

DIRECTION DES RESSOURCES VIVANTES

**ANALYSE BIO ECONOMIQUE DE L'EXPLOITATION
DES CREVETTES EN GUYANE FRANCAISE**

**B. GILLY
Y. COCHET**

Août 1987

DOCUMENT DE TRAVAIL SDA N° 87-16

IFREMER
Département Stratégie de Développement et d'Aménagement

SOMMAIRE

I - INTRODUCTION

II - OBJECTIFS DE LA MODELISATION

2.1 - Limites d'aménagement traditionnel

2.2 - Objectifs de la modélisation

III - PRESENTATION DU MODELE BIO-ECONOMIQUE

3.1. Structure du modèle

3.2. Relations fonctionnelles

3.2.1. Capacité de capture et effort de pêche

3.2.2. Capturabilité et mortalité par pêche

3.2.3. Abondance et recrutement

3.2.4. Production et revenu brut

3.2.5. Coûts de production

3.2.6. Surplus des producteurs

3.2.7. Valeur ajoutée nette

IV - RESULTATS DES SIMULATIONS

4.1. Introduction à la prise de décision en univers incertain

4.2. Modèle de fonctionnement et calibrage du modèle

4.3. Dynamique des flottilles crevettières

4.3.1. Scénario 1 : statu quo dans la pêcherie guyanaise

4.3.2. Scénario 2 : statu quo hors subvention

4.3.3. Scénario 3 : Francisation des navires japonais,
limite du nombre total de navires

4.3.4. Synthèse des premiers résultats

4.4. Limitation des capacités de capture

V - CONCLUSION

ANNEXES

- Annexe 1 : Figures
- Annexe 2 : Modèles
- Annexe 3 : Monopsonne

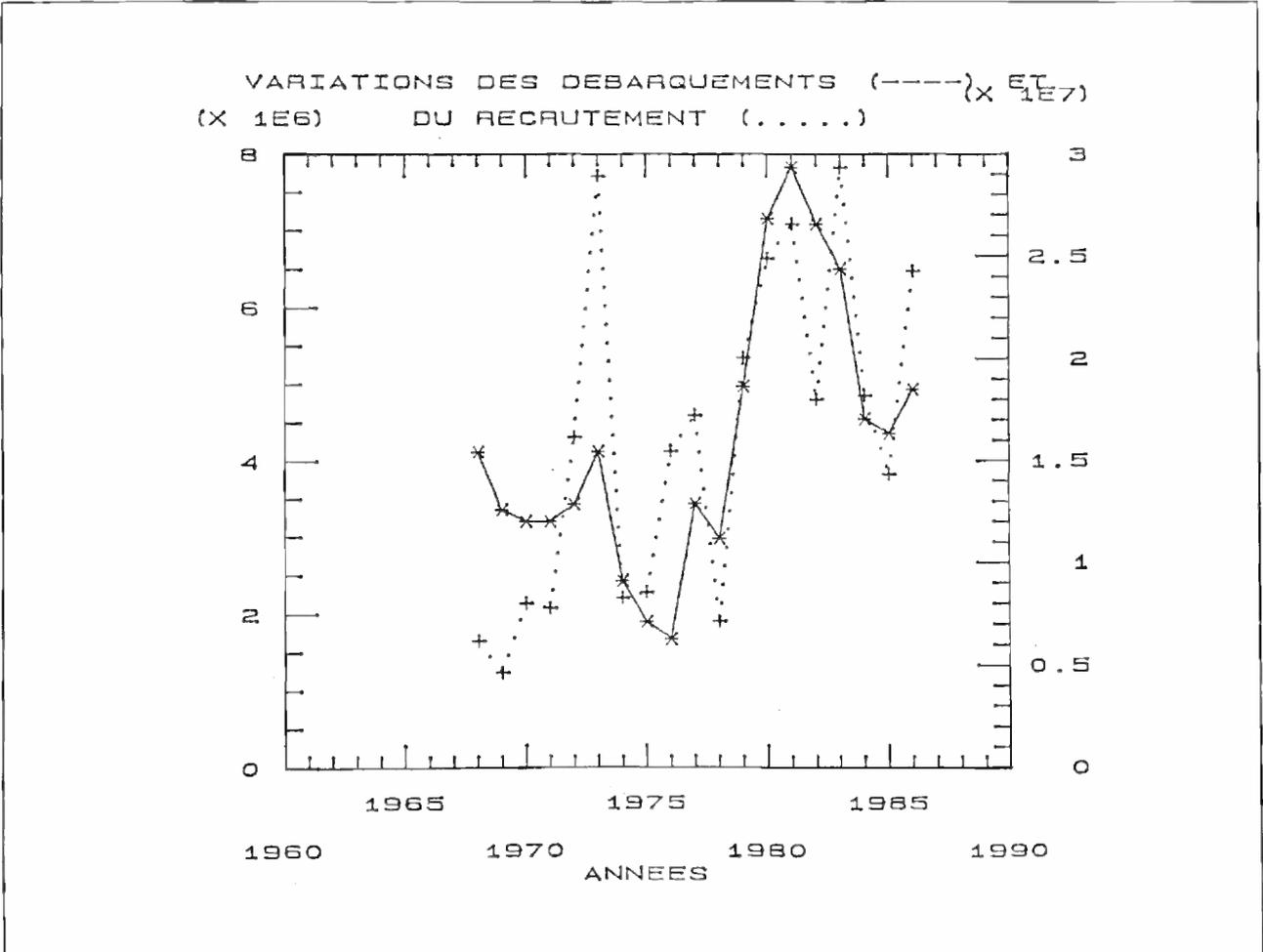


Figure 1 : Variation des débarquements et du recrutement (catégorie 50/60) en nombre d'individus de 1968 à 1986.

I - INTRODUCTION

La plupart des travaux scientifiques concernant l'aménagement des pêcheries réalisés au cours des dix dernières années font apparaître l'importance cruciale des mécanismes d'allocation de droit d'usage des ressources. Le développement de la plupart des pêcheries après la deuxième guerre mondiale s'est fait sans aucune barrière permettant de limiter l'accès aux ressources de nouvelles capacités de capture. La baisse des rendements moyens de ces unités et l'accroissement de la valeur des investissements ont entraîné beaucoup de pêcheries dans les turbulences où les décisions individuelles ne faisaient souvent qu'accroître la détérioration générale des conditions d'exploitation : la diminution des rémunérations du travail et du capital a fréquemment obligé chaque armement à accroître son efficacité pour augmenter sa part dans les captures totales.

De nombreux mécanismes d'allocation des droits d'usage existent et un certain nombre d'entre eux ont été testés en divers endroits dans le monde (GILLY et MEURIOT, 1986), en particulier depuis que l'instauration et la généralisation des ZEE a donné aux pays riverains la responsabilité de la gestion des pêcheries. Dans les eaux françaises, devenues communautaires depuis 1982, les seuls systèmes de limitation de l'accès utilisés ont été les licences de pêche (MEURIOT, 1985 ; MEURIOT et FOUCHER, 1987).

L'allocation des droits d'usage des ressources par l'intermédiaire de licences de pêche est un mécanisme indirect puisqu'il limite à moyen-long terme la capacité totale de captures et, selon l'ampleur de la relation effort de pêche-mortalité par pêche, l'intensité d'exploitation. Il repose sur l'hypothèse selon laquelle, pour un niveau d'effort de pêche donné, les captures dépendent de l'abondance relative des ressources. Ainsi, dans le cadre des licences, la régulation des capacités de captures se fait à court terme par leur taux d'utilisation.

Cette adaptation à court terme n'est acceptable que si les fluctuations de l'abondance sont essentiellement liées aux activités de pêche. Dans le cas où l'abondance est liée à des facteurs exogènes à la pêche, la détermination du niveau des capacités de capture à long terme est plus délicate, surtout lorsque les possibilités de reconversion temporaire ou permanente des navires et des marins sont faibles.

La pêcherie crevette de Guyane française se trouve à cet égard dans des conditions extrêmes. Au plan de la ressource, les fluctuations du recrutement sont très importantes et déterminent en grande partie les résultats annuels des flottilles (figure 1). Les travaux en cours relatifs à la dynamique des stocks de crevettes permettent de considérer que la durée de vie relativement brève des crevettes (18 mois) ne permet pas à un recrutement d'être exploité sur plus d'une année. Au plan des flottilles, il n'existe à l'heure actuelle aucune possibilité alternative d'allocation de l'effort de pêche.

II - OBJECTIFS DE LA MODELISATION

2.1. Les limites d'un aménagement traditionnel

La pêche crevettière guyanaise est actuellement administrée à partir des résultats d'un modèle biologique global. Ce modèle permet de déterminer annuellement un TAC (captures totales autorisées) concernant l'ensemble des péneïdes de la ZEE de Guyane française. Compte-tenu de la présence de plusieurs armements de pays tiers en Guyane française, la Commission des Communautés Européennes répartit ce TAC entre les flottilles selon une procédure assez rigide : un nombre maximum (mais purement indicatif) de navires est calculé en divisant le TAC par l'efficacité moyenne d'un navire en termes de volumes débarqués au cours des années précédentes. La Commission délivre alors aux armements étrangers un nombre de licences égal à la différence entre le nombre maximum calculé et le nombre de navires français (et/ou européens) présents sur la pêche. Des licences temporaires peuvent être également attribuées aux pays ACP voisins pour des périodes limitées.

Ce mode de régulation présente plusieurs limites qui rendent son efficacité particulièrement faible :

(i) la longévité réduite des deux espèces de péneïdes concernées ne permet pas d'amortir l'amplitude des fluctuations annuelles du recrutement. En conséquence, l'établissement d'un TAC pour l'année $t+1$ au vu des résultats de l'année t est dénué de fondements biologiques ;

(ii) l'absence de prise en compte des différences d'efficacité des navires des différentes flottilles et la méconnaissance des relations mortalité-effort et abondance-capturabilité rendent peu crédible la détermination par ce moyen du nombre de licences ;

(iii) à long terme, le mécanisme utilisé ne conduit pas au maintien ou à l'apparition d'une meilleure utilisation des moyens de production. En l'absence de mécanisme réglant l'usage des TAC pour des navires européens, le système permet un développement non limité des capacités de captures des pays de la CEE.

La généralisation d'un système de contrôle direct des capacités de production (licences) à l'ensemble des navires présents sur la pêche, y compris aux navires de la CEE permettrait dans une certaine mesure de pallier aux inconvénients du système de TAC. L'hypothèse de base est que, pour un niveau d'effort donné, le niveau des captures change automatiquement avec la taille du stock ; le problème majeur est de fixer le niveau de l'effort qui évite le gaspillage des moyens de production.

Dans le cas de la pêche guyanaise, la très forte variabilité du recrutement et la dépendance importante des résultats des navires par rapport à ce recrutement rend quasi impossible une régulation à court terme de la pêche. A plus long terme, il est possible de déterminer le niveau de capacité de production correspondant aux objectifs recherchés, à condition d'admettre une

variation des résultats autour de ces objectifs. L'utilisation d'un modèle de simulation basé sur un recrutement aléatoire vise ainsi à la fois à déterminer le niveau d'effort supportable à long terme par la pêcherie et la fonction de distribution des résultats des flottilles à ce niveau d'effort.

2.2. Objectifs de la modélisation

L'objectif de ce travail est double :

(i) il vise à présenter une démarche permettant d'analyser les implications économiques à long terme des différents niveaux de capacités de captures impliqués dans une pêcherie dont les résultats dépendent presque exclusivement des fluctuations du recrutement. Le modèle utilisé est dérivé d'un modèle de simulation de l'exploitation d'un stock (GATES, 1986). Les principales différences résident, d'une part, dans la possibilité d'orienter les mécanismes de limitation de l'effort pour en hiérarchiser les effets entre plusieurs flottilles et, d'autre part, dans l'aspect pluri spécifique du modèle ;

(ii) l'application au cas de la pêcherie crevette de Guyane française est réalisée pour analyser la dynamique à long terme de cette pêcherie et pour aider la prise de décision des pouvoirs publics quant aux mécanismes de régulation à mettre en place.

Les analyses reposent d'une part, sur les travaux relatifs à la dynamique de ce stock mené par la station de l'IFREMER de Cayenne depuis une dizaine d'années (VENAILLE, 1979 ; VANDEVILLE, 1983 ; LEMOINE et LEBRUN, 1983 ; DINTHEER et ROSE, 1984 ; DINTHEER et LEGALL, 1987) et, d'autre part, sur des analyses économiques ponctuelles faites en 1983 (LEBRUN et LEMOINE, 1985) et en 1987 (GILLY, 1987).

La complexité de la dynamique des stocks de crevettes et l'existence de lacunes dans la connaissance des paramètres biologiques des espèces et des paramètres économiques des entreprises ont conduit à formuler un certain nombre d'hypothèses simplificatrices :

1) Les recherches sur le déterminisme du recrutement sont trop récentes pour que des résultats tangibles soient disponibles. Par simplification, il a été considéré que le recrutement était instantané et non pas réparti sur l'ensemble de l'année.

2) L'absence quasi totale d'informations sur les conditions de recrutement de l'espèce *P. brasiliensis* a conduit à considérer que son recrutement suivait les mêmes fluctuations que celui de *P. subtilis*. En outre, compte-tenu du taux élevé de la fécondité chez ces espèces de crevettes, il a été admis qu'il n'existait pas de relation entre la taille d'un stock et le niveau de recrutement.

3) Les stratégies adoptées par les entreprises n'ont pas été analysées à fond. Cependant les résultats de ces analyses ont permis d'étayer l'hypothèse d'un comportement homogène des armements de même nationalité, tant dans leurs stratégies d'adaptation aux fluctuations d'abondance que dans leur

comportement de valorisation des produits. Les entreprises sont supposées obéir à un comportement économique "rationnel" au niveau de la production, à savoir qu'elles n'investissent que si l'activité permet de dégager des surplus.

La démarche suivie consiste à examiner, pour différents niveaux de capacité de capture, la distribution de probabilités de variables économiques de l'exploitation associée à une distribution de probabilités de recrutement (donc de l'abondance). Les variables économiques étudiées sont de deux types :

- celles qui intéressent directement les entreprises de pêche : les quantités moyennes débarquées par navire, le revenu brut, le surplus des producteurs (excédent des revenus sur le coût d'opportunité des moyens de production) ;
- celles qui intéressent les instances d'aménagement publiques. Il s'agit essentiellement de la valeur ajoutée nette, c'est-à-dire de la richesse créée par l'activité et sa répartition entre la région et l'extérieur.

La principale limite du modèle est d'ordre structurel : par simplification, la stratégie dynamique de chaque flottille est supposée être élaborée par référence aux résultats d'un navire moyen représentatif. Il est probable que dans la pratique les résultats des navires les plus performants pèsent d'un poids plus important dans les décisions des armements que ceux des navires les moins efficaces. En d'autres termes, la dynamique d'une flottille est peut être plus liée à la performance d'un seul navire qu'aux résultats moyens de l'ensemble des unités.

III - PRESENTATION DU MODELE BIO-ECONOMIQUE

3.1. Structure du modèle

Dans la suite du document, l'indice i représentera les différentes flottilles (France, Japon et USA) ; les quatre espèces - *P. subtilis* mâles et femelles et *P. brasiliensis* mâles et femelles - seront indicées par j ; enfin, les différentes classes de taille seront représentées par l'indice s . Afin d'utiliser des matrices de mêmes dimensions dans tout le modèle, il a été admis que chaque espèce pouvait, en théorie, avoir 23 classes de taille.

Le modèle bio-économique est organisé autour de relations fonctionnelles (figure 2) :

- la capacité globale de capture, sa répartition entre les différentes flottilles et le taux d'utilisation déterminent l'effort de pêche pour une année et pour chaque flottille. A cet effort est associé un coût proportionnel au niveau d'effort (exprimé en nombre de navires standards) et au taux d'utilisation des capacités de captures (exprimé en pourcentage du nombre de jour de mer de l'année de référence) ; le coût en main d'oeuvre (coût "proportionnel") est fonction des captures en volume et par classe de taille ;
- la capturabilité a été calculée à partir des données de 1985. Elle peut dépendre de l'abondance du stock par classe de taille, mais dans l'application utilisée, elle est considérée comme constante. Avec l'effort de pêche, elle détermine la mortalité par pêche infligée par chaque flottille à chaque espèce ;
- l'abondance du stock dépend, pour la première classe de taille exploitée, du niveau de recrutement et, pour les autres classes, de la mortalité naturelle et par pêche ;
- le niveau des captures de chaque flottille pour chaque classe de taille résulte du niveau initial d'abondance et de la mortalité par pêche ;
- la production de crevettes de Guyane étant marginale par rapport à la production mondiale et peu repérable sur les marchés, le niveau des débarquements n'a pas d'impact sur les prix. Le chiffre d'affaires de chaque flottille est déterminé par la structure par taille des captures et un vecteur de prix donné en fonction des marchés visés par les différentes flottilles ;
- le surplus des producteurs est déterminé par la différence entre le revenu brut et les coûts de l'effort et de capture (ce dernier étant calculé à partir du barème de rémunération à la part) auquel s'ajoutent les éventuelles subventions ;
- la valeur ajoutée nette est calculée par différence entre le revenu brut, les consommations intermédiaires (essentiellement coût de l'effort) et le coût en capital calculé annuellement à partir de la capacité de capture de chaque flottille ; elle intègre la valeur ajoutée générée par la transformation ;

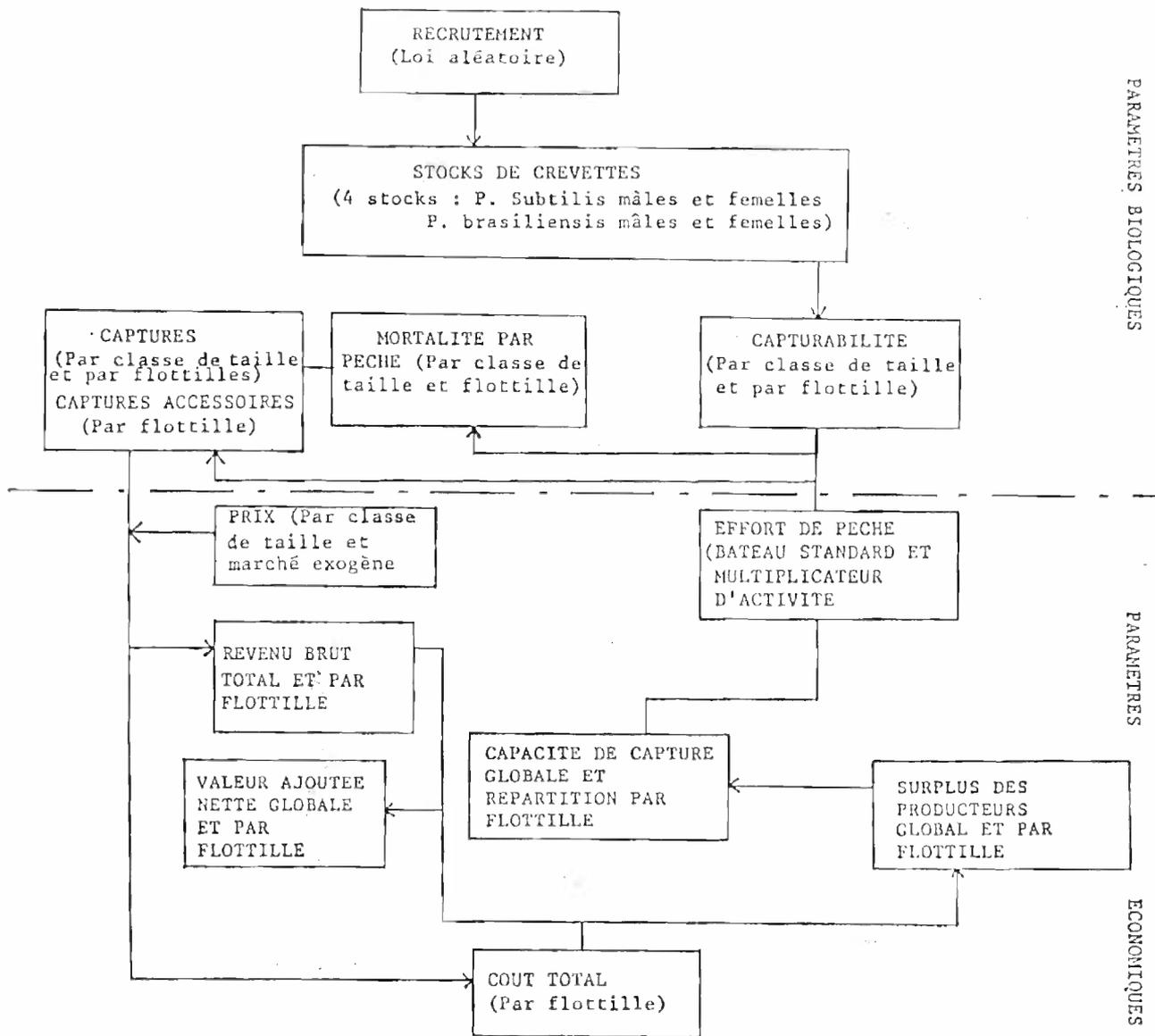


Figure 2 : Organisation du modèle

	PUISSANCE MOTRICE (en CH)		TONNAGE (en TJB)		AGE	
	MOYENNE	T	MOYENNE	T	MOYENNE	T
FRANCE	302.5	16.01	83.64	2.74	2.33	1.87
JAPON	368.5	6.6	76.95	10.2	5.38	4.09
USA	365.0	0.0	105.37	5.36	4.31	1.86

Tableau 1 : Caractéristiques moyennes des navires par flottille et dispersion en 1986.

	1982	1983	1984	1985	1986
FRANCE	313.5 (10.6)	308.3 (12.7)	300.7 (20.1)	295.4 (16.3)	293.5 (17.8)
JAPON	323.2 (4.9)	307.3 (17.1)	326.9 (6.6)	298.3 (19.9)	307.1 (19.6)
USA	318.7 (9.2)	311.8 (233)	326.8 (8.4)	320.5 (15.4)	312.8 (17.8)
MOYENNE	319.3	310.5	321.3	310.9	305.4

Tableau 2 : Evolution du nombre de jours de mer par an pour chacune des flottilles (et de l'écart-type).

- lorsque le surplus des producteurs est négatif ou nul, la capacité de capture de la flottille concernée diminue au rythme du taux de dépréciation de l'investissement (en l'absence d'opportunité de réorientation de l'effort sur une autre pêcherie) ; lorsqu'il est positif, la flottille peut éventuellement investir, ce qui détermine la nouvelle capacité de capture utilisée pour l'année suivante.

3.2 Relations fonctionnelles

3.2.1 Capacité de capture et effort de pêche

La capacité de capture mobilisée par chaque flottille est exprimée en nombre de chalutiers. Le problème de la standardisation des navires ne se pose pas en Guyane française compte-tenu de la très grande homogénéité des flottilles. Les écarts observés au niveau général sont faibles mais sont encore plus réduits au niveau de chacune des flottilles. Le tableau 1 synthétise les caractéristiques moyennes des navires de chaque flottille, les écarts à la moyenne sont particulièrement faibles au niveau des puissances motrices et des tonnages. Mis à part l'âge moyen des navires, les caractéristiques moyennes des navires ont peu varié sur la période 1981-1986.

La moyenne du nombre de marins embarqués varie selon les flottilles. Elle est de 4,2 hommes pour la flottille française, de 5 hommes pour la flottille japonaise et de 3 hommes pour la flottille américaine.

La variation annuelle des capacités de capture dépend de l'existence d'un surplus et du taux de dépréciation du capital investi. Les armements considèrent en moyenne que la durée maximale d'utilisation des navires en Guyane est de 10 ans.

Le taux d'utilisation des capacités de capture peut varier d'une année sur l'autre. La durée potentielle maximale d'utilisation des navires est de l'ordre de 320 jours par an. La durée effective d'utilisation des navires tend à se rapprocher de ce maximum si l'on ne considère que les bateaux présents toute l'année sur la pêcherie. Le tableau 2 montre l'évolution de 1982 à 1986 du nombre moyen de jours de pêche pour chacune des flottilles.

Le taux d'utilisation des capacités de capture peut s'exprimer sous la forme du rapport entre le nombre de jours de mer effectifs de l'année et le potentiel maximum moyen observé au cours des années précédentes. Dans le modèle de simulation, ce taux est en général constant pour chaque itération mais son effet peut être calculé à partir d'une analyse de sensibilité.

L'effort de pêche est ainsi exprimé en nombre de navires de chaque flottille, pondéré d'un coefficient multiplicateur lié au taux d'utilisation propre de la flottille considérée. L'investissement est ainsi calculé à partir de nombre réel de navires présents sur la pêcherie et l'effort de pêche tient compte des ajustements à court terme réalisés par les armements. Les coûts liés à l'effort de pêche tiennent naturellement compte de ce coefficient de pondération.

3.2.2 Capturabilité et mortalité par pêche

La principale difficulté de la modélisation de la dynamique des pêcheries réside dans l'estimation de la relation entre l'effort de pêche et la mortalité par pêche. En théorie, la mortalité par pêche est liée à l'effort et au coefficient de capturabilité q par la relation:

$$(1) F_{i,j,s} = q_{i,j,s} * E_i$$

où F désigne la mortalité par pêche,
 q désigne la capturabilité,
 E l'effort de pêche.

Dans le cas des espèces de crevettes de Guyane, la capturabilité n'est pas connue avec précision. Des études menées sur d'autres espèces marines ont montré que la capturabilité varie en fonction de l'âge des animaux et est généralement positivement corrélée avec l'abondance des stocks. La capturabilité a été calculée à partir des résultats de l'année 1985, en divisant les observations des mortalités par espèces et par classes de taille de chacune des flottilles par l'effort de pêche identifié pour cette période. Les vecteurs de capturabilité ainsi obtenus sont maintenus constants dans les simulations. Ils devront être affinés dans les années à venir au fur et à mesure que des informations supplémentaires seront disponibles. L'hypothèse d'une capturabilité indépendante du recrutement repose sur les modes d'exploitation et les comportements des animaux observés : les crevettes sont regroupées par tâches plurispécifiques et multi-classes de dimensions relativement réduites et il semble que seule la densité d'animaux dans ces tâches varie avec le recrutement, les navires devant travailler en groupe sur chaque tâche.

L'effort de pêche pour chaque année est calculé à partir de la relation (1) en tenant compte des nouvelles données d'effort pour chaque flottille.

A la mortalité par pêche s'ajoute la mortalité naturelle. Elle est supposée constante pour toutes les classes de taille comprises entre le recrutement et le "groupe +" (DINTHEER et LEGALL, 1987) qui représente la classe de taille terminale au delà de laquelle, l'augmentation de l'âge n'entraîne pas d'accroissement de taille appréciable. Au delà, la mortalité naturelle s'accroît sensiblement, en sorte que tous les individus issus du recrutement de l'année soient morts à la fin de cette même année. Les classes de taille terminales sont variables selon les espèces (P. subtilis mâles : classe 12 ; P. subtilis femelle : classe 14 ; P. brasiliensis mâles : classe 17 ; P. brasiliensis femelle : classe 19). En l'absence d'informations utilisables, la mortalité naturelle est supposée invariante d'une année sur l'autre pour les classes de taille exploitées.

3.2.3. Abondance et recrutement

La structure par classe de taille et l'abondance de chaque espèce sont déterminées par le recrutement, par la mortalité totale qui s'exerce sur chacune des classes de taille (mortalité par pêche de chacune des flottilles et

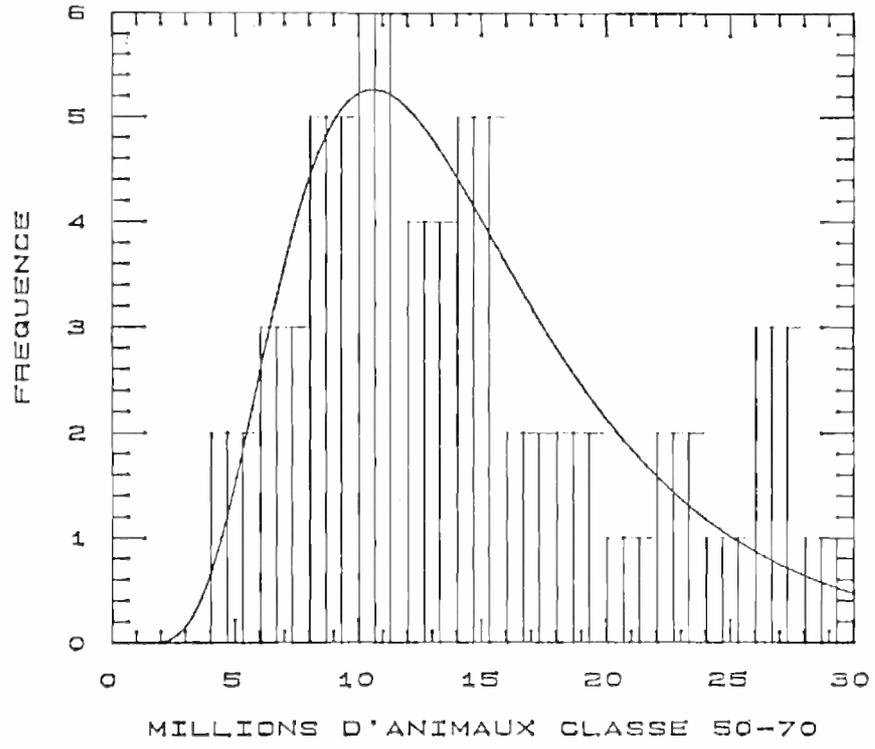


Figure 3 : Ajustement d'une distribution lognormale aux fréquences de recrutement.

mortalité naturelle) et par la vitesse de croissance des individus qui détermine le temps pendant lequel chaque classe de taille sera affectée par l'effort de pêche. La structure du stock pour chaque année se trouve, par ce biais, affectée par les résultats de l'année précédente, tandis que le recrutement naturel ne dépend que de la fonction aléatoire choisie.

Les informations disponibles sur les variations passées du recrutement sont peu nombreuses, et des travaux sont en cours pour étudier les relations entre les conditions d'environnement, le recrutement et le stock (ORSTOM, Centre de Cayenne). Le nombre d'animaux capturés dans les classes de taille voisines de celles du recrutement peut être considéré comme un indicateur convenable du recrutement. Une loi de probabilité log normale a ainsi été ajustée à partir des estimations des fréquences d'abondance (en nombre) des classes de taille commerciale américaine 50-70 dans les captures pour la période 1968-1986 (figure 3). La médiane et l'écart type de cette loi ainsi obtenue sont utilisés pour réaliser un tirage aléatoire servant de base au calcul de recrutement. Le recrutement calculé en 1985 et l'indicateur observé servent de base au calcul du coefficient multiplicateur du nombre d'individus de la classe 50-70.

Il est admis que le recrutement ainsi obtenu concerne les crevettes *P. subtilis*. Le recrutement de chacun des sexes de cette espèce est calculé à partir du sex ratio le plus probable estimé pour l'année 1985. Ce sex ratio est considéré comme constant mais une analyse de sensibilité peut être réalisée. Le recrutement global des crevettes *P. brasiliensis* est supposé proportionnel au recrutement de *P. subtilis*, le coefficient de proportionnalité étant calculé sur la base de l'année 1985. La répartition par sexe est obtenue de la même façon que précédemment et des tests de sensibilité peuvent également être réalisés.

3.2.4. Production et revenu brut

La production annuelle de chaque flottille est déterminée par l'abondance des stocks (donc par le tirage aléatoire du recrutement) et par l'effort de pêche résultant des conditions d'exploitation de l'année précédente. Pour la première année, un vecteur d'effort est donné (choisi arbitrairement ou en fonction des observations des années récentes).

Les débarquements de captures accessoires sont évalués pour chaque flottille en proportion des captures de crevettes. On ne considère pas les rejets de captures accessoires ni ceux de crevettes. Les observations sur les cinq dernières années suggèrent que les japonais ne conservent aucune prise accessoire alors que les navires français peuvent en débarquer jusqu'à 10% du poids des crevettes.

Les prix moyens annuels au débarquement sont considérés comme exogènes au système guyanais (en raison de la faiblesse de la production relativement à la production mondiale) et donc ne varient pas avec les quantités débarquées. Par ailleurs, la proportion commercialisée en Guyane (moins de 1% de la production annuelle) les rend peu sensibles aux variations locales des paramètres de la demande. Un vecteur de prix par classe de taille a été établi sur la base d'une enquête effectuée auprès des armements. A catégorie commerciale équivalente, ce prix est le même pour toutes les espèces pêchées par une même flottille. Des analyses de sensibilité peuvent être faites sur les

variations de prix. Il a été tenu compte dans le calcul de ces prix du mode de valorisation (en queue ou entière) ainsi que de la proportion de chaque type dans les volumes commercialisés par les armements. L'identification, au niveau international, d'une équation de formation des prix permettrait d'affiner le modèle et en particulier de tester l'impact sur les revenus de la pêche guyanaise de l'évolution probable des cours sur les différents marchés.

Le revenu brut annuel (chiffre d'affaires hors taxes) est calculé à partir des quantités débarquées de chaque classe de taille et des prix moyens de la catégorie commerciale correspondante.

3.2.5 Coûts de production

Pour les besoins de la modélisation, les coûts de production ont été divisés en plusieurs types :

(i) les coûts fixes sont liés à l'activité d'armement. Ils recouvrent d'une part, les coûts en capital et, d'autre part, l'ensemble des frais générés par les navires ;

(ii) les coûts variables sont constitués essentiellement des coûts des consommations intermédiaires qui varient avec l'effort de pêche. On y trouve en particulier les coûts d'énergie et d'avitaillement ;

(iii) les coûts proportionnels sont les coûts générés par les captures. Les coûts proportionnels sont essentiellement constitués par les rémunérations des équipages et les coûts de traitement à terre des crevettes.

L'évaluation des coûts est présentée en détail dans le document "ANALYSE ECONOMIQUE DE LA PECHERIE CREVETTIERE DE GUYANE FRANCAISE". Elle est basée sur l'analyse des comptes d'exploitation des navires et des comptes de résultats des armements.

Les coûts fixes hors coûts en capital sont supposés invariants d'une année sur l'autre pour chacune des flottilles. Ils sont donnés pour un navire moyen et les coûts fixes totaux dépendent de la capacité de capture mobilisée.

Les coûts en capital sont évalués à partir du coût d'opportunité annuel de remplacement d'un navire, sur la base d'une valeur neuve de 4,6 millions de FF 86 pour les armements français, de 2,6 millions de FF 86 pour les japonais et de 2,3 millions de FF 86 pour les américains (valeur des navires rendus à Cayenne en provenance de divers chantiers américains ou européens). La durée de vie moyenne des navires est supposée de 10 ans pour les coques et les moteurs alors que la valeur résiduelle après 8 ans est de l'ordre de 40% de la valeur d'achat, en monnaie constante. Le taux d'intérêt réel retenu peut varier selon les armements. Il est de 7% pour les navires français ce qui correspond au taux réel observé en Guyane française.

Les consommations intermédiaires variables sont estimées à partir des dépenses de carburants et lubrifiants, des dépenses d'avitaillement, d'entretien-maintenance, etc... Le calcul de ces coûts est fait à partir des coûts

moyens d'un bateau standard, de la capacité de capture mobilisée et du taux d'utilisation de ces capacités par rapport à la période de référence.

Les rémunérations de l'équipage sont calculées à l'aide du barème moyen de rémunération (moyenne des barèmes communiqués par les différents armements). Elles prennent en compte les apports par catégorie commerciale, les apports totaux par marée et sur l'année, les primes de tri à bord, et globalisent les rémunérations versées par l'armement au capitaine (qui prend deux matelots en général à sa charge) et aux autres matelots. Le barème pour chaque flottille est supposé invariant dans le temps, mais des tests de sensibilité peuvent être réalisés.

Le coût du traitement des crevettes peut être fixé pour chaque flottille par kilogramme de crevettes débarqué. Il est basé sur les tarifs pratiqués par l'usine PIDEG et sur la proportion de chaque type de transformation.

3.2.6. Surplus des producteurs

Le surplus des producteurs est calculé par différence entre le revenu brut annuel de chaque flottille, augmenté du montant des éventuelles subventions perçues, et le coût total de production. Le calcul des subventions résulte, d'une part, du taux de renouvellement à l'issue de l'année précédente et du montant des primes et, d'autre part, de l'existence de subvention d'exploitation (aide au carburant, par exemple).

Dans l'application à la pêcherie crevettière de Guyane, seule la flottille française perçoit des subventions d'équipement et d'exploitation. La francisation a eu pour effet de rendre artificiellement le renouvellement des navires franco-japonais éligible aux primes d'équipement.

3.2.7. Valeur ajoutée nette

Le calcul de la valeur ajoutée nette se fait par différence entre le revenu brut total de chaque flottille et le coût des consommations intermédiaires et du capital fixe. Le coût des consommations intermédiaires retenu inclut les consommations intermédiaires au niveau de la production et la part de la consommation intermédiaire utilisée dans les activités annexes et en particulier le traitement.

La valeur ajoutée nette est calculée chaque année et actualisée sur l'ensemble de la période considérée.

IV - RESULTATS DES SIMULATIONS

4.1. Introduction à la prise de décision en univers incertain

L'une des hypothèses fondamentales de l'analyse micro économique est que les investisseurs disposent de toutes les informations nécessaires à la prise de décision et que ces informations sont d'une qualité parfaite.

A partir du moment où entrent dans le processus de décision un certain nombre d'incertitudes, il devient nécessaire d'intégrer à l'analyse théorique le mode de prise en compte de l'équilibre entre les profits attendus et les risques encourus. Cette extension de l'analyse théorique s'apparente sans ambiguïté possible aux aspects normatifs de l'économie puisque la décision optimale dépend en premier lieu du comportement du décideur face au risque. Par ailleurs, même si dans un contexte particulier donné les mêmes décisions étaient prises de façon répétitive, les résultats pourraient varier sensiblement d'une période à l'autre en raison de l'influence des phénomènes aléatoires (comme c'est le cas pour le niveau annuel d'abondance de la ressource pour la pêcherie de Guyane française).

Le choix d'une stratégie d'aménagement de la pêcherie crevetteière en situation de risque dépend ainsi des résultats moyens du modèle de simulation et de l'attitude des armements et des pouvoirs publics par rapport à la connaissance d'une fonction de distribution des résultats autour de leurs moyennes (il faut rappeler qu'on ne considère ici l'incertitude que dans son influence collective sur le montant total de l'investissement et l'utilisation globale des capacités de production de chaque flottille).

Malgré leur caractère normatif, les règles de décision face au risque impliquent pour une part des critères objectifs, en particulier dans le secteur des productions de ressources renouvelables (GATES et GILLY, 1986), qui peuvent être regroupés en deux catégories :

- (i) optimiser l'espérance mathématique du résultat auquel le décideur est le plus sensible. Un individu très prudent cherchera à minimiser l'espérance mathématique des pertes alors qu'au contraire, un individu indifférent au risque visera à maximiser l'espérance mathématique des gains ;
- (ii) sélectionner la décision la meilleure dans un environnement soit très optimiste, soit très pessimiste (règles dites "maximin"). Compte-tenu d'une distribution connue de probabilités de chaque variable d'état, le décideur choisit la décision qui lui semble la meilleure dans la matrice risques-profits.

Dans le contexte guyanais, l'absence de règle purement objective de décision est compliquée par la multiplicité des résultats recherchés et des contraintes. Certains critères comme la maximisation des profits ou des surplus des producteurs et la maximisation de la valeur ajoutée nette restant en Guyane peuvent conduire à des interprétations très différentes de la distribution des résultats. Par ailleurs, la contrainte peut être par exemple d'avoir une très faible probabilité qu'une flottille subisse des pertes au cours de la période considérée ou, au contraire, d'avoir une probabilité importante pour que les

gains au cours des années de bon recrutement fassent plus que compenser les pertes. En l'absence d'élément permettant de connaître les comportements des armements (et à plus forte raison de les homogénéiser) ou de l'administration, il n'est pas possible de trouver des scénarii formels de décision.

Les différentes simulations présentées montrent la distribution de probabilité des différentes variables déterminant la dynamique de la flottille (quantités débarquées, revenus des entreprises de pêche, valeur ajoutée nette) pour deux types d'objectifs différents :

- le premier objectif concerne l'évolution de la flottille sans limitation de la capacité globale de capture mais en supposant (i) que les entreprises de pêche réinvestissent leurs profits dans la pêcherie, (ii) qu'elles réduisent leurs capacités de capture au rythme de la dépréciation du capital immobilisé dès que les profits sont nuls et (iii) que leur structure soit suffisamment souple pour que ces adaptations soient quasi instantanées ;
- le deuxième objectif concerne la limitation des capacités de capture de chaque flottille afin de tester l'impact d'une telle mesure sur la distribution de probabilité des variables.

4.2. Mode de fonctionnement et calibrage du modèle

Une version du modèle de simulation est présenté en annexe ainsi que les tableaux des valeurs des paramètres de référence utilisés pour le calibrage du modèle. Les simulations sont effectuées sur une période d'une durée variable, laissée au choix de l'opérateur. On utilisera généralement une durée compatible avec la durée de vie moyenne des investissements. L'opérateur choisit également le nombre d'essais réalisés par le modèle. A chaque essai correspond une trajectoire des flottilles sur la durée choisie, chaque année dans cette durée faisant l'objet d'un tirage aléatoire du recrutement indépendant du précédent.

Le modèle est calibré à partir du recrutement calculé pour l'année 1985 et des données de production et de coûts observés. Le tableau 3 présente les écarts entre les résultats calculés par le modèle et les évolutions observées dans la flottille. Les résultats suggèrent que le modèle a tendance à sous estimer la production en volume et à sur-estimer légèrement sa valeur. Les écarts observés au niveau des surplus sont voisins de 10% par excès ou par défaut suivant les flottilles. Compte-tenu des hypothèses simplificatrices utilisées et des incertitudes sur un certain nombre de paramètres biologiques, les écarts observés paraissent tout à fait acceptables.

		ESTIMATIONS	OBSERVATIONS	ECART (%)
Nombre de navires (début 1985)	France	18	19	-5,2
	Japon	14	13	+7,6
	USA	44	48	-8,3
Quantité débar- quée par navire (1985)-(Tonnes)	France	33.05	34.63	-4,56
	Japon	49.57	53.08	-6,61
	USA	30.91	32.24	-4,12
Chiffre d'affaires par navire (1985)	France	2347	2327	+0,8
	Japon	4475	4386	+2,03
	USA	1905	1885	+1,06
Surplus du producteur	France	121.12	108.23	+11,90
	Japon	940.93	981.80	-4,16
	USA	93.96	107.21	-12,35

Tableau 3 Tableau des écarts entre les estimations et les observations pour le calibrage des modèles.

4.3. Dynamique des flottilles crevettières

4.3.1. Scénario 1 : statu quo dans la pêche sans francisation

Ce premier scénario vise à décrire l'évolution probable de la pêche guyanaise en l'absence de tout mécanisme de limitation de l'effort de pêche et sans francisation par affrètement des navires sous pavillon étranger.

La situation de départ est celle du milieu de l'année 1986 (21 navires français, 13 navires japonais et 42 navires américains). Dans le cadre de la politique de francisation suivie depuis 1984, les armements français achètent leurs navires en France ; l'investissement est plus élevé que pour les autres armements (4,6 millions de FF contre seulement 2,4 à 2,8 pour les autres). En compensation, les primes d'équipement s'élèvent à 35% du montant de l'investissement.

Les armements américains et japonais, compte tenu des incertitudes sur le nombre de licences disponibles à terme, présentent un taux de renouvellement moyen faible (on leur fixe arbitrairement le taux de renouvellement observé au cours des années 1984 à 1986). Les armements français ont un taux d'acquisition supérieur puisqu'ils peuvent renouveler jusqu'à 20% de leur investissement chaque année.

Les taux d'utilisation des capacités de capture sont élevés : 96% pour les armements français, 97% pour les armements japonais et 95% pour les américains.

Les simulations sont effectuées sur une période de 10 ans et répétées 80 fois, ce qui équivaut à effectuer 800 tirages aléatoires. La figure 4 présente les fréquences de niveaux de recrutement obtenus par tirage aléatoire.

Les résultats de la simulation sont présentés dans le tableau 4. Compte-tenu des hypothèses retenues, l'analyse permet de constater plusieurs évolutions remarquables :

(i) en moyenne, la capacité de capture totale mobilisée sur la pêche guyanaise est comprise entre 75 et 80 navires, et ce résultat global n'est pas affecté par une modification des conditions initiales de la flottille. Dans la plupart des simulations réalisées en univers d'accès libre, la moyenne des capacités de capture est comprise dans cet intervalle ;

(ii) en l'absence de modifications des conditions d'exploitation, seule la flottille française présente un accroissement significatif de ses capacités de capture (+ 38%). Cet accroissement moyen n'est rendu possible que par le jeu des subventions d'équipement et d'exploitation, les coûts de production étant en moyenne supérieurs au chiffre d'affaires et est à peine supérieur au montant moyen des subventions. Les quantités moyennes débarquées par bateau sont en régression par rapport à la moyenne des années 1982 - 1986 ;

(iii) l'accroissement moyen de la flottille japonaise est très modéré au regard de ses performances. En l'absence de toute subvention, la flottille japonaise dégage un surplus moyen par navire presque deux fois plus élevé que les navires français, représentant 17% du chiffre d'affaires. La valeur ajoutée

CARACTERISATION DE FORME DES DISTRIBUTIONS DE FREQUENCES

(Coefficients de variation, d'assymétrie et de courbure)

L'analyse visuelle des distributions de probabilité est souvent fastidieuse et peut conduire à un certain nombre d'erreurs d'interprétation lors de la comparaison de deux ou plusieurs distributions. On dispose ainsi de coefficients moyens, généralement obtenus à partir du calcul des moments de la fonction, qui permettent de décrire la distribution des résultats autour de leur moyenne ou médiane (dans le cas distributions unimodales). Ces coefficients ne sont que de simples indications et ne peuvent servir qu'à décider de l'opportunité d'un test statistique.

Le moment d'ordre R d'une distribution (μ_R) s'obtient par la formule :

$$\mu_R = \int (x-\mu)^R f(x) dx$$

La moyenne d'une distribution est le moment d'ordre 1 (μ). La variance est le moment d'ordre 2.

$$\mu = \int x f(x) dx \quad \sigma^2 = \int (x-\mu)^2 f(x) dx$$

Les caractéristiques de forme qui apparaissent le plus souvent sont :

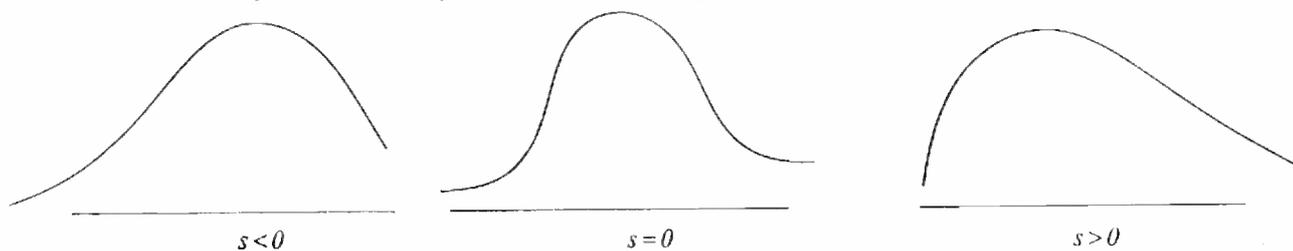
. le coefficient de variation (cv) qui représente la dispersion des résultats (écart-type) rapportée à la moyenne observée

$$cv = \sigma/\mu$$

. le coefficient d'assymétrie ("skew") est mesuré par la quantité :

$$s = E (x-\mu)^3$$

Si la distribution est parfaitement symétrique, alors $E(x-\mu) = 0$ et le coefficient s est nul. Si la distribution est assymétrique à gauche (c'est-à-dire présente beaucoup d'observations inférieures à la moyenne) alors $s < 0$. Lorsque $s > 0$, la distribution est assymétrique à droite.



On utilise souvent une mesure de la symétrie légèrement différente mais plus pratique :

$$s = \mu_3/\sigma^3$$

. le coefficient d'aplatissement (Kurtosis) est surtout utilisé pour comparer des distributions (symétriques) régulières, certaines étant plus "pointues" que la distribution normale ou lognormale de mêmes moyenne et écart-type ($K > 0$) tandis que d'autres sont plus aplaties ($K < 0$). Le coefficient d'aplatissement se calcule par :

$$K = \mu_4/\sigma^4$$

Tableau 4 : Résultats moyens simulation 1 - Scénario 1
Quantités en Tonnes - Valeurs en millions de FF 1986
Durée 10 ans, 80 essais.

Flottille française				(*)	(*)	
Variable	Ech	Moyenne	Ec-Type	Coef. Var	Skew	Curtosis
Nombre de bateaux	800	29.17	6.99	0.2	0.88	3.67
Recrutement	800	482.58	206.32	0.4	0.54	2.53
Quantite debarquee	800	870.63	405.32	0.4	0.85	3.41
Chiffre d'affaires	800	61497.10	28522.03	0.4	0.83	3.36
Coûts d'exploitatio	800	62935.79	14805.62	0.2	0.76	3.38
Surplus du produit	800	7952.44	22913.28	2.8	0.43	2.78
Subventions	800	9391.14	2250.67	0.2	0.88	3.67
Valeur ajoutée nette	800	10189.47	27353.67	2.6	0.45	2.81
Sur. prod. actual	80	810.11	2917.45	3.6	3.89	18.58
Subventions actual	80	907.86	2741.66	3.0	2.73	8.62
Val. aj. net actual	80	1034.30	3660.31	3.5	3.82	17.89

Flottille japonaise

Variable	Ech	Moyenne	Ec-Type	Coef. Var	Skew	Curtosis
Nombre de bateaux	800	14.31	2.00	0.1	0.94	5.17
Recrutement	800	482.58	206.32	0.4	0.54	2.53
Quantite debarquee	800	634.25	275.60	0.4	0.63	2.73
Chiffre d'affaires	800	49175.79	21326.67	0.4	0.62	2.70
Coûts d'exploitatio	800	43106.85	6907.67	0.1	0.60	3.68
Surplus du produit	800	6068.93	16656.17	2.7	0.44	2.58
Subventions	800	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
Valeur ajoutée nette	800	20060.96	21352.96	1.0	0.52	2.59
Sur. prod. actual	80	631.55	2225.64	3.5	3.78	17.43
Subventions actual	80	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
Val. aj. net actual	80	2025.91	6315.87	3.1	3.02	10.86

Flottille américaine

Variable	Ech	Moyenne	Ec-Type	Coef. Var	Skew	Curtosis
Nombre de bateaux	800	36.40	4.46	0.1	-0.21	0.00
Recrutement	800	482.58	206.32	0.4	0.54	2.53
Quantite debarquee	800	1039.03	467.59	0.4	0.64	2.86
Chiffre d'affaires	800	63804.44	28724.83	0.4	0.63	2.85
Coûts d'exploitatio	800	69987.38	10586.51	0.1	0.25	2.72
Surplus du produit	800	-6182.92	21462.92	-3.4	0.48	2.61
Subventions	800	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
Valeur ajoutée nette	800	10594.80	27759.36	2.6	0.56	2.70
Sur. prod. actual	80	-594.42	2295.04	-3.8	-4.00	0.00
Subventions actual	80	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
Val. aj. net actual	80	1123.38	3975.83	3.5	3.79	17.23

TOTAL

Variable	Ech	Moyenne	Ec-Type	Coef. Var	Skew	Curtosis
Nombre de bateaux	800	79.87	10.43	0.1	0.05	1.71
Recrutement	800	1447.75	206.32	0.1	0.54	2.53
Quantite debarquee	800	2543.91	424.88	0.1	0.95	3.69
Chiffre d'affaires	800	174477.30	27185.80	0.1	0.82	3.39
Coûts d'exploitatio	800	176030.00	15994.65	0.0	0.41	2.56
Surplus du produit	800	7838.44	21454.78	2.7	0.36	2.86
Subventions	800	9391.14	4613.79	0.4	0.98	2.40
Valeur ajoutée nette	800	40845.23	26058.67	0.6	0.39	2.73
Sur. prod. actual	80	847.23	2575.62	3.0	1.84	21.17
Subventions actual	80	907.86	1639.73	1.8	5.30	29.50
Val. aj. net actual	80	4183.59	4820.00	1.1	3.68	16.24

(*) Pour explications, voir encadré ci-contre.

Figure 4 : Recrutement X 1E+07 flot. française

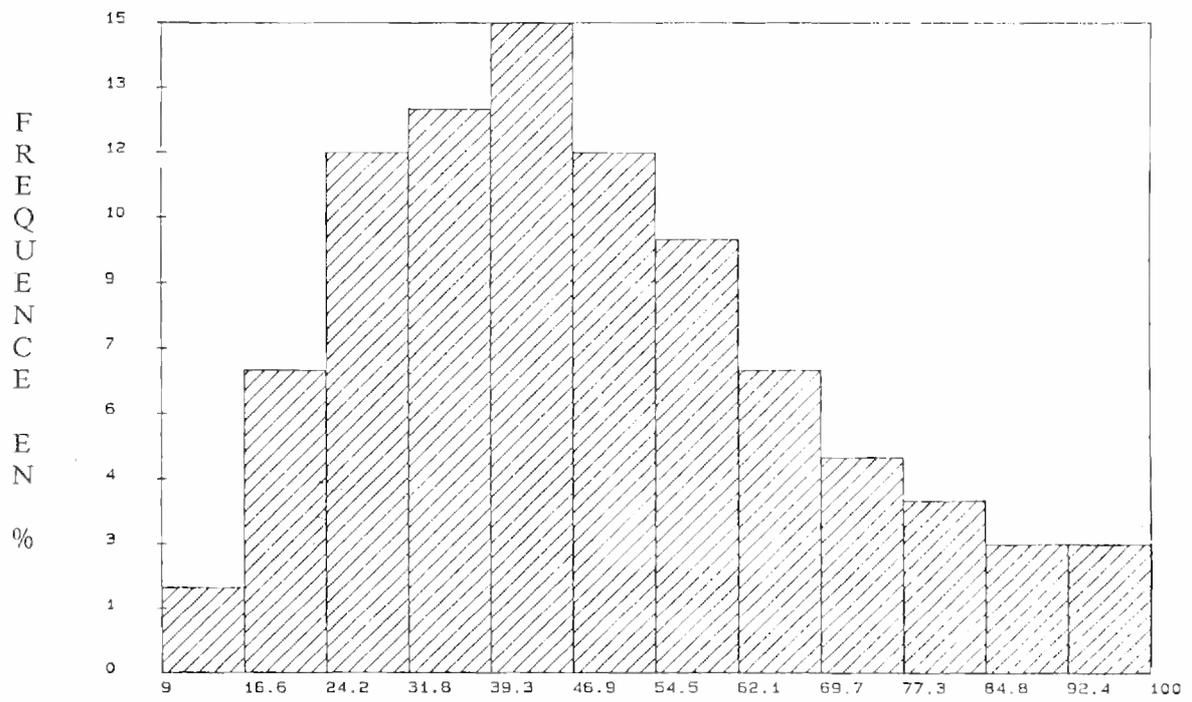


Tableau 5 : Résultats moyens simulation 1 - Scénario 1
(recrutement réduit) - Quantités en Tonnes - Valeurs en
millions de FF 86 - Durée 10 ans - 80 essais.

Flottille française

Variable	Ech	Moyenne	Ec-Type	Coef. Var	Skew	Curtosis
Nombre de bateaux	800	24.69	5.24	0.2	1.05	4.18
Recrutement	800	387.95	199.66	0.5	0.91	3.30
Quantite debarquee	800	637.64	344.53	0.5	0.97	3.54
Chiffre d'affaires	800	45300.08	24431.75	0.5	0.96	3.53
Coûts d'exploitatio	800	52203.91	11283.86	0.2	0.90	3.74
Surplus du produit	800	1047.55	19744.00	18.8	0.82	3.36
Subventions	800	7951.39	1685.94	0.2	1.05	4.18
Valeur ajoutée nett	800	1858.34	23546.54	12.6	0.84	3.41
Sur. prod. actual	80	92.98	1598.90	17.2	2.37	30.30
Subventions actual	80	778.96	2358.37	3.0	2.76	8.83
Val. aj. net actual	80	170.66	1959.30	11.4	3.03	30.81

Flottille japonaise

Variable	Ech	Moyenne	Ec-Type	Coef. Var	Skew	Curtosis
Nombre de bateaux	800	12.38	2.01	0.1	-0.25	0.00
Recrutement	800	387.95	199.66	0.5	0.91	3.30
Quantite debarquee	800	475.01	249.10	0.5	0.91	3.28
Chiffre d'affaires	800	37070.27	19405.38	0.5	0.91	3.28
Coûts d'exploitatio	800	36034.20	6813.54	0.1	0.14	3.12
Surplus du produit	800	1036.06	14911.89	14.3	0.84	3.27
Subventions	800	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
Valeur ajoutée nett	800	11880.32	19144.14	1.6	0.89	3.31
Sur. prod. actual	80	91.34	1226.37	13.4	2.51	29.34
Subventions actual	80	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
Val. aj. net actual	80	1177.21	3964.67	3.3	3.59	15.68

Flottille américaine

Variable	Ech	Moyenne	Ec-Type	Coef. Var	Skew	Curtosis
Nombre de bateaux	800	34.72	4.79	0.1	-0.16	0.00
Recrutement	800	387.95	199.66	0.5	0.91	3.30
Quantite debarquee	800	848.73	448.59	0.5	0.99	3.56
Chiffre d'affaires	800	52453.32	27721.95	0.5	0.99	3.57
Coûts d'exploitatio	800	64852.01	10357.04	0.1	0.15	2.88
Surplus du produit	800	-12398.71	21586.71	-1.7	0.81	3.33
Subventions	800	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
Valeur ajoutée nett	800	1695.95	27535.45	16.2	0.91	3.47
Sur. prod. actual	80	-1292.62	4203.04	-3.2	-3.34	0.00
Subventions actual	80	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
Val. aj. net actual	80	141.76	2314.85	16.3	1.56	28.46

TOTAL

Variable	Ech	Moyenne	Ec-Type	Coef. Var	Skew	Curtosis
Nombre de bateaux	800	71.79	10.08	0.1	0.17	1.78
Recrutement	800	1163.85	199.66	0.1	0.91	3.30
Quantite debarquee	800	1951.38	388.25	0.2	1.27	4.75
Chiffre d'affaires	800	134823.70	24903.14	0.1	1.09	4.06
Coûts d'exploitatio	800	153090.10	15256.90	0.1	0.34	2.38
Surplus du produit	800	-10315.11	19988.36	-1.9	0.51	3.29
Subventions	800	7951.39	3872.64	0.4	0.93	2.23
Valeur ajoutée nett	800	15434.61	24132.93	1.5	0.72	3.38
Sur. prod. actual	80	-1108.30	2769.14	-2.5	-4.35	0.00
Subventions actual	80	778.96	1410.25	1.8	5.34	30.11
Val. aj. net actual	80	1489.63	2921.84	1.9	3.86	26.29

nette moyenne générée par la flottille japonaise représente 40% du revenu brut. Environ la moitié de cette valeur ajoutée est réexportée vers le Japon ;

(iv) la flottille américaine régresse de façon importante sur toute la période au niveau moyen de 36 unités (-17%). Les quantités débarquées en moyenne sont faibles et les résultats montrent que les navires américains ont en moyenne un surplus de production négatif, même s'ils génèrent une valeur ajoutée nette globalement analogue à celle générée par la flottille française. L'existence de pertes d'exploitation ne constituent pas pour la flottille américaine un handicap majeur dans la mesure où des transferts financiers existent entre le secteur commercial aux USA qui semble dégager d'importants bénéfices et le secteur de la production. La valeur ajoutée nette dégagée par l'armement américain est en quasi totalité répartie localement.

La figure 4 présente l'histogramme des fréquences observées du recrutement pour les 800 essais du modèle. La moyenne des recrutements correspond à la moyenne observée au cours des 19 années précédentes (482 millions d'individus recrutés). Les figures 5, 6 et 7 montrent la distribution des différentes variables autour des résultats moyens. La valeur ajoutée nette dégagée par la flottille américaine est négative dans 45% des cas contre seulement 36% pour la flottille française et 17% pour la flottille japonaise. La probabilité d'occurrence de surplus du producteur positif, même limité est de 56% pour la flottille française qui bénéficie ainsi pleinement des subventions d'exploitation et d'équipement ; cette probabilité est identique pour la flottille japonaise dont les surplus ramenés au navire individuel sont les plus importants. En revanche, la flottille américaine ne réalise des surplus positifs que dans 34% des situations. Une analyse de la dispersion des résultats montre que seuls les navires japonais ont une probabilité de surplus important, très significativement différente de la probabilité de pertes équivalentes.

La sensibilité des résultats à la variation aléatoire du recrutement sur longue période est illustrée par le tableau 5 et les figures 8 à 11. Lorsque la médiane de la loi de recrutement est abaissée de 25% par rapport à la valeur des 20 dernières années (387 millions d'individus), les quantités moyennes débarquées par an sont réduites de 20%. En terme d'aménagement, ce sont surtout les navires américains dont les pertes font plus que doubler. La croissance des flottilles française et japonaise est beaucoup plus faible que dans le premier cas et avec 72 navires présents en moyenne sur la zone, le surplus dégagé est globalement négatif. En terme de distribution de probabilités, la fréquence de très fortes pertes est largement supérieure pour la flottille américaine (dans 18% des cas, les pertes sont supérieures à 30 millions de francs alors que les gains ne sont supérieurs à 30 millions de francs que dans 3% des cas). Les surplus sont positifs dans moins de 40% des configurations pour les navires français et japonais, ces derniers réalisant un surplus voisin de celui de la flottille française subventionnée. La valeur ajoutée nette générée dans cette configuration du modèle est très inférieure (-60%) en particulier en raison des effets induits sur les activités d'aval par la baisse des captures.

4.3.2 Scénario 2 : Dynamique des flottilles hors subvention

L'accroissement de la différence entre le coût de revient réel d'un navire construit en métropole (prix chantier moins subventions d'équipement) et celui

d'un navire identique construit aux USA suggère que les armements feront de moins en moins appel à l'aide de l'Etat et/ou la CEE . Dans cette hypothèse qui ne concerne que la flottille française, une simulation des résultats moyens a été réalisée en supprimant les subventions d'équipement mais en considérant comme coût d'investissement le coût des navires américains (légèrement augmenté en raison de la mise en conformité avec les normes de navigation française). Le tableau 6 présente les résultats moyens. De manière logique, les résultats des flottilles japonaises et américaines sont peu affectées par cette mesure (ces flottilles améliorent légèrement leurs résultats mais restent en moyenne au même niveau de capacité). La dynamique de la flottille française est en revanche sensiblement modifiée : l'accroissement moyen en nombre de navires reste modéré (+20%) mais le surplus global est positif en l'absence de subvention. Ce résultat suggère que les subventions entraînent un accroissement trop important des capacités de production en facilitant l'investissement même lorsque les résultats financiers des armements sont insuffisants. En d'autres termes, le surcoût en capital généré par la politique d'aide à l'investissement et la baisse globale de productivité moyenne qui en résulte n'est pas toujours compensée par un revenu marginal équivalent. En matière de dispersion des résultats, l'absence de subventions réduit la fréquence des surplus importants mais également la fréquence des pertes importantes (figure 12).

4.3.3. Scénario 3 : Francisation de la flottille japonaise

Le scénario de francisation de la flottille japonaise (effectif depuis le milieu de l'année 1986) est basée sur l'hypothèse d'une intégration totale des navires japonais à l'armement français. Les coûts de production et l'efficacité moyenne supposée sont ceux des navires de la flottille française ; compte-tenu du caractère récent de cette opération, il n'a pas été vraiment possible de confirmer ces hypothèses, justifiées par certains indices :

(i) les données d'efficacité sur la période récente montrent que les navires français se sont systématiquement rapprochés des résultats des navires japonais, la francisation ouvre en principe à ces derniers l'accès temporaire aux fonds de moins de 30 mètres, ce qui devrait accroître la proportion de P. subtilis dans leurs captures ;

(ii) les coûts en capital deviennent en principe identiques puisque tous les navires battant pavillon français sont éligibles aux aides communautaires ;

(iii) les coûts salariaux tendent à se rapprocher par suppression progressive des japonais expatriés embarqués et par généralisation aux navires francisés de la réglementation française en matière de droit du travail et de protection sociale.

L'impact de la francisation a été testé de deux manières différentes, avec et sans subventions (respectivement tableaux 7 et 8). Dans les deux cas, la capacité moyenne globale de capture à long terme ne change pas significativement. La dispersion des résultats en termes de surplus des producteurs reste très importante. Il faut souligner que si l'importance de la flottille française est plus grande en présence d'aides à l'investissement, la valeur ajoutée nette générée est plus importante en l'absence de subvention

Tableau 6 : Résultats moyens simulation 1 - Scénario 2
(hors subventions) - Quantités en Tonnes - Valeurs en
millions de FF 86 - Durée 10 ans - 80 essais.

Flottille française

Variable	Ech	Moyenne	Ec-Type	Coef. Var	Skew	Curtosis
Nombre de bateaux	800	25.22	5.15	0.2	1.32	6.43
Recrutement	800	477.33	204.03	0.4	0.55	2.56
Quantite debarquee	800	774.68	352.07	0.4	0.72	3.03
Chiffre d'affaires	800	54872.89	24860.93	0.4	0.71	3.00
Coûts d'exploitatio	800	54284.07	11178.90	0.2	1.21	6.09
Surplus du produit	800	588.80	20015.68	33.9	0.48	2.71
Subventions	800	0.00	0.00	0.2	1.32	6.44
Valeur ajoutée nett	800	10919.18	23724.69	2.1	0.56	2.76
Sur. prod. actual	80	546.02	3816.69	6.9	0.16	2.81
Subventions actual	80	0.00	0.00	0.1	0.58	3.87
Val. aj. net actual	80	10662.88	5309.22	0.5	0.30	3.19

Flottille japonaise

Variable	Ech	Moyenne	Ec-Type	Coef. Var	Skew	Curtosis
Nombre de bateaux	800	13.99	2.46	0.1	0.59	4.86
Recrutement	800	477.33	204.03	0.4	0.55	2.56
Quantite debarquee	800	637.76	287.94	0.4	0.68	2.87
Chiffre d'affaires	800	49587.16	22339.12	0.4	0.67	2.87
Coûts d'exploitatio	800	42485.47	8434.35	0.2	0.58	3.70
Surplus du produit	800	7101.64	16637.49	2.3	0.55	2.74
Subventions	800	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
Valeur ajoutée nett	800	21110.79	21554.45	1.0	0.61	2.75
Sur. prod. actual	80	7003.71	3683.55	0.5	0.07	2.76
Subventions actual	80	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
Val. aj. net actual	80	20872.84	5859.93	0.2	0.03	2.84

Flottille américaine

Variable	Ech	Moyenne	Ec-Type	Coef. Var	Skew	Curtosis
Nombre de bateaux	800	36.39	4.16	0.1	-0.10	0.00
Recrutement	800	477.33	204.03	0.4	0.55	2.56
Quantite debarquee	800	1056.50	459.51	0.4	0.62	2.79
Chiffre d'affaires	800	65053.08	28307.61	0.4	0.62	2.79
Coûts d'exploitatio	800	70245.71	9634.71	0.1	0.32	2.75
Surplus du produit	800	-5192.64	21929.42	-4.2	0.53	2.62
Subventions	800	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
Valeur ajoutée nett	800	11857.99	28149.63	2.3	0.58	2.68
Sur. prod. actual	80	-5393.44	4394.28	-0.8	-0.08	0.00
Subventions actual	80	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
Val. aj. net actual	80	11913.37	6313.85	0.5	-0.00	0.00

TOTAL

Variable	Ech	Moyenne	Ec-Type	Coef. Var	Skew	Curtosis
Nombre de bateaux	800	75.60	10.01	0.1	0.18	1.78
Recrutement	800	1432.00	204.03	0.1	0.55	2.56
Quantite debarquee	800	2468.94	411.98	0.1	0.94	3.71
Chiffre d'affaires	800	169513.10	26089.69	0.1	0.75	3.14
Coûts d'exploitatio	800	167015.20	15023.74	0.0	0.38	2.59
Surplus du produit	800	2497.80	20281.31	8.1	0.33	2.66
Subventions	800	0.00	0.00	0.4	0.92	2.24
Valeur ajoutée nett	800	43887.96	25055.35	0.5	0.49	2.76
Sur. prod. actual	80	2156.29	6437.77	2.9	-0.10	0.00
Subventions actual	80	0.00	0.00	0.4	0.78	1.71
Val. aj. net actual	80	43449.09	7403.10	0.1	0.22	2.79

Tableau 7 : Dynamique des flottilles après francisation des navires japonais

Flottille française

Variable	Ech	Moyenne	Ec-Type	Coef. Var	Skew	Curtosis
Nombre de bateaux	800	41.34	10.19	0.2	0.80	3.23
Recrutement	800	475.58	206.03	0.4	0.53	2.55
Quantite debarquee	800	1241.36	592.63	0.4	0.84	3.35
Chiffre d'affaires	800	87925.78	41780.27	0.4	0.82	3.32
Coûts d'exploitatio	800	89328.52	21849.28	0.2	0.71	3.01
Surplus du produit	800	11909.09	32861.70	2.7	0.46	2.77
Subventions	800	13311.88	3282.23	0.2	0.80	3.23
Valeur ajoutée nette	800	15197.43	39233.54	2.5	0.48	2.79
Sur. prod. actual	80	11887.58	7585.58	0.6	-0.00	0.00
Subventions actual	80	12889.54	1713.59	0.1	-0.13	0.00
Val. aj. net actual	80	15140.06	9137.97	0.6	0.00	2.46

Flottille américaine

Variable	Ech	Moyenne	Ec-Type	Coef. Var	Skew	Curtosis
Nombre de bateaux	800	36.77	4.46	0.1	-0.20	0.00
Recrutement	800	475.58	206.03	0.4	0.53	2.55
Quantite debarquee	800	1064.92	479.71	0.4	0.63	2.87
Chiffre d'affaires	800	65820.31	29664.84	0.4	0.63	2.88
Coûts d'exploitatio	800	70977.74	10565.66	0.1	0.28	2.72
Surplus du produit	800	-5157.44	22464.96	-4.3	0.48	2.69
Subventions	800	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
Valeur ajoutée nette	800	12062.37	28966.00	2.4	0.55	2.77
Sur. prod. actual	80	-5026.66	5110.16	-1.0	-0.04	0.00
Subventions actual	80	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
Val. aj. net actual	80	12542.09	7417.72	0.5	0.05	2.43

TOTAL

Variable	Ech	Moyenne	Ec-Type	Coef. Var	Skew	Curtosis
Nombre de bateaux	800	81.11	18.27	0.2	-0.23	0.00
Recrutement	800	1426.75	206.03	0.1	0.53	2.55
Quantite debarquee	800	2443.14	655.50	0.2	0.76	3.00
Chiffre d'affaires	800	164430.40	44018.00	0.2	0.89	3.41
Coûts d'exploitatio	800	169424.50	37069.92	0.2	-0.05	0.00
Surplus du produit	800	8317.75	24121.99	2.9	0.94	5.00
Subventions	800	13311.88	6555.16	0.4	0.99	2.43
Valeur ajoutée nette	800	31839.31	28635.73	0.9	0.95	4.66
Sur. prod. actual	80	8459.38	8748.07	1.0	0.60	3.33
Subventions actual	80	12889.53	6156.20	0.4	0.79	1.73
Val. aj. net actual	80	32303.32	8158.14	0.2	0.76	2.81

Tableau 8 : Francisation des navires japonais
Absence de subvention.

Flottille française

Variable	Ech	Moyenne	Ec-Type	Coef. Var	Skew	Kurtosis
Nombre de bateaux	800	37.84	8.90	0.2	1.19	4.64
Recrutement	800	495.57	206.65	0.4	0.48	2.51
Quantite debarquee	800	1210.57	544.97	0.4	0.72	3.23
Chiffre d'affaires	800	85893.34	38470.63	0.4	0.70	3.17
Coûts d'exploitatio	800	82030.41	19007.70	0.2	1.02	4.19
Surplus du produit	800	3863.01	38847.71	7.9	0.29	2.75
Subventions	800	0.01	0.00	0.2	1.19	4.64
Valeur ajoutée nett	800	19938.85	36442.80	1.8	0.43	2.73
Sur. prod. actual	80	4114.82	6278.80	1.5	0.14	3.09
Subventions actual	80	0.01	0.00	0.1	0.41	2.77
Val. aj. net actual	80	19896.64	8848.72	0.4	0.15	3.03

Flottille américaine

Variable	Ech	Moyenne	Ec-Type	Coef. Var	Skew	Kurtosis
Nombre de bateaux	800	37.55	4.13	0.1	-0.25	0.00
Recrutement	800	495.57	206.65	0.4	0.48	2.51
Quantite debarquee	800	1157.24	494.96	0.4	0.53	2.68
Chiffre d'affaires	800	71624.68	30632.12	0.4	0.53	2.68
Coûts d'exploitatio	800	73477.62	10185.95	0.1	0.20	2.79
Surplus du produit	800	-1352.95	23399.04	-12.6	0.46	2.57
Subventions	800	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
Valeur ajoutée nett	800	16728.25	30196.41	1.8	0.51	2.62
Sur. prod. actual	80	-1752.27	5012.24	-2.8	0.06	2.89
Subventions actual	80	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
Val. aj. net actual	80	17120.06	7388.16	0.4	0.08	2.94

TOTAL

Variable	Ech	Moyenne	Ec-Type	Coef. Var	Skew	Kurtosis
Nombre de bateaux	800	70.39	17.31	0.2	-0.33	0.00
Recrutement	800	1486.70	206.65	0.1	0.48	2.51
Quantite debarquee	800	2513.89	649.44	0.2	0.60	2.56
Chiffre d'affaires	800	168941.30	43076.27	0.2	0.69	2.83
Coûts d'exploitatio	800	164793.20	34776.31	0.2	-0.21	0.00
Surplus du produit	800	4148.16	22586.85	5.4	0.47	4.28
Subventions	800	0.01	0.00	0.4	0.98	2.45
Valeur ajoutée nett	800	41985.60	28176.66	0.6	0.97	4.22
Sur. prod. actual	80	4518.22	5259.01	1.1	0.21	4.47
Subventions actual	80	0.01	0.00	0.4	0.81	1.81
Val. aj. net actual	80	42357.98	9188.84	0.2	0.65	2.63

parce que dans ce dernier cas, la part des captures américaines étant plus importante, le taux d'utilisation de la capacité de transformation à terre est plus important.

4.3.4. Synthèse des premiers résultats

Plusieurs enseignements peuvent être tirés de l'analyse des résultats des simulations réalisées, sans s'attacher à la valeur absolue des résultats des évaluations :

(i) quel que soit le scénario adopté, il semble possible sur longue période de dégager des surplus à partir de la pêcherie crevette à un niveau supérieur au niveau généralement évoqué par les diverses institutions responsables. La politique de francisation, le maintien ou la suspension des subventions n'ont d'effets véritables que sur la répartition des capacités de capture entre les flottilles ;

(ii) les résultats moyens masquent une très grande variabilité des résultats à court terme, variabilité partiellement affectée par les différents scénarii. La réduction des capacités de capture n'entraîne probablement pas de réduction de cette variabilité, sauf à dimensionner la flottille pour le plus bas niveau de recrutement observable. La stratégie des armateurs devra se déterminer en fonction de l'aptitude de leurs dirigeants à gérer ces risques et de leur capacité financière à supporter des pertes sur de plus ou moins longues périodes. A cet égard, la perception qu'ont les armements des comportements probables de leurs concurrents semble déterminante ;

(iii) en terme de valeur ajoutée nette créée, les résultats sont sensiblement différents et plus délicats à interpréter. La politique de francisation conduit à une réduction de la valeur ajoutée générée par la pêcherie en partie parce que la manque de valeur ajoutée générée par la flottille japonaise n'est pas intégralement compensée par un surcroît de la valeur ajoutée française (en particulier parce que la part des rémunérations devient moins importante). Par ailleurs, l'absence de subventions, en rétablissant partiellement les conditions de la concurrence face aux navires américains, induit un accroissement de leurs débarquements qui entraîne à son tour une hausse de la valeur ajoutée nette créée, essentiellement dans le secteur de la transformation (par hypothèse on suppose que l'armement américain continue de viser le marché nord américain).

4.4. Limitation des capacités de captures

Les simulations réalisées dans le chapitre précédent analysent la situation d'accès libre à partir du postulat habituel du comportement du producteur : la maximisation du profit et de la rente individuelle. L'analyse dynamique utilisée souligne l'écart entre une situation de maximisation statique (où aucune flottille n'accepterait instantanément de perdre de l'argent) et la situation résultant des décisions successives d'allocation d'effort

dans un contexte incertain. En situation d'accès libre, les niveaux de rémunération élevés induits par les années de fort recrutement encouragent les armateurs existants à accroître leurs investissements et attirent de nouveaux navires. Cette augmentation des capacités de captures n'a pas d'impact à long terme sur l'état du stock (sauf sans doute à partir de niveaux très élevés de l'effort) puisque la mortalité naturelle des crevettes est quasi totale après un an passé dans la pêcherie et qu'il n'y a pas (semble-t-il) de relation stock-recrutement. En revanche, cette intensification de l'effort va entraîner, lors des années de faible recrutement, une intensification de la concurrence entre les producteurs et une chute très importante des taux de capture et de profit, éventuellement au delà du niveau qui suffit juste à couvrir les coûts de production et d'investissement. Les armateurs auront alors tendance à réduire leur investissement (pour se procurer par exemple un minimum de trésorerie) mais la sortie de la pêcherie guyanaise est plus problématique que l'entrée dans la mesure où les zones voisines sont soumises à des procédures de limitation de l'accès.

La gestion à long terme de la pêcherie guyanaise rend nécessaire d'enrayer ce processus. La démarche devient alors nécessairement normative puisque que le caractère optimal de l'objectif recherché ne peut être soumis à une vérification empirique : les niveaux d'exploitation sont déduits d'une construction logique qui dépend exclusivement de la norme d'optimalité choisie, des hypothèses simplificatrices retenues et de la validité des données disponibles.

Pour briser le processus de sur-investissement résultant, en situation d'accès libre, du caractère aléatoire de l'abondance, plusieurs méthodes peuvent être envisagées (limitation du nombre de navires, taxation proportionnelle de l'investissement, ...) qui toutes tendent à réduire le nombre de degrés de liberté du système. Les conséquences sont obtenues à deux niveaux :

(i) la dynamique de l'investissement est contrôlée soit parce que la limitation du nombre de navires empêche les armements de réaliser des sur-profits instantanés, soit parce que les éventuels sur-profits sont prélevés par l'instance chargée de l'aménagement ;

(ii) la variabilité des résultats économiques des flottilles (surplus, valeur ajoutée) est atténuée, ce qui permet en principe aux armements d'améliorer leurs anticipations de revenus et éventuellement de mieux planifier leur développement malgré les incertitudes.

Bien que le modèle informatique disponible fournisse une large gamme de possibilités pour réduire l'autonomie du système, la principale difficulté correspond à la formulation et au choix d'un système de règles. La limitation de l'accès des navires à la pêcherie guyanaise peut, par exemple, revêtir des aspects très différents selon que l'on choisit de limiter la capacité globale sous forme d'un nombre total de navires ou de limiter le nombre de navires pour chacune des flottilles, voire pour chacun des armements. La première alternative laisse se dérouler librement les stratégies de concurrence des armements à l'intérieur du cadre fixé. Dans le deuxième cas, le degré de liberté du système est encore plus réduit et oblige chaque flottille (ou chaque armement) à abandonner partiellement ses objectifs d'expansion pour des

objectifs internes à l'entreprise comme la diminution des coûts de production ou la recherche de débouchés plus rémunérateurs.

Afin d'illustrer les possibilités d'aménagement de la pêcherie, des simulations ont été réalisées en limitant le nombre total de navires autorisés pour toute la période considérée. Les conditions de l'exploitation sont maintenues inchangées par rapport à la situation du début 1987, c'est-à-dire (i) que la flottille japonaise est francisée et n'apparaît plus séparément, (ii) que l'attribution des licences se fait en privilégiant la flottille française (le nombre de navires américains est déterminé soit par les résultats de l'année précédente soit par différence entre le nombre de licences et le nombre de navires français (1)), (iii) qu'il existe, en dehors des deux flottilles dominantes, un groupe fluctuant de 3 à 5 bateaux de type artisan dont l'efficacité est faible mais dont le nombre varie peu, et enfin (iv) que l'armement américain présente d'importantes facilités d'investissement et de désinvestissement tant qu'il garde au moins une ou deux unités d'environ 13 à 15 navires sur la zone. Cela conduit à accepter des dépassements ponctuels du niveau d'effort maximal puisque les informations disponibles suggèrent qu'il serait impossible à l'armement américain de conserver son implantation en Guyane avec moins d'une quinzaine de navires.

Trois séries de scénarii d'aménagement sont présentés à titre d'illustration ci-après :

(a) dans un premier temps, le nombre maximum de navires présents sur la zone est fixé à 75 pour toute la période et la limite inférieure de nombre de navires américains est estimée à 15 ou à 24 navires ;

(b) la deuxième série place la pêcherie dans le cadre d'une réglementation très sévère du nombre de navires (55 navires dont au moins 14 américains) ;

(c) enfin la pêcherie est simulée pour différents niveaux fixes des flottilles française et américaine. Le choix des niveaux résulte de l'examen prospectif de la pêcherie, compte-tenu des objectifs affichés du IXème Plan (la moitié au moins des navires doit battre pavillon français).

4.4.1. Limitation du niveau global de capacité de captures

Les résultats obtenus confirment assez largement un certain nombre d'hypothèses dérivées de l'analyse de la situation d'accès libre. Les tableaux 9 et 10 synthétisent les résultats des scénarii (a) et (b) :

- en limitant à un nombre relativement faible le nombre total de navires qu'il est possible de maintenir sur la zone, le surplus des producteurs se trouve en grande partie amélioré (le surplus individuel fait plus que doubler dans le scénario (b) par rapport au scénario (a)). Ce résultat s'explique par la limitation plus stricte de l'investissement et donc par la diminution relative des coûts fixes de production ;

(1) Les résultats de l'année t donnent, pour l'année t+1, le nombre de navires français ($N_F(t+1)$) et américains ($N_A(t+1)$). Si $N_A(t+1) + N_F(t+1) > LICENCES$, alors le nombre de navires américains devient $N_A(t+1) = LICENCES - N_F(t+1)$.

	Moyenne	6	Coef. Variatior
FRANCE			
Nombre de navires	42.06 (37.95)	10.58 (9.16)	0.25 (0.24)
Surplus du producteur	18308 (7064)	34973 (32243)	1.91 (4.56)
Subventions	13542 (0)	3405 (0)	0.25 (0)
VAN	30865 (31758)	56482 (51447)	1.83 (1.62)
USA			
Nombre de navires	31.63 (34.46)	6.38 (6.86)	0.20 (0.19)
Surplus du producteur	-247.88 (193.69)	20791 (22549)	-83.8 (116.4)
Subventions	0 (0)	0 (0)	0 (0)
VAN	27777 (29785)	48054 (49145)	1.73 (1.65)
TOTAL			
Nombre de navires	76.69 (75.41)	17.99 (17.05)	0.23 (0.22)
Quantités débarquées	2510 (2508)	692 (672)	0.27 (0.27)
Surplus du producteur	20340 (9685)	24984 (23002)	1.22 (2.37)
VAN	64142 (67235)	42975 (41013)	0.67 (0.61)

Tableau 9 : Résultats moyens des simulations sur 10 ans (80 essais)

Limite globale de principe : 75

Limite inférieure des navires américains : 24

Limite supérieure des navires français : 71

Les valeurs () présentent les résultats des simulations en l'absence de subvention.

	Moyenne	6	Coef. Variation
FRANCE			
Nombre de navires	40.02 (38.46)	5.86 (5.92)	0.14 (0.15)
Surplus du producteur	29535 (17578)	37695 (37118)	1.27 (2.11)
Subventions	12886 (0)	1885 (0)	0.14 (0)
VAN	36270 (36567)	45234 (44591)	1.24 (1.22)
USA			
Nombre de navires	14.41 (14.58)	1.07 (1.31)	0.07 (0.08)
Surplus du producteur	3756 (4035)	10839 (11315)	2.88 (2.80)
Subventions	0 (0)	0 (0)	0 (0)
VAN	12146 (12587)	14142 (14810)	1.16 (1.17)
TOTAL			
Nombre de navires	57.43 (56.04)	15.86 (15.17)	0.27 (0.27)
Quantités débarquées	2180.42 (2143)	682.65 (662.95)	0.31 (0.31)
Surplus du producteur	37273 (25687)	25805 (23445)	0.69 (0.91)
VAN	56097 (56955)	30294 (30103)	0.54 (0.52)

Tableau 10 : Résultats moyens des simulations sur 10 ans (80 essais)

Limite globale de principe : 55

Limite inférieure des navires américains : 14

Limite supérieure des navires français : 51

Les valeurs () concernent les simulations en l'absence de subvention.

- à l'inverse, la valeur ajoutée nette est globalement plus importante dans le scénario (a) à la fois parce que les navires américains peuvent être plus nombreux et parce que les quantités capturées sont plus importantes ;
- la variabilité des résultats est systématiquement moins grande lorsque le nombre des navires est strictement limité. L'absence de subventions ne modifie pas considérablement les résultats mais agit toujours dans le sens d'un accroissement de la valeur ajoutée nette ;
- les deux scénarii conduisent à un niveau de capacité de capture voisin de 40 navires pour la flottille française. Bien que le modèle utilisé ne soit en aucun cas un algorithme d'optimisation, il est possible de considérer qu'à partir de ce niveau de capacité de capture, les conditions de productivité et les résultats globaux donnent un avantage quelconque aux navires américains (probablement parce qu'ils peuvent supporter des pertes au niveau de la production ce que ne peuvent faire les armements français) par rapport aux navires français.

4.4.2. Limitation des capacités de capture par flottille

Les résultats des simulations suggèrent que, en situation d'accès libre, la pêche est en mesure de supporter en moyenne entre 75 et 80 navires, le nombre total de licences dans les simulations a été fixé à 77, réparties selon les cas :

(C₁) - à égalité entre américains et français, ce qui donne 37 navires à chaque flottille et trois navires annexes. Cette répartition semble la plus probable à court terme puisque (i) elle satisfait aux exigences du IX^{ème} plan et (ii) elle correspond pratiquement à la situation actuelle ;

(C₂) - dans une proportion assurant à la flottille américaine 40% des capacités totales de captures, soit 31 navires américains, 43 français et 3 divers ;

(C₃) - dans une proportion assurant à la flottille française les deux tiers des capacités totales de captures, soit 50 navires français, 24 américains et 3 navires divers.

Le tableau 11 présente les résultats selon les différentes structures imposées aux flottilles crevettières. Les évaluations montrent que :

- les résultats économiques des flottilles sont très sensibles à la répartition des droits d'accès. La situation C₂ conduit au maximum de valeur ajoutée nette et de surplus des producteurs, au niveau global et au niveau moyen individuel ;
- les pertes de degrés de liberté du système entraînent une réduction des coefficients de variations observés sur les résultats ; cela se fait au prix d'une réduction des bénéfices des producteurs et de la valeur ajoutée nette globale, essentiellement parce que, si le système évite aux navires de subir des pertes trop importantes les années de faible recrutement, il empêche également les flottilles les plus performantes de profiter pleinement des années de fort recrutement ;

	SCENARIO C1		SCENARIO C2		SCENARIO C3	
	Résultats	Coefficient de variation	Résultats	Coefficient de variation	Résultats	Coefficient de variation
FLOTTILLE FRANÇAISE						
Surplus total	37	0	43	0	50	0
Surplus/navire	13707	2.13	20454	1.7	17706	2.2
Surplus hors subventions	370	-	475	-	354	-
Valeur ajoutée nette	1793	-	6609	-	1606	-
VAN/navire	17249	2.03	25459	1.6	22381	2.1
Quantité	466	-	592	-	446.42	-
	1158	0.42	1422	0.4	1551	0.4
FLOTTILLE USA						
Nombre	37	0	31	0	24	0
Surplus total	-3528	6.35	-84.1	23.8	-1979	7.4
Surplus/navire	-95	-	-1.8	-	-82.4	-
Valeur ajoutée nette	14277	2.03	15674	1.6	9635	1.9
VAN/navire	386	-	568	-	401.4	-
Quantité	1103	0.42	983	0.4	719	0.4
TOTAL						
Nombre	77	0	77	0	77	0
Surplus total	12003	1.88	22723	0.9	17575	1.4
Surplus/navire	155.8	-	295	-	228	-
Valeur ajoutée nette	36439	0.75	46730	0.4	36899	0.80
VAN/navire	473	-	607	-	479	-
Quantité	2403	0.25	2555	0.2	2411	0.3

Tableau 11 : Résultats des simulations avec un nombre de licences fixé pour chaque flottille (10 ans, 80 essais).

la mise en place d'un système de licence devrait s'accompagner d'une procédure très stricte permettant les transferts de licences entre armements et d'un suivi permanent de la nature de l'effort de pêche et de l'efficacité des navires. Pour un nombre de navires total constant, le niveau de richesse créée par exemple varie considérablement avec l'accroissement trop important de l'effort de pêche français : les transferts de licences entre flottilles devront être strictement contrôlés et un rapprochement des stratégies de pêche et des efficacités des navires devrait entraîner le retrait de certaines unités ;

- compte-tenu des hypothèses retenues, de la flottille américaine risque de s'engager dans un processus de réduction brutale de façon à se rapprocher de la situation "la moins pire" en termes de profit (situation C_2). Ce "manque" de bateaux constituerait alors une réserve attirante pour les armements français qui entreraient en concurrence, soit pour les acheter, soit pour trouver les liquidités nécessaires à cet achat.

V - CONCLUSION

La démarche suivie pour l'utilisation du modèle a consisté à accroître progressivement les contraintes pesant sur les capacités de capture et les flottilles. Cette approche permet de dégager deux types de conclusions :

- au niveau pratique, il paraît opportun que l'aménagement de la pêcherie crevettière de Guyane française repose sur un système généralisé de licences de pêche, global ou par flottille, établi pour une période suffisamment longue. Si les licences sont attribuées globalement, un système de répartition initiale et de transfert entre les flottilles américaine et française devra être élaboré en fonction de ou des objectifs d'aménagement retenus. Dans l'hypothèse où un nombre de licences serait attribué à chacune des deux flottilles, un système permettant les transferts entre armement devra être élaboré. Il est important de souligner que la deuxième stratégie évite les écarts (pertes et gains) par rapport au revenu moyen mais n'est pas de nature à maximiser la rente et/ou la valeur ajoutée nette sur la pêcherie. Les résultats des simulations montrent que la pêcherie peut globalement supporter sur longue période un effort équivalent à 75 ou 80 navires de type actuel, le manque à gagner subi les années de fort recrutement étant en moyenne compensé par la réduction de l'ampleur des pertes lors des années de faible recrutement. Le maintien d'une proportion significative de navires américains permet toujours d'accroître la valeur ajoutée nette dégagée par la pêcherie et la part de celle-ci restant en Guyane : il ne paraît pas opportun de réduire cette flottille en deçà d'une trentaine de navires (sous réserve que leurs apports suffisent à justifier l'existence d'une usine de traitement, même de capacité réduite). La suppression des systèmes d'aide à l'investissement pour les armements français perturbe généralement peu la dynamique du système de pêche guyanais : elle permet de rétablir partiellement les conditions de concurrence entre les flottilles américaine et française, mais les ajustements qui en résultent ne portent que sur une faible proportion des capacités de capture (variations de taille moyenne des flottilles inférieures à 5%).

- au niveau théorique, l'analyse permet de décrire sous forme matricielle l'évolution des flottilles en univers incertain (tableau 12).

		Degrés de liberté laissé au système	
		Faible	Elevé
Incertitudes et Risques	Faibles ou prévisibles	Rente de situation (Liquidités croissantes)	Evolution vers la surcapitalisation
	Elevés	Réduction de la variabilité des résultats (Exploitation non optimale).	Opportunisme (Forte variabilité)

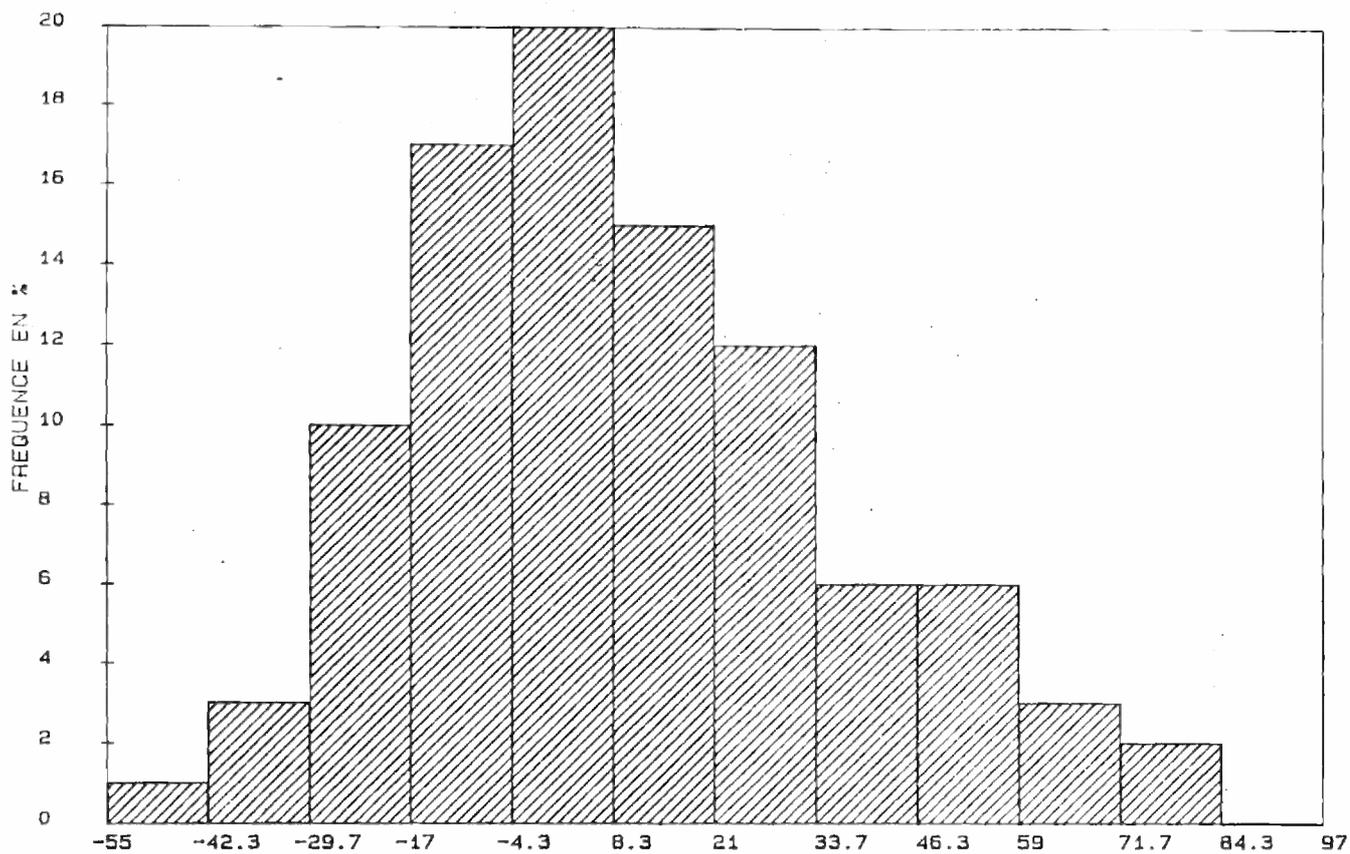
Tableau 12 : Matrice des risques/contraintes d'une pêcherie

La caractérisation et l'évolution des conditions d'exploitation des flottilles varient entre les quatre cases de la matrice risques/contraintes. La flottille crevette pour laquelle les incertitudes sont élevées, s'est trouvée placée dans la situation de la case 4 de la matrice. La forte variabilité pousse, dans ces conditions, le système à sélectionner les flottilles les plus opportunistes en générant des phénomènes de surcapitalisation marginaux. Le renforcement des contraintes exercées sur le système entraîne la réduction de la variabilité des résultats mais aussi une baisse des résultats moyens, qui témoigne de l'impossibilité d'exploiter une pêcherie fluctuante à son optimum économique (simplement parce que le capital est d'autant moins mobile que les contraintes sont fortes). La réduction du nombre de degrés de liberté tend aussi à privilégier les investisseurs les plus réfractaires au risque, et à pénaliser ceux dont la stratégie est basée sur l'opportunité de faibles fréquences de gains très élevés. L'éloignement par rapport à des solutions maximisantes (absence d'optimalité) conduit nécessairement l'instance chargée de l'aménagement à choisir des solutions médianes qui conduisent en particulier à générer une valeur ajoutée nette assez éloignée de ce qui pourrait être considéré comme socialement souhaitable. Cela souligne le rôle régulateur (ou dérégulateur) du système bancaire et du secteur de la transformation : le premier fixe, par l'établissement d'un niveau acceptable d'endettement (implicite ou explicite), les limites dans lesquelles peuvent varier les pertes cumulées de chaque armement (et donc de chaque flottille) ; le second, en prélevant une part plus ou moins importante de la rente limite partiellement le développement des flottilles mais pèse sur les décisions des pouvoirs publics en tant que fort consommateur de valeur ajoutée (salaires).

Il faut souligner une nouvelle fois que les résultats donnés par le modèle ne sont eux-mêmes pas exempts d'incertitudes, en particulier liées aux erreurs commises dans l'évaluation des paramètres de base. Les efforts de recherche permettant d'affiner les résultats devraient porter sur l'amélioration des statistiques de capture et des paramètres biologiques des espèces, sur l'établissement de relations entre l'effort de pêche et la mortalité par pêche et entre la capturabilité et l'abondance ; il paraît également essentiel d'améliorer la connaissance des stratégies des armements et de leurs comportements en matière d'investissement. A plus long terme, si l'analyse des mécanismes déterminant le niveau du recrutement peut constituer un enjeu de la recherche, la faible probabilité de pouvoir le contrôler renforce l'intérêt d'améliorer la connaissance de son niveau absolu afin de rendre plus fiable la distribution de probabilité retenue dans le modèle.

Alors que les incertitudes dérivant du caractère aléatoire du recrutement sont potentiellement réductibles (et aménageables), les imperfections du marché international des crevettes constituent un des principaux handicaps à la prise de décision. Il paraît impossible de prévoir les prix des crevettes au delà du très court terme, parce que (i) l'offre potentielle aquacole est mal connue mais probablement importante, (ii) la proportion des économies d'échelle encore réalisables en aquaculture et en pêche est inconnue, et (iii) la demande internationale, bien que soutenue, ne présente plus un taux d'accroissement important. Cette constatation suggère qu'il n'est pas opportun, à moyen et long terme, de ne privilégier que les stratégies de commercialisation à destination de l'Europe.

ANNEXE 1 : FIGURES



Surplus du producteur X 1000000 Flot. Francaise

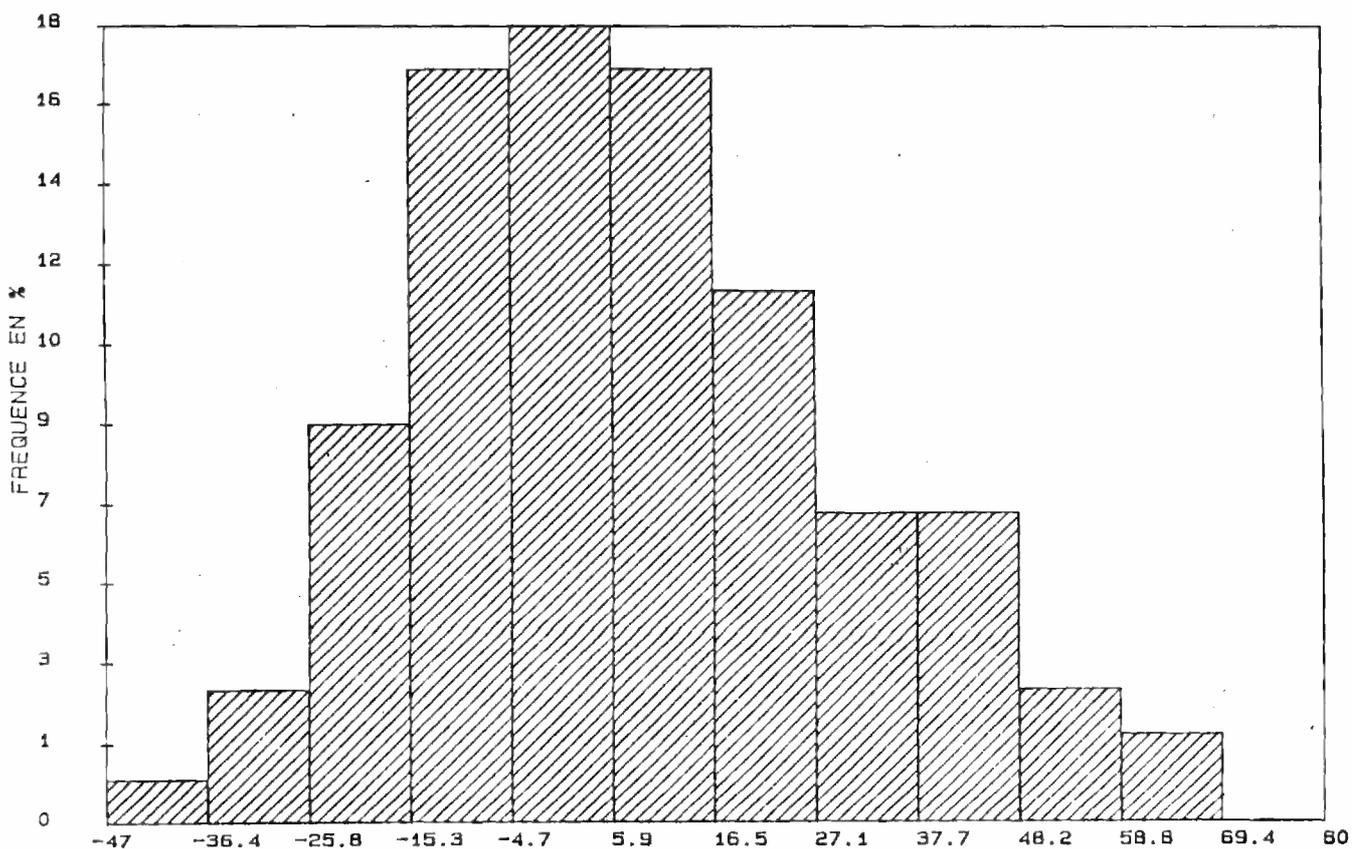
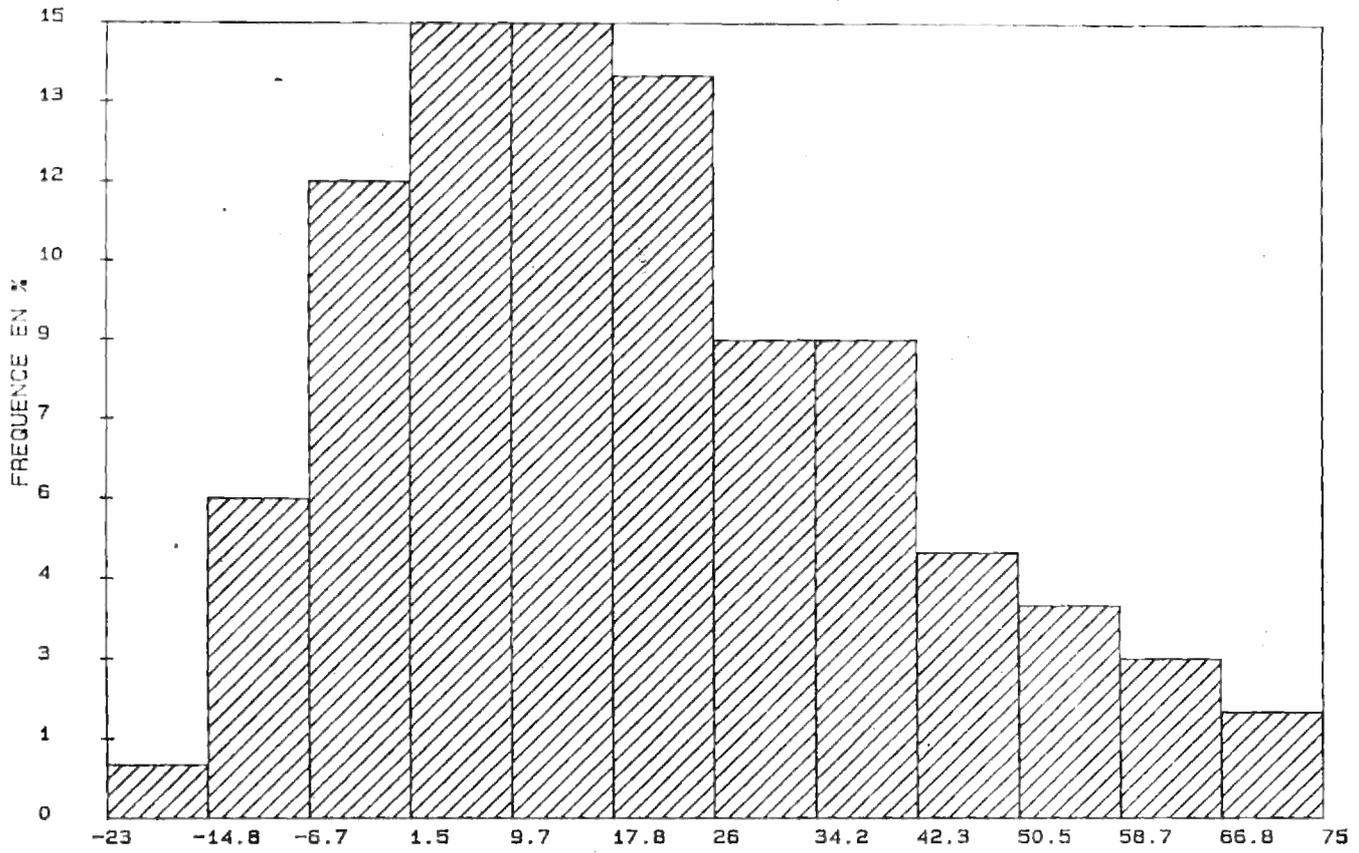


FIGURE 1



Surplus du producteur X 1000000 Flot. Japonaise

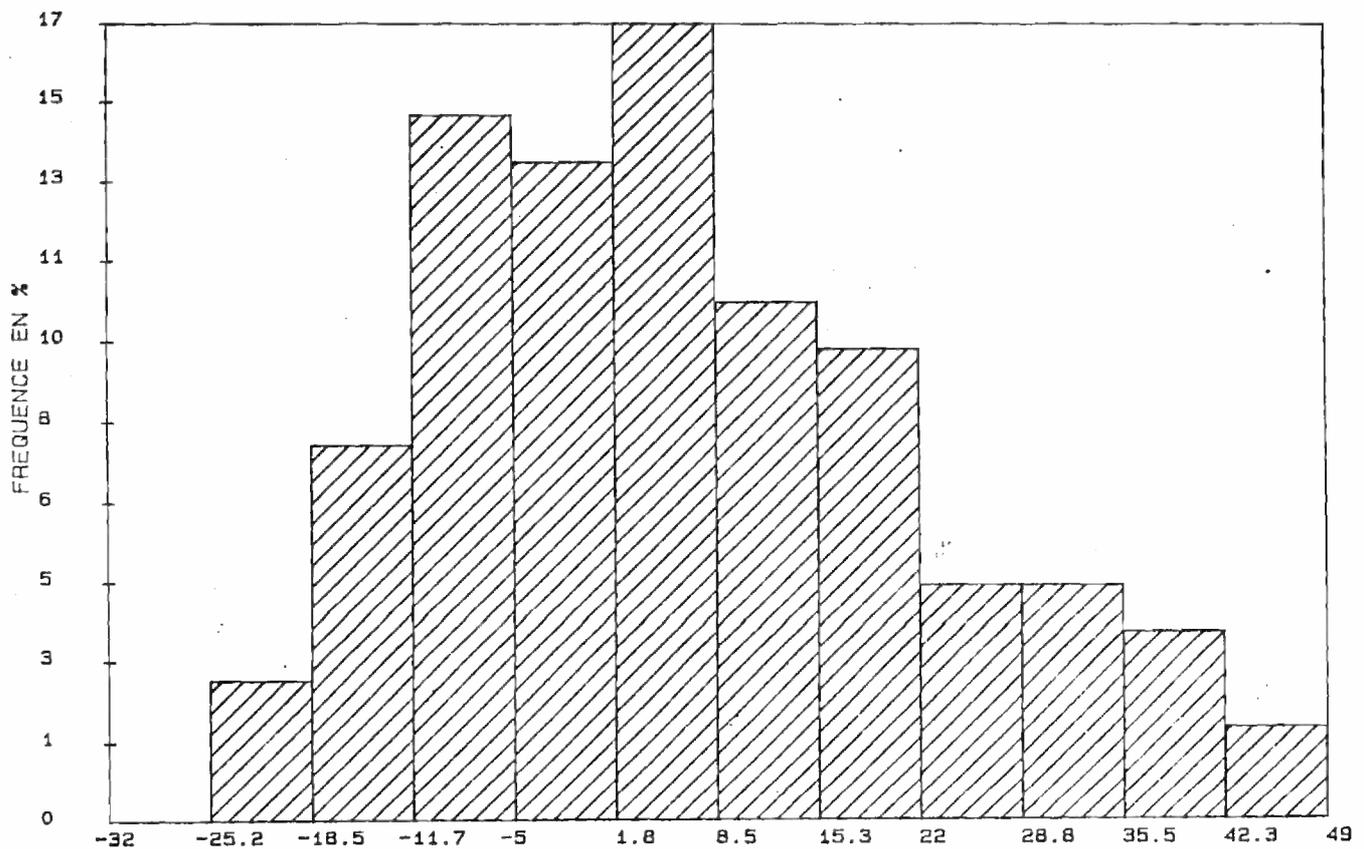
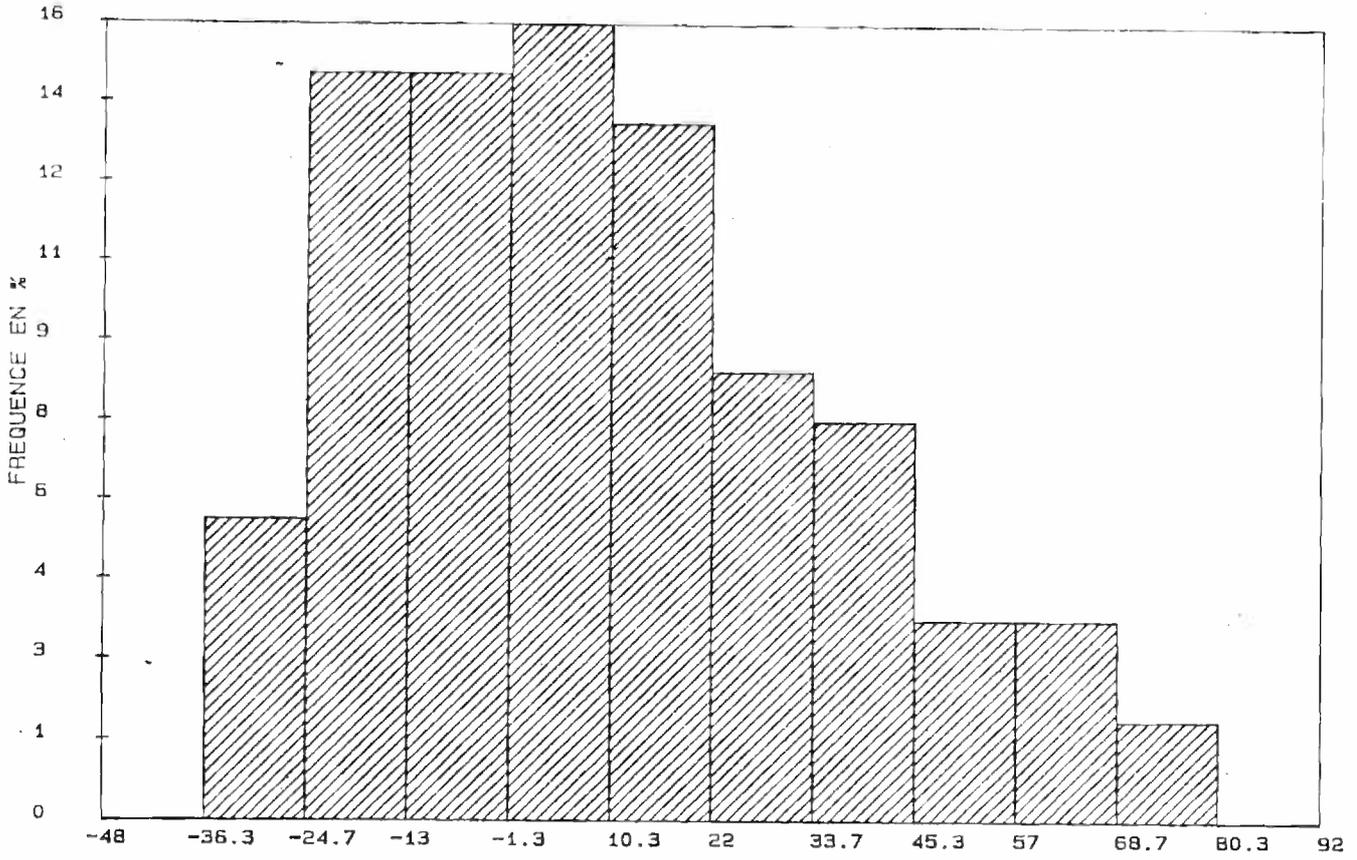


FIGURE 2

Val. aj. nette X 1000000 Flot. Americaine



Surplus du producteur X 1000000 Flot. Americaine

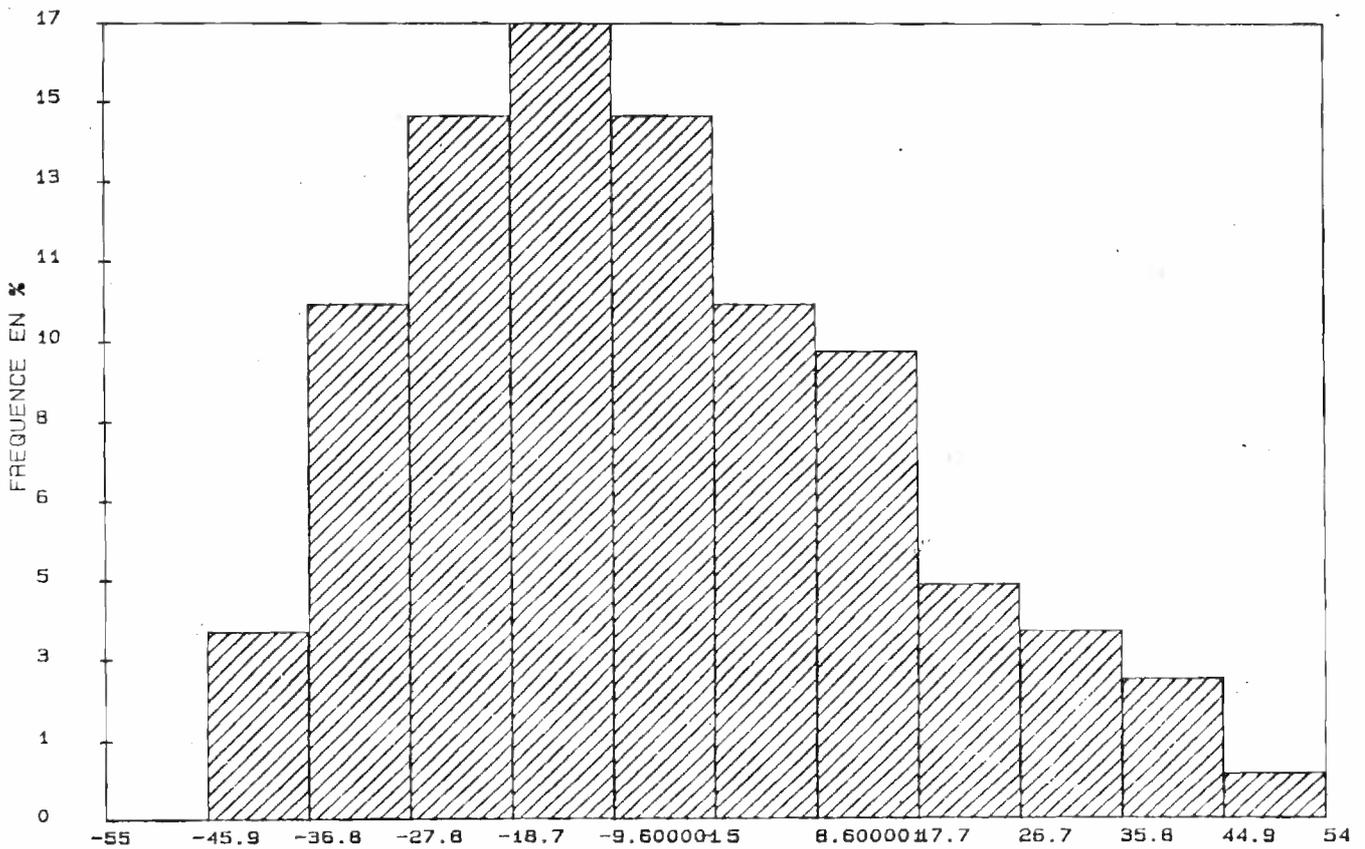


FIGURE 3

Recrutement X 1E+07 Flot. Francaise

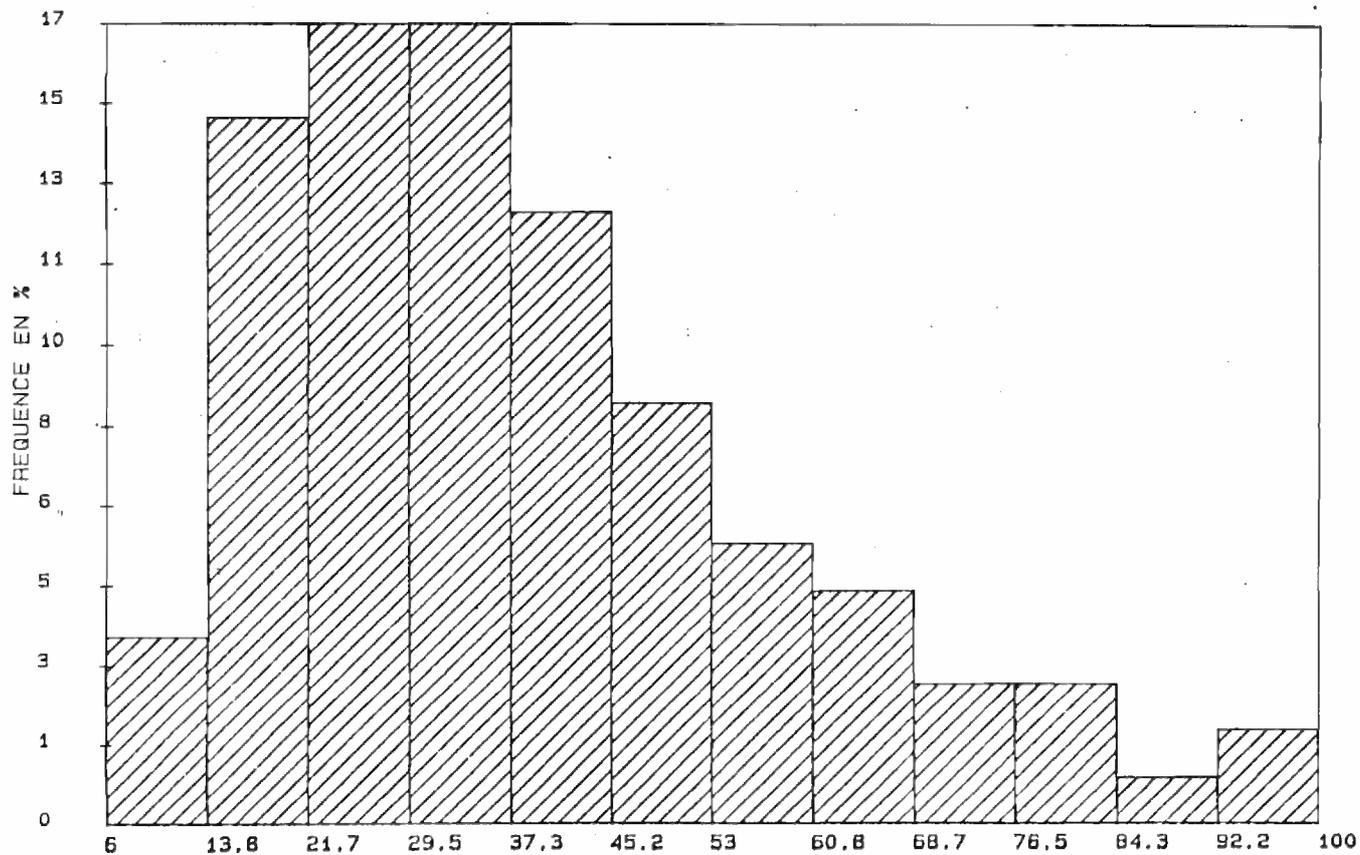
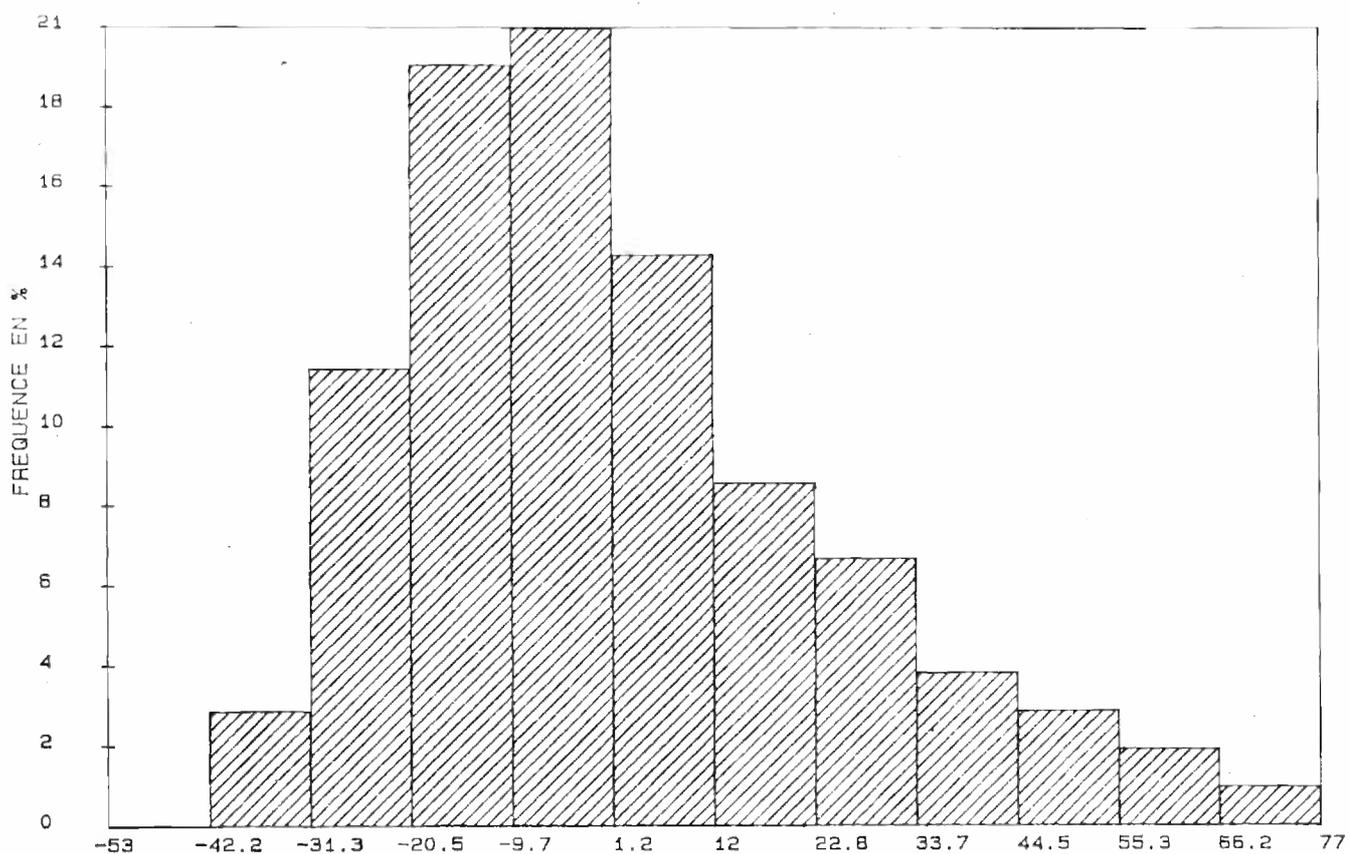


FIGURE 4

Val. aj. nette X 1000000 Flot. Francaise



Surplus du producteur X 1000000 Flot. Francaise

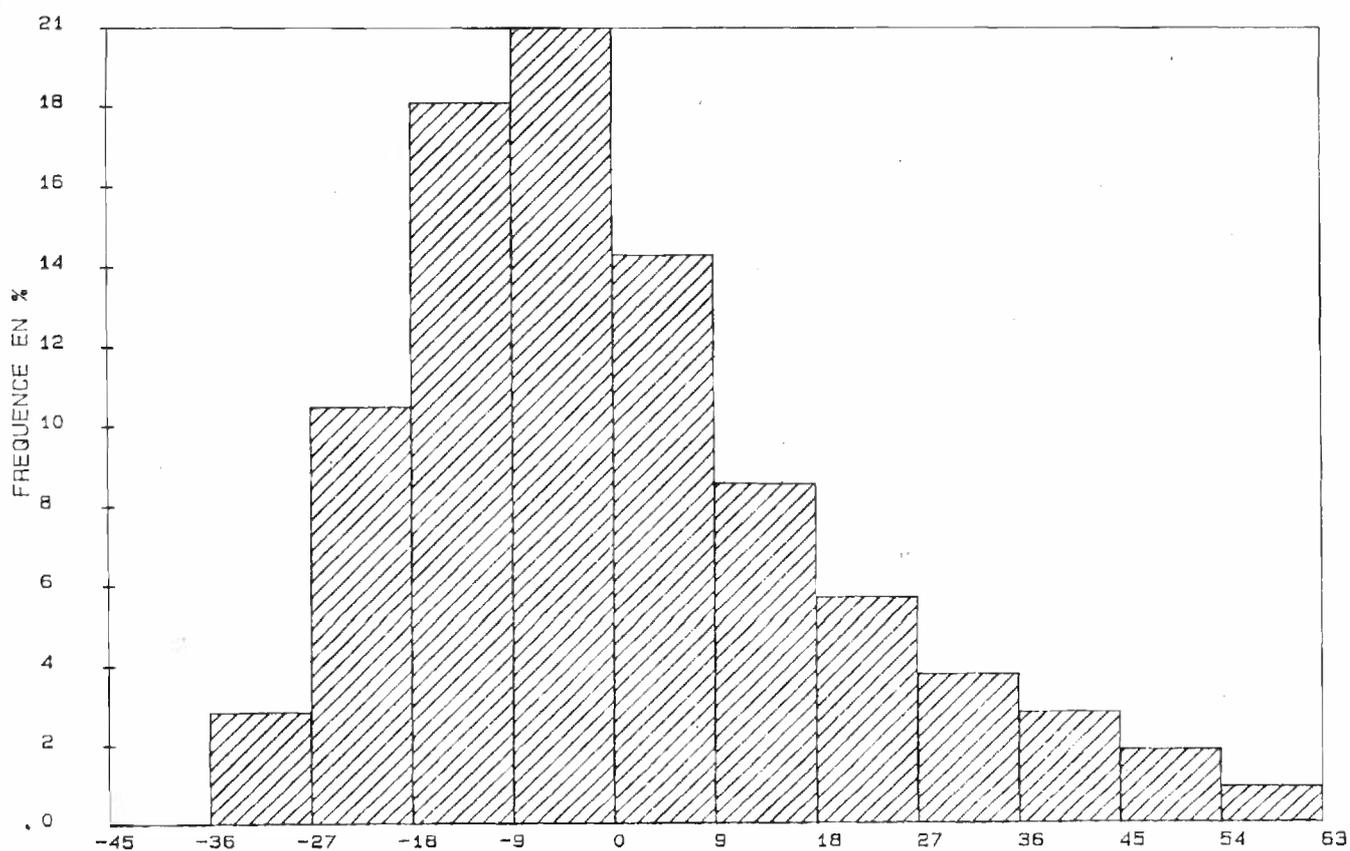
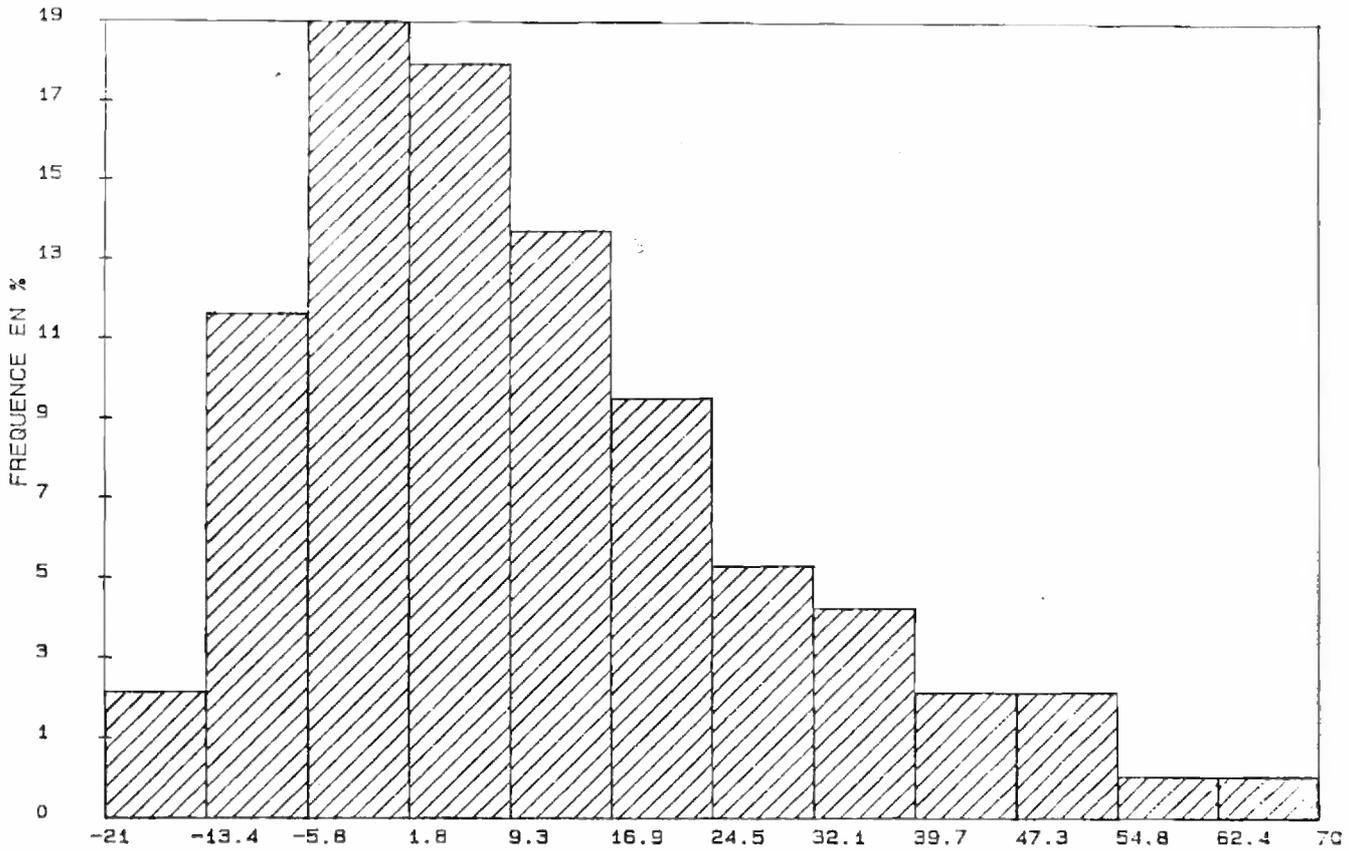


FIGURE 5

Val. aj. nette X 1000000 Flot. Japonaise



Surplus du producteur X 1000000 Flot. Japonaise

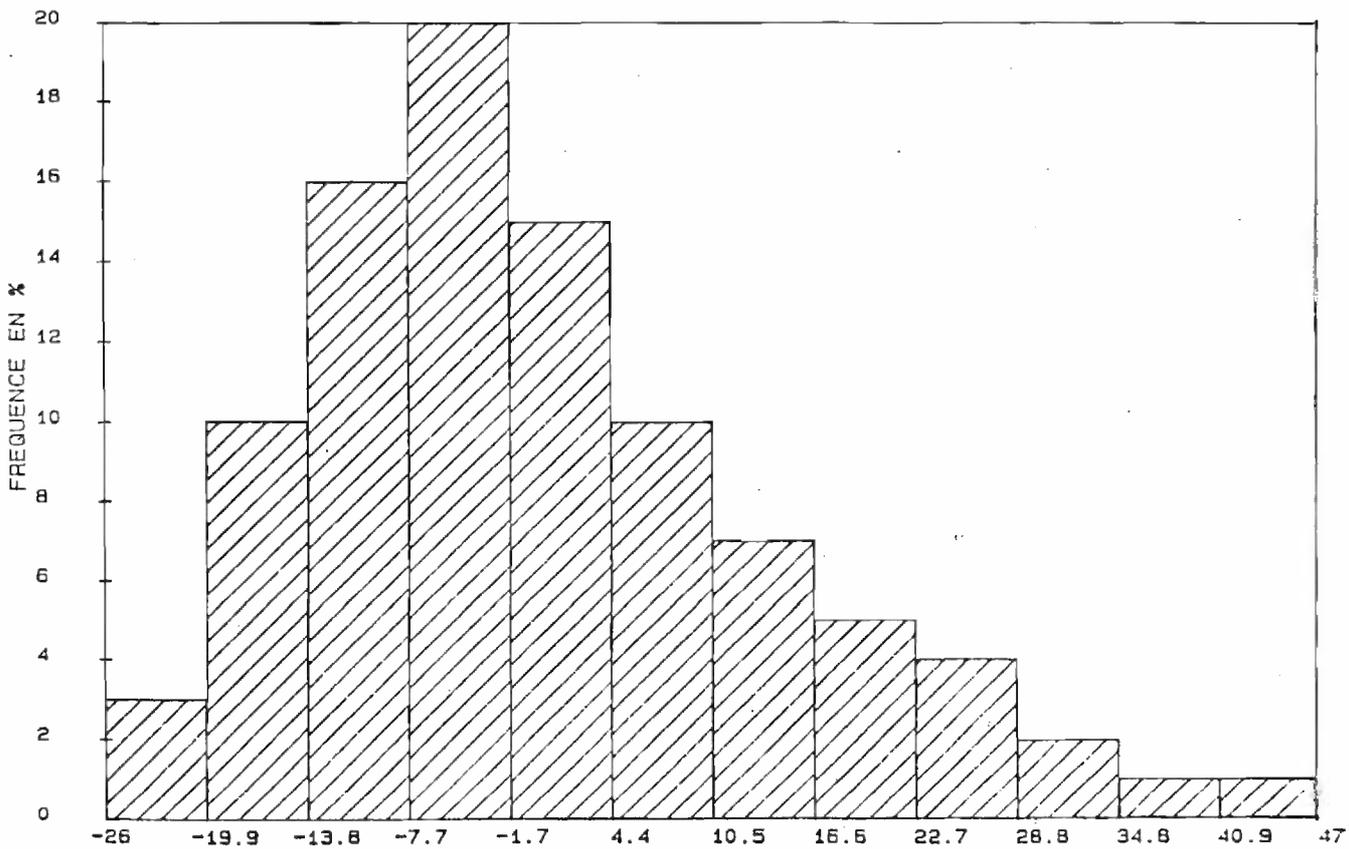
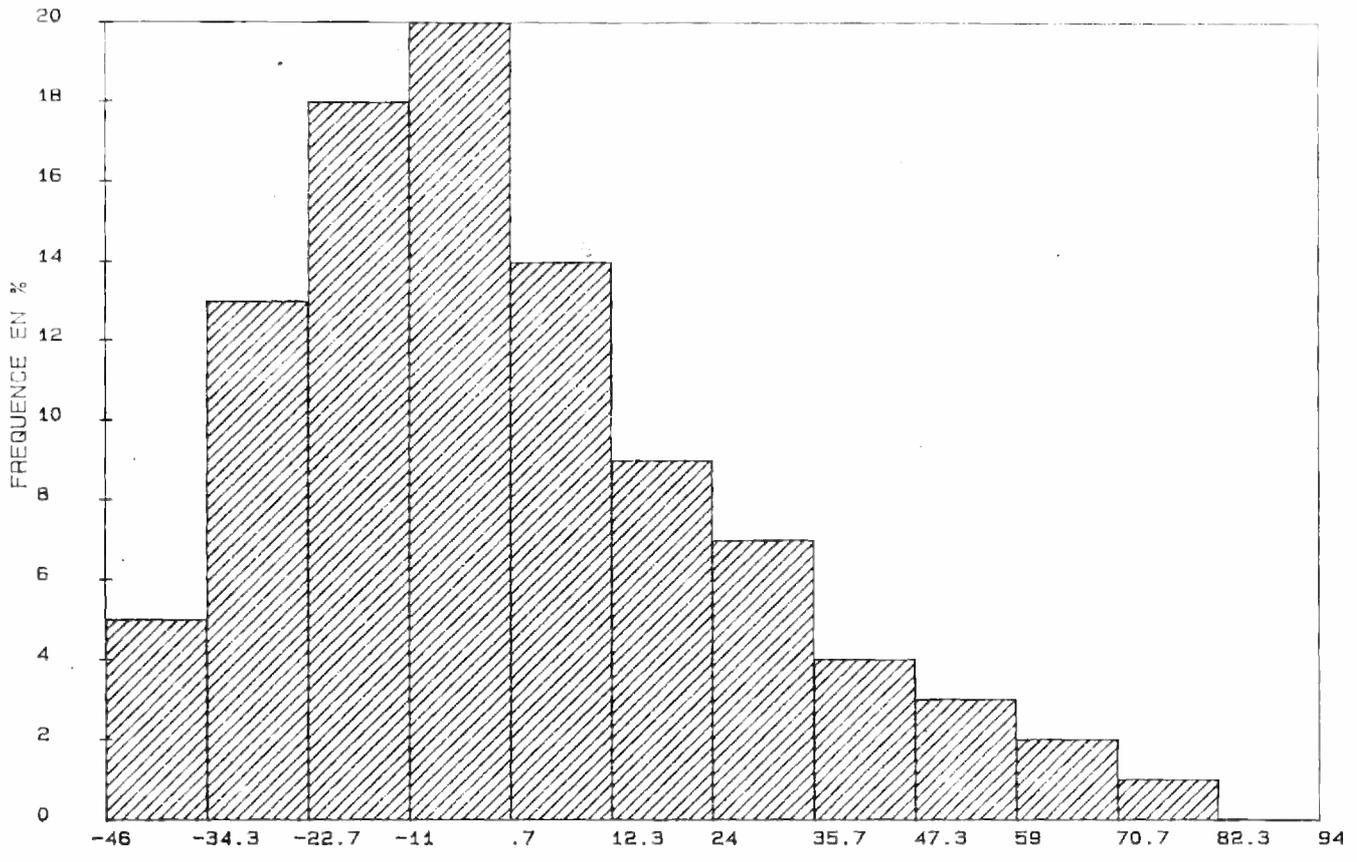


FIGURE 6

Val. aj. nette X 1000000 Flot. Americaine



Surplus du producteur X 1000000 Flot. Americaine

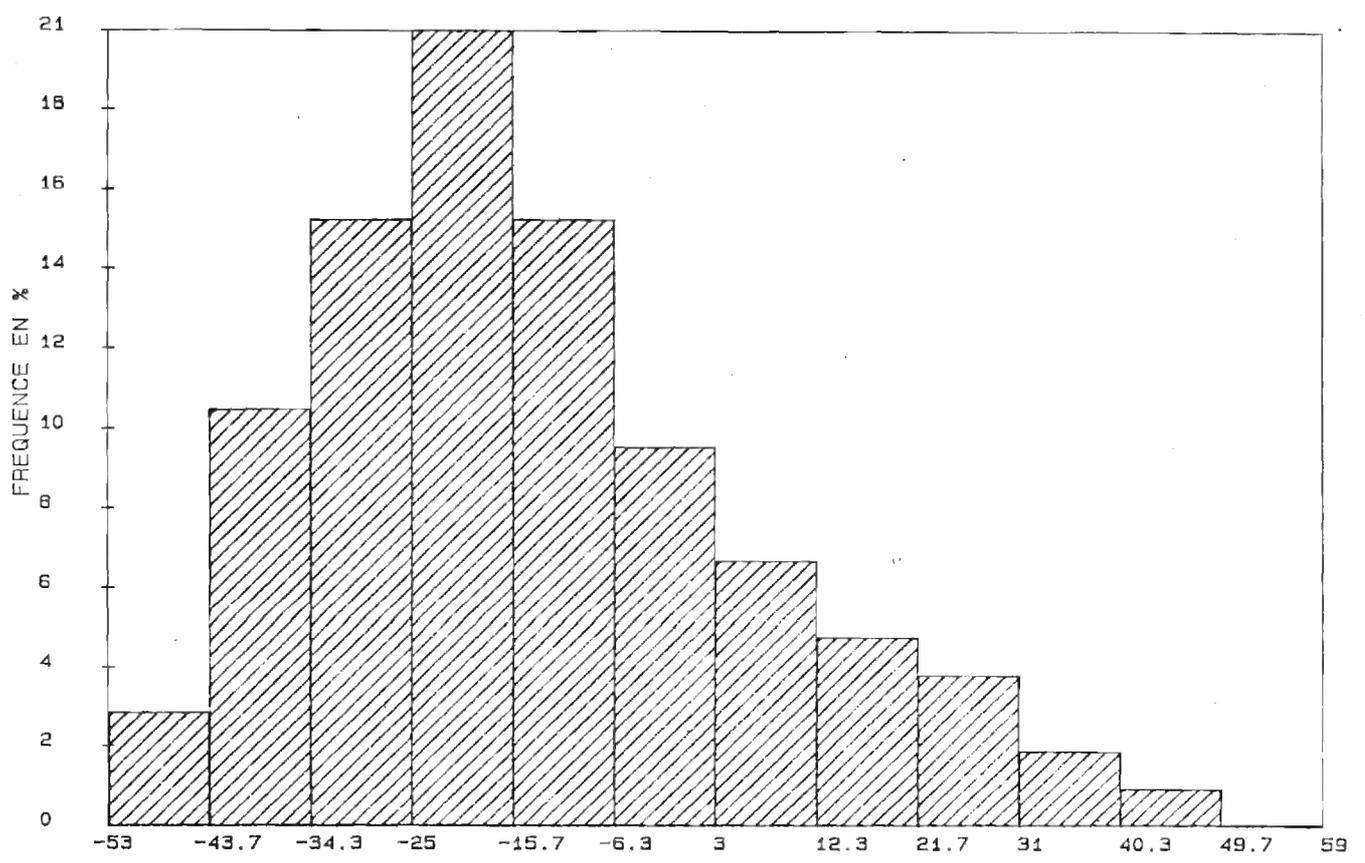
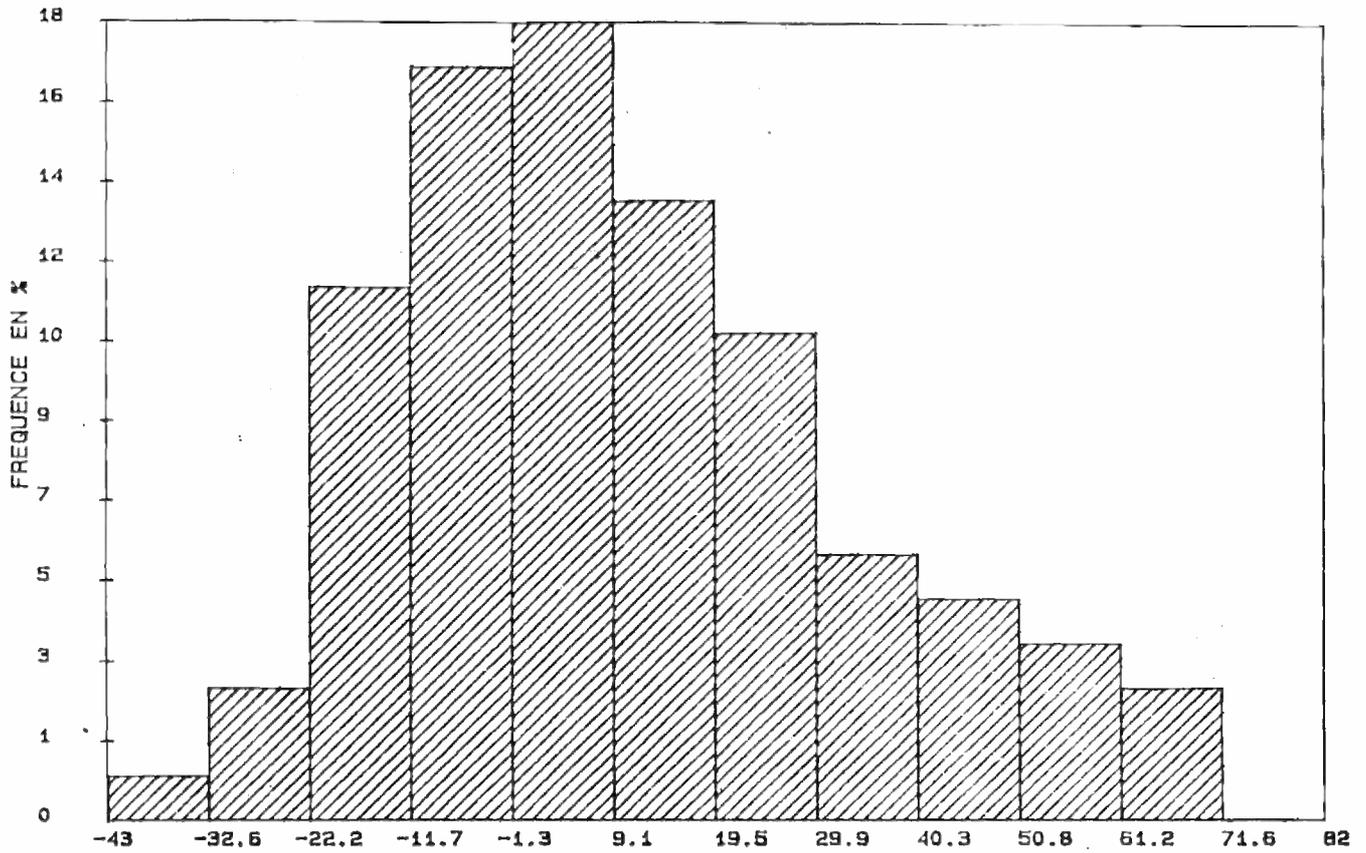


FIGURE 7



Surplus du producteur X 1000000 Flot. Francaise

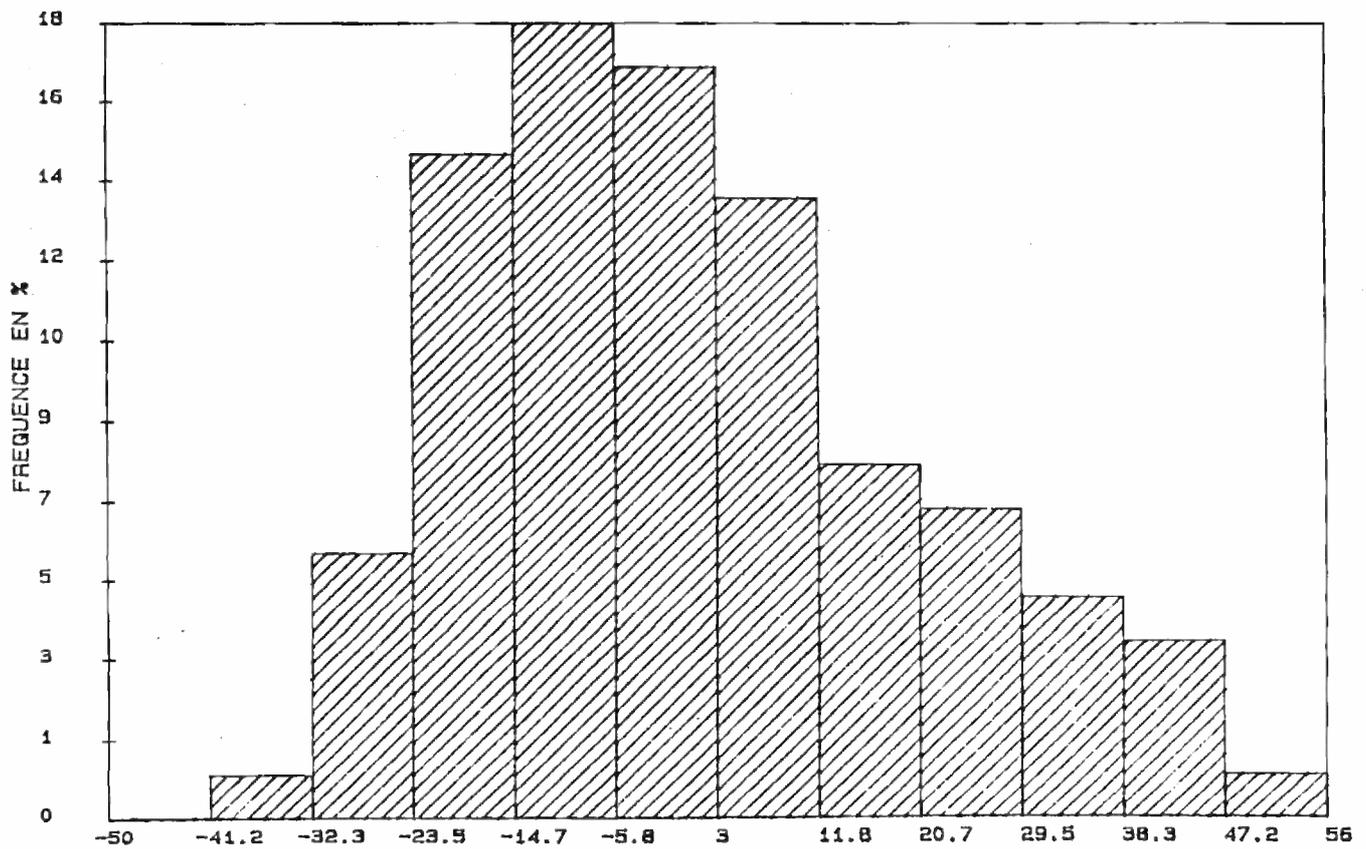


FIGURE 8

ANNEXE 2

INFLUENCE DE L'EXISTENCE D'UN PARTENAIRE UNIQUE
DANS LE SECTEUR DE LA TRANSFORMATION SUR LA
PECHERIE CREVETTIERE FRANCAISE

I - INTRODUCTION

2 - ASPECTS THEORIQUES

2.1. Modèles de référence

2.2. Situation de pseudo monopsonc

3 - APPLICATION A LA GUYANE

I - INTRODUCTION

A la suite de l'article de référence de H. Scott GORDON en 1954, de nombreux auteurs ont développé les déterminants économiques de l'évolution des pêcheries en accès libre, la plupart du temps en conservant l'hypothèse de concurrence parfaite dans les secteurs de la pêche et de la transformation.

La situation d'un certain nombre de pêcheries prend cette hypothèse en défaut, en particulier dans le cas d'un nombre réduit d'armements (monopole ou oligopole de vente des débarquements) et/ou d'un nombre réduit d'acheteurs (monopsonne ou oligopsonne de transformation ou de mareyage). CRUTCHFIELD et PONTECORVO (1969) affirmaient néanmoins que cette situation n'avait pas d'influence sur l'aménagement optimal des pêcheries et que les programmes de limitation de l'accès aux ressources (licences de pêche) pouvaient parfaitement être remplacés par une limitation stricte de l'accès à la transformation (en transformant éventuellement les oligopsonnes faibles en monopsonnes strictes).

Le cas de la pêcherie guyanaise fournit un support intéressant à l'analyse de l'impact sur le développement d'une pêcherie en accès quasi libre de la présence d'un partenaire unique de transformation. Cette situation, quoique structurellement différente du monopsonne classique dans la mesure où l'usine ne devient pas propriétaire du produit qu'elle traite, peut être interprétée dans les mêmes termes. GATES (1978) puis CLARK et MUNRO (1980) ont montré que la présence d'un monopsonne de la transformation, en tirant les prix à la baisse, conduit généralement à une sous exploitation des ressources (en faisant ainsi plus que compenser les effets des externalités). CLARK et MUNRO (1980) ont également suggéré que cette situation ne conduisait pas nécessairement à un optimum "social" - prélèvement de la rente maximum - quelque soit le taux d'actualisation utilisé.

Cette conclusion, fondée sur la capacité du monopsonne à réduire le prix payé aux producteurs - c'est-à-dire la pente de la courbe d'offre à long terme de produits de la pêche - dépend en réalité du degré de facilité à entrer ou sortir de la pêcherie pour chaque armateur individuel. Ainsi, l'absence de toute contrainte à l'entrée ou à la sortie en réponse à des modifications des résultats économiques des producteurs peut conduire le monopsonne d'achat à "oublier" ses motifs de baisse des prix et à avoir à long terme un comportement optimal du point de vue de la société (c'est-à-dire qu'en maximisant les rentes individuelles des pêcheurs qu'il prélève, il maximise la rente globale de la pêcherie).

Cette annexe présente un modèle théorique de partenaire unique de transformation (pseudo-monopsonne) et, dans une deuxième partie, montre que l'évolution de la pêcherie guyanaise peut s'analyser en partie par la présence d'un seul transformateur.

II - ASPECTS THEORIQUES

Tout au long de ce chapitre, nous formons l'hypothèse que les secteurs de la transformation et de la production ne sont pas intégrés et que ce dernier est en situation concurrentielle. Nous verrons alors que l'évolution du secteur vers un optimum ne se fait, en condition de pseudo-monopsonne de la transformation, que sous certaines conditions.

II.1. Modèles de référence

Le modèle biologique de production peut être schématisé par la fonction de SCHAEFER (1954) :

$$(1) \quad dx/dt = F(x) - h(t)$$

où $x(t)$ représente la biomasse de l'espèce considérée, $F(x)$ la croissance naturelle du stock (reproduction et grossissement) et $h(t)$ la production à l'instant t .

La fonction de production de SCHAEFER fait l'hypothèse que la production est proportionnelle à l'effort de pêche et à la taille du stock :

$$(2) \quad h(t) = q(x) E(t) x(t)$$

où $E(t)$ représente l'effort de pêche à l'instant t et $q(x)$ le paramètre spécifique de capturabilité pour une biomasse x (on considèrera comme vérifiées les contraintes de faisabilité, à savoir $x(t) \geq 0$, $h(t) \geq 0$ et $E(t) \geq 0$) (2 bis).

Pour le secteur de la production, la fonction de coût de l'effort $C = C_1(E)$ est par hypothèse convexe à l'origine et satisfait les conditions d'ordre ad hoc :

$$(3) \quad C'_1(E) > 0 ; C''_1(E) \geq 0$$

L'effort de pêche est défini comme une combinaison de travail et de capital ; il est supposé s'accroître ou se réduire en permanence de façon à tendre vers le point d'équilibre où le revenu marginal de l'effort est égal au coût d'opportunité de l'accroissement unitaire de l'effort. S'il n'y a pas de raison de supposer que le coût marginal d'opportunité du capital varie dans une pêcherie, beaucoup de travaux (en particulier Anderson, 1977) ont montré que le coût d'opportunité du travail varie selon les producteurs, certains pêcheurs ayant de grandes difficultés à accéder à d'autres emplois dans d'autres secteurs : cela permet de justifier que $C''_1(E) > 0$, c'est-à-dire que la pente de la fonction d'offre de pêche est positive.

L'équation (2) permet d'écrire (*) :

$$C = C_1(h/qx)$$

(*) Par la suite, on écrira E pour $E(t)$, x pour $x(t)$, h pour $h(t)$ et q pour $q(x)$.

En supposant que P_p est le prix du poisson payé aux producteurs, le bénéfice individuel B_p de chaque navire s'écrit :

$$(4) \quad B_p(x, h) = P_p h - C_1(h/qx)$$

Les stratégies optimales de captures en accès libre conduisent à maximiser des fonctions de la forme, ρ étant le taux d'actualisation retenu :

$$\int_0^{\infty} e^{-\rho t} B_p[x(t), h(t)] dt$$

sous contraintes (1) et (2 bis). Classiquement ce problème de contrôle optimal se résout par l'utilisation du principe du maximum. Le Hamiltonien s'écrit :

$$H = B_p[x(t), h(t)] + \lambda(t) [F(x) - h(t)]$$

où $\lambda(t)$ est la variable adjointe à l'instant t , représentant la valeur duale (prix fictif) de la ressource à l'instant t .

La modélisation du secteur de la transformation repose sur l'hypothèse que les vendeurs du produit agissent sur un marché "parfait" (au sens classique) où le prix de vente est P_t . Soit $\theta \leq 1$ le coefficient de rendement de la transformation, c'est-à-dire le poids de produit transformé résultant d'une unité de produit débarqué, avec $d\theta/dx > 0$, indiquant une relation entre le coefficient de rendement et la biomasse du stock. Soit C_t le coût réel de transformation d'une unité de produit débarqué, le revenu net du secteur de la transformation par unité de produit débarqué s'écrit :

$$RN(x) = \theta(x) P_t - C_t(x)$$

Le bénéfice net s'écrit alors, si P_p est le prix payé aux producteurs

$$(5) \quad B_t[x(t), h(t)] = (\theta(x) P_t - C_t(x) - P_p) h(t)$$

En situation de concurrence parfaite dans les deux secteurs de la production et de la transformation, les travaux réalisés (en particulier CLARK (1976), CLARK et MUNRO (1975)) ont montré que l'optimisation simultanée des deux secteurs conduisait aux mêmes niveaux d'exploitation que l'optimisation du secteur de la production.

II.2. Situation de pseudo monopsonne

Les contraintes (3) permettent d'écrire la fonction de coût sous une forme quadratique qui les satisfait :

$$C_p(E) = c_F + c_v E^2 \quad \mapsto \quad C_p(h, x) = c_F + c_v h^2/q^2 x^2$$

où c_F est le coût fixe et c_v/q^2 la pente de la courbe de coût marginal de l'effort hors coût en capital.

L'accroissement ou la réduction de la capacité de captures se traduisent par des coûts en capital. En admettant (i) que l'entrée et la sortie de la pêcherie sont également coûteuses et (ii) que le taux de dépréciation est nul, on peut écrire le coût total d'ajustement (C_a) comme une fonction du coût unitaire en capital d'entrée ou de sortie (k) et du nombre de

navires. La satisfaction des contraintes (3) conduit (arbitrairement) à choisir une forme quadratique :

$$C_a = k (dn/dt)^2$$

Le paramètre k est assimilable à la pente de la courbe d'offre de nouvelles capacités de capture (supposée équivalente à la pente de la courbe de demande de capacités de capture provenant d'autres pêcheries).

En situation de concurrence même limitée (cas de la Guyane), les producteurs vont tenter de maximiser la valeur actualisée des bénéfices escomptés, nette des coûts d'entrée :

$$(6) \quad \max V_p(t) = \int_t^{\infty} e^{-\rho t} [n B_p(t) - k (dn/dt)^2] dt$$

Les producteurs peuvent maîtriser leurs investissements et leur effort mais ni les captures ni les paramètres du stock. En l'absence d'une anticipation correcte des futurs bénéfices, ils considèrent généralement $B_p(t)$ constant. Par conséquent, en sortant les termes en t de l'intégrale, on obtient :

$$(7) \quad \max V(t) = e^{-\rho t} B_p(t) * \int_t^{\infty} n(t) dt - e^{-\rho t} * \int_t^{\infty} k (dn/dt)^2 dt$$

Les conditions de premier ordre s'écrivent :

$$(8) \quad dV/dE = 0 \quad \Leftrightarrow \quad dB_p/dE = 0 \quad \Leftrightarrow \quad P_p qx - d_{c_p}/dE = 0$$

$$(9) \quad d/dt (dX/dn) = 0 \quad \Leftrightarrow \quad ke^{-\rho t} [B_p(t) + dn/dz - \rho (d^2n/dz^2)] = 0$$

L'équation 8 indique simplement que le revenu marginal et le coût marginal sont égaux, pour chaque période t (en dehors des coûts en capital qui ne varie que d'une période à l'autre) :

$P_p = 2c_v E/qx \quad \Leftrightarrow \quad h(P_p, x) = P_p q^2 x^2/c_v$ qui indique la fonction d'offre individuelle à court terme des navires.

L'investissement dans la pêche dérive de l'équation (9) en fonction des bénéfices attendus par navire, l'entrée et la sortie étant proportionnelles aux bénéfices instantanés (STOLLERY, 1986) :

$$dn/dt = \int_t^{\infty} e^{-\rho t} B_p(t)/k dt \quad \Leftrightarrow \quad dn/dt = B_p(t)/\rho k = \alpha B_p(t)$$

Le paramètre $\alpha = 1/\rho k$ peut être interprété comme la vitesse d'entrée ou de sortie dans la pêcherie. Cette vitesse est naturellement inversement proportionnelle au coût marginal d'acquisition de nouvelles unités et au taux d'actualisation utilisé (1). Si le coût marginal d'entrée est très faible (subvention), les entrées dans la pêcherie seront immédiates et la pêcherie évoluera à chaque instant aux alentours du profit global nul. A long terme, quelque soit la valeur de α , l'accès libre implique que l'effort se situe au niveau du coût moyen minimum qui est à l'intersection de la courbe de coût moyen et de coût marginal :

$$dC_p(E)/dE = C_p(E)/E$$

Le secteur de la transformation peut être décrit dans le cas de la Guyane simplement en faisant l'hypothèse de rendements d'échelle constants. Le prix de vente est fixé de façon exogène sur le marché international. Soit P_t le prix de vente du produit transformé et \bar{P}_t le prix moyen de transformation payé à l'usine, le bénéfice des armements devient :

$$B_a(E,x) = (P_t - \bar{P}_t) qx E - C_p(E)$$

En situation de concurrence parfaite, les entreprises de transformation chercheront également à maximiser leurs bénéfices. L'optimalité de la pêcherie sera ainsi obtenue lorsque les profits maximum seront obtenus à la fois pour la flottille et pour les transformateurs :

$$\max V_t = \int_0^{\infty} e^{-\rho t} [(nB_a - k(dn/dt)^2 + B_t)] dt$$

$$\hookrightarrow \max V_t = \int_0^{\infty} e^{-\rho t} (n [(P_t - \bar{P}_t) h - C_p(E)] - k (dn/dt)^2 + n (\bar{P}_t - C_t) h) dt$$

où C_t est le coût réel de transformation de l'usine.

A long terme, la concurrence conduira les producteurs à travailler au coût moyen minimum et le profit global B_p sera nul ($dn/dt = 0$). Les usines de transformation tendront à produire également au coût moyen minimal, amenant la pêcherie au niveau d'effort ultime où la somme des coûts minimaux de production et de transformation sera égale au prix du produit sur le marché international.

(1) On se souviendra que le choix du taux d'actualisation reflète la plus ou moins grande confiance de l'investisseur dans l'avenir.

Dans le cas d'un transformateur unique, le processus de maximisation du profit V_t paraît sensiblement différent :

$$(10) \quad \max V_t = \int_0^{\infty} e^{-\rho t} [n(\bar{P}_t - C_t) h] dt \quad \text{sous contraintes} \quad \begin{aligned} dn/dt &= \alpha (P_t h - C_p) \\ dx/dt &= F(x) - nh \\ (\bar{P}_t - C_t) &> 0 \end{aligned}$$

L'entreprise peut travailler au coût moyen minimum mais en faisant porter la formation de son profit essentiellement sur les producteurs, elle exercera une pression à la baisse sur leurs revenus. Il n'y a pas alors de maximisation simultanée et les producteurs maximisent leurs profits sous contrainte de maximisation du profit du transformateur. Le Hamiltonien dérivé de (10) s'écrit :

$$H = e^{-\rho t} [nh (\bar{P}_t - C_t) - \lambda (F(x) - nh) - \alpha \gamma (P_t h - C_p (h,x))]$$

où λ et γ sont les variables associées aux contraintes de ressource et de production.

La maximisation du profit des producteurs s'écrit :

$$\max V_p = \int_0^{\infty} e^{-\rho t} [n h P_p - C_p (h,x) - \bar{C}_t h - k (dn/dt)^2] dt$$

sous les mêmes contraintes que (10).

Dès lors, la maximisation de H par rapport à la variable de contrôle \bar{P}_t (équation (11)), montre que le profit est maximum pour l'entreprise de transformation lorsque \bar{P}_t est égal à la différence entre le prix de vente du produit transformé et les coûts de production, c'est-à-dire lorsque l'entreprise de transformation capte l'ensemble de la rente. Comme $P_t > 0$, le maximum est obtenu pour une valeur d'effort d'autant plus proche du MEY classique que la vitesse d'entrée-sortie sera faible :

$$(11) \quad P_t - \bar{P}_t - \alpha \gamma [(C_p + C_t)/n] - \lambda = 0$$

III - APPLICATION A LA GUYANE

L'absence d'observation fiable des coûts de production et de transformation dans la pêche crevettière de Guyane française empêche d'appliquer les résultats précédents à une analyse quantitative. Néanmoins, l'existence sur longue période d'une entreprise unique de transformation permet d'éclairer l'analyse de l'évolution de la pêche (tableau 1).

A. Pendant la phase d'expansion de la pêcherie (1965-1978), l'existence d'un transformateur unique se double d'une intégration verticale partielle de la pêche et de la transformation, au moins pour les armements américains. Dans la mesure où la circulation des bateaux d'une zone à une autre est parfaitement libre, on peut considérer que l'on est dans une situation où les coûts d'entrée et de sortie sur une zone sont quasiment nuls ($k = 0$) et donc que la vitesse d'entrée-sortie α tend vers l'infini (ce qui correspond à une courbe d'offre de capacité de production horizontale). Dans ce cas là, l'entreprise de transformation se comporte de manière à maximiser les bénéfices à la fois au niveau de la transformation et de la production. Ce phénomène est amplifié par l'existence de la flottille japonaise dont le prix de vente est supérieur au prix moyen P_p , modifiant les conditions de concurrence des navires.

B. La fermeture en 1970 des eaux brésiliennes diminue temporairement la mobilité des flottilles et accroît le coût d'entrée-sortie. La diminution du nombre de navires sur l'ensemble de la zone (y compris Brésil) s'accompagne dans un premier temps par une diminution des captures. Le caractère très théorique de la fermeture des eaux brésiliennes permet de retrouver rapidement la situation antérieure et le nombre de navires augmente à nouveau.

C. La généralisation des ZEE en 1978 et des procédures de limitation de l'effort de pêche (licences) entraîne un accroissement important du coût d'accès k . Lorsque le nombre de navires approche du nombre maximum autorisé, on peut considérer que $k \rightarrow \infty$ et donc que $\alpha \rightarrow 0$ (courbe d'offre de capacité verticale). A ce moment, la tarification de la transformation par l'entreprise peut être gérée de manière à récupérer une part importante de la rente générée par la production. Des informations disponibles montrent que, toutes choses étant égales par ailleurs, cette tarification est modulée en fonction des conditions concurrentielles des flottilles ; en particulier les armements japonais paient plus cher le traitement des crevettes que les armements américains.

D. En l'absence de modification des conditions d'entrée-sortie dans la pêcherie, la situation des années 1980-1981 se serait probablement pérennisée. Le programme de francisation ne permet l'émergence, dans ces conditions, des armements français que parce qu'il conduit à une modulation de c_k suivant les nationalités : avec les subventions et diverses aides, c_k diminue fortement pour les navires français alors que, le nombre de licences attribuées étant en régression, les armements étrangers sont contraints de réduire le nombre de leurs navires ($k \rightarrow 0$). L'entreprise de transformation continue néanmoins à faire supporter aux producteurs des coûts de transformation très supérieurs aux coûts réels, ce qui entraîne deux conséquences : (i) le niveau d'effort résultant est inférieur au niveau qui conduirait à un profit global nul à la production (ii) la non optimalité des résultats poussent les armements à diversifier leurs débouchés (hors traitement, par exemple en commercialisant sous forme entière) et/ou à s'impliquer dans le secteur de la transformation en investissant dans la création d'usines.

	\bar{P}_t/P_t	\bar{P}_t/\bar{C}_t
1969 (1)	14,5	1,23
1972 (1)	21,3	1,37
1977 (2)	16,1	1,30
1981 (3)	28,3	1,41
1983(4)	13,2	1,20
1986 (4)	16,4	1,22

Tableau 1 : Estimation des rapports entre
le coût de transformation et
le prix international (en %).

- (1) Estimations Sahlman (VENAILLE,1979)
- (2) DRAGOVITCH (1979)
- (3) VENDEVILLE (1984)
- (4) LEBRUN ET LEMOINE (1985)
- (5) GILLY et al (1987)

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- CLARK C.W.(1986) : Mathematical bioeconomics : the optimal management of renewable resources. New York Wiley interscience
- CLARK C.W., MUNRO G.R. (1975) : The economics of fishing and modern capital theory : a simplified approach. Journ. of Enu. Econ. Manag. Vol 2, pp 92-106.
- CLARK C.W., MUNRO G.R. (1980) : Fisheries and the processing sector : some implications for management policy - Bell Journal 11, 2 (Autumn) : 603 - 616.
- CRUTCHFIELD J.A., PONTECORVO G. (1975) : The Pacific Sahmon Fisheries : a study of irrational conservation. Baltimore. John Hopkins University Press, 1969.
- GATES J.M. (1974) : Demand price, fish size and the price of fish. Canadian Journal of Agricultural Economics, 22, p 1 - 12.
- GORDON (1954) : The economic theory of a common-property resource : the fishery - Journal of Political Economy 62 : 124 - 142.
- STOLLERY K.R. (1986) : Monopsony processing in a open acces fishery. Marine Res. Econ. Vol 3 n° 4, pp 331-352.

ANNEXE 3

PRESENTATION DU PROGRAMME DE SIMULATION

SOMMAIRE

I) Avant propos

II) Utilisation du programme

- 1) Structure
- 2) Installation et lancement
- 3) Programme SIMUPEC
- 4) Programme GRAPHE
- 5) Programme EDIFIC

III) Définition des variables

- 1) Paramètres de la pêcherie
 - a) Indices
 - b) Variables
 - c) Valeurs des paramètres de base
- 2) Variables utilitaires
 - a) variables système
 - b) variables de calculs intermédiaires
 - c) divers

IV) Listing du programme SIMUPEC

I) AVANT PROPOS

Ce programme est dérivé du programme de simulation de la pêcherie de coquille Saint-Jacques en baie de Saint-Brieuc, dont il reprend la structure générale en l'adaptant au cas de la pêcherie de crevettes Guyanaise; les principales différences étant, dans le cas guyanais, la distinction de plusieurs flottilles, pêchant sur un stock de plusieurs espèces dont on considère que la totalité des individus sont morts en fin d'années (par pêche ou par mortalité naturelle).

Clause d'utilisation: Ce programme n'a pas de licence d'utilisation, mais sa diffusion ne pourra être agréer que dans sa version originale.

Notation: Les noms de programmes et de fichiers sont désignés en MAJUSCULES.

Matériel nécessaire:

Les programmes sont écrit en GWBASIC, exécuté sous le système d'exploitation MS-DOS version 2.11, utilisé sur des micros-ordinateurs compatible PC. Il est recommandé de disposer d'une imprimante pour éditer les résultats et les graphiques. Ces derniers peuvent être réalisés également sur table traçante de type Hewlett Packard. Suivant le modèle utilisé, il pourra être nécessaire de modifier le programme GRAPHE (cf infra).

Remarque: le programme utilise plusieurs fichiers pour sauvegarder les valeurs des graphiques, aussi est-il nécessaire que dans le fichier CONFIG.SYS, le nombre de fichiers ouvert simultanément soit au moins égal à 8 (ex: FILES=8, voir le manuel du DOS).

II) UTILISATION DU PROGRAMME

1) Structure

Le programme compte en fait 3 modules; le programme principal SIMUPEC qui permet d'effectuer les simulations, et deux programmes annexes qui permettent la visualisation graphique des résultats (GRAPHE) et la modification des paramètres de la pêcherie (EDIFIC). Les paramètres et labels nécessaires au fonctionnement du programme se trouvent dans des fichiers de type séquentiels (PARAMET, LABELS.REF, TITGRA.REF, VARLAB.REF), accessibles par un éditeur de texte

Attention: Il faut toujours conserver une copie des fichiers originaux à titre de référence.

2) Installation et lancement

On peut utiliser le programme sur la disquette, mais il est préférable de travailler sur un disque dur. Pour cela, créez un répertoire sur votre disque dur, par exemple: SIMU

```
c>MD SIMU
```

```
CD SIMU
```

Placez la disquette programme dans le lecteur et tapez:

```
c>copy a:*.*
```

Vous pouvez ensuite mettre votre disquette à l'abri, elle vous servira de copie de référence.

Pour lancer le programme directement sur la simulation, tapez ensuite:

SIMGUYA

Sinon chargez d'abord le gwbasic et appelez le programme qui vous intéresse

Remarque:

Le programme SIMUPEC redéfinit les touches de fonctions, aussi prenez l'habitude, pour appeler les programmes, de taper LOAD"nom du programme" au lieu de F2 suivi du nom du programme, puis RUN à la place de F3.

Il sera quelquefois demandé dans les programmes d'infirmier ou de confirmer ses réponses en appuyant respectivement sur les touches F1 ou F2.

3) Programme SIMUPEC

La simulation s'effectue sur la base des paramètres contenus dans le fichier dont l'opérateur doit préciser le nom au lancement du programme. Par défaut, c'est le fichier PARAMET qui est utilisé. L'utilisateur peut garder ce fichier (F1) ou en spécifier un autre (F2), qu'il aura préalablement créé par le programme EDIFIC.

On peut ensuite fournir un intitulé à la simulation qui va être effectuée, de manière à pouvoir se rappeler les différentes versions.

Il faut alors préciser le nombre d'années et le nombre d'essais sur lesquels va s'effectuer la simulation. Il est à noter que pour pouvoir ensuite réaliser les graphiques, le nombre d'itérations (année * essai), ne doit pas dépasser 7000 pour une mémoire centrale de 640 K octets. (des résultats satisfaisants sont obtenus à partir de 70 à 80 essais).

L'opérateur doit ensuite indiquer s'il désire ou non l'affichage des résultats intermédiaires après chaque itération. La première solution peut être envisagée à titre d'illustration, mais la seconde permet à l'utilisateur de laisser la simulation se faire pendant son absence, la fin des calculs étant signalés par une sonnerie. Le temps d'exécution de chaque itération peut paraître long, mais il faut se rappeler que les calculs s'effectuent sur une douzaine de variables pour 3 flottilles, 4 espèces, et 23 classes de taille. Une version compilée pourra améliorer les temps de calcul.

Enfin l'utilisateur doit donner un nom (de 7 caractères maximum), au fichier de stockage des séries graphiques. Le programme ajoutera automatiquement à ce nom, un chiffre qui lui servira à distinguer les différentes variables utilisées dans les sorties graphiques. C'est ce nom qui est repris dans le programme GRAPHE. Il est donc recommandé de donner un nom différent pour chaque simulation, et de ne détruire les fichiers que lorsque toutes les sorties graphiques nécessaires auront été effectuées. (Si TOTO est le nom choisi on fera DEL TOTO?, pour effacer les fichiers TOTO1, TOTO2, TOTO8).

Pendant la simulation, on peut suivre sur l'horloge affichée à l'écran le déroulement des itérations ainsi que le temps écoulé. Pour chaque flottille et pour le total, un tableau récapitulatif est affiché, qui pourra être imprimé (SCRPR) avant de passer au suivant (F1) (Cf Tableau 1).

L'utilisateur peut ensuite activer le programme de tracé des graphiques (F1), modifier le fichier des paramètres (F2), exécuter une nouvelle simulation (F3) ou bien sortir du programme (F4).

Tableau 1: Exemple d'affichage du tableau récapitulatif obtenu à la fin de toutes les itérations.

RESULTAT DE LA SIMULATION : Démo

FLOTTILLE Française

Variable	Ech	Moyenne	Ec-Type	Coef. Var	Skew	Curtosis
Nombre de bateaux	9	33.11	3.07	0.0	0.93	3.28
Recrutement	9	518.25	248.57	0.4	-0.14	0.00
Quantite debarquee	9	1273.38	667.33	0.5	0.10	1.43
Chiffre d'affaires	9	91376.24	47955.54	0.5	0.11	1.43
Coûts d'exploitatio	9	75113.74	11851.37	0.1	0.71	2.36
Surplus du producte	9	26924.31	37859.06	1.4	-0.04	0.00
Subventions	9	10661.78	988.91	0.0	0.93	3.29
Valeur ajoutée nett	9	33126.56	45416.65	1.3	-0.03	0.00
Sur. prod. actual	3	26396.69	31112.84	1.1	0.39	1.50
Subventions actual	3	10630.36	548.91	0.0	0.05	1.53
Val. aj. net actual	3	32491.32	37393.01	1.1	0.39	1.50

Continuer.Imprimer (F1.SCRPRT)

4) Programme GRAPHE

Ce programme doit logiquement être utilisé juste après une simulation. Il permet d'obtenir pour chacune des variables du tableau 2, une représentation graphique, soit d'un essai particulier (à titre d'illustration), soit de l'histogramme représentant la distribution des valeurs sur toutes les itérations.

Ces représentations peuvent être assez longues à effectuer, aussi peut-on les faire ultérieurement à l'aide du programme GRAPHULT, en précisant le nom du fichier de stockage des séries graphiques demandé dans SIMUPEC, ainsi que le nombre d'années et d'essais utilisés pour cette simulation.

Les graphes sont affichés à l'écran et peuvent être édités sur l'imprimante. On peut aussi les sortir sur une table traçante utilisant le langage HP. On doit alors définir dans les programmes GRAPHE ou GRAPHULT les bons paramètres d'initialisation (ligne 1950); les paramètres actuels sont ceux d'une HP 7475A comportant 6 plumes.

L'utilisation du programme se fait simplement en répondant aux questions posés par le programme:

-choix du type de graphe, variation annuelle sur un essai (1), histogramme de fréquence (2) ou sortie (0).

-suivant ce choix on doit indiquer le numéro de l'essai à tracer ou le nombre de classes de l'histogramme.

-on précise ensuite la flottille que l'on veut étudier.

-enfin on choisit parmi la liste ci dessous la variable que l'on veut illustrer

Tableau 2: Liste de variables des graphiques

1	Taille de la flottille
2	Recrutement
3	Quantité débarquée
4	Chiffre d'aff. total
5	Coûts d'exploitation
6	Surplus du producteur
7	Val ajoutée nette
8	Résultats d'exploitation

Le tracé s'effectue à l'écran, on peut alors faire une copie d'écran (SCRPR) puis appuyer sur une touche quelconque pour le faire disparaître. On peut alors décider ou non d'envoyer le graphique sur une table traçante, puis faire un nouveau graphe ou aller vers le menu de sortie.

Celui ci propose alors de faire une nouvelle simulation (2), de modifier le fichier de paramètres (3) ou de sortir du programme (1).

5) Programme EDIFIC

Le programme EDIFIC permet de modifier la valeur des paramètres utilisés dans la simulation.

En premier lieu on doit spécifier le fichier source (PARAMET par défaut). L'utilisateur doit ensuite entrer le numéro correspondant à la variable à modifier (Cf tableau 3), puis valider son choix (F1) ou le changer (F2).

Suivant la variable sélectionnée il faudra choisir les indices des paramètres à modifier.

Ainsi si l'on veut modifier le prix de la classe 15 de Subtilis femelle pour la flottille américaine on choisira pour la variable 35, I=3, J=2, et S=15.

Tableau 3: Numéro des variables

		Choix de la variable	
1	VM	19	PR3(I)
2	VS	20	TAX(I)
3	TACLA	21	DIV(I)
4	TXACT	22	SUB(I)
5	FACT	23	K(I)
6	DVIE	24	TRACRE(I)
7	NBJM	25	MXQ(I)
8	LIC	26	MINV(I)
9	PROP(J)	27	GO(I)
10	TF(I)	28	SUBINV(I)
11	JM(I)	29	MCAP(I)
12	CEX(I)	30	W(J S)
13	PEX(I)	31	M(J S)
14	DEP(I)	32	PR1(I S)
15	MNB(I)	33	PR2(I L)
16	MS(I)	34	Q(I J S)
17	CFIX(I)	35	P(I J S)
18	CTVAR(I)	36	

Numero de la variable à modifier : ?

Pour changer la valeur courante qui est affichée on appuiera sur F2, puis on entrera la nouvelle valeur. La modification ne prendra effet qu'après avoir appuyé sur la touche F1. On pourra ensuite modifier un autre paramètre de cette variable ou choisir une autre variable.

Lorsque toutes les modifications ont été effectuées les nouveaux paramètres sont sauvegardés dans un fichier. Par défaut (F1), ce sera le fichier source mais il est possible de garder le fichier de départ intact et de donner un autre nom au fichier modifié (F2). Tous les noms de fichiers habituellement acceptés par le DOS sont possibles à l'exception de PARAMET.REF qui contient les valeurs calibrées du modèle.

Après la sauvegarde du fichier, le programme propose un menu permettant diverses options:

- l'impression des paramètres (F1)
- l'exécution du programme de simulation (F2)
- de nouveaux changements de paramètres (F3)
- la sortie vers le Basic (F4)

III) SIGNIFICATION DES VARIABLES

Les principales variables sont décrites ci-dessous; on doit faire la distinction entre les variables contenant les paramètres de la pêcherie que l'on peut modifier par le programme EDIFIC, et les variables utilitaires nécessaires aux calculs.

1) Paramètres de la pêcherie

a) Indice

I: flottille

- 1= Française
- 2= Japonaise
- 3= Américaine

J: espèce

- 1= Subtilis mâle
- 2= Subtilis femelle
- 3= Brasiliensis mâle
- 4= Brasiliensis femelle

S: classe de taille (Longueur de la queue en mm)

- 1= 50-55
- 2= 55-60
- .
- .
- .
- 23= 160-165

L: classe de tonnage (utilisé pour les primes de rendements)

- 1= 20,4- 22,7 T/an
- 2= 22,7- 25
- .
- .
- 8= 34- 36,3
- 9> 36,3

b) variables

VM:	médiane de la loi lognormale de recrutement
VS:	ecart-type " " "
TACLA:	taille des classes de tonnage
TXACT:	taux d'actualisation
FACT:	facteur multiplicatif du recrutement
DVIE:	durée de vie d'un bateau dans la pêcherie
NBJM:	nombre moyen de jours de mer
LIC:	nombre total de navires dans la pêcherie
PROP(j):	proportion de chaque espèce dans le recrutement
TF(i):	taille initiale de la flottille
JM(i):	nombre de jours de mer de chaque flottille
CEX(i):	captures extra en %
PEX(i):	prix moyen des captures extra
DEP(i):	taux de dépréciation du capital
MNB(i):	nombre minimum de bateaux dans la pêcherie

MB(i):	nombre maximum	"	"
CFIX(i):	coût fixe		
CTVAR(i):	coût variable		
PR3(i):	prime payée par l'armateur au matelot		
TAX(i):	taxe sur le chiffre d'affaires		
DIV(i):	coûts intermédiaires, hors services		
SUB(i):	proportion de financement de l'investissement non subventionné		
K(i):	coût d'un bateau		
TRACRE(i):	coût du traitement des crevettes		
MXQ(i):	captures maximales autorisées		
MINV(i):	coefficient d'investissement		
GO(i):	subvention gas oil		
SUBINV(i):	taux de subvention de l'investissement		
MCAP(i):	multiplicateur de capturabilité		
W(j,s):	poids par espèce et par taille		
M(j,s):	mortalité naturelle		
PR1(i,s):	prime/kg/classe de taille		
PR2(i,l):	prime/kg suivant le tonnage total		
Q(i,j,s):	capturabilité		
P(i,j,s):	prix de vente		

c) valeurs des paramètres de base (PARAMET.REF)

VM : 488.5357000
 VS : 0.5532640
 TACLA : 3600.0000000
 TRACT : 0.0700000
 FACT : 1000000.0000000
 DVIE : 8.0000000
 NRAM : 296.6000000
 LIC : 60.0000000

PROP(J) 1 2 3 4
 0.51100000 0.48900000 0.04522900 0.03148650

I: 1 2 3
 TF(1) 21.0000 13.0000 42.0000
 JK(1) 286.0000 300.0000 295.0000
 CEK(1) 0.1000 0.0000 0.0200
 PEX(1) 20.7200 0.0000 20.7200
 DEP(1) 0.0570 0.0640 0.0660
 MMB(1) 0.0000 0.0000 0.0000
 MRE(1) 200.0000 200.0000 200.0000
 CFIX(1) 863720.0000 1023640.0000 587956.0000
 CTVAR(1) 479153.0000 784269.0000 579461.0000
 PR3(1) 0.6900 0.9500 0.5700
 TAX(1) 0.0107 0.0360 0.0053
 DIV(1) 409402.0000 571999.0000 506913.0000
 SUB(1) 0.6500 1.0000 1.0000
 K(1) 4600000.0000 2584000.0000 2208000.0000
 TRACRE(1) 5.0000 7.9920 7.6080
 MNG(1) 4000000.0000 4000000.0000 4000000.0000
 MINV(1) 0.2000 0.1500 0.1000
 GO(1) 0.1700 0.0000 0.0000
 SUBINV(1) 0.3500 0.0000 0.0000
 NCAP(1) 1.0000 1.0000 1.0000

PR1(I,J) 1 2 3
 0.00000 0.00000 0.00000
 0.00000 0.00000 0.00000
 0.00000 0.00000 0.00000
 1.77500 1.66100 1.85400
 1.93500 1.90000 1.97400
 2.30100 2.22100 2.33300
 2.66000 2.65100 2.69200
 3.02200 3.03000 3.05100
 3.63400 3.74000 3.67900
 4.28200 4.49100 4.30700
 5.33300 5.54500 5.38400
 5.33300 5.54500 5.38400
 6.21800 6.60200 6.28100
 6.21800 6.60200 6.28100
 6.66000 6.93700 6.73000
 6.66000 6.93700 6.73000
 6.66000 6.93700 6.73000
 6.66000 6.93700 6.73000
 6.66000 6.93700 6.73000
 7.11000 7.51500 7.17900
 7.11000 7.51500 7.17900
 7.11000 7.51500 7.17900
 7.11000 7.51500 7.17900
 7.11000 7.51500 7.17900

PR2(I,L) 1 2 3
 0.07000 0.09000 0.05000
 0.13000 0.14000 0.09000
 0.19000 0.21000 0.12000
 0.25000 0.26000 0.19000
 0.32000 0.32000 0.29000
 0.38000 0.37000 0.38000
 0.50000 0.48000 0.51000
 0.63000 0.62000 0.64000
 0.00000 0.00000 0.00000

M(J) 1 2 3 4
 0.10320 0.06800 0.00000 0.00000
 0.12220 0.07360 0.00000 0.00000
 0.12300 0.07920 0.00000 0.00000
 0.13600 0.08560 0.00000 0.00000
 0.15600 0.09320 0.00000 0.00000
 0.17200 0.10220 0.00000 0.00000
 0.18900 0.11320 0.07460 0.04940
 0.23520 0.12700 0.08280 0.05340
 0.28000 0.14440 0.09300 0.05800
 0.37120 0.16740 0.10600 0.06360
 0.52320 0.19920 0.12360 0.07020
 0.52320 0.24600 0.14800 0.07860
 0.52320 0.32140 0.18440 0.08900
 0.52320 0.32140 0.24460 0.10280
 0.52320 0.32140 0.36500 0.12100
 0.52320 0.32140 0.73740 0.14080
 0.52320 0.32140 0.73740 0.19180
 0.52320 0.32140 0.73740 0.27340
 0.52320 0.32140 0.73740 0.46200
 0.52320 0.32140 0.73740 0.46200
 0.52320 0.32140 0.73740 0.46200
 0.52320 0.32140 0.73740 0.46200

M(J) 1 2 3 4
 3.13110 1.86100 2.87560 2.04660
 4.11420 2.90000 4.00330 2.69870
 5.26760 4.15000 5.30270 3.47400
 6.60290 5.63000 6.78810 4.38240
 8.13130 7.36000 8.45000 5.43390
 9.86430 9.35450 10.31410 6.32010
 11.81260 11.62430 12.37400 8.74040
 13.98710 14.19500 14.66100 11.46620
 16.39840 17.08060 17.16010 14.51490
 19.05700 20.31480 19.85420 17.90320
 21.97310 23.90650 22.84120 21.64830
 25.15700 27.86080 26.03750 25.76700
 28.61890 32.24630 29.48010 30.27620
 32.36810 36.99050 33.17510 35.19270
 36.41560 42.17750 37.12900 40.53300
 40.76980 47.82470 41.34810 46.31360
 45.44250 53.93920 45.83830 52.55150
 50.44100 60.54020 50.60580 59.26260
 55.77560 67.64701 55.65640 66.46370
 61.45580 75.27700 60.99590 74.17080
 67.49070 83.44770 66.63640 82.44060
 73.82960 92.18020 72.55000 91.16860
 80.66170 101.49200 78.79140 100.49180

Q(I,J,S) I: 1 2 3 4 1 2 3 4 1 2 3 4
 .00025.00025.00000.00000.00000.00008.00000.00000.00000.00002.00000.00000
 .00048.00109.00000.00000.00050.00081.00000.00000.00013.00051.00000.00000
 .00292.00567.00000.00000.00272.00380.00000.00000.00198.00328.00000.00000
 .00970.00993.00000.00000.01066.01231.00000.00000.00488.00975.00000.00000
 .02943.01749.00000.00000.03233.02269.00000.00000.02430.01951.00000.00000
 .06396.02927.00000.00000.07027.04222.00000.00000.05148.03208.00000.00000
 .12944.05327.00000.00000.14221.05853.00000.00000.01179.05181.00017.00006
 .23231.08560.00000.00000.25522.09406.00000.00000.17146.05564.00029.00043
 .48469.12993.00000.00000.53250.14275.00000.00000.30964.10942.00150.00047
 .59301.17140.00000.00000.65151.18830.00000.00000.35598.14333.00329.00015
 .39031.30948.00122.00000.78734.33997.00000.00000.55289.22745.00967.00057
 .34204.40797.01060.00039.67733.44819.00000.00000.60220.28994.05242.00136
 .34204.53897.01912.00088.67733.61534.12923.03053.60220.38398.14270.00573
 .34204.29738.04409.00203.67733.72905.35094.01137.60220.34149.23260.01052
 .34204.29738.12798.00961.67733.72905.49872.05965.60220.34149.41298.03691
 .34204.29738.16205.01617.67733.72905.62099.10043.60220.34149.69360.06487
 .34204.29738.18208.04641.67733.72905.96551.23770.60220.34149.69021.18702
 .34204.29738.18208.09014.67733.72905.96551.43481.60220.34149.69021.25994
 .34204.29738.18208.14374.67733.72905.96551.61344.60220.34149.69021.44306
 .34204.29738.18208.14374.67733.72905.96551.61344.60220.34149.69021.44306
 .34204.29738.18208.14374.67733.72905.96551.61344.60220.34149.69021.44306
 .34204.29738.18208.14374.67733.72905.96551.61344.60220.34149.69021.44306

P(I,J,S) I: 1 2 3 4 1 2 3 4 1 2 3 4
 22.17 22.17 22.17 22.17 22.17 22.17 22.17 22.17 22.17 22.17 22.17 22.17
 22.17 22.17 22.17 22.17 22.17 22.17 22.17 22.17 22.17 22.17 22.17 22.17
 32.25 32.25 32.25 32.25 32.25 32.25 32.25 32.25 32.25 32.25 32.25 32.25
 36.28 36.28 36.28 36.28 36.28 36.28 36.28 36.28 36.28 36.28 36.28 36.28
 45.00 45.00 45.00 45.00 36.28 36.28 36.28 36.28 36.28 36.28 36.28 36.28
 45.00 45.00 45.00 45.00 39.31 36.28 36.28 41.94 39.31 39.31 39.31 39.31
 45.00 45.00 45.00 65.00 49.20 49.20 41.84 41.94 41.84 41.84 43.34
 65.00 65.00 65.00 65.00 68.70 68.70 70.40 70.40 43.34 43.34 43.34 47.38
 65.00 65.00 65.00 65.00 70.40 70.40 73.00 73.00 47.38 47.38 55.44 55.44
 65.00 65.00 78.00 78.00 73.00 73.00 79.50 79.50 55.44 55.44 63.50 63.50
 78.00 78.00 78.00 78.00 79.50 79.50 84.80 84.80 63.50 63.50 70.56 70.56
 78.00 78.00 78.00 78.00 79.50 84.80 84.80 84.80 63.50 70.56 70.56 70.56
 78.00 78.00 78.00 78.00 84.80 84.80 84.80 91.00 70.56 70.56 73.07 73.07
 78.00 78.00 78.00 78.00 84.80 91.00 91.00 91.00 70.56 73.07 73.07 73.07
 78.00 78.00 78.00 78.00 91.00 91.00 91.00 91.00 73.07 73.07 73.07 73.07
 78.00 78.00 78.00 78.00 91.00 91.00 91.00 91.00 73.07 73.07 73.07 73.07
 78.00 78.00 78.00 78.00 91.00 91.00 91.00 91.00 73.07 73.07 73.07 73.07
 78.00 78.00 94.00 94.00 91.00 97.60 97.60 97.60 73.07 73.07 73.07 73.07
 94.00 94.00 94.00 94.00 91.00 97.60 97.60 97.60 73.07 73.07 73.07 73.07
 94.00 94.00 94.00 94.00 91.00 97.60 97.60 97.60 73.07 73.07 73.07 73.07
 94.00 94.00 94.00 94.00 91.00 97.60 97.60 97.60 73.07 73.07 73.07 73.07
 78.00 94.00 94.00 94.00 91.00 97.60 97.60 97.60 73.07 73.07 73.07 73.07
 78.00 94.00 94.00 94.00 91.00 97.60 97.60 97.60 73.07 73.07 73.07 73.07

2) Variables utilitaires

a) variables système

PA%:	couleur du fond
IK %:	couleur des caractères
SD%:	unité de lecture
D	DD%: unité d'écriture
FK%:	n° des touches de fonction

b) variables de calculs intermédiaires

ANPS(i):	surplus du producteur actualisé
ANSU(i):	subventions actualisées
ANVAN(i):	valeur ajoutée nette actualisée
C(i):	coût total
CAP(i,j,s):	captures total
CAT(i):	chiffre d'affaires total
CO(i,k,m):	calcul des coefficients de skew et curtosis
K1(i,2):	taille de la flotte; pour l'année t-1 (K1(i,1)), et l'année t
O(k):	taille de l'échantillon pour la variable k
PS(i):	surplus du producteur
QT(i):	capture totale
RA:	recrutement total
SU(i):	subventions
VAN(i):	valeur ajoutée nette
X(i,k,m):	somme des puissances des variables x, x^2, x^3, x^4

c) divers

I\$(60):	labels utilisés à divers endroits dans le programme (lus dans le fichier LABELS.REF)
NFL:	nombre de flotte
JM:	nombre d'espèces
LM:	nombre de classes de taille
N:	nombre de classes de tonnage
NVAR:	nombre de variables pour lesquelles les moyennes sont calculées

IV) Listing du programme SIMUPEC

```
10 REM *****
15 REM Programme SIMUPEC , Pêcherie de crevette guyanaise
20 REM B.GILLY, J.Y.LEGALL, Y.COCHET 23 SEPTEMBRE 87
30 REM *****
35 REM
40 REM
50 REM
810 REM
1000 GOSUB 8000 ' DECLARATION DES TABLEAUX
1050 GOSUB 6100 ' INITIALISATION DES PARAMETRES SYSTEMES
1100 GOSUB 8100 ' LECTURE DES LABELS
1150 GOSUB 6300 ' ASSIGNATION DES TOUCHES DE FONCTION
1200 GOSUB 7000 ' LECTURE DES PARAMETRES
3000 '
3005 ' PROGRAMME PRINCIPAL
3010 '
3100 GOSUB 9000 ' ENTRER DES VARIABLES
3120 GOSUB 9800 ' INITIALISATION DU TEMPS
3140 FOR ES=1 TO ESSAI ' BOUCLE DES ESSAIS
3160 FOR AN=1 TO ANNEE ' BOUCLE DES ANNEES
3170 GOSUB 9900 ' MISE A JOUR DE L'HORLOGE
3200 IF AN=1 THEN 3210 ELSE 3300
3210 FOR I=1 TO NFL ' INITIALISATION TAILLE DES FLOTTILLES
3220 K1(I,1)=TF(I):K1(I,2)=TF(I)
3230 NEXT I
3300 GOSUB 10000 ' RECRUTEMENT ALEATOIRE
3400 GOSUB 11000 ' EFFORT DE PECHE
3500 GOSUB 12000 ' CAPTURES
3600 GOSUB 15000 ' CHIFFRE D'AFFAIRE
3700 GOSUB 16000 ' COUTS D'EXPLOITATION
3800 GOSUB 17000 ' REXULTATS D'EXPLOITATION
3900 GOSUB 18000 ' ACTUALISATION
4000 GOSUB 19000 ' SAUVEGARDE DES VALEURS POUR LES GRAPHES
4100 GOSUB 20000 ' ACCUMULATION POUR MOYENNE
4200 GOSUB 21000 ' AFFICHAGE DES RESULTATS INTERMEDIAIRE
4300 GOSUB 22000 ' INVESTISSEMENT POUR L'ANNEE SUIVANTE
4400 NEXT AN
4500 NEXT ES
4600 PLAY"ABDC"
5000 GOSUB 24000 ' FERMETURE DES FICHIERS GRAPHIQUES
5100 GOSUB 25000 ' CALCUL DES MOYENNES,VARIANCE,...
5200 GOSUB 30000 ' AFFICHAGE DES RESULTATS FINALS
5300 REM
5305 REM FIN DU PROGRAMME PRINCIPAL
5310 REM
5400 REM*****
5410 REM OPTIONS DE SORTIE
5420 REM*****
5430 CLS
5440 FOR T=1 TO 4
5450 LOCATE T*2,2:PRINT L$(T)
5460 NEXT T
```

```

5465 LOCATE 12,1:PRINT"Votre choix:"
5470 MT=4:GOSUB 6000 ' SAISIE TOUCHE DE FONCTION
5480 ON FK% GOTO 5500,5510,5520,5530
5490 GOTO 5470
5500 RUN "GRAPHE" ' SORTIE DES GRAPHIQUES
5510 RUN "EDIFIC" ' MODIFICATIONS DES PARAMETRES
5520 REX=-1:GOTO 1200 ' REXECUTE LE PROGRAMME
5530 END ' SORTIE PROGRAMME
5540 REM
5550 REM
5600 REM FIN DU MENU DE SORTIE
5800 REM
5805 REM*****
5810 REM SOUS PROGRAMMES
5815 REM*****
6000 REM SAISIE DES TOUCHES DE FONCTION
6005 REM
6014 EX$=""
6015 EX$=INKEY$
6016 IF LEN(EX$)=0 THEN 6014
6020 FK%=ASC(EX$)-96
6030 IF FK%<1 OR FK%>4 THEN 6035 ELSE 6050
6035 BEEP:GOTO 6014
6050 RETURN
6100 REM
6105 REM PARAMETRES SYSTEMES
6107 REM
6110 PA%=7 ' COULEUR DU FOND
6115 IK%=0 ' COULEUR DU TEXTE
6120 SD%=1 ' UNITE LOGIQUE DE LECTURE
6130 DD%=2 ' UNITE LOGIQUE D'ECRITURE
6140 RETURN
6150 REM
6155 REM
6300 REM
6305 REM ASSIGNATIONS DES TOUCHES DE FONCTIONS
6310 KEY 1,"a":KEY 2,"b":KEY 3,"c":KEY 4,"d"
6320 KEY OFF
6330 RETURN
6500 COLOR IK%,PA%:RETURN ' INVERSE VIDEO
6600 COLOR PA%,IK%:RETURN ' NORMAL VIDEO
7000 REM
7005 REM LECTURE DU FICHIER DE PARAMETRES
7010 REM
7015 REM
7016 CLS:FI$="PARAMET"
7017 LOCATE 10,1:PRINT"Nom du fichier à lire :"
7018 LOCATE 10,30:PRINT FI$
7019 GOSUB 6500:LOCATE 12,10:PRINT "Garder, Modifier (F1, F2) ":GOSUB 6600
7020 GOSUB 6000
7021 ON FK% GOTO 7080,7060,7050
7030 OPEN FI$ FOR INPUT AS#SD%
7050 PRINT CHR$(7):GOTO 7020
7060 LOCATE 10,30:INPUT FI$
7065 IF LEN(FI$)>12 THEN 7070 ELSE 7066
7066 LOCATE 10,30:PRINT SPACE$(40):GOTO 7018
7070 PRINT CHR$(7):GOTO 7060
7080 ON ERROR GOTO 35500

```

```

7090 OPEN FI$ FOR INPUT AS#SD%
7100 INPUT #SD%,VM,VS,TACLA,TXACT,FACT,DVIE,NBJM,LIC
7110 INPUT #SD%,PROP(1),PROP(2),PROP(3),PROP(4)
7200 FOR P=1 TO 20
7210 INPUT #SD%,Y(1),Y(2),Y(3)
7220 FOR I=1 TO NFL
7230 ON P GOTO
7231,7232,7234,7235,7236,7237,7238,7239,7240,7241,7242,7243,7244,7245,7246,7247,7248,7249,7250,7251
7231 TF(I)=Y(I):GOTO 7260
7232 JM(I)=Y(I):GOTO 7260
7234 CEX(I)=Y(I):GOTO 7260
7235 PEX(I)=Y(I):GOTO 7260
7236 DEP(I)=Y(I):GOTO 7260
7237 MNB(I)=Y(I):GOTO 7260
7238 MB(I)=Y(I):GOTO 7260
7239 CFIX(I)=Y(I):GOTO 7260
7240 CTVAR(I)=Y(I):GOTO 7260
7241 PR3(I)=Y(I):GOTO 7260
7242 TAX(I)=Y(I):GOTO 7260
7243 DIV(I)=Y(I):GOTO 7260
7244 SUB(I)=Y(I):GOTO 7260
7245 K(I)=Y(I):GOTO 7260
7246 TRACRE(I)=Y(I):GOTO 7260
7247 MXQ(I)=Y(I):GOTO 7260
7248 MINV(I)=Y(I):GOTO 7260
7249 GO(I)=Y(I):GOTO 7260
7250 SUBINV(I)=Y(I):GOTO 7260
7251 MCAP(I)=Y(I):GOTO 7260
7260 NEXT I
7265 NEXT P
7290 FOR P=1 TO 2
7300 FOR J=1 TO JM
7310 INPUT
#SD%,Y(1),Y(2),Y(3),Y(4),Y(5),Y(6),Y(7),Y(8),Y(9),Y(10),Y(11),Y(12),Y(13),Y(14),Y(15),Y(16),Y(17),Y(18),Y
(19),Y(20),Y(21),Y(22),Y(23)
7320 FOR S=1 TO LM
7325 ON P GOTO 7330,7335
7330 W(J,S)=Y(S):GOTO 7340
7335 M(J,S)=Y(S):GOTO 7340
7340 NEXT S
7350 NEXT J
7360 NEXT P
7405 FOR I=1 TO NFL
7410 INPUT
#SD%,Y(1),Y(2),Y(3),Y(4),Y(5),Y(6),Y(7),Y(8),Y(9),Y(10),Y(11),Y(12),Y(13),Y(14),Y(15),Y(16),Y(17),Y(18),Y
(19),Y(20),Y(21),Y(22),Y(23)
7430 FOR S=1 TO LM
7446 PR1(I,S)=Y(S):GOTO 7470
7470 NEXT S
7480 NEXT I
7500 FOR I=1 TO NFL
7510 INPUT #SD%,Y(1),Y(2),Y(3),Y(4),Y(5),Y(6),Y(7),Y(8),Y(9)
7520 FOR L=1 TO N ' NOMBRE DE CLASSE PRIME
7525 PR2(I,L)=Y(L)
7530 NEXT L
7540 NEXT I
7595 FOR P=1 TO 2
7600 FOR J=1 TO JM

```

```

7610 FOR I=1 TO NFL
7620 INPUT #SD%,Y(1),Y(2),Y(3),Y(4),Y(5),Y(6),Y(7),Y(8),Y(9),Y(10),Y(11),Y(12),Y(13),Y(14),Y(15),Y(16),Y(17
),Y(18),Y(19),Y(20),Y(21),Y(22),Y(23)
7630 FOR S=1 TO LM
7635 ON P GOTO 7640,7645
7640 Q(I,J,S)=Y(S)*MCAP(I)/100: GOTO 7650
7645 P(I,J,S)=Y(S):GOTO 7650
7650 NEXT S
7660 NEXT I
7670 NEXT J
7675 NEXT P
7800 CLOSE #SD%
7990 RETURN
8000 REM
8005 REM DECLARATION DES TABLEAUX
8010 REM
8015 NFL=3:JM=4:LM=23:NV%=8:NVAR=11:N=8+1 ' +1 a cause de la classe inferieur 0
8016 REX=0
8020 DIM L$(60),Y(LM) 'SI LM est superieur à N
8030 DIM MP(NFL,JM,LM),Q(NFL,JM,LM),P(NFL,JM,LM),CAP(NFL,JM,LM)
8040 DIM M(JM,LM),W(JM,LM)
8050 DIM PR1(NFL,LM)
8060 DIM PR2(NFL,N)
8070 DIM X(NFL+1,NVAR,4),M1(NFL+1,NVAR,4),CO(NFL+1,NVAR,3)
8080 DIM K1(NFL,2),O(NVAR)
8090 RETURN
8100 REM          LECTURE DU FICHIERS DE LABELS
8105 REM
8110 LA$="LABELS.REF" ' NOMBRE DE LABELS (NL)
8120 OPEN CH$+LA$ FOR INPUT AS # SD%
8130 INPUT #SD%,NL%
8140 FOR T=1 TO NL%
8150 INPUT #SD%,L$(T)
8160 NEXT T
8165 CLOSE #SD%
8170 RETURN
9000 REM
9005 REM ENTRER DES VARIABLES
9010 REM
9015 CLS
9016 LOCATE 2,10:INPUT"Intitulé de la simulation :";TITRE$
9020 LOCATE 4,10:PRINT L$(5);:INPUT ANNEE
9025 IF ANNEE<1 OR ANNEE>30 THEN 9030 ELSE 9040
9030 PRINT CHR$(7):GOTO 9020
9040 LOCATE 6,10:PRINT L$(6);:INPUT ESSAI
9045 IF ESSAI<1 OR ESSAI>300 THEN 9050 ELSE 9060
9050 PRINT CHR$(7):GOTO 9040
9060 IF ANNEE*ESSAI>7000 THEN 9065 ELSE 9090
9070 PRINT CHR$(7):GOTO 9020
9090 LOCATE 10,10 :PRINT L$(7);:INPUT ST$ 'NOM DU FICHER GRAPHIQUE
9100 IF LEN(ST$)<3 OR LEN(ST$)>7 THEN 9105 ELSE 9110
9105 PRINT CHR$(7):GOTO 9090
9110 MT=2:LOCATE 14,10 :PRINT L$(8);:GOSUB 6000
9120 IO%=FK% 'RESULTAT INTERMEDIAIRE 1-->AFFICHAGE 2--> NON AFFICHAGE
9200 REM
9210 REM OUVERTURE DES FICHIERS GRAPHIQUES
9215 REM
9220 OPEN "NF" FOR OUTPUT AS #14

```

```

9225 PRINT #14,ST$
9230 PRINT #14,ESSAI,ANNEE 'SAUVEGARDE DES NOMS ET NOMBRE DANS "NF"
9235 CLOSE #14 ' POUR GRAPHIQUE
9240 FOR T%=1 TO NV%
9245 FIF1$=ST$+RIGHT$(STR$(T%),1)
9255 NFIL%=T%+19 'UNITE LOGIQUE DES FICHIERS GRAPHIQUES
9260 OPEN FIF1$ FOR OUTPUT AS#NFIL%:CLOSE #NFIL%
9265 OPEN FIF1$ FOR APPEND AS#NFIL%
9270 NEXT T%
9280 FOR T=1 TO NVAR:O(T)-ANNEE*ESSAI:NEXT T
9290 FOR T=9 TO NVAR:O(T)-ESSAI:NEXT T ' UTILE POUR CALCUL DES MOYENNES
9300 RETURN
9800 REM
9805 REM INITIALISATION DU TEMPS
9810 REM
9812 IF REX=-1 THEN 9950
9820 CLS
9822 RANDOMIZE TIMER
9825 TI$=TIME$
9826 XX0$=TI$:XX1$=LEFT$(XX0$,2):XX2$=MID$(XX0$,4,2):XX3$=RIGHT$(XX0$,2)
9827 XX1=VAL(XX1$):XX2=VAL(XX2$):XX3=VAL(XX3$)
9830 LOCATE 1,5:GOSUB 6500:PRINT L$(9):GOSUB 6600
9840 LOCATE 2,1:PRINT L$(10)
9845 LOCATE 3,1:PRINT L$(11)
9850 LOCATE 4,1:PRINT L$(12)
9855 RETURN
9900 REM
9905 REM MISE A JOUR DE L'HORLOGE
9910 REM
9915 TI$=TIME$
9920 X0$=TI$:X1$=LEFT$(X0$,2):X2$=MID$(X0$,4,2):X3$=RIGHT$(X0$,2)
9925 X1=VAL(X1$)-XX1:X2=VAL(X2$)-XX2:X3=VAL(X3$)-XX3
9930 SEC=X1*3600+X2*60+X3 'SECONDES ECOULEES
9931 MIN=INT(SEC/60):HEU=INT(SEC/3600) ' MINUTES ET HEURES ECOULEES
9932 LOCATE 2,42:PRINT USING "## s";SEC-(60*MIN)
9934 LOCATE 2,36:PRINT USING "## mn:";MIN-(60*HEU)
9936 LOCATE 2,30:PRINT USING "## h:";HEU
9940 LOCATE 3,30:PRINT ES
9945 LOCATE 4,30:PRINT AN
9950 RETURN
10000 REM
10005 REM RECRUTEMENT ALEATOIRE: LOI LOGNORMALE
10010 REM
10020 REM RA=650000000#:GOTO 10200
10050 TI=INT(32767*SIN(TIMER))
10060 X1=RND(-TI):X2=0
10070 FOR T%=1 TO 12
10080 X2=X2+RND(1)
10090 NEXT T%
10100 R=VM*EXP(VS*(X2-6)) 'VM EET VS SONT LES PARAM DE LA FONCTION Nlog
10102 IF R>1000 THEN 10050
10120 RA=R*FACT
10125 REM PRINT #15,USING"#####.#####";R
10127 REM GOSUB 19000:GOTO 10050
10200 FOR J=1 TO JM 'JM EST LE NOMBRE D'ESPECES (JM=2)
10210 R1(J)=RA*PROP(J) ' PROP(J) EST LA PROPORTION DE CHAQUE ESPECE
10215 REM PRINT "R1( ";J;" ) ";R1(J)
10220 NEXT J

```

```

10500 RETURN
11000 REM
11010 REM      EFFORT DE PECHE
11020 REM
11200 FOR I=1 TO NFL      ' I FLOTTILLE
11350 EF(I)=K1(I,2)*(JM(I)/NBJM) ' COEFFICIENTS A DEFINIR
11352 REM PRINT "EF(I) ";EF(I)
11400 NEXT I
11402 REM INPUT ZZ
11500 RETURN
12000 REM
12010 REM CAPTURES
12020 REM
12100 FOR S=1 TO LM
12110 FOR J=1 TO JM
12112 Z=0
12120 FOR I=1 TO NFL
12122 Z=Z+(EF(I)*Q(I,J,S))
12124 NEXT I
12126 Z=Z+M(J,S)
12127 IF Z=0 THEN Z=.0000001
12130 FOR I=1 TO NFL
12200 MP(I,J,S)=R1(J)*((EF(I)*Q(I,J,S))/Z)*(1-EXP(-Z))
12400 NEXT I
12550 R1(J)=R1(J)*EXP(-Z)
12555 REM PRINT I;" ";J;" ";S;R1(J),RET
12600 NEXT J
12700 NEXT S
13005 REM
13100 FOR I=1 TO NFL
13105 QT(I)=0
13110 FOR S=1 TO LM
13120 FOR J=1 TO JM
13130 CAP(I,J,S)=(MP(I,J,S)*W(J,S))/1000 ' W(J,S) en grammes
13131 REM PRINT MP(I,J,S),CAP(I,J,S),Q(I,J,S);I;" ";J;" ";S
13132 QT(I)=QT(I)+CAP(I,J,S) ' CAP , QT en kilogrammes
13135 IF QT(I)>MXQ(I) THEN 13136 ELSE 13140 ' TEST QUOTA
13136 CAP(I,J,S)=CAP(I,J,S)-(MXQ(I)-QT(I))
13137 QT(I)=MXQ(I):GOTO 13170
13140 NEXT J
13160 NEXT S
13165 REM PRINT QT(I)
13170 NEXT I
13300 RETURN
15000 REM
15005 REM      CHIFFRE D'AFFAIRE
15010 REM
15050 FOR I=1 TO NFL
15060 CAF(I)=0
15070 FOR J=1 TO JM
15100 FOR S=1 TO LM
15110 CAF(I)=CAF(I)+(CAP(I,J,S)*P(I,J,S))
15115 REM PRINT I;" ";J;" ";S;" ";CAP(I,J,S);" ";P(I,J,S);" ";CAF(I)
15120 NEXT S
15130 NEXT J
15135 REM PRINT" CAF ",CAF(I)
15200 REM PRISE AUTRE QUE CREVETTES
15210 CAT(I)=CAF(I)+(QT(I)*CEX(I)*PEX(I)) 'CEX CAPTURES EXTRA,PEX PRIX MOYEN

```

```

15300 NEXT I
15400 RETURN
16000 REM
16005 REM          CALCUL DU COUT D'EXPLOITATION
16010 REM
16100 FOR I=1 TO NFL
16110 CVAR(I)=CTVAR(I)*(JM(I)/NBJM)*K1(I,2)
16115 CFIXF(I)=CFIX(I)*K1(I,2)
16120 TOT=0
16130 FOR S=1 TO LM
16150 FOR J=1 TO JM:TOT=TOT+CAP(I,J,S)*PR1(I,S):NEXT J
16160 NEXT S
16170 L=JNT(((QT(I)/K1(I,2))-31800)/TACLA)+1
16175 REM PRINT QT(I),TACLA,L
16180 IF L<1 THEN L=9 :PR2(I,L)=0:GOTO 16200
16190 IF L>8 THEN L=8
16200 CPROP(I)=TOT+QT(I)*(PR2(I,L)+PR3(I)+TRACRE(I))+CAT(I)*TAX(I)
16210 COKA(I)=K(I)*SUB(I)*(TXACT/((1-((1+TXACT)^-DVIE))))*K1(I,2)
16215 REM PRINT CFIX(I)*K1(I,2),CVAR(I),CPROP(I),COKA(I)
16250 CI(I)=CFIXF(I)+CVAR(I)+CPROP(I)+COKA(I)
16260 REM PRINT"CFIX";CFIX(I);"CVAR ";CVAR(I);"CPROP ";CPROP(I);"COKA ";COKA(I)
16270 NEXT I
16300 RETURN
17000 REM
17005 REM RESULTAT D'EXPLOITATION
17010 REM
17015 FOR I=1 TO NFL
17020 VAN(I)=CAT(I)-((JM(I)/NBJM)*DIV(I)*K1(I,2))-COKA(I)-CFIXF(I)
17040 SU(I) =K1(I,2)*(GO(I)*(JM(I)/NBJM))+K1(I,1)*MINV(I)*K(I)*SUBINV(I)
17050 PROF(I)=CAT(I)-CI(I)
17100 PS(I)= CAT(I)+SU(I)-CI(I)
17120 REM PRINT"VAN, PS";VAN(I),PS(I)
17150 NEXT I
17500 RETURN
18000 REM
18005 REM          ACTUALISATION
18010 REM
18025 D2=(1+TXACT)^ANNEE:AF=TXACT*D2/(-1+D2)
18030 REM PRINT "D2 AF";D2,AF
18050 FOR I=1 TO NFL
18060 BS=(1+TXACT)^(-AN) ' TAUX D'ACTUALISATION
18070 APS(I)=APS(I)+BS*PS(I)
18090 ASU(I)=ASU(I)+BS*SU(I)
18100 AVAN(I)=AVAN(I)+BS*VAN(I)
18105 REM PRINT "APS ASU AVAN";APS(I),ASU(I),AVAN(I);"AN ";AN;" ES ";ES
18200 IF AN<ANNEE THEN 18250
18220 ANPS(I)=AF*APS(I)
18230 ANSU(I)=AF*ASU(I)
18240 ANVAN(I)=AF*AVAN(I)
18250 NEXT I
18500 RETURN
19000 REM
19005 REM          SAUVEGARDE DES VALEURS POUR LES GRAPHES
19010 REM
19100 PRINT #20,K1(1,2),K1(2,2),K1(3,2)
19103 PRINT #21,RA,RA,RA
19105 PRINT #22,QT(1),QT(2),QT(3)
19110 PRINT #23,CAT(1),CAT(2),CAT(3)

```

```

19120 PRINT #24,CI(1),CI(2),CI(3)
19130 PRINT #25,PS(1),PS(2),PS(3)
19140 PRINT #26,VAN(1),VAN(2),VAN(3)
19145 PRINT #27,PROF(1),PROF(2),PROF(3)
19200 RETURN
20000 REM
20005 REM      ACCUMULATION POUR MOYENNES
20010 REM
20100 FOR I=1 TO NFL
20105 M2=0:M3=0:M4=0
20110 FOR JC=1 TO NVAR
20120 ON JC GOTO 20205,20207,20210,20220,20230,20245,20250,20280,20300,20310
20200 M=K1(I,2):GOTO 20400 ' TAILLE DE LA FLOTTILLE
20205 M=RA      :GOTO 20400 ' RECRUTEMENT TOTALE (LE MEME PUR CHAQUE FLOTTILLE)
20207 M=QT(I)  :GOTO 20400 ' CAPTURE TOTALE
20210 M=CAT(I) :GOTO 20400 ' CHIFFRE D'AFFAIRE TOTAL
20220 M=CI(I)  :GOTO 20400 ' COUT TOTAL
20230 M=PS(I)  :GOTO 20400 ' PRODUCTEUR SURPLUS
20245 M=SU(I)  :GOTO 20400 ' SUBVENTIONS
20250 M=VAN(I) :GOTO 20400 ' VALEUR AJOUTEE NETTE
20280 IF AN<>ANNEE THEN 20600
20285 M=ANPS(I):APS(I)=0:GOTO 20400 ' SURPLUS PRODUCTEUR
20300 IF AN<>ANNEE THEN 20600
20305 M=ANSU(I):ASU(I)=0:GOTO 20400 ' SUBVENTIONS
20310 IF AN<>ANNEE THEN 20600
20315 M=ANVAN(I):AVAN(I)=0          ' VALEUR AJOUTEE NETTE
20400 M2=M*M:M3=M*M2:M4=M*M3
20410 X(I,JC,1)=X(I,JC,1)+M
20411 REM PRINT X(I,JC,1),"AC MOY"
20420 X(I,JC,2)=X(I,JC,2)+M2
20430 X(I,JC,3)=X(I,JC,3)+M3
20440 X(I,JC,4)=X(I,JC,4)+M4
20600 NEXT JC
20700 NEXT I
20800 RETURN
21000 REM
21005 REM      RESULTAT INTERMEDIAIRE
21010 REM
21015 ON I0% GOTO 21020,21500
21020 LOCATE 7,1:PRINT L$(15)
21025 LOCATE 8,1:PRINT STRING$(72,45)
21030 LOCATE 9,1:PRINT L$(20)
21032 LOCATE 10,1:PRINT L$(21)
21035 LOCATE 11,1:PRINT L$(22)
21040 LOCATE 12,1:PRINT L$(23)
21045 LOCATE 13,1:PRINT L$(24)
21055 LOCATE 14,1:PRINT L$(25)
21060 LOCATE 15,1:PRINT L$(26)
21065 DIV=.001
21100 FOR I=1 TO NFL
21105 CL=20+I*13
21107 LOCATE 9,CL:PRINT USING " #####";K1(I,2)
21108 LOCATE 10,CL:PRINT USING " #####";QT(I)*DIV
21110 LOCATE 11,CL:PRINT USING " #####";CAT(I)*DIV
21115 LOCATE 12,CL:PRINT USING " #####";CI(I)*DIV
21125 LOCATE 13,CL:PRINT USING " #####";PS(I)*DIV
21135 LOCATE 14,CL:PRINT USING " #####";SU(I)*DIV
21140 LOCATE 15,CL:PRINT USING " #####";VAN(I)*DIV

```

```

21142 LOCATE 16,CL:PRINT USING " #####";PROF(I)*DIV
21145 LOCATE 17,1:PRINT STRING$(72,45)
21200 NEXT I
21300 LOCATE 23,1:GOSUB 6500:PRINT L$(60):GOSUB 6600
21310 MT=2:GOSUB 6000
21500 RETURN
22000 REM
22005 REM   INVESTISSEMENT POUR L'ANNEE SUIVANTE
22010 REM
22100 FOR I=1 TO NFL
22105 REM PRINT PS(I)," ";I
22120 K1(I,2)=INT(.5+(1-DEP(I))*K1(I,1)) 'DEPRECIATION DU CAPITAL
22130 IF PS(I)<0 THEN 22145 ' SI PROFIT NUL PAS D'INVESTISSEMENT
22140 K1(I,2)=INT(.5+K1(I,2)+K1(I,1)*MINV(I)) 'MINV(I) COEFF D'INVESTISSEMENT
22145 REM PRINT K1(I,1),K1(I,2);" K1 I ";I
22150 IF K1(I,2)>MB(I) THEN K1(I,2)=MB(I) ' LIMTE SUPERIEUR DE BATEAUX
22160 IF K1(I,2)<MNB(I) THEN K1(I,2)=MNB(I) ' LIMTE INFERIEUR DE BATEAUX
22200 K1(I,1)=K1(I,2)
22300 NEXT I
22305 REM K1(3,2)=LIC-(K1(1,2)+K1(2,2))
22307 REM IF K1(3,2)<MNB(3) THEN K1(3,2)=MNB(3) ' LIMTE INFERIEUR DE BATEAUX
22310 REM K1(3,1)=K1(3,2)
22500 RETURN
24000 REM
24005 REM FERMETURE DES FICHIERS DE GRAPHIQUES
24010 REM
24100 CLOSE#20:CLOSE#21:CLOSE#22:CLOSE#23:CLOSE#24:CLOSE#25:CLOSE#26:CLOSE#27
24200 RETURN
25000 REM
25005 REM CALCUL DES MOYENNES
25010 REM
25020 FOR I=1 TO NFL
25030 FOR JC=1 TO NVAR
25040 FOR T=1 TO 4
25100 X(I,JC,T)=X(I,JC,T)/O(JC) ' VOIR 9280-9290
25200 NEXT T
25210 GOSUB 35000
25290 NEXT JC
25300 NEXT I
25400 REM
25405 REM MOYENNE TOTALE
25410 REM
25420 FOR JC=1 TO NVAR
25430 FOR T=1 TO 4
25440 X(4,JC,T)=0
25450 FOR I=1 TO 3
25460 X(4,JC,T)=X(4,JC,T)+X(I,JC,T)
25470 NEXT I
25480 X(4,JC,T)=X(4,JC,T)/NFL
25490 NEXT T
25500 I=4
25510 GOSUB 35000
25530 NEXT JC
25600 RETURN
30000 REM
30005 REM RESULTATS FINAL
30010 REM
30020 FOR I=1 TO NFL+1

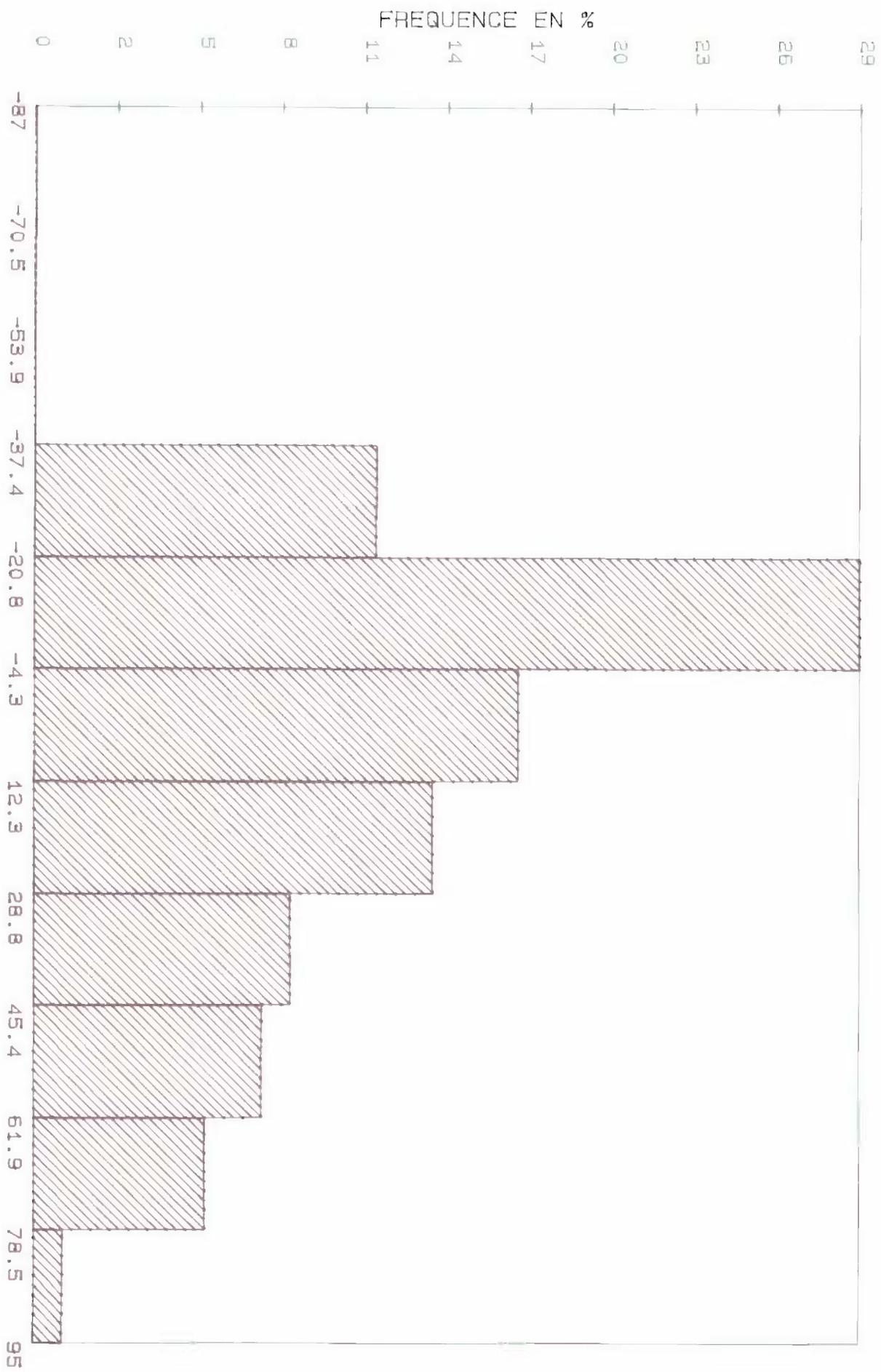
```

```

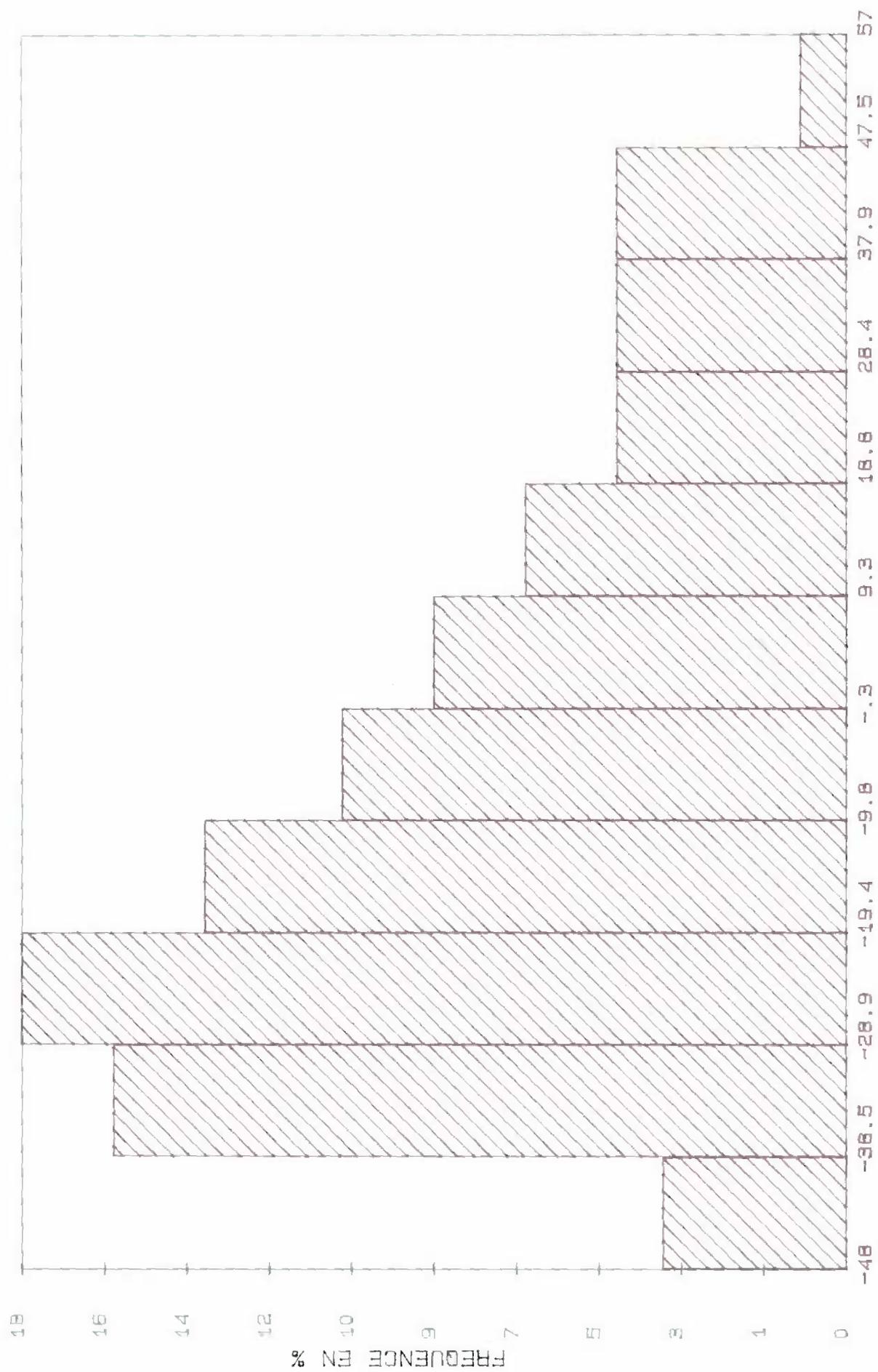
30030 CLS
30040 LOCATE 1,2:GOSUB 6500:PRINT"RESULTAT DE LA SIMULATION :";TITRES$:GOSUB 6600
30050 LOCATE 3,1:PRINT"FLOTTILLE ";L$(30+I)
30060 LOCATE 5,1:PRINT STRING$(80,45)
30070 LOCATE 6,1:PRINT"Variable"
30080 LOCATE 6,21:PRINT"Ech"
30090 LOCATE 6,27:PRINT"Moyenne"
30100 LOCATE 6,37:PRINT"Ec-Type"
30110 LOCATE 6,47:PRINT"Coef. Var"
30130 LOCATE 6,59:PRINT"Skew"
30140 LOCATE 6,67:PRINT"Curtosis"
30150 LOCATE 7,1:PRINT STRING$(80,45)
30300 FOR T=1 TO NVAR
30310 PL=7+T:LI=40+T
30315 IF T=1 THEN DIV=1:GOTO 30320
30316 IF T=2 THEN DIV=.000001 ELSE DIV=.001
30320 LOCATE PL,1:PRINT L$(LI) 'NOM DE LA VARIABLE
30330 LOCATE PL,20:PRINT USING "####";O(T) 'TAILLE DE L'ECHANTILLON
30340 LOCATE PL,26:PRINT USING "#####.###";M1(I,T,1)*DIV 'MOYENNE
30350 LOCATE PL,36:PRINT USING "#####.###";M1(I,T,2)*DIV 'ECART TYPE
30360 LOCATE PL,46:PRINT USING "#####.###";CO(I,T,1) 'COEFF DE VAR
30370 LOCATE PL,55:PRINT USING "#####.###";CO(I,T,2) 'SKEW
30380 LOCATE PL,65:PRINT USING "#####.###";CO(I,T,3) 'CURTOSIS
30400 NEXT T
30410 PRINT STRING$(80,45)
30420 LOCATE 23,1:GOSUB 6500:PRINT L$(60):GOSUB 6600
30430 MT=2:GOSUB 6000
30440 NEXT I
30500 RETURN
35000 REM
35090 REM
35092 REM SOUS MODULE DE CALCUL DES MOYENNES
35094 REM
35095 IF I=4 THEN MULT=NFL ELSE MULT=1
35100 M1(I,JC,1)=X(I,JC,1)*MULT 'MOYENNE
35110 M1(I,JC,2)=X(I,JC,2)-(X(I,JC,1)^2) ' VARIANCE
35120 REM IF M1(I,JC,2) <0 THEN PRINT "VARIANCE NEGATIVE":STOP
35130 M1(I,JC,2)=M1(I,JC,2)^.5 'ECART TYPE
35140 M1(I,JC,3)=X(I,JC,3)-3*X(I,JC,1)*X(I,JC,2)+2*(X(I,JC,1)^3) 'ORDRE 3
35150 M1(I,JC,4)=X(I,JC,4)-4*X(I,JC,1)*X(I,JC,3)+6*(X(I,JC,1)^2)*X(I,JC,2)-3*(X(I,JC,1)^4) 'ORDRE 4
35200 REM CALCUL DES COEFFICIENTS A PARTIR DES MOMENTS
35250 IF M1(I,JC,1)=0 THEN CO(I,JC,1)=0:GOTO 35270
35260 CO(I,JC,1)=M1(I,JC,2)/M1(I,JC,1) 'COEFF DE VARIATION
35270 IF M1(I,JC,2)<=0 THEN CO(I,JC,2)=0:GOTO 35290
35280 CO(I,JC,2)=M1(I,JC,3)/(M1(I,JC,2)^3) 'COEFF DE SKEW
35290 IF M1(I,JC,3)<=0 THEN CO(I,JC,3)=0:GOTO 35305
35300 CO(I,JC,3)=(M1(I,JC,4)/(M1(I,JC,2)^4))-3 'COEFF DE KURTOSIS
35305 RETURN
35500 LOCATE 15,1:PRINT CHR$(7);"Ce fichier n'existe pas ":PLAY"A"
35510 FOR I=1 TO 100:NEXT I
35520 LOCATE 15,1:PRINT SPACE$(40):GOTO 7060

```

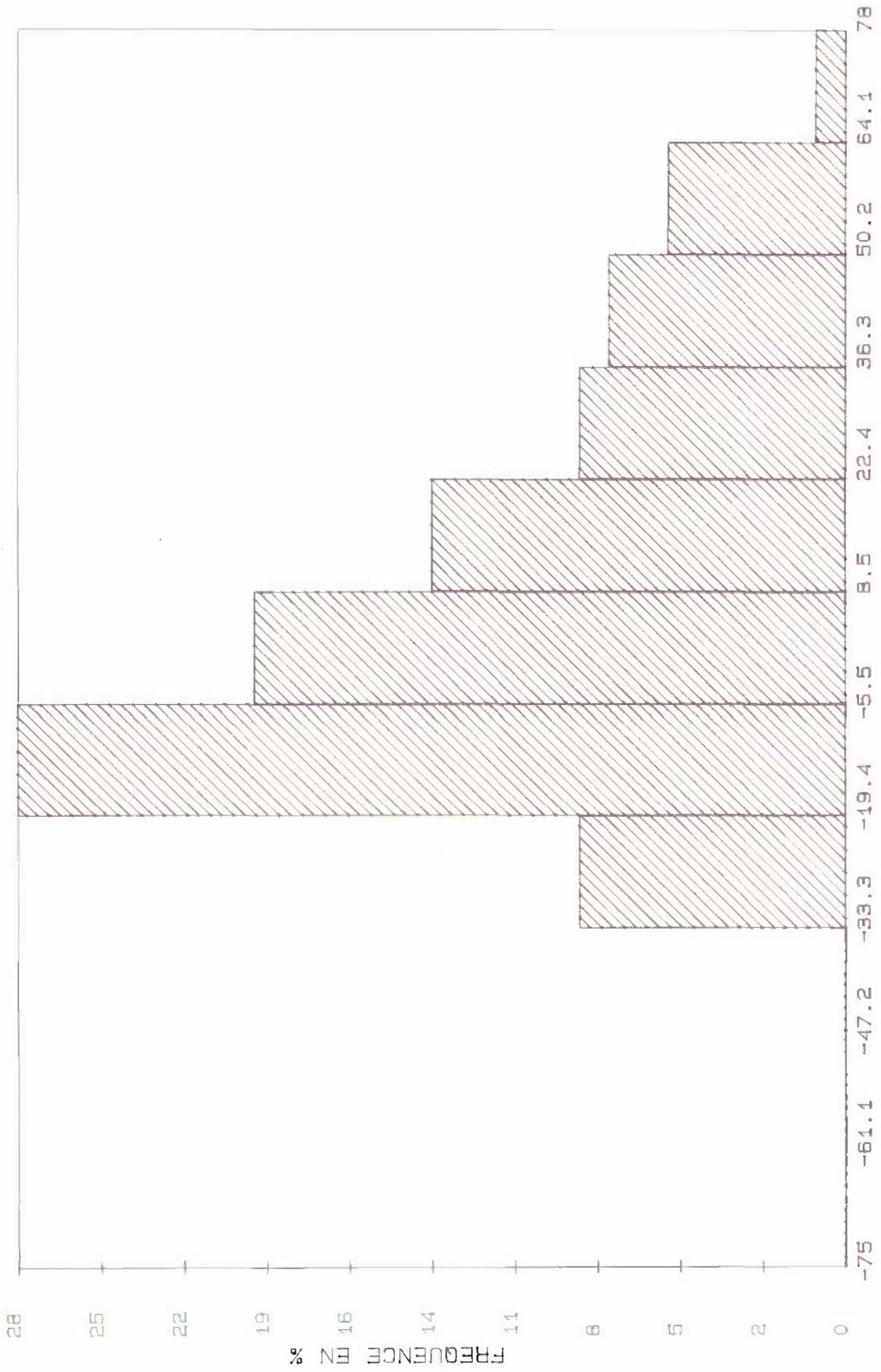
Val. aj. nette X 1000000 Flot. Francaise



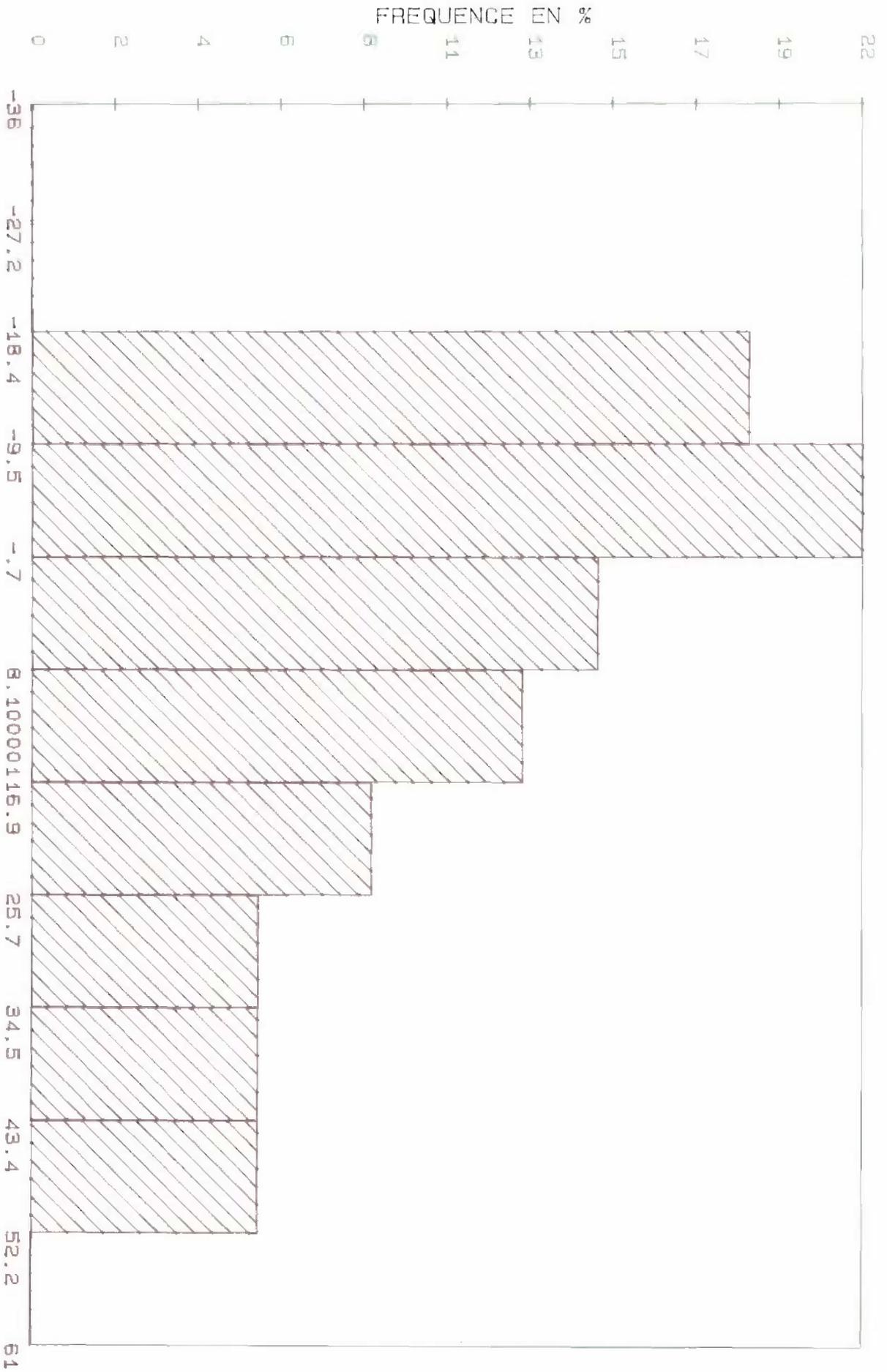
Surplus du producteur X 1000000 Flot. Americaine



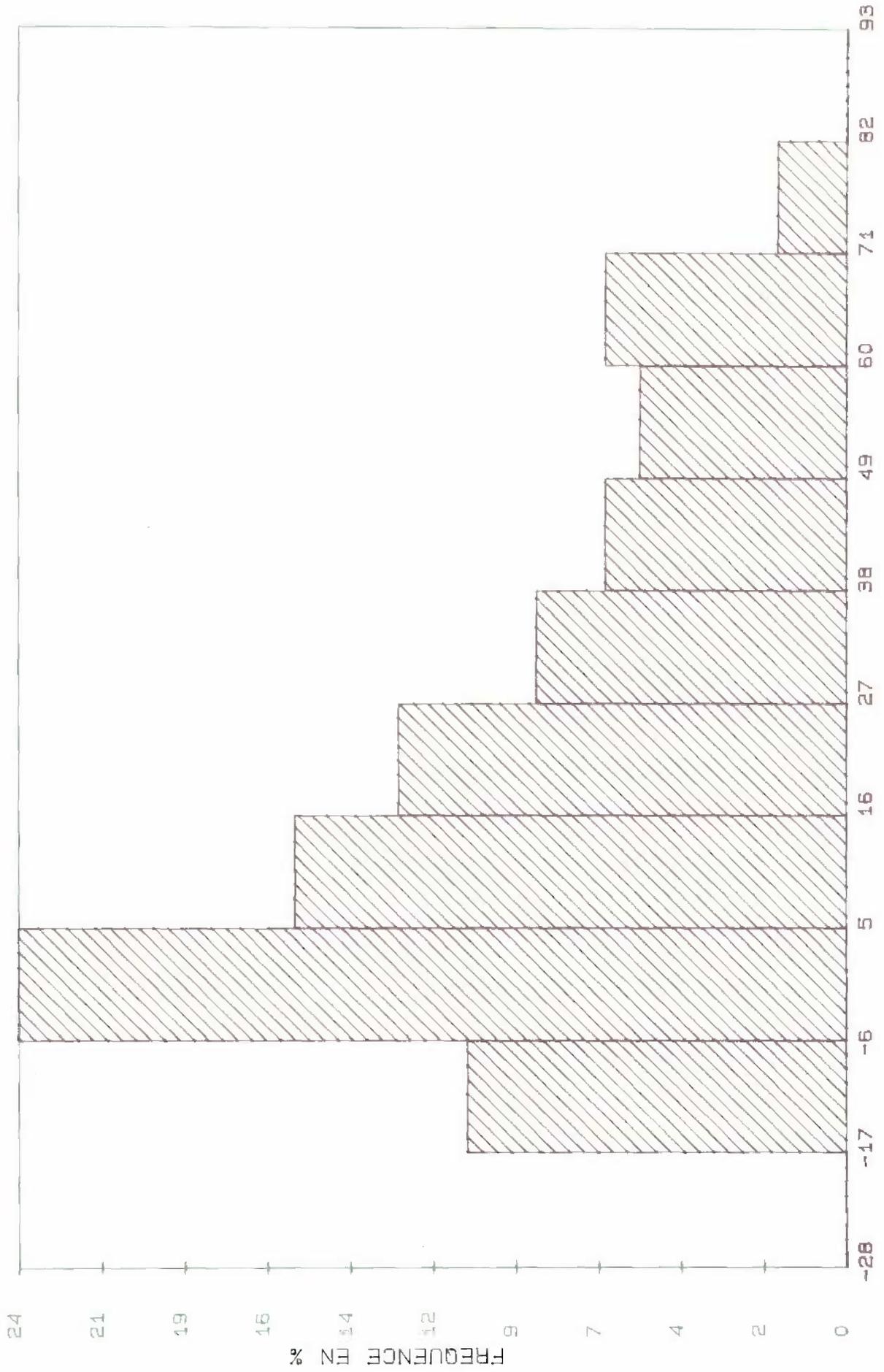
Surplus du producteur X 1000000 Flot. Francaise



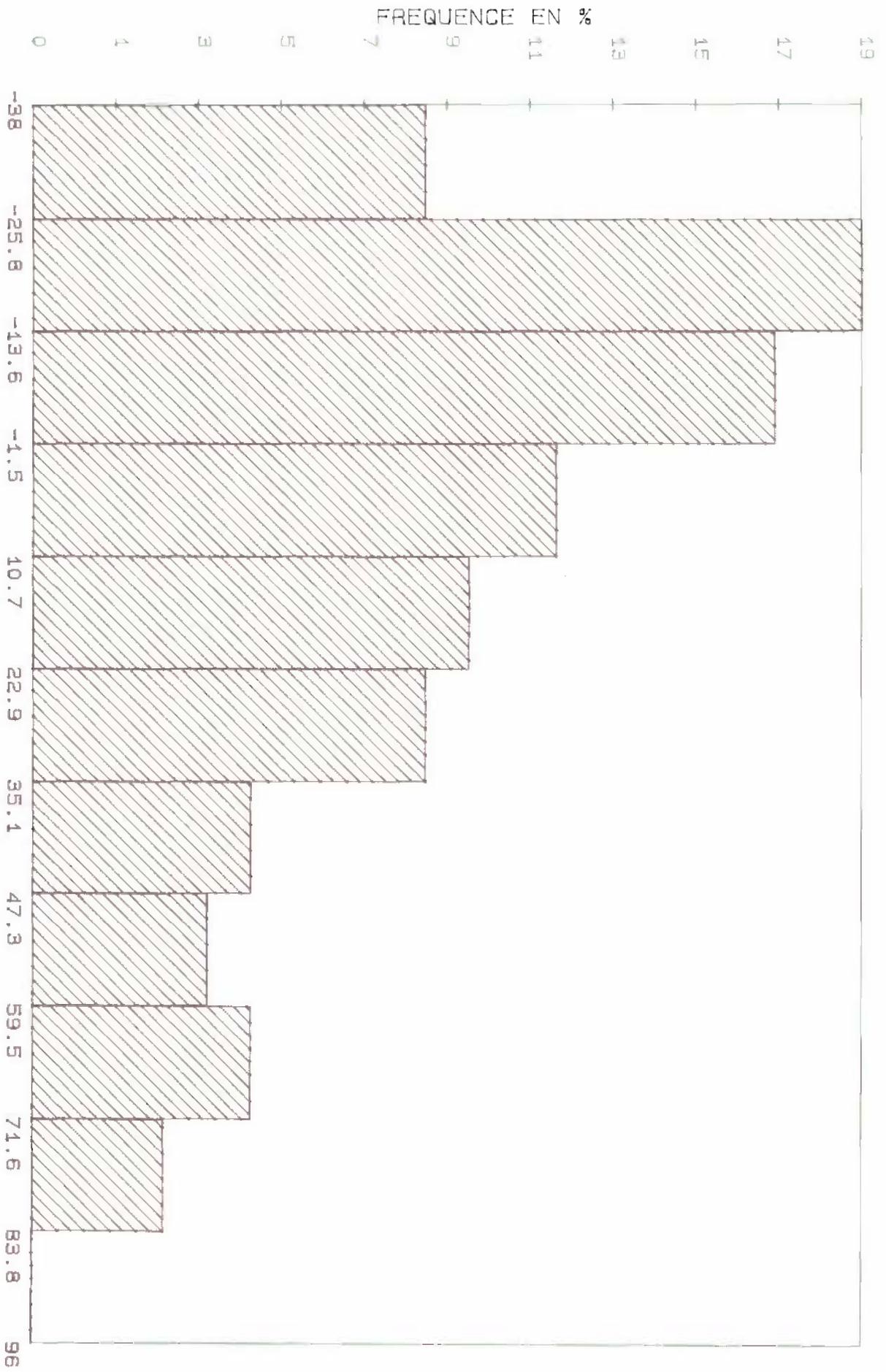
Surplus du producteur X 1000000 Fiat. Japonaise



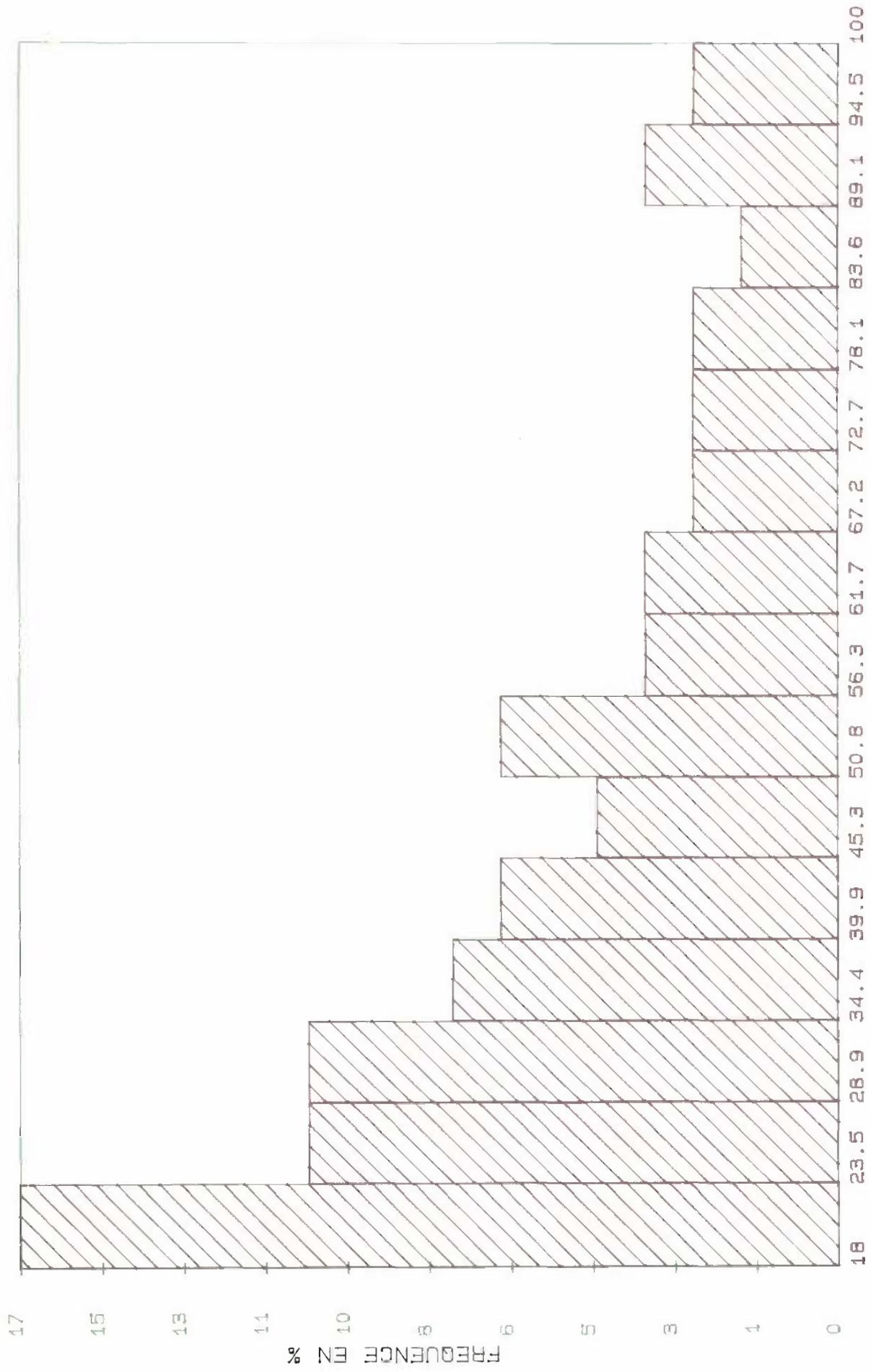
Val. aj. nette X 1000000 Flot. Japonaise



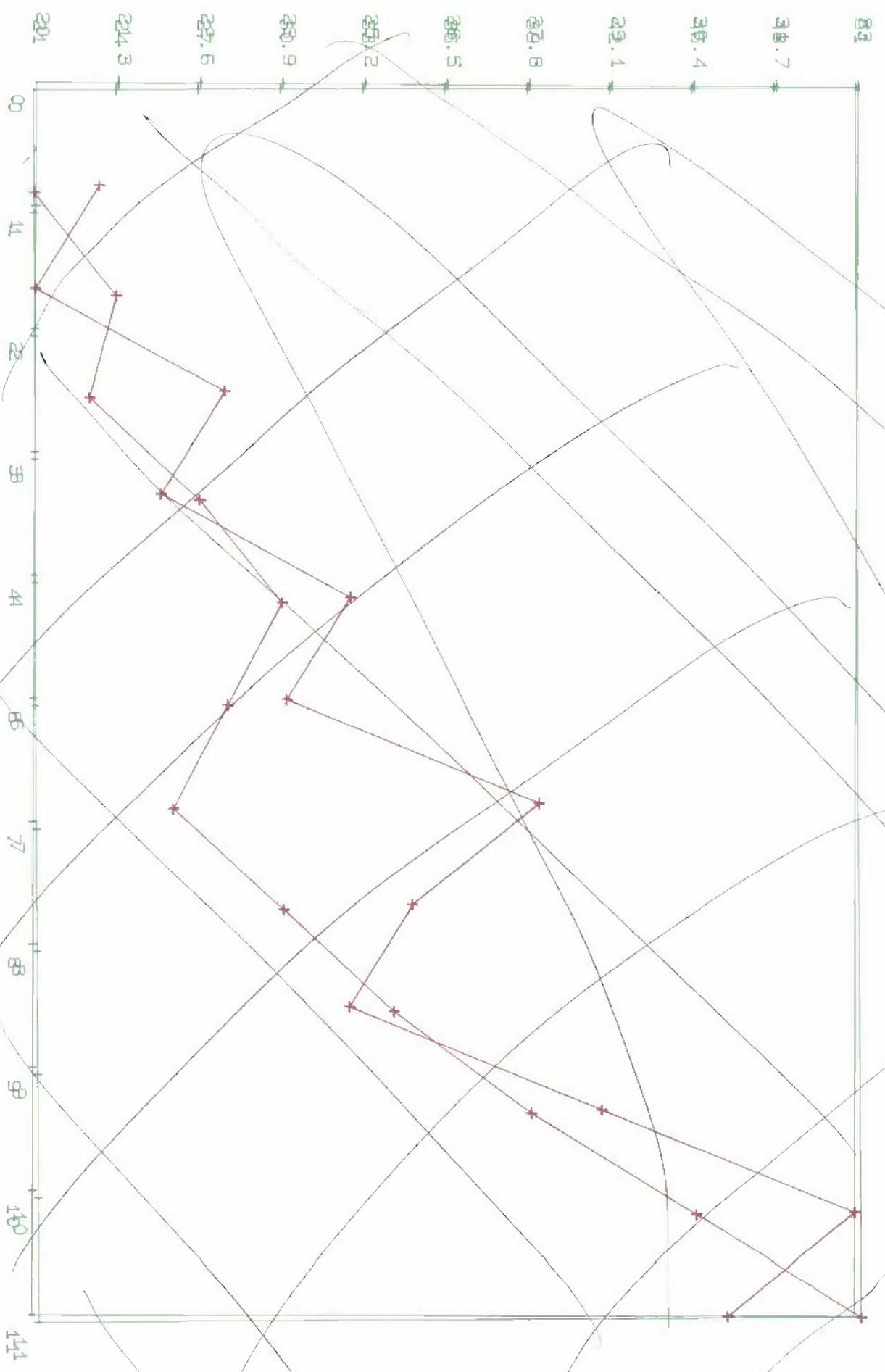
Val. aj. nette X 1000000 Flot. Americaine



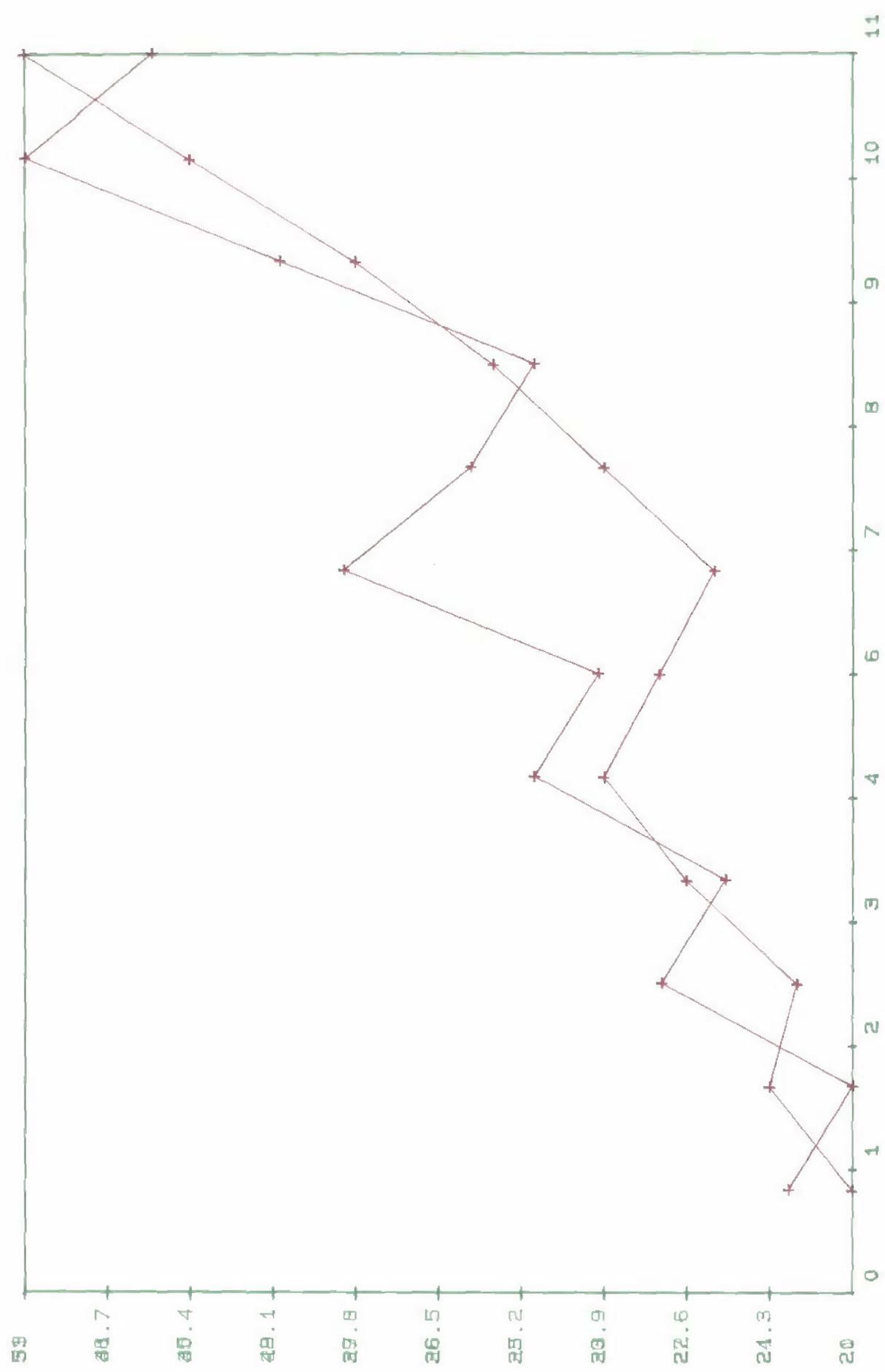
Recrutement X 1E+07



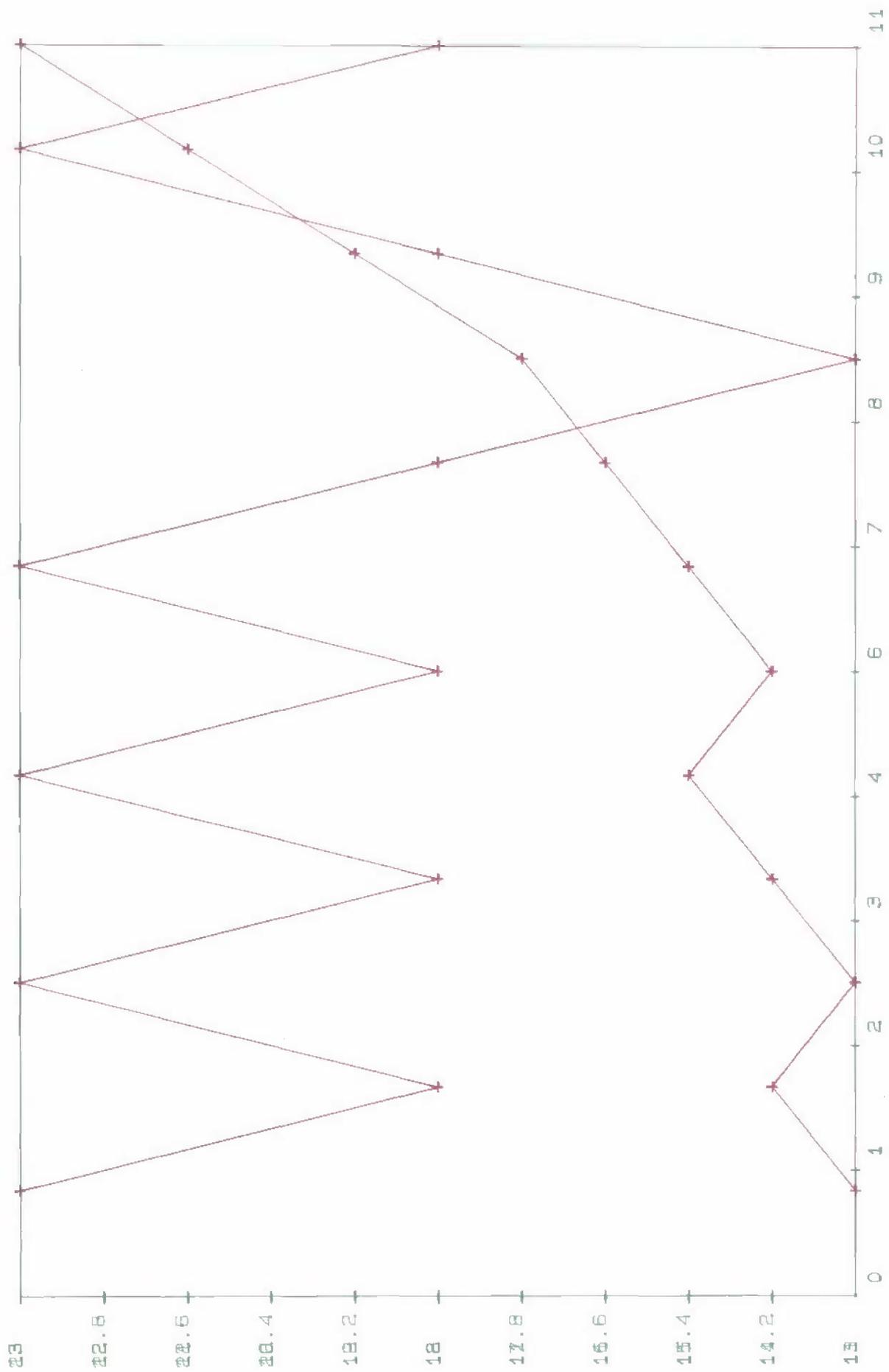
Failure of a float. Problem



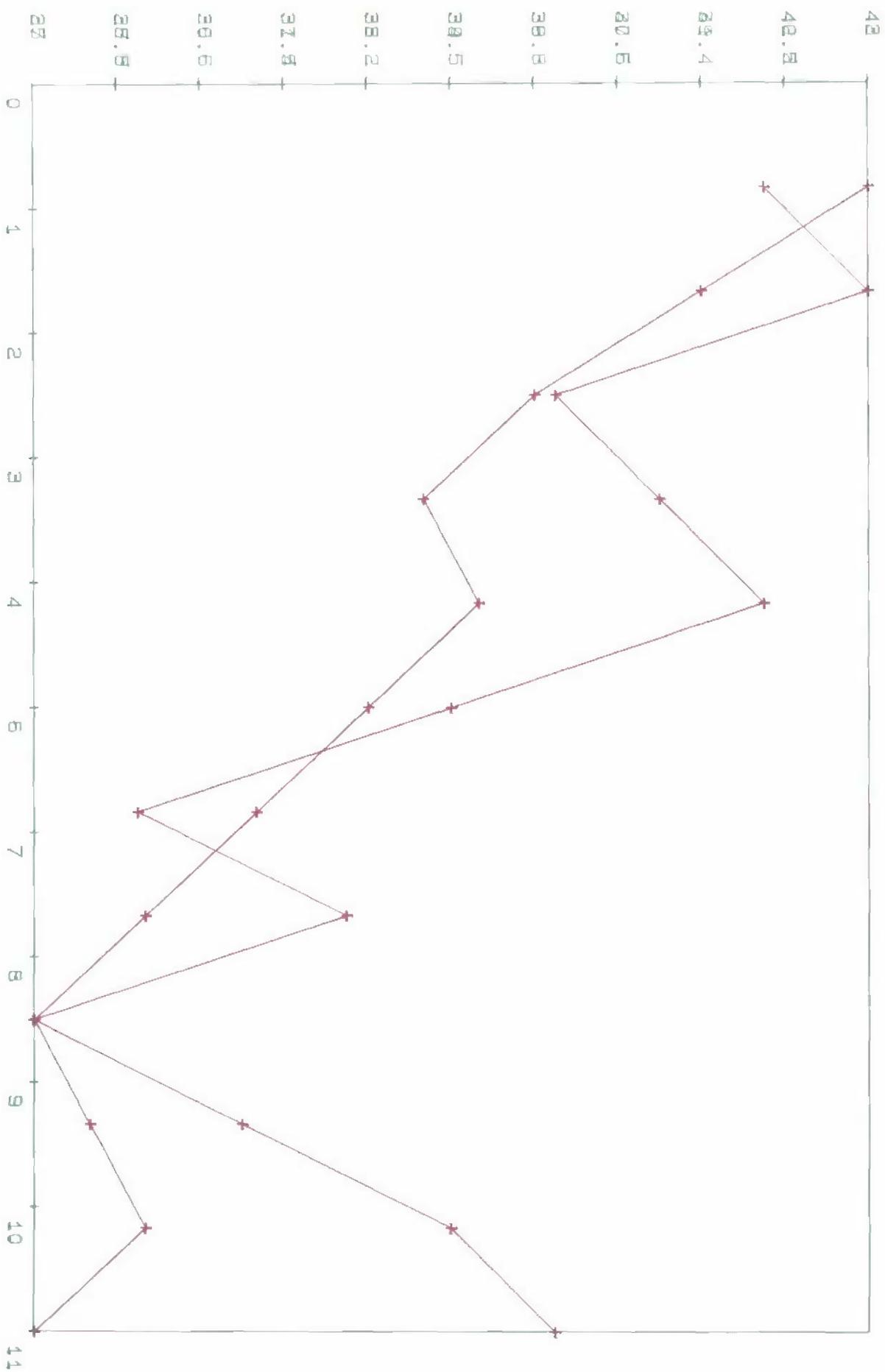
Taille de la flottille 1 Flot. Francaise



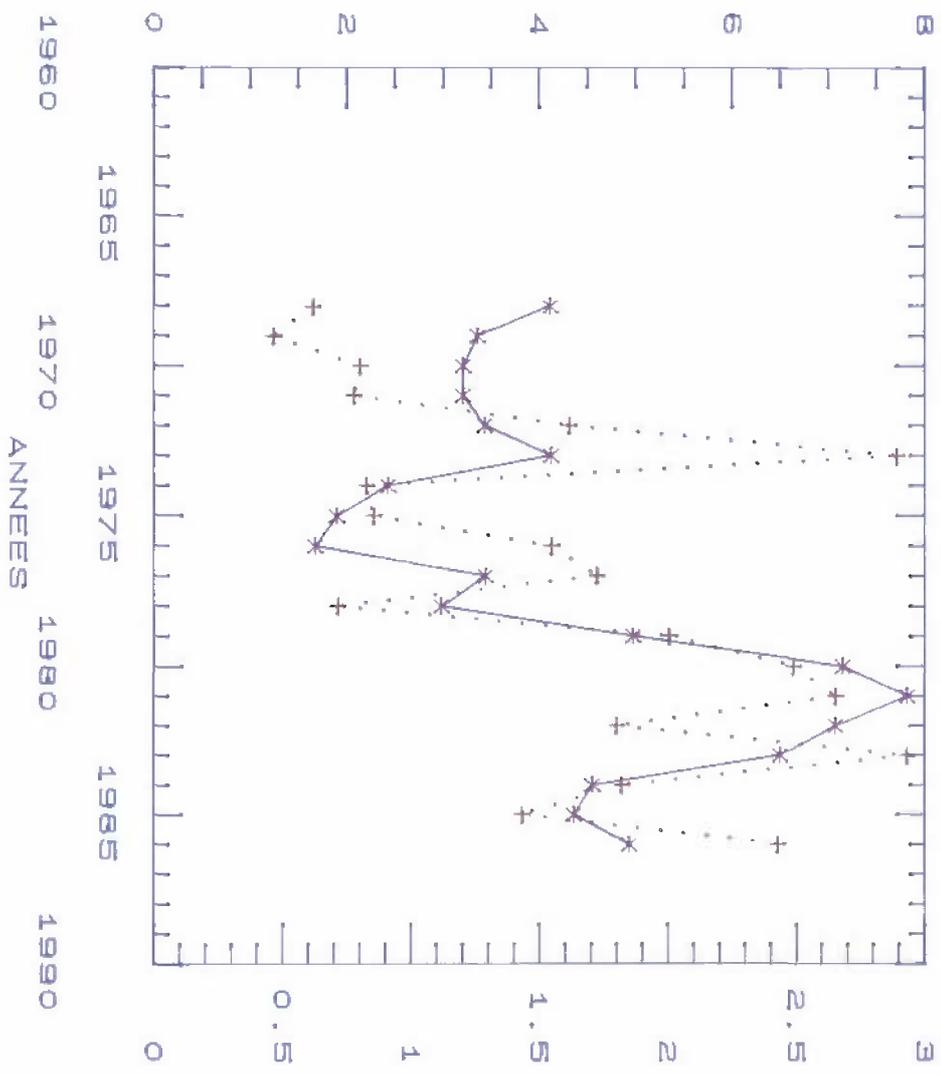
Taille de la flottille 1 Flot. Japonaise



Taille de la flottille 1 Flot. Américaine



VARIATIONS DES DEBARQUEMENTS (---) (X 1E7)
 (X 1E6) DU RECRUTEMENT (.....) (X 1E7)



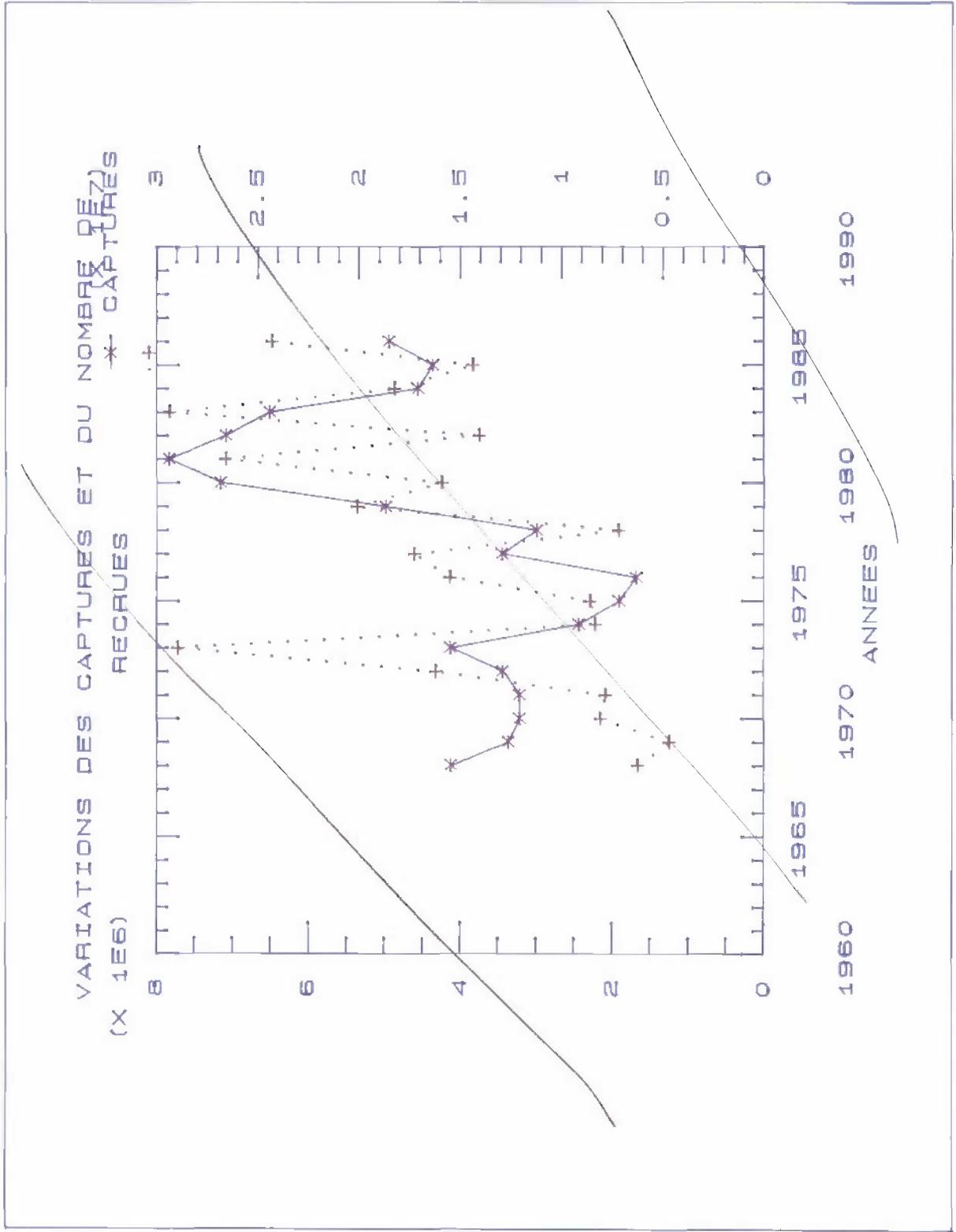


Figure 1

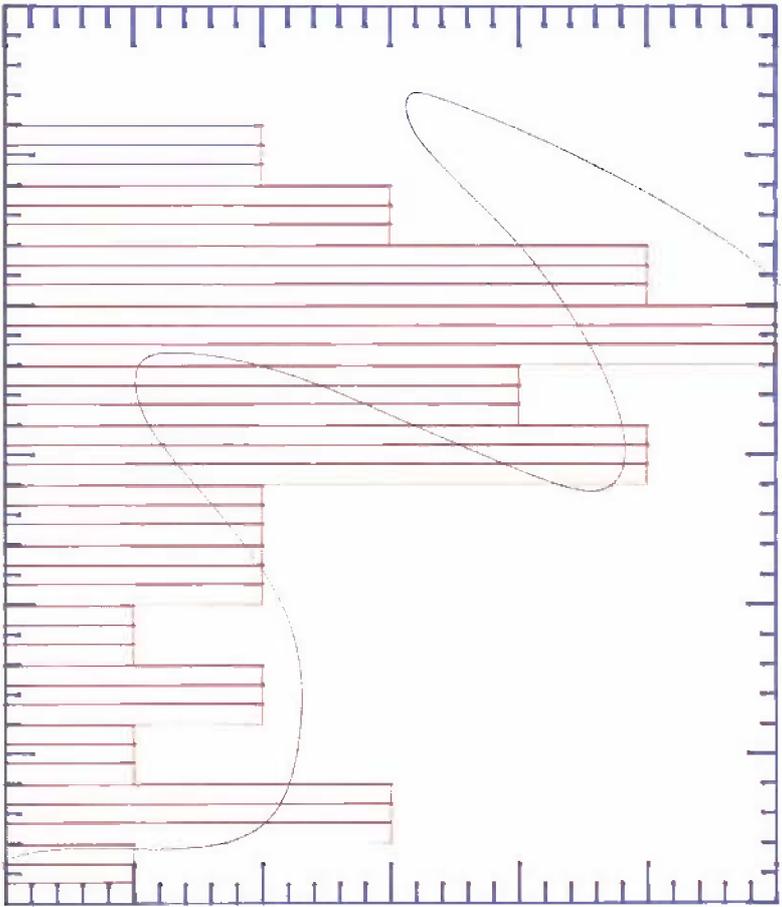


Figure 3

AJUSTEMENT D'UNE DISTRIBUTION LOGNORMALE
AUX FREQUENCES DE RECRUTEMENT

