

NOTES SUR LES FACTEURS INFLUENÇANT L'EQUILIBRE DU TRAIN DE PECHE EN CHALUTAGE

par Marcel PORTIER

L'équilibre du train de pêche remorqué par un chalutier, à une vitesse donnée, est fonction des divers éléments dont il est constitué et qui sont :

le chalut, les panneaux, les funes et les bras.

Dans l'état actuel de nos connaissances, il n'est pas possible, sur le plan théorique, de résoudre ce problème, car trop de facteurs interviennent en même temps pour modifier l'équilibre du système. Il est possible, cependant, d'isoler l'un de ses éléments et d'effectuer alors calculs ou expériences pour en déterminer le comportement.

C'est ainsi que la filtration et la traînée des filets peuvent être étudiées en fonction de la dimension des mailles et de leur plus ou moins grande ouverture.

Dans d'autres cas, par contre, c'est à partir de données expérimentales ou d'observations pratiques qu'il convient de rechercher la relation qui peut exister entre les divers éléments du train de pêche ainsi qu'entre la puissance d'un navire et la dimension des engins qu'il peut employer.

I. - LE CHALUT - FILTRATION ET TRAINEE DES FILS.

Pour juger des dimensions des chaluts ou les comparer entre eux, il est fréquent de prendre la longueur de la corde de dos comme base de référence. Cette méthode ne peut être valable que si les engins ont des formes absolument semblables.

La mise en service des chaluts de type pélagique et semi-pélagique, utilisés parfois alternativement avec des chaluts de fond, ne permet plus d'avoir recours à ce critère pour faire les comparaisons nécessaires à l'établissement de projets de chaluts convenant à un bateau d'une puissance déterminée.

Il paraît plus rationnel de faire apparaître la traînée du chalut comme élément de référence. Or, celle-ci dépend de la forme de l'engin et de la surface de l'alège qui le constitue et dont la résistance s'oppose à l'écoulement du volume d'eau admis à l'entrée du filet.

C'est ainsi qu'apparaît l'importance des notions de filtration et de traînée des fils qui seront précisées avant d'exposer la méthode pratique employée pour évaluer les dimensions du filet.

I. Filtration des filets.

Le passage de l'eau à travers un filet peut être défini par le coefficient de filtration K qui est le rapport de la surface laissée libre pour le passage du fluide à la surface du domaine rectangle dans lequel la maille est inscriptible (NÉDELEC, 1963).

Si S est la surface du domaine $A B C D$ et s celle du fil de la maille (fig. 1), ce coefficient

$$\text{peut être exprimé par } K = \frac{S - s}{S}.$$

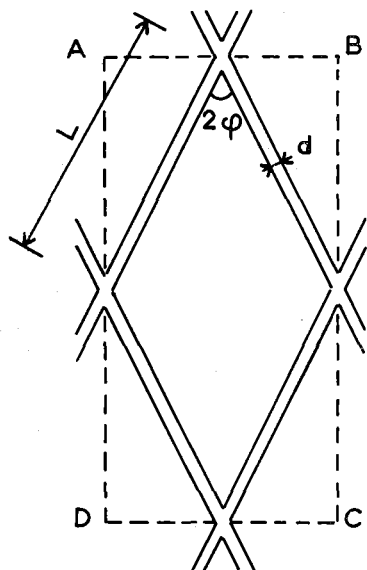


FIG. 1. — Représentation d'une maille prise dans une nappe de filet et isolée.

Si l'on appelle 2φ l'angle d'ouverture de la maille, lequel peut varier entre 0° et 90° , d le diamètre du fil qui la constitue, et L la longueur d'un de ses côtés, cette formule peut être exprimée comme suit :

$$K = 1 - \frac{2d}{L \sin 2\varphi}$$

Elle montre que le coefficient de filtration varie suivant le diamètre du fil, puis pour un diamètre donné suivant les dimensions du côté de maille et selon l'angle d'ouverture de celle-ci.

Il est évident, d'après cette formule, que pour une dimension et un angle d'ouverture donnés, le coefficient de filtration d'une maille sera d'autant plus grand que le diamètre du fil sera petit.

Semblable résultat avait été obtenu par VAN MIDDELEM (1965) bien que cet auteur ait fait intervenir dans ses calculs la surface des nœuds. Il confirme, s'il en était besoin, l'observation courante.

C'est la raison pour laquelle les robustes chaluts de fond, construits en gros fils résistants, ne peuvent atteindre les dimensions des chaluts pélagiques dont les fils fins permettent d'obtenir un bon coefficient de filtration et d'éviter les phénomènes de refoulement qui tendraient à disperser les bancs de poissons rencontrés, entre deux eaux, sur le passage du filet.

Les mailles utilisées dans la construction de ces derniers peuvent avoir, en effet, de 25 à 150 mm de côté, l'emploi de très grandes mailles étant fréquent dans les parties antérieures de ces engins et, en particulier, dans celles des chaluts-bœufs des bateaux artisanaux d'Étaples.

Il est facile, pour un fil de diamètre donné, 2 mm par exemple, ce qui correspond pour un textile synthétique à un fil de 300 à 400 m/kg, d'étudier la variation du coefficient de filtration pour de telles mailles dont on fait varier l'angle d'ouverture de 23° à 90° . Dans ce cas, 23° correspond à une maille allongée en losange et 90° à une maille ouverte au carré.

Dans ces différentes conditions, les valeurs prises par le coefficient de filtration K sont représentées sur la fig. 2. Elles sont maximum pour une maille de 120 mm de côté ouverte au carré et minimum pour une maille de 25 mm ouverte en losange très allongé (angle d'ouverture 23°).

Toutefois, si nous calculons la variation ΔK du coefficient K relative à chaque dimension de maille et pour des ouvertures allant du minimum au maximum (soit de 23° à 90°), nous remarquons que ΔK est minimum pour $L = 120$ mm (fig. 3). Ce qui revient à dire que plus la maille est grande, moins le coefficient de filtration est influencé par l'ouverture.

Inversement la variation ΔK devient très vite importante dans le domaine des petites mailles.

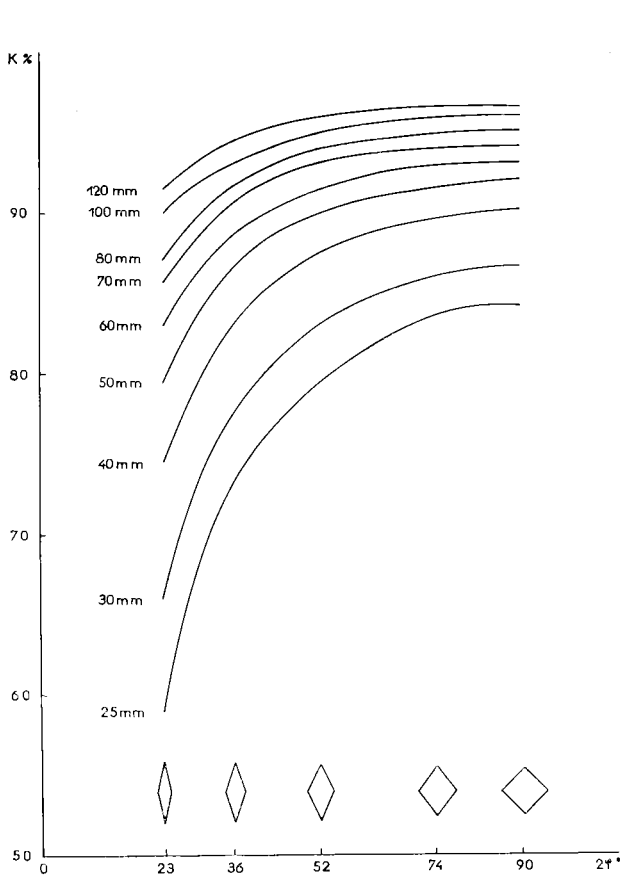


FIG. 2. — Coefficients de passage d'eau exprimés en fonction de l'ouverture de la maille et pour des dimensions de maille allant de 25 à 120 mm de côté.

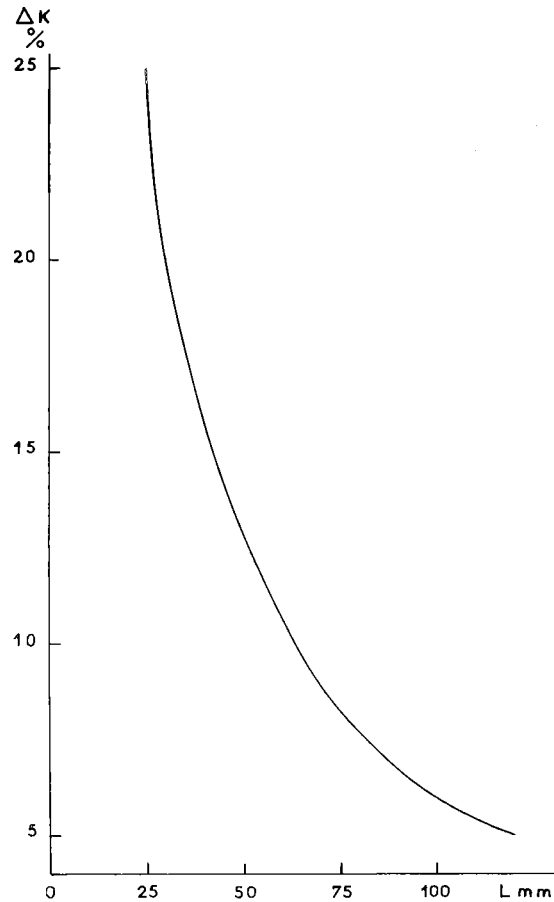


FIG. 3. — Relation entre la variation ΔK et la longueur du côté de maille.

On peut enfin observer qu'un même coefficient de filtration est obtenu pour des mailles de dimensions décroissantes, mais dont les ouvertures vont en augmentant. C'est ainsi, par exemple, que le coefficient de 94 % peut être obtenu pour une maille de 120 mm dont l'angle d'ouverture est compris entre 23° et 36° ou de 70 mm dont l'angle d'ouverture est de 64° à 74° .

Il est, par contre, impossible d'obtenir ce même coefficient avec un maillage de 60 mm en fil de 2 mm de diamètre.

Si l'on agrandit donc considérablement les dimensions d'un chalut, et en particulier celles de son ouverture, le volume d'eau à filtrer augmente en conséquence et la dimension des mailles peut s'avérer insuffisante pour laisser échapper l'eau, même si celles-ci ont une ouverture maximale. Les grandes mailles, par contre, conservent un coefficient de filtration satisfaisant, même lorsqu'elles sont peu ouvertes.

Ceci peut être aisément observé sur maquette et, dans la pratique, le phénomène de broquage du poisson à certains niveaux du filet peut être considéré comme une indication d'une filtration insuffisante, les poissons cherchant à passer au travers des mailles largement ouvertes.

2. Trainée des fils.

La trainée, ou résistance à l'avancement d'un filet remorqué dans l'eau selon une incidence donnée et dont les mailles ont une forme connue, suit la loi hydrodynamique générale : $R = CS_p V^2$.

Dans cette formule V^2 est déterminé : c'est le carré de la vitesse de chalutage. C est un coefficient qui dépend de la forme et de l'incidence de la maille, ainsi que du diamètre relatif du fil et de la nature du textile utilisé. Ce coefficient ne peut être déterminé que par une expérimentation en bassin. Quant au facteur S_p il désigne la projection de la surface de fil des mailles dans le plan vertical normal au sens de déplacement relatif du filet.

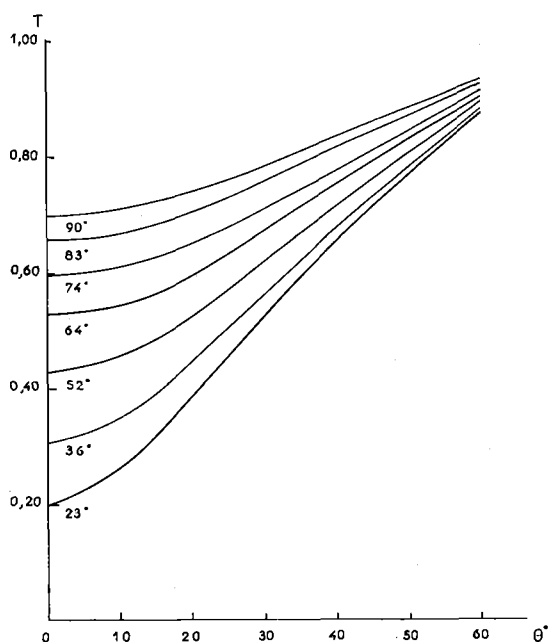


FIG. 4. — Coefficients de trainée T pour différentes ouvertures de maille, exprimés suivant leur incidence par rapport au courant d'eau relatif (θ).

On obtient ainsi la figure 4 dans laquelle on remarque aisément que la trainée est d'autant plus faible que l'incidence de la nappe du filet par rapport au courant d'eau est faible, mais, qu'à incidences égales la trainée est d'autant plus forte que l'ouverture de la maille est grande.

C'est ainsi qu'avec une incidence élevée on obtient toujours un facteur de trainée important, de l'ordre de 0,90 quelle que soit l'ouverture de la maille, alors que pour une incidence faible ce facteur de trainée peut être triplé si l'ouverture de la maille passe de 23° à 90°.

Dans la pratique, c'est ce qui explique pourquoi, malgré leurs grandes dimensions, la forme allongée des coupes des chaluts pélagiques en diminue la trainée tout en conservant, grâce à l'emploi de grands maillages en fils fins, une filtration satisfaisante malgré la forme relativement fermée des mailles.

Ceci explique également le fait que la taille des chaluts qu'un même navire pourra remorquer sera très sensiblement différente s'il s'agit d'un engin de fond ou d'un engin pélagique.

Cette projection est fonction d'une part, de la longueur du côté de maille (L) et du diamètre du fil (d) et d'autre part, de l'angle d'ouverture de la maille (2φ) et de l'incidence de la nappe de filet par rapport au sens du déplacement (θ).

Elle peut s'exprimer, pour un côté de maille pris isolément, de la façon suivante :

$$S_p = L \cdot d \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \varphi \cos^2 \theta}$$

Le dernier facteur $\sqrt{1 - \cos^2 \varphi \cos^2 \theta}$, que l'on peut appeler T ou facteur de trainée, varie donc selon l'ouverture de la maille et son incidence par rapport au courant d'eau relatif, cette dernière étant rarement supérieure à 40°. On peut en étudier la variation pour des angles d'ouverture de maille allant de 23° à 90° et des incidences de 0° à 60°.

3. Surface du fil utilisé dans divers types de chalut.

L'importance d'un engin peut être exprimée en fonction de la surface du fil employé pour sa confection. Elle est obtenue en calculant le nombre de mailles des pièces d'alèzes comprises entre les têtères et l'amorce incluse, puis en multipliant ce nombre par le diamètre du fil et par quatre fois la dimension du côté de maille.

C'est ce que représente la figure 5 établie pour des chaluts de fond, semi-pélagique et pélagique, de dimensions adaptées à des navires de force motrice croissante.

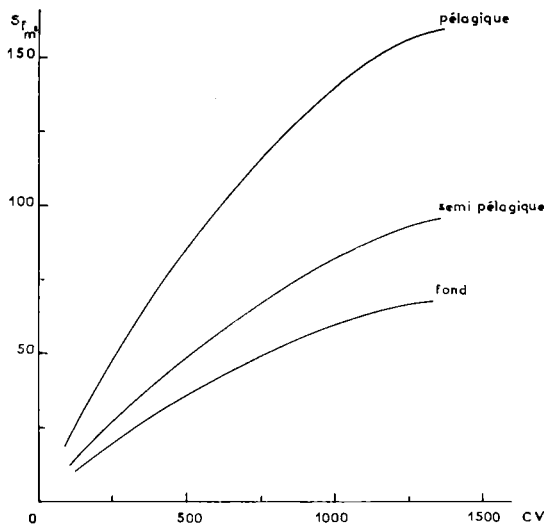


FIG. 5. — Surface de fil des trois types de chalut — fond, semi-pélagique et pélagique — en fonction de la force motrice.

Elle montre que, jusqu'à 1000-1200 cv, l'importance des engins croît rapidement, en même temps que la puissance motrice nécessaire à leur traction dans des conditions normales impliquant ainsi une relation bien définie entre ces deux facteurs. Pour les unités de 1200 et 1500 cv le gain de puissance ne paraît plus lié directement à l'accroissement de la taille des engins, le surplus d'énergie ainsi disponible étant utilisé à d'autres fins telles que pêche par mauvais temps ou allure élevée de route entre le port et les lieux de pêche.

On remarque également que, du fait des caractéristiques propres à chaque type de filet, la surface de fil entrant dans leur confection varie considérablement, de 60 m² pour un chalut de fond à 90 m² pour un semi-pélagique et jusqu'à 150 m² pour un filet pélagique.

Dans le cas de ces derniers, ceci tient au fait que la résistance à l'avancement est notablement diminuée par la suppression du frottement du bourrelet sur le fond et l'adoption d'une vitesse de remorquage un peu inférieure à celle des chaluts de fond. Ces deux particularités ne sont cependant pas suffisantes pour justifier l'importance des surfaces de fil employées dans ces filets, lesquelles peuvent atteindre, comme on vient de le voir, le double de celles des chaluts de fond. Ceci n'est possible que par la présence des grandes mailles qui conservent un coefficient de filtration satisfaisant malgré leur forme relativement fermée et diminuent le facteur de traînée.

Ces considérations, dont une part reste cependant du domaine de l'hypothèse, demanderont à être vérifiées dans l'avenir par des expériences systématiques en bassin.

II. - LES PANNEAUX.

Les panneaux, qu'ils soient de forme plane rectangulaire ou ovale ou encore de forme hydrodynamique plus complexe, sont caractérisés par leur surface et leur poids. Il est intéressant de rechercher le rapport qui existe entre ces données et la force motrice des chalutiers qui les emploient.

I. Taille et poids en fonction de la force motrice ⁽¹⁾.

Bien que la force de divergence des panneaux dépende de nombreux facteurs tels que position et longueur des branchons, point de fixation des pattes, longueur de fune filée, vitesse de remorquage, etc., leur surface semble être le plus important d'entre eux.

(1) Cette partie de l'étude a pu être réalisée grâce aux données fournies par les constructeurs de panneaux de Boulogne, Étapes et Gravelines.

C'est ce que montre la courbe moyenne établie pour des panneaux rectangulaires en service à bord de navires de force motrice croissante (fig. 6).

Elle est pratiquement linéaire dans le domaine des faibles puissances, entre 50 et 500 cv, puis elle s'infléchit ensuite pour atteindre un maximum vers 1 000 cv, les navires les plus puissants n'utilisant pas, en général pour des raisons d'encombrement et de manipulation, de panneaux rectangulaires d'une surface supérieure à 4,5 m².

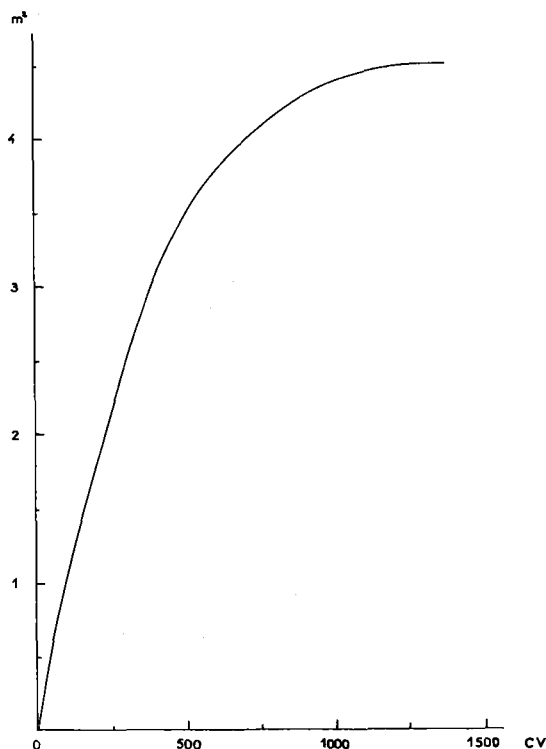


FIG. 6. — Surface des panneaux utilisés dans la région de Gravelines, Boulogne et Etaples en fonction de la force motrice.

Quoique la notion de poids des panneaux soit plus difficile à définir que celle de leur surface, du fait des modifications qu'ils peuvent subir par suite d'usure des semelles ou adjonction de lest,

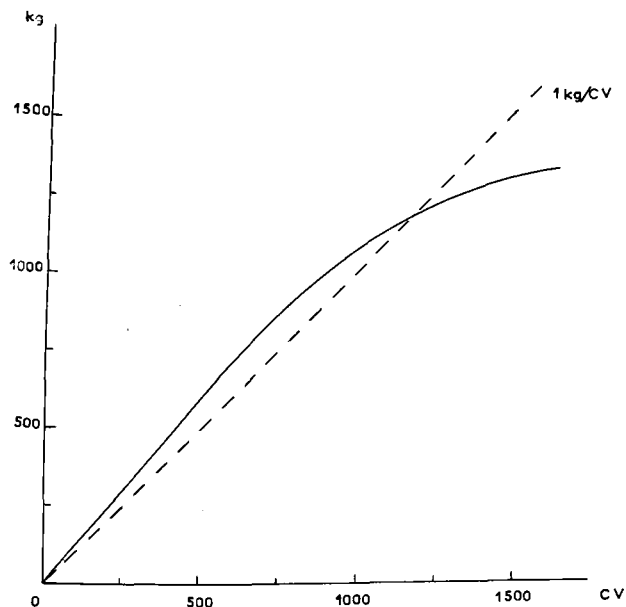


FIG. 7. — Poids des panneaux utilisés dans la région de Gravelines, Boulogne et Etaples en fonction de la force motrice.

l'expression de cette mesure en fonction de celle de la force motrice des navires semble donner une meilleure idée de la relation qui existe entre ces facteurs (fig. 7). La courbe ainsi obtenue est, en effet, au moins jusque vers 1250 cv, assez voisine de la droite définie par la loi classique 1 kg/cv. Autour de 1500 cv la relation semble moins nette mais les données disponibles à ce propos sont peu nombreuses et, en tout cas, insuffisantes pour la préciser.

2. Relation entre les dimensions du chalut et celles des panneaux (fig. 8).

Si l'on cherche une nouvelle relation, celle pouvant exister entre la surface des panneaux rectangulaires et celle du fil des chaluts de fond ou semi-pélagiques, on constate qu'elle n'existe guère qu'aux valeurs moyennes correspondant aux engins employés par des navires de 300 à 500 cv. Au-dessous, le filet paraît trop grand pour les panneaux ce qui crée une forte traînée et explique que ces navires ne dépassent guère 3 à 3,5 nœuds en pêche alors que les navires plus puissants peuvent travailler entre 4 et 5 nœuds. Au-dessus, un phénomène comparable semble se produire mais, pour les raisons d'encombrement déjà signalées, la taille des panneaux ne peut être accrue sans poser d'insolubles problèmes de manutention à bord des navires.

On peut y remédier en diminuant la traînée du filet ou en améliorant la divergence des panneaux.

C'est ainsi que sur les unités de faible puissance armées à la pêche du maquereau, laquelle nécessite une bonne vitesse de traction, on utilise des filets semi-pélagiques de dimension plus réduite et réalisés en fil très fin.

C'est ainsi également que sur d'autres navires on utilise des panneaux ovales d'origine russe dont la surface est ouverte d'une ou plusieurs fentes servant à canaliser les filets d'eau pour réduire les turbulences. Leur force de divergence est d'environ 20 % supérieure à celle des panneaux rectangulaires de surface et de poids équivalents.

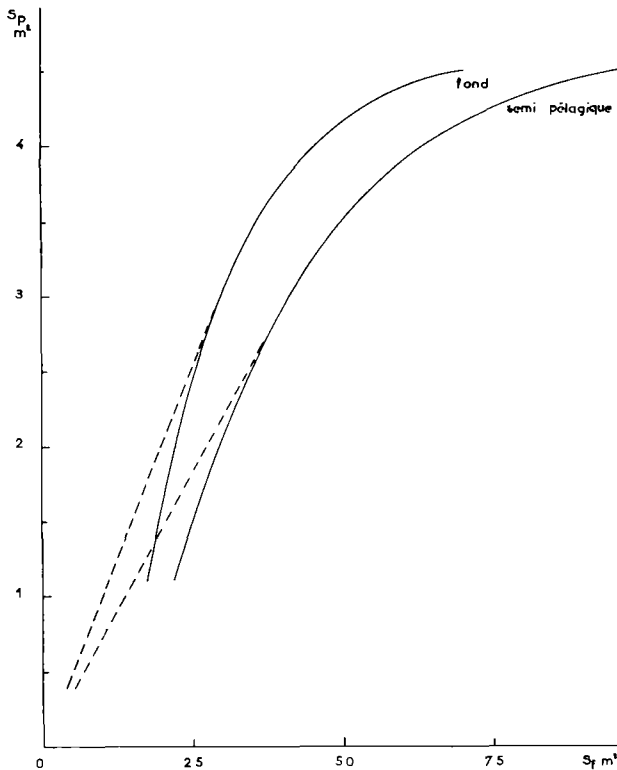


FIG. 8. — Courbes de corrélation entre la surface des panneaux et la surface de fil des chaluts de fond et des chaluts semi-pélagiques.

En chalutage pélagique, l'emploi de panneaux fortement divergents est nécessaire pour maintenir l'ouverture d'engins dont la surface de fil peut être le double de celle des chaluts de fond. Les panneaux hydrodynamiques Süberkrüb répondent à ce besoin grâce à leur forme courbe qui améliore leur rendement hydrodynamique et permet d'accroître la surface utile dans de fortes proportions.

C'est ainsi que de bons résultats peuvent être obtenus avec des surfaces de 4 m^2 pour des navires de 750 à 900 cv, de 5 m^2 pour ceux de 900 à 1200 cv et de 6 m^2 pour ceux de 1200 cv et plus.

Avec ces panneaux spéciaux, dont le poids n'est que de 450 à 650 kg et qui travaillent sans contact avec le fond, la traînée est réduite, la résistance à l'avancement est de 75 % inférieure à celle des panneaux rectangulaires de divergence identique.

III. - LES FUNES ET LES BRAS.

L'influence qu'exercent les funes sur le comportement du train de pêche est difficile à préciser et des renseignements valables à ce sujet ne pourront être obtenus que par expérimentation en bassin et en mer.

On sait cependant qu'il existe une relation entre la longueur de fune filée et celle des éléments qui constituent le gréement du chalut (NÉDELEC et LIBERT, 1964). C'est ainsi que le rapport optimum entre la longueur cumulée des bras, des entremises et de la demi-corde de dos et la longueur de fune filée (ou d'une manière plus précise, la projection de cette longueur sur le plan horizontal du fond) sera de 1/5 à 1/6 sur les navires de pêche industrielle de Boulogne-sur-Mer chalutant sur des fonds de 50 à 300 m.

Ce rapport optimum correspond au meilleur compromis existant entre l'action de rabattement des bras ou des entremises et l'angle d'ouverture horizontale du filet. Il conditionne donc le rendement de l'engin grâce à l'équilibre qui s'établit entre des forces de traction, de divergence et de traînée.

C'est ainsi qu'un raccourcissement des funes diminuera à la fois le rabattement des bras et l'ouverture horizontale du chalut et qu'au contraire, un allongement des funes aura l'effet inverse.

La diminution d'ouverture horizontale entraînera par ailleurs une meilleure posée du bourrelet et particulièrement du carré sur le fond.

Inversement, un raccourcissement des bras se traduira par une diminution de leur effet de rabattement et par une augmentation de l'ouverture horizontale du chalut.

Or, pour conserver au chalut toutes ses capacités de capture, l'ouverture horizontale ne doit pas dépasser une certaine limite. Un excès d'ouverture horizontale risque d'aplatir le chalut et donc de diminuer son rendement de pêche sur les espèces se trouvant à une certaine distance du fond.

De même, cet excès d'ouverture diminuant la posée du carré de ventre sur le fond, risquera de nuire à la pêche des poissons plats.

CONCLUSION.

Ces quelques remarques montrent combien la recherche d'un bon équilibre du train de pêche constitue un problème complexe dont il est difficile de dissocier les divers éléments.

Les courbes de corrélation établies ici entre la puissance du navire, la traînée du filet et les dimensions des panneaux ne définissent que des moyennes.

Elles précisent cependant le sens de leurs variations et apportent des points de repère intéressants dans la majorité des cas. Dès à présent elles doivent permettre de vérifier la valeur du matériel utilisé et d'établir des projets de chalut et de gréement cohérents. Mais il restera toujours aux utilisateurs à employer leurs connaissances et leur art à la mise au point définitive des engins.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- NÉDELEC (C.) et LIBERT (L.), 1964. — Le chalut. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **28**, (2) : p. 107-200.
- NÉDELEC (C.), 1963. — Evolution des chaluts-bœufs pélagiques utilisés par les pêcheurs artisans de Boulogne de 1953 à 1963. — *Cons. int. Explor. Mer*, Com. Pêches comparées, commun. n° 54.
- SHÄRFE (J.), 1959. — Experiments to decrease towing resistance of trawl gear. — *FAO Modern fishing gear of the world*, 1, publié par Fishing News, London.
- TRESCHÉV (A.I.), 1964. — Development of Soviet Trawling Technics. — *FAO Modern fishing gear of the world*, 2, publié par Fishing News, London.
- VAN MIDDELEM (A.), 1965. — Gondslagen voor modelonderzoek van vistuig — Ministerie van Landbouw — Verkgroep « Techniek in de Zeevisserij ». — Ostende.