

ESTIMATION DE LA DUREE DES CALEES CHEZ LES SENNEURS FRANÇAIS ET ESPAGNOLS OPERANT DANS L'OCEAN ATLANTIQUE, A PARTIR DES OBSERVATIONS SCIENTIFIQUES DU PROGRAMME EUROPEEN SUR LE PATUDO (1997-1999)

Daniel Gaertner (1), Pilar Pallares (2), Javier Ariz (3), Alicia Delgado de Molina (3)
et Viveca Norström-Fonteneau (1)

(1) IRD-HEA, BP 5045, 34032 Montpellier Cedex 1, France; gaertner@ird.fr

(2) IEO, Corazon de Maria 8, 28001 Madrid, Espagne

(3) IEO, Centro Oceanografico de Canarias, Apdo. 1373, 38080 Santa Cruz de Tenerife, Islas Canarias, Espagne

ABSTRACT

The duration of the sets is not reported in the purse seiner logbooks, thus the relationship between the set time and the catch of the set should be periodically updated from data obtained during observer on board programs. Nevertheless, because large set time values (i.e., sets with incidents during the fishing operation) are observed in the data set, the choice of an adequate criterion to fit the data is an important topic. The ordinary least square regression, that uses the complete data set, gives a good estimate of the total time lost during the sets but does not show the true relationship between the set time and the catch per set. In contrast, robust regression such as the "Least trimmed square" (LTS) does not use these outliers and gives a good estimate of this relationship, which should be used later to analyse the increase in fishing power of the purse seiners over the years. It will, however, not lead to a good estimate of the total duration of the sets. In order to reach both objectives, we recommend a « Bayesian approach » which consists (1) to fit the data with the robust regression and (2), to correct each predicted set time with a value resampled with replacement from a non-equiprobable prior distribution of residuals. Taking into account that only the Flag vessel factor is significant, this relationship can be expressed as:

*Set time (h) = 1,950 + 0,015 * Catch (T) – 0,078 * Flag vessel,*

with Flag vessel = 1 for Spain and -1 for France.

For the unsuccessful sets (< 1 T), only the factor Fishing mode (Floating objects vs School sets) is significant. In order to take into account the different probabilities of the sets with large and short durations, we recommend to separate the data by fishing modes and to resample each set time value with a weight proportional to its likelihood into the prior observed set time distribution.

RÉSUMÉ

La durée des calées n'étant pas reportée dans les livres de bord des senneurs, il est nécessaire de réévaluer périodiquement la relation entre la durée et le poids de la calée à partir de programmes d'observateurs scientifiques. Toutefois, la présence de quelques fortes valeurs pour la durée des calées (opérations marquées par des incidents de pêche) pose le problème du choix du

critère d'ajustement. La prise en compte de l'ensemble des données par une régression ajustée par les moindres carrés permet une bonne estimation du temps perdu lors des calées mais rend mal la véritable relation entre la durée et la capture de la calée. Au contraire, la régression robuste de type "Least Trimmed Square" (LTS) élimine ces horsaires et donne une image fidèle de cette relation, qui peut être utilisée en suite pour analyser l'augmentation de la puissance de pêche des senneurs au cours des années. Elle conduit, cependant, à une mauvaise estimation de la durée totale des calées. Pour obtenir un bon compromis entre les deux, nous proposons une approche de type Bayésien qui permet de corriger les valeurs prédites par la régression robuste à l'aide de valeurs tirées dans une distribution a priori de valeurs résiduelles non-équiprobables. Comme seul l'effet Nationalité est significatif, la relation peut s'écrire:

$$\text{Durée (h)} = 1,950 + 0,015 * \text{Capture (T)} - 0,078 * \text{Nationalité},$$

avec nationalité = 1 pour Espagne et -1 pour France.

Dans le cas des calées nulles ($< 1 T$), au contraire l'effet Mode de pêche (Banc libre vs Objets flottants) est significatif. Afin de prendre en compte les différentes probabilités des calées à courte et longue durée, nous proposons de séparer les données par mode de pêche puis de tirer au sort chaque valeur de durée de calée en lui affectant un poids proportionnel à sa vraisemblance dans la distribution a priori des fréquences observées.

RESUMEN

Al no estar informada la duración de los lances en los libros de pesca de los cerqueros, es necesario reevaluar periódicamente la relación entre la duración y la captura obtenida en el lance basándose en programas de observadores científicos a bordo. Sin embargo, la presencia de algunos valores importantes en la duración de los lances (con incidentes durante la operación de pesca) nos presenta el problema de elegir un criterio de ajuste adecuado. La regresión por mínimos cuadrados, que utiliza el conjunto de datos completo, permite una buena estimación del tiempo perdido durante los lances, pero no indica la relación verdadera entre la duración del lance y la captura obtenida por lance. Por el contrario, la regresión robusta del tipo "Least trimmed square" (LTS) no utiliza estos puntos situados fuera de contexto y facilita una buena estimación de esta relación, que debería emplearse posteriormente para analizar el incremento de la potencia pesquera de los cerqueros a lo largo de los años. No obstante, no conducirá a una buena estimación de la duración total de los lances. Con el fin de alcanzar ambos objetivos, recomendamos un "enfoque Bayesiano", que consiste en (1) ajustar los datos con la regresión robusta, y (2) corregir el tiempo predicho de cada lance con valores extraídos, reemplazándolo por una distribución no equiprobable a priori de valores residuales. Teniendo en cuenta que sólo el factor de pabellón del barco es significativo, esta relación puede expresarse así:

$$\text{Duración del lance (h)} = 1,950 + 0,015 * \text{Captura (T)} - 0,078 * \text{Nacionalidad del barco},$$

con nacionalidad del barco = 1 para España y -1 para Francia.

En el caso de los lances nulos ($< 1 T$) sólo resulta significativo el factor moda de pesca (objetos flotantes vs. lances sobre el cardúmen). Para poder tener en cuenta las diferentes probabilidades de los lances de duración larga y corta,

recomendamos separar los datos por modas de pesca y volver a muestrear cada valor de duración del lance con una ponderación proporcional a su probabilidad en la distribución anterior observada de duración del lance.

INTRODUCTION

La pêche thonière à la senne se caractérise par la recherche visuelle d'indices susceptibles d'indiquer la présence des bancs de thons à la surface de l'océan. En conséquence l'effort de pêche des senneurs est exprimé en heures de recherche consacrées à la détection des bancs. L'estimation de cet effort se fait en soustrayant au temps de pêche diurne (ce qui n'est pas sans poser quelques problèmes ; Fonteneau, 1998 ; Gaertner et al, 1998), les temps morts liés aux opérations de pêche et en particulier le temps d'immobilisation perdu lors de chaque coup de senne. Toutefois, cette variable, qui dépend de la taille du banc capturé, n'est pas notée dans les livres de bord remplis par les capitaines de pêche. Ces derniers se limitent en général aux reports des informations relatives à la date et à la localisation géographique de la calée, au poids de la capture correspondante. La relation statistique entre la durée de la calée et le poids du banc capturé ne peut donc être établie que durant les programmes scientifiques d'observations à bord des senneurs. En raison des diverses améliorations technologiques introduites à bord de ces navires cette relation évolue au cours du temps (Fonteneau et al, 1998) et il est donc important de procéder régulièrement à son actualisation. Cette opportunité s'est présentée entre 1997 et 1999, lors des embarquements d'observateurs scientifiques réalisés dans le cadre du programme de recherche européen sur l'étude des causes de l'augmentation des prises de patudo (*Thunnus obesus*) dans l'Atlantique par les senneurs communautaires (programme N°96/ 028 de la DG XIV de l'Union Européenne, Ariz et Gaertner, 1998).

Un problème d'ordre statistique se pose pour l'évaluation des paramètres de cette relation linéaire. En effet, malgré l'étroite dépendance entre la durée de la calée et la capture correspondante, on peut constater que certaines observations présentent des durées de calées élevées, anormalement supérieures par rapport à l'axe principal du nuage de points (Fig. 1). Ces événements sont peu fréquents (environ 9 % des cas dans la présente étude) mais se retrouvent systématiquement dans les jeux de données issus des programmes d'observations scientifiques effectués dans le passé. Une analyse détaillée des fichiers de données montre qu'il s'agit d'incidents survenus lors de l'opération de pêche: problèmes mécaniques, emmêlement du filet, etc. Le dilemme est alors de savoir si on doit éliminer ces points "hors normes" (connus sous le nom de horsains en statistique) pour mieux capter la relation fonctionnelle entre le temps de la calée et la prise, ou si on doit, au contraire, les conserver dans les ajustements pour mieux estimer le temps total perdu lors des opérations de pêche. L'objectif de ce travail est également d'essayer de répondre à cette question.

MATERIEL ET METHODES

Origine des données

Les données sur la durée de la calée (h), depuis le temps de largage du skiff jusqu'au début de la phase de recherche suivante, et sur le poids de la prise correspondante (T) ont été collectées par des observateurs scientifiques embarqués sur des senneurs français et espagnols, opérant dans l'océan Atlantique, entre juin 1997 et avril 1999. Sur les 58 campagnes analysées, 44 provenaient d'embarquements effectués sur des senneurs espagnols et 14 sur des senneurs français. Sur les 1711 coups de senne initiaux, 1344 ont été considérés comme positifs (capture supérieure à 0,9 T). Une première analyse visuelle des données a permis de détecter que 3 observations sont nettement décalées sous le reste du nuage de points. Comme sur le plan mécanique il est peu vraisemblable de réaliser aussi rapidement une calée, ces 3 horsains ont été éliminés du jeu de données, réduisant ainsi le nombre de calées positives à 1341 observations (Fig. 1). En ce qui concerne les coups nuls, deux enregistrements pour lesquels l'heure de fin de calée n'a pas été reportée ont été éliminés, limitant à 361 le nombre de coups de senne avec des prises nulles (moins de 1 tonne).

Méthodologie

Prédiction de la durée des calées positives

Choix des variables prédictrices

Parmi les facteurs pouvant influencer la relation "Durée de la calée-Capture de la calée", les variables "nationalité" du senneur (espagnol / français) et le mode de pêche (calée sur banc libre / calée sous objet flottant) ont été considérées. A partir d'une comparaison visuelle des 4 droites de régression (least trimmed squares, cf. ci-dessous) issues de la décomposition des 2 modalités du facteur nationalité et des 2 modalités du facteur mode de pêche, il apparaît que seul l'effet nationalité est à prendre en considération (Fig. 2). En effet, d'une part l'impact de ce facteur sur le modèle de régression apparaît nettement plus fort que celui du au facteur mode de pêche et d'autre part, la présence éventuelle d'une interaction, entre ces deux facteurs, compliquerait inutilement cette analyse. On recherchera donc à exprimer la durée d'une calée à l'aide d'une relation de type : $Durée = \beta_0 + \beta_1 \text{ Capture} + \beta_2 \text{ Nationalité}$.

Ajustement

L'ajustement de la relation linéaire entre la durée et la capture de la calée, en fonction de la nationalité du senneur, peut être effectué selon plusieurs critères de minimisation. Nous avons retenu celui des moindres carrés, qui est le plus classique et qui a été utilisé dans le passé pour ce type d'analyse et celui des plus proches carrés, ou "least trimmed squares" (LTS) qui appartient à la famille des méthodes robustes (Rousseeuw, 1984). Le critère des moindres carrés (« ordinary least squares », β_{LS}) minimise la somme de tous les carrés résiduels, soit :

$$\sum_{i=1}^n r_i^2(\beta)$$

alors que le critère LTS (β_{LTS}) minimise la somme des q plus petits résidus (en règle générale, q est pris légèrement supérieur à $n/2$) :

$$\sum_{i=1}^q r_{(i)}^2(\beta)$$

avec $r_{(i)}(\beta)$ étant le rang du i ème résidu.

Afin de simuler l'apparition de calées anormalement longues dans le temps, avec la même probabilité d'apparition qu'elles ont dans la réalité, nous avons calculé la fréquence des résidus obtenus lors de la régression LTS appliquée à l'échantillon d'apprentissage (cf., ci-dessous). Ceci permet ensuite de simuler une valeur résiduelle qui a été ajoutée aux valeurs prédites par la régression LTS dans l'échantillon de validation. Pour effectuer cette opération, chaque valeur aléatoire, tirée dans une distribution uniforme (0,1), est associée à un niveau de la distribution des fréquences cumulées des résidus. Cette valeur définit à son tour la valeur résiduelle sélectionnée, tout en tenant compte de sa probabilité d'apparition. Cela revient à tirer au sort un résidu dans une distribution de probabilités *a priori* non-équiprobables. On peut donc qualifier cette approche de Bayésienne.

Validation

Environ deux tiers des calées positives ont été réparties dans un "échantillon d'apprentissage" afin de calibrer les paramètres du modèle de régression linéaire. Le tiers restant, appelé "échantillon de validation", a été utilisé pour vérifier la validité du modèle retenu, par comparaison des durées de

calées prédites par les différents modèles et celles observées. La procédure de répartition des données entre les deux échantillons a été faite de manière à conserver la proportion initiale existant entre les calées françaises et espagnoles.

Estimation de la durée des calées nulles

En raison de la présence éventuelle de quelques fortes valeurs dues à des incidents de pêche, l'impact des effets Nationalité et Mode de pêche sur la durée des calées nulles a été évalué à l'aide du test non-paramétrique de Kruskal-Wallis.

RESULTATS

Les calées positives

Les résultats des ajustements conduits à l'aide de la régression par les moindres carrés (LS) ou par la régression robuste (LTS) sont présentés dans le tableau 1. Indépendamment de la méthode de régression choisie, on note que le temps théorique de durée de la calée est inférieur sur les navires espagnols. Les deux équations donnent respectivement:

Durée (h) = 2,203 + 0,013 * Capture (T) – 0,107 * Nationalité, pour le critère LS et

Durée (h) = 1,950 + 0,015 * Capture (T) – 0,078 * Nationalité, pour le critère LTS,

avec nationalité = 1 pour Espagne et -1 pour France.

En raison du critère de minimisation utilisé, la régression LTS n'est pas sensible à la présence de valeurs éloignées (cas des calées marquées par des incidents lors de l'opération de pêche). On peut donc admettre que la régression LTS rend mieux compte de la relation fonctionnelle qui existe entre la durée de la calée et la taille du banc capturé, que la régression par les moindres carrés. A ce titre elle doit être utilisée pour analyser l'évolution technologique introduite à bord des senneurs au cours du temps.

Cependant, si on compare les performances respectives de ces deux méthodes d'ajustement en terme d'erreur de prédiction, on constate que la régression par les moindres carrés (LS) donne une estimation totale des temps d'immobilisation des senneurs assez proche de la réalité (Tab. 2). Le pourcentage d'erreur relative tel que :

$$\% \text{ E. R.} = 100 * [(Durée observée - Durée estimée) / Durée observée]$$

est inférieur dans le cas de la régression LS (0,46 %). La régression LTS, qui élimine les horsains lors de l'estimation des paramètres, est moins efficace dans ce cas. L'erreur relative atteint 9 %, car tout se passe comme s'il n'y avait jamais d'incident technique dans les calées, ce qui est loin d'être le cas. L'histogramme des fréquences des résidus (écarts entre les durées de calées observées et prédites par la régression LTS) a été transformé en une distribution des fréquences cumulées pour servir de fonction de probabilité *a priori* lors de la simulation (Fig. 3). On observe sur cette figure que les fortes probabilités de tirage des résidus les plus fréquents (dont la valeur oscille entre - 0,3 et 0,3) sont bien respectées, ainsi que les faibles probabilités concernant les calées affectées par des incidents de pêche (identifiables ici par les fortes valeurs positives). Cette procédure conduit à une estimation du nombre total d'heures perdues lors des coups de sennes très proche de la réalité (erreur relative de 0,94 %), tout en présentant l'avantage, sur la régression par les moindres carrés (LS), de traduire également la véritable relation fonctionnelle (sans incidents de pêche) entre la durée de la calée et la capture correspondante. A ce titre, la relation LTS corrigée des événements rares de type incidents de pêche présente un bon compromis pour la procédure informatique de calcul du temps de recherche :

Durée (h) = 1,950 + 0,015 * Capture (T) – 0,078 * Nationalité + ξ ,

avec nationalité = 1 pour Espagne, et -1 pour France, et.

ξ = résidu issu de la combinaison d'un tirage aléatoire dans une distribution uniforme (0,1) et d'une fonction de distribution de probabilités cumulées (Tableau 3).

On retiendra également que l'application d'une régression robuste aux données des programmes d'observateurs scientifiques, réalisés dans le passé sur les mêmes flottilles, doit mieux prendre en compte l'influence des progrès technologiques sur la vitesse de l'opération de pêche que l'emploi traditionnel de la régression LS (Fonteneau et al., 1986 ; Ariz et al., 1991).

Les calées nulles

La comparaison des distributions de fréquences cumulées de la durée des coups de senne montrent que cette variable dépend essentiellement du mode de pêche (Fig. 4); à la différence de ce qui a été observé pour les calées positives. Les résultats des tests non-paramétriques de Kruskal-Wallis confirment en effet que seul l'effet Mode de pêche est significatif (Tableau 4). En conséquence, les données sur les coups nuls ont été regroupées par mode de pêche, sans tenir compte de la nationalité des senneurs (Fig. 5).

En raison de quelques horsains, dus à des coups de sennes avec des problèmes mécaniques (environ 1,4 % des calées sur bancs libres et 4,5 % pour celles sous objets flottants), les valeurs médianes sont plus représentatives que les moyennes du temps "moyen" perdu lors d'une calée nulle. Les durées médianes des calées sur banc libre et sous objets flottants sont respectivement de 1,68 (1 H et 41 mn) et de 2,0 (2 H). L'aplatissement des histogrammes vers la droite et la présence des horsains rend difficile l'assimilation de ces histogrammes à une fonction de distribution simple (loi normale par exemple). En conséquence, comme pour les calées positives, l'automatisation du calcul de la durée théorique d'une calée nulle peut se faire à l'aide du tirage dans une loi uniforme (0,1), combiné à une distribution de probabilité *a priori*. Ces lois de distributions de probabilités *à priori* sont reportées par mode de pêche dans le tableau 5.

BIBLIOGRAPHIE

- ARIZ, J., PALLARES, P., DELGADO de MOLINA, A. and SANTANA, J. C., (1991) .- Analisis de los datos obtenidos en campañas de observadores en el Atlantico intertropical durante el programa año del Rabil. *In. Report of the Yellowfin Year Program. ICCAT. Coll. Vol. Sci. Pap.* 36: 109-157.
- ARIZ, J. et GAERTNER, D. (1998) .- Proyecto de investigacion europeo sobre le patudo. Estado actual de las investigaciones. *Coll. Vol. Sci. Pap. ICCAT* 38(2): 209-212.
- FONTENEAU, A., (1998) .- Note sur les temps de recherches journaliers maximum. *ICCAT Doc. SCRS/98/98*, 3 p.
- FONTENEAU, A., LALOE, F. and MAMOLAR, J. M. (1986) .- Durée des coups de sennes des senneurs français, ivoiriens, sénégalais et espagnols. *In Proceedings of the ICCAT conference on the International Skipjack Year Program.* 140-144.
- FONTENEAU, A., GAERTNER, D., and NORDSTROM, V. (1998) .- An overview of problems in the catch per unit of effort and abundance relationship for the tropical purse seine fisheries. *ICCAT Doc SCRS/98/38*, 28 p.

GAERTNER, D., ARIZ, J., and NORDSTROM-FONTENEAU, V., (1998) .- Remarques sur le calcul de l'effort de pêche des thoniers senneurs : temps de recherche, temps de pêche diurne effectif et proportion de temps pris par les calées nocturnes. ICCAT Doc SCRS/98/142, 5 p.

ROUSSEEUW, P. J., (1984) .- Least median of squares regression. *Journ.of the Amer. Stat. Ass.* 79 : 871-888.

Tableau 1. Paramètres des régressions par les moindres carrées (LS) et par ajustement robuste (LTS) pour le modèle: $Durée (H) = \beta_0 + \beta_1 \text{ Capture (T)} + \beta_2 \text{ Nationalité}$, à partir de l'échantillon de calibration. Regression statistics for the fits by ordinary least square (LS) and by robust method (LTS) for the relationship : $\text{Set time (H)} = \beta_0 + \beta_1 \text{ Catch (T)} + \beta_2 \text{ Nation}$, from the « learning sample »

Paramètre	Régression LS				Régression LTS
	Valeur	Ecart-type	t	Pr(> t)	Valeur
β_0	2,203	0,030	74,066	0,000	1,950
β_1	0,013	0,001	15,864	0,000	0,015
β_2	-0,107	0,024	-4,460	0,000	-0,078

Tableau 2. Comparaison entre les différentes méthodes utilisées pour estimer le temps total de durée des calées, à l'aide de l'échantillon de validation (n = 549 calées). Comparisons between different methods used to estimate the total setting time, from the « verification sample » (n = 549 sets).

Méthode	Durée observée	Durée estimée LS	Durée estimée LTS	Durée estimée LTS cor.
Total (H)	1371,58	1365,33	1247,36	1358,66
% erreur relative		0,46	9,06	0,94

Tableau 3. Résidus (= facteurs correctifs) utilisables pour corriger les valeurs de durée de la calée prédites par la régression LTS. La valeur aléatoire tirée d'un loi uniforme (0,1) doit être associée à la colonne des probabilités cumulées pour sélectionner chaque résidu. Residuals (i.e., Correcting factors) that should be used to correct the LTS predicted value of the Setting time. The random value obtained from a uniform distribution (0,1) should be associated with the cumulative probability column in order to select each residual..

Probabilité cumul.	Résidus	
0	0,0056	-1,1
0,0056	0,0168	-0,9
0,0168	0,0369	-0,7
0,0369	0,0839	-0,5
0,0839	0,2069	-0,3
0,2069	0,4049	-0,1
0,4049	0,5917	0,1
0,5917	0,7215	0,3
0,7215	0,8098	0,5
0,8098	0,8714	0,7
0,8714	0,9116	0,9
0,9116	0,9430	1,1
0,9430	0,9631	1,3
0,9631	0,9732	1,5
0,9732	0,9855	1,7
0,9855	0,9877	1,9
0,9877	0,9888	2,1
0,9888	0,9911	2,3
0,9911	0,9911	2,5
0,9911	0,9922	2,7
0,9922	0,9933	2,9
0,9933	0,9944	3,1
0,9944	0,9966	3,3
0,9966	0,9978	3,5
0,9978	0,9989	3,7
0,9989	0,9989	3,9
0,9989	0,9989	4,1
0,9989	0,9989	4,3
0,9989	1,0000	4,5

Tableau 4. Statistiques des tests non-paramétriques de Kruskal-Wallis pour tester les facteurs Nationalité (Espagne/France) et Mode de pêche (Objets flottants/Bancs libres) dans la durée des calées nulles. Statistics for the Kruskal-Wallis tests in order to assess the influence of the factors Nation (France/Spain) and Fishing mode (Floating objects/School sets) on the duration of unsuccessful sets.

Factor	Kruskal-Wallis p-value chi-square	
Nation	0,611	0,434
Fishing Mode	27,214	0,0

Tableau 5. Loïs de distribution cumulée des durées des calées nulles en fonction du mode de pêche, utilisables pour le calcul automatique des durées théoriques correspondantes. La valeur aléatoire tirée d'un loi uniforme (0,1) doit être associée à la colonne des probabilités cumulées pour sélectionner chaque durée théorique. Cumulative distribution functions for the set time of the un,successful sets that should be used to perform the corresponding the predicted setting time. The random value obtained from a uniform distribution (0,1) should be associated with the cumulative probability column in order to select each predicted set time value.

Durée	Freq. Cumulées Objets	Freq. Cumulées Libres	Freq. Cumulées Objets	Freq. Cumulées Libres
0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
0,25	0,000	0,000	0,000	0,000
0,50	0,000	0,000	0,000	0,003
0,75	0,000	0,000	0,003	0,003
1,00	0,000	0,000	0,003	0,003
1,25	0,000	0,000	0,003	0,017
1,50	0,000	0,090	0,017	0,197
1,75	0,090	0,299	0,197	0,609
2,00	0,299	0,522	0,609	0,810
2,25	0,522	0,672	0,810	0,888
2,50	0,672	0,791	0,888	0,925
2,75	0,791	0,866	0,925	0,959
3,00	0,866	0,896	0,959	0,966
3,25	0,896	0,910	0,966	0,966
3,50	0,910	0,910	0,966	0,966
3,75	0,910	0,910	0,966	0,973
4,00	0,910	0,910	0,973	0,973
4,25	0,910	0,925	0,973	0,976
4,50	0,925	0,925	0,976	0,980
4,75	0,925	0,925	0,980	0,980
5,00	0,925	0,940	0,980	0,980
5,25	0,940	0,955	0,980	0,986
5,50	0,955	0,955	0,986	0,986
5,75	0,955	0,955	0,986	0,986
6,00	0,955	0,955	0,986	0,986
ou plus...	0,955	1,000	0,986	1,000

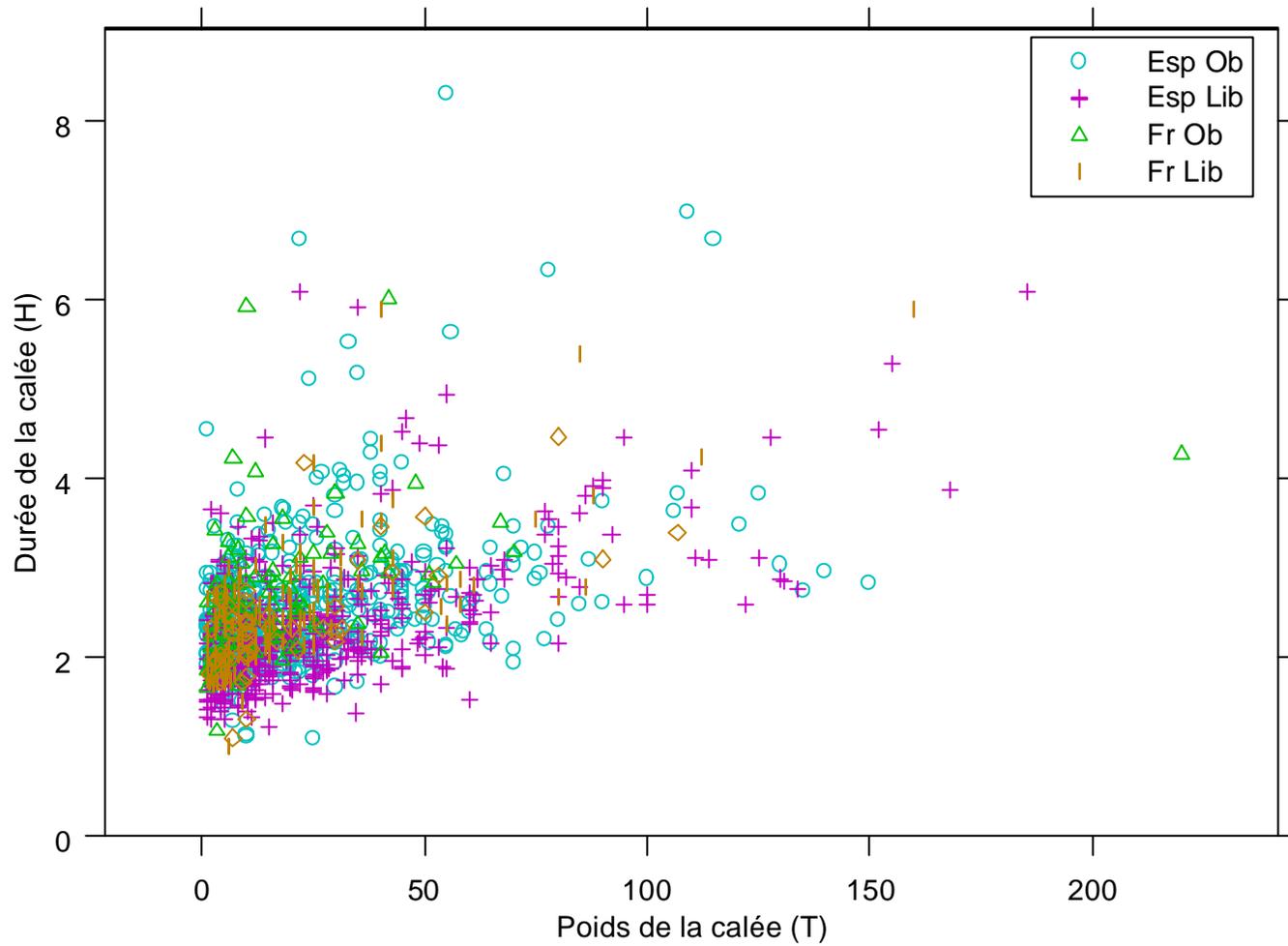


Figure 1.

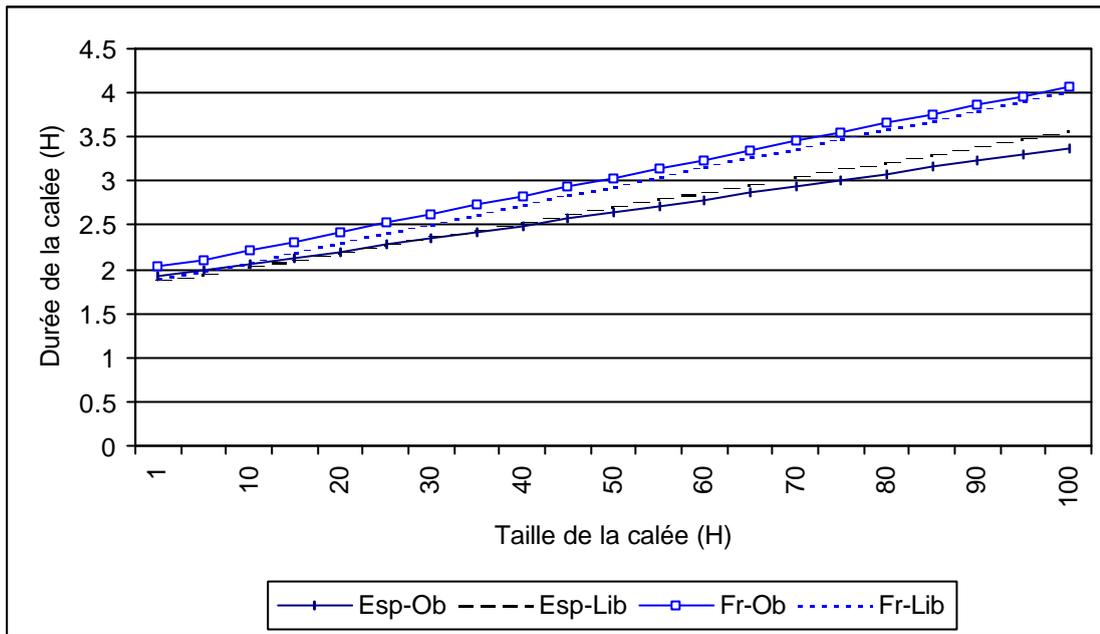


Fig. 2. Regression robuste (least trimmed square) de la durée de la calée en fonction de la taille de la calée pour les senneurs espagnols (Esp) et français (Fr) lors des calées sur objets flottants (Ob) et sur bancs libres (Lib).

Fig. 2 Robust regression (least trimmed square) of set time and catch per set for the Spanish (Esp) and the French (Fr) purse seiners by fishing modes (floating object = Ob, and school set = Lib).

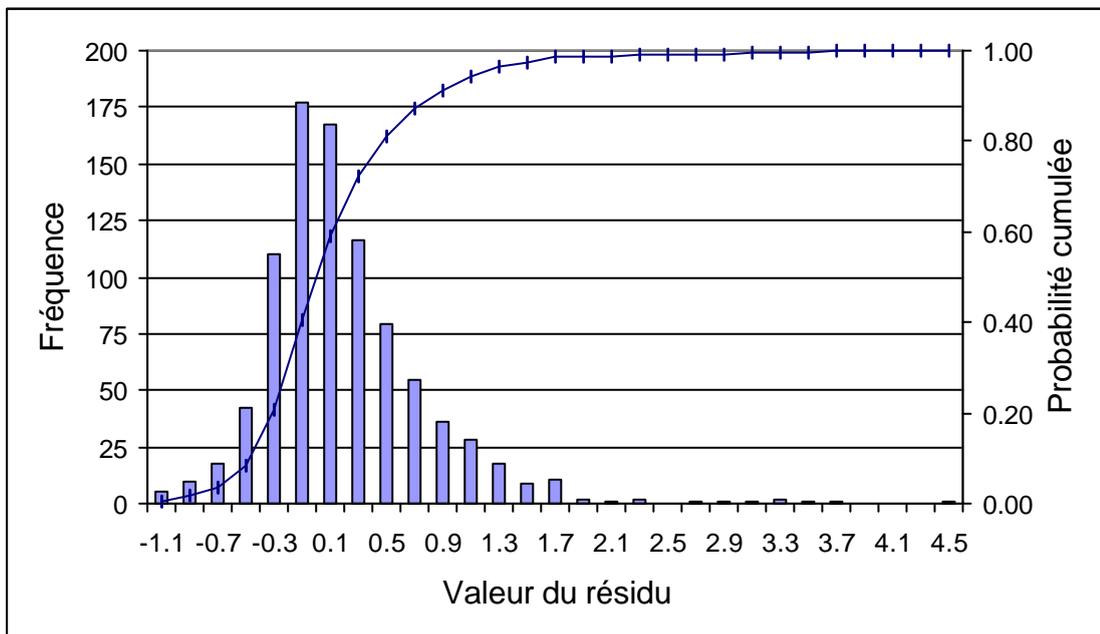


Fig. 3 Histogramme des résidus de la régression robuste (LTS) de la relation Durée de la calée - Capture de la calée et fonction de probabilité cumulée utilisée pour simuler l'apparition de calées avec incidents.

Fig. 3 Histogram of the residuals of the relationship: Set time versus Catch per set (Least trimmed square regression) and cumulative distribution function used to simulate the occurrence of sets affected by incidental events.

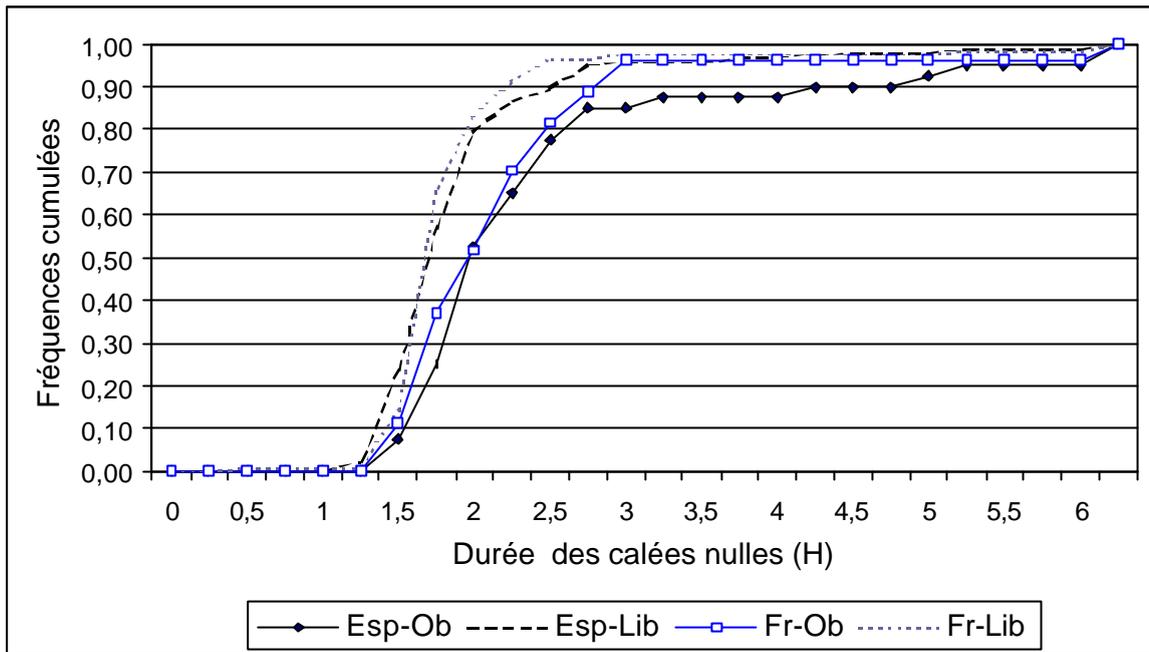


Fig. 4. Distributions cumulées de la durée des calées nulles sous objets flottants (Ob.) et sur bancs libres (Lib.) pour les senneurs espagnols (Esp.) et français (Fr).
Cumulative distributions of the set time for unsuccessful sets made on floating objects (Ob.) and on school sets (Lib.) by the Spanish (Esp.) and French (Fr.) purse seiners.

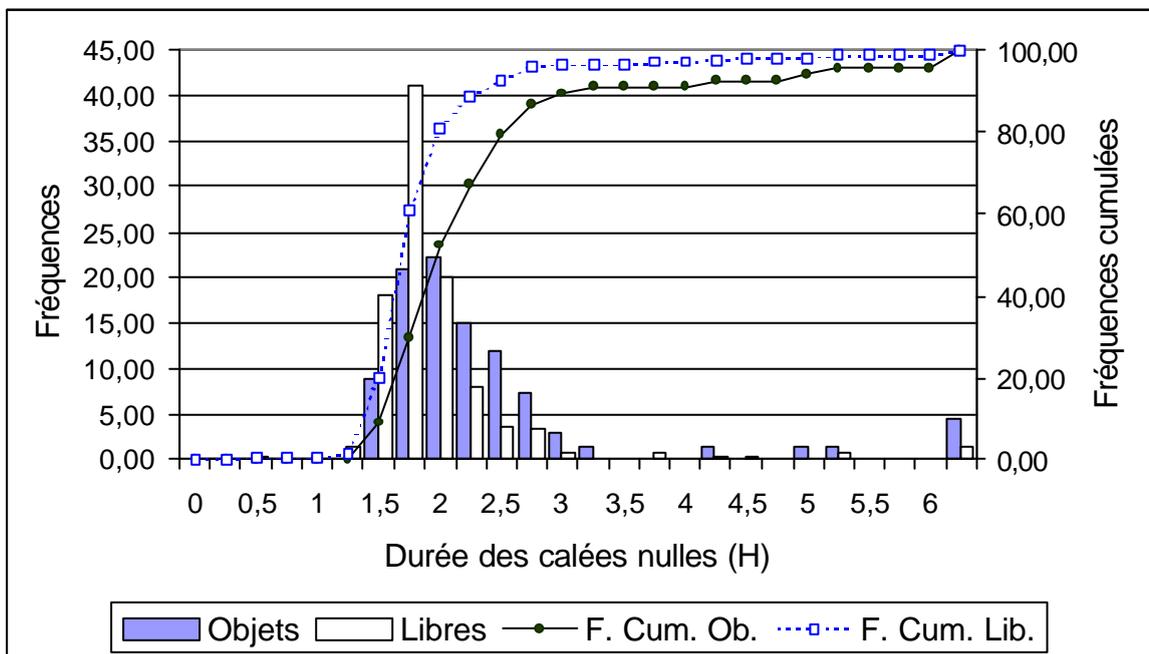


Fig. 5 Durée des calées nulles pour les senneurs français et espagnols en fonction du mode de pêche: Objets flottants et bancs libres.
Set time for the unsuccessful sets for the French and the Spanish purse seiners by fishing mode : Floating objects and school sets.