

LE FILTRE A HOULE

THE WAVE FILTER

COMMUNICATION PRESENTÉE AU COMITÉ DE LA S.H.F. LE 4 JUIN 1948

English Synopsis p. 335

par **M. BIESEL**

Ingénieur aux Établissements Neyrpic

M. BIESEL commence par exposer succinctement le principe du fonctionnement du filtre Neyrpic.

Comme cet exposé a fait l'objet d'un article dans le n° de mai-juin 1948 de « La Houille Blanche », nous nous contenterons de ne citer ici que les éléments nouveaux apportés par cette communication, c'est-à-dire, en particulier, quelques renseignements sur les essais déjà effectués avec le filtre Neyrpic.

Avant de passer à l'énumération des essais que nous avons faits avec ce filtre au laboratoire, nous croyons intéressant de souligner combien la solution, ainsi apportée au problème des réflexions successives, est simple dans son principe. On sait que, depuis les premières expériences des frères Weber, de nombreux laboratoires dans divers pays ont fait des essais de houle. Il est curieux de constater qu'aucun ne se soit aperçu du parti très particulier que l'on peut ainsi tirer des amortisseurs peu réfléchissants dont certains étaient connus depuis longtemps. En effet, nous croyons pouvoir affirmer que le filtre Neyrpic est le premier qui a été effectivement mis en exploitation régulière dans un laboratoire. Pourtant on peut aisément varier à l'infini les modes de réalisation de tels filtres suivant les disponibilités locales, la durée des installations, l'échelle, etc. Nous avons envisagé, par exemple, de construire un filtre à très grande échelle (houle allant jusqu'à 20 m. de longueur), par un empilement de vieux ressorts de sommiers. En effet les filtres à plaques que nous utilisons pour des houles allant jusqu'à 3 ou 4 mètres de longueur seraient, en ce cas, devenus beaucoup trop chers. Pour des échelles très petites le problème financier, quoique moins aigu, subsiste et il convient de citer les progrès intéressants obtenus dans cette voie par le Laboratoire de Chatou qui a réalisé des filtres en fibre de bois, ce qui est évidemment extrêmement économique.

Il y a plus d'un an que le filtre à houle est mis au point et utilisé journalièrement dans le Laboratoire Neyrpic ; nous croyons intéressant de passer rapidement en revue les principaux

problèmes qu'il nous a permis d'étudier jusqu'ici ; c'est-à-dire en particulier :

- 1° — L'étude des clapotis : (forme limite) ;
- 2° — L'étude de la protection offerte par un obstacle immergé (Mers-el-Kébir) ;
- 3° — L'étude d'une digue au cours de sa construction (Mers-el-Kébir) ;
- 4° — L'étude de l'évolution d'une plage (Estoril) ;
- 5° — L'étude de la récupération de l'énergie de la houle ;
- 6° — L'étude du déferlement.

Il va sans dire que nous ne pouvons donner ici une analyse détaillée de tous ces essais et de tous les résultats obtenus, nous ne signalons donc que quelques-uns des éléments les plus intéressants qui se sont dégagés des études :

1°) Etude des clapotis.

La première expérience que nous avons faite avec le filtre a été la réalisation d'un clapotis, c'est-à-dire le type même de l'expérience difficile, pour ne pas dire impossible à réaliser dans un canal classique.

Cette expérience a donné d'excellents résultats et nous avons obtenu d'emblée un clapotis extrêmement régulier malgré la rusticité de l'appareil producteur de houle qui était alors un simple coin plongeant dont le fonctionnement était assez défectueux. Nous avons pris un film de ce premier essai et nous pourrions vous le passer à la fin de cet exposé.

Ultérieurement nous avons fait des essais assez grossiers sur les formes limites des clapotis. Ces essais ont consisté tout simplement à forcer l'amplitude des clapotis avec un dispositif de filtre destiné en réalité à tout autre chose. Nous n'avions pas, à proprement parler, un filtrage suffisant et les clapotis obtenus étaient encore très irréguliers. Cependant, il s'est dégagé d'une façon nette que la forme limite du clapotis est une forme à point de rebroussement et non pas une forme à point anguleux comme dans le cas de la houle. Cette particularité avait d'ailleurs été prévue par M. MICHE à la suite d'études théoriques.

2° — Etude de la protection offerte par un obstacle immergé.

Nous avons fait, pour l'étude du port de Mers-el-Kébir, les essais d'une digue, limitée à ses enrochements, dont on espérait obtenir une protection relative pour les chantiers situés à son abri. La digue n'atteignait pas la surface de l'eau, mais elle était surmontée par des blocs artificiels qui présentaient vers le large une face verticale continue, ou presque. Ainsi cet ouvrage était assez réfléchissant et l'emploi des filtres s'est révélé indispensable, d'autant plus que dans ce cas, il était particulièrement important de pouvoir connaître avec précision les caractéristiques de la houle incidente, étant donné qu'on mesurait le rapport des amplitudes avant et après la digue immergée.

3°) Etude d'une digue au cours de sa construction.

C'est également pour Mers-el-Kébir que nous avons eu à étudier la stabilité d'une digue à ses différents stades de construction. Pour cet essai nous avons dû réaliser l'équivalent de tempêtes d'une durée de plusieurs jours, ce qui aurait été évidemment impossible avec la méthode du train de houle que nous avons exposée précédemment.

Les essais de stabilité ont permis de déterminer avec le maximum de précision les dimensions à donner aux différents éléments de la digue.

4°) Etude de l'évolution d'une plage.

Nous avons fait une étude préparatoire d'un problème d'engraissement et de disparition cyclique d'une plage. (Il s'agissait en fait de la plage d'Estoril au Portugal). Il semblait que la construction sur la plage d'une digue atteinte par

les eaux pendant les plus grandes marées, avait favorisé la destruction de la plage par la création d'une sorte de clapotis. Les essais en canal ont permis de vérifier cette hypothèse.

5°) Etude de la récupération d'énergie de la houle.

Je cite également pour mémoire l'étude de la récupération de l'énergie de la houle, étude qui avait été commencée dans un bassin à trois dimensions dont la manœuvre était assez longue et dont le réglage était difficile.

L'emploi du filtre a permis de poursuivre cette étude dans un canal, c'est-à-dire dans des conditions beaucoup plus économiques et avec une rapidité d'opération beaucoup plus grande.

Ces essais sont actuellement presque terminés.

6°) Etude du déferlement.

Nous avons également essayé de dégrossir le problème du déferlement. Malheureusement, ces essais n'ont pu être faits qu'avec un matériel très rudimentaire ; le canal dont nous disposions n'avait pas de paroi vitrée, ce qui est presque indispensable à ce genre d'étude et, d'autre part, nous n'avions pas eu la possibilité d'étudier et de réaliser des dispositifs de mesure appropriés. Nos seuls moyens d'observation étaient, outre l'observation directe, les pointes de mesure du type classique.

Néanmoins nous avons pu obtenir des résultats qualitatifs et quantitatifs intéressants. Parmi les premiers de ceux-ci il importe de signaler la détermination des conditions de réalisation des différents modes de déferlement : le déferlement en « volute » et le déferlement en « rouleau » (ou double déferlement).

Ces deux modes de déferlement se produisent respectivement dans les cas suivants :

a) **Pour des plages de forte pente et des houles de faible cambrure**, la houle est déformée à l'approche de la rive et elle présente une face antérieure de plus en plus raide. Cette déformation s'accroît jusqu'à ce que la face antérieure présente une tangente verticale ; l'instant d'après la vague déferle. L'évolution de forme de la vague peut être schématisée par la figure 1 ci-jointe.



fig. 1

C'est le cas de déferlement plongeant ou en volute (plunging breaker).

b) **Pour des houles plus cambrées et des pentes plus douces**, on voit la houle se gonfler graduellement jusqu'à atteindre sa cambrure limite. Le moment où la houle atteint le point anguleux prévu par la théorie est d'ailleurs extrêmement fugitif puisque immédiatement après elle a dépassé ce stade critique. L'impossibilité du mouvement continu se traduit alors par une perte d'eau au voisinage du sommet. Cette eau coule littéralement le long du versant avant de la vague. C'est là le mode de déferlement que nous avons provisoirement baptisé déferlement en « rouleau » par analogie avec le cas du ressaut stationnaire. Le terme anglais « spilling wave » vague « versante » ou « déversante » est peut-être plus heureux mais difficile à traduire avec précision.

Il est à remarquer que le stade du déferlement en rouleau est transitoire et que l'évolution finale de la vague se termine toujours par un plongeon (voir figure 2).

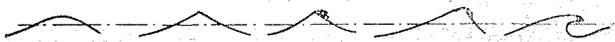


fig. 2

En quelque sorte il semble que la cause fondamentale du déferlement soit le raidissement de la face avant des intumescences, raidissement d'autant plus grand à profondeur égale que la pente de la plage est plus grande.

Accessoirement quand la houle a le loisir d'atteindre sa forme limite avant de déferler, soit parce qu'elle est déjà très cambrée, soit parce que l'inclinaison de la plage est si faible que l'effet de pente met très longtemps à se faire sentir, il se produit alors un prédéferlement du type « rouleau » ; ce déferlement étant suivi d'ailleurs ultérieurement du déferlement plongeant. On peut appeler l'ensemble du phénomène « double déferlement ».

Comme chacun des essais que nous rapportons peut se caractériser par deux variables sans dimensions : la pente de la plage ϕ et la cambrure des houles λ , on peut leur faire corres-

pondre des points représentatifs dans le plan $|\lambda, \phi|$ (voir figure 3).

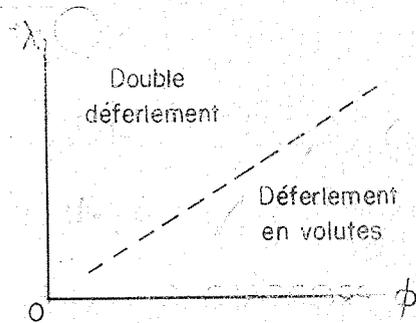


fig. 3

La règle des critères de déferlement se traduira alors par l'existence d'une certaine frontière, figurée en pointillé sur la figure, séparant les points représentatifs des essais où le déferlement se fait en volute de ceux des essais où le déferlement est double.

A titre indicatif, on peut préciser que, d'après nos essais, il semble que pour une pente de 1/6 toutes les houles déferlent en volute, que pour une pente de 1/25 toutes les houles ont un prédéferlement en rouleau et que pour une pente de 1/11 les deux modes de déferlement apparaissent suivant la cambrure de la houle.

Ces quelques remarques montrent combien il est difficile d'obtenir des résultats numériques précis. En effet que faut-il entendre par point de déferlement alors que, dans le cas du double déferlement, le processus s'étend en deux phases distinctes qui peuvent être assez notablement séparées dans le temps et dans l'espace ?

En définitive, nous avons pris comme critères le point où apparaît une tangente verticale pour les déferlements simples et le point où apparaît la forme limite pour le double déferlement.

Ainsi qu'il fallait s'y attendre cette méthode nous a conduits à trouver des profondeurs de déferlement plutôt supérieures à celles résultant seulement des considérations de forme limite (considérations développées dans un récent article de M. MICHE).

Cependant la théorie de la forme limite donne pour tous les cas étudiés des erreurs inférieures à 20 %, ce qui est satisfaisant compte tenu de la difficulté du choix d'un critère précis.