

F. A. O / P. N. U. D.

REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE

MINISTERE
DE LA
PRODUCTION ANIMALE

Projet de Développement de la Pêche Pélagique Côtière

(IVC 6/288)

RAPPORT SCIENTIFIQUE

No. RS - 5/71

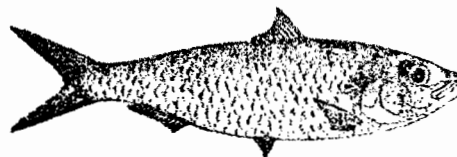
ETUDE DU STOCK DE HARENG (SARDINELLA EBA)

DE COTE D'IVOIRE

(Version préliminaire)

par

E.G. MARCHAL



ABIDJAN DECEMBRE 1971

RESUME

A partir des statistiques de pêche détaillées et des fiches de marées une étude du stock de Sardinella eba (hareng) des eaux ivoiriennes a été entreprise.

La méthode de Gulland basée sur les prises par unité d'effort et l'effort moyen exercé pendant les périodes antérieures a donné de meilleurs résultats que le modèle de Schaefer.

On en est arrivé à la conclusion que la prise maximum équilibrée pourrait être en moyenne de 10 000 tonnes par an pour un effort correspondant à une vingtaine de bateaux. Le stock, qui est de faible importance, a été largement surexploité.

SUMMARY

A study of the stock of Sardinella eba ("Hareng") located in Ivory Coast has been carried out from detailed fisheries statistics and fishing forms.

The Gulland's method, based on catch per unit of effort and effort as the mean of efforts exerted during former periods, has given better results than Schaefer's model.

The conclusion is that the maximum equilibrium yield should average 10,000 tons per year for an effort corresponding to 20 fishing boats. The stock, which is a small one, has been greatly overexploited.

ETUDE DU STOCK DE HARENG (*Sardinella eba*)

de COTE D'IVOIRE -

par E.G. MARCHAL

1.- DEFINITIONS

1.1.- Prises

Quantités débarquées par les sardiniers (seineurs) d'Abidjan et pêchées dans les eaux ivoiriennes. Ces quantités sont estimées à partir des débarquements totaux et de l'échantillonnage constitué par les fiches de pêche remplies par les capitaines (environ 50 % des sorties).

1.2.- Aire

L'aire géographique totale est constituée par le plateau continental ivoirien. On estime que le stock de hareng ne doit guère déborder cette aire limitée à l'ouest par le Cap des Palmes. Vers l'est la limite n'est pas naturelle et pourrait être repoussée jusqu'au Cap des Trois Pointes. Il semble bien cependant que l'abondance de ce poisson soit nettement plus faible en se dirigeant vers ce cap.

Cette aire est subdivisée en secteurs d'égale surface. Dans cette étude on a considéré que le stock était unique et pouvait occuper toute l'aire.

1.3. Périodes

L'unité de base choisie est la quinzaine (lunaire jusqu'en 1969, civile depuis 1970).

Les quinzaines ont été regroupées par semestre, du 1er janvier jusqu'à l'interruption de la pêche (juin-juillet) et de la reprise (août) jusqu'à la fin de l'année. Du point de vue climatologie marine, la première partie correspond à la petite saison froide et à la grande saison chaude, la deuxième à la grande saison froide et à la petite saison chaude. L'interruption de la pêche correspond au maximum des pluies.

On a choisi des périodes semi-annuelles pour mieux saisir les variations des prises et d'effort qui sont rapides et pour tenir compte de la brièveté de la vie de ces poissons. De plus l'examen des compositions de taille semble indiquer qu'il y a généralement une période de fort recrutement dans chaque semestre (deux paran).

1.4.- Effort

L'effort est exprimé en journées théoriques de 24 heures passées à rechercher les poissons, déduction faite des temps improductifs (opération de pêche proprement dite, route de retour à plein, repos). L'effort exercé dans chaque secteur pendant une quinzaine est utilisé pour calculer le rendement.

1.5.- Rendement = prise par unité d'effort.

Le rendement de base est calculé en divisant la prise d'un secteur pendant une quinzaine par le temps de recherche correspondant. On a ensuite calculé le rendement moyen de toute l'aire en faisant la somme des rendements de chaque secteur divisée par le nombre de secteurs et le rendement moyen par semestre en faisant la somme des rendements moyens par quinzaine divisée par le nombre de quinzaines.

$$\bar{U}_S = \frac{1}{Q} \sum_{Q=1}^{Q=n1} \frac{1}{s} \sum_{s=1}^{s=n2} \frac{Y_s}{f_s}$$

S = semestre Q = quinzaine s = secteur

n1 = nombre de quinzaines n2 = nombre de secteurs

Y_s = Prise d'un secteur pendant une quinzaine (échantillon)

f_s = Effort (temps de recherche) correspondant.

Comme l'a signalé GULLAND (1964), cette manière de calculer la moyenne évite de donner plus d'importance aux secteurs et quinzaines où la pêche a été plus développée. Elle uniformise la répartition dans le temps et dans l'espace.

Ce rendement est exprimé en kilo par jour de recherche.

1.6.- Effort total (par semestre)

L'effort total officient par semestre est obtenu en divisant la prise totale du semestre par le rendement moyen.

$$FS = \frac{\sum Y_S}{\bar{U}_S}$$

2.- DONNEES - Les données sont disponibles depuis 1966

Année	S	n Q	Prises en tonnes Y_S	prises par unité d'effort \bar{U}_S	Effort F_S
1966	1	1 1	3 517	2 644	1 330
66	2	1 0	4 318	3 013	1 433
67	1	1 2	5 602	3 259	1 719
67	2	1 1	4 297	2 845	1 510
68	1	1 2	5 592	3 262	1 714
68	2	1 2	6 762	2 786	2 427
69	1	1 2	2 905	1 366	2 127
69	2	1 1	3 125	1 303	2 398
70	1	1 0	2 021	1 526	1 324
70	2	1 1	3 601	2 180	1 652
71	1	1 2	4 363	2 288	1 907

3.- EVALUATION DU STOCK

3.1. Méthode de GULLAND

Disposant de données précises sur les prises, effort et prises par unité d'effort, nous avons essayé de déterminer la courbe de production équilibrée en fonction d'un effort constant.

La phase d'exploitation du hareng semble durer environ deux ans, d'après les mensurations effectuées sur les prises.

Il est donc logique de considérer comme résultante sur le rendement l'effort exercé pendant une période de quatre semestres. Cependant cet effort est à pondérer par le nombre de classes sur lesquelles il s'exerce. D'après les observations de longueur, il semble qu'il y ait une arrivée principale de recrutés par semestre.

Ainsi le rendement \bar{U}_0 d'un semestre dépendra d'une combinaison d'efforts. En appelant

F_0 = effort de même semestre,

$F-1$, $F-2$ et $F-3$ les efforts des semestres précédents, on aura :

$F-3$ sur une classe 1 $F-3$

$F-2$ sur deux classes 2 $F-2$

$F-1$ sur trois classes 3 $F-3$

F_0 sur quatre classés
mais son action sur
le rendement moyen peut
être estimé à la
moitié $\frac{4}{2} F_0$

Donc l'effort \bar{F} à considérer sera :

$$\bar{F} = \frac{F-3 + 2 F-2 + 3F-1 + 2F_0}{8}$$

Les valeurs suivantes ont été calculées :

$\bar{F} 67_1$	=	1485	$\bar{F} 69_2$	=	2218
$\bar{F} 67_2$	=	1547	$\bar{F} 70_1$	=	2065
$\bar{F} 68_1$	=	1604	$\bar{F} 70_2$	=	1775
$\bar{F} 68_2$	=	1842	$\bar{F} 71_1$	=	1727
$\bar{F} 69_1$	=	2059			

(Pour $\bar{F} 67_1$ on a négligé $F-3$ qui est inconnu)

Portant sur un graphique les rendements en fonction des efforts correspondants on constate que ces points peuvent s'aligner selon une droite- (figure 1).

La droite de régression de \bar{U} dans F peut s'exprimer par l'équation $\bar{U} = a + bF$

Le calcul nous donne :

$$\bar{U} = 7\,546 - 2,8274 F$$

avec un coefficient de corrélation $R = - 0,925$
significatif à plus de 99 % avec 7 degrés de liberté.
et un écart - type (SD) = ± 110 -

Selon GULLAND, cette droite de régression est proche de celle qui existe entre prise par unité d'effort et effort dans l'hypothèse d'une situation stable. En l'assimilant à celle-ci, il est possible de calculer la courbe de production équilibrée qui est évidemment une parabole (figure 1)

$$Y_e = \bar{U} \times F = (7546 - 2,8274 F) F$$

La production maximale équilibrée sera obtenue pour un effort constant égal à

$$F_m = \frac{a}{2b} = 1334$$

donc

$$\bar{U}_m = \frac{a}{2} = 3773 \pm 110$$

$$\text{et } Y_m = \bar{U} \times F_m = 5035 \pm 147 \text{ tonnes}$$

Cette prise maximum correspond à un semestre. Pour l'année elle serait de :

$$Y_m \text{ annuel} = (5035 \pm 147) \times 2 = 10\ 070 \pm 294 \text{ tonnes.}$$

L'effort annuel correspondant serait donc de :

$$F_m \text{ annuel} = 1334 \times 2 = 2668 \text{ jours de 24 heures de recherche.}$$

En moyenne on peut estimer qu'un bateau cherche le poisson pendant les $\frac{2}{3}$ de son temps de mer et qu'il passe en mer les $\frac{2}{3}$ des jours de l'année.

Le nombre total de bateaux pêchant dans ces conditions de vrait être de :

$$\frac{2668 \times 3 \times 3}{2 \times 2 \times 360} = 16,67$$

Il est à noter que si au lieu de calculer l'effort efficient par la moyenne pondérée de 4 périodes de 6 mois on considère l'effort moyen des 2 semestres précédant la période résultante (soit $\bar{F} = \frac{F-1 + F-2}{2}$)

et que l'on étudie la prise par unité d'effort en fonction de cet effort, on obtient des points qui s'alignent moins bien selon une droite. La courbe des prises équilibrées n'est alors pas exactement une parabole mais la prise maximum équilibrée a sensiblement la même valeur pour un même effort qu'avec le calcul précédent.

L'analyse de la prise en fonction de l'effort pour une même période (figure 2) nous montre par comparaison avec la courbe de production équilibrée que la prise réelle s'éloigne d'autant plus de la prise équilibrée que la variation de l'effort est grande. Cette relation est encore plus nette si l'on porte sur un graphique les valeurs absolues des différences des prises équilibrées aux prises réelles en fonction de la variation de l'effort.

$$|Y_e - Y| = f |F_0 - F-1| \quad (\text{figure 3})$$

Une réduction brutale de l'effort pour atteindre la valeur optimum n'est pas souhaitable : en effet elle ne s'accompagnera que d'un faible accroissement de la prise par unité d'effort (pour $\frac{2}{8}$ de sa valeur) alors que les prises totales baisseront c'est ce qui c'est passé en 1970₁. Il est bien préférable de diminuer progressivement l'effort de façon à obtenir des prises en constante augmentation.

3.2.- Méthode de Schaefer

Les divers paramètres de l'équation de production de Schaefer ont été calculés d'après la méthode décrite en 1957.

Le calcul des constantes a , M et $\frac{1}{K^2}$ a été fait par approximations successives en divisant les observations en deux séries égales de 4.

Finalement on a trouvé les valeurs suivantes :

$$a = 0,1707 \quad M = 12\,547 \quad \frac{1}{K^2} = 1\,154$$

$$\text{A partir de l'équation } F = \frac{Y_e}{\bar{U}} = a (M - \bar{U})$$

$$\text{on tire } Y_e = 0,1707 (12\,547 - \bar{U}) \bar{U}$$

$$Y_e = \frac{F}{0,1707} (0,1707 \times 12\,547 - F)$$

$$Y_e = 5,858 (2142 - F) F. \\ (\text{figure 4})$$

La prise équilibrée maximum sera atteinte pour une valeur de

$$Y_m = 2141 : 2 = 1\,071$$

$$Y_m = 5,858 (1071) 1071 = \underline{6719} \text{ tonnes}$$

3.3.- Comparaison des deux méthodes

Le modèle de Schaefer donne une prise maximum supérieure de $\frac{1}{3}$ au calcul précédent pour un effort inférieur de $\frac{1}{5}$. Les deux résultats ne sont donc pas très différents.

Cependant la courbe de production du modèle Schaefer est beaucoup plus serrée, ce qui indique une variation plus importante du rendement en fonction de l'effort. De plus l'effort maximum entraînant une pêche nulle semble trop faible car il a été dépassé plusieurs fois au cours de la pêche. Enfin si l'on calcule F comme Schaefer :

$$F = \frac{Y_e}{\bar{U}} = \frac{Y + \Delta P}{\bar{U}} = \frac{Y + (1/k_2 \Delta U)}{\bar{U}}$$

Les points réels calculés sont très loin de la droite théorique de régression de \bar{U} dans F. (figure 5).

Pour toutes ces raisons, vraisemblablement dues au fait que l'effort joue effectivement un rôle à plus long terme, le modèle de Gulland nous semble mieux adapté à notre pêche.

4.- DONNEES ANTERIEURES

La pêche a débuté en 1955. Nous possédons quelques données sur les années 1958 à 1960 : débarquement total des sardinelles sans distinction d'espèce, nombre de bateaux ayant participé à la pêche. D'autre part nous savons qu'à l'époque les bateaux ne pêchaient effectivement que dans les eaux ivoiriennes.

Posons comme principe que les débarquements de sardinelles correspondaient à $\frac{1}{3}$ de S. aurita pour $\frac{2}{3}$ de S. eba (d'après les données ultérieures) et calculons l'effort de recherche effectif comme précédemment.

Année	\bar{N} bateaux	F annuel	Prise réelle	Prise équilibrée
1958	14.2	2 272	8 645	9 846
1959	19.4	3 104	6 692	9 796
1960	19.2	3 072	10 259	9 834

Il ne faut considérer ces données que comme des ordres de grandeur. On peut cependant faire deux remarques à leur propos :

- après deux années d'effort constant, (1959 - 1960) la prise réelle est proche de la prise équilibrée.

- Pour 14 bateaux, les prises en 1958 étaient supérieures à celles de 1969 et 1970 pour plus du double de bateaux.

5.- INFLUENCE D'UNE REGULATION DE L'EFFORT SUR LES AUTRES ESPECES

On a posé comme principe (MARCHAL, 1967) que la recherche du poisson se faisait sans idée préconçue et qu'aucune espèce était particulièrement recherchée. Ceci n'est que partiellement vrai car les sardinelles se vendent plus cher que beaucoup d'autres espèces (notamment que la friture Brachydeuterus auritus) et moins cher que quelques autres. Ce postulat peut être cependant maintenu.

Dans ces conditions il faut examiner quelles seraient les conséquences d'une régulation de l'effort sur les prises des autres espèces. Pour cela examinons la composition en pourcentage des prises en Côte d'Ivoire :

Année	Hareng	Sardine	Maquereau	Friture	Divers
1966	48	8	1	20	23
67	40	14	9	19	19
68	48	8	1	21	22
69	36	16	1	15	33
70	36	11	8	22	23

Examinons également les fluctuations des rendements par rapport à un rendement moyen (ces rendements ont été calculés en divisant la prise annuelle par l'effort total estimé).

Année	Hareng	Sardine	Maquereau	Friture	Divers	Toutes espèces
1966	+ 18	- 13	- 45	+ 4	+ 7	+ 7
67	+ 13	+ 33	+ 99	+ 4	- 6	+12
68	+ 22	- 39	- 60	+ 38	- 6	+ 8
69	- 34	+ 6	- 90	- 48	+ 7	-26
70	- 19	+ 12	+ 96	+ 11	- 2	- 2
\bar{R}	2 555	555	225	1 160	1 332	5 828

A l'examen de ces deux tableaux nous pouvons dire que :

- les harengs représentent près de 50% des prises quand ils ne sont pas surexploités.
- la friture apparait plus ou moins liée aux harengs avec peut-être une réaction plus rapide aux variations de l'effort.
- les sardines représentent un pourcentage moyen assez faible. S'il existe une relation avec les harengs, elle serait plutôt inverse.
- les maquereaux représentent un pourcentage très faible avec des variations de rendement très importantes.
- la catégorie "divers", hétérogène, présente un rendement remarquablement constant, peu affecté par les variations de l'effort.
- l'ensemble suit naturellement les variations des harengs, avec un certain amortissement.

Une diminution de l'effort aurait donc pour conséquence vraisemblable une augmentation des prises de friture, peu d'influence sur les prises de sardines et maquereaux, une diminution des prises de "divers" (surtout petits carangidés).

L'ensemble hareng + friture constituant de 60 à 70 % des prises, cette diminution serait donc largement bénéfique.

6.- CONCLUSION

L'analyse d'une pêcherie, nécessite une longue période d'observations. Celle-ci ne porte que sur 5 années. Cependant il a paru utile d'en donner les conclusions, avec les réserves qui s'imposent, car les prises de hareng ont beaucoup diminué au cours des dernières années.

La brièveté des observations a été dans une certaine mesure compensée par les variations importantes qui se sont produites au cours de cette période dans l'effort de pêche et dans les prises.

Au terme de cette étude il apparait que le stock de hareng (*Sardinella eba*) séjournant dans les eaux ivoiriennes est de toute façon de faible importance puisque le maximum que l'on puisse espérer en tirer est de l'ordre de 10 000 tonnes par an en moyenne. Il faut cependant préciser que la méthode de calcul utilisée ne tient pas compte de la taille au recrutement (taille de capture) ni du nombre de poissons. Il n'est pas impossible, bien que cela reste à démontrer, qu'une augmentation de la taille minimum de capture entraîne une augmentation correlative du poids maximum pêchable. Même si c'était le cas, cette mesure semble difficilement applicable.

Quoi qu'il en soit, dans les conditions actuelles d'exploitation, il faudrait que l'effort de pêche déployé par les bateaux soit ramené à un niveau nettement inférieur à ce qu'il a été. En l'absence de toute contrainte l'effort a cependant diminué car les rendements étaient devenus si faibles que beaucoup de bateaux n'étaient plus rentables. Heureusement d'autres lieux de pêche extérieurs ont été trouvés, notamment en Sierra Léone.

Les rendements ont donc de nouveau tendance à augmenter. La conséquence prévisible est que les bateaux resteront pêcher dans les eaux ivoiriennes et l'augmentation de l'effort qui en résultera entraînera une nouvelle chute des rendements.

Nous avons montré que le stock pour rendre son maximum ne devait pas être exploité par plus de 17 bateaux pêchant uniquement en Côte d'Ivoire. En tenant compte du fait que pendant la saison froide une partie de l'effort est concentré sur les sardine au Ghana on pourrait fixer comme limite un total de 20 bateaux.

Cette flottille pourrait être constituée de petites unités (18 à 22 mètres) suffisantes pour couvrir la Côte d'Ivoire et le pêche Ghana.

Parallèlement il faudrait favoriser l'implantation d'une flottille de gros bateaux susceptibles d'aller pêcher dans de bonnes conditions sur les lieux de pêche éloignés. Ces bateaux ne devraient pas être autorisés à pêcher en Côte d'Ivoire. L'importance de cette flottille devrait être déterminée en fonction des besoins du pays de façon à ne pas concurrencer la flottille pêchant en Côte d'Ivoire.

.....
REMERCIEMENTS
=====

En terminant nous tenons à remercier les patrons de pêche qui depuis 6 ans remplissent avec bonne volonté les fiches de marée et Monsieur E. CADIMA, statisticien des pêches de la FAO, qui nous a grandement aidé de ses conseils et de ses avis.

- DAGET (J.), - Introduction à l'étude quantitative des populations - Document polycopié.
- FONTENEAU (A.), 1970 - La pêche au chalut sur le plateau continental ivoirien : Equilibre maximal des captures - Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan - Vol 1, n°1, mars 1970, pp 31-35.
- FONTENEAU (A.), MARCHAL (E.G.), 1970- Récolte, stockage et traitement des données statistiques relatives à la pêche des sardiniers (filet tournant) en Côte d'Ivoire- Ibid. pp 21-30.
- GULLAND (J.A.), 1964- Catch per unit Effort as a Mesure of Abundance. C.P.I.E.M. Rapports et Procès verbaux, vol 155, septembre 1964, pp 8-14.
- GULLAND (J.A.), 1969- Manuel des méthodes d'évaluation des stocks d'animaux aquatiques. 1ère partie - analyse des populations- FAO, Rome, FRS/M4.
- GULLAND (J.A.), 1970- la notion de rendement maximal constant et l'aménagement des ressources halieutiques- FAO, Rome, FRS/T70.
- LE GUEN (J.C.), 1968- Etude du stock d'albacores exploité par les palangriers japonais dans l'Atlantique tropical américain de 1956 à 1963- Cah. ORSTOM, sér. Océanogr., vol VI, n° 3-4, 1968, pp 27-30.
- LE GUEN (J.C.), WISE (J.P.), 1967- Méthode nouvelle d'application du modèle de Schaefer aux populations exploitées d'albacores (thunnus albacares) dans l'Atlantique. Doc. Centre ORSTOM Pointe-Noire, N° 381, 18 p. multig.
- MARCHAL (E.G.), 1966- Fluctuations de la pêche des sardinelles (*sardinella aurita* C.V., *Sardinella eba* C.V.) en Côte d'Ivoire- Centre de Recherches Océanographiques de Côte d'Ivoire, 001 S.R., 15 p.
- MARCHAL (E.G.), 1967- La pêche des sardiniers ivoiriens en 1966- Centre de Recherches Océanographiques de Côte d'Ivoire- Doc. Scient. prov., 019, 27 p. 14 tabl.-
- MARCHAL (E.G.), 1971- La pêche des sardiniers ivoiriens en 1967- ~~68-69~~- Projet de développement de la pêche, rapport scientifique RS-3/71, Octobre 1971, 6p, 25 tabl.-
- MARCHAL (E.G.), 1971- La pêche des sardiniers ivoiriens en 1970- Projet de développement de la pêche, rapport scientifique RS-4/71, novembre 1971.
- RICKER (W.E.), 1958- Handbook of computations for biological statistics of fish populations- Fisheries Research Board of Canada, bull. n°119.

- SCHAEFER (M.B.), 1954- Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries. I.A.T.T.C., vol 1, N°2.
- SCHAEFER (M.B.), 1957- A study of the dynamics of the fishery for yellowfin tuna in the eastern tropical pacific ocean. Ibid., vol 11, n°6-
- SCHAEFER (M.B.), 1967- Fishery dynamics and present status of the yellowfin tuna population of the eastern pacific ocean- Ibid, vol. 12, n°3.

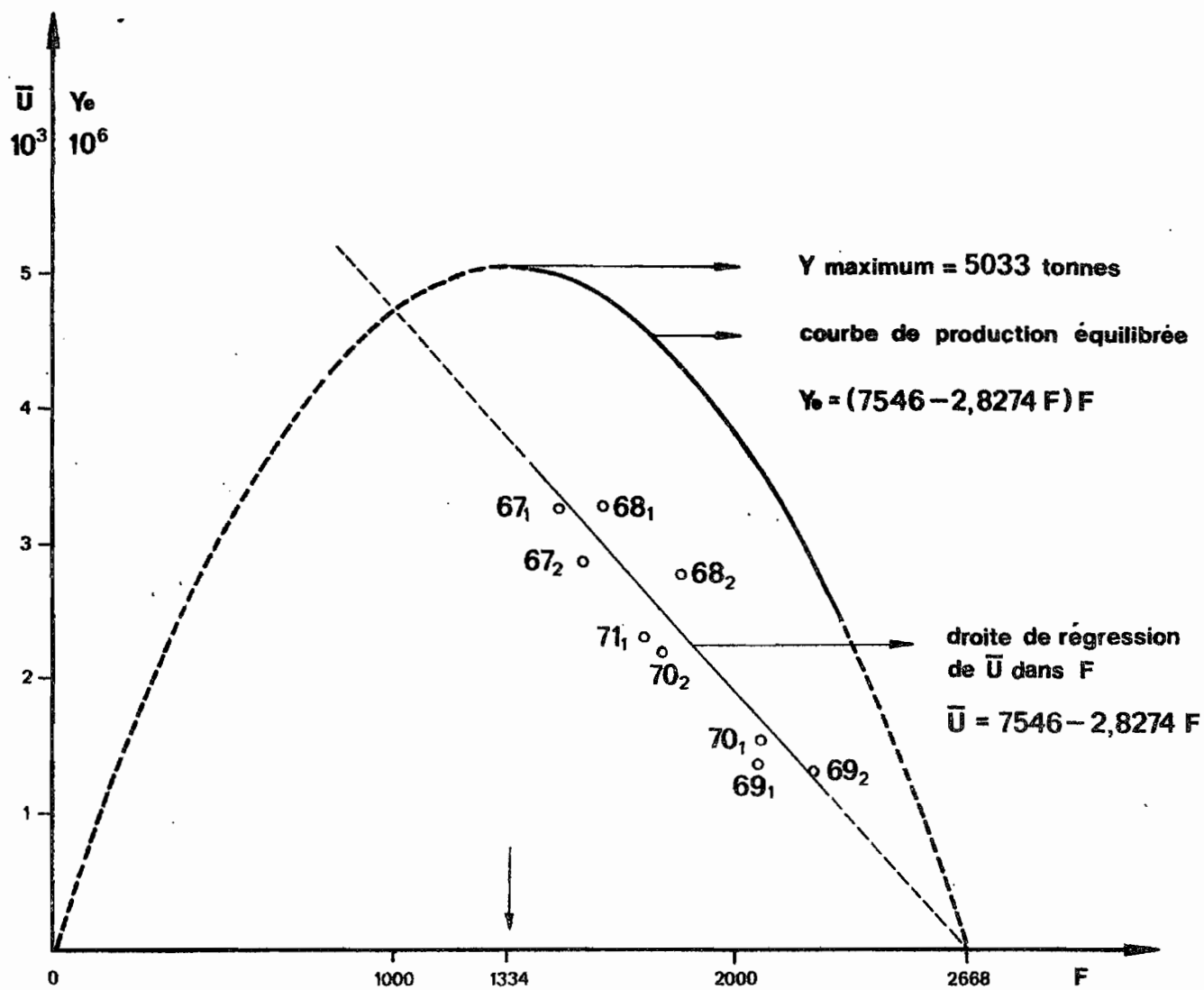


Figure 1—Droite de régression de \bar{U} dans F et courbe de production équilibrée.

- F en jours de recherche
- Y en kilogrammes
- \bar{U} en kg / jour
- valeurs observées. En traitillés = extrapolation.

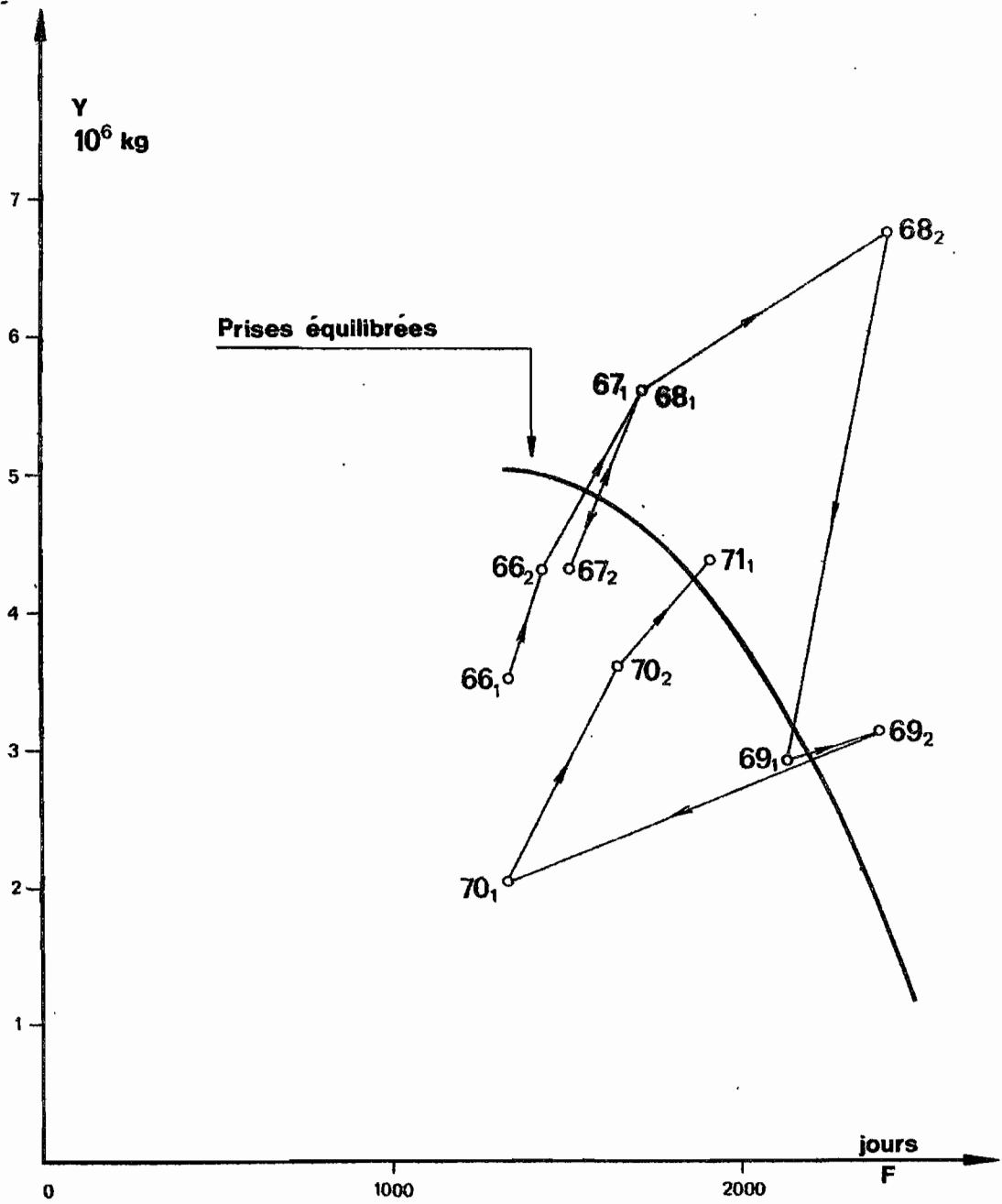


Figure 2—Prises réelles en fonction de l'effort (jours de recherche). Même période.

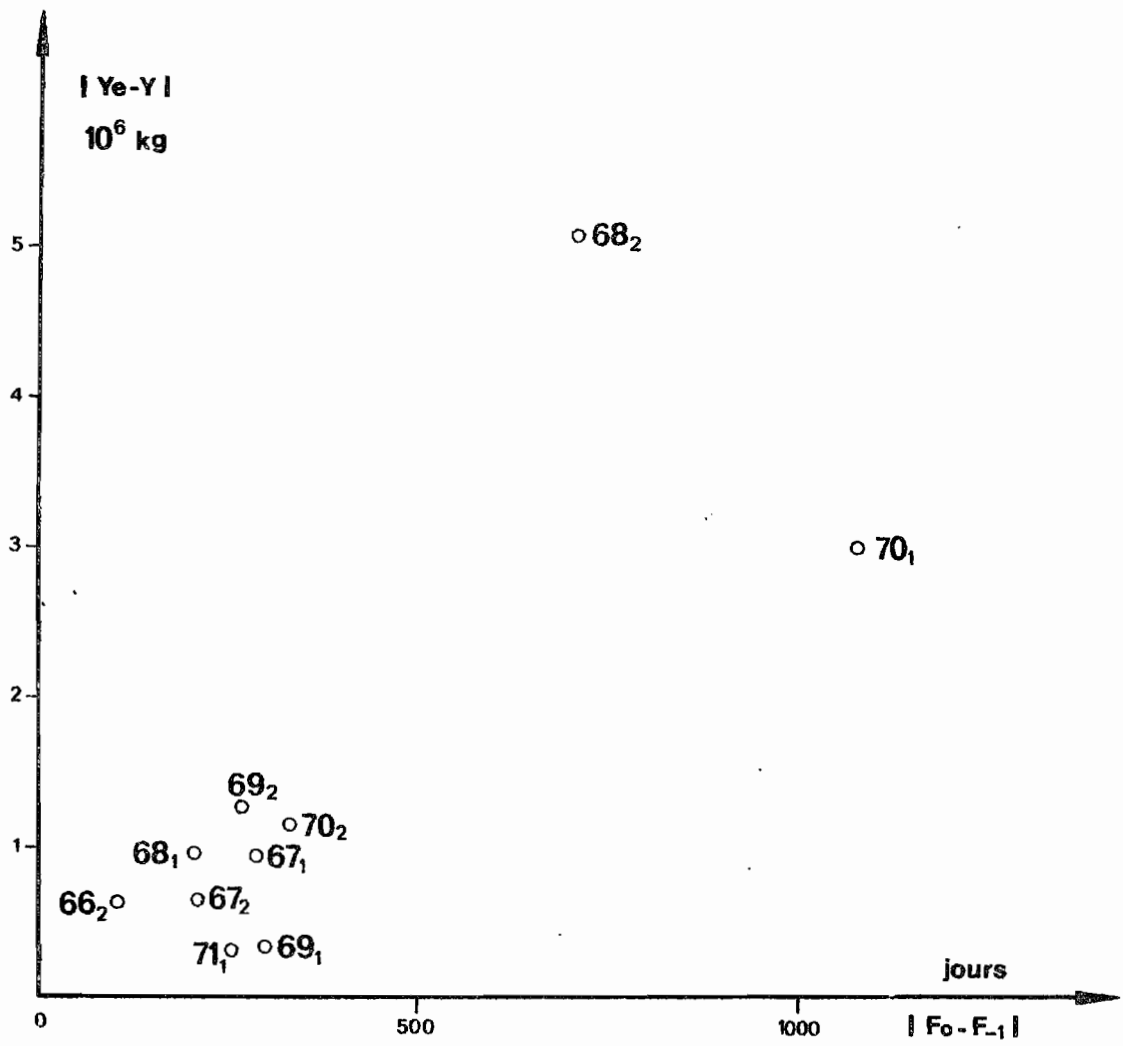


Figure 3 - Relation entre valeurs absolues des différences prises équilibrées - prises réelles et variations de l'effort.

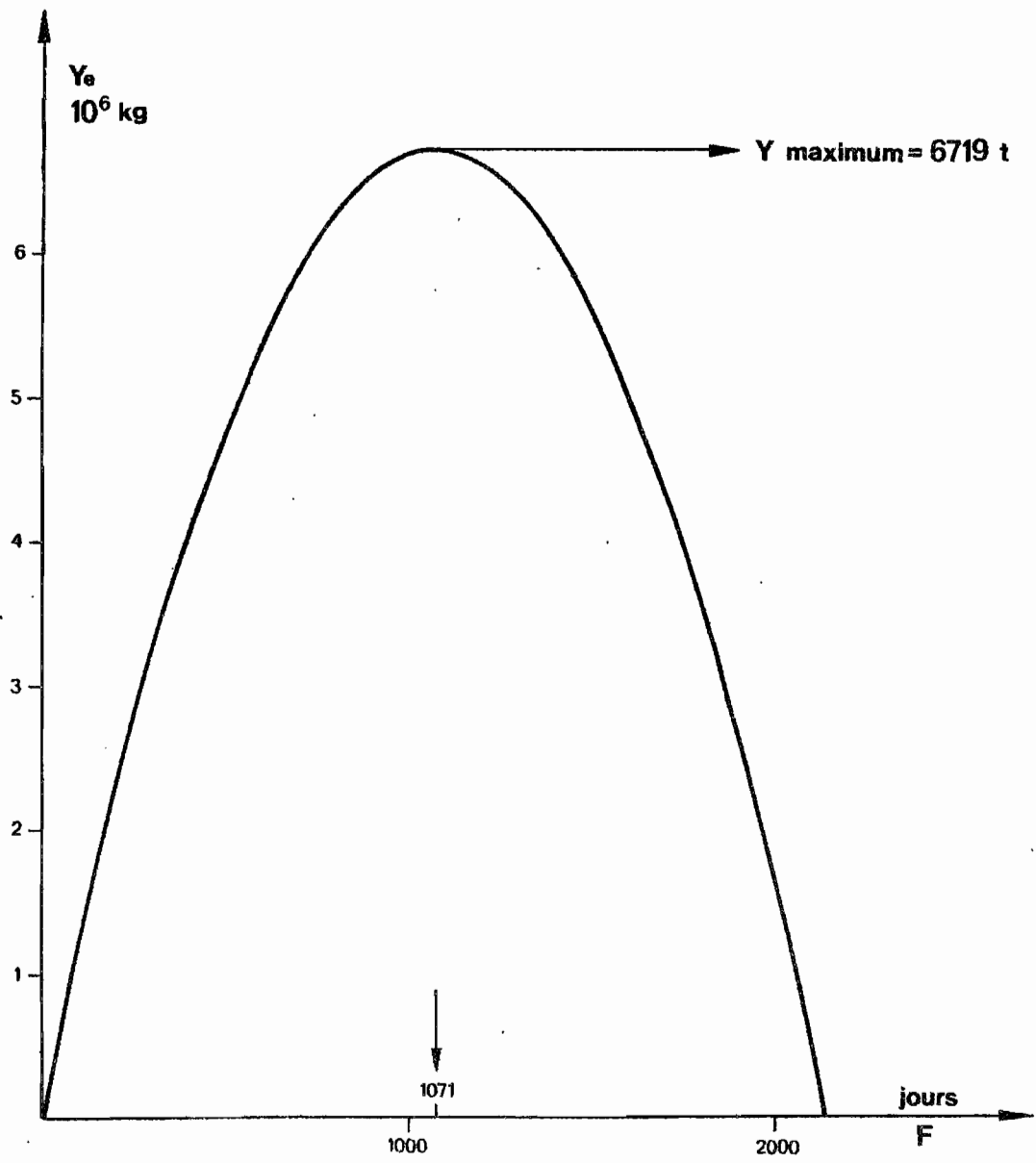


Figure 4— Courbe de production équilibrée. Modèle de Schaefer.

$$Y_e = 5,858 (2142 - F) F$$

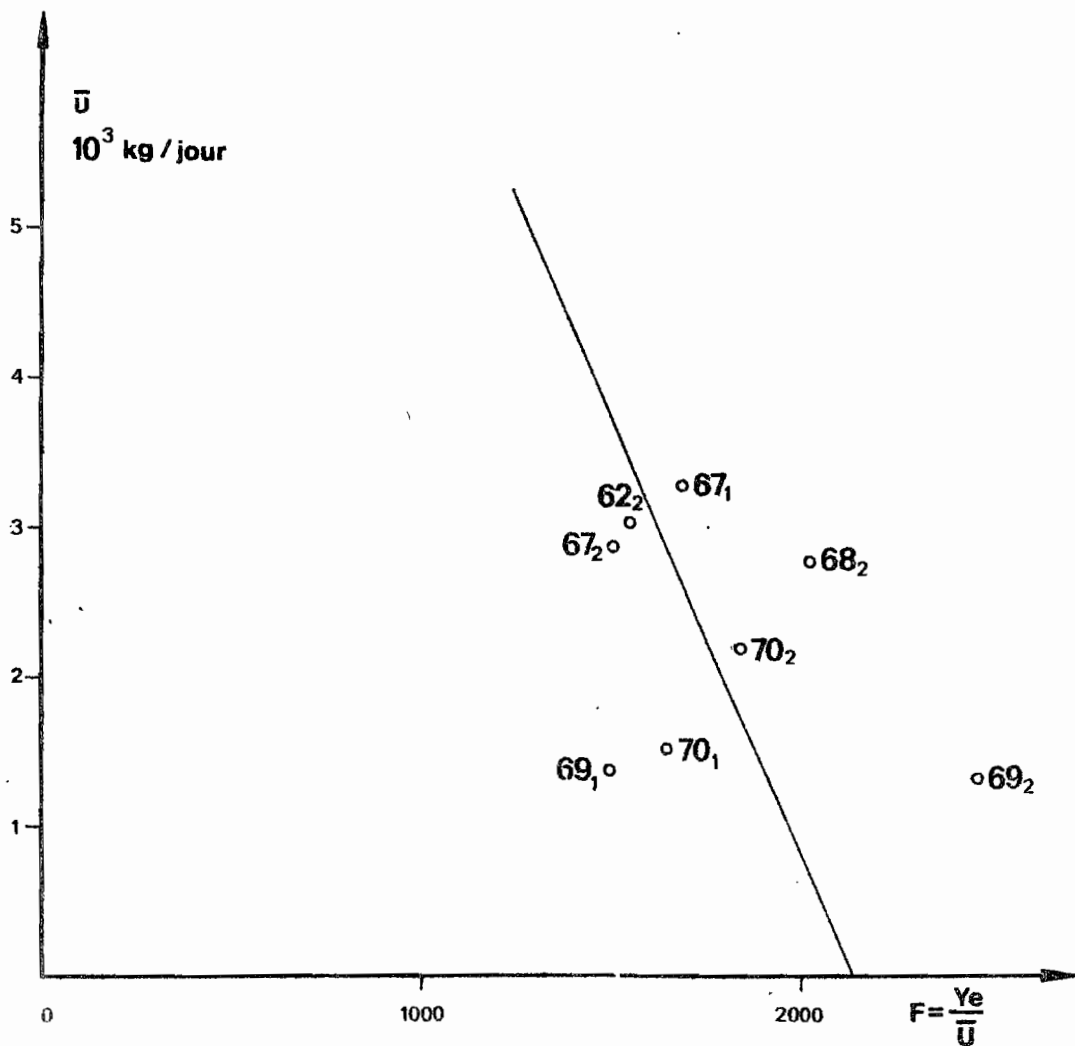


Figure 5 - Modèle de Schaefer. Régression de \bar{U} dans $F = \frac{Y_e}{U}$
 o valeurs réelle