

THEORIE ET PRATIQUE DES MAQUETTES D'ENGINS DE PECHE

(Premières observations effectuées dans le bassin de démonstrations de la Chambre de Commerce de Boulogne)

par C. NEDELEC et M. PORTIER

AVERTISSEMENT

Bien que Science et Pêche soit un périodique qui se propose de vulgariser, à vrai dire à un niveau relativement élevé, des études technologiques susceptibles d'intéresser les diverses catégories professionnelles de la pêche, il n'a pas été possible, pour le présent article, d'échapper dans une première partie à l'exposé de formules mathématiques nécessaires à l'explication des essais sur maquette de certains engins de pêche. Nous nous excusons donc de cet exposé nécessaire auprès de lecteurs non initiés à ces théories qui intéressent essentiellement les fabricants de filets. Mais les patrons de pêche et armateurs trouveront, au moins dans la deuxième partie, des données qui leur seront très utiles pour la confection et le grément de leurs engins ainsi que pour la connaissance et le comportement des chaluts en action.

L'année 1967 aura vu la mise en service à Boulogne d'un bassin d'essais et de démonstrations de maquettes d'engins de pêche, réalisation remarquable ne serait-ce que par le fait qu'il n'existe dans le monde qu'un très petit nombre d'installations de ce genre, pour la plupart au Japon.

Cette réalisation, conçue principalement par M. GIARD, directeur de la FAPMO (Fonderies et Ateliers des Pompes et Moteurs à Outreau), a pu être menée à bien par la Chambre de Commerce et d'Industrie de Boulogne, grâce en partie à une aide de l'État sous la forme d'une subvention accordée au titre du Plan de relance des pêches maritimes⁽¹⁾. Il convient de signaler à ce sujet la part active qui a été prise par l'Institution consulaire, à la fois dans la conception et dans l'achèvement de ce projet, en particulier en la personne de son président, M. Jean LE GARREC et en celle de son ingénieur, M. DROUET.

Bien que la description et les plans de ce bassin aient déjà été publiés dans la presse spécialisée, il est bon d'en rappeler les caractéristiques principales : il s'agit d'un dispositif en circuit fermé dans lequel la maquette reste fixe dans un courant d'eau entretenu par deux hélices accouplées. Les dimensions principales sont les suivantes : 21 m de longueur totale, pour une veine d'observation de 2 m de large sur 1,50 m de hauteur, munie de glaces de regard sur 4,50 m de long. Constitué par une sorte de tapis roulant, le fond de la veine est mobile afin d'éviter la formation de tourbillons

(1) Le bassin lui-même a été construit par les Ateliers et Chantiers Maritimes du Boulonnais.

qui pourraient gêner le fonctionnement de la maquette à ce niveau. La vitesse du courant d'eau, qui peut varier par paliers de 0,20 à 1,00 m par seconde, correspond approximativement, comme on le verra plus loin, à des vitesses d'utilisation en pêche de 2 à 5 nds.

A la demande de nombreux professionnels, patrons ou capitaines, armateurs et fabricants de matériel ou de filets, le laboratoire de l'Institut des Pêches de Boulogne a organisé plusieurs séances de présentations de maquettes de chaluts de différents types avec des gréements variés.

On trouvera dans cette étude des indications sur la manière selon laquelle ces maquettes ont pu être réalisées et mises au point. Ce sera aussi l'occasion de rappeler quelques principes généraux de l'hydrodynamique appliquée aux essais sur maquette ⁽¹⁾.

I. — THEORIE DES ESSAIS SUR MAQUETTES.

La réalisation d'essais sur les maquettes des éléments du train de pêche n'est valable que si certaines règles correspondant aux lois de l'hydrodynamique sont observées. Ces règles dépendent essentiellement de la nature de l'écoulement réalisé qui peut être du type laminaire ou turbulent.

Par exemple, dans la veine d'étude, aux très faibles vitesses et en présence d'obstacles aux dimensions relatives peu importantes, l'écoulement peut être considéré comme théoriquement *laminaire*. C'est-à-dire que les lignes de courant ne se mélangent pas au cours du mouvement mais glissent les unes sur les autres sans qu'il y ait passage de liquide d'une couche de fluide à l'autre. Les forces de viscosité sont alors prépondérantes.

Il n'en est plus de même, si la vitesse du courant augmente, de même que les dimensions relatives des obstacles qui y sont plongés (maquette de filet, de panneau ou câble). On assiste alors à la formation de turbulences ou perturbations du mouvement se manifestant par des tourbillons autour de l'obstacle. Cette situation est caractéristique du régime *turbulent* dans lequel les forces d'inertie qui correspondent à la résistance hydrodynamique de l'obstacle sont prépondérantes par rapport aux forces de viscosité. Le régime turbulent est également celui auquel sont soumis les divers éléments du train de pêche remorqué en mer, dans les conditions normales d'exploitation.

Par ailleurs, l'analogie entre le mouvement de l'original dans son élément et celui du fluide autour de la maquette nous permet de croire a priori qu'il sera possible de tirer des enseignements valables de l'examen des modèles à échelle réduite. Toutefois, les résultats des mesures expérimentales établies sur les maquettes ne sont transposables à l'original ⁽²⁾ que si les données définissant chacune des deux situations satisfont à un certain nombre de relations qu'on appelle conditions de similitude mécanique.

Les analogies entre l'original et la maquette sont d'ordre géométrique, cinématique et dynamique.

La similitude géométrique est obtenue en adoptant une échelle de réduction linéaire qui affectera toutes les longueurs de l'original (longueur de corde de dos, de bourrelet, de ralingues du chalut ; longueur et hauteur des panneaux). Une attention particulière devra être portée au problème des maillages.

(1) Nous tenons à signaler ici que cette étude n'a pu être entreprise que grâce à la collaboration de nos collègues du laboratoire de Boulogne : L. LIBERT, par ailleurs animateur de nombreuses séances de démonstrations aux professionnels, A. MAUCORPS, auteur des photographies qui illustrent cet article, et J.B. BOURGAIN.

Nous remercions également les dirigeants et le personnel des ateliers de la Chambre de Commerce qui nous ont donné toutes facilités pour l'exécution de ces essais.

(2) Dans tout ce qui suit on appellera toujours original un quelconque élément grandeur nature dont toutes les grandeurs seront affectées de l'indice 1, et maquette le modèle à échelle réduite dont les grandeurs seront affectées de l'indice 2.

La similitude cinématique et la similitude dynamique impliquent respectivement des vitesses homologues et des rapports de forces constants.

Ces forces qui agissent sur l'original ou la maquette sont au nombre de trois : forces d'inertie, forces de gravité ou de pesanteur, forces de viscosité.

Les forces d'inertie s'expriment par la formule : $F = 1/2 C \rho S V^2$

où : V = vitesse du déplacement, S = surface du maître couple de l'obstacle, ρ = masse spécifique du fluide, C = coefficient dépendant d'un nombre R appelé nombre de Reynolds que nous définirons plus loin.

Les forces de pesanteur ou forces de gravité sont les forces dues aux flotteurs, dirigées vers le haut, ou aux poids et dirigées alors vers le bas.

Enfin *les forces de viscosité* sont celles dues au frottement des particules liquides sur l'obstacle.

Les équations de l'hydrodynamique qui régissent l'équilibre de ces différentes forces font intervenir deux coefficients dépendant des données de l'écoulement. Ce sont, d'une part le nombre de Reynolds et d'autre part le nombre de Froude.

Nombre de Reynolds.

Ce nombre sans dimensions a une valeur numérique qui ne dépend pas du système d'unités choisi. Il définit à lui seul le caractère de l'écoulement.

C'est la valeur que prend la combinaison de quatre grandeurs caractéristiques de cet écoulement : $R = \rho V D / \mu$.

où : ρ = masse spécifique du fluide, μ = coefficient de viscosité dynamique, V = vitesse de l'écoulement, D = dimension linéaire caractéristique de l'obstacle (diamètre des fils du chalut ou hauteur du panneau).

Le nombre de Reynolds représente le rapport des forces d'inertie aux forces de viscosité. S'il est faible, il caractérise un mouvement où les forces de viscosité sont importantes ; s'il est élevé, au contraire, il caractérise un mouvement où ce sont les forces d'inertie qui l'emportent.

La similitude de deux écoulements nécessitera par conséquent des nombres de Reynolds égaux pour l'original et la maquette : $R_1 = R_2$ ou en admettant que les propriétés physiques des deux fluides sont suffisamment voisines pour que le coefficient $\nu = \mu/\rho$ ⁽¹⁾ soit le même dans les deux cas : $V_1 D_1 = V_2 D_2$ ou encore : $V_1/V_2 = D_2/D_1$.

Par conséquent dans ce type de similitude, l'échelle des vitesses varie en raison inverse de celle des longueurs.

Nombre de Froude.

Le deuxième nombre intervenant dans les équations de l'hydrodynamique est le nombre de Froude : $F = V^2/Dg$

où : V = vitesse de l'écoulement, D = dimension linéaire caractéristique de l'obstacle, g = accélération de la pesanteur.

Ce nombre qui, comme le nombre de Reynolds, est sans dimensions, représente le rapport des forces d'inertie ou forces de gravité ou de pesanteur.

(1) ν = coefficient de viscosité cinématique.

L'égalité des nombres de Froude pour l'original et la maquette implique : $F_1 = F_2$ ou $V_1^2/D_1 = V_2^2/D_2$, ce qui entraîne : $V_2/V_1 = \sqrt{D_2/D_1}$ soit un rapport de vitesse égal à la racine carrée de l'échelle de réduction linéaire.

L'obtention d'une similitude complète de deux écoulements, qui concernent ici des fluides aux propriétés physiques pratiquement identiques, imposerait théoriquement l'égalité simultanée des nombres de Reynolds et des nombres de Froude.

Soit $R_1 = R_2$ ce qui entraîne $V_2/V_1 = D_1/D_2$
et $F_1 = F_2$ ce qui entraîne $V_2/V_1 = \sqrt{D_2/D_1}$.

Ou en égalant les deux rapports $D_1/D_2 = \sqrt{D_2/D_1}$.

Ce qui conduit à écrire $D_1 = D_2$ égalité qui rendrait impossible tout essai sur maquette à échelle réduite.

Dans la pratique, les essais sur maquettes se font, selon l'importance relative des forces de viscosité, en tenant compte du nombre de Reynolds ou du nombre de Froude.

Dans les cas qui nous intéressent, c'est-à-dire pour des écoulements permanents incompressibles à surface libre et turbulents, s'effectuant donc en principe à des nombres de Reynolds élevés, sous réserve que la similitude géométrique de l'original et de la maquette soit respectée, la seule condition à observer est celle de Froude :

$$F_1 = F_2 \text{ ou } V_2/V_1 = \sqrt{D_2/D_1}.$$

Il apparaît, en effet, quand les nombres de Reynolds sont élevés, que les forces d'inertie sont importantes en regard des forces de viscosité. Il en résulte que le seul rapport à conserver est celui des forces d'inertie à celles de gravité.

Pratiquement la similitude de Froude nous conduit à choisir des vitesses proportionnelles à la racine carrée du rapport de réduction linéaire.

Exemple : $V_1 = 2$ m/s (correspondant à 4 nœuds) $RI = 1/20$.

$$V_2/V_1 = \sqrt{1/20} \text{ et } V_2 = 0,45 \text{ m/s.}$$

L'abandon de la similitude de Reynolds nous oblige à examiner l'expression des forces de résistance et particulièrement celles de traînée qui s'exercent dans le sens du déplacement et dont on sait qu'elles s'écrivent :

$$F = 1/2 C_x \rho S V^2$$

Le coefficient C_x ou coefficient de traînée dépend :

de la nature de l'écoulement autour de l'obstacle, caractérisé pour un type d'obstacle donné par le nombre de Reynolds,

de la forme et de la rugosité de l'obstacle.

L'emploi de la similitude de Froude implique des nombres de Reynolds différents pour l'original et la maquette. Dans ces conditions les coefficients de traînée C_x , fonction des nombres de Reynolds, ne seront plus les mêmes dans les deux cas.

Toutefois les résultats connus concernant les valeurs expérimentales des C_x en fonction des nombres de Reynolds, dans les cas de cylindres, de sphères ou de plaques planes montrent que pour certaines valeurs de ces nombres, le C_x reste pratiquement constant (fig. 1).

Le calcul pratique des nombres de Reynolds, dans le cas des deux exemples qui suivent, pour des grandeurs homologues de l'original et de la maquette, permet de vérifier que les nombres trouvés

nous situent dans des domaines où l'on peut en première approximation considérer le C_x comme constant, condition nécessaire à la réalisation de mesures valables sur les maquettes.

Exemple 1. *Cas des fils.* On choisit pour grandeur caractéristique de l'obstacle le diamètre des fils.

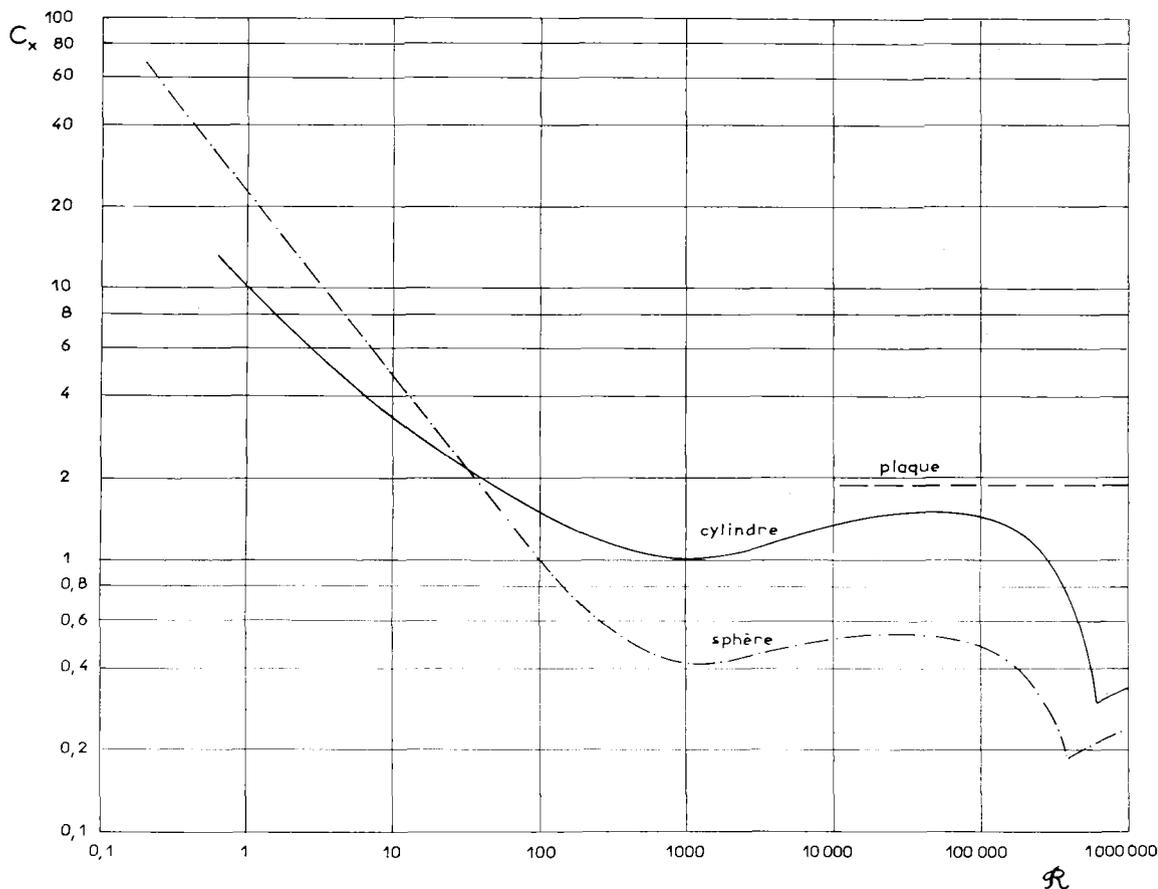


Fig. 1. — Allure des courbes donnant la variation du coefficient de traînée (C_x) en fonction du nombre de Reynolds, pour un cylindre, une sphère ou une plaque plane (d'après VALEMBOIS).

Soit la maquette, réalisée avec des fils de diamètre 0,4 mm, d'un chalut où les fils ont normalement 2 mm de diamètre (réduction $1/5^e$).

$$D_1 = 0,0020 \text{ m}, D_2 = 0,0004 \text{ m}, V_1 = 2,0 \text{ m/s}, V_2 = 0,5 \text{ m/s}.$$

Nous prendrons pour $\nu = \mu/\rho$ la valeur $\nu = 1,31 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$, valeur qui peut être considérée comme pratiquement identique dans l'eau douce et dans l'eau de mer.

$$\text{Dans ces conditions, on a pour l'original : } R_1 = V_1 D_1/\nu = 3\,050$$

$$\text{et pour la maquette : } R_2 = V_2 D_2/\nu = 152.$$

Si on assimile un brin de fil ou un côté de maille à un cylindre de diamètre D , de longueur finie, on voit (fig. 1) que pour des valeurs de R comprises entre 150 et 200 000 le C_x varie très peu.

Exemple 2. *Cas des panneaux.* Prenons la hauteur du panneau comme dimension caractéristique de l'obstacle. L'échelle de réduction est de $1/20^e$.

$$D_1 = 1,50 \text{ m}, D_2 = 0,075 \text{ m} \quad V_1 = 2,000 \text{ m/s}, V_2 = 0,50 \text{ m/s}.$$

Avec la même valeur de ν que précédemment on obtient :

$$R_1 = 2\,300\,000, \quad R_2 = 28\,000.$$

Or pour des valeurs de R supérieures à 1 000, le C_x d'une plaque plane peut être considéré comme constant (fig. 1).

Remarque sur les échelles de réduction.

Les échelles de réduction adoptées dans nos maquettes varient en général entre $1/15^e$ et $1/25^e$. Elles sont imposées à la fois par les dimensions des chaluts et par celles de la veine d'eau. On peut remarquer que ces échelles restent cependant assez faibles. En effet, il n'est pas rare en hydrodynamique de voir utiliser le $1/100^e$ (étude de carènes) ou même le $1/500^e$ (études de port ou d'estuaire). D'autre part ces échelles permettent d'avoir des nombres de Reynolds pour l'original et la maquette qui restent, ainsi que nous l'avons vu, dans des domaines où le C_x varie peu. La condition essentielle de validité des essais est donc respectée.

En ce qui concerne les surfaces des différents obstacles, on doit normalement les réduire proportionnellement au carré de l'échelle de réduction linéaire, comme on le voit en examinant le cas des panneaux et celui des alèzes.

Cas des panneaux. Soient R_l l'échelle linéaire, L_1 et H_1 , L_2 et H_2 les dimensions respectives d'un panneau grandeur nature et de sa maquette.

$$\text{On a : } L_2/L_1 = R_l \quad \text{et} \quad H_2/H_1 = R_l.$$

$$\text{Les surfaces } S_1 \text{ et } S_2 \text{ s'écrivent : } S_1 = L_1 H_1 \text{ et } S_2 = L_2 H_2.$$

$$\text{Leur rapport est : } S_2/S_1 = L_2/L_1 \times H_2/H_1 = R_l^2.$$

Cas des alèzes. Importance de la notion de surface de fil.

Les échelles de réduction linéaire imposées par les dimensions du bassin sont telles qu'il est impossible de réduire les maillages dans les mêmes proportions que les longueurs. Toutefois, étant donné l'importance de la surface de fil qui conditionne la traînée du filet, il est indispensable de réduire cette surface dans un rapport qui sera aussi égal au carré de l'échelle de réduction R_l . L'adoption de certains principes concernant le calcul du nombre de mailles de la maquette, et le choix du diamètre du fil en accord avec la dimension de la maille, conduisent au résultat désiré. Ainsi, R_m étant l'échelle de réduction des maillages, R_d l'échelle de réduction du diamètre des fils, on peut supposer qu'il sera toujours possible d'avoir un choix d'alèze suffisamment grand pour que R_m soit égal à R_d : $R_m = R_d$.

Dans ces conditions on démontre et nous admettrons que si n_1 et n_2 sont les nombres de mailles respectifs d'une pièce de l'original et du modèle et si l'on a entre ces nombres le rapport R_n , tel que : $R_n = n_2/n_1 = R_l/R_m$, les surfaces de fil S_1 et S_2 seront entre elles comme le carré de l'échelle de réduction linéaire : $S_2/S_1 = R_l^2$.

Un exemple numérique va préciser ce qui vient d'être dit.

Soit une pièce de 70 mm (grand dos du chalut 27/47) de 75 mailles de hauteur, commençant à 300 mailles et finissant à 200 (fig. 2).

Le fil est du 400 m/kg, de diamètre 2,10 mm.

La maquette à l'échelle $Rl = 1/20^e$ de cette pièce est réalisée en maillage de 10 mm (soit $Rm = 1/7^e$) et en fil 20 000 m/kg, diamètre = 0,30 (soit $Rd = 1/7^e$).

On a bien : $Rm = Rd$.

Le nombre des mailles de la maquette est obtenu au moyen de la formule :

$$n_2 = n_1 R_n \text{ avec } R_n = Rl/Rm$$

$$R_n = 1/20^e / 1/7^e = 7/20^e \text{ soit } n_2 = n_1 \times 7/20^e$$

Dans ces conditions : 300 mailles de 70 deviennent 105 mailles de 10; 200 mailles de 70 deviennent 70 mailles de 10; 75 mailles de 70 deviennent 26 mailles de 10.

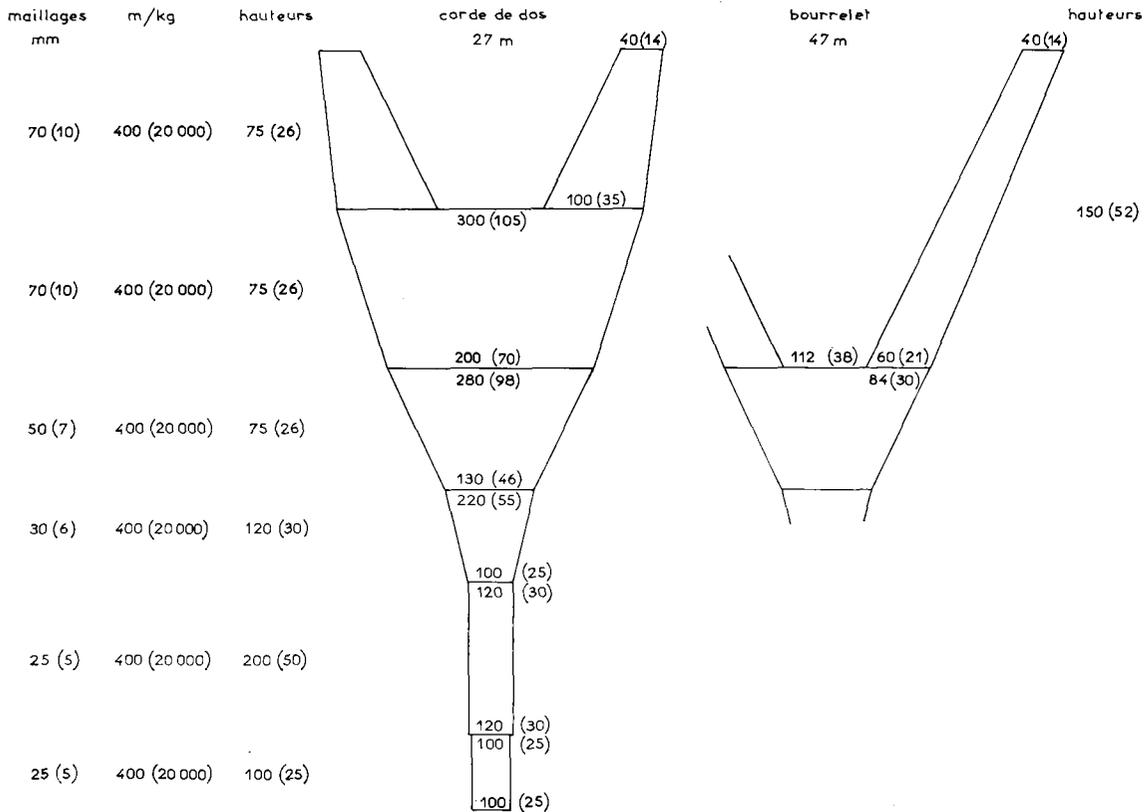


FIG. 2. — Plan du chalut de fond 27/47. Les caractéristiques de la maquette (longueurs des ralingues, mailages et forces des fils) sont indiquées entre parenthèses.

Et le nombre total des mailles des deux pièces sera respectivement :

$$N_1 = (200 + 300)/2 \times 75 = 18\,750 \quad N_2 = (105 + 70)/2 \times 26 = 2\,275$$

La surface de fil d'une maille sera : pour l'original : $s_1 = 4 \times 70 \times 2,10 = 588$ mm; pour la maquette : $s_2 = 4 \times 10 \times 0,30 = 12$ mm.

Enfin les surfaces de fil seront pour toute la pièce :

$$S_1 = N_1 \times s_1 = 11\,025\,000 \text{ mm}^2 \quad S_2 = N_2 \times s_2 = 27\,300 \text{ mm}^2$$

Ce qui conduit au rapport : $S_2/S_1 = 1/403$ très peu différent de $(1/20)^2$.

La légère différence obtenue, inférieure à $1/100^e$, vient de ce que le produit effectué pour la hauteur de la pièce est égal à $75 \times (7/20) = 26,25$, alors que le nombre de mailles employé est de 26.

On voit que dans ces conditions le rapport des surfaces de fil de l'original et de la maquette est bien le carré de l'échelle de réduction linéaire $R1$: $S_2/S_1 = (R1)^2$.

Si l'on revient à l'expression des forces d'inertie, on aura respectivement pour l'original et la maquette (en supposant ρ très peu différent pour l'eau douce et l'eau de mer).

$$F_1 = 1/2 C_{x_1} \rho S_1 V_1^2 \text{ et } F_2 = 1/2 C_{x_2} \rho S_2 V_2^2$$

Or il a été montré que, d'une part, dans les limites des essais réalisés les C_x peuvent être considérés en première approximation comme très voisins ou égaux : $C_{x_1} = C_{x_2}$,

d'autre part entre les surfaces et les vitesses existent les rapports constants :

$$S_2/S_1 = R1^2 \quad V_2^2/V_1^2 = R1 \text{ (condition de Froude)}$$

Dans ces conditions les forces d'inertie relatives à l'original et à la maquette sont entre elles comme le cube de l'échelle de réduction linéaire : $F_2/F_1 = R1^3$.

Par ailleurs les forces de gravité G (poids et flottabilité étant proportionnelles aux volumes), seront donc également réduites suivant le cube de l'échelle de réduction linéaire : $G_2/G_1 = R1^3$.

L'égalité des rapports permet d'écrire :

$$F_2/F_1 = G_2/G_1 \text{ ou } F_2/G_2 = F_1/G_1$$

Ainsi le rapport des forces d'inertie aux forces de gravité étant conservé dans la maquette et dans l'original, la similitude de Froude sera bien respectée.

Pour des mesures précises, l'impossibilité de conserver la similitude de Reynolds devrait normalement conduire à déterminer pour chaque élément de l'original et de la maquette, le nombre de Reynolds correspondant ainsi que la variation du C_x en fonction de ce nombre.

Disons tout de suite que dans les conditions des essais qui sont décrits plus loin, une réalisation rigoureuse des modèles a permis d'estimer avec une précision acceptable, les différentes grandeurs caractéristiques du train de pêche.

Enfin il faut remarquer que ces essais ne sont possibles que si la veine liquide possède dans le domaine d'étude une bonne homogénéité. Grâce aux dispositifs de tranquillisation, déjà en place, des mesures précises du champ des vitesses ont montré que les fluctuations de la vitesse autour d'une valeur moyenne ne dépassent pas 5 % tout au moins dans une zone comprise entre le fond et 0,75 m, c'est-à-dire dans la partie utile aux maquettes de chalut. Ces résultats peuvent être considérés comme appréciables, ils sont d'ailleurs du même ordre de grandeur que ceux obtenus dans les installations japonaises. Des dispositifs supplémentaires de tranquillisation permettront néanmoins d'améliorer l'homogénéité du flux sur toute la hauteur de la veine.

II. — DESCRIPTION DES ENGINES ET DE LEURS MAQUETTES.

REALISATION PRATIQUE DES MODELES.

Trois différents types de chaluts ont été retenus pour ces premiers essais : le chalut de fond 27/47, le chalut semi-pélagique 35/42 et le chalut pélagique 17,60/15,35. Les deux premiers sont utilisés à bord de chalutiers de pêche industrielle, tandis que le dernier correspond à un filet de pêche artisanale.

1°) Chalut de fond 27/47 (fig. 2).

a) *Chalut original.* Le 27/47 est une version à ailes coupées du chalut de fond 31,15/50,60. Des engins de ce type sont employés en général à bord des chalutiers moyens boulonnais de 750 à 900 cv de force motrice. Ils servent pour la pêche des poissons ronds, du hareng ou du maquereau.

Ce filet est surtout remarquable par le recouvrement très important du grand dos et la brièveté corrélative du ventre et du petit dos. Les maillages sont de 70, 50, 30 et 25 mm (ce dernier maillage est normalement employé pour le hareng et le maquereau), lacés habituellement en fil nylon de 400 m/kg.

b) *Maquette*. C'est une réduction au 1/20^e du plan original. Cela signifie que toutes les dimensions linéaires, et notamment les longueurs de la corde de dos, du bourrelet et des ralingues, sont réduites suivant ce rapport. Toutefois, d'une part, pour des raisons de commodité de fabrication et, d'autre part, pour rester dans les limites admissibles du nombre de Reynolds, ainsi que nous l'avons exposé dans le chapitre précédent, les dimensions des mailles et le diamètre des fils sont déterminés en fonction d'une échelle différente, 1/7^e à 1/5^e. On obtient ainsi une surface de fil qui est bien diminuée selon le carré de l'échelle 1/20. Les mailles de la maquette sont donc de 10, 7, 6 et 5 mm, en fils nylon de 20 000 m/kg ⁽¹⁾.

	Caractéristiques de l'original	Caractéristiques du modèle
Corde de dos	27 m	132 cm
Bourrelet	47 m	230 cm
Boulage	32 boules = 106 dm ³	8 flotteurs = 13,6 cm ³
Lestage	200 kg	27,2 g
Gréement :		
Entremise haute	16 m	80 cm
— milieu	15,80 m	78 cm
— basse	16,20 m	81 cm
Bras	10 m	50 cm
Panneaux	3,00 × 1,50	14,8 × 7,3 cm
	1 000 kg	125 g
Plateau élévateur	1,00 × 0,75 m	5 × 3,8 cm
Gréement du plateau :		
Queues	4,00 m	20 cm
Courrier	6,00 m	30 cm
Petits bras	22,35 m	111,75 cm
Vitesse	4 nœuds	45 cm/sec

Tabl. 1. — *Caractéristiques de l'original et de la maquette du chalut de fond 27/47. (Réduction linéaire 1/20^e).*

En contrepartie, le choix d'une échelle différente pour les maillages et les diamètres des fils présente l'inconvénient d'aboutir à une maquette proportionnellement plus lourde que le chalut normal. Cette augmentation de poids est en fait peu sensible car le nylon a une densité qui ne diffère pas beaucoup de celle de l'eau ; elle est d'autre part compensée dans une certaine mesure par l'emploi, sur la maquette, d'entremises et d'un ralingage en nylon plus léger que les câbles d'acier ou filins mixtes de l'original.

Par ailleurs, les détails pratiques de confection des modèles, et en particulier le mode de réalisation des cordes de dos, des ralingues et des bourrelets, ainsi que des flotteurs ou du lestage, sont donnés à la fin de ce chapitre.

c) *Gréement*. Les caractéristiques du gréement, tant de l'original que de la maquette, sont données dans le tableau 1. L'installation est classique pour ce genre de chalut ; elle comporte des panneaux divergents rectangulaires, des bras, des guindineaux, trois entremises de chaque côté et

(1) On trouvera en annexe une table de correspondance des métrages au kg et des diamètres des fils de nylon les plus courants pour la confection des chaluts ou des maquettes. Les diamètres indiqués ont été mesurés au microscope optique, pour éviter tout écrasement du fil.

un plateau élévateur monté sur petits bras et queues. Les dimensions de ces divers éléments correspondent à celles que l'on trouve d'habitude sur cet engin. Seule la longueur des bras a dû être beaucoup raccourcie pour tenir compte de la largeur limitée du canal d'observation. Malgré cette modification, l'angle de traction aux ailes a été respecté par un ajustage de l'écartement des funes.

La comparaison des éléments correspondants de l'engin original et de la maquette montre effectivement que les longueurs sont déterminées selon l'échelle de réduction linéaire, tandis que les surfaces suivent le carré de cette échelle, alors que les poids et les volumes sont définis en fonction du cube du rapport de réduction, soit respectivement 1/400 et 1/8 000.

La vitesse de remorquage est d'environ 4 nds (2 m/s) pour l'original : celle du modèle, calculée suivant la racine carrée de l'échelle de réduction (soit 1/4,48), d'après la formule de Froude, s'établit alors à 0,45 m par seconde (il s'agit ici de la vitesse relative de la maquette dans le courant d'eau).

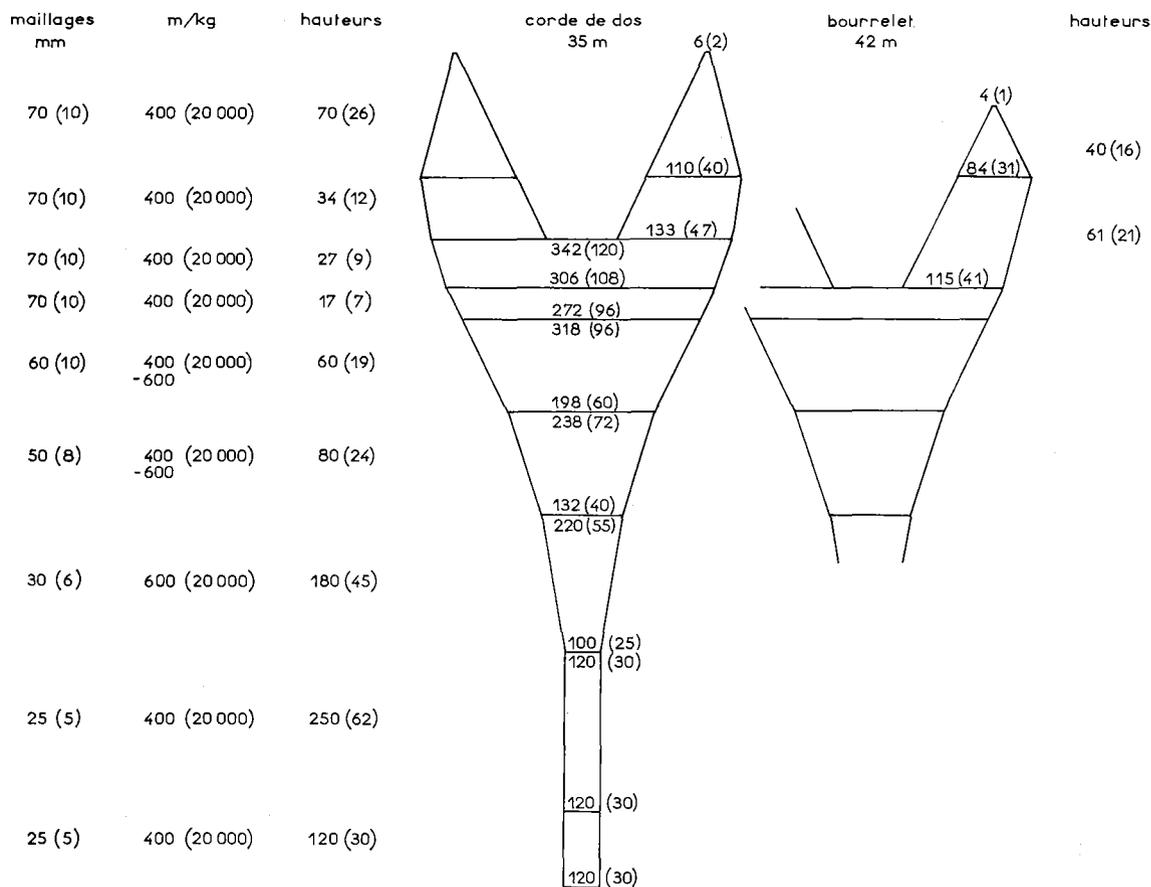


FIG. 3. — Plan du chalut semi-pélagique 35/42. Caractéristiques de la maquette entre parenthèses.

2°) Chalut semi-pélagique 35/42 (fig. 3).

a) *Chalut original.* Le chalut 35/42, du type semi-pélagique ou à grande ouverture verticale, est utilisé aussi à bord de chalutiers de 750 à 900 cv. D'introduction relativement récente, ce filet, caractérisé par un faible recouvrement de dos et des ailes coupées en V, sert principalement à la pêche du hareng ou des poissons ronds, lorsque ceux-ci se tiennent à une certaine distance du fond. Dans des conditions favorables, il peut fournir des résultats nettement supérieurs à ceux du chalut

de fond 27/47. Il présente en outre l'avantage d'être moins exposé aux avaries sur les fonds irréguliers et durs.

Les maillages et les forces des fils sont pratiquement identiques à ceux du chalut 27/47 : 70, 50, 30 et 25 mm (poche au hareng ou au maquereau) et nylon 400 m/kg, à l'exception du petit dos et de l'amorce qui sont en 600 m/kg.

b) *Maquette*. Elle est construite également à l'échelle du 1/20^e, avec des maillages de 10, 8, 6 et 5 mm en fils de 20 000 m/kg, soit une réduction du 1/5 au 1/7^e pour ces deux éléments.

	Caractéristiques de l'original	Caractéristiques du modèle
Corde de dos	35 m	180 cm
Bourrelet	42 m	225 cm
Boulage	40 boules = 120 dm ³	10 flotteurs = 17 cm ³
Lestage	120 kg	17 g
Grément :		
Entremise haute	36 m	180 cm
— milieu	18 m	90 cm
— basse	36 m	180 cm
Bras	2 m	10 cm
Panneaux	3,00 × 1,50 m	14,8 × 7,3 cm
	1 000 kg	125 g
Plateau élévateur	1,10 × 0,90 m	5,5 × 4,5 cm
Vitesse	4 nœuds	45 cm/sec

Tabl. 2. — *Caractéristiques de l'original et de la maquette du chalut semi-pélagique 35/42. (Réduction linéaire 1/20^e).*

c) *Grément* (tabl. 2). Il comporte des panneaux divergents, des bras très courts, toujours en raison de la largeur limitée du bassin, prolongés directement, sans guindineaux, par trois longues entremises de chaque côté.

Un plateau élévateur, constitué sur la maquette par une plaquette de contreplaqué de 1,5 mm d'épaisseur, est monté dans le milieu de la corde de dos, laquelle est assez fortement boulée. D'autre part, une installation de double bourrelet avec chaînettes d'écartement, triangle et sphère de bout d'aile, a été reconstituée fidèlement.

Enfin, comme pour le chalut de fond, la vitesse de la maquette a été fixée à 0,45 m par seconde correspondant à 4 nds dans la pratique selon l'échelle de réduction choisie.

Par ailleurs, on doit noter que la taille de la maquette du 35/42 constitue en fait le maximum admissible en regard des dimensions du bassin. Des modèles légèrement plus grands, allant par exemple jusqu'à 2 m ou 2,50 m de corde de dos, peuvent néanmoins être essayés, sous réserve d'être présentés sans grément, derrière un cadre métallique soutenant directement les ailes.

3°) Chalut pélagique 17,60 × 15,35 (fig. 4).

a) *Chalut original*. Étudié récemment pour un chalutier artisanal d'Étaples de 160 cv, le chalut pélagique 17,60 × 15,35 est formé de quatre faces inégales, présentant une ouverture de forme rectangulaire. Il n'y a pas de recouvrement de dos.

Employé avec des panneaux ordinaires et un grément à fourches du type Islandais, ce filet

a donné de bons résultats en particulier sur la morue et le merlan, à une période de l'année pendant laquelle ces poissons se tiennent à une certaine distance du fond.

Etant destiné à fonctionner entre deux eaux, il est fabriqué avec des alèzes relativement légères à mailles de 60, 40 et 25 mm (ou 35 mm dans le cas des poissons ronds) en fils de 1 550 et 2 220 m/kg (1 060 et 600 m/kg pour la poche en 35 mm). On remarque également sur le plan la coupe en pointe des extrémités d'ailes qui rappelle celle des ailes des semi-pélagiques. Cette disposition, combinée avec l'utilisation de bouts libres assez longs, laisse l'aile se déployer plus librement en traction, tout en éliminant une portion importante d'alèze inutile.

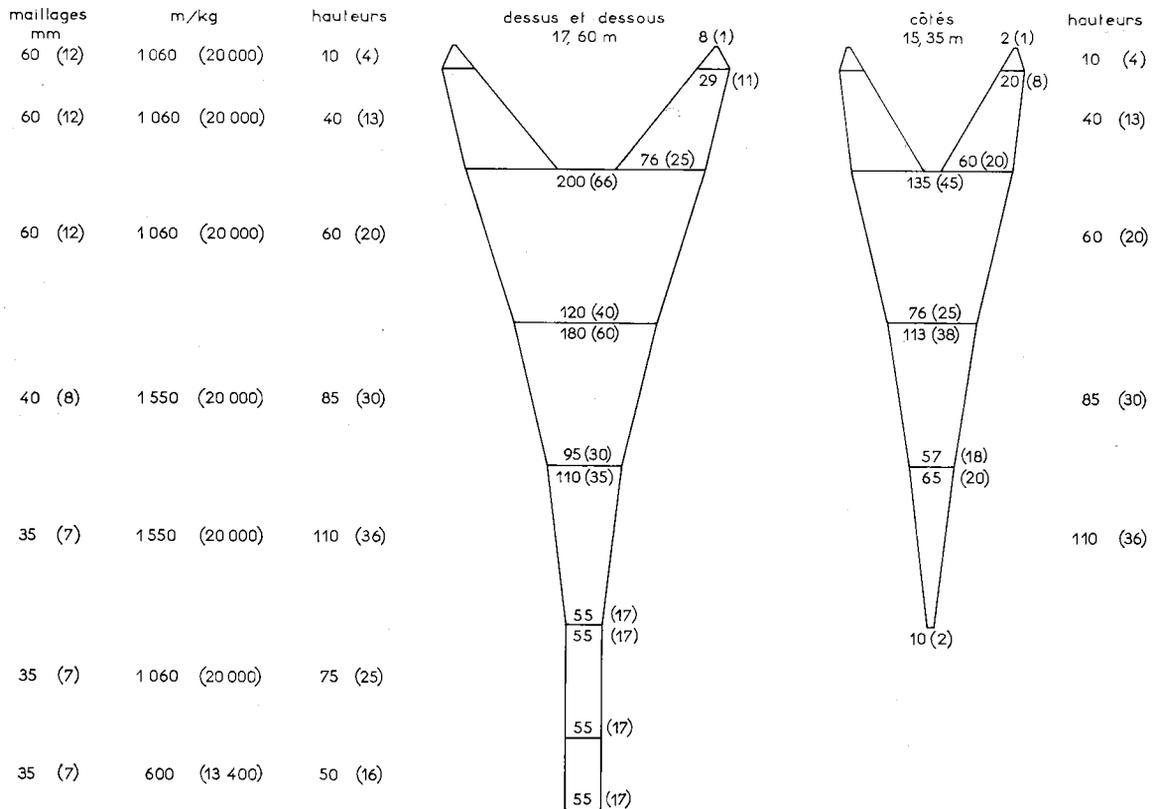


FIG. 4. — Plan du chalut pélagique 17,60 × 15,35. Caractéristiques de la maquette entre parenthèses.

Les ralingues d'ouverture sont constituées indifféremment par du filin d'acier, de mixte ou de textile synthétique. Celle du bas qui correspond au bourrelet n'est pas garnie ; son lestage est faible et localisé surtout aux pointes d'ailes.

b) *Maquette*. Comme il s'agissait d'un chalut plus petit, la maquette a été construite à l'échelle du 1/15^e, les maillages et les diamètres de fils étant au 1/5 ou au 1/4 de leurs dimensions normales (mailles de 12, 8 et 7 mm en fil 20 000 m/kg).

c) *Grément* (tabl. 3). Celui-ci comprend, rappelons-le, des fourches et des panneaux ordinaires selon une disposition maintenant bien connue. Il s'agit donc en fait d'un engin fonctionnant plutôt d'une manière semi-pélagique. Cependant, les caractéristiques générales du chalut qui ne présente aucun recouvrement de dos et le fait que le bourrelet passe à une certaine distance du fond

permettent d'assimiler cet engin à un type pélagique. On notera en outre le bourrelet non garni et très peu lesté.

La vitesse de chalutage est un peu moins élevée que celle des précédents filets : estimée à 3,5 nds pour le chalut grandeur normale (1,75 m/s), elle est de 0,45 m/s pour la maquette (réduction selon la racine carrée de 1,15, soit 1/3,87).

	Caractéristiques de l'original	Caractéristiques du modèle
Ralingues dessus et dessous	17,60 m	101 cm
Ralingues de côté	15,35 m	87 cm
Boulage	12 boules = 36 dm ³	7 flotteurs : 12 cm ³
Lestage	5 kg + 2 fois 20 kg	4 g + 2 fois 7 g
Gréement :		
Bras	20,00 m	1,30 m
Fourches	17,00 m et 15,00 m	1,13 m et 1,00 m
Différence B — H	1,00 à 2,00 m	0,10 m
Panneaux	1,70 × 0,87 m	11,4 × 5,8 cm
	185 kg	55 g
Vitesse	3,5 nœuds	45 cm/sec

Tabl. 3. — Caractéristiques de l'original et de la maquette du chalut pélagique rectangulaire 17,60 × 15,35. (Réduction linéaire 1/15°).

Données pratiques pour la confection des maquettes.

On trouvera ici, à l'intention des réalisateurs éventuels, un certain nombre d'indications pratiques pour la réalisation des modèles.

La première chose à faire quand on se propose de confectionner une maquette de chalut est d'en établir le plan.

Si la réduction des maillages était identique à la réduction des longueurs, les nombres de mailles des différentes pièces du modèle seraient les mêmes que ceux du chalut original. En fait, on adopte en général, pour les raisons qui ont été exposées plus haut, une échelle de réduction des maillages différente de l'échelle de réduction des longueurs. Les caractéristiques des pièces peuvent alors être obtenues, comme cela a déjà été indiqué, en multipliant le nombre de mailles de l'original par un coefficient égal au rapport de l'échelle de réduction linéaire à l'échelle de réduction des maillages.

Exemples : Maquette au 1/20° avec maillages réduits au 1/5°.

Nombre de mailles de la maquette = nombre de mailles de l'original × 1/20°/1/5° (= × 1/4).

Il faudra faire très attention dans le choix des fils pour la maquette ; on pourra se reporter pour cela au tableau des diamètres de fils. Rappelons que ceux-ci doivent être réduits dans la même proportion que la dimension du maillage.

Les ralingues, les cordes de dos ou les bourrelets des maquettes qui sont décrites dans cette étude ont été faits avec une tresse spéciale de nylon de 1 mm environ de diamètre, ne présentant pratiquement aucune variation de longueur au mouillage et d'une raideur suffisante pour ne pas s'allonger exagérément sous les efforts de traction.

Le chalut de fond comporte une filière ou corde de bête en tresse encore plus fine et plus souple et reliée au bourrelet par de courtes chaînettes en laiton.

Les bourrelets sont garnis au moyen d'un toron de schappe de nylon pour obtenir un diamètre équivalent à 10-15 cm dans les ailes et 20-30 cm dans le carré. Leur lestage est constitué par des anneaux de laiton enfilés ou par des chaînettes du même métal amarrées de place en place.

Les flotteurs sont formés par de petits cylindres à extrémités arrondies découpés dans de la mousse de plastique rigide (genre Moltopren), puis vernis. Chacun de ces flotteurs, dont la force de flottabilité est d'environ 1,7 g, est fixé sur la ralingue d'ouverture au moyen d'un fil de nylon passant dans un petit tube de plastique enfilé suivant l'axe du cylindre.

En ce qui concerne les panneaux, ceux-ci peuvent être fabriqués à partir de contreplaqué marine de 4 ou 5 mm ou de plaques de plastique genre Armodur dont la densité est comparable à celle du bois imprégné d'eau (fig. 5). La surface et le poids des panneaux réduits doivent être déterminés avec le plus grand soin.

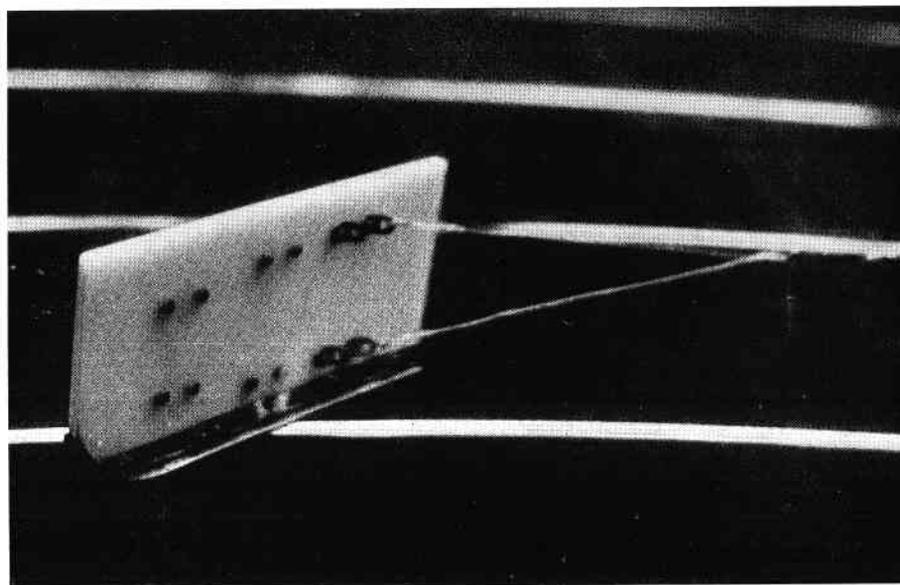


FIG. 5. — Panneau modèle réduit au 1/20^e, réalisé en plastique de 4 mm d'épaisseur avec semelle et ferrures en laiton.

III. — PREMIERES OBSERVATIONS SUR LES MAQUETTES.

Au cours de ces premiers essais, les observations ont porté essentiellement sur le comportement des filets et des gréements. On a pu ainsi se rendre compte des particularités de fonctionnement des différents engins ainsi que, dans certains cas, des défauts de montage du filet ou du gréement et des anomalies du passage d'eau.

1^o) Chalut de fond 27/47.

La figure 6 montre une vue d'ensemble de la partie antérieure du chalut. On y voit notamment les points de fixation des entremises à la corde de dos, à la ralingue de côté et au bourrelet, ce dernier étant relié à une chaîne de réglage. Le gréement du plateau élévateur apparaît aussi très distinctement ; sa position, qui concilie à la fois l'élévation et le rabattement, peut être considérée comme satisfaisante. Il en est de même pour l'angle d'attaque du plateau lui-même qui est d'environ 45°. D'autre part, on aperçoit sur cette photo la règle graduée qui sert à mesurer la hauteur d'ouverture de la maquette.

La force élévatrice que le plateau exerce peut être appréciée par le soulèvement qu'il provoque dans le carré de dos (fig. 7). Cependant, malgré la présence du plateau, le chalut conserve une allure générale plutôt plate en raison de sa forme bien particulière.

Les extrémités des ailes supérieures et inférieures présentent un défaut très apparent de montage des têtes (fig. 8) : celles-ci sont trop lâches et il en résulte un mou anormal de l'alèze. Cette

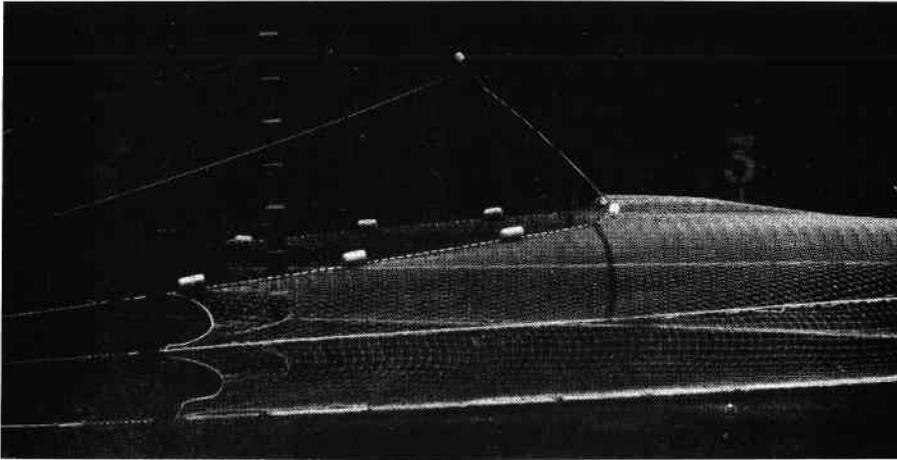


FIG. 6. — *Vue d'ensemble de la partie antérieure du chalut de fond 27/47. Entre les ailes, devant l'ouverture du filet, se trouve la règle verticale graduée servant à évaluer la hauteur d'ouverture.*

défectuosité est avant tout une conséquence de la coupe des extrémités d'ailes ; on verra sur la maquette du chalut semi-pélagique comment cet inconvénient peut être évité.

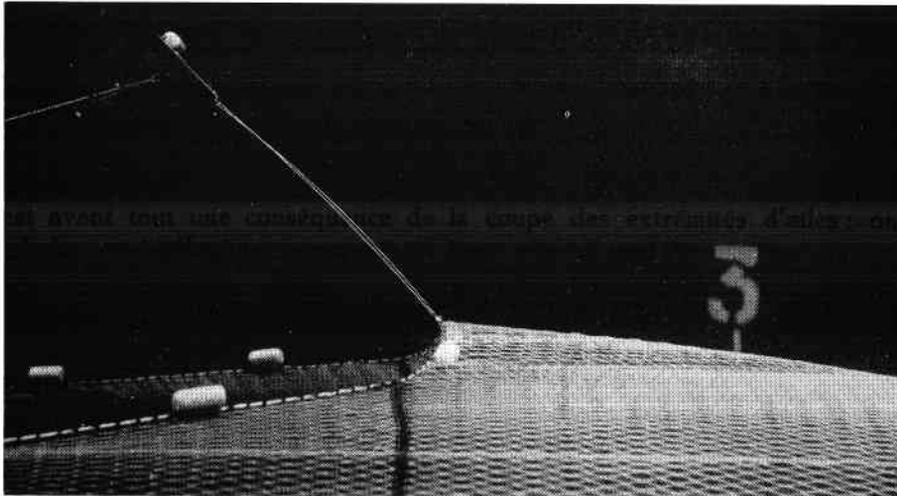


FIG. 7. — *Fonctionnement du plateau élévateur (chalut 27/47).*

La particularité la plus importante de ce chalut réside dans le fait que la traction en pêche s'exerce principalement sur le dessus du filet. La position presque horizontale du grand dos traduit d'ailleurs l'influence de cette traction. Il en résulte aussi une dissymétrie nettement visible au niveau

de l'amorce (fig. 9), où la partie inférieure forme une poche nuisible à la fois à l'écoulement des filets d'eau et à la capture des poissons (broquage).

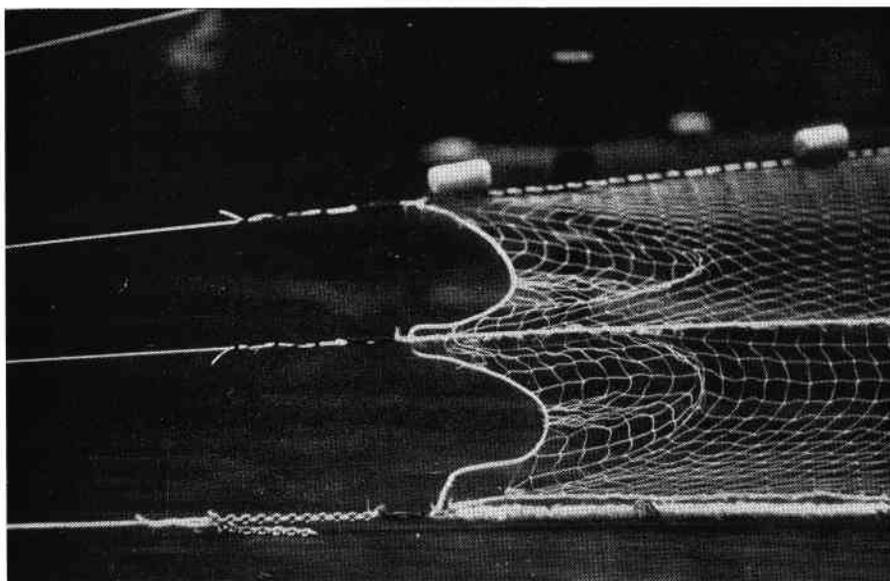


FIG. 8. — Détails des têtes du 27/47. En bas, on distingue la chaîne de réglage de l'entremise inférieure et, sur le bourrelet, les anneaux de lestage.

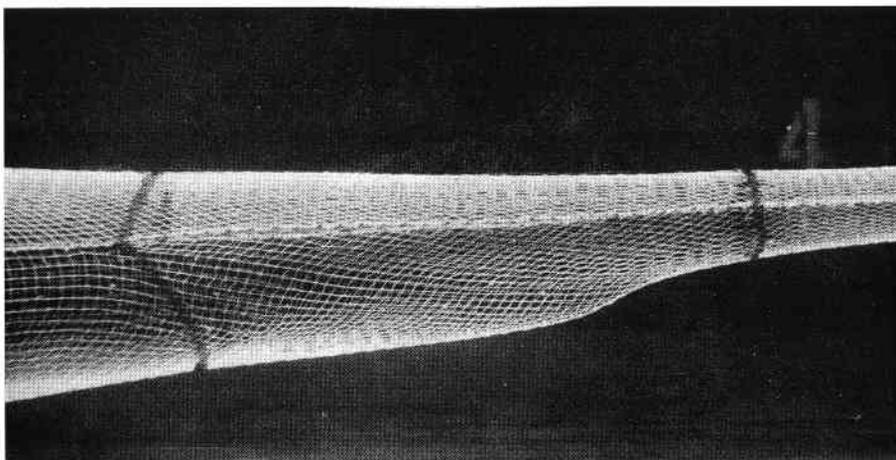


FIG. 9. — Vue de côté de l'amorce et de la partie terminale du chalut 27/47.

On pourra d'autre part apprécier sur la figure 10, représentant une vue prise en oblique et par-dessus, la courbure prise par le bourrelet sur le fond, ainsi que l'angle de traction aux ailes ; celui-ci a pu être évalué, par rapport à des lignes longitudinales tracées sur le tapis roulant, à environ 13-14°, valeur relativement faible mais normale pour ce genre de chalut.

Pour remédier aux défauts constatés, voici à notre avis quelles pourraient être les modifications à apporter au chalut. L'alèze en excès aux extrémités des ailes pourrait être éliminée par l'adoption de coupes en pattes partant en oblique de la corde de dos et du bourrelet vers la ralingue.

Ces coupes seraient étudiées pour se rejoindre au même point de la ralingue de côté, selon le dessin maintenant habituel des chaluts semi-pélagiques. Il est intéressant de signaler à ce sujet que de telles modifications ont déjà été adoptées sur certains chaluts de fond utilisés à bord des chalutiers artisanaux d'Étaples.

Le déséquilibre de traction entre le dessus et le dessous du filet est plus difficile à analyser. On devrait pouvoir y remédier par un raccourcissement d'environ 50 cm du bourrelet de l'aile inférieure, associé éventuellement à un ajustage des longueurs des ralingues de côté et des entre-mises. Cette modification provoquerait une augmentation de la tension du ventre, tout en permettant une meilleure tombée du bourrelet dans l'aile. La hauteur d'ouverture pourrait même être légèrement augmentée. L'influence de ces changements pourra facilement être observée au cours des prochains essais de maquettes.

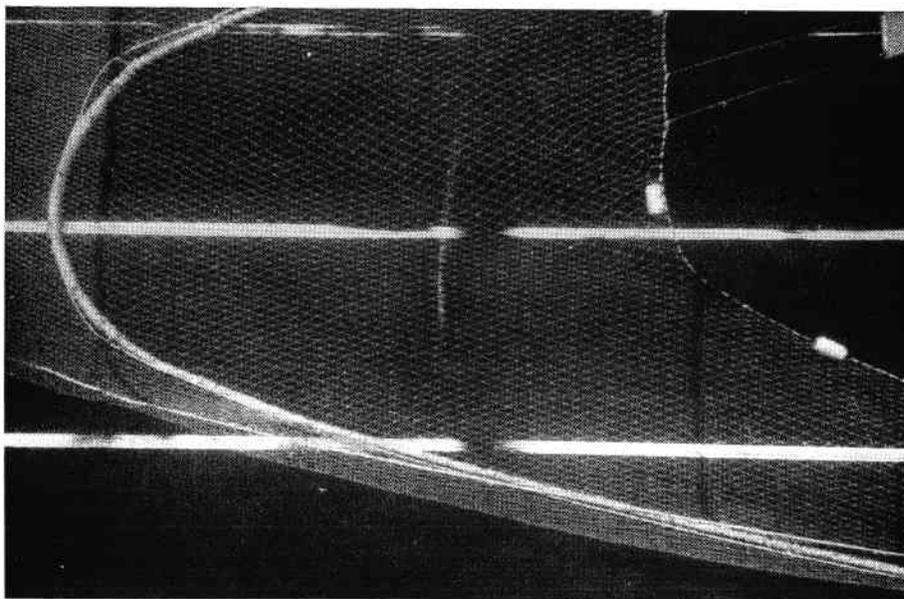


FIG. 10. — Vue par dessus, prise légèrement en oblique, de la partie antérieure du 27/47, montrant la courbure de la corde de dos et du bourrelet. Les lignes blanches parallèles, peintes sur le tapis roulant, servent à déterminer les angles d'attaque ou de traction.

La hauteur d'ouverture, mesurée au moyen de la règle verticale graduée, est égale à 20 cm, ce qui correspond à 4 m pour le chalut original. Cette valeur est tout à fait comparable à celles qui ont pu être déterminées à l'aide du netzsonde, dans les conditions normales de pêche. Cette concordance constitue une excellente vérification de la technique des essais sur maquettes.

2°) Chalut semi-pélagique 35/42.

Le chalut 35/42 se présente comme un engin de formes plus harmonieuses que le filet précédent (fig. 11). On note surtout l'équilibre du gréement de remorque qui comporte, de chaque côté, trois longues entre-mises reliées directement aux bras, sans guindineaux, l'entremise milieu étant fixée par son extrémité antérieure au milieu de l'entremise supérieure (fig. 12). La corde de dos, assez fortement flottée, est munie d'un plateau élévateur qui soulève distinctement le centre du carré de dos.

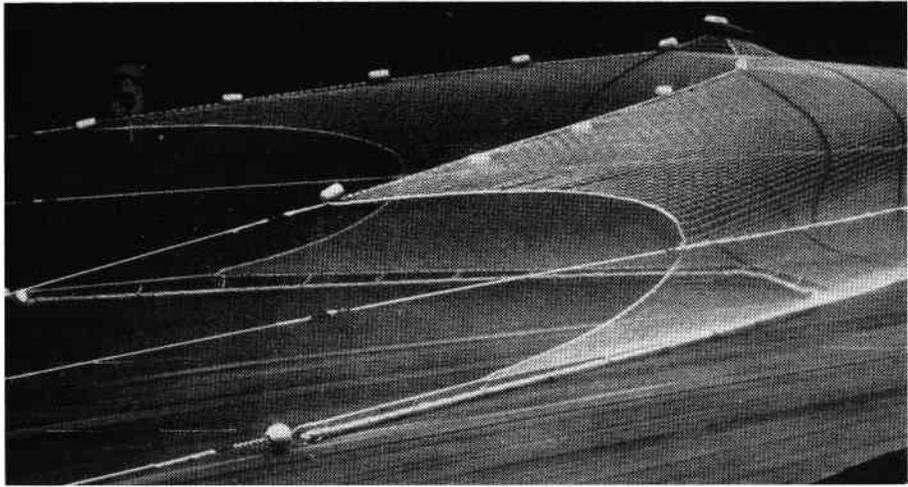


FIG. 11. — Chalut semi-pélagique 35/42. Vue d'ensemble de la partie antérieure. On distingue le double bourrelet qui sépare bien les ailes et le ventre du fond.

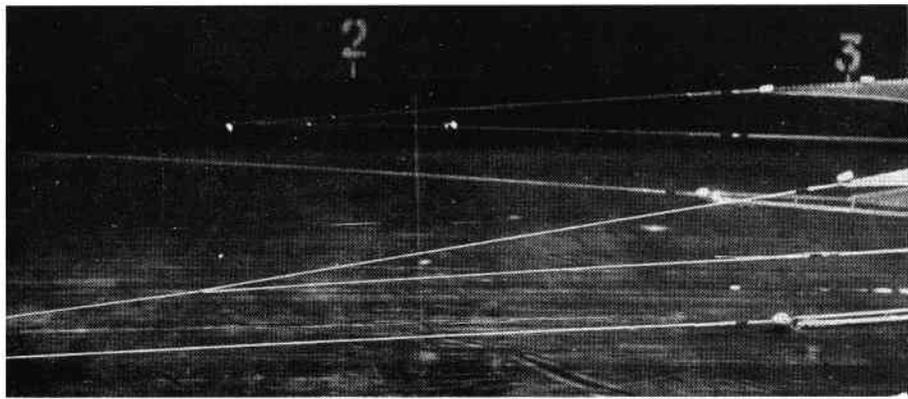


FIG. 12. — Montage des entremises du 35/42.

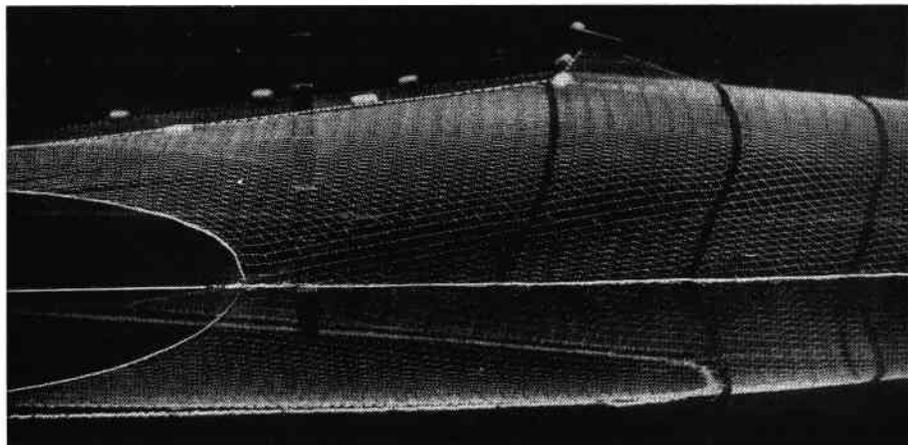


FIG. 13. — Mesure de la hauteur d'ouverture sur la maquette du 35/42.

Grâce à un recouvrement de dos très réduit et à des ailes de forme particulièrement étudiée, la hauteur d'ouverture, mesurée dans le bassin, est nettement plus forte que celle du 27/47 = 30 à 35 cm sur la maquette soit, en tenant compte de l'échelle de réduction, 6 à 7 m sur le chalut grandeur réelle (fig. 13). Ici aussi, ces données coïncident d'une manière satisfaisante avec les mesures effectuées en mer. A ce sujet, on peut apprécier, sur les vues latérales du filet, l'action de la ralingue de côté qui, absorbant une partie des efforts de traction, améliore l'ouverture. Cet effet est surtout perceptible par l'avancement des aboutures à proximité de leur jonction avec la ralingue.

On remarque également, sur les deux premières photos d'ensemble, l'installation du double bourrelet réalisée comme sur le chalut normal ; ce dispositif permet au bourrelet inférieur de tomber plus librement, dégageant ainsi l'alège des ailes et du ventre du fond et de ses obstacles ou irrégularités.

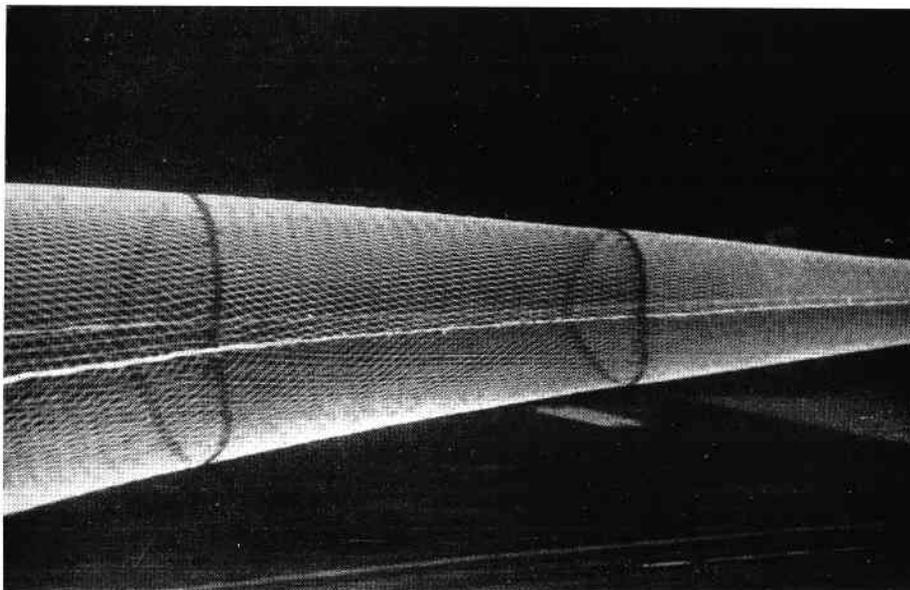


FIG. 14. — Vue latérale du corps du chalut 35/42.

Du double point de vue de l'écoulement de l'eau dans le filet et de la répartition des efforts de traction, le 35/42 constitue un progrès marqué par rapport au chalut de fond classique. On observe notamment la forme régulière du corps du chalut et de l'entrée de la poche, ainsi que la constance des ouvertures de mailles qui témoignent d'un passage d'eau sans anomalies (fig. 14 et 15).

La forme du bourrelet ne présente rien de spécialement notable si ce n'est un carré bien tendu car relativement court (fig. 16). L'angle de traction aux ailes, mesuré toujours par rapport aux lignes longitudinales, s'élève approximativement à 11-12° (fig. 17). Cette valeur un peu plus faible que celle du chalut de fond résulte vraisemblablement d'une certaine fermeture du train de pêche provoquée par la traînée plus importante du filet.

Cet engin peut aussi être employé avec un gréement à fourches, semblable à celui de la troisième maquette essayée. Ce montage est maintenant familier aux chalutiers boulonnais, fécampois ou grave-linois, qui l'utilisent surtout pour la pêche du hareng, du merlan ou de la morue. Des essais complémentaires, effectués avec ce gréement sur la même maquette de 35/42, nous ont montré en particulier l'importance de la différence de longueur, qui doit exister entre les brins supérieurs et inférieurs des fourches et des bras, pour une plus ou moins grande posée du bourrelet sur le fond.

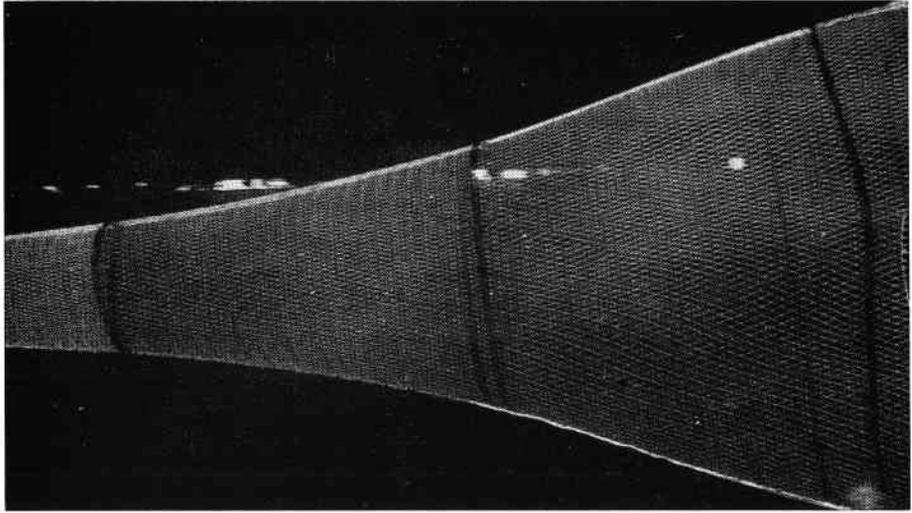


FIG. 15. — *Vue par-dessus du corps du chalut 35/42.*

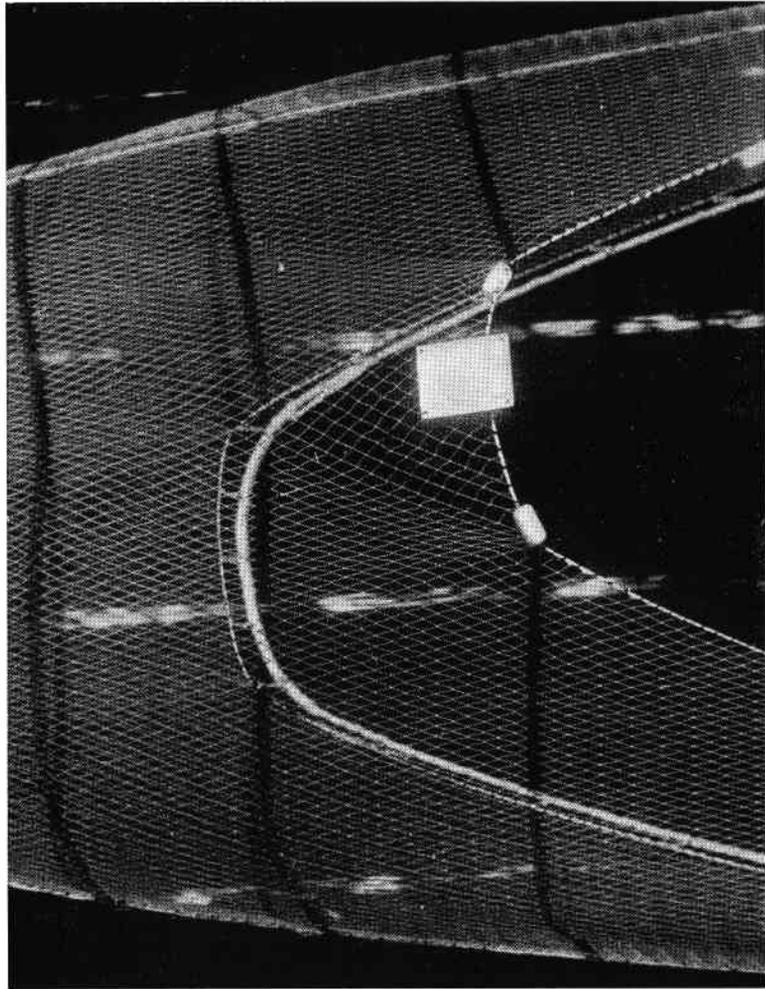


FIG. 16. — *Vue par-dessus et en oblique de la partie antérieure du 35/42. Le bourrelet est plus tendu que celui du 27/47.*

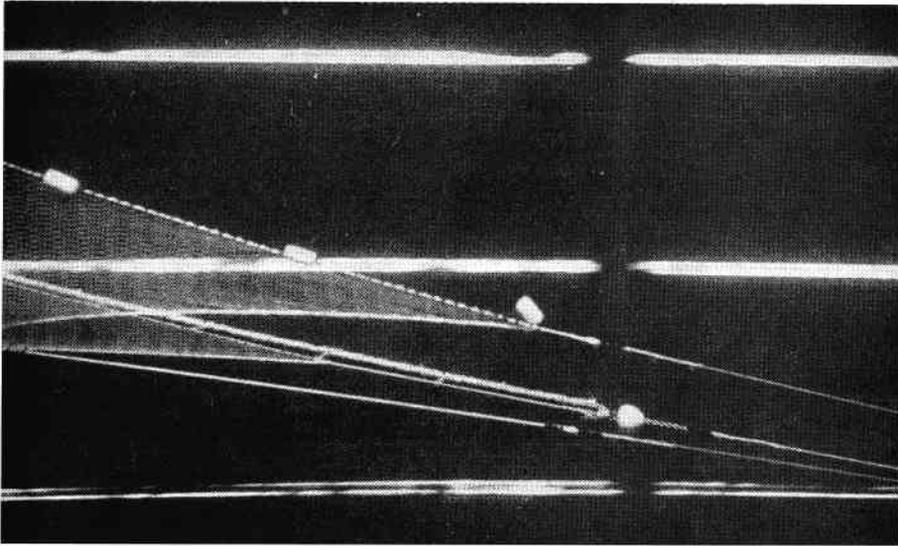


FIG. 17. — Angle d'ouverture des ailes du 35/42.

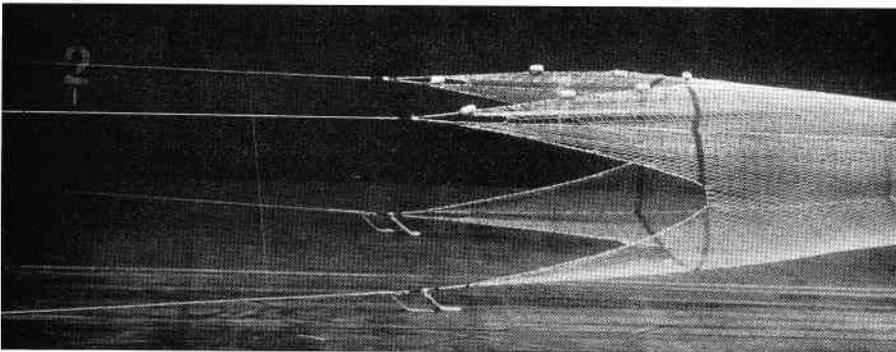
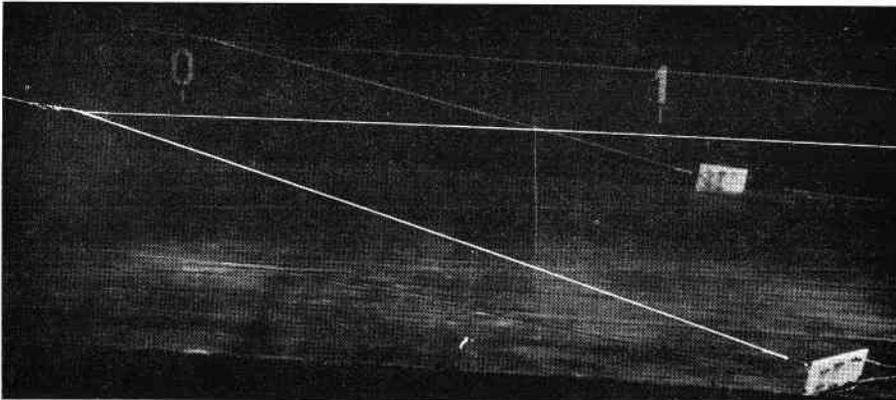


FIG. 18. — Chalut pélagique $17,60 \times 15,35$. Photos montrant l'ensemble du grément à fourches (en haut) et la partie antérieure du filet (en bas).

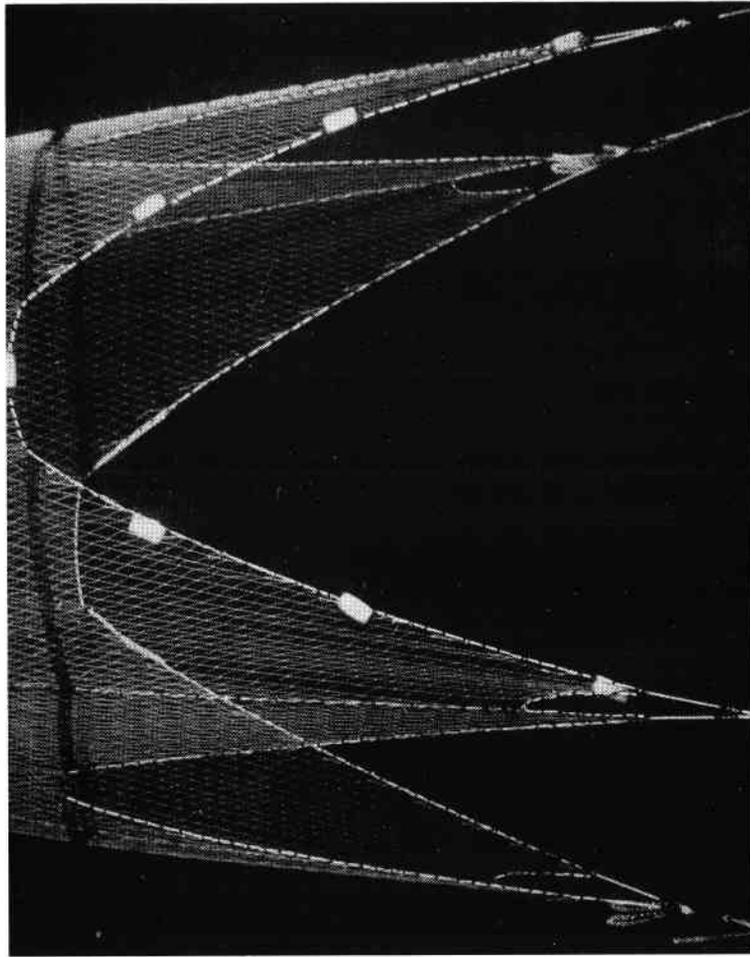


FIG. 20. — Détails des ralingues d'ouvertures du $17,60 \times 15,35$.
Le montage des têtes en V est bien visible.

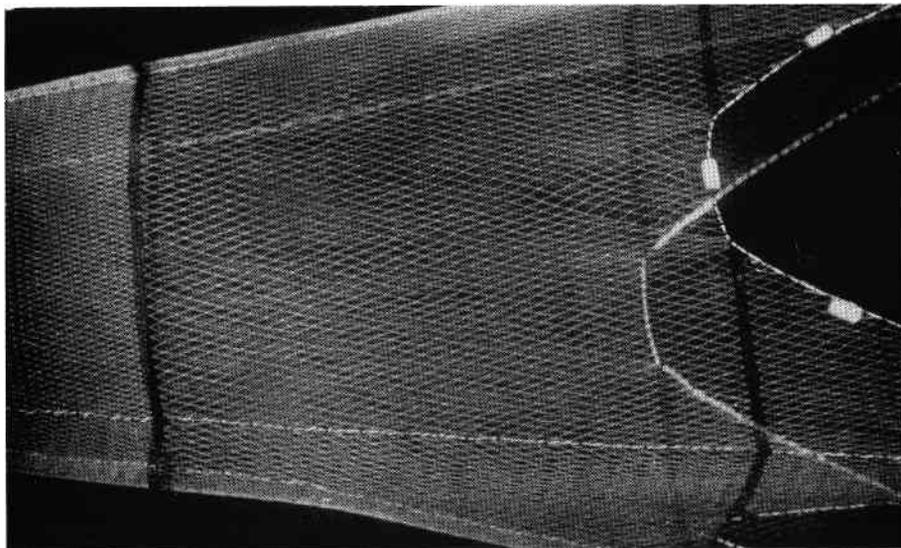


FIG. 21. — Vue supérieure et oblique du $17,60 \times 15,35$, montrant la répartition des efforts de traction et le passage d'eau dans la partie antérieure du filet.

3°) Chalut pélagique 17,60 × 15,35.

Cette maquette est celle d'un type d'engin qui a depuis quelques années la faveur des pêcheurs. Il a été employé d'abord par des chalutiers industriels pour la pêche du hareng entre deux eaux avec de grands filets à quatre faces égales. Depuis, des essais fructueux sur la morue et le merlan ont été effectués par les Etaplois, toujours avec le même gréement, mais avec des fourches plus courtes et un filet à ouverture rectangulaire.

Les points les plus intéressants de cette maquette sont, d'une part, le réglage du gréement à fourches et, d'autre part, le montage du filet sur les ralingues d'ouverture.

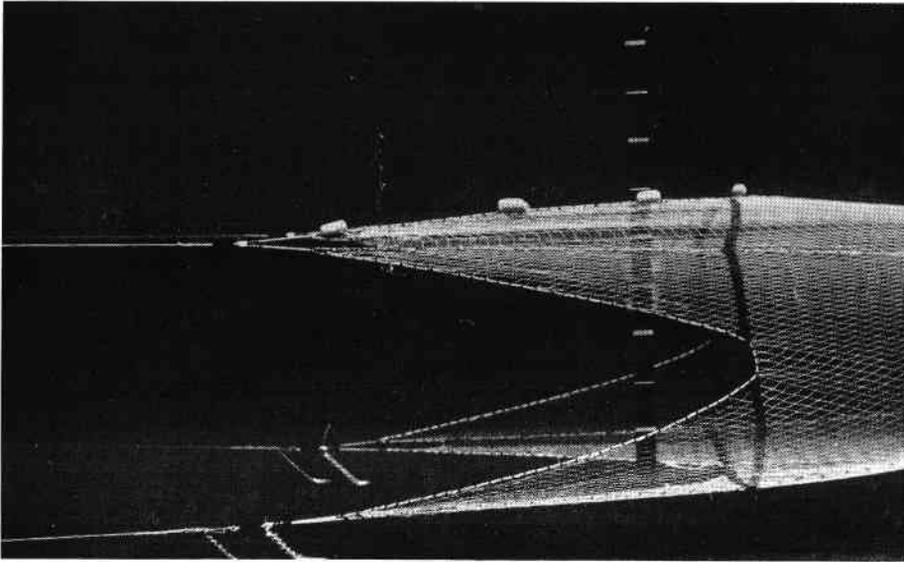


FIG. 19. — *Mesure de la hauteur d'ouverture du chalut pélagique 17,60 × 15,35.*

L'ensemble du gréement apparaît sur la figure 18 qui groupe deux vues successives de l'engin. L'installation a été réglée pour assurer une traction également répartie sur les ailes inférieures et supérieures du chalut. Cet équilibre des forces qui remorquent le filet est d'ailleurs clairement apparent d'après le dessin régulier des aboutures des ailes.

La mesure à la règle de la hauteur d'ouverture fournit 34-35 cm sur la maquette au 1/15^e, soit un peu plus de 5 m sur le chalut original (fig. 19). Cette hauteur est beaucoup plus forte que celle du chalut de fond correspondant qui atteint environ 2 m, dans le cas présent d'un chalutier artisanal de 160 cv. On peut aussi remarquer que cette hauteur d'ouverture dépasse celle du 27/47, engin de pêche industrielle utilisé sur des navires beaucoup plus importants.

Le montage de l'alège sur les ralingues d'ouverture a été particulièrement étudié pour que les efforts de traction se transmettent d'une manière uniforme (fig. 20 et 21). Pas de déformations ou de poches préjudiciables à la bonne ouverture du filet ou à l'écoulement de l'eau : la courbure des ralingues inférieures et supérieures, ainsi que des ralingues latérales, est régulière et l'ouverture des mailles de l'entêturage tout à fait correcte. Tout au plus peut-on remarquer une petite irrégularité de forme de quelques mailles au voisinage des têtes ; il sera facile de remédier à cette imperfection qui provient sans doute d'une légère différence de longueur dans les bouts libres et les ralingues de têtes.

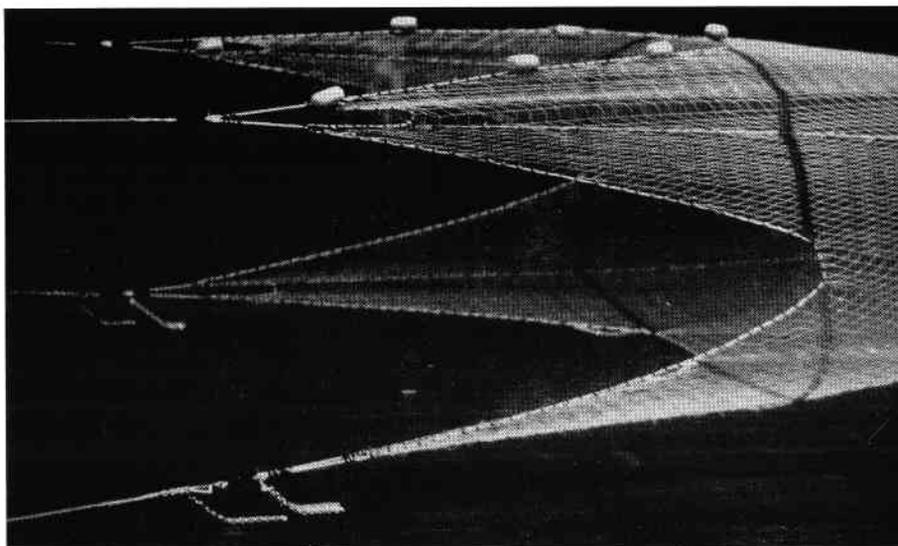


FIG. 22. — *Détail des ailes du 17,60 × 15,35.*
Remarquer le fonctionnement des chaînes de lestage.

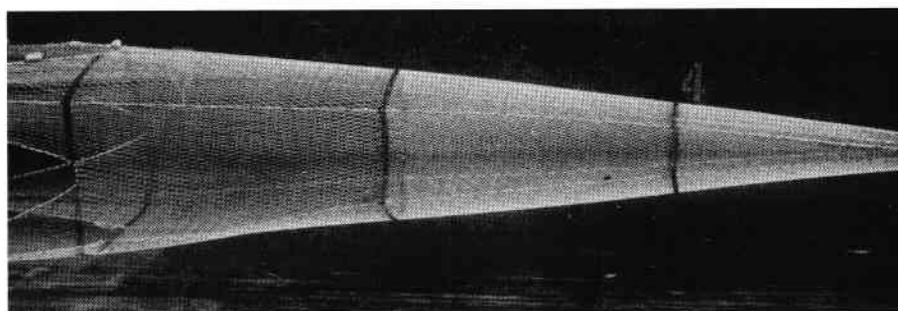


FIG. 23. — *Vue latérale du chalut 17,60 × 15,35.*
La forme régulière du filet correspond à une filtration correcte de l'eau.

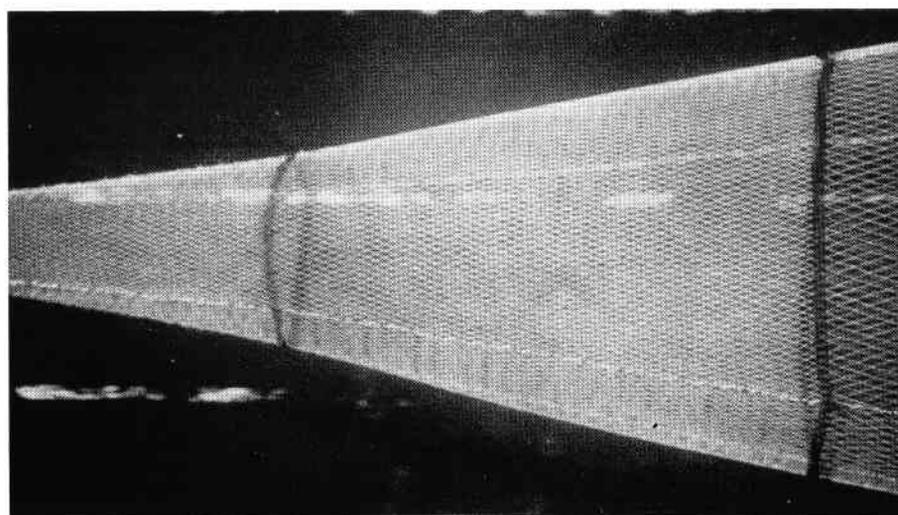


FIG. 24. — *Vue supérieure et oblique du corps du 17,60 × 15,35.*

Les essais ont montré aussi l'importance, pour la hauteur d'ouverture et surtout pour la distance bourrelet-fond, de l'angle d'inclinaison des funes déterminé principalement par le rapport filage/sonde. Dans notre cas, la pente des funes adoptée correspond à un fonctionnement presque semi-pélagique

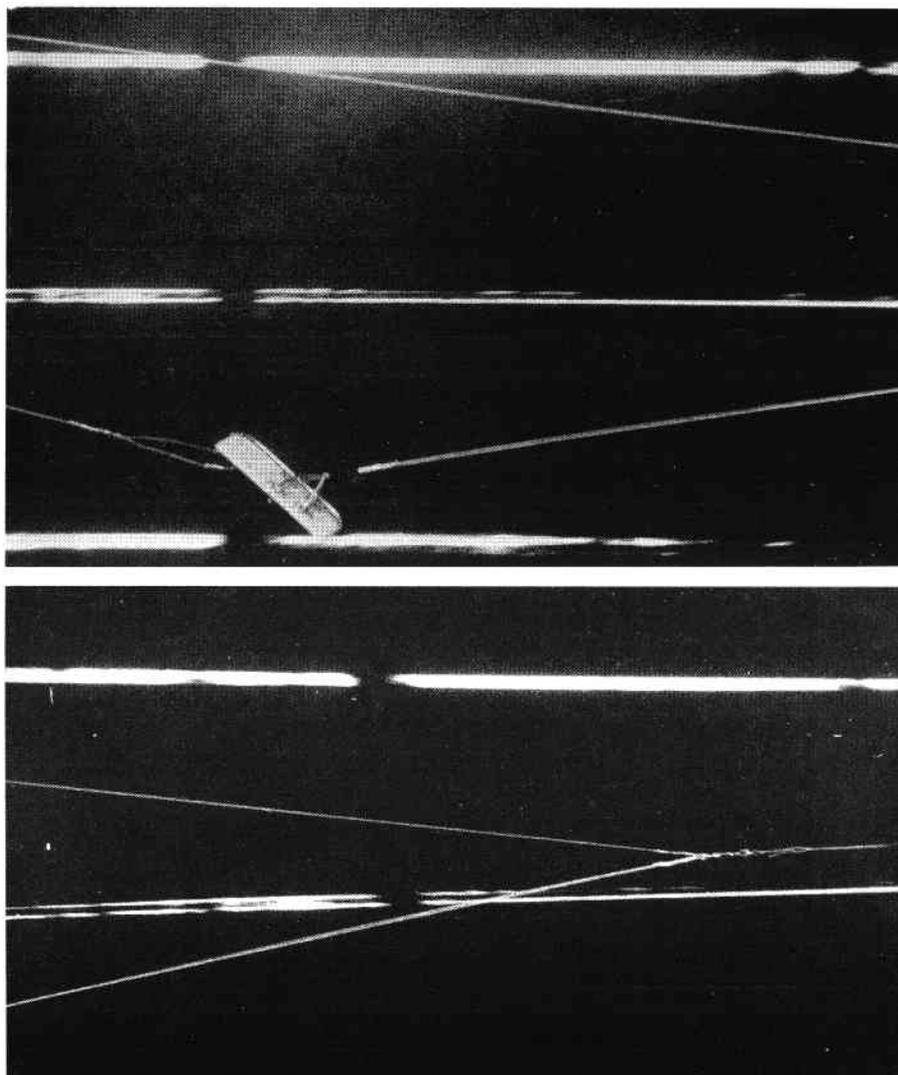


FIG. 25. — Détails des fourches du chalut pélagique $17,60 \times 15,35$ (vues prises par-dessus). *En haut* on distingue les deux bras séparés et la partie terminale du brin inférieur de fourche (fune). L'angle d'attaque du panneau peut être apprécié par rapport aux lignes blanches longitudinales. *En bas*, jonction du bras supérieur à la fune.

du chalut, le bourrelet passant à une distance du fond qui équivaut en réalité à 0,75 m environ. On note aussi le comportement des chaînes de lestage, placées aux pointes des ailes basses, qui effleurent le fond à la manière d'un guide-rope (fig. 22).

Le passage de l'eau dans le corps du filet peut, ici aussi, être considéré comme satisfaisant (fig. 23 et 24). Ainsi que pour le précédent chalut, ce résultat est obtenu grâce à l'adoption de coupes progressives, de plus en plus allongées en allant de l'ouverture du chalut au raccordement de la poche. Une bonne filtration de l'eau se traduit sur la maquette par des ouvertures de mailles modérées et

relativement constantes, et par des alèzes bien tendues, sans poches ni flottements anormaux. Dans la pratique, on évite ainsi une fuite prématurée des poissons qui se révèle souvent par un broquage exagéré dans les pièces de filet défectueuses.

Enfin sur la figure 25, qui représente des vues prises par-dessus, on peut apprécier aisément la composition des forces de traction, de traînée et de divergence, dans le gréement à fourches. Il est possible, en particulier, d'évaluer les angles de traction aux ailes qui sont approximativement de 14° pour les bras inférieurs et de 7° pour les bras supérieurs. Cette différence provient évidemment du mode de raccordement des bras supérieurs qui viennent rejoindre les funes en avant des divergents.

La position des panneaux est correcte (fig. 25) : leur angle d'attaque est de 42° , valeur tout à fait normale. Ils sont assez nettement inclinés vers l'extérieur, mais ceci est une conséquence du genre de gréement utilisé.

CONCLUSIONS.

Ces premières observations, effectuées sur des maquettes de chaluts de types différents, confirment, s'il en est besoin, l'intérêt présenté par le nouveau bassin de démonstration d'engins de pêche réalisé à Boulogne. D'autre part, la valeur des essais sur maquettes dans le domaine de la technologie de la pêche aura aussi été mise en évidence. Ce n'est d'ailleurs qu'une nouvelle application d'une méthode qui a déjà fait ses preuves, non seulement pour l'étude des carènes de navires, mais aussi pour la résolution de nombreux problèmes d'hydraulique. Il convient toutefois de remarquer que l'adoption de cette technique devra normalement être complétée par des essais en mer dans les conditions normales de la pêche ; on pourra aussi vérifier le bon fonctionnement et l'efficacité du prototype dont la mise au point sera dans tous les cas beaucoup plus rapide, grâce au travail préliminaire accompli sur les modèles en réduction.

D'une manière générale, on peut dire que le bassin d'essais offre de grandes facilités non seulement pour la recherche, les essais techniques ou la présentation de nouveaux types d'engins, mais aussi et surtout, au point de vue pédagogique, pour l'enseignement et le perfectionnement des élèves des Ecoles d'Apprentissage Maritime qui se destinent à la pêche.

Sur un autre plan, l'exposé de la théorie des essais à échelle réduite, complété par des renseignements pratiques nécessaires à la réalisation des maquettes, devrait permettre aux utilisateurs ou aux fabricants de filets, panneaux ou autre matériel de pêche, de confectionner par leurs propres moyens les modèles des engins qu'ils souhaitent modifier ou améliorer.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- COMOLET (R.), 1963. — Mécanique expérimentale des fluides. — Paris, MASSON et Cie, Edit.
- DICKSON (W.), 1961. — Trawl performance. A study relating models to commercial trawls. — *Dpt of Agric. and Fish. for Scotland, mar. Res.*, n° 1.
- FAUQUET (A.) et PAURICHE (J.), 1952. — Détermination de la traînée de fils de pêche. — Institut de mécanique des fluides, Lille.
- HOERNER (S.F.), 1965. — Résistance à l'avancement dans les fluides. — Paris, GAUTHIER-VILLARS, Edit.
- KAWAKAMI (T.), 1964. — The theory of designing and testing fishing nets in model. — *Modern fishing gear of the world*, 2, Fishing News (Books) Ltd., London.
- LAMARCHE (J.), 1967. — Premier du genre en Europe : le canal de démonstration des engins de pêche de la Chambre de Commerce de Boulogne. — *France Pêche*, n° 120 (septembre).

- LANGHAAR (H.L.), 1956. — Analyse dimensionnelle et théorie des maquettes. — Paris, DUNOD, Edit.
- NARASAKO (Y.) et KANAMORI (M.), 1959. — A large sized experimental tank of twin symmetric elliptical circuits. — *Modern fishing gear of the world, I*, Fishing News (Books) Ltd., London.
- NEDELEC (C.), 1960. — Les modèles réduits de chaluts. — *Science et Pêche, Bull. d'inf. de l'ISTPM*, n° 79.
- PRANDTL (L.), 1952. — Guide à travers la mécanique des fluides. — Paris, Dunod, Edit.
- SCHÄRFE (J.), 1966. — Modellversuche mit Einschiff - Schwimm und Grundsleppnetzen. — *Protokolle zur Fischereitechnik*, 10 (45), Hamburg.
- STENGEL (H.) et FISCHER (H.J.), 1964. — Ergebnisse von strömungstechnischen Untersuchungen an Schleppnetzmodellen im Windkanal. — *Fischerei - Forschung, Wiss. Schriftenreihe*, n° 1.
- VALEMOIS (J.), 1959. — Memento d'hydraulique pratique. — Paris, EYROLLES, Edit.

ANNEXE

Métrage au kg Type de fil (1)	Diamètre (mm)	Métrage au kg Type de fil (1)	Diamètre (mm)
105 T	5,00	1 060 C	1,40
133 T	4,50	1 160 T	1,31
180 T	4,00	1 280 Cd	1,28
270 T	3,00	1 535 T	1,13
300 T	2,54	1 550 C	1,08
350 Cd	2,44	1 600 Cd	1,10
370 T	2,37	1 615 C	1,06
400 T	2,09	1 865 Cd	1,04
440 C	2,24	2 220 C	0,88
475 Cd	2,08	2 290 Cd	0,94
520 C	2,05	2 660 C	0,82
555 Cd	1,96	3 330 C	0,77
600 T	1,62		
650 C	1,78		
760 Cd	1,68		
760 T	1,59	6 660 C	0,52 (2)
840 C	1,58	10 000 C	0,46 »
905 Cd	1,56	13 400 C	0,36 »
1 050 Cd	1,48	20 000 C	0,30 »

Tableau de correspondance des métrages au kilo et des diamètres de fils nylon.

(1) T = fil tressé. C = fil câlé. Cd = fil câlé dur.

(2) Dimensions les plus couramment utilisées pour la confection des maquettes.