

ETUDE DE L'EFFET SUR LES CAPTURES DE GERMON NORD-ATLANTIQUE
THUNNUS ALALUNGA D'UN CHANGEMENT DE STRATEGIE D'EXPLOITATION

par

F. X. Bard

I. INTRODUCTION

Lors de la session 1977 du S.C.R.S., il est apparu au sujet du stock de germon nord-atlantique que l'on devait considérer quelques problèmes. Ces problèmes concernent un accroissement de la productivité du stock et aussi, corrélativement, une amélioration de la fécondité par recrudescence du stock. Le S.C.R.S. a même recommandé :

"d'entreprendre des recherches pour étudier les schémas d'exploitation de la pêcherie susceptibles de servir à accroître le stock reproducteur (par exemple un déplacement de l'effort des ligneurs aux canneurs) augmentant ainsi la taille effective à la première capture, ainsi que leurs répercussions immédiates et à long terme".

Cette recommandation a été confortée par une demande du président du S.C.R.S.

En conséquence, ce document présente des premières conclusions sur une substitution de l'appât vivant à la ligne traînante. Mais pour des raisons qui y sont discutées, diverses recherches doivent être encore menées pour apporter une conclusion définitive.

II. PRINCIPE

Les thoniers pêchant à l'appât vivant ont un schéma de pêche totalement différent des ligneurs et cela varie au long de la saison (BARD et

GONZALEZ-GARGES, 1976). Leurs puissances de pêche unitaire également (BARD, 1977). C'est ce qui fait l'intérêt d'un changement éventuel de la stratégie de pêche au germon par la flottille de surface. On peut en effet considérer que les pêcheurs des deux nations exploitant principalement le germon en surface peuvent choisir entre ces deux techniques. En effet, tout n'est pas si simple et des problèmes financiers se posent certainement. Mais en fin de compte une incitation des Etats concernés pourrait aboutir à un changement de leur stratégie de pêche en surface. Enfin, au vu des conditions d'exploitation des deux types de thoniers, on peut formuler la relation en coût d'armement et d'investissements :

Un appât vivant = deux ligneurs

ce qui est utilisé par la suite.

III. METHODES

III.1. La voie choisie est l'utilisation d'un modèle de rendement selon RICKER (1975) muni d'une relation stock-recrutement. Il s'agit donc d'un modèle autorégénérant dérivant de celui déjà présenté (BARD, 1972 a).

III.2. Les paramètres de croissance et mortalité utilisés sont résumés dans la table 1. Toutes ces données ont été utilisées sur une base trimestrielle. Soit $9 \times 4 = 36$ intervalles. La saison de ponte retenue est l'été (LE GALL, 1974). Enfin, le vecteur des fécondités est déduit des données de BEARDSLEY (1971).

III.3. Plus problématique a été le choix d'une relation stock-recrutement. En effet, l'évaluation des populations de germon adultes, soit 6 à 10 ans, et donc de la biomasse féconde par l'analyse des cohortes est très imprécise pour deux raisons :

- grande sensibilité des F_6 à F_{10} à F_N injecté ;

- incertitudes sur les tables démographiques réelles des captures palangrières de 1956 à 1976, en raison des faibles échantillons jusqu'à 1975 et de la mauvaise relation âge-taille à partir de cinq ans d'âge des germons (soit 85 cm environ).

La meilleure relation stock-recrutement disponible est alors celle qui lie les recrutements absolus (déduits de l'analyse des cohortes à la C.P.U.E.

des palangriers en Atlantique Nord (BARD, 1978 a). Or de cette relation on peut tirer la conclusion que des chutes de recrutement semblent avoir eu lieu en 1967 et 1972, lorsque la biomasse féconde est tombée en-dessous d'un seuil de l'ordre de 10 % de la biomasse féconde vierge (I.C.C.A.T., 1978).

En conséquence, la relation stock-recrutement retenue a les caractéristiques suivantes :

- relation du type $R = \frac{1}{\alpha + \beta/P}$ (BEVERTON et HOLT, 1957) suggérée par la forme de la relation observée (BARD et GONZALEZ-GARCES ms) ;

- les paramètres sont déterminés selon les équations suivantes :

$$\beta = \frac{P_{\max} \cdot t}{R_m}$$

t est le taux arbitraire où le recrutement chute. P_{\max} est la biomasse féconde vierge, R_m le recrutement maximal du stock vierge.

$$\alpha = \frac{P_m/R_m - \beta}{P_m}$$

Les valeurs utilisées sont déduites de la table 1 :

$$P_m = 100,94 \cdot 10^6 \text{ kg de femelle mature}$$

$$R_m = 14,4 \cdot 10^6 \text{ germon de deux ans au 1er janvier de l'année n.}$$

En revanche, t a été choisi par ajustements successifs aux résultats de production de la période 1957 - 1972. t = 0,05 a été retenu comme raisonnable.

D'où $\alpha = 6.60 \cdot 10^{-8}$ Des essais avec t = 0.08 mènent
à des conclusions très similaires
 $\beta = 0.350$

Ces paramètres définissent une courbe d'aspect analogue à celle de référence. C'est-à-dire une forte chute des recrutements à partir d'un seuil de fécondité minimale. Cependant, cette procédure n'est pas totalement satisfaisante, en ce sens qu'elle est déterministe. Or il est raisonnable de penser que des chutes de recrutement peuvent avoir lieu dans la zone de 10% avant que la fécondité n'atteigne 5%. C'est ce qui explique les différences avec les résultats déjà présentés (BARD, 1978a).

III.4. Cette version de modèle autorégénérant a alors été programmée de façon à fournir à l'équilibre les éléments suivants :

- production pour tous engins = LI (ligne), AV (appât vivant), LL (palangre) ;

- C.P.U.E. des trois engins ;

- fécondité du stock.

le tout sur une base de temps trimestrielle. C'est le programme EQUIG, dû à MM. LAUREC et BRANELLEC donné en annexe. Les résultats correspondent à des équilibres et donc peuvent différer de ceux de pêcheries dont les efforts de pêche croissent ou décroissent.

IV. RESULTATS

IV.1. La formulation la plus synthétique est évidemment le calcul des productions en fonction des efforts respectifs de trois pêcheries. Ce qui se traduit par un volume dans un trièdre de référence. Par facilité, on a choisi de représenter les productions espérées en fonction de quatre niveaux d'effort de pêche de la palangre : $0 \cdot 10^6$, $5 \cdot 10^6$, $10 \cdot 10^6$ et $20 \cdot 10^6$ hameçons par trimestre respectivement.

IV.2. Les résultats sont alors portés sur quatre figures 1 à 4. Les isoplèthes de production y sont clairement définies.

Deux éléments peuvent alors y être superposés :

- les lignes d'"isoeffort" de pêche de surface indiquant le lieu de la répartition des efforts ligneurs et appât vivant reliés par la relation :

$$1 \text{ AV} = 2 \text{ LI}$$

Nous avons porté pour référence la ligne d'isoeffort = 50 000 jours de ligneur = 25 000 jours d'appât vivant qui représente le potentiel actuel de la pêche de surface. (BARD et GONZALEZ-GARCES, ms). Ce système graphique permet de calculer les bénéfices à attendre d'une reconversion en un sens où l'autre des ligneurs et des appâts vivants actuels.

- les lignes d'"isoC.P.U.E." économiquement admissibles pour les trois types d'exploitation :

$$\text{soit} = 0,380 \text{ tonne/jour pour LI}$$

$$0,750 \text{ tonne/jour pour AV}$$

$$0,020 \text{ tonne/100 hameçons pour LL}$$

On définit ainsi le domaine possible d'évolution réciproque des trois pêcheries

2007

IV.3. Les premières conclusions de cette simulation sont doubles.

D'abord cela fournit un schéma des résultats possibles d'une évolution quelconque conjointe des trois grandes pêcheries. Et en particulier leurs limites : la pêcherie palangrière ne peut guère espérer être rentable au-delà d'un effort de pêche annuel de 80.10^6 hameçons. Et encore ceci n'est-il compatible qu'avec une pêche de surface réduite à 30 000j LI (figure 5). Cependant la production équilibrée serait ainsi maximisée à environ 60 000 tonnes.

En ce qui concerne les pêcheries de surface, étant donné un effort probable futur de la palangre de 40.10^6 à 60.10^6 hameçons, elles ne peuvent guère espérer dépasser le chiffre d'effort global de 60 000 jours LI (ou 30 000 jours AV), soit donc peu de progrès au-delà de l'effort actuel.

Enfin, et ceci répond à la question posée, la reconversion de l'effort actuel des ligneurs en effort appât vivant ne serait efficace que pour des bas niveaux d'effort de pêche de la palangre - figure 6. Dans les autres cas, c'est-à-dire la situation récente (SHIOHAMA, 1978), cette mesure n'a qu'un intérêt limité. Toute réduction de l'effort de pêche de surface quel qu'il soit demeure préférable. Mais cette conclusion ne tient pas compte de la nouvelle pêcherie à l'appât vivant d'automne, dite des Açores (BARD, 1978 b), car elle est encore trop récente pour pouvoir en intégrer tous les paramètres en un modèle.

V. DISCUSSION

Le modèle utilisé est grossier, pour de nombreuses raisons.

V.1. La principale est qu'il ne considère que trois grandes pêcheries de germon : LI, AV, LL, alors qu'il y en a en réalité de bien différentes :

	pêchant des poissons de poids moyen	4 à 5 kg
• ligne (LI)	"	"
• appât vivant d'été (AVE)	"	" 6 kg
• appât vivant d'automne (AVA)	"	" 24 kg
• palangre d'hiver (LLH)	"	" 14 kg
• palangre d'été (LLE)	"	" 24 kg

En particulier, l'appât vivant d'automne pêche les mêmes gros germons adultes que les palangriers d'été. Par ailleurs, les palangriers d'hiver pêchent aussi des jeunes germons.

Ces éléments amènent à penser que si les appâts vivants maintiennent leur pêcherie d'automne, les bénéfices à escompter d'une reconversion des ligneurs vers l'appât vivant seront bien plus considérables, en ce sens qu'ils pêcheront de vieux individus avec une capturabilité bien supérieure à celle des palangriers d'été.

En revanche, une augmentation inconsidérée de la palangre d'hiver peut amener des problèmes analogues à ceux d'une pêcherie de surface très portante.

Un modèle amélioré incluant les cinq pêcheries est en projet. Encore faut-il faire des progrès dans la connaissance du statut de la pêcherie d'automne des Açores. Nous y travaillons.

V.2. D'autres défauts affectent encore le modèle :

- Il n'est pas stochastique et donc l'occurrence d'une chute brutale de recrutement est mal cernée. Le seuil $t = 0,05$ ne signifie pas que des tentatives de recrutement n'ont pas eu lieu avant (ce qui semble le cas de 1967).

- Enfin, le défaut commun à toutes les études sur des thonidés adultes : les tableaux démographiques des pêches de grands animaux (donc essentiellement les pêches palangrières) sont assez douteux.

Tout progrès en matière de recherche sur la gestion des stocks de germon passe par une meilleure détermination des âges des individus de plus de 85 cm. Ce qui retentit également sur la structure supposée des stocks.

VI. CONCLUSION

Cette étude d'un changement de stratégie de pêche au germon portait surtout sur la pêche de surface amène déjà quelques conclusions :

- Un tel changement, c'est-à-dire la reconversion des thoniers ligneurs en thoniers appât vivant ne permet guère l'augmentation de la production, sauf si l'effort de pêche palangrier est faible. Cependant, cette conclusion peut être modifiée par une généralisation de la pêcherie des Açores d'automne (AVA).

- Par ailleurs, l'effort de pêche élevé exercé récemment par les palangriers n'est pas compatible avec un accroissement notable de l'effort de pêche de surface actuel (LI et AVE). Dans le même esprit, l'effort de

palangre d'hiver (LLH) doit également être surveillé.

Enfin, des recherches sur les techniques de détermination d'âge et sur la structure du stock sont encore nécessaires.

BIBLIOGRAPHIE

- BARD, F.X., 1977. - Commentaires sur l'état du stock de germon (Thunnus alalunga) nord-atlantique. ICCAT Recueil de documents VI. SCRS/76/59.
- BARD, F.X., 1978 a. - Commentaires sur l'état du stock de germon nord-atlantique. ICCAT Recueil de documents scientifiques VII. SCRS/77/95.
- BARD, F.X., 1978 b. - Etude des stocks de germon atlantique. ICCAT Recueil de documents VII. SCRS/77/96.
- BARD, F.X. et GONZALEZ-GARCES, A., 1976. - Estudio de las capturabilidades relativas de las diferentes clases de edad de atun blanco o bonito del norte (Thunnus alalunga) en el nordeste atlántico. Bol. del Instituto Espanol de Oceanografia. N° 224.
- BEARDSLEY, G., 1971. - Contribution to the population dynamics of atlantic albacore with comments on potential yields. Fish. Bull. Vol. 69, n° 4.
- BEVERTON, R.J.H. and HOLT, S.J., 1957. - On the dynamics of exploited fish populations. U.K. Min. Agric. Fish. Invest. (Ser 2) 19.
- I.C.C.A.T., 1978. - Rapport de la période biennale 1976-1977. II^e partie. 205
- LE GALL, J.Y., 1974. - Exposé synoptique des données biologiques sur le germon (Thunnus alalunga) de l'océan Atlantique. Synopsis FAO sur les pêches, n° 109.
- RICKER, 1975. - Computation and interpretation of biological statistics of fish population. Bull. Fish. Board Canada. Bull. 191.
- SHIOHAMA, T., 1978. - Overall fishing intensity and yield of the Atlantic longline fishery for albacore 1956-1975. ICCAT Recueil de données scientifiques. Vol. VII. SCRS 77/84.

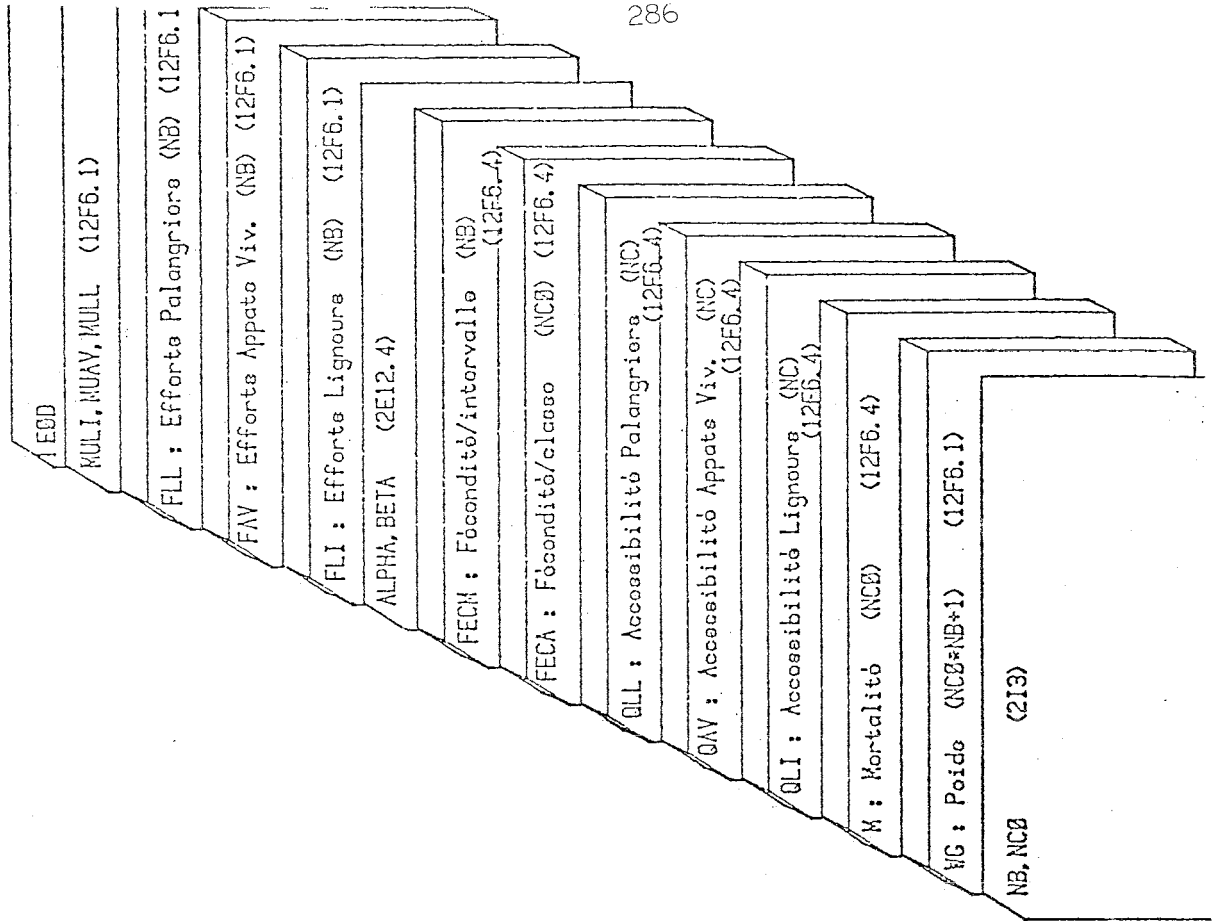


TABLE 1

AGE	2	3	4	5	6	7	8	9	10	OBSERVATIONS
Poids kg	2,00	4,80	8,50	13,10	17,60	22,40	27,10	31,70	35,70	Poids trimestriels interpolés
M	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,6	0,6	0,8	
$\times 10^{-6}$ q_{LL}	0 0 4 0	0 0 34 0	0 0 30 0	0 0 1 0	0	0	0	0	0	LI
$\times 10^{-8}$ q_{AV}	0 0 51 0	0 0 51 0	0 0 83 0	0 0 23 0	0	0	0	0	0	AVE
$\times 10^{-8}$ q_{PAL}	0	0	0	0 0,046	0,046 0,003 0,003 0,062	0,061 0,017 0,019 0,015	0,003 0,053 0,024 0,007	0,001 0,083 0,027 0,003	0,002 0,008 0,024 0,010	LLH et LLE
Indice de fécondité	0	0	0	0	0,50	0,50	0,23	0,03	0	

Période de ponte : 3ème trimestre

Données de base utilisées pour le modèle de simulation EQUIG - Tous les calculs ont été effectués sur une base trimestrielle.

```

00001. REAL M(200),NULL,NUAV,NULL
00002. DIMENSION L2(200),C1(200),F(200)
00003. DIMENSION Q(11200),CAU(200),C(11200)
00004. DIMENSION FL(112),FAV(12),FLL(12),F(112),FU(12),FL(12)
00005. DIMENSION F(11200),FEC(12)
00006. DIMENSION F1(200),F2(200),F3(200)
00007. DIMENSION C(12),C2(12),C3(12),CT(12)
00008. LEC=105 ; IMP=108
C
00009. LECTURE DE LA CARTE OPTION
C *****
00010. READ (LEC,1) IS,ACO
00011. DEL=1./FLOAT(1.0)
00012. WRITE (IMP,2) NB,NCO
C
00013. LECTURE DES POIDS
C *****
00014. NC=NB*ACO
00015. READ(LEC,5) (WC(I),I=1,NC+1)
00016. WRITE (IMP,13)
00017. WRITE (IMP,12) (WC(I),I=1,NC+1)
C
00018. DO 110 I=1,NC
00019. 110 C(I)=ALOG(WC(I+1)/WC(I))*NB
00020. WRITE (IMP,14)
00021. WRITE (IMP,12) (C(I),I=1,NC)
C
00022. LECTURE DES AUTRES DONNEES
C *****
00023. READ(LEC,8) (M(I),I=1,NCO)
00024. WRITE (IMP,15)
00025. WRITE (IMP,12) (M(I),I=1,NCO)
00026. READ (LEC,8) (Q(I),I=1,NC)
00027. WRITE (IMP,16)
00028. WRITE (IMP,12) (Q(I),I=1,NC)
00029. READ (LEC,8) (CAU(I),I=1,NC)
00030. WRITE (IMP,17)
00031. WRITE (IMP,12) (CAU(I),I=1,NC)
00032. READ (LEC,8) (DAV(I),I=1,NC)
00033. WRITE (IMP,18)
00034. WRITE (IMP,12) (DAV(I),I=1,NC)
00035. READ (LEC,8) (DLL(I),I=1,NC)
00036. WRITE (IMP,19)
00037. WRITE (IMP,12) (DLL(I),I=1,NC)
C
00038. LECTURE DES CARACTERISTIQUES DE FECONDITE
C *****
00039. 203 READ (LEC,8) (FECAL(I),I=1,NCO)
00040. WRITE (IMP,20)
00041. WRITE (IMP,12) (FECAL(I),I=1,NCO)
00042. READ (LEC,8) (FECR(1),I=1,NB)
00043. WRITE (IMP,19)
00044. WRITE (IMP,12) (FECR(1),I=1,NB)
00045. 205 READ (LEC,20) ALPHA,BETA
00046. WRITE (IMP,21) ALPHA,BETA
C
00047. DETERMINATION DES EFFORTS DE PECHE DANS LA SITUATION DE REFERENCE
C *****
00048. 300 READ (LEC,5) (FLI(1S),IS=1,NB)
00049. READ (LEC,5) (FAV(1S),IS=1,NB)
00050. READ (LEC,5) (FLL(1S),IS=1,NB)
00051. MULTI=NUAV*NULL-1.
C
00052. DO 100 IS=1,NB
00053. FLI(1S)=FLL(1S)*NULL
00054. FAV(1S)=FAV(1S)*NUAV
00055. FLL(1S)=FLL(1S)*NULL
00056. 100 CONTINUE
C
00057. WRITE (IMP,29)
00058. WRITE (IMP,31) (FI(1S),IS=1,NB)
00059. WRITE (IMP,29)
00060. WRITE (IMP,31) (FU(1S),IS=1,NB)
00061. WRITE (IMP,30)
00062. WRITE (IMP,31) (FLI(1S),IS=1,NB)
C
00063. 3500 IJ=0
00064. DO 3600 IC0=1,NCO
00065. DO 3600 IN=1,NB
00066. IJ=IJ+1
00067. C1=F(IJ)/Q(112)
00068. C2=FV(IN)/CAU(IJ)
00069. C3=FV(IN)/DLL(IJ)
00070. F(IJ)=C1+C2+C3
00071. IF (FX.EQ.0.) GO TO 3601
00072. F1(IJ)=C1*FX
00073. F2(IJ)=C2*FX
00074. F3(IJ)=C3*FX
00075. GO TO 3600
00076. 3601 F1(IJ)=0
00077. F2(IJ)=0
00078. F3(IJ)=0
00079. 3600 CONTINUE
00080. FLIT=FAV*FLLT=0.
00081. C=0.
00082. D1=0.
00083. D2=0.
00084. D3=0.

```

```

00101. DO 3700 IO=1,NB
00102. C1(IO)=0.
00103. C2(IO)=0.
00104. C3(IO)=0.
00105. 3700 CT(IO)=0.
00106. M=MG(1) ) FECC=0.
C
00107. C BOUCLE SUR LES ANNEES
C *****
00108. I=1
00109. DO 4000 IAN=1,ACO
00110. I=1
00111. DO 4000 IAN=1,ACO
C
00112. C BOUCLE SUR LES INTERVALLES
C *****
00113. GO 1000 IO=1,NB
C
00114. C DETERMINATION DES PRISES ET DE LA FECONDITE
C *****
00115. CALL PRISE(CP,C1(I),F(I),R(IAN),DEL,W,FECAL(IAN),FECR(IO),FECC)
00116. DP1=CP*F3(I)
00117. DP2=CP*F2(I)
00118. DP3=CP*F1(I)
00119. D1=D1+DP1
00120. D2=D2+DP2
00121. D3=D3+DP3
00122. C=C+CP
00123. C1(IO)=C1(IO)+DP1
00124. C2(IO)=C2(IO)+DP2
00125. C3(IO)=C3(IO)+DP3
00126. CT(IO)=CT(IO)+CP
00127. I=I+1
00128. 1000 CONTINUE
00129. 4000 CONTINUE
C
00130. C SORTIE DES RESULTATS/RECRUE
C *****
00131. WRITE (IMP,40)
00132. DO 1500 IO=1,NB
00133. WRITE (IMP,7) IO
00134. FLIT=FLI(IO)
00135. FAVT=FAV(IO)
00136. FLLT=FLL(IO)
00137. 1300 IF (FLIT.EQ.0.) CPU1=0. ; GO TO 2350
00138. CPU1=C1(IO)/FLIT
00139. 2350 IF (FAVT.EQ.0.) CPU2=0. ; GO TO 2351
00140. CPU2=C2(IO)/FAVT
00141. 2351 IF (FLLT.EQ.0.) CPU3=0. ; GO TO 2352
00142. CPU3=C3(IO)/FLLT
00143. 2352 WRITE (IMP,25) C1(IO),CPU1,C2(IO),CPU2,C3(IO),CPU3
00144. WRITE (IMP,6) CT(IO)
00145. 1500 CONTINUE
C
00146. C CALCUL DU RECRUTEMENT EQUILIBRE
C *****
00147. WRITE (IMP,3) 01,02,03,C
00148. WRITE (IMP,3) C,FECC
00149. RE=1./ALPHA*BETA/(ALPHA*FECC)
00150. WRITE (IMP,4) RE
C
00151. C RESULTATS DEFINITIFS
C *****
00152. DO 1600 IO=1,NB
00153. WRITE (IMP,7) IO
00154. CT(IO)=CT(IO)*RE
00155. C1(IO)=C1(IO)*RE
00156. C2(IO)=C2(IO)*RE
00157. C3(IO)=C3(IO)*RE
00158. FLIT=FLI(IO)
00159. FAVT=FAV(IO)
00160. FLLT=FLL(IO)
00161. IF (FLIT.EQ.0.) CPU1=0. ; GO TO 3550
00162. CPU1=C1(IO)/FLIT
00163. 3550 IF (FAVT.EQ.0.) CPU2=0. ; GO TO 3551
00164. CPU2=C2(IO)/FAVT
00165. 3551 IF (FLLT.EQ.0.) CPU3=0. ; GO TO 3552
00166. CPU3=C3(IO)/FLLT
00167. 3552 WRITE (IMP,25) C1(IO),CPU1,C2(IO),CPU2,C3(IO),CPU3
00168. WRITE (IMP,6) CT(IO)
00169. 1600 CONTINUE
00170. FECC=FECC*RE
00171. D1=D1*RE
00172. D2=D2*RE
00173. D3=D3*RE
00174. C=C*RE
00175. WRITE (IMP,9) 01,02,03,C
00176. WRITE (IMP,43) FECC
C
00177. C LECTURE DES MULTIPLICATEURS D'EFFORTS
C *****
00178. READ (LEC,5,END=9999) NULL,NUAV,NULL
00179. GO TO 3510
00180. 9999 STOP
C
00181. C
00182. C
00183. C
00184. C
00185. C
00186. C
00187. C
00188. C
00189. C
00190. C
00191. C
00192. C
00193. C
00194. C
00195. C
00196. C
00197. C
00198. C
00199. C
00200. C

```

```

00201. C
00202. 1 FORMAT(7I3)
00203. 2 FORMAT(1H1,' NOMBRE D'INTERVALLES DANS L'ANNEE ',I3,/,
00204. 1 ' NOMBRE DE COHORTES ',I3)
00205. 3 FORMAT(2(1H0),5X,'CAPTURES : ',E10.3,10X,'FECC : ',E10.3)
00206. 4 FORMAT(1H0,/,10X,'RECRUTEMENT : ',E10.3)
00207. 5 FORMAT(12(F6.1))
00208. 6 FORMAT(5X,'CAPTURES TOTALES : ',E10.3)
00209. 7 FORMAT(1H0,/,5X,'INTERVALLE ',I2)
00210. 8 FORMAT(12(F6.4))
00211. 9 FORMAT(/// ' S U R L ' ' E N S E M B L E ' //
00212. 1'C A P T U R E S DE L'ENGIN 1 ',E10.3,/,
00213. 2'C A P T U R E S DE L'ENGIN 2 ',E10.3,/,
00214. 3,'C A P T U R E S DE L'ENGIN 3 ',E10.3,/,
00215. 4'SOIT POUR L'ENSEMBLE ',E10.3)
00216. 10 FORMAT(1H1,' MULTIPPLICATEURS D'EFFORTS : LI ',F6.3,/,
00217. 120X,'AU ',F6.3,/,
00218. 220X,'LL ',F6.3)
00219. 12 FORMAT(12(2X,F6.2))
00220. 13 FORMAT(1H0,10X,'WC')
00221. 14 FORMAT(1H0,10X,'C')
00222. 15 FORMAT(1H0,10X,'M')
00223. 16 FORMAT(1H0,10X,'GLI')
00224. 17 FORMAT(1H0,10X,'QAU')
00225. 18 FORMAT(1H0,10X,'FECA')
00226. 19 FORMAT(1H0,10X,'FECC')
00227. 20 FORMAT(2E12.4)
00228. 21 FORMAT(1H0,/,1X,'ALPHA = ',E12.4,5X,'BETA = ',E12.4)
00229. 23 FORMAT(1H0,10X,'QLL')
00230. 25 FORMAT(/,20X,'CAPTURES TOTALES 1 ',E10.3,20X,'CPUE TOTALE 1 ',E10.
00231. 13,/,
00232. 2 20X,'CAPTURES TOTALES 2 ',E10.3,20X,'CPUE TOTALE 2 ',E10.3,/,
00233. 3 20X,'CAPTURES TOTALES 3 ',E10.3,20X,'CPUE TOTALE 3 ',E10.3)
00234. 28 FORMAT(1H1,10X,'FLI')
00235. 29 FORMAT(1H0,/,10X,'FAV')
00236. 30 FORMAT(1H0,/,10X,'FLL')
00237. 31 FORMAT(12(2X,F6.3))
00238. 40 FORMAT(3(1H0),) ' EN RAISONNANT PAR RECUE')
00239. 41 FORMAT(///,' AVEC RECRUTEMENT EQUILIBRE CALCULE ')
00240. 43 FORMAT(///,35X,'FECONDITE TOTALE ',E10.3)
00241. C
00242. END

```

```

00001. C
00002. C *****
00003. C
00004. SUBROUTINE PRISE(CP,G,F,FM,DEL,W,FECA,FECC,FECCG)
00005. C
00006. C *****
00007. C
00008. EX=G-F-FM
00009. A=EXP(EX*DEL)
00010. ABEX=ABS(EX)
00011. IF(ABEX-0.00001) 1,1,2
00012. C
00013. 1 Y=DEL
00014. GO TO 3
00015. C
00016. 2 Y=(A-1)/EX
00017. C
00018. 3 CP=W*F*Y
00019. FECCG=FECCG+(FECA*FECC*W*Y)/DEL
00020. W=W*A
00021. RETURN
00022. END

```

FIGURE 3
EVOLUTION PREDIITE DES CPUE DE LL EN FONCTION DE L'EFFORT COMBINE AV + LI

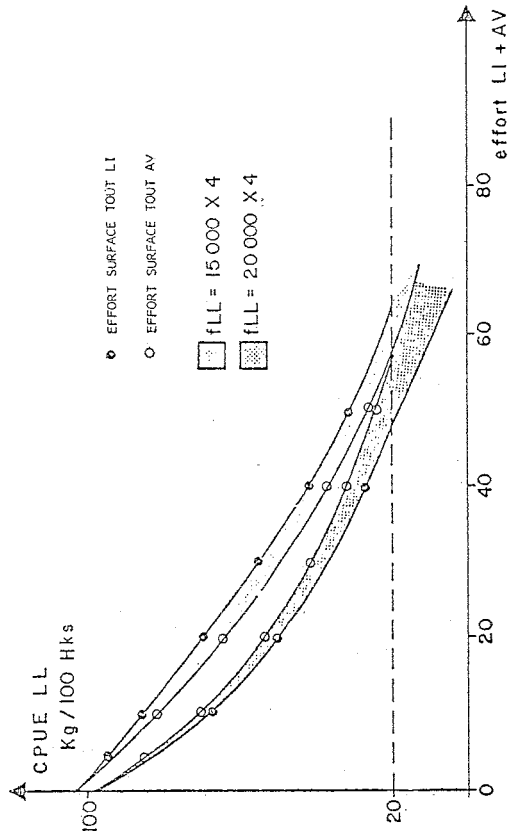


FIGURE 5
AUGMENTATION MAXIMALE DE LA PRODUCTION PAR SUBSTITUTION DE AV A LI, EN FONCTION DE L'EFFORT LL

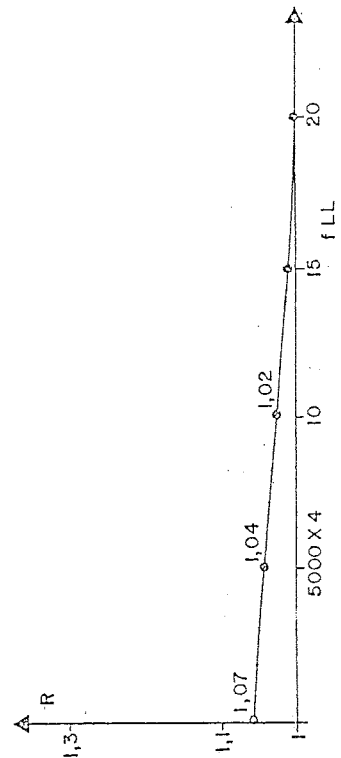


FIGURE 1

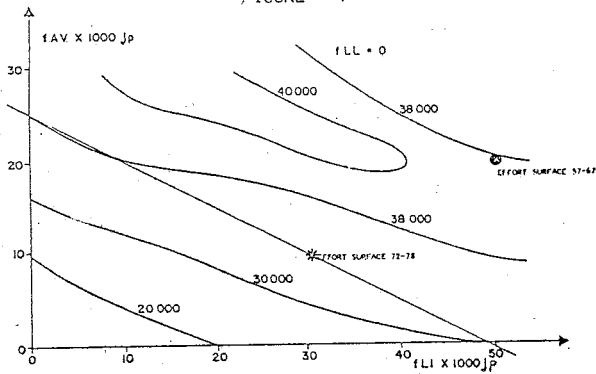


FIGURE 2

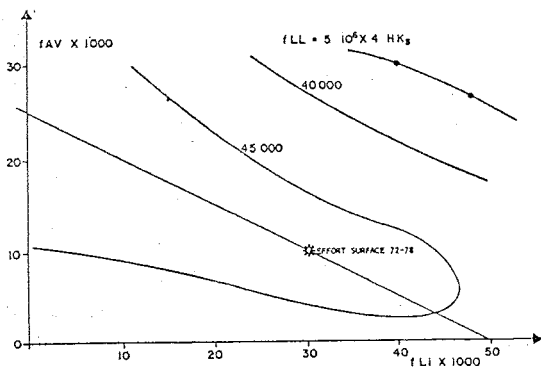


FIGURE 3

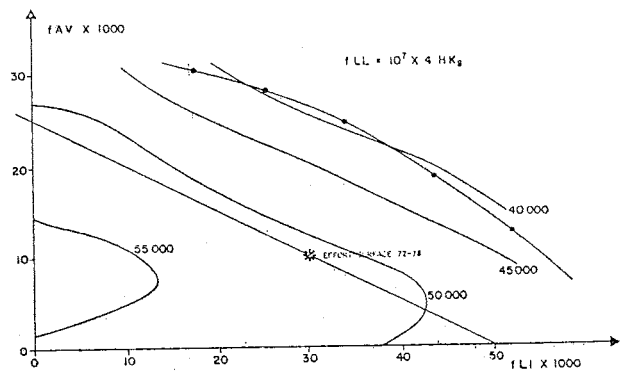


FIGURE 4

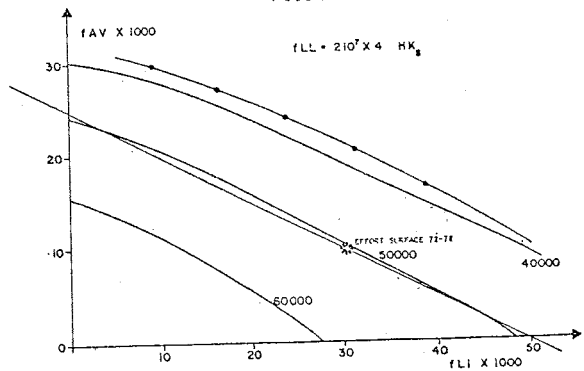


FIGURE 1 : ISOPLETES DE PRODUCTION EN TONNES EN FONCTION DES EFFORTS DES TROIS PECHERIES DE GERMON NORD ATLANTIQUE

—●— IsoCPUE limite de la pêche de surface. 380 kg/j pêche pour LI