

# SCIENCE ET PÊCHE

BULLETIN D'INFORMATION ET DE DOCUMENTATION  
DE

L'INSTITUT SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DES PÊCHES MARITIMES  
59, Avenue Raymond - Poincaré, PARIS (16<sup>e</sup>)

N° 79

- PUBLICATION MENSUELLE -

MARS 1960

## LES MODELES REDUITS DE CHALUTS

- De nombreux professionnels de la pêche, patrons, armateurs, fabricants de matériel ou de filets, portent un grand intérêt aux modèles réduits de chaluts.

Les essais de modèles permettent en effet, grâce aux facilités d'observation qu'ils comportent, d'effectuer à peu de frais des améliorations des chaluts actuellement en usage et les premières mises au point des chaluts de type nouveau. Toutefois ces essais ne seront réellement profitables que sous réserve d'une réalisation conforme à quelques règles simples et d'une interprétation prudente des résultats.

Le laboratoire de l'Institut des Pêches de Boulogne a en cours, dans un bassin de 66×12m, une série d'essais sur des modèles de chaluts à des échelles variant entre 1/4 et 1/15 dont les résultats seront publiés ultérieurement.

Nous donnerons dans cette note les principes généraux qui doivent guider la fabrication et les essais des modèles.

Nous étudierons successivement les points suivants :

- lieu des essais et conditions d'observation
- choix de l'échelle de réduction
- maillages; diamètre, surface et poids du fil
- surface des panneaux et des plateaux
- poids des panneaux; lest et flotteurs
- vitesse de traction.

### 1° - LIEU DES ESSAIS ET CONDITIONS D'OBSERVATION

La nature du lieu où l'on a l'intention d'effectuer les essais détermine l'échelle de réduction et les conditions d'observation du modèle. Trois cas peuvent se présenter :

● **Essais en mer par faible profondeur**

Le modèle, en général d'assez grande taille, est trainé par une personne à pied ou par une barque. Pour être faits dans de bonnes conditions les essais nécessitent une mer calme et sans courant, une eau claire et un fond régulier de sable; conditions parfois difficiles à trouver simultanément. Néanmoins, en l'absence de tout autre bassin, les essais en mer peuvent donner lieu à des observations intéressantes.

● **Essais de modèles trainés en bassin de grandes dimensions**

Il s'agit le plus souvent d'une piscine à fond régulier et horizontal, mais les bassins de carène doivent aussi permettre des essais de ce genre. L'eau calme et claire autorise de bonnes observations à l'aide, comme en mer, d'un simple masque de plongée. Les mesures du modèle en action sont relativement plus aisées qu'en mer. Suivant les dimensions du bassin les modèles peuvent encore être à une assez grande échelle.

● **Essais de modèles fixes en bassin à circuit fermé**

Il existe, en particulier au Japon, des bassins à circuit fermé construits spécialement pour l'étude des engins de pêche suivant le principe des tunnels d'aérodynamique en circuit fermé. Ces bassins présentent l'inconvénient principal d'avoir une veine d'étude de section restreinte (2x1m par exemple) qui limite les dimensions des modèles. Ils ont cependant l'avantage important de permettre des observations prolongées et des mesures très commodes et, pour cette raison, ils complètent avantageusement les essais en grand bassin ou en mer.

**2° CHOIX DE L'ECHELLE DE REDUCTION**

Comme nous l'avons vu l'échelle de réduction dépend du lieu des essais : en mer ou en grand bassin les modèles seront réduits le plus souvent à des échelles comprises entre le 1/4 et le 1/10, en bassin à circuit fermé les modèles seront plus petits, de 1/10 à 1/30. D'une façon générale il vaut mieux éviter l'utilisation de modèles très petits, afin de limiter le plus possible les erreurs d'extrapolation. C'est pourquoi les essais à très petite échelle dans un bassin à circuit fermé seront de préférence accompagnés par quelques essais sur de grands modèles en mer ou en grand bassin.

Toutes les dimensions linéaires du modèle seront calculées suivant l'échelle de réduction des longueurs que nous désignerons par :

$$R_l = L''/L'$$

L' désigne une dimension linéaire du chalut original et L'' la dimension correspondante du modèle. Dans cette étude le signe (') désignera toujours l'original et le signe (") le modèle.

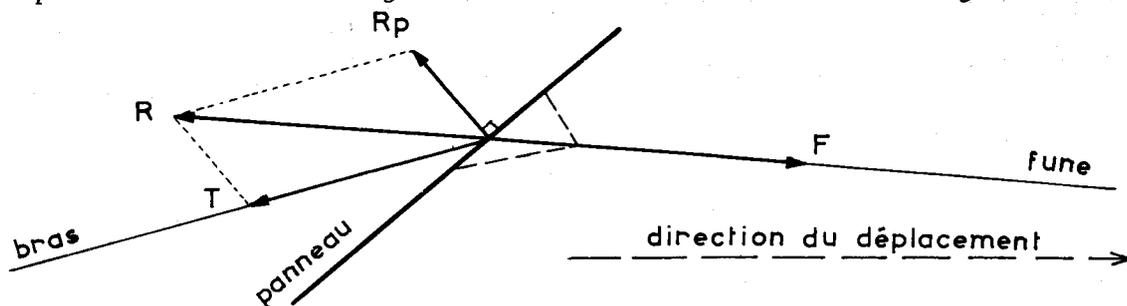
**3° - MAILLAGES; DIAMETRE, SURFACE ET POIDS DU FIL**

Les maillages du modèle ne sont pas nécessairement réduits dans les mêmes proportions que les dimensions linéaires du filet. Toutefois, pour obtenir des surfaces de fil dans le rapport  $R_l^2$ , (nous appelons surface de fil la surface de la projection des fils sur le plan contenant les mailles), il est indispensable d'utiliser la même échelle de réduction pour la dimension de la maille (m) et le diamètre du fil (d) :

$$m''/m' = d''/d' = R_m d$$

**Importance de la notion de surface de fil :**

Si on néglige les forces de frottement sur le fond, d'importance relativement faible, la résistance à l'avancement dans l'eau d'un chalut est proportionnelle au carré de la vitesse et à la surface des câbles et des fils du filet (Loi de proportionnalité au carré de la vitesse de la résistance opposée au mouvement par un fluide en régime turbulent). De même la force d'écartement des panneaux est proportionnelle à leur surface et au carré de la vitesse. L'équilibre de ces deux forces, résistance du filet d'une part et écartement du panneau de l'autre, avec la force de traction du chalutier est très important car il conditionne la grandeur de l'ouverture horizontale du chalut (fig. 1).



**Fig. 1** - Equilibre des forces de traction ( $F$ ), de résistance du panneau ( $R_p$ ) et de résistance du filet ( $T$ ). Pour simplifier le schéma les trois forces ont le même point d'application.

Dans le modèle, pour qu'il y ait similitude mécanique, il convient de retrouver cet équilibre en conservant les valeurs relatives des forces et donc des surfaces, non seulement pour les panneaux mais aussi pour les plateaux élévateurs ou toute autre partie du gréement présentant une résistance hydrodynamique importante (1).

Cet équilibre est conservé si l'on a, comme nous l'avons vu plus haut, des échelles de réduction identiques pour le maillage et pour le diamètre du fil. Dans ce cas la surface du fil est proportionnelle à  $Rl^2$  et la surface des panneaux sera aussi proportionnelle à  $Rl^2$  (dimensions linéaires réduites suivant  $Rl$ ).

**Exemple :** Modèle au 1/4 d'un chalut 13/18 m de pêche artisanale avec panneaux de  $1,50 \times 0,90$  (surface =  $135 \text{ dm}^2$ ). La surface du fil est réduite en fonction de  $(1/4)^2 = 1/16$ . La surface des panneaux du modèle sera réduite également au 1/16, soit  $8,4 \text{ dm}^2$  (dimensions =  $37,5 \times 22,5 \text{ cm}$ ).

Cependant, il peut arriver que les réductions du diamètre du fil et de la dimension des mailles ne soient pas semblables. Un calcul simple permet alors d'obtenir la réduction de la surface de fil du modèle par rapport à celle du chalut original :

- Si on désigne par  $n'$  le nombre de mailles sur une longueur  $L'$  du filet original et par  $n''$  le nombre de mailles sur une longueur  $L''$  du modèle, les maillages  $m'$  et  $m''$  étant réduits suivant le rapport  $R_m$  et les diamètres de fil  $d'$  et  $d''$  suivant  $R_d$ , on a :

$$\frac{n'' \times m''}{n' \times m'} = \frac{L''}{L'} \quad \text{ou} \quad \frac{n''}{n'} \times R_m = R_l \quad \text{et} \quad n'' = n' \times \frac{R_l}{R_m}$$

(1) Ces données de similitude mécanique s'appliquent également aux chaluts grandeur nature. Par exemple si à bord d'un chalutier la nature des fils du chalut est modifiée par remplacement du manille par du nylon plus fin et plus lisse, la résistance à l'avancement du chalut diminue et pour retrouver le même équilibre d'ouverture qu'avec le chalut manille il faut diminuer la force d'écartement des panneaux ou, ce qui est préférable, augmenter les dimensions du filet.

Les surfaces de fil (Sf) correspondantes du modèle et de l'original sont alors obtenues en calculant :

$$Sf'' = n''^2 \times 4 m'' \times d'' \quad Sf' = n'^2 \times 4 m' \times d'$$

(le chiffre 4 correspond aux quatre côtés de la maille).

Et le rapport des surfaces de fil est égal à  $Sf''/Sf'$ .

Dans un tel cas la surface des panneaux ou des plateaux du modèle sera réduite suivant ce dernier rapport.

#### Poids du fil :

La nature et la densité du textile du modèle doivent être, si possible, les mêmes que celles du textile de l'original. Le nylon, étant donné sa grande souplesse, est préférable à tout autre textile.

Par ailleurs le choix d'une échelle de réduction des maillages et des diamètres de fil différente de l'échelle de réduction des longueurs amène à utiliser des fils qui, pour une surface correcte, seront proportionnellement trop lourds (le poids du fil est en effet fonction de  $r^2 \times l$  alors que sa surface de projection est fonction de  $r \times l$ ). Ainsi un chalut au 1/10 avec maille et diamètre du fil au 1/5 est proportionnellement deux fois trop lourd.

Comme nous le verrons plus loin, pour équilibrer ces différences deux artifices peuvent être utilisés : augmentation du volume des flotteurs du modèle pour compenser un poids d'alège trop grand ou emploi d'une vitesse d'essai plus élevée, calculée en fonction de l'échelle de réduction du diamètre du fil au lieu de l'échelle de réduction des longueurs.

#### 4° - SURFACE DES PANNEAUX ET DES PLATEAUX

Comme nous l'avons vu précédemment, la surface des panneaux ou des plateaux ( $Sp$ ) doit être proportionnelle à la surface de fil ( $Sf$ ) du chalut.

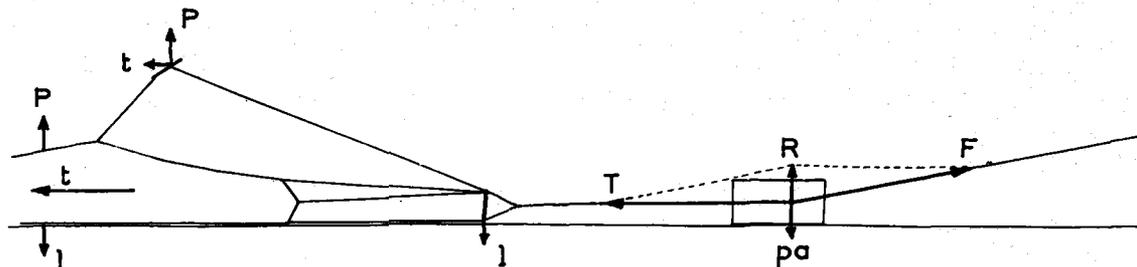
Ces parties du gréement du modèle seront donc fabriquées à des dimensions telles que leur surface  $Sp''$  soit égale à  $Sp' \times Rl^2$  (dans le cas  $m''/m' = d''/d'$ ) ou à  $Sp' \times Sf''/Sf'$  ( $m''/m'$  différent de  $d''/d'$ )

#### 5° - POIDS DES PANNEAUX, LEST ET FLOTTEURS

Quand le chalut fonctionne, le lest fixé au bourrelet ou sur les guindineaux et le poids des panneaux (qui joue pratiquement le même rôle que le lest au bout des bras utilisé dans les chaluts-boeufs) équilibrent les forces engendrées par la résistance hydrodynamique du filet et du gréement. Ces forces sont la "poussée" dirigée vers le haut et la "trainée" dirigée vers l'arrière et s'opposant au déplacement (fig. 2); elles sont proportionnelles aux surfaces et au carré de la vitesse.

En conséquence si l'écart entre l'échelle de réduction des longueurs ( $L''/L'$ ) et celle du diamètre du fil ( $d''/d'$ ) est faible ou nul, et pour un comportement correct du modèle cela semble préférable

le lest et le poids des diverses parties du gréement, ainsi que le volume des flotteurs, auront des valeurs proportionnelles au cube de l'échelle de réduction des longueurs ( $Rl^3$ ).



**Fig. 2** - Le poids du panneau ( $pa$ ) doit équilibrer la résultante ( $R$ ) des forces de traction ( $F$ ) et de traînée totale ( $T$ ). Le lest du bourelet et des guindeneaux ( $l$ ) équilibre surtout les forces de poussée vers le haut s'exerçant sur le plateau, le grand dos et les ailes supérieures ( $P$ ).

Toutefois si la différence entre l'échelle de réduction des longueurs et celle du diamètre du fil est importante, l'augmentation du poids relatif du fil peut être corrigée par une augmentation du volume des flotteurs ou par une vitesse plus grande (cf. § 6°). Si on choisit la modification de vitesse il en résultera un accroissement de la traînée de l'ensemble de l'engin et il sera nécessaire, pour un bon équilibre du modèle sur le fond, d'augmenter les poids des panneaux et du lest de bourelet en fonction du rapport des carrés des vitesses (cf. § 3° : Loi de proportionnalité).

D'une manière générale il est recommandé de réduire le plus possible l'écart entre l'échelle de réduction des longueurs et celle des diamètres des fils. Les difficultés que nous venons de signaler seront ainsi évitées. Enfin, grâce à l'emploi de fils très fins et souples (1), le modèle sera plus léger et prendra une forme plus normale dans l'eau.

## 6° - VITESSE DE TRACTION

Dans les essais de modèles réduits, d'après les lois de l'hydrodynamique, les principales forces mises en jeu sont dues à l'inertie, à la gravité et à la viscosité. Suivant qu'on accordera une importance prédominante à l'une de ces deux dernières catégories de forces, les vitesses d'essais seront calculées différemment. Une prédominance des forces de gravité conduira à maintenir le rapport  $V^2/L$  constant (similitude de FROUDE), tandis qu'avec une prédominance des forces de viscosité on conservera le produit  $VL$  constant (similitude de REYNOLDS).

Pour les essais qui nous intéressent on admet que les forces de gravité sont beaucoup plus importantes que les forces de viscosité et la plupart du temps on néglige ces dernières.

De l'égalité des rapports  $V'^2/L'$  et  $V''^2/L''$  on déduit la valeur de la vitesse d'essai du modèle:

$$V'' = V' \sqrt{L'}.$$

**Exemple :** Modèle au 1/10 d'un chalut 27/48m de pêche industrielle, trainé habituellement à 4 noeuds. Le modèle sera trainé à  $V'' = 4 \times \sqrt{1/10} = 1,3$  n.

(1) A titre d'indication signalons qu'on dispose actuellement de fils de nylon d'un diamètre de 0,3 à 0,6 mm et pouvant être lacés mécaniquement en maillages très petits (jusqu'à 6 mm par exemple). Ces fils conviennent parfaitement à la fabrication des modèles.

Rappelons que, si  $R_l$  est très différent de  $R_d$ , la vitesse de traction du modèle peut être calculée (d'après les travaux japonais) non plus suivant l'échelle de réduction des longueurs mais en tenant compte de l'échelle de réduction des diamètres de fil ( $V'' = V' \sqrt{R_d}$ ). Comme nous l'avons déjà signalé, les données quantitatives des essais deviennent alors plus difficiles à interpréter.

## CONCLUSION

La fabrication et les essais de modèles réduits de chaluts posent des problèmes complexes dont les solutions ne sont pas toujours très faciles. Cependant, à condition d'observer quelques règles de similitude, cette méthode d'étude présente l'intérêt de fournir des données importantes sur le comportement des engins de pêche.

Les données quantitatives (résistance à l'avancement, hauteur d'ouverture, poids du lest, etc..) seront à interpréter avec prudence, surtout à partir des modèles à très petite échelle (1/10 et au dessous). Il faudra en général les vérifier sur le chalut original dans les conditions normales d'utilisation.

Des observations d'ordre qualitatif (écoulement des filets d'eau, variation de la hauteur d'ouverture avec la vitesse, ouverture des mailles, etc..) pourront être faites dans tous les cas et il en résultera une meilleure connaissance du comportement du chalut en pêche.

Ces observations intéresseront le patron de pêche qui pourra en tirer des indications en vue de l'amélioration du fonctionnement de son engin; elles seront utilisables également par le fabricant de chaluts désireux d'améliorer ses plans ou d'étudier de nouveaux types de chaluts.

C. NEDELEC

## BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- F.A.O., 1959.- Modern fishing gear of the world.- Published by Fishing News Ltd, London. Voir en particulier les études de : CATASTA (L.), DICKSON (W.), KAWAKAMI (T.), NARASAKO (Y.) et KANAMORI (M.), PHILLIPS (J.), TAKAYAMA (S.) et KOYAMA (T.).
- BARILLON (M.), 1933.- Expériences de remorquage de fils et de filets.- Rev. Trav. Off. Pêches marit. 6 (2).  
1934.- Deuxième note sur les fils et filets.- Rev. Trav. Off. Pêches marit. 7 (1).
- FAUQUET (A.) et PAURICHE (J.), 1952.- Mesure de la trainée de fils de pêche.- Inst. mécan. fluides, Lille (édité par Ets COUSIN).
- NOMURA (M.) and YASUI (T.), 1953.- Model experiments on trawl nets of various types.- Bull. Jap. Soc. sci. Fish. 18 (12), Tokyo.
- PRANDTL (L.), 1952.- Guide à travers la mécanique des fluides.- Dunod, Paris.
- STEELE (J.H.), 1955.- Review of theoretical studies on a trawl.- Rapport présenté au C.P.I.E.M., Comité des pêches comparées. Copenhague.
- TAUTI (M.), 1934.- The force acting on the plane net in motion through the water.- Bull. Jap. Soc. sci. Fish. 3 (1). Tokyo.  
1934.- A relation between experiments on model and on full scale of fishing net.- Bull. Jap. soc. sci. Fish. 3 (4). Tokyo.

Science & Pêche  
N° 79 - 1960

Le Directeur  
FURNESTIN

La reproduction totale ou partielle du *Bulletin d'Information* (Science & Pêche) est autorisée sous la réserve expresse d'en indiquer l'origine.