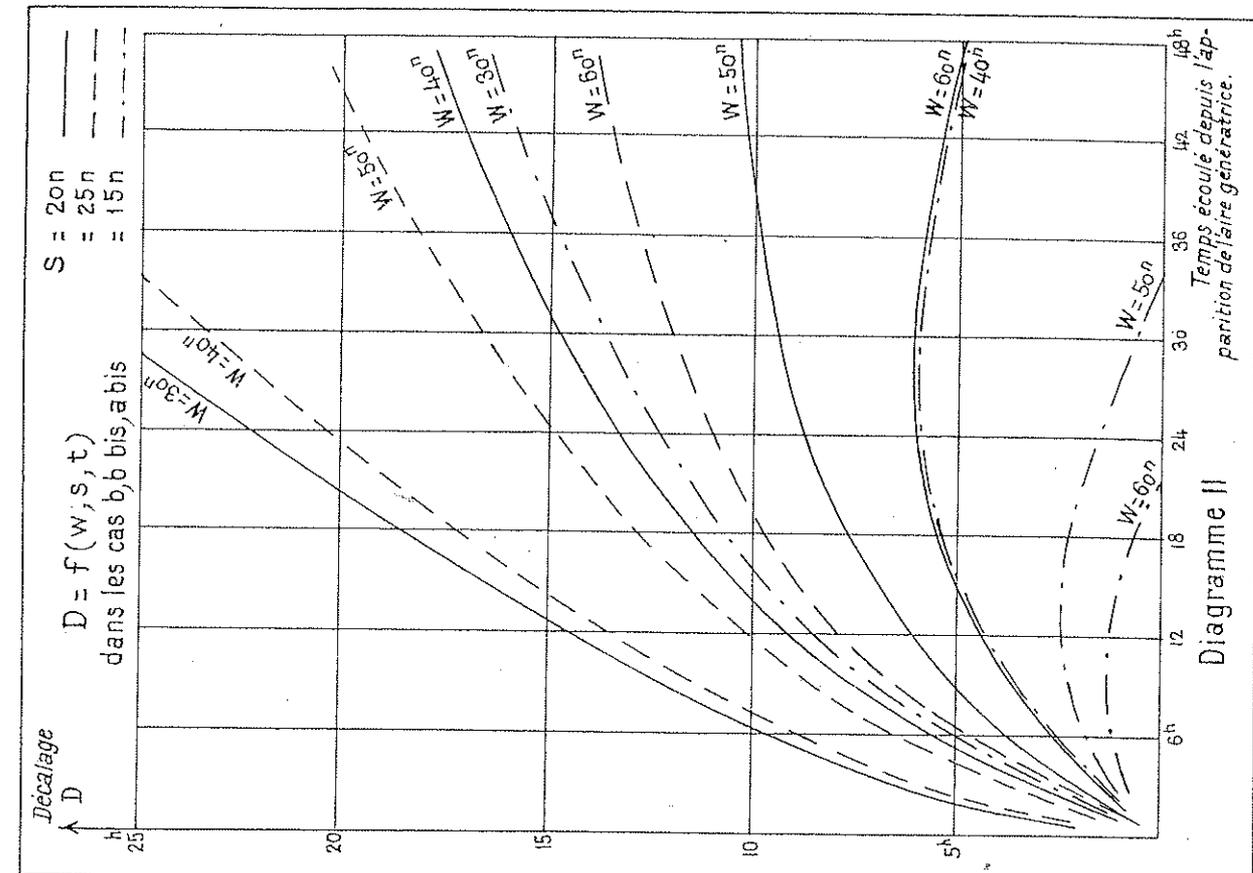
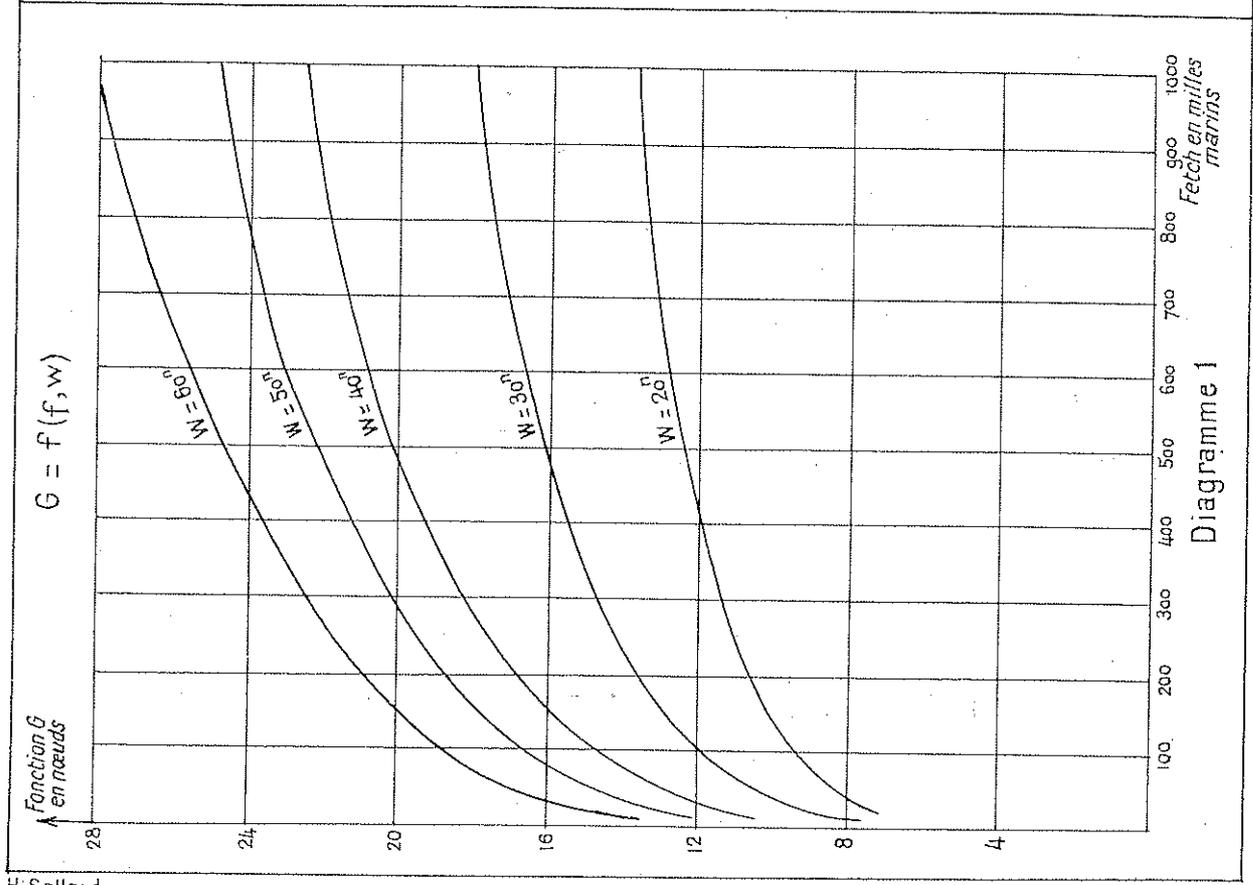


Figure 20



H. Sallard

$$\text{En écrivant } G = \left[a(w) \right]^{2k} \frac{0,65}{k} f^{(1-2k)}$$

et en construisant les courbes $G(w, f)$ (courbes I), on peut immédiatement déterminer le cas qui correspond à une situation envisagée (S supérieur, égal ou inférieur à G étant alors les nouvelles conditions).

C - Décalage entre le passage du front et le maximum d'agitation quand l'état stable n'est pas atteint
Construction du diagramme II (Pl. IV)

Il est parfois intéressant de connaître le décalage entre l'instant de passage du bord avant d'une aire génératrice mobile et l'instant de maximum d'agitation pour un point P situé sur le trajet de l'aire génératrice.

Lors de l'examen de beaucoup d'exemples dans l'Atlantique Nord, on constate que, sauf quelques exceptions, on se trouve placé, dans les cas a ou b étudiés plus haut, c'est-à-dire $S \leq 0,65 C_0$, mais en général au bout de temps t tels que l'état stable n'est pas encore atteint, c'est-à-dire tels que $t < t_1$.

Que l'on se trouve dans le cas a ou dans le cas b , si le temps d'action est inférieur au temps minimum nécessaire pour obtenir l'état stable, le maximum d'agitation se trouve à l'intérieur de l'aire génératrice.

Les caractéristiques au maximum, comme on peut le voir pages 195 et 197, sont celles de la vague née en B_0 , bord avant de l'aire, à l'instant initial et ce dans les 2 cas a et b .

Le décalage sera donc de la même forme :

$$D = \theta - t$$

différence entre θ , temps que met la vague pour parcourir la distance B_0K (fig. 12, Pl. III), et t , temps que met le bord avant pour parcourir B_0K .

$$\text{Or } B_0K = a(W) \theta^{1/2k} = St, \text{ donc } \theta = \left[\frac{St}{a(W)} \right]^{2k}$$

$$\text{et } D = \left[\frac{St}{a(W)} \right]^{2k} - t$$

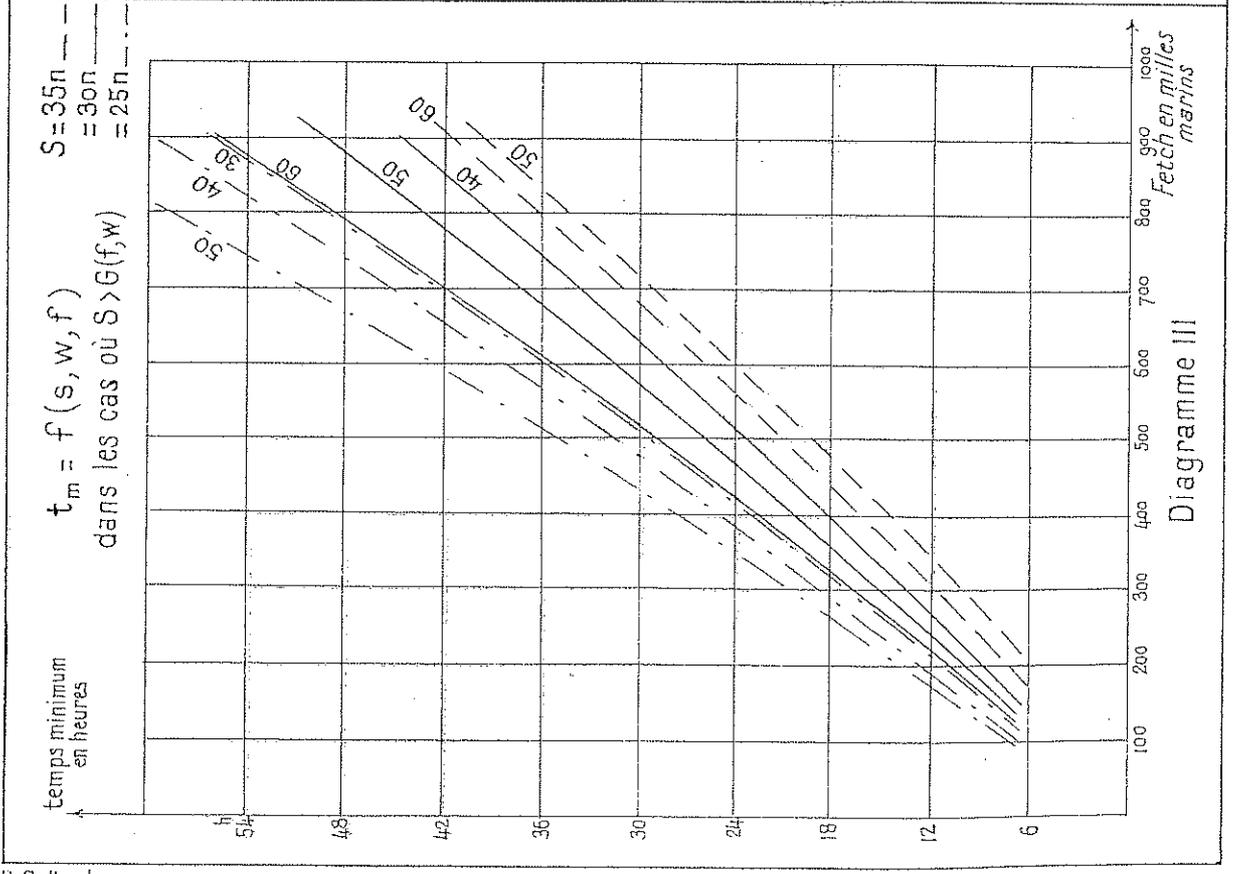
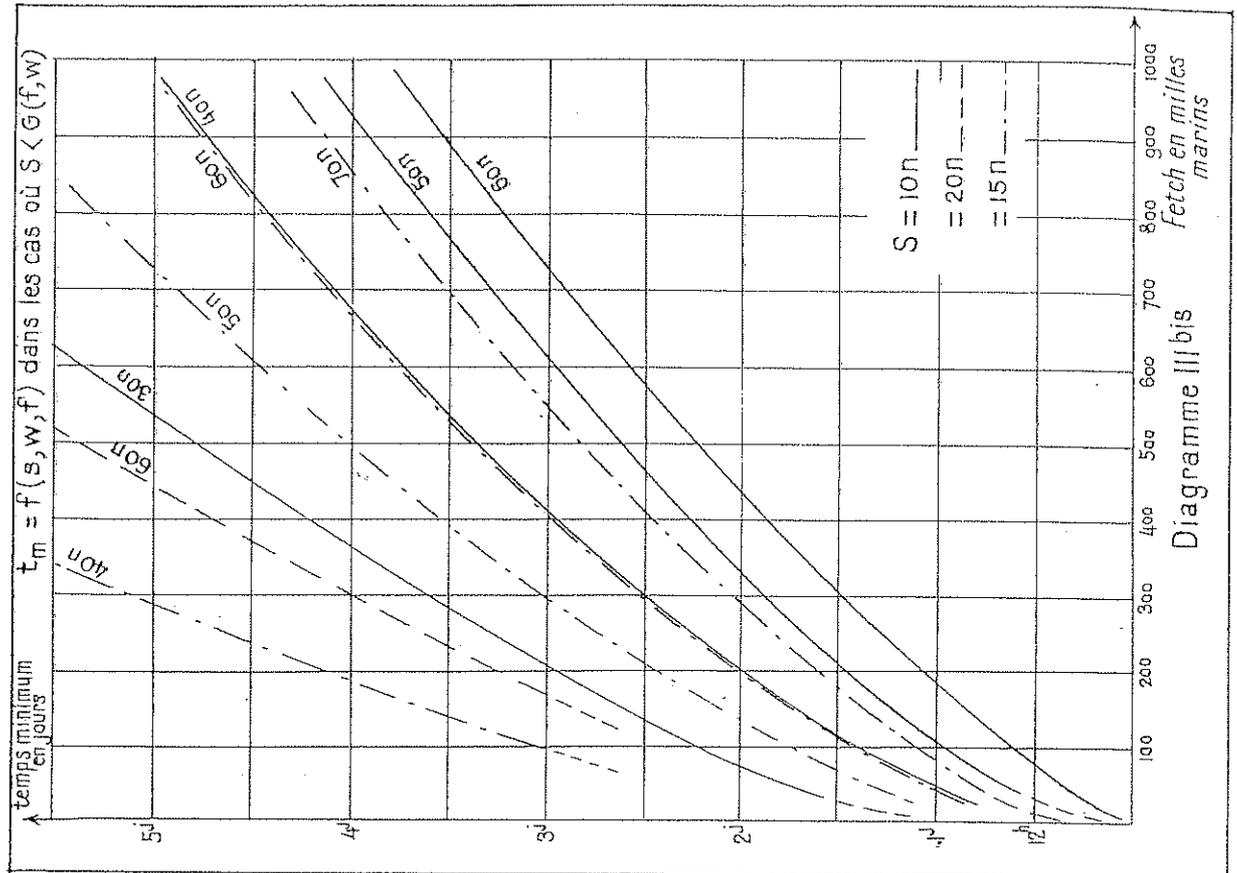
C'est l'équation des courbes II.

IV - APPLICATIONS

1) Détermination des caractéristiques des vagues produites par une aire génératrice mobile.

Le tableau récapitulatif ci-dessous peut faciliter la détermination des caractéristiques des vagues produites par une aire génératrice mobile.

Conditions		Calcul de C	Observations
Vitesse du Fetch	Durée d'action		
$S > G$ (diag. I) ou $S > 0,65 C_0$ <u>Cas a</u>	$\theta < t_1$ diag. III	Utiliser la formule (2) ou le diagramme I de SUTHONS en entrant avec W et t	le diagramme IV de SUTHONS n'est pas applicable
	$\theta > t_1$ diag. III	diagramme IV de SUTHONS	le diagramme IV de SUTHONS est applicable
$0 < S < G$ (diag. I) ou $0 < S < 0,65 C_0$ <u>Cas b</u>	$\theta < t_1$ diag. IIIbis	utiliser la formule (2)	Cas très fréquent: le diagramme IV de SUTHONS n'est pas applicable
	$\theta > t_1$ diag. IIIbis	diagramme IV de SUTHONS	Cas très rare



H. Sallard

2) Prévision des décalages

Nous avons essayé de prévoir, dans le cas d'une aire génératrice mobile, les valeurs du décalage fréquemment observé entre le moment du passage du bord avant de l'aire génératrice (en général caractérisé par un front froid météorologique) et l'établissement de l'agitation maximum correspondante.

On a observé, ce que la théorie vérifie, qu'en un point P situé sur le trajet de l'aire génératrice, l'agitation produite peut présenter une des trois formes représentées ci-contre (fig. 13, 14 et 15, Pl. III).

Cas a - On observe l'évolution figurée en (13) lorsque l'aire ----- génératrice se déplace plus rapidement que les vagues qu'elle soulève, ou de façon plus précise, lorsque la valeur de la vitesse S de l'aire génératrice est supérieure à celle prise par la fonction G (f,W) figurée sur le diagramme I (Pl. IV). Les variables W et f représentent la force du vent du gradient et la largeur de l'aire génératrice.

L'agitation maximum se trouve sur le bord arrière de l'aire, et des vagues présentant ces caractéristiques peuvent exister derrière celle-ci (fig. 16 et 17, Pl. III) si la durée d'action du vent est supérieure au temps minimum obtenu à partir du diagramme III.

Le décalage D est alors donné par

$$D = \frac{f}{S}$$

Cas a bis - Dans le cas contraire, $t < t_m$, l'agitation maximum ----- se trouve à l'intérieur de l'aire génératrice (évolution du type de la figure 14); le décalage D s'exprime par la formule :

$$D = \left[\frac{St}{a(W)} \right]^{2k} t \quad (\text{cf. page 200})$$

ou par le diagramme II (Pl. IV).

Remarque :

Dans le cas d'un fetch de longueur importante, il est rare que la totalité de l'aire génératrice passe au point d'ob-

servation par suite d'une notable diminution de la force du vent. Le décalage observé est alors inférieur au décalage D prévu.

Cas b bis - L'évolution représentée en (14) s'observe aussi dans ----- le cas d'une aire génératrice se déplaçant plus lentement que les vagues qu'elle a soulevées, lorsque la durée d'action du vent est inférieure au temps minimum nécessaire pour obtenir un état stable dans l'aire génératrice.

Ce type d'évolution est caractérisé par une valeur de S inférieure à la valeur de la fonction $G(f, W)$.

L'agitation maximum se produit alors à l'intérieur même de l'aire génératrice (fig. 18 et 19, Pl. III) et la valeur du décalage D s'obtient à l'aide du diagramme II (Pl. IV), connaissant la durée d'action du vent, la vitesse de l'aire génératrice et la force du vent du gradient dans cette aire. On a

$$\text{encore } D = \left[\frac{St}{a(W)} \right]^{2k} - t$$

La valeur $D = 0$ correspond au maximum d'agitation au passage du bord avant de l'aire génératrice.

Le temps minimum nécessaire pour obtenir l'état stable est fourni, par le diagramme III bis (Pl. IV) pour un fetch, une vitesse d'aire génératrice et une force de vent donnés. L'examen de ce diagramme montre l'importance de cette forme d'évolution puisque, le plus souvent, la durée d'action du vent est inférieure au temps minimum.

Cas b - La figure 15 (Pl. III) représente le passage de la houe ----- le avant-coureuse produite par une aire génératrice présentant les mêmes caractéristiques qu'au cas b bis, mais sur laquelle la durée d'action du vent est devenue supérieure ou égale au temps minimum nécessaire pour obtenir l'état stable.

De même que précédemment, ce phénomène s'observe pour des valeurs de S inférieures à G .

L'agitation maximum se présente alors (fig. 20, Pl. III) en avant de l'aire génératrice et le D correspondant prend des valeurs négatives.

Le temps minimum se calcule évidemment, comme il a été dit pour le cas b bis, à l'aide du diagramme III bis (Pl. V).

Remarquons que ce cas (aire génératrice soumise à des vents forts se déplaçant lentement) est relativement rare tout au moins sous nos latitudes. Son étude plus détaillée, qui obligerait à des hypothèses relatives à la propagation de la houle, n'est pas envisagée ici.

SUTHONS signale bien, mais sans y insister, lorsque S est inférieure à G, la possibilité d'existence du cas b bis envisagé ici. La prédominance d'un tel type d'aire génératrice oblige à beaucoup de précautions dans l'application des résultats de cet auteur, en particulier lors de l'utilisation de son diagramme IV qui n'est valable que dans le cas b (cf. tableau page 200).

3) Résultats

Les observations effectuées à bord des Navires Météorologiques Stationnaires aux points K et J ont permis une vérification relativement satisfaisante des résultats présentés ici. Les éléments de cette comparaison sont donnés dans les deux tableaux ci-après.

Il convient de noter que, si l'application des méthodes de prévision sur des cas réels et les observations de la houle sont assez subjectives, il n'en reste pas moins que les résultats obtenus sont assez satisfaisants.

B I B L I O G R A P H I E

- C.T. SUTHONS 1945 - The forecasting of sea and swell waves, Naval Meteorological Branch Hydrographic Dept. Memo n°135/45
- F. BRACELIN 1952 - Observing, forecasting and reporting ocean waves and surf, Naval Weather Service Admiralty. Memo n°147/52
- R. DORRESTEIN 1952 - Some proposed modifications and additions to the existing procedures for forecasting sea waves. Koninklijk Nederlands Meteor. Institut. Rapport IV N°3
- W.L. DONN 1949 - Studies of waves and swell in the Western North Atlantic. Trans. Am. Geophys. Un. 30 p. 507-516

a) Point "J"

Date	Passage du bord avant (P.F.) Max. d'agitation obs. (M) Naissance de l'aire génératrice (N)	t	t _m	f	S	Wg	Décalage obs. Do heures	Dp prévu heures	θ = t + Dp heures	Haut. signif. du maximum obs. prévue mètres
1951 3-4 Sept.	N 3 Sept. 03 h PF " 11 h M " 21 h	8	99	400	23	45	10	8	16	5 4,2
10-13 Sept. 1ère action Houle du 190	N 10 Sept. 03 h PF " 18 h M " 06 h	13	1,1	450	30	65	12	10	23	5 7,5
2ème action Houle du 250	N 11 " 00 h PF " 06 h M " 15 h	6	(4)	600	15	45	9	6	12	5,4 4
24-25 Sept.	N 23 Sept. 12 h M 25 Sept. 00 h PF 24 Sept. 18 h	30	(5)	300	15	40	6	6	36	7,5 4,2
7-8 Oct. Houle du 200 seulement	N 8 Oct. 00 h PF " 09 h M " 18 h	14	0,8	400	30	65	9	9	23	11,7 8,4
19-20 Oct. Houle du 280	N 18 Oct. 18 h PF 19 Oct. 11 h M " 18 h	17	2	900	20	50	7	7 $\frac{1}{2}$	24	4,5 5
19-20 et 21 novembre	N 19 Nov. 18 h PF 20 Nov. 06 h M " 18 h	12	(4)	500	20	50	12	6	18	9 5,3
16-17 Déc.	N 16 Déc. 12 h PF " 20 h M 17 Déc. 03 h	8	99	900	30	60	7	8	15	5,4 6,2

b) Point "K"

Date	Passage du bord avant (P.F.) Max. d'agitation obs. (M) Naissance de l'aire génératrice (N)	t heures	t _m jours	f milles	S noeuds	Wg noeuds	Décalage obs. Do heures	Dp prévu heures	$\theta =$ t + D _p heures	Haut. signif. du maximum obs. Prévue mètres
Année 1953										
10-11 Févr.	M 9 février 00 h PF 10 février 06 h M " 15 h	30	10	900	20	60	9	7	37	11 9
20 mai	PF 19 mai 20 h M 20 mai 12 h	72	1,5	500	25	40	16	20		6 5,4
26-27 avril	PF 26 avril 21 h M 27 avril 09 h	24	1,5	400	20	42	12	13	35	5 4,2
20-21 Sept.	M 20 sept. 06 h PF 20 sept. 14 h M 20 sept. 24 h	8	2	800	30	66	10	9-10	18	8 9