

Not to be cited without
permission of the authors¹

Canadian Atlantic Fisheries
Scientific Advisory Committee

CAFSAC Research Document 85/56

Ne pas citer sans
autorisation des auteurs¹

Comité scientifique consultatif des
pêches canadiennes dans l'Atlantique

CSCPCA Document de recherche 85/56

Analyse des cohortes du stock de crevettes de Sept-Iles

by

Brigitte Portelance et Jacques Fréchette
Direction de la Recherche Scientifique et Technique
Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries
et de l'Alimentation
2700, rue Einstein
Sainte-Foy, Québec
G1P 3W8

¹ This series documents the scientific basis for fisheries management advice in Atlantic Canada. As such, it addresses the issues of the day in the time frames required and the Research Documents it contains are not intended as definitive statements on the subjects addressed but rather as progress reports on ongoing investigations.

Research Documents are produced in the official language in which they are provided to the Secretariat by the author.

¹ Cette série documente les bases scientifiques des conseils de gestion des pêches sur la côte atlantique du Canada. Comme telle, elle couvre les problèmes actuels selon les échéanciers voulus et les Documents de recherche qu'elle contient ne doivent pas être considérés comme des énoncés finals sur les sujets traités mais plutôt comme des rapports d'étape sur les études en cours.

Les Documents de recherche sont publiés dans la langue officielle utilisée par les auteurs dans le manuscrit envoyé au secrétariat.

RESUME

Une analyse des cohortes trimestrielle a été effectuée avec les données provenant du stock de crevettes de Sept-Iles (1977-1984). Les captures à l'âge utilisées ont été obtenues par séparation des modes, avec le programme NORMSEP, pour les classes modales II à IV⁺. Les captures du mode IV⁺ ont été attribuées à des classes d'âge successives en supposant que le rapport des modes III et III⁺ est égal au rapport IV et IV⁺ de l'année suivante. La matrice des captures a été allongée ainsi, jusqu'à l'âge 7 où il n'y a qu'un infime pourcentage de survivants. Un taux instantané de mortalité naturelle de 0.5 a été utilisé (.125 par trimestre) pour toutes les classes d'âge; cette valeur est la limite inférieure estimée pour ce stock. Ce taux de 0.5 permet d'obtenir des survivants jusqu'à l'âge 6 selon la règle du 95%.

Les rapports F_{II}/F_{IV} et F_{III}/F_{IV} des premiers calculs séquentiels ont servi à évaluer le recrutement partiel sur une base trimestrielle. Le recrutement partiel n'est pas continu avec l'âge, ni constant au cours d'une année, ce qui confirme la pertinence du choix d'un intervalle trimestriel pour la matrice des captures.

L'analyse des cohortes a été calibrée en comparant les taux instantanés de mortalité par la pêche et les biomasses exploitables pour différentes valeurs de F_t (F terminal) avec les données d'exploitation (c.p.u.e. et effort de pêche standardisés). En utilisant comme critère pour optimiser l'ajustement, le coefficient de corrélation, l'ordonnée à l'origine et la distance entre les derniers points et la droite de régression, une valeur de $F_t = 0.06$ a été choisie pour le dernier trimestre de 1984.

ABSTRACT

A quarterly cohort analysis was conducted using data from the Sept-Iles shrimp stock (1977-1984). The catch-at-age matrix used was obtained by separating the modes for the II-IV⁺ age classes with the NORMSEP program. The catches in the IV⁺ mode were divided into successive age classes, based on the assumption that the ratio of mode III to III⁺ is equal to the ratio of IV to IV⁺ for the following year. Thus, the catch-at-age matrix was extended to age 7, but there are very few survivors in this class. An instantaneous natural mortality rate of 0.5 (.125 per quarter) was used for all age classes, which is the lowest estimate for this stock. Using this mortality rate, we were able to obtain survivors up to age 6 based on the 95% rule.

The ratio of F_{II}/F_{IV} and F_{III}/F_{IV} obtained from the first sequential calculations were used to calculate partial recruitment on a quarterly basis. Partial recruitment is neither continuous with age nor constant over the year, which confirms the importance of a quarterly interval for the catch matrix.

The cohort analysis was calibrated by comparing fishing mortality and fishable biomass for different values of F_t (terminal F) with fishing data (standardized fishing effort and CPUE). Using three tests to obtain the best fit (correlation coefficient, intercept and residuals, or the distance of the final point from the regression line), we arrived at a value of $F_t=0.06$ for the last quarter of 1984.

Matériel et méthodes

- Plan d'échantillonnage des captures:

Le plan d'échantillonnage au débarquement mis sur pied par la Direction de la recherche scientifique et technique du Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation en 1976, consistait à récolter suivant un calendrier de dates d'échantillonnage fixées au hasard, des échantillons dans tous les ports de débarquements de crevettes au Québec. Plusieurs stocks de crevettes nordiques du Golfe du Saint-Laurent sont représentés dans l'échantillonnage dans des proportions similaires à l'exploitation qu'en font les pêcheurs québécois.

Ainsi sur une moyenne de 10 à 12 échantillons par mois, au moins la moitié proviennent du secteur de Sept-Iles et c'est pourquoi, seuls les résultats concernant le stock de Sept-Iles seront analysés dans ce travail.

- Prélèvement des données biométriques et biologiques:

La quantité de crevettes prélevée dans un échantillon correspond à un volume de deux litres, ce qui constitue, en nombre, de 300 à 400 crevettes. Avant 1980, les crevettes étaient séparées par sexe alors que par la suite, elles ont été classées selon quatre stades reproducteurs: mâles, femelles à épines sternales (O_{x1}), femelles sans oeufs ni épines sternales (O_{x2}) et femelles ovigères.

Les mesures de longueur de céphalothorax, prises à 0.1 mm. près, sont regroupées ensuite par intervalles de classe de 0.3 mm., à l'intérieur desquels est appliquée une moyenne mobile de trois classes adjacentes. Une fois cumulées mensuellement, les distributions de fréquence de taille sont traitées selon la méthode d'Hasselblad (1966) à l'aide du programme NORMSEP (Abramson 1971). Cette méthode consiste en un ajustement de courbes normales sur chaque mode représentant une classe d'âge par calculs itératifs. On obtient des moyennes, écart-types et importance relative (%) pour chacun des modes que l'on a préalablement identifiés.

-Détermination de l'âge des crevettes

- Analyse et interprétation des distributions de fréquence taille.

Le nombre de mesures de taille requis pour interpréter les distributions de fréquence de taille est fonction du nombre de classes modales qu'on y trouve. Par exemple, Cohen (1966) suggère qu'avec la méthode de séparation d'Hasselblad (1966), un minimum de 400 individus est requis lorsqu'il y a deux modes à séparer et que les échantillons doivent être plus grands lorsqu'il y a plusieurs composantes. En ce qui concerne notre échantillonnage, chaque distribution de fréquence est constituée en moyenne de 5 à 6 échantillons pour lesquels 300 à 400 crevettes sont mesurées, ce qui implique de 1,500 à 2,400 mesures pour une pêcherie où il n'y a généralement que trois ou quatre modes. Un aussi grand nombre de mesures est nécessaire à cause des variations dans la distribution spatio-temporelle des crevettes, variations dont on a identifié trois causes majeures. Premièrement, la dimension des crevettes à l'intérieur d'un même groupe d'âge s'accroît avec la profondeur et les classes d'âge ne sont pas réparties uniformément (Fréchette et Parsons 1983).

Deuxièmement, selon le sexe et le degré de maturation sexuelle, leur distribution peut différer (Appollonio et Dunton, 1969). Et en dernier lieu, l'étude des variations circadiennes des migrations verticales des crevettes (Fréchette et al. 1984) a révélé des comportements différents de dispersion dans la colonne d'eau selon le groupe d'âge de sorte que la structure de taille dans les captures varie aussi selon l'heure à laquelle les crevettes sont pêchées.

Comme le but de l'échantillonnage au débarquement est de déterminer le plus fidèlement possible la composition de l'ensemble des captures de la flotte, il s'avère donc essentiel de prélever plusieurs échantillons par mois de façon à ce que leur provenance à l'intérieur d'un même territoire soit représentative des fonds fréquentés par l'ensemble des pêcheurs. A titre d'exemple, on peut voir à la figure 1, six distributions de fréquence de taille originant de six échantillons prélevés au cours du mois de juin 1983.

L'examen visuel des figures permet l'identification de trois modes principaux mais certaines variations apparaissent quant à leur importance relative et leur position, notamment pour l'échantillon F.

Pour faciliter la comparaison, le Tableau 1 présente les longueurs moyennes des classes modales et les pourcentages de composition obtenus avec le programme NORMSEP pour chaque échantillon et pour leur cumul. Les moyennes de longueur varient peu d'un échantillon à l'autre, particulièrement pour le 4e mode où les deux moyennes varient de 26.1 à 26.9 avec une moyenne de 26.5 pour le cumul. Pour ce qui est de l'échantillon C, l'ajustement de trois modes s'est avéré impossible, le deuxième étant scindé en deux.

L'importance relative (%) des classes modales varie passablement d'un échantillon à l'autre. En fait la principale variation s'observe pour l'échantillon F, où la proportion d'individus de deux ans est trois fois moindre. Avec une moyenne de longueur pour la classe II la plus élevée, on peut présumer que cet échantillon provient de captures réalisées à des profondeurs supérieures comparativement aux autres.

Il est donc essentiel pour estimer la composition des captures d'avoir un bon nombre d'échantillons de provenance diverse. Dans l'exemple cité, le total des captures des six bateaux de pêche où furent prélevés des échantillons représente 14% du total des captures durant le mois de juin 1983 dans la région de Sept-Iles.

La figure 2a,b présente la distribution de fréquence de taille cumulée pour l'ensemble des échantillons de juin 1983, avant et après le lissage des données par l'emploi d'une moyenne mobile de même que la distinction selon le stade reproducteur. C'est à partir de cette figure que sont choisis les paramètres de départ, c'est-à-dire le nombre de classes modales, les moyennes supérieures et inférieures, les écarts-types supérieurs et inférieurs pour chacune d'elles, et les points de recoupement entre les modes nécessaires au programme NORMSEP (figure 3).

La première étape consiste à déterminer le nombre de classes modales dans la distribution. Plusieurs interprétations sont parfois possibles lorsque les modes se recoupent entre eux, mais il existe rarement selon notre expérience plus d'une interprétation des modes conduisant à un ajustement acceptable.

Plusieurs essais sont nécessaires habituellement pour obtenir un bon ajustement. Ils'agit alors de faire varier l'étendue des intervalles des moyennes et d'écart-types selon que le mode a une forme leptokurtique (très grande fréquence autour de la moyenne) ou platykurtique (très grande fréquence des valeurs intermédiaires ou à la limite bi-modalité). L'ajustement est réalisé lorsque la moyenne est bien centrée par rapport au mode ajusté et que l'écart-type est compris dans l'intervalle préalablement fixé. La valeur du χ^2 n'a pas toute sa puissance statistique à cause de l'utilisation d'une moyenne mobile.

Ce traitement des données a été effectué pour tous les mois de la saison de pêche depuis 1977. Le tableau II montre les variations de taille au cours d'une saison de pêche. L'année 1981 a été choisie parce qu'elle est la plus longue saison de pêche sans interruption à Sept-Iles. Comme on peut le constater, l'assignation des modes aux classes d'âge correspondantes à l'intérieur d'une même saison n'est pas ambiguë puisque les variations sont faibles d'un mois à l'autre entre les moyennes de longueur d'un même groupe d'âge, alors que la différence entre les moyennes de classes modales voisines est bien marquée, de l'ordre de trois mm. et plus.

Par contre, les variations annuelles sont grandes, comme on peut le voir au Tableau III et ceci est également vrai pour la composition en nombre puisque celle-ci varie avec le recrutement. L'étude de la série historique nous a permis de construire un patron général saisonnier (figure 4) qui tient compte des variations annuelles rencontrées au cours des ans.

Patron d'évaluation saisonnier des classes d'âge:

Les classes I et II:

Ces deux classes sont entièrement formées de mâles; les moyennes de longueur pour ces classes sont légèrement surestimées à cause de la sélectivité des mailles de chalut. La présence de la classe I est irrégulière. Celle-ci est régie non seulement par la sélectivité des engins de pêche mais aussi par la non-disponibilité des jeunes sur les lieux de pêche (Labonté, 1979, Fréchette et Parsons, 1983).

Peu d'informations existent sur les crevettes non-recrutées par la pêche. En 1982, nous avons capturé avec un engin expérimental à mailles de 13mm (échantillonneur vertical) des crevettes d'environ 5mm en octobre qu'on peut présumer être des individus de moins d'un an. D'ailleurs en mai, le premier mode était constitué de crevettes de 7 à 11mm de céphalothorax.

La classe III:

C'est après la troisième année d'existence que l'inversion sexuelle apparaît chez les crevettes de cette population (Simard et al. 1975, Labonté, 1979) bien que certaines années, le phénomène peut être retardé d'un an pour une partie de la population (Fréchette et al, en préparation)

Les crevettes qui subissent ce processus sont identifiables grâce à la caractéristique suivante: il y a présence d'épines sternales sous l'abdomen comme chez les mâles, mais la forme de l'endopode est typique de celle des femelles (Mc Crary, 1971).

Ainsi le premier signe dans la population apparaît au printemps où l'on dénote une modification progressive de la forme de l'endopode. Ces individus appelés mâles transitoires à la figure 4 ne sont pas systématiquement identifiés dans nos échantillons puisque le critère d'identification n'apparaît pas suffisamment démarqué.

Selon Allen (1959), le processus d'inversion sexuelle s'opère à travers quatre mues. Comme à chaque mue la nouvelle carapace peut s'accroître et que les mues ne sont pas nécessairement simultanées chez tous les individus du groupe, les fréquences de longueur ont souvent une distribution platykurtique au carrément bi-modale. C'est cette situation qui est schématisé à la figure 4b et dont on peut voir des exemples concrets aux figures 1 et 2.

Comme on peut le voir à la figure 4c, en septembre la situation est très variable. Certaines années, le groupe III est composé de mâles et de femelles à épines sternales alors que en d'autre temps il est composé uniquement de femelles. Il arrive même que la dimension de ces femelles est suffisamment grande pour qu'il y ait recoupement avec le mode suivant. On est alors en présence d'une classe III⁺. Un exemple concret de cette situation est illustré à la figure 5. En mai, les modes III et IV⁺ sont bien distincts, alors qu'en août le recoupement est trop important pour pouvoir séparer les modes par la méthode d'Hasselblad.

A partir d'octobre la catégorie des femelles à épines sternales disparaît car celles-ci subissent une mue pré-reproductrice, les épines sternales disparaissent et c'est la période d'oviposition. Il en va de même pour les femelles qui ont déjà pondus une fois, de sorte que toutes les femelles de la population sont ovigères jusqu'au printemps suivant.

Classe IV:

Il est généralement admis que le port des oeufs durant l'hiver empêche la mue de se produire et qu'ainsi les femelles ne bénéficient annuellement que de cinq mois pour muer. - Berkeley (1930) situe deux mues seulement: L'une avant la reproduction à l'automne et la seconde après la libération des oeufs au printemps. Cette croissance limitée provoque la superposition des modes (Fréchette et Parsons, 1983). Donc la dernière classe d'âge représente théoriquement toutes les femelles des différentes cohortes qui ont survécues.

Il y a deux conséquences à cette faible croissance: la première c'est qu'on ne peut préciser l'âge des femelles ayant déjà pondu, et la seconde, c'est qu'en fin de saison le mode correspondant aux femelles à épines sternales de la génération précédente montre parfois un certain recouplement (voir l'exemple de figure 5), de sorte que les classes III et IV⁺ ne peuvent pas toujours être séparées par les techniques usuelles. Dans ce cas, Fréchette et Parsons (1983) recommandent la séparation de la classe III⁺ selon le critère de présence ou d'absence d'épines sternales. En 1982 et 1983, cette méthode n'est pas adéquate puisque les femelles à épines sternales se retrouvent dans deux modes différents.

DONNEES DE BASE:

Captures et poids moyens à l'âge:

Les captures mensuelles du stock de Sept-Iles ont été fractionnées à l'aide de l'abondance relative par classe d'âge obtenue après le traitement des distributions de fréquence de taille par le programme NORMSEP. Le nombre d'individus par classe d'âge a été calculé à partir d'une relation longueur-poids (Portelance et Fréchette, 1983). Les poids moyens à l'âge sont présentés au tableau IV.

Lorsqu'il y a chevauchement des classes III et IV⁺, les méthodes suivantes sont appliquées:

- 1) Ils sont séparés selon le critère présence ou absence d'épines sternales pour les années 1980 et plus. En octobre, on applique la proportion relative de femelles à épines sternales du mois précédent puisque lorsque les femelles sont ovigères, elles n'ont plus d'épines sternales.
- 2) Ils sont séparés selon leur proportion relative, plus tôt en saison, lorsque les deux modes sont bien définis pour les années antérieures à 1980.

Après ces opérations, on obtient une première version de la matrice des captures à l'âge (Annexe 1) dont le cumul annuel apparaît au tableau V. Les quantités de mâle d'un an ont finalement été retranchées de la matrice à cause de leur présence irrégulière dans les captures.

Séparation de la dernière classe modale:

Comme il a été expliqué précédemment, la dernière classe modale est formée d'une accumulation d'individus dont on ne peut déterminer l'âge et qui sont issus de cohortes différentes. Dans la matrice des captures à l'âge, chaque élément C_t doit être constitué d'individus appartenant au même groupe d'âge, ce qui implique que le groupe T⁺(IV⁺) doit être retranché ou fractionné.

Lorsque les analyses de cohorte sont appliquées à des populations dont une même cohorte peut-être présente dans les captures pendant de nombreuses années, le groupe T⁺ représente une quantité négligeable qu'on peut omettre des différents calculs. Mais dans le cas des crevettes de Sept-Iles, le groupe IV⁺ est souvent le plus important en nombre dans les captures, et comme il est le seul à être pleinement recruté tout au cours de l'année, il ne peut-être exclus de la matrice car ceci empêcherait d'estimer le recrutement partiel.

Nous avons prolongé artificiellement la structure d'âge avec la même méthode que celle utilisée pour le hareng de 4T (L. Cleary comm. pers.). Nous avons fait premièrement le rapport suivant pour séparer les individus de 4 ans du groupe 4⁺:

$$\left(\frac{3}{3+} \right) \dots t = \left(\frac{4}{4+} \right) \dots t+1$$

Cette méthode est employée ensuite de façon successive pour les âges 5, 6 et 7 des années suivantes. La proportion d'individus de 7 ans étant très faible, nous n'avons pas prolongé au delà de cet âge.

La proportion de crevettes appartenant au groupe III est évaluée en fin d'année (généralement au mois d'août) alors que les crevettes de ce groupe sont, théoriquement, pleinement recrutées et que les femelles ne sont pas encore ovigères.

Pour les années 1977-1979, les proportions ont pu être évaluées par les rapports II/III des croisières de recherche d'octobre des années antérieures tout en tenant compte du recrutement partiel (pour la première version de la matrice, les % de sélectivité ont été utilisés pour évaluer le recrutement partiel, mais une fois que celui a été estimé par l'analyse des cohortes, le fractionnement a été répété).

Taux instantanés de mortalité naturelle (M):

Les taux instantanés de mortalité naturelle calculés à partir d'estimés successifs d'abondance par classe d'âge à Sept-Iles varient de 0.5 à 0.8/année pour les classes d'âge pleinement recrutées (Labonté, 1979, Fréchette et Labonté, 1979).

Si on applique différents taux instantanés à l'abondance initiale d'une population, voici le nombre d'années nécessaires pour que celle-ci diminue de 95% :

M:	0.2	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
Nombres d'années	15	8	6	5	4	4

Le nombre théorique de classes d'âge serait de 4 à 6 si l'on retient les taux de mortalité de 0.5 à 0.8/année.

Or, la matrice des captures peut s'étendre jusqu'à l'âge 7 avec la séparation artificielle mais il y a très peu d'individus dans le dernier groupe .

Nous avons donc choisi d'utiliser le taux minimum de 0.5 dans l'analyse séquentielle. Nous devons aussi faire l'hypothèse que M est constant avec l'âge, du moins à partir de l'âge 2.

Taux instantané de mortalité par la pêche (F):

Pour initialiser les calculs séquentiels, nous avons utilisé comme F pour l'année la plus récente les valeurs suivantes: 0.05, 0.06, 0.075 et 0.1./trimestre. Plus tard, le F choisi sera celui qui maximise l'ajustement entre les résultats de l'analyse séquentielle (F et N) et les données d'exploitation (effort de pêche et c.p.u.e.). Comme le patron d'exploitation a peu changé au cours des ans, les F des classes d'âge VII égalaient au départ les F_t choisis.

RESULTATS

Le programme utilisé est celui élaboré par Rivard (1980) à partir de la méthode d'analyse des cohortes décrite par Pope (1972). Il n'y a pas eu de modification compte tenu de l'utilisation d'intervalles de temps trimestriels mais la matrice des captures a été construite de façon à ce que le programme reconstitue correctement l'abondance des cohortes.

Le taux de mortalité par la pêche F qui est corrigé au fil des itérations est celui de la dernière classe d'âge du dernier trimestre de la saison de pêche (août-septembre-octobre).

Le patron de recrutement partiel:

Le recrutement partiel peut se définir ici par deux composantes principales:

- 1) La vulnérabilité qui est reliée principalement à la sélectivité des engins de pêche.
- 2) La disponibilité qui dépend:
 - a) du comportement des crevettes comme par exemple les migrations horizontales ou verticales qui les rendent plus ou moins accessibles aux chaluts.

- b) du comportement des pêcheurs qui par leur choix de fond de pêche ont une influence sur la composition des captures, puisque les classes d'âge de crevettes ne sont pas réparties uniformément sur les fonds.

La première composante a été évaluée avec une courbe de sélectivité en fonction de la largeur des crevettes (Labonté et Fréchette, 1978). Initialement, un vecteur évalué à partir de cette courbe et des longueurs moyennes des crevettes dans les échantillons commerciaux a été utilisé comme valeur de départ pour l'analyse séquentielle. Ensuite, le recrutement partiel a été estimé à l'aide des proportions F_{II} / F_{IV} et F_{III} / F_{IV} de chaque trimestre pour les années où les résultats de l'analyse montrent une certaine convergence. Les résultats apparaissent au tableau VI. Quelques valeurs de F ont été retranchées des calculs parce qu'elles sont exceptionnellement éloignées des moyennes. Les variations les plus grandes s'observent à l'automne particulièrement pour la classe III. L'augmentation très rapide du taux de recrutement de cette classe est probablement responsable de la variabilité observée.

La comparaison des moyennes de recrutement partiel des périodes 1977-1980 et 1981-1984 est difficile à cause des variations annuelles importantes surtout pour la période 1981-1984 où les résultats sont très dépendants des paramètres de départ.

L'évolution du recrutement partiel en est illustrée à la figure 6. Si on compare avec la courbe de sélectivité, on peut voir l'importance de la composante disponibilité particulièrement, en avril.

A ce moment, les femelles sur le point de libérer les larves sont concentrées à des endroits bien précis et, comme les pêcheurs exploitent spécialement ces lieux, les captures d'avril sont majoritairement composées de femelles.

Cette plus grande accessibilité des femelles et la rareté de mâles dans ces lieux expliquent les faibles taux de recrutement en avril (tableau VI). Cette caractéristique est constante d'une année à l'autre, exception faite de 1982 où le nombre de femelles ovigères dans les captures est très faible (Fréchette et Portelance, m.s.1985), ce qui se traduit par des rapports F_{II}/F_{IV} et F_{III}/F_{IV} exceptionnellement élevés.

Après le mois d'avril, le recrutement des crevettes de 2 et 3 ans augmentent rapidement (figure 6). Cette hausse résulte de la dispersion des femelles et conséquemment de celle des pêcheurs vers des lieux où la distribution des classes d'âge est plus homogène. Pour les crevettes de 2 ans, une bonne part du recrutement partiel relève de la sélectivité des engins de pêche alors que pour la classe III, qui est vulnérable à 100% aux engins, la disponibilité reste un facteur important. Cette faible disponibilité vient du fait que ces crevettes, sur le point de changer de sexe, ont tendance à occuper des profondeurs supérieures par rapport aux autres groupes d'âge.

Pour les classes II et III, la disponibilité restreinte par rapport au groupe IV+ peut aussi s'expliquer par le fait que ces crevettes effectuent les migrations verticales les plus importantes (Fréchette et al,1984).

A l'automne, le recrutement de la classe II augmente graduellement, parallèlement à la vulnérabilité aux engins de pêche, alors qu'il devient complet pour la classe III. La phase pleinement recrutée est donc atteinte à peu près en même temps que le stade femelle. Ce recrutement tardif, révélé par les résultats de l'analyse des cohortes, a des répercussions importantes sur la biomasse exploitable de ce stock.

- Biomasse exploitable et c.p.u.e.:

Le tableau VII présente les variations d'abondance de la population de crevettes à mi-saison d'après l'analyse séquentielle de population ($F_t = 0.06$). L'abondance totale, calculée en tenant compte du recrutement partiel, est multipliée par le poids moyen à l'âge (2+) de façon à obtenir la biomasse exploitable (2^+). Pour les années 80, cette biomasse est complète étant donné que la proportion en poids des individus d'un an dans les captures annuelles ne dépasse pas 1%, contrairement aux années antérieures où la biomasse exploitée des crevettes d'un an représente 12.2% en 1977, 11% en 1978 et 7.5% en 1979.

La biomasse exploitable (2^+) a été calculée pour les différentes valeurs de F_t afin d'établir quelle valeur de F_t maximise la relation entre la biomasse exploitable à mi-saison et les c.p.u.e. annuels (dont on a retranché la proportion d'individus d'un an dans les captures). Les résultats apparaissent au tableau VIII. Les biomasses exploitables montrent une certaine convergence vers des valeurs précises pour les années 1977-79: par exemple, en 1977 on observe une variation de 6% de la biomasse pour une valeur de F_t qui passe du simple au double (0.05 à .1).

Afin de choisir la droite qui optimise l'ajustement entre la biomasse exploitable et les c.p.u.e., trois critères ont été considérés:

- 1) le coefficient de corrélation (R)
- 2) l'ordonnée à l'origine (" intercept")
- 3) les valeurs résiduelles des années 1982-84 (distance du point observé à la droite de régression).

Les coefficients de corrélation (R) sont très légèrement supérieurs avec $F_t=0.05$ (1977-1983) comparativement à ceux de $F_t=0.06$ où par contre l'ordonnée à l'origine se rapproche sensiblement de zéro et où les résidus sont nettement inférieures, surtout celle de 1984. Les résultats sont assez similaires avec les données de 1984 sauf avec $F_t=0.075$ et $F_t=0.1$, où les coefficients de corrélation sont encore plus faibles.

Comme la droite correspondant à $F_t=0.06$ répond le mieux aux critères 2 et 3 et comme la valeur de R (.888) est très proche du maximum observé à $F_t=0.05$ (.890), elle est choisie comme étant celle qui maximise la relation entre les deux variables. Cette relation est illustrée à la figure 7.

A partir de cette figure, les variations annuelles de la biomasse exploitable peuvent se définir en deux phases. La première correspond à la période 1977-79 où la biomasse fluctue autour de 13,000 tonnes et les c.p.u.e. autour de 45-50 kg/hre. La seconde phase correspond aux années 80 où la biomasse fluctue autour de 20,000 tonnes et les c.p.u.e. varient de 56.6 à 80 kg/hre.

Taux instantanés de mortalité par la pêche F:

Les taux instantanés de mortalité par la pêche FII et FIII ont été corrigés par le vecteur de recrutement partiel moyen (1977-1980) (tableau VI) afin de calculer les F moyens pour l'ensemble du stock et pour chacune des périodes de la saison de pêche (Annexe 2). Les sommes annuelles de ces F sont présentées au tableau IX pour différentes valeurs de F_t . Les valeurs de F_t sont présentées à l'Annexe 3.

Des régressions linéaires entre la mortalité annuelle par la pêche F et l'effort de pêche ont été calculées. Les trois critères décrits précédemment peuvent être utilisés pour choisir quelle valeur de F_t maximise l'ajustement de la droite.

Les coefficients de régression montrent des valeurs nettement supérieures lorsque les données de 1984 sont omises. Les valeurs de R les plus élevées correspondent à $F_t=0.05$ ($R=.8251$) suivi de près de $F_t=0.06$ ($R=.8163$). L'ordonnée à l'origine en valeur absolue est minimum à $F_t=0.06$ et $F_t=0.075$ selon qu'on considère les données de 1984 ou non.

Quelles que soient les données utilisées, les résidus montrent la même tendance: la distance des points à la droite est minimale à $F_t=0.06$ en 1982 à $F_t=0.05$ en 1983 et à 0.075 en 1984. La figure 8 permet de visualiser l'importance des résidus pour les droites ajustées avec $F_t=0.06$ et 0.075 .

L'examen des critères de base montre que les régressions entre l'effort de pêche et les taux instantanés de mortalité par la pêche ne dégagent pas une image aussi claire que les relations entre la biomasse exploitable et les c.p.u.e.

Théoriquement, il est équivalent de supposer la c.p.u.e. proportionnelle à la biomasse (plus précisément à la densité) ou la mortalité par la pêche proportionnelle à l'intensité de pêche. Deux facteurs, la capturabilité (q) et la croissance, s'ils ne sont pas constants, peuvent influencer cette proportionnalité. Au moins un des deux facteurs, la croissance, a variée au cours de la période considérée, comme l'indique l'évolution des poids moyens dans les captures (tableau IV). Il est possible que la relation entre les taux de mortalité par la pêche et l'effort de pêche soit plus sensible à ce genre de variation que la relation entre la biomasse exploitable et les c.p.u.e. qui montre ici un excellent ajustement aux résultats observés (figure 7).

DISCUSSION:

Les avis de gestion concernant le stock de crevettes de Sept-Iles sont habituellement basés sur l'évolution des c.p.u.e. et sur les biomasses estimées par croisière de recherche. La figure 9 montre l'évolution de ces deux indices, juxtaposée à celle de la biomasse exploitable évaluée d'après l'analyse séquentielle ($F_t = 0.06$).

L'évolution de la biomasse exploitable est corrélée à celle des c.p.u.e. parce que celles-ci sont utilisées pour choisir F_t et calibrer l'analyse séquentielle. Les résultats des années les plus éloignées sont cependant moins dépendants des valeurs F_t puisque qu'elle que soit leur valeur (de 0.05 à 0.1), il y a une certaine convergence vers des données précises (tableau VIII).

Les trois indices d'abondance de la figure 9 montrent une hausse importante en 1980. L'analyse des données historiques d'exploitation et de recherche (Fréchette et al, en préparation) indique que le stock de Sept-Iles a varié en abondance selon deux niveaux correspondant aux périodes 1976-80 et 1981-84. Les résultats de l'analyse séquentielle reflètent bien la présence de ces niveaux, mais les biomasses exploitables résultant de l'analyse des cohortes sont systématiquement plus élevées que les biomasses estimées par croisière de recherche.

La différence entre les deux estimés de biomasse peut résulter autant de la précision de l'un que de l'autre. La précision des estimés de biomasse par croisière de recherche est très affectée par la disponibilité partielle des crevettes due à leurs migrations verticales et par l'efficacité des engins de pêche utilisés. Par exemple, en 1982 et surtout en 1984 les estimés de biomasse ne reflètent pas la hausse des c.p.u.e. (figure 9).

D'un autre côté, l'intégrité de l'analyse des cohortes repose sur un paramètre de départ, la mortalité naturelle M , dont le degré d'imprécision peut causer d'importantes fluctuations. Une surestimation de M entraîne une surévaluation de la biomasse alors que si M est sous-estimé, l'effet est contraire. Dans ce cas-ci, il est difficile d'évoquer une surévaluation de M pour expliquer l'écart entre les deux indices de biomasse. Le M choisi est la valeur la plus faible calculée pour les crevettes pleinement recrutées de ce stock (Labonté, 1979), (Fréchette et Labonté, 1979). De plus, supposer un M plus faible que 0.5 implique une plus grande longévité des crevettes (exemple, 8 ans pour $M=0.4$ avec la règle du 95%) ce qui est improbable compte tenu des distributions de fréquence de taille.

Par contre, la mortalité naturelle a été supposée constante pour tous les groupes d'âge de la matrice des captures ce qui ne repose sur aucune évidence. Des taux instantanés de mortalité naturelle pour les stocks de crevettes du Golfe ont été estimés à l'aide de l'abondance par classe d'âge lors de croisières de recherche successives de fin de saison. Les taux présentés au tableau X varient de 0.5 à 0.9 pour la classe d'âge pleinement recrutée (IV^+) et de .37 à .45 pour la classe II - III. Ces dernières valeurs sont surestimées parce que l'abondance initiale (II) n'a pas été corrigée en fonction du recrutement partiel, mais seulement en fonction de la sélectivité de l'engin de pêche. La valeur de M (II - III) pourrait être légèrement inférieure à 0.4.

Un taux de mortalité naturelle plus bas pour les classes II et III aurait comme impact, sur les résultats de l'analyse des cohortes, d'abaisser le niveau de la biomasse exploitable. Le second effet de la baisse de M serait l'accroissement de la longévité des crevettes vers un niveau peu acceptable (8-9 ans). L'application d'une valeur de M plus élevée (valeur intermédiaire entre .5 et .8 par exemple) réduirait significativement cette longévité. Mais quelles raisons peuvent justifier l'hypothèse d'un taux de mortalité naturelle différent avec l'âge?

Une composante majeure de la mortalité naturelle, la prédation a été étudiée par Bowering et al (1983) chez Pandalus borealis au Labrador. Les résultats indiquent que la Morue et le Flétan du Groënland ne paraissent pas sélectionner leurs proies: les distributions de fréquence de taille des crevettes provenant des estomacs de ces poissons s'ajustent bien à celles des captures. L'effet de la prédation semble donc s'exercer également sur les classes d'âge, ce qui n'appuie pas l'idée d'un taux de mortalité naturelle variant avec l'âge.

Cependant, on ne peut exclure la possibilité que les individus âgés puissent avoir un taux de mortalité naturelle élevé en raison de leur sénescence ou vieillissement. La mortalité naturelle et la croissance sont intimement liées au sein des populations. Une étude approfondie de la croissance des crevettes du Golfe mettant en évidence la croissance et la fréquence de mues chez les femelles, pourrait répondre aux incertitudes concernant leur longévité et les taux de mortalité naturelle.

BIBLIOGRAPHIE:

- Abramson, N.J., 1971. Computer Programs for Fish Stock Assessment. FAO Fish. tech. paper, no 101.
- Allen, J.A., 1959. On the biology of *Pandalus borealis* Kroyer, with reference to a population off the Northumberland coast. J. Mar. Biol. Asses. U.K. 38: 189-200.
- Appollonio, S., E.E. Dunton, m.s. 1969. The northern shrimp *P. borealis* in the Gulf of Maine. Dept. Sea and Shore Fisheries, Augusta, Maine, 82 p.
- Berkeley, A.A. 1930. The post-embryonic development of the common pandalids of British Columbia. J. Fish. Res. Board. Can. 21: 1403-1452
- Bowering , W.R., D.G. Parsons and G.R. Lilly, 1983. Predation on shrimp (*Pandalus borealis*) by Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*) and Atlantic cod (*Gadus morhua*) off Coastal Labrador (Div. 2H and 2J). NAFO SCR DOC/83 IX/88 Ser. no N754, 26 p.
- Cohen, A.C., 1966. Discussion of " Estimation of parameters for a mixture of Normal distributions" by Victor Hasselblad. Technometrics 8 (3): 445-447.
- Fréchette, J. et S.S.M. Labonté, 1979. Biomass estimate year-class abundance and Mortality rates of *Pandalus borealis* in the Northwest Gulf of St-Lawrence, Proceedings in the International Pandalid shrimp Symposium, February 13-15, 1979, T. Frady (ed.) Sea Grant. Rep. 81-3, 307-330.

- Fréchette, J. et D.J. Parsons, 1981. Preliminary Estimation of total mortality for shrimp (P. borealis) in the Anticosti channel. Can. Atl. Fish. Sci. Adv. Comm. Res. doc. 81/82.
- Fréchette, J. et D.J. Parsons, (Ed.), 1983 Report of shrimp ageing workshop, held at Quebec City, Quebec in May and Dartmouth, Nova Scotia, in November 1981. NAFO Sci. Coun. Studies 6:79-100.
- Fréchette, J., S. Pilote et B. Portelance, 1984. Données sur la distribution verticale de la crevette Pandalus borealis, et ses implications sur les estimations de stock. Qué. Min. Agric. Pêcheries et Alim., Dir. Rech. Sci. et tech. Cah. Inf. 107: 1-48
- Fréchette, J. et B. Portelance, m.s. 1985. La rentabilité de petits crevettiers-usines pour l'exploitation des stocks de crevettes du Golfe du Saint-Laurent, Qué. Min. Agric. Pêcheries et Alim., Dir. Rech. Sci. et Tech. Doc. travail 85/2
- Fréchette, J., L. Savard, B. Portelance et P. Ouellet, 1985. Evaluation de la population de crevettes (Pandalus borealis) de la zone de pêche de Sept-Iles. Can. Atl. Fish. Sci. Adv. Comm. Res. Doc 85/ 57.
- Hasselblad, V. 1966. Estimation of parameters for a mixture of normal distributions. Technometrics, 8: 431-444.
- Labonté, S. et J. Fréchette, 1978. Etude de la sélectivité du chalut commercial à crevettes Yankee 41 pour la population de P. borealis du nord-ouest du Saint-Laurent. Québec, Min. Ind. et Comm., Dir. gén. Pêches marit., Dir. Rech. Travaux sur les Pêcheries du Québec 46: 19 p.
- Labonté, S., m.s. 1979. Estimation de la mortalité dans la population de Pandalus borealis du nord-ouest du Golfe du Saint-Laurent. Thèse de maîtrise, Univ. Laval, 81 p.

- Mc Crary, J.A., 1971. Sternal spines as a characteristic for differentiating between females of some Pandalidae. J. Fish. Res. board Can. 28 (1): 98-100.
- Pope, J.G. 1972. An investigation of the Accuracy of Virtual Population Analysis Using Cohort Analysis. Int. Comm. Northwest Atl. Fish. Res. bull. 9: 65-74.
- Portelance, B. et J. Fréchette 1983. Analyse de l'impact des captures de femelles ovigères dans la population de crevettes (Pandalus borealis Krøyer) du Golfe du Saint-Laurent par l'estimation des taux instantannés de mortalité. Qué. Min. Agri. Pêcheries Alim. Dir. Rech. Cah. inf. 104: 1-58
- Rivard, D. 1980 . APL programs for stock assesment. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 953: 103 p.
- Simard, Y, J. Fréchette et A. Dubois, 1975. Croissance de Pandalus borealis Krøyer dans le nord-ouest du Golfe du Saint-Laurent (territoire de Sept-Iles). Québec, Min. Ind. Comm. D.G.P.M. Dir. Rech. Ser. biol., Cahier inf. 63: 1-46

Tableau I: Moyennes de longueur et % de composition des modes présents dans les distributions de fréquence de taille des échantillons commerciaux de juin 1983

Groupes d'âge	II			III			IV+			N	
	Echantillons	\bar{X}	s	%	\bar{X}	s	%	\bar{X}	s		%
A		16.9	1.7	77.0	20.9	1.2	9.6	26.4	1.5	13.4	447
B		16.8	1.4	71.2	20.8 23.0	1.0 0.5	6.5 4.6	26.2	1.2	17.7	453
C		17.5	1.3	64.3	22.3	1.3	18.9	26.9	1.1	16.8	331
D		17.2	1.3	70.5	21.9	1.2	8.7	26.5	1.4	20.8	309
E		17.3	1.4	68.0	21.7	1.3	13.0	26.2	1.3	19.0	306
F		18.2	1.2	18.8	21.4	2.1	40.8	26.1	1.3	40.4	450
CUMUL		17.2	1.5	62.7	21.9	1.6	15.8	26.5	1.3	21.5	2296

Tableau II: Longueurs moyennes des classes modales présentes dans les captures de crevettes du stock de Sept-Iles en 1981.

	I	II	III	IV-IV ⁺	V ⁺
Mars	14.2	17.7	20.6	25.9	---
Avril	14.3	17.9	20.2	25.5	---
Mai	14.1	17.4	20.4	24.5	27.1
Juin	10.7	16.7	21.7	25.9	---
Juillet	---	19.2	22.0	25.8	---
Août	---	18.6	22.3	25.6	---
Septembre	---	18.3	22.2	25.8	---
Octobre	---	20.0	22.9	26.1	---
Novembre	14.0	19.0	22.3	25.6	---

Tableau III: Longueurs moyennes des classes d'âge de crevettes pour le mois de mai 1977 à 1984

	I	II	III	IV-IV ⁺	V ⁺
1977	14.0	18.4	22.4 (σ_x)	26.8	---
1978	15.7	18.4	23.0 (σ_x)	26.0	---
1979	15.6	19.5	22.5 (σ_x)	26.1	---
1980	14.0	18.3	22.0 (σ_x)	24.7	---
1981	14.1	17.4	20.4 (σ^{\uparrow})	24.5	27.1
1982	10.4	16.4	20.3 (σ^{\uparrow})	25.4	---
1983	---	16.7	22.4 ($\sigma^{\uparrow} + \sigma_x$)	26.8	---
1984	---	16.2	20.1 (σ^{\uparrow})	24.1	27.2

Tableau IV - Poids à l'âge (g.) pour le stock de crevettes de Sept-Iles à mi-saison. (Les moyennes de mai-juin-juillet ont été utilisées, sauf en 1983 et 1984 où ce sont les moyennes de juin seulement qui apparaissent.)

Classes d'âge:	I	II	III	IV+
1977	2.2	4.8	8.1	12.3
1978	2.8	4.4	7.8	10.5
1979	2.7	4.8	8.1	11.9
1980	2.2	4.4	7.8	10.1
1981	1.3	3.6	6.2	10.1
1982	1.3	3.3	6.2	10.8
1983	--	3.3	6.2	11.6
1984	--	2.7	5.1	12.4
			8.4	

Tableau V : Captures à l'âge ($\times 10^6$) pour le stock de Sept-Iles.

Classes d'âge:	I	II	III	IV+
1977	141.7	53.8	109.1	110.3
1978	80.8	112.6	26.8	93.9
1979	79.9	129.8	94.0	131.1
1980	10.0	243.0	83.2	135.1
1981	12.6	58.0	149.8	127.0
1982	29.7	157.0	168.8	195.3
1983	----	261.2	72.6	162.6
1984	----	136.2	180.6	183.7

TABLEAU VI: Recrutement partiel d'après l'analyse séquentielle de la population de crevettes de Sept-Iles
(1977-1984) $F_t=0.06/\text{trimestre}$

AGE	AVRIL		MAI-JUIN-JUILLET		AOUT-SEPTEMBRE-OCTOBRE	
	2	3	2	3	2	3
1977	.04	.27	.55	.63	.56	1.33
1978	.30	.19	.53	.45*	.73	.69
1979	.18	.20	.73	.86	1.34*	1.32
1980	.35	.35	.51	.61	.72	2.06*
X 77-80	.22	.25	.58	.70	.67	1.11
1981	.02	.10	.20	.57	.18	.75
1982	1.00*	1.25*	.59	.92	.86	1.14
1983	.19	.50	1.10	.96	1.04	.71
1984	.06	.12	.59	1.20	----	-----
X 81-84	.09	.24	.62	.91	.69	.87
X 77-84	.17	.25	.60	.82	.68	.99

* Ces résultats n'ont pas été utilisés dans le calcul des moyennes.

TABLEAU VII:

Résultats de l'analyse des cohortes (Biomasse exploitable à $F_t = 0.06$ /trimestre

AGE	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	Recrutement partiel
2	446	852	702	1789	1330	963	1623	1197	0.52
3	589	305	585	459	1228	951	653	886	0.70
4	324	431	234	435	331	957	715	416	1.00
5	21	156	211	122	221	170	500	314	1.00
6	---	---	65	99	63	113	82	210	1.00
7	---	---	---	21	38	33	53	21	1.00
TOTAL (n x 10 ⁶)	1380	1744	1797	2925	3211	3187	3626	3043	
\bar{p} (g.)	8.45	7.87	7.72	6.61	6.24	7.30	6.18	6.51	
Biomasse (t.)	11,661	13,725	13,873	19,334	20,037	23,265	22,409	19,809	
C.P.U.E. standardisées*	44.7	46.0	49.1	56.6	68.5	64.1	80.0	66.0	

* Les proportions de la capture composée de crevettes d'un an ont été soustraites.

TABLEAU VIII : Statistiques des régressions linéaires entre la biomasse exploitable et les c.p.u.e.

ANNEE	CPUÉ* (kg/hre)	F terminal/par trimestre			
		.05	.06	.075	0.10
		BIOMASSE EXPLOITABLE t. x 10 ³			
1977	44.7	11.9	11.7	11.4	11.2
1978	46.0	14.2	13.7	13.3	12.8
1979	49.1	14.4	13.9	13.4	12.9
1980	56.6	20.9	19.3	17.7	16.1
1981	68.5	22.3	20.0	17.8	15.6
1982	64.1	26.3	23.3	20.2	17.2
1983	80.0	25.9	22.4	18.9	17.7
1984	66.0	26.4	19.8	13.1	10.3
R 1977-83		.904	.885	.843	.889
Origine		-4432	-452	3515	5019
Résidus 1982 (x10 ³)		-4.6	-0.3	-2.9	-1.5
Résidus 1983 (x10 ³)		2.3	2.1	1.8	0.7
Résidus 1984 (x10 ³)		-3.9	0.4	4.6	5.8
R 1977-84		.890	.888	.710	.591
Origine		-5360	-378	4625	6392
Résidus 1982 (x10 ³)		-4.0	-3.8	-3.6	-2.3
Résidus 1983 (x10 ³)		3.3	2.0	0.7	0.7
Résidus 1984 (x10 ³)		-3.3	0.3	3.9	4.8

*c.p.u.e. standardisées dont on a retranché la proportion de crevettes d'un an en poids (Fréchette et al. 1985).

- 35 -

TABLEAU IX: Taux instantanés annuels de mortalité par la pêche (F) d'après l'analyse séquentielle de la population de crevettes de Sept-Iles et statistiques des régressions linéaires entre F et l'effort de pêche pour différente valeur de F terminal.

ANNEE	EFFORT DE PECHE	F _t (par trimestre)			
		0.05	.06	.075	.10
1977	53.9	.197	.199	.203	.205
1978	47.8	.136	.141	.144	.152
1979	60.2	.194	.201	.209	.220
1980	51.7	.174	.187	.196	.216
1981	47.9	.116	.129	.140	.155
1982	55.6	.162	.186	.212	.263
1983	42.2	.126	.148	.177	.222
1984	55.5	.135	.151	.194	.248
R1977-83		.8251	.8163	.6969	.4195
Origine		-.0745	-.0408	.0006	.0618
Résidus 1982 (x 10 ³)		15.2	1.7	13.8	46.4
Résidus 1983 (x 10 ³)		9.5	15.4	26.4	46.4
Résidus 1984 (x 10 ³)		81.7	36.3	3.8	31.7
R1977-84		.7026	.7041	.7023	.4739
Origine		-.0449	-.0150	.0033	.0393
Résidus 1982 (x 10 ³)		7.5	5.0	14.5	120.8
Résidus 1983 (x 10 ³)		8.2	14.3	26.3	40.5
Résidus 1984 (x 10 ³)		33.1	29.6	3.1	42.0

* Fréchette et al. 1985.

TABLEAU X: Taux instantanés de mortalité naturelle (M) estimés d'après l'abondance à l'âge lors de croisières de recherche successives en octobre (1974-1980).

Taux instantanés de mortalité naturelle (M)		Stocks	Référence
II- III	III ⁺ - IV ⁺		
.39	.49 -.80	Sept-Iles	Labonté, 1979, Fréchette et Labonté, 1979.
.37	.71	Nord-Anticosti	Fréchette et Labonté, 1979
.45	.62 -.91	Nord-Anticosti	Fréchette et Parsons, 1981

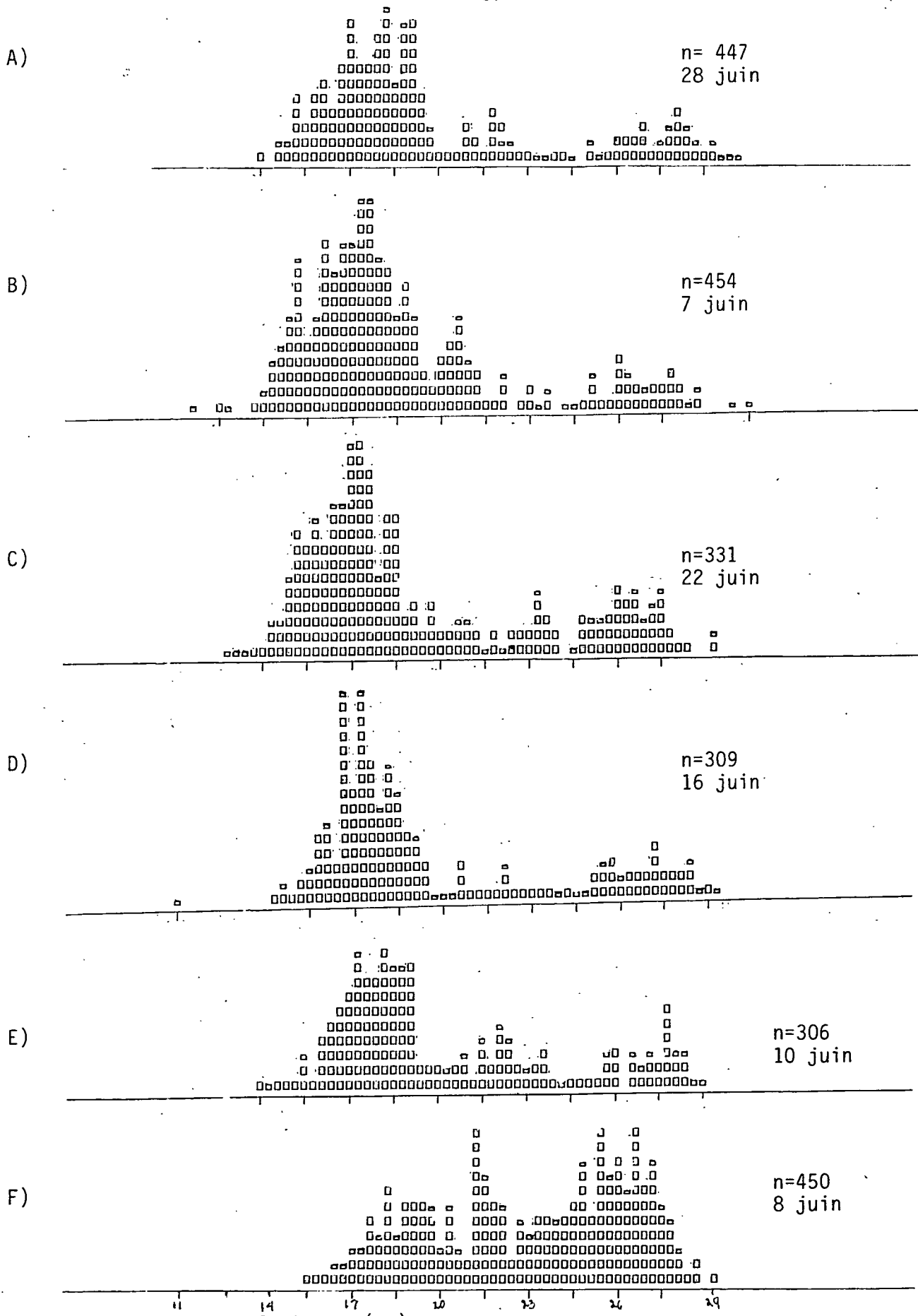


Figure 1: Distributions de fréquence de taille issues de six échantillons de crevettes prélevés en juin 1983.

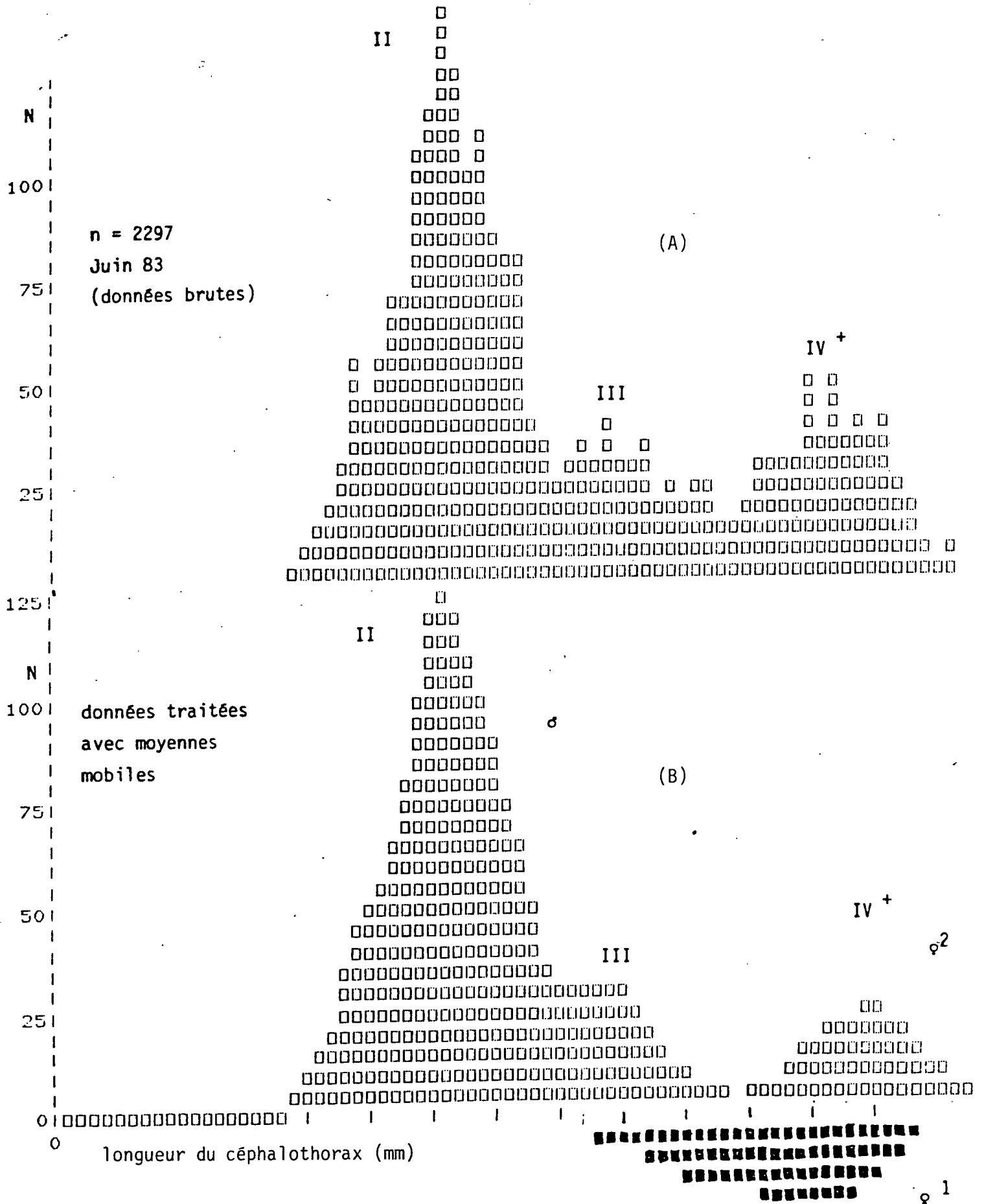
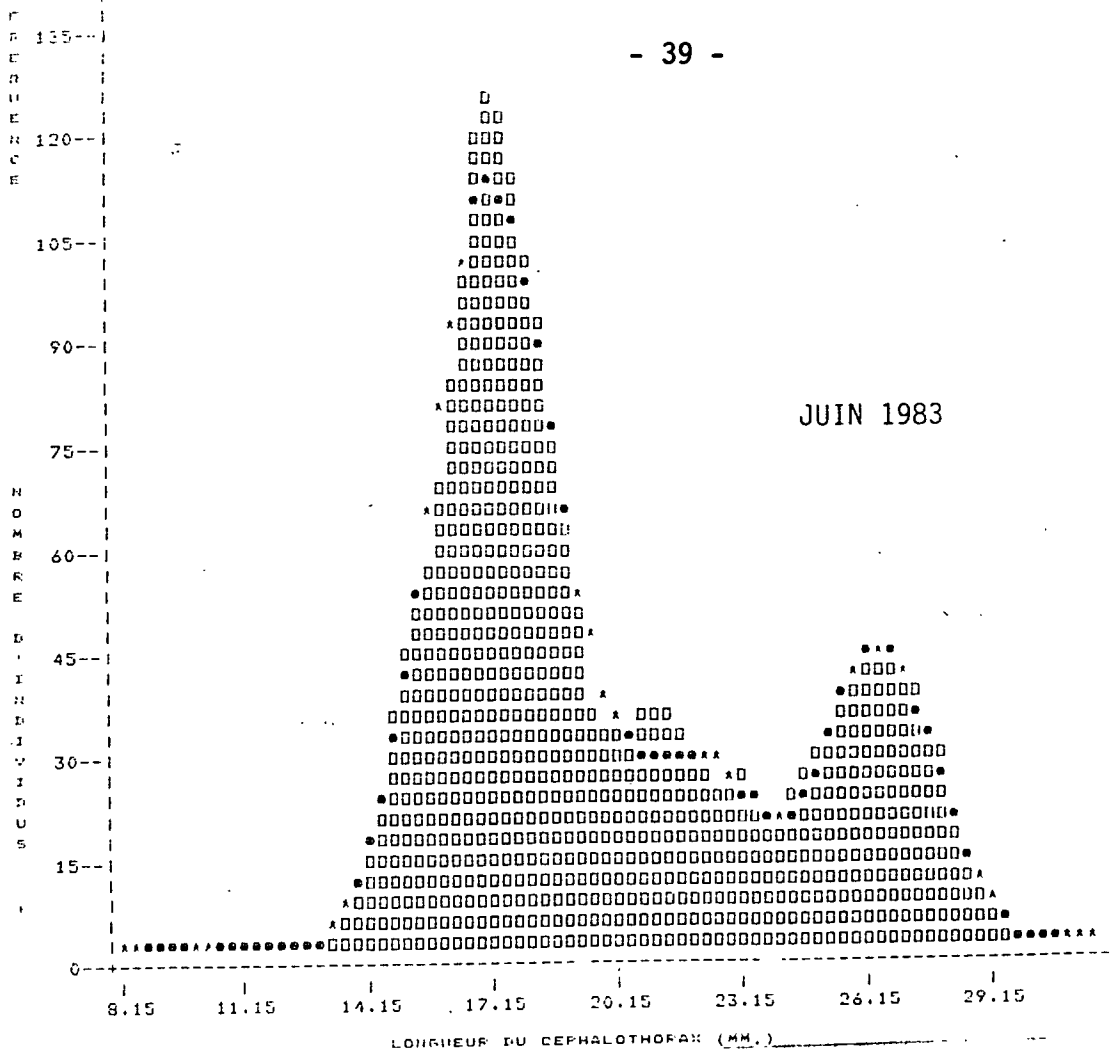


Figure 2: Distributions de fréquence de taille au débarquement des crevettes du stock de Sept-Iles en juin 1983.



Valeurs de départ:

points de recoupement des 3 modes: 19.5, 23.75
 valeurs des moyennes estimées: inférieures: 15, 19, 24
 supérieures: 19, 24, 29
 valeurs des écarts types estimés: inférieures: 0.5, 1.0, 0.5
 supérieures: 2.5, 3.0, 2.5

RESULTATS APRES 99 ITERATIONS:

Modes	longueur moyenne	écart-type	%	nombre d'individus
1	17.229	1.54	62.35	1432.1
2	21.921	1.58	16.45	377.9
3	26.500	1.33	21.20	487.0
Total				2297

NOMBRE DE DEGRES DE LIBERTE : 47
 VALEUR DU »CHI CARRE« : 22.6304

Figure 3: Traitement d'une distribution de fréquence de taille par le programme NORMSEF

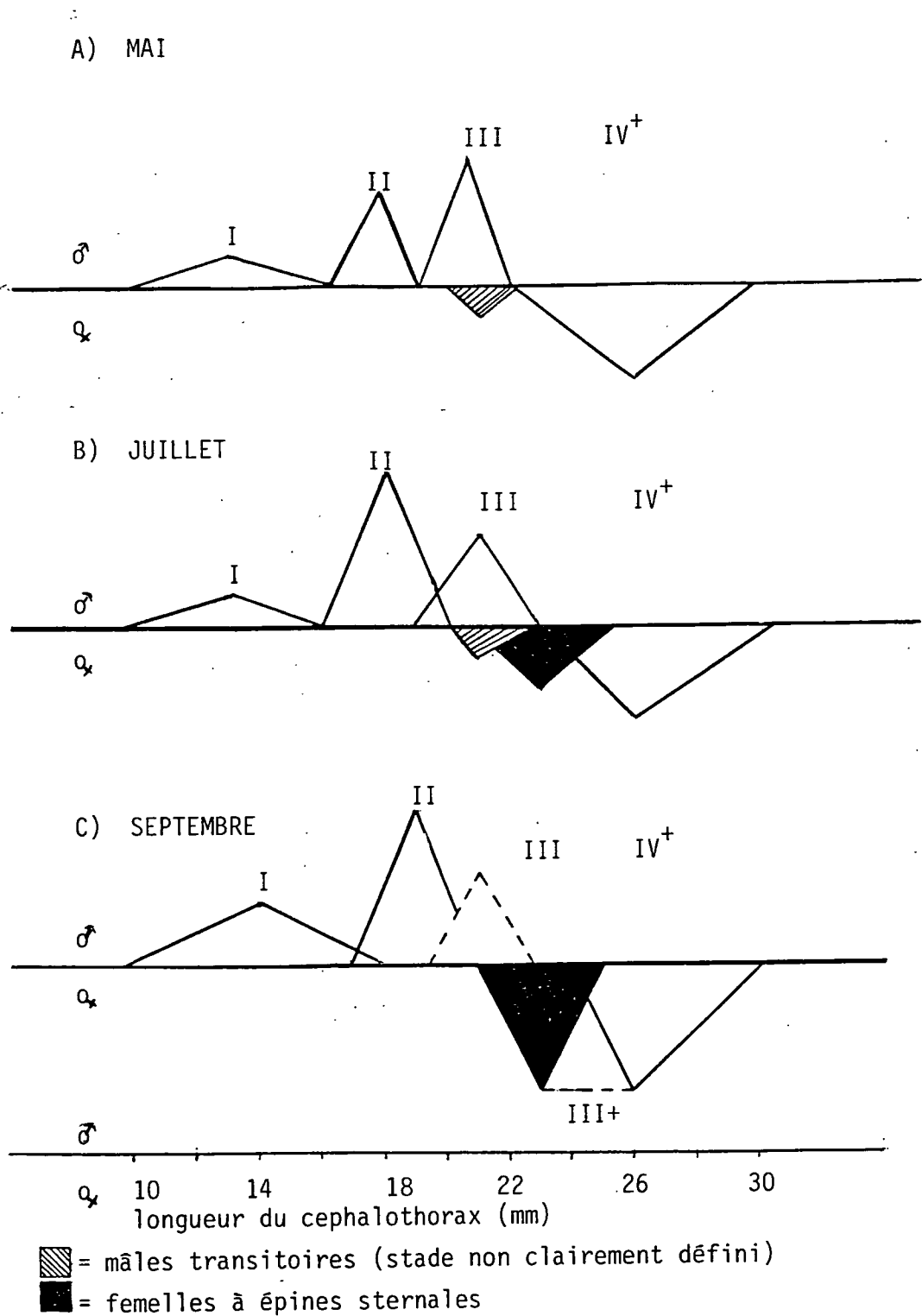
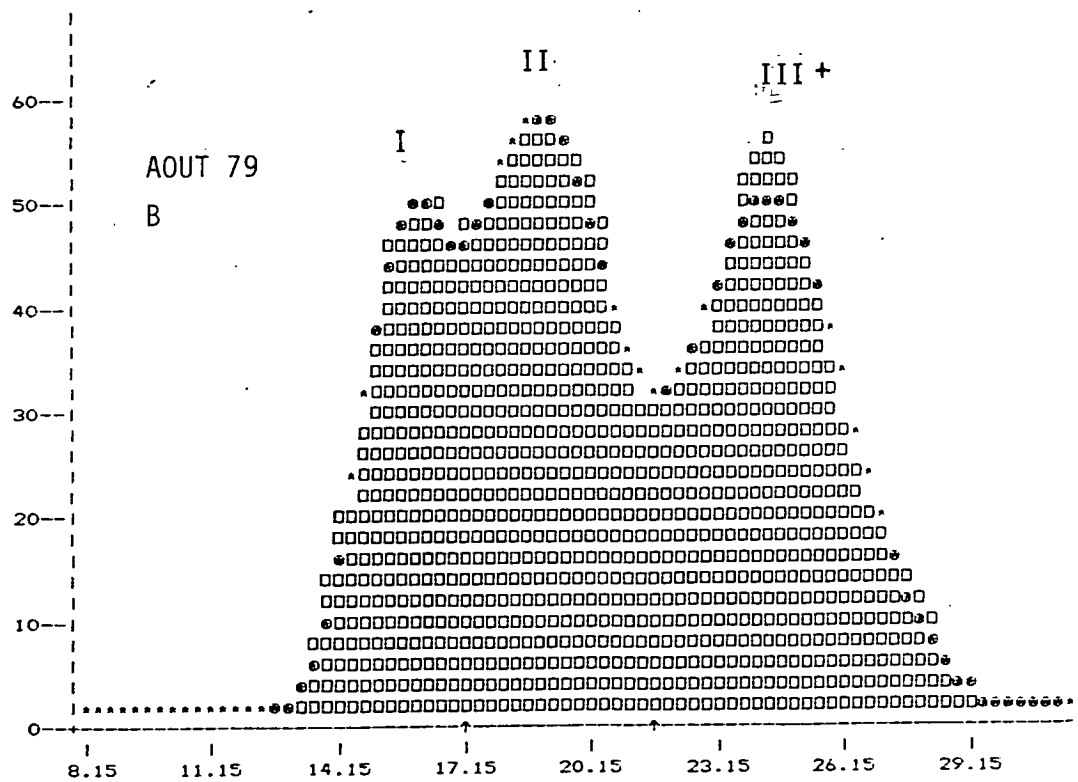
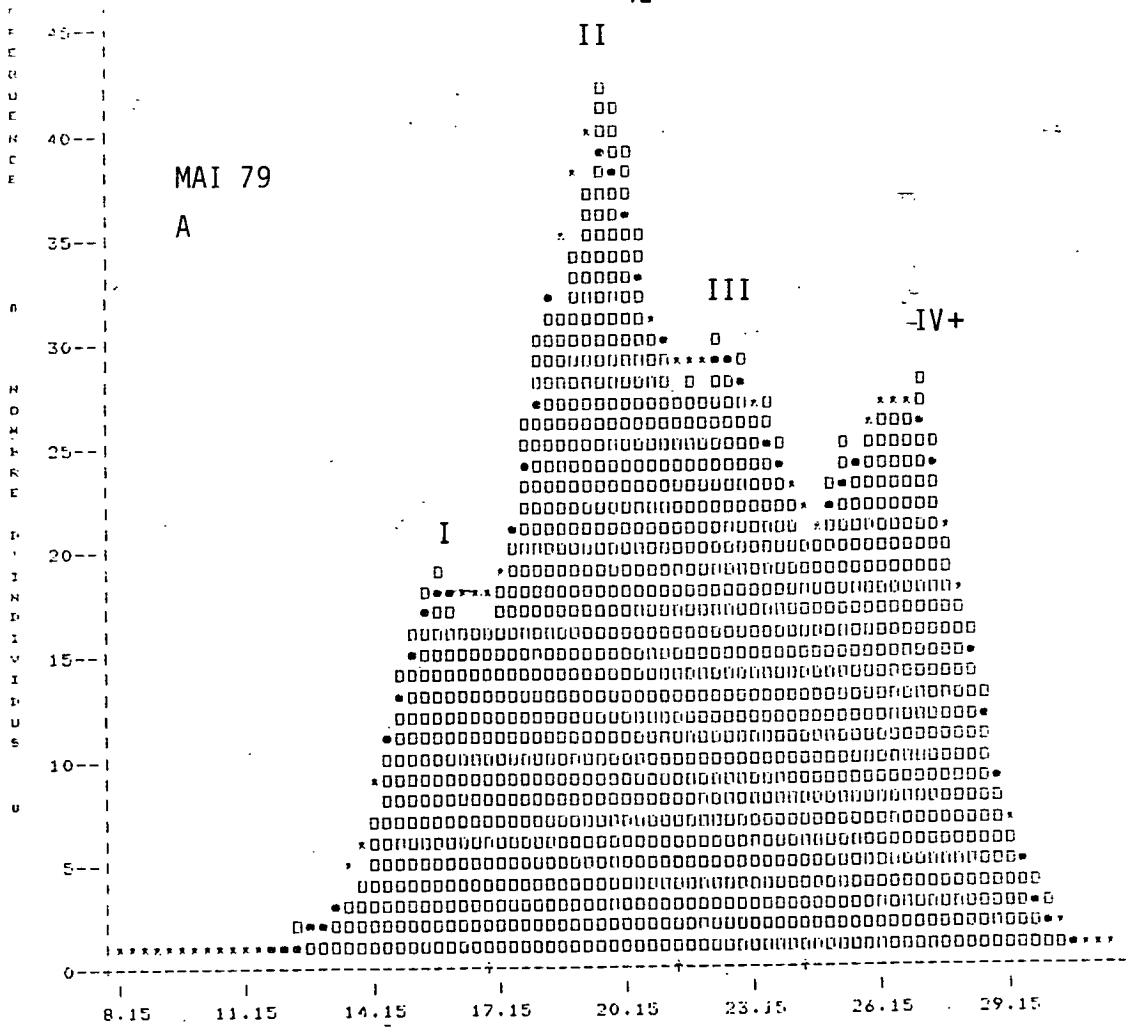


Figure 4: Patterns saisonniers des distributions de fréquence de taille des crevettes du stock de Sept-Iles.



Longueur de céphalothorax (mm)

Figure 5: Distribution de fréquence de taille au débarquement des crevettes du stock de Sept-Iles en mai et août 1979

1977-1980

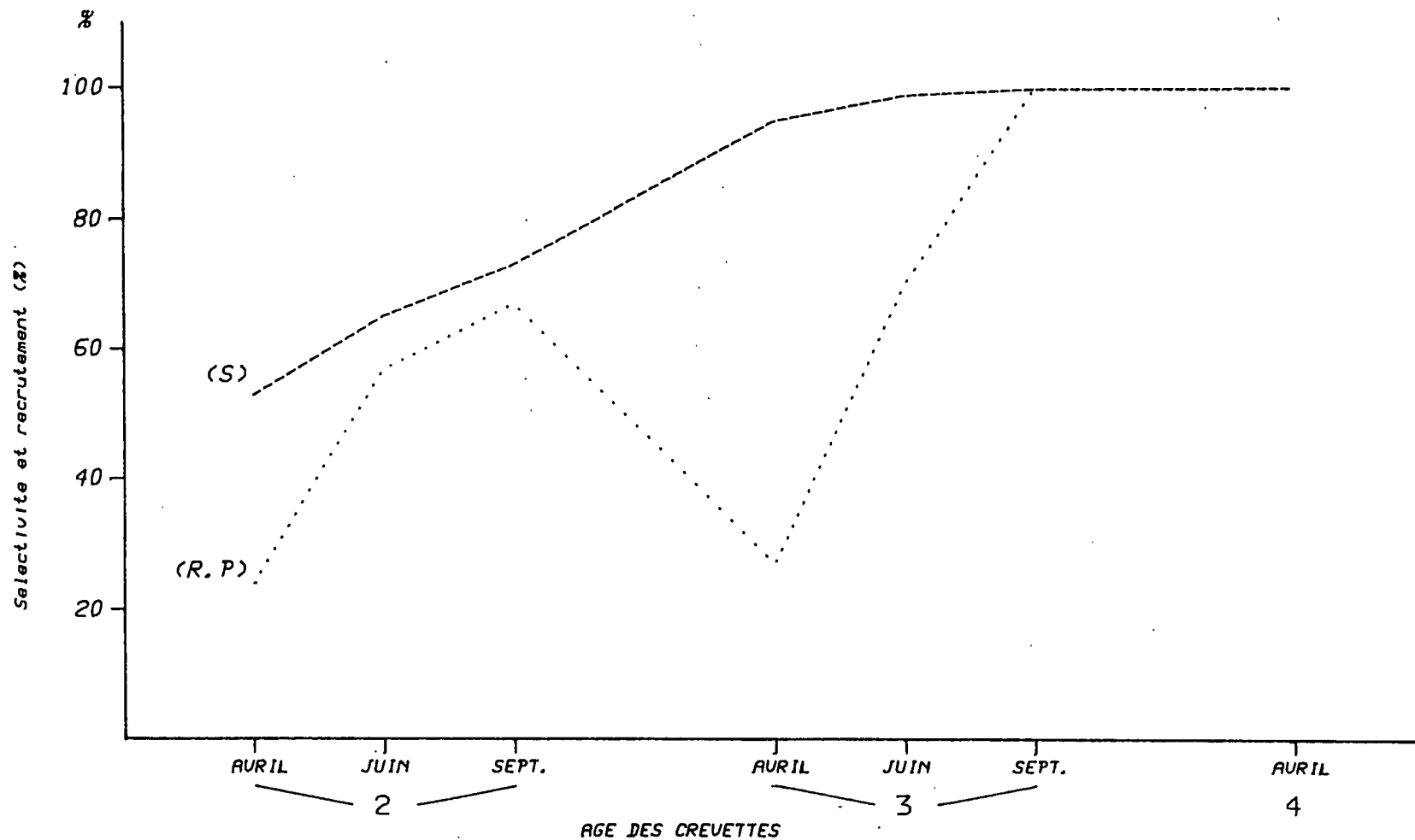


FIGURE 6

Selectivite (S) et recrutement partiel (R.P)
en fonction de l'age des crevettes.

STOCK DE CREUETTES DE SEPT-ILES

$F_t = 0.06$

1977-83, $R = .885$, Intercept = -451.8

1977-84, $R = .888$, Intercept = -377.9

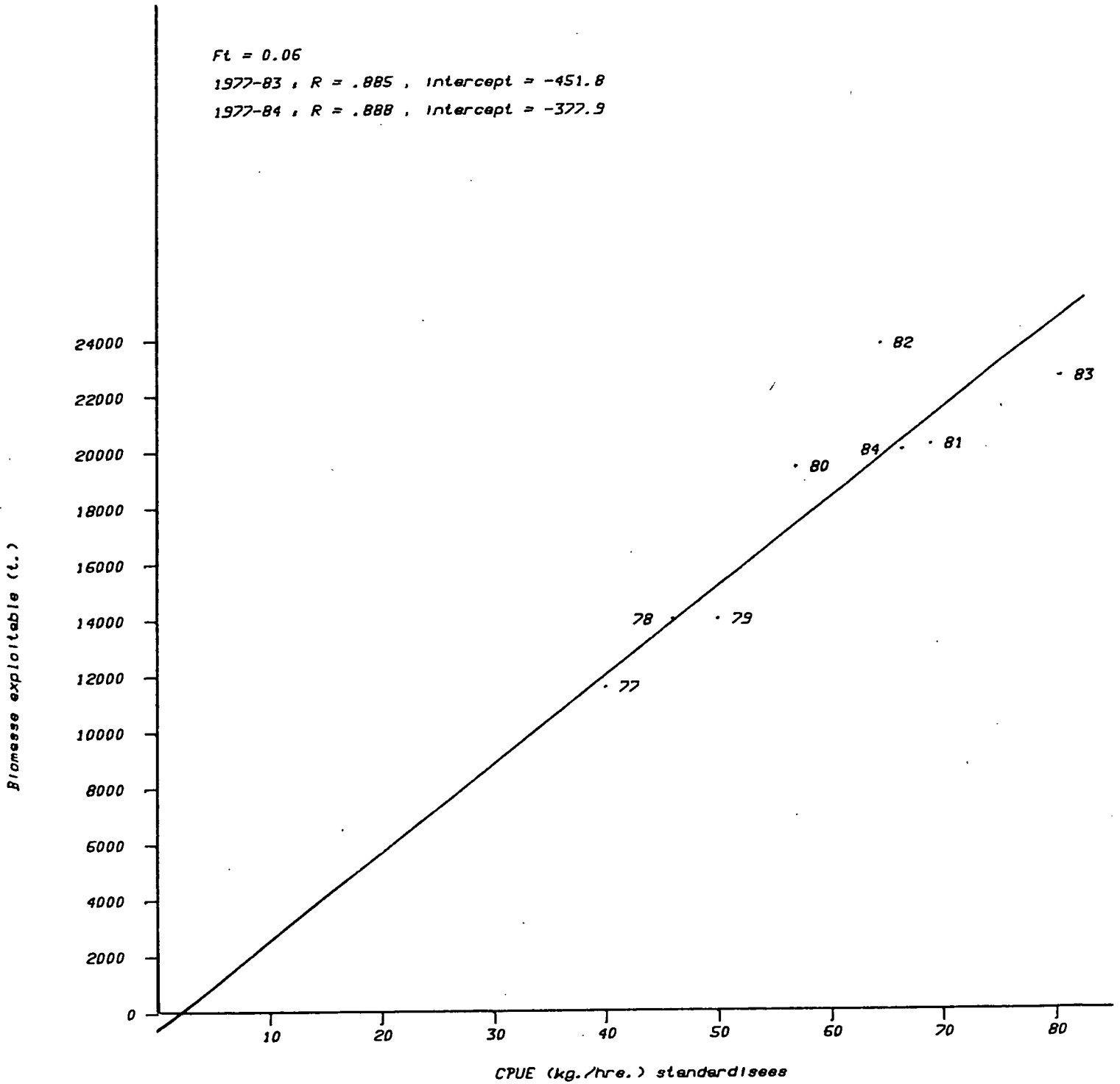


FIGURE 7

Regression entre la biomasse exploitable resultant d'une analyse des cohortes (a $F_t=0.06$) et les CPUE standardisees .

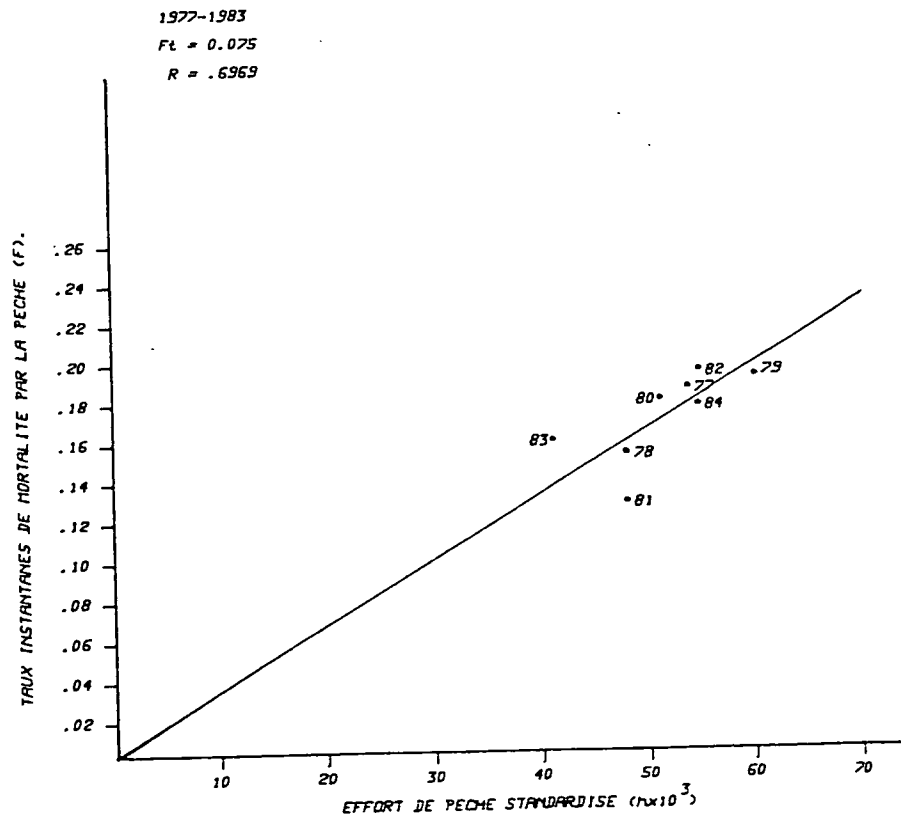
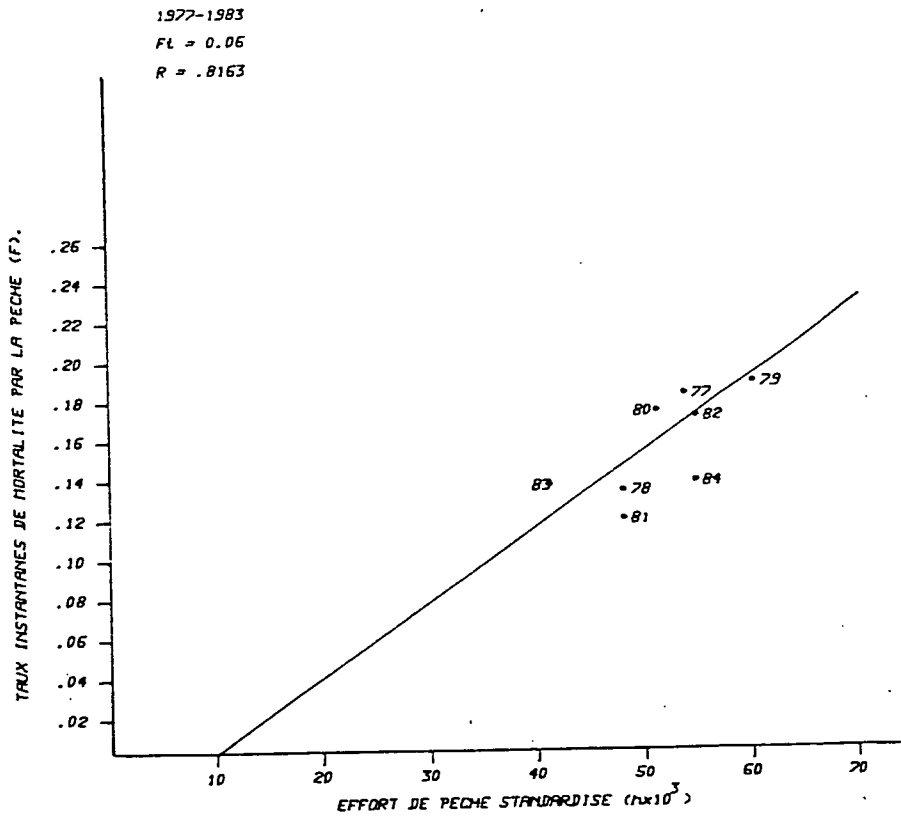


FIGURE 8

Relations entre les taux instantanes de mortalite par le peche (F) et l'effort de peche.

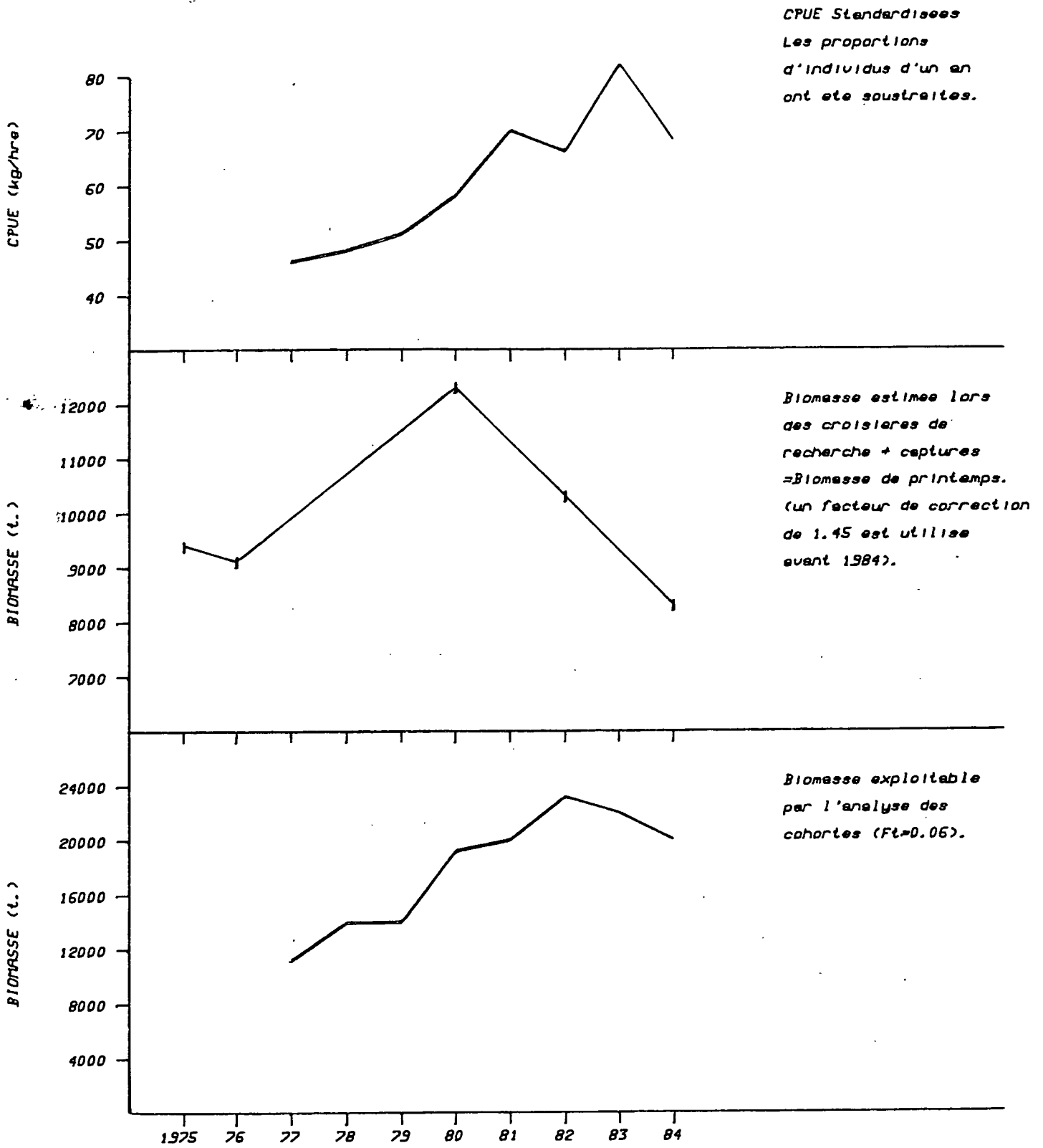


FIGURE 9

Evolutions des CPUE, de la biomasse estimée lors des croisières de recherche et de la biomasse exploitable résultant de l'analyse des cohortes de 1977 à 1984.

AGE	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
2 A	2.3	17.3	14.3	43.2	3.5	21.7	11.6	3.8
B	30.4	45.3	52.0	140.3	35.9	68.8	147.9	76.4
C	21.1	42.0	59.4	56.0	18.0	55.6	102.5	56.0
D	0.0	0.0	0.0	8.1	10.6	0.5	1.1	0.0
3 A	18.2	3.3	11.0	9.1	9.4	22.0	7.0	6.4
B	37.0	11.4	41.2	35.1	81.1	84.2	42.6	110.3
C	53.9	11.7	39.4	32.8	57.7	56.9	23.0	69.3
D	0.0	0.0	0.6	0.7	3.3	0.7	3.2	0.0
4 A	26.1	17.5	15.7	17.5	17.5	12.4	11.0	18.5
B	22.4	24.5	13.4	37.5	25.9	64.1	34.1	30.3
C	15.2	15.9	8.4	10.2	14.0	35.5	25.0	22.8
D	0.0	0.0	0.5	1.1	0.8	0.5	2.9	0.0
5 A	8.1	10.0	23.9	4.5	11.8	3.3	11.2	14.0
B	11.4	14.1	20.5	9.7	17.6	16.9	34.0	22.9
C	7.4	9.1	12.8	2.6	9.5	9.4	25.0	17.2
D	0.0	0.0	0.2	0.4	0.5	0.2	0.3	0.0
6 A	----	----	15.5	6.8	2.3	2.2	3.0	9.5
B	----	----	13.3	14.5	3.5	11.4	9.2	15.3
C	----	----	8.4	4.0	1.9	6.3	6.7	11.5
7 D	----	----	----	0.2	1.7	0.2	0.3	0.0
A	----	----	----	4.4	8.3	2.0	3.9	5.6
B	----	----	----	9.5	12.2	10.3	11.1	9.2
C	----	----	----	2.6	6.4	5.7	8.6	6.9

ANNEXE 1: Matrice des captures à l'âge (x 10⁶) pour le stock de crevettes de Sept-Iles.

A= février-mars-avril, B= mai-juin-juillet, C= août-septembre-octobre, D= novembre-décembre-janvier

AGE:	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
2	0.0 .003 .042 .035	.0 .011 .033 .036	.0 .011 .046 .063	.0 .013 .049 .023	.0 .001 .017 .01	.0 .012 .044 .042	.0 .004 .057 .047	.0 .002 .039 .034
3	0.0 .020 .048 .084	.0 .007 .028 .034	.0 .012 .054 .062	.0 .013 .059 .066	.005 .005 .05 .043	.0 .015 .068 .056	.001 .007 .05 .032	.0 .004 .079 .06
4	0.0 .073 .076 .063	.0 .037 .062 .049	.0 .061 .063 .047	.0 .037 .096 .032	.008 .048 .087 .057	.001 .012 .074 .049	.004 .014 .052 .045	.0 .034 .066 .06
5		.0 .089 .095 .074	.0 .101 .109 .085	.0 .034 .088 .028	.003 .049 .089 .058	.002 .018 .112 .077	.005 .021 .075 .067	.0 .034 .066 .06
6			.0 .201 .244 .221	.0 .063 .170 .060	.006 .034 .061 .039	.001 .018 .113 .078	.003 .034 .126 .118	.0 .035 .066 .06
7				.007 .183 .576 .049	.03 .185 .413 .055	.005 .056 .409 .053	.004 .067 .253 .039	.0 .144 .341 .06

ANNEXE 2: Taux instantanés de mortalité par la pêche (F) résultent de l'analyse séquentielle des cohortes ($F_t = .06$)

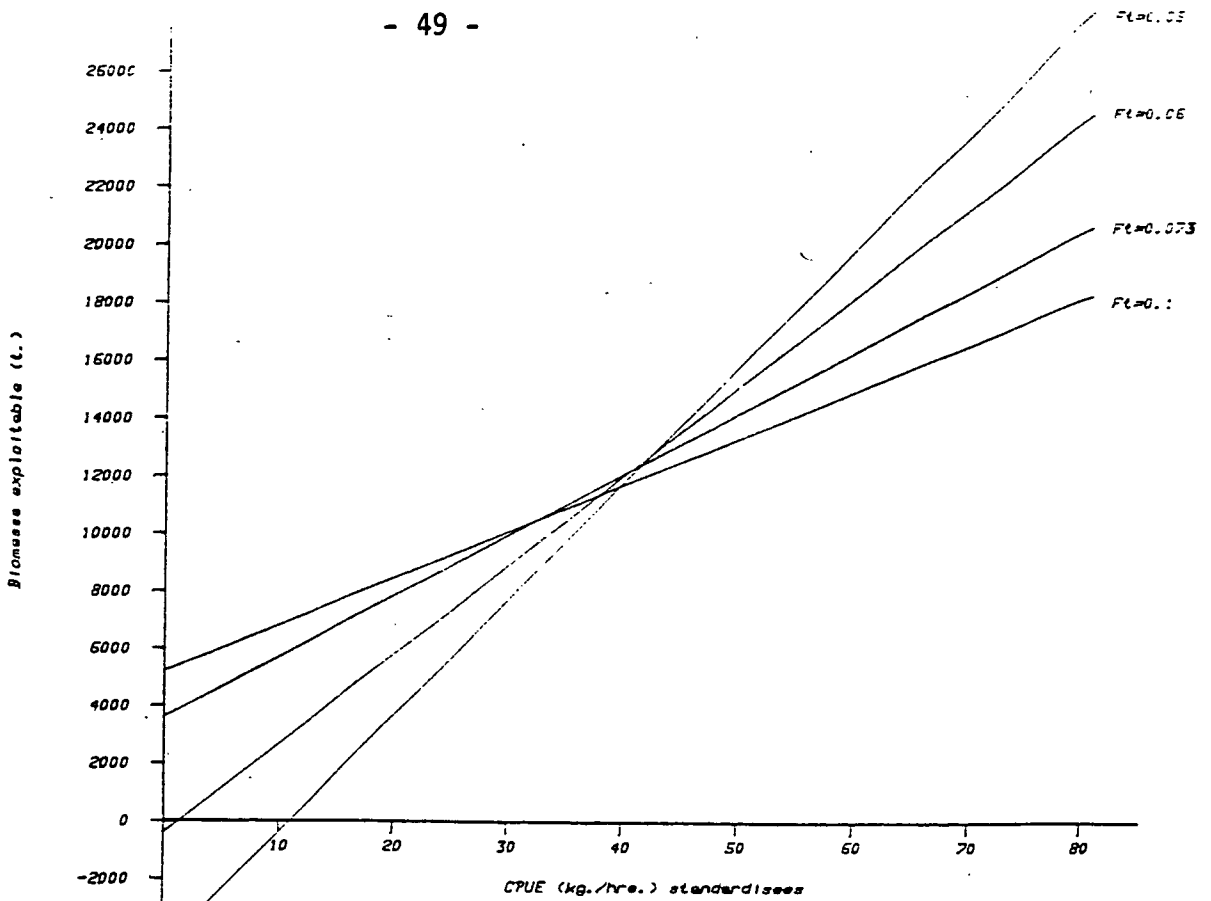
		<u>F_t = 0.05</u>	<u>F_t = 0.06</u>	<u>F_t = 0.075</u>	<u>F_t = 0.1</u>
1977	A	.057	.057	.057	.058
	B	.072	.079	.075	.075
	C	.068	.069	.071	.072
1978	A	.037	.039	.039	.042
	B	.052	.053	.055	.058
	C	.047	.049	.050	.052
1979	A	.053	.054	.056	.060
	B	.071	.074	.077	.080
	C	.070	.073	.076	.080
1980	A	.048	.052	.052	.058
	B	.083	.089	.095	.104
	C	.043	.046	.050	.054
1981	A	.022	.025	.028	.030
	B	.058	.063	.069	.077
	C	.036	.039	.043	.048
1982	A	.037	.043	.051	.060
	B	.073	.083	.091	.117
	C	.052	.060	.071	.086
1983	A	.017	.020	.024	.030
	B	.064	.075	.089	.111
	C	.045	.053	.064	.081
1984	A	.015	.020	.022	.028
	B	.070	.071	.097	.120
	C	.050	.060	.075	.100

Annexe 3 = Taux instantanés de mortalité par la pêche F par trimestre.

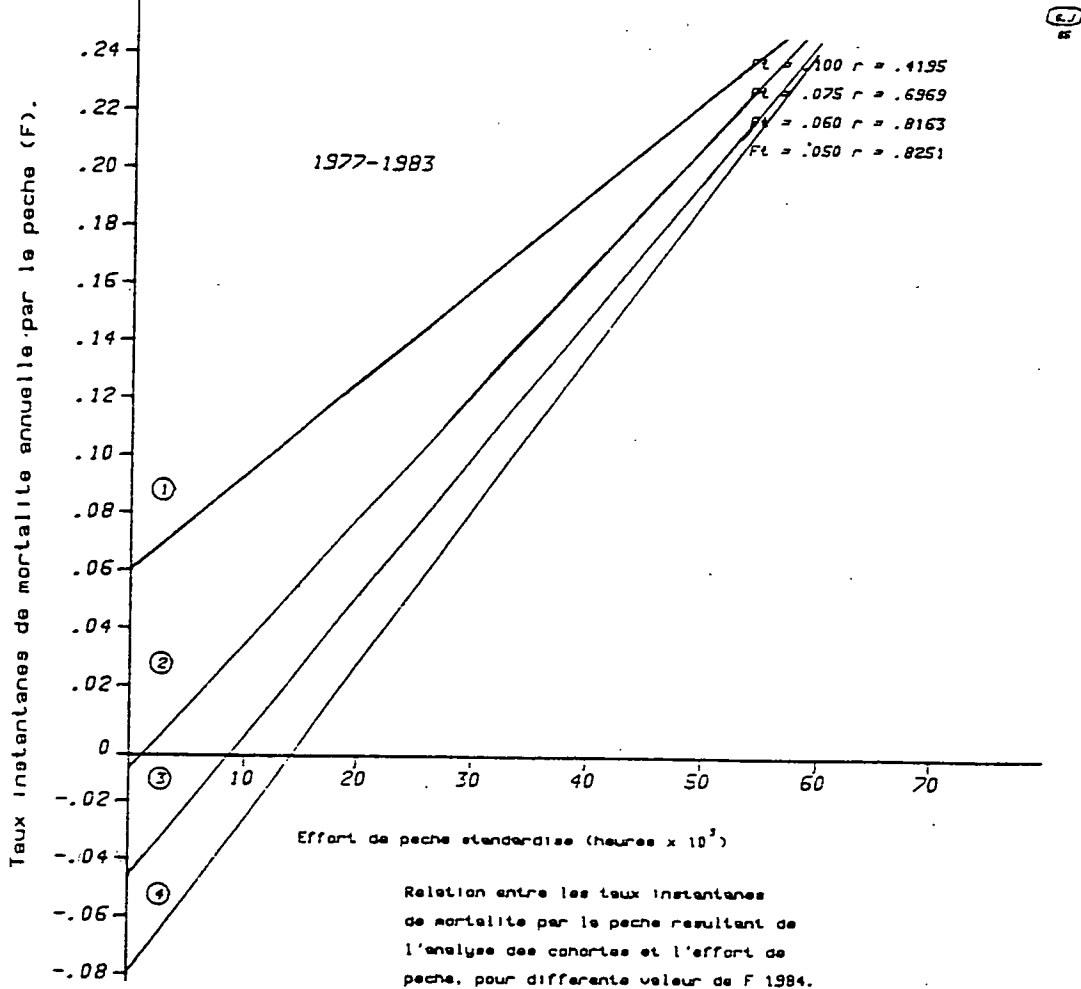
A= février-mars-avril

B= mai-juin-juillet

C= août-septembre-octobre



Relations entre la biomasse exploitable résultant d'une analyse des cohortes et les captures par unite d'effort pour différentes valeurs de F 1984.



Relation entre les taux instantanés de mortalité par le pêche résultant de l'analyse des cohortes et l'effort de pêche, pour différentes valeurs de F 1984.