

Etude de la croissance des crustacés à partir des données de
marquages - recaptures. Application à la langouste rouge de
Corse, Palinurus elephas FABRICIUS.

J. MARIN *

RESUME.

L'étude de la croissance de la phase exploitée de la langouste rouge de Corse, P. elephas, a été réalisée à partir de données de marquages - recaptures.

La croissance relative, à la mue, a été décrite par le modèle linéaire de KURATA (1962) ; et la croissance absolue par le modèle de VON BERTALANFFY.

K et LCT_{∞} ont été estimés par la méthode de TOMLINSON et ABRAMSON (1971), en utilisant le programme BGC4.

t_0 a été obtenu à partir de la taille observée du post-puerulus, considérant que celle-ci correspond à l'âge 0.

La fréquence de mue et la durée de l'intermue ont été déterminées en combinant la relation taille - âge de VON BERTALANFFY, et l'équation de croissance à la mue de KURATA.

Une analyse critique de l'adéquation du modèle de VON BERTALANFFY pour la description de la croissance de la langouste rouge de Corse est proposée. Elle suggère que les limites du modèle sont dues à la perte de marques à la mue, qui conduit à une sous-estimation des paramètres de croissance, K et LCT_{∞} .

ABSTRACT.

Growth study of the red spiny lobster exploited stage in Corsica, was carried out by means of tagging - recaptures data.

Relative growth, at moulting, was described by KURATA's linear

model (1962) ; and absolute growth by VON BERTALANFFY's model.

K and LCT_{∞} were estimated by TOMLINSON's and ABRAMSON's method (1971), by means of BGC4 program.

t_0 was obtained from the post-puerulus observed size, bearing in mind that it corresponds to age 0.

Moult frequency and intermoult duration were determined from a combination of the VON BERTALANFFY's size - age relation, and the KURATA's growth at moulting equation.

A critical analysis of the VON BERTALANFFY's model adequation, for describing growth of corsican red spiny lobster, is proposed. It suggests that the model is restricted by tags loss at moulting, which leads to an underestimation of the growth parameters, K and LCT_{∞} .

* * * *

La croissance des crustacés est apparemment discontinue. Les variations de taille et de poids ne se produisent, en effet, que lors des mues, lorsque l'animal rejette sa vieille carapace.

Sur une période déterminée, la croissance individuelle est le résultat de deux composantes : la croissance à la mue et le nombre de mues réalisées.

Parmi les trois méthodes classiques d'étude de la croissance, toutes ne peuvent être utilisées chez les crustacés décapodes.

Le rejet de l'exosquelette à chaque mue, et l'absence de pièces dures permanentes, comme chez les poissons et les mollusques, sur lesquelles s'impriment les variations du taux de croissance, interdisent toute "lecture" directe de l'âge par les procédures classiques.

Par ailleurs, chez la plupart des décapodes, le ralentissement de la croissance avec le vieillissement fait que le gain de taille d'une année sur l'autre est très tôt inférieur à la dispersion des tailles dans une même classe d'âge. Il est, pour cette raison, impossible, au moins dans la phase adulte de l'animal, de suivre des modes dans l'évolution des distributions de fréquence des tailles, et d'identifier des micro-cohortes qui correspondraient à des groupes de mue.

En dernier recours, la méthode par marquages - recaptures est la seule adaptée à l'étude de la croissance des crustacés décapodes. La seule réserve est que l'on suppose que le marquage ne perturbe pas la croissance de l'animal.

MATERIEL ET METHODES.

Depuis 1977, environ 8000 langoustes rouges, provenant des captures de la pêche professionnelle et de pêches expérimentales, ont été marquées puis libérées dans les eaux corses (carte 1). Pour augmenter les chances de recaptures, 60 % des individus marqués ont toutefois été libérés dans les Bouches-de-Bonifacio, l'un des secteurs de pêche à la langouste les plus importants de l'île.

Les animaux ont été marqués individuellement avec des marques numérotées de type "anchor tag", en nylon et vinyl, fixées entre les 1er et 2ème segments abdominaux, en position dorso-latérale.

La marque utilisée ne pèse que 0,1 g et ne semble pas pouvoir constituer une gêne pour des animaux de la taille des langoustes. Le marquage ne semble pas induire de mortalité sensible. Sur 3 essais, on a observé en vivier une mortalité moyenne de 5 %, au bout de 10 jours de marquage.

Ce type de marquage s'est, par ailleurs, révélé suffisamment efficace pour que certaines marques aient persisté pendant plusieurs cycles de mue.

Marquages et recaptures ont pratiquement tous été réalisés pendant la saison d'ouverture de la pêche à la langouste, du 1er mars au 30 septembre.

A la fin de la campagne 1984, plus de 340 marques avaient été reprises ; et pour 280 d'entre elles, des données fiables étaient obtenues.

Les langoustes recapturées recouvrent toutes les classes de taille de la pêche professionnelle, et certaines d'entre elles ont eu une liberté supérieure à 4 années.

Au-delà d'une année de liberté, tous les animaux recapturés, à l'exception d'une femelle, ont montré une croissance (tableau 1).

Croissance à la mue

Chez la langouste rouge de Corse, le phénomène de la mue a un caractère saisonnier marqué. C'est en effet au printemps que l'on trouve dans les deux sexes la plus forte proportion d'individus en phases de pré et post-mue.

Pour l'étude de la croissance à la mue de P. elephas de Corse, nous avons donc sélectionné dans les captures du printemps des individus aux stades D3 et D4 du cycle d'intermue (DRACH, 1939).

Macroscopiquement, ces stades peuvent être facilement distingués : la coloration de l'exosquelette devient terne ; et des lignes de déhiscence, au niveau desquelles l'exosquelette est presque entièrement déminéralisé, apparaissent sur les flancs du céphalothorax, le

long des branchiostégites. A ces stades, la prochaine mue est imminente, et la taille qu'aura alors la langouste est déjà fixée.

Des animaux aux stades D3-D4, conservés en vivier ou dans des nasses, ont toujours mué dans la semaine qui suivait leur mise en captivité.

Parmi les langoustes recapturées, le critère de sélection des animaux ayant mué une fois a été la durée de liberté. Parmi les données disponibles, nous avons été conduits à retenir celles correspondant à des durées de liberté inférieures à une année.

Le bon alignement sur un diagramme de croissance (figure 1), des points LCT0 - LCT1 (longueurs céphalothoraciques avant et après la mue) correspondant aux animaux sélectionnés selon les deux critères est la justification de ce choix.

Pour décrire la relation de dépendance existant entre les tailles avant et après la mue, nous avons utilisé le modèle de KURATA (1962) :

$$LCT1 = a.LCT0 + b$$

Ce modèle linéaire suppose que les variations relatives entre LCT0 et LCT1 restent constantes tout au long de la vie de l'animal ; il ne permet pas de traduire des variations du taux de croissance à la mue, notamment entre les phases juvénile et adulte.

Appliqué à la phase exploitée du stock, qui ne compte pratiquement que des adultes ou des individus proches de la maturité sexuelle, il reste toutefois un outil pratique et satisfaisant, qui permet d'avoir entre variables expliquée et explicative un coefficient de corrélation élevé.

Expression mathématique de la croissance

Les données sur la langouste rouge ont été ajustées au modèle de VON BERTALANFFY.

- Estimation de K et LCT ∞

A partir des marquages - recaptures, on dispose d'une série de triplets :

- . LCT (ti) : longueur céphalothoracique au marquage,
- . LCT (ti + Dti) : longueur céphalothoracique à la recapture,
- . Dti : durée de liberté.

Les durées de liberté, Dti, sont évidemment aléatoires. Pour le traitement des données, nous avons utilisé la méthode des intervalles de temps inégaux de TOMLINSON et ABRAMSON (1971), pour laquelle existe le programme BGC4, rédigé en FORTRAN par TOMLINSON (in ABRAMSON, 1970).

La méthode dérive de la forme suivante de l'équation de VON BERTALANFFY :

$$LCT(t+Dt) = LCT_{\infty} (1 - e^{-KDt}) + e^{-KDt} \cdot LCT(t)$$

qui est la relation entre la taille au marquage, $LCT(t)$, et la taille à la recapture, $LCT(t+Dt)$, avec une durée de liberté de Dt .

LCT_{∞} et K sont les 2 inconnues de l'équation.

Le programme BGC4 procède par moindres carrés et donne les valeurs de LCT_{∞} et K qui minimisent les écarts entre les valeurs observées et les valeurs théoriques, des tailles à la recapture, soit

$$\sum_i [LCT(t_i+Dti) - \widehat{LCT}(t_i+Dti)]^2.$$

On obtient ainsi pour la gamme de taille échantillonnée, les meilleures estimations conjointes de LCT_{∞} et K .

Afin de pondérer la surestimation de la croissance résultant d'animaux marqués en fin de cycle d'intermue, nous n'avons retenu que les triplets de recapture correspondant à des animaux ayant eu une liberté proche d'une année (plus de 300 jours).

Nous avons ainsi été amené à utiliser 44 triplets pour les mâles et 34 triplets pour les femelles.

= Estimation de t_0

L'équation de VON BERTALANFFY :

$$LCT = LCT_{\infty} [1 - e^{-K(t-t_0)}],$$

peut être exprimée sous la forme :

$$t - t_0 = \frac{\text{LOG } LCT_{\infty} - \text{LOG } (LCT_{\infty} - LCT)}{K} \quad (1)$$

K et LCT_{∞} étant déjà connus, si on connaît pour une taille LCT donnée l'âge correspondant, on peut avoir une estimation de t_0 .

On peut considérer que, chez les palinuridae, l'âge 0 est celui du post-puerulus. Cette forme est en effet, au terme de la vie larvaire, la première à avoir la morphologie, la coloration, et les moeurs de la langouste.

Les post-puerulus sont des formes très rarement observées chez P. elephas ; seuls quelques exemplaires ont, à l'heure actuelle, été capturés.

En juillet 1983, nous avons eu la chance de découvrir dans les estomacs de 2 rascasses brunes, Scorpaena porcus, pêchées dans l'herbier à posidonies à l'Est de la Corse (à une profondeur d'environ 20 m), deux exemplaires en parfait état de post-puerulus de langouste rouge. Ces organismes mesuraient respectivement 8 et 9 mm de longueur céphalothoracique (25 mm de longueur totale).

Fréquence de mue. Durée de l'intermue

A partir de la relation taille - âge, et de l'équation de croissance à la mue, $LCT1 = f(LCT0)$, il est aisé de déterminer, entre 2 âges successifs, le nombre moyen de mues, et de déduire la durée moyenne de l'intermue.

RESULTATS.

Croissance à la mue

Les valeurs des constantes a et b du modèle de KURATA sont les coefficients de la droite de régression prédictive de $LCT1$ en $LCT0$ (tableau 2).

L'équation de KURATA, appliquée à la langouste rouge de Corse, est la suivante pour chacun des deux sexes :

- pour les mâles :

$$LCT1 = 0,99 LCT0 + 6,97$$

- pour les femelles :

$$LCT1 = 0,99 LCT0 + 5,68$$

Dans ce modèle, le coefficient de régression est le coefficient de croissance relative. Sa valeur estimée est la même pour les deux sexes.

Les deux droites d'ajustement des données mâles et femelles sont donc parallèles, et ne diffèrent que par la valeur de l'ordonnée à l'origine.

Pour tester l'hypothèse nulle, nous avons utilisé la méthode du test t, de comparaison de deux droites de régression, décrite par MAYRAT (1959), et qui consiste à comparer les pentes et les positions des deux droites.

Les deux droites expérimentales sont parallèles, et il ne peut y avoir de différence de pente significative. Par contre, la différence entre les positions est significative avec un coefficient de sécurité de 95 %.

L'hypothèse nulle est donc écartée ; et on peut avancer que, avec un coefficient de sécurité de 95 %, la croissance à la mue est plus grande chez les mâles que chez les femelles.

Comme le coefficient de croissance relative est le même pour les deux sexes, la différence de croissance moyenne reste constante à l'intérieur de la gamme de tailles de la phase exploitée du stock, pour laquelle le modèle de KURATA a été utilisé.

Estimation de K et LCT_{∞}

Le traitement, avec le programme BGC4, des données de marquages-recaptures sélectionnées (44 triplets pour les mâles ; 34 triplets pour les femelles) a conduit aux estimations suivantes de K et LCT_{∞} :

	<u>K</u>	<u>LCT∞</u>
- mâles	0,151	166,025 mm
- femelles	0,189	135,916 mm

Les estimations de K et LCT ∞ peuvent être biaisées par la perte de marques. Ce phénomène qui fait "sortir" des animaux de la fraction marquée de la population, agit comme une mortalité additionnelle.

Nous allons discuter cette possibilité de biais chez la langouste rouge de Corse.

. Perte de marques survenant dans les jours suivant le marquage.

Des marques mal insérées peuvent être perdues dans les quelques jours qui suivent la libération des animaux marqués.

Cette perte de marques affecte avec la même probabilité tous les animaux marqués, quelque soit leur taux de croissance individuelle. Elle entraîne seulement une réduction non sélective de la population de langoustes marquées. La fraction restante de cette population poursuivra une croissance comparable à celle de la totalité du stock.

Les estimations de K et LCT ∞ ne sont pas biaisées.

. Perte de marques survenant à la mue.

La perte de marques peut se produire lors du changement d'exosquelette, et survenir à chaque mue avec un taux constant.

La probabilité de perte de marques est alors plus forte chez les individus qui muent souvent, donc chez ceux dont le taux de croissance est élevé. Ces animaux, en quittant la population de langoustes marquées, entraînent une réduction de la capacité de croissance de celle-ci.

Les estimations de K et LCT ∞ effectuées à partir des données de recaptures sont biaisées. Le biais est d'autant plus fort que les données utilisées concernent des individus dont la durée de liberté a été longue. La période de liberté a pu alors recouvrir plusieurs cycles de mue ; et les occasions de perte de marques lors du rejet de l'exosquelette ont été nombreuses.

On peut craindre dans ces conditions, que ce soient les individus ayant mué moins souvent qui conservent préférentiellement leur marque.

Chez les grands crustacés, l'estimation par marquages - recaptures des paramètres de croissance K et LCT ∞ , reste soumise à un handicap. La difficulté est liée au problème posé par la perte de marques à la mue.

Estimation de t0

En remplaçant dans l'équation (1), LCT par la taille moyenne

observée du post-puerulus (8,5 mm) et t par l'âge correspondant (0), on obtient t_0 .

La valeur estimée de ce paramètre est :

- pour les mâles :

$$t_0 = - 0,348 \quad ,$$

- pour les femelles :

$$t_0 = - 0,342 \quad .$$

Les estimations de t_0 ne sont valables que sous la réserve que le modèle de VON BERTALANFFY décrit bien l'intégralité de la croissance de la phase benthique de la langouste rouge.

Forme de l'équation de croissance

En définitive, l'expression de l'équation de croissance de VON BERTALANFFY chez P. elephas de Corse est :

- pour les mâles :

$$LCT = 166,025 \left[1 - e^{-0,151 (t+0,348)} \right] ,$$

- pour les femelles :

$$LCT = 135,916 \left[1 - e^{-0,189 (t+0,342)} \right] .$$

A partir de ces relations, nous avons calculé la relation taille-âge pour chacun des deux sexes (tableau 3), et tracé les courbes de croissance des mâles et des femelles (figure 2).

GARCIA et LE RESTE (1981) font remarquer qu'en décrivant la croissance des crustacés par le modèle de VON BERTALANFFY on néglige l'importance du phénomène de mue comme facteur de la croissance "instantanée" du stock, surtout si la saisonnalité de la mue est marquée.

Chez les crustacés, le modèle de VON BERTALANFFY n'est pas satisfaisant pour décrire, au niveau d'un individu, la croissance discontinue qui s'opère par paliers successifs. Il peut toutefois convenir, comme cela semble être le cas pour la phase exploitée de la langouste rouge de Corse, pour représenter la croissance de la population.

Si cependant la saisonnalité de la mue dans la population est très accentuée, le schéma de croissance du stock se caractérise alors par des phases de croissance maximale (lors des mues) alternant avec des phases de croissance minimale (au milieu de 2 mues successives). Dans ce cas, la modulation saisonnière de la croissance doit être prise en compte dans l'équation de VON BERTALANFFY.

Pour P. elephas de Corse, la disposition cohérente des valeurs observées de LCT à la recapture (représentées par des flèches sur la figure 3), de part et d'autre des courbes de croissance, confirme l'adéquation du modèle de VON BERTALANFFY pour décrire la croissance de la phase exploitée.

Quoiqu'il en soit, une meilleure représentation graphique de la croissance de la langouste rouge, comme d'ailleurs de celle des autres crustacés, devrait tenir compte à la fois de la croissance relative (lors de la mue) et de la croissance absolue, exprimées respectivement par les modèles de KURATA et de VON BERTALANFFY.

Sur la figure 4, la courbe continue est celle de VON BERTALANFFY. C'est sur elle que s'ajustent les valeurs moyennes des longueurs céphalothoraciques atteintes après les mues successives qui jalonnent la vie de l'animal.

Ces LCT moyennes, calculées à partir du modèle de KURATA, sont les extrémités supérieures des segments verticaux de la "courbe" en escaliers. Celle-ci, tout en conservant la même pente que la courbe continue, décrit bien la discontinuité de croissance.

Sur la "courbe" en escaliers, les segments verticaux représentent la croissance à la mue ; les segments horizontaux symbolisent le temps moyen qui s'écoule entre 2 mues successives.

Le graphique en escaliers illustre bien l'allongement de la durée de l'intermue, et donc le ralentissement de la fréquence des mues, qui, compte tenu de la faible régressivité du coefficient de croissance relative, est "imposé" à l'animal pour respecter le schéma général de la croissance.

Fréquence de mue. Durée de l'intermue

La fréquence de mue, exprimée en nombre de mues par an (Nm), et la durée de l'intermue (DIM) ont été estimées pour les classes d'âge de l'intervalle 2 ans - 10 ans, auquel correspondent pratiquement toutes les données de croissance (tableau 4).

Les relations liant ces deux paramètres à l'âge sont de type exponentiel. Pour les décrire nous avons utilisé les données "ajustées" du tableau 4.

. Relation entre fréquence de mue et âge :

- pour les mâles :

$$Nm = 3,60 e^{-0,14 t} ,$$

- pour les femelles :

$$Nm = 4,53 e^{-0,17 t} .$$

. Relation entre durée de l'intermue et âge :

- pour les mâles :

$$DIM = 3,35 e^{0,13 t} ,$$

- pour les femelles :

$$DIM = 2,64 e^{0,17 t} .$$

Pour les mâles comme pour les femelles, les valeurs des coeffi-

cients de régression sont, au signe près, les mêmes, quelque soit le type de relation utilisée pour décrire la réduction du rythme de mues.

Il faut se rappeler qu'il s'agit en fait des mêmes données, puisque la durée de l'intermue est obtenue en divisant le nombre de mois d'une année par le nombre moyen de mues par an.

Les deux modèles décrivant la variation de la fréquence de mue et de la durée de l'intermue en fonction de l'âge, sont inverses l'un de l'autre (figure 5). Ils sont deux expressions d'un même phénomène.

La réduction de la fréquence des mues apparaît toutefois nettement plus forte chez la femelle, dès la 6ème année ; elle est alors liée au processus d'incubation des oeufs.

DISCUSSION.

On peut s'interroger sur la valeur des paramètres de l'équation de VON BERTALANFFY, qui sont proposés dans cette étude sur la langouste rouge. Leur fiabilité reste en effet soumise à 3 questions critiques.

Echantillonnage

Les effectifs des échantillons sont relativement faibles (44 triplets pour les mâles et 34 triplets pour les femelles). Toutefois, les variances des paramètres K et LCT_{∞} , estimées par la méthode du "Jackknife", sont faibles, et suggèrent que les précisions obtenues sur K et LCT_{∞} sont satisfaisantes (GARCIA, FARRUGIO, et MARIN, 1985).

Les estimations de K et LCT_{∞} ne sont pas ici affectées par l'échantillonnage. Une augmentation de la taille des échantillons ne permettrait pas une amélioration sensible des précisions obtenues.

Adéquation du modèle de VON BERTALANFFY

Le modèle de VON BERTALANFFY, peu satisfaisant pour décrire la croissance d'un individu, peut cependant représenter convenablement la croissance moyenne de l'ensemble de la population.

Pour la langouste rouge de Corse, le modèle a été ajusté sur les classes de tailles intermédiaires, qui entrent dans les captures. Des imprécisions existent cependant sur les plus petites tailles, elles affectent les estimations de t_0 et des âges absolus, ce qui en définitive est peu important. Le modèle est par ailleurs cohérent avec les plus grandes tailles de langouste rouge trouvées en Corse.

Les limites du modèle de VON BERTALANFFY résultent également de la saisonnalité plus ou moins marquée de la mue. Toutefois appliqué à la langouste rouge de Corse, le modèle décrit convenablement la croissance de la phase exploitée.

Perte de marques à la mue

Une perte de marques à la mue, en affectant sélectivement les individus qui muent le plus souvent, conduit à une sous-estimation des paramètres de croissance.

Chez la langouste rouge de Corse, on ignore le taux de perte de marques à la mue ; et tout travail complémentaire sur la croissance devrait porter sur un examen spécifique de ce problème.

Soulignons toutefois qu'une étude récente sur les taux de rétention, chez Homarus gammarus, de différents types de marques externes (RAGUENES et LATROUITE, 1985), révèle que le pourcentage de rétention des marques de type "spaghetti" (comparables à celles que nous avons utilisées) est supérieur à celui des marques "sphyrion" ; et que un marquage au niveau des segments abdominaux (comme celui que nous avons pratiqué) améliore le taux de rétention, par rapport à un marquage à la jonction céphalothorax - abdomen.

CONCLUSION.

Comme pour tous les crustacés, croissance à la mue et fréquence de mue sont les deux composantes de la croissance absolue de la langouste rouge.

Dans la gamme des tailles étudiée, la croissance à la mue est statistiquement supérieure chez les mâles.

Comme dans les deux sexes le coefficient de croissance relative est proche de l'unité, le respect du schéma classique d'une croissance asymptotique imposera à la langouste une réduction progressive du nombre de mues, au fur et à mesure du vieillissement.

La diminution de la fréquence de mue apparaît plus rapide chez la femelle, à partir de la 6ème année.

En définitive, la croissance absolue des femelles est nettement inférieure à celle des mâles.

La question reste posée de savoir si cette différence de croissance est liée à la physiologie de la reproduction. Cette hypothèse paraît vraisemblable. On peut, en effet, raisonnablement admettre que dans la partie du cycle biologique qui va du post-puerulus à l'acquisition de la puberté, il n'y a pas, chez P. elephas, de différence de croissance liée aux sexes.

Dans la phase adulte, par contre, le taux de croissance inférieur chez la femelle trouve son explication dans le processus d'incubation des oeufs.

Rappelons que chez la langouste rouge de Corse, l'incubation des oeufs dure environ 5 mois, en automne et en hiver. L'absence de mue chez la femelle oeuillée est évidente, puisque c'est la condition

de survie de l'espèce.

Les valeurs estimées de K et LCT ne sont sans doute valables que pour la phase exploitée de P. elephas de Corse. Toutefois, les tailles asymptotiques estimées sont conformes aux plus grandes tailles moyennes de langoustes capturées.

La connaissance de la taille du post-*puerulus*, LCTO, a permis de "recaler" les courbes de croissance de VON BERTALANFFY, et d'avoir une relation taille - âge absolu.

On peut regretter cependant que l'estimation de t0 repose seulement sur deux observations. Soulignons toutefois que les post-*puerulus* observés en Corse sont conformes à ceux décrits par BOUVIER (1914) pour le Sud des Iles Britanniques, et SANTUCCI (1926) pour le Sud de la Mer Tyrrhénienne.

BIBLIOGRAPHIE.

- ABRAMSON (N.J.), 1970. - Computer programs for fish stock assessment - FAO. Fish. Tech. pap., 101, pag. var.
- BOUVIER (E.L.), 1914. - Recherches sur le développement post-embryonnaire de la langouste commune (Palinurus vulgaris). - J. Mar. Biol. Ass. U.K., 10 (2), pp. 179 - 193.
- CONAN (G.Y.) et GUNDERSEN (K.R.), 1979. - Growth curve of tagged lobsters (Homarus gammarus) in norwegian waters as inferred from the relative increase in size at moulting and frequency of moult. - Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer, 175, pp. 155 - 166.
- DRACH (P.), 1939. - Mue et cycle d'intermue chez les crustacés décapodes. - Ann. Inst. Oceanogr., 19, pp. 103 - 391.
- GARCIA (S.) et LE RESTE (L.), 1981. - Cycles vitaux, dynamique, exploitation et aménagement des stocks de crevettes pénaei-des côtières. - FAO, Doc. Tech. Pêches, 203, 210 p.
- GARCIA (F.), FARRUGIO (H.), et MARIN (J.), 1985. - Estimation de la variance des paramètres de croissance K et L, par la méthode du "JACKKNIFE". Application à la langouste rouge de Corse, Palinurus elephas F. - I.C.E.S., C.M. 1985/K : 27.
- KURATA (H.), 1962. - Studies on the age and growth of crustacea. - Bull. Hokkaido Reg. Fish. Res. Lab., 24, 115 p.
- RAGUENES (G.) et LATROUITE (D.), 1985. - Etude de différents types de marques externes appliquées au homard Homarus gammarus (L.). - I.C.E.S., C.M. 1985/K : 20.
- MARIN (J.), 1985. - La langouste rouge : biologie et exploitation. - La Pêche Maritime, n° 1283, pp. 105 - 113.
- MAYRAT (A.), 1959. - Nouvelle méthode pour l'étude comparée d'une croissance relative dans deux échantillons. Application à la carapace de Penaeus kerathurus (FORSKAL). - Bull. de l'IFAN, 21, série A, n° 1, pp. 21 - 59.
- SANTUCCI (R.), 1926. - Lo stadio natante e la prima forma postnatante dell'aragosta (Palinurus vulgaris LATR.) del Mediterraneo. - R. Com. Talas. Italiano, Mem., 127, pp. 3 - 11.
- TOMLINSON (P.K.) et ABRAMSON (N.J.), 1971. - Fitting a VON BERTALANFFY growth curve by least squares. - Calif. Dept. Fish. and Game, Fish. Bull., 116, 69 p.

PARAMETRES	MALES	FEMELLES
N	21	27
$\frac{LCTO}{LCT1}$	74,76	83,52
$\frac{S}{LCT1}$	80,81	88,00
S LCTO	12,83	17,95
S ² LCTO	164,61	322,20
S LCT1	12,76	17,76
S ² LCT1	162,82	315,42
R	0,99	0,99
a	0,99	0,99
b	5,97	5,68
Sd LCT1	1,49	1,53
Sd ² LCT1	2,22	2,34
Sa	0,0266	0,0170
S ² a	0,00071	0,00029

TABEAU 2. - CROISSANCE A LA RUE. PARAMETRES DE LA REGRESSION DE LCT1 EN LCTO.

S et S² : écart-type et variance de l'échantillon.

R : coefficient de corrélation.

Sd² LCT1 : carré moyen des écarts à la droite de régression.

Sd LCT1 : écart-type des écarts à la droite de régression

Sa et S²a : écart-type et variance du coefficient de régression.

DUREE DE LIBERTE	MALES		FEMELLES	
	LCTR > LCTM	LCTR = LCTM	LCTR > LCTM	LCTR = LCTM
D < 1 an	21	110	19	59
1 an <= D < 2 ans	33	0	21	1
2 ans <= D < 3 ans	6	0	6	0
3 ans <= D < 4 ans	0	0	2	0
D >= 4 ans	1	0	1	0
TOTAL	61	110	49	60

TABEAU 1. - BILAN DES OPERATIONS DE MARQUAGES - RECAPTURES.

(D : durée de liberté ; LCTR : longueur céphalothoracique à la recapture ; LCTM : longueur céphalothoracique au marquage).

AGE (ans)	LCT MALES (mm)	LCT FEMELLES (ans)
0	8,5	8,5
1	31	30
2	50	49
3	66	64
4	80	76
5	92	86
6	102	95
7	111	102
8	119	108
9	126	113
10	131	117
11	136	120
12	140	123
13	144	125
14	147	127
15	150	128

TABLEAU 3. - RELATION TAILLE - AGE.

CLASSES D'AGE (ans)	AGE MOYEN t	MALES		FEMELLES	
		Nm.	DIM	Nm	DIM
2 - 3	2,5	2,54	4,7	2,92	4,1
3 - 4	3,5	2,24	5,4	2,49	4,8
4 - 5	4,5	1,97	6,1	2,11	5,7
5 - 6	5,5	1,72	7,0	1,78	6,8
6 - 7	6,5	1,51	8,0	1,50	8,0
7 - 8	7,5	1,31	9,1	1,26	9,6
8 - 9	8,5	1,14	10,5	1,05	11,4
9 - 10	9,5	0,99	12,1	0,88	13,7

TABLEAU 4. - FREQUENCE DE MUE ET DUREE DE L'INTERMUE.

(Nm : nombre de mues par an ; DIM : durées de l'intermue en mois).

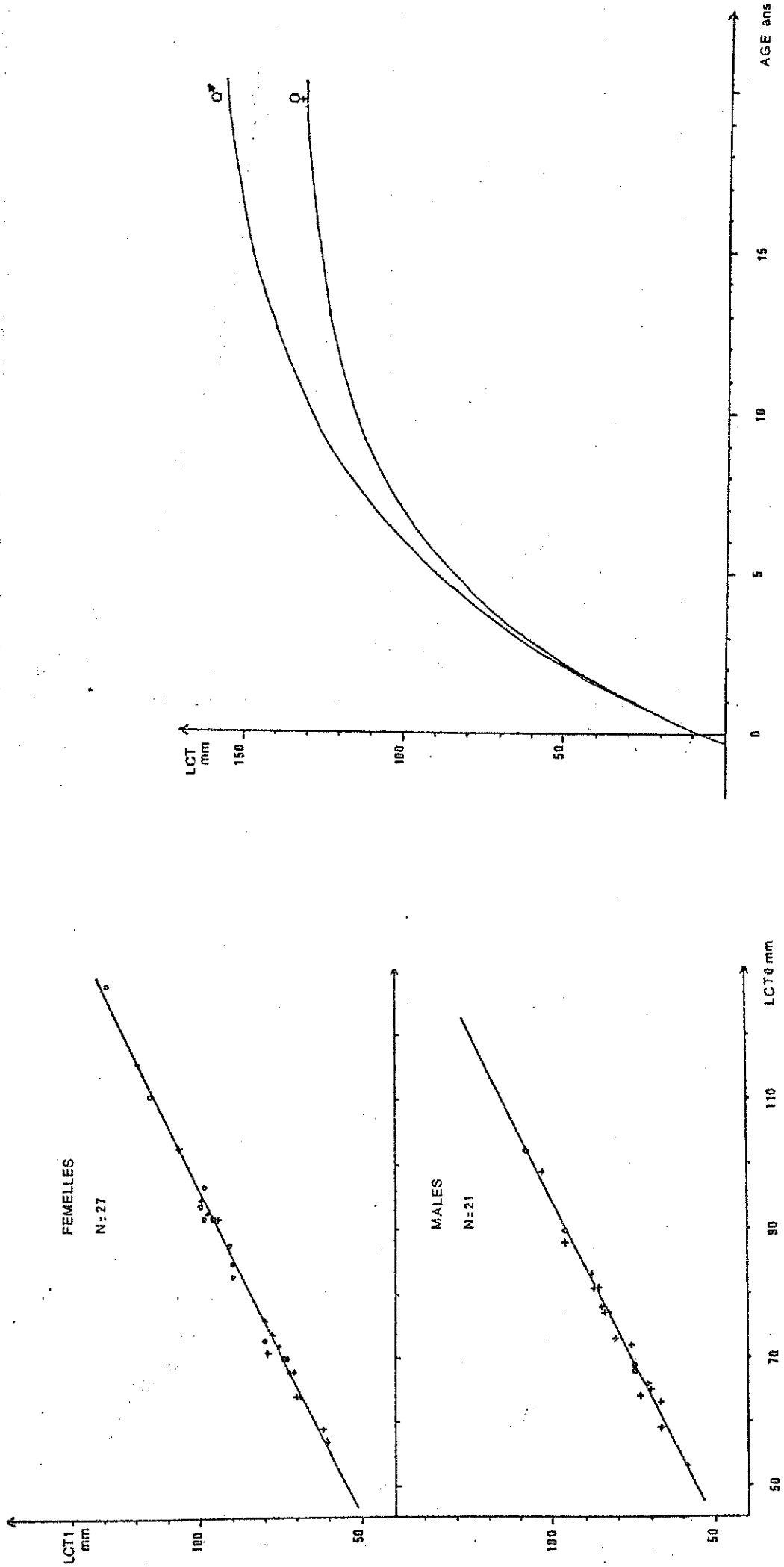


FIGURE 1. - Croissance à la mue. $LCT1 = f(LCT0)$.
 (cercles : individus mis en captivité aux stades 03-D4, et
 ayant mué en vivier ou dans des nasses).

FIGURE 2. - Courbes de croissance de VON BERTALANFFY.

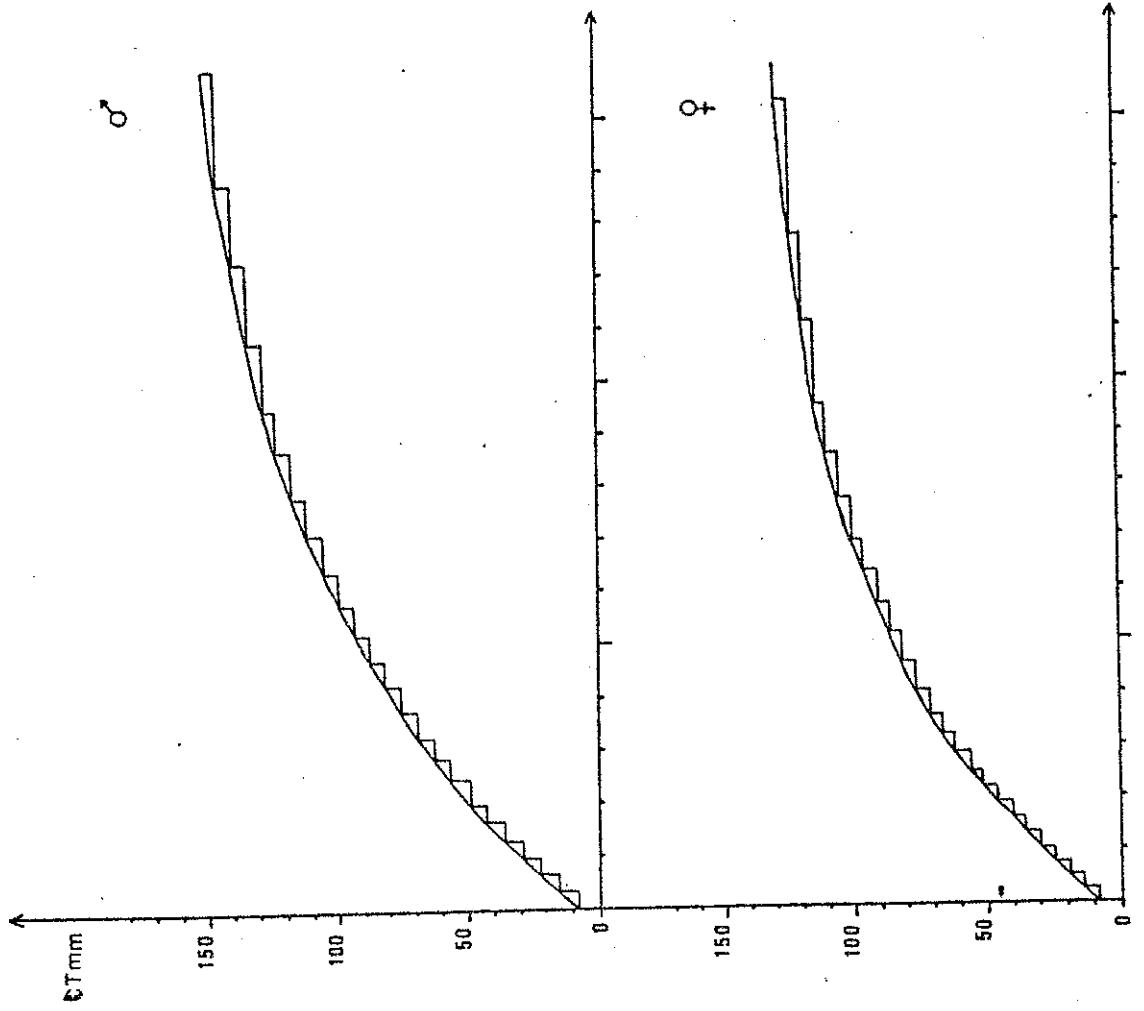


FIGURE 4. - Courbe de croissance en escaliers. La courbe continue est celle de VON BERTALANFFY.

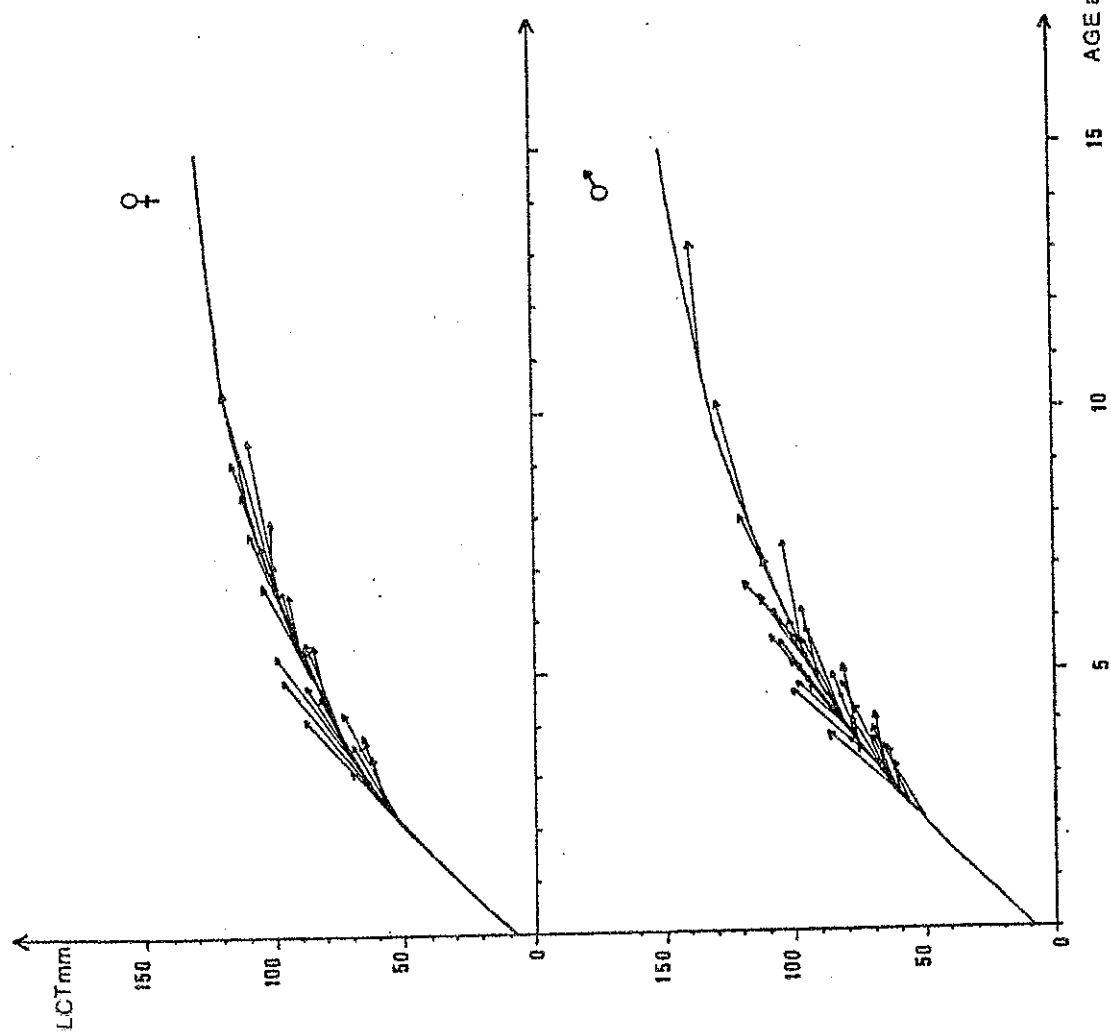


FIGURE 3. - Dispersion des LCT à la recapture (extrémités des flèches), de part et d'autre des courbes de croissance de VON BERTALANFFY.

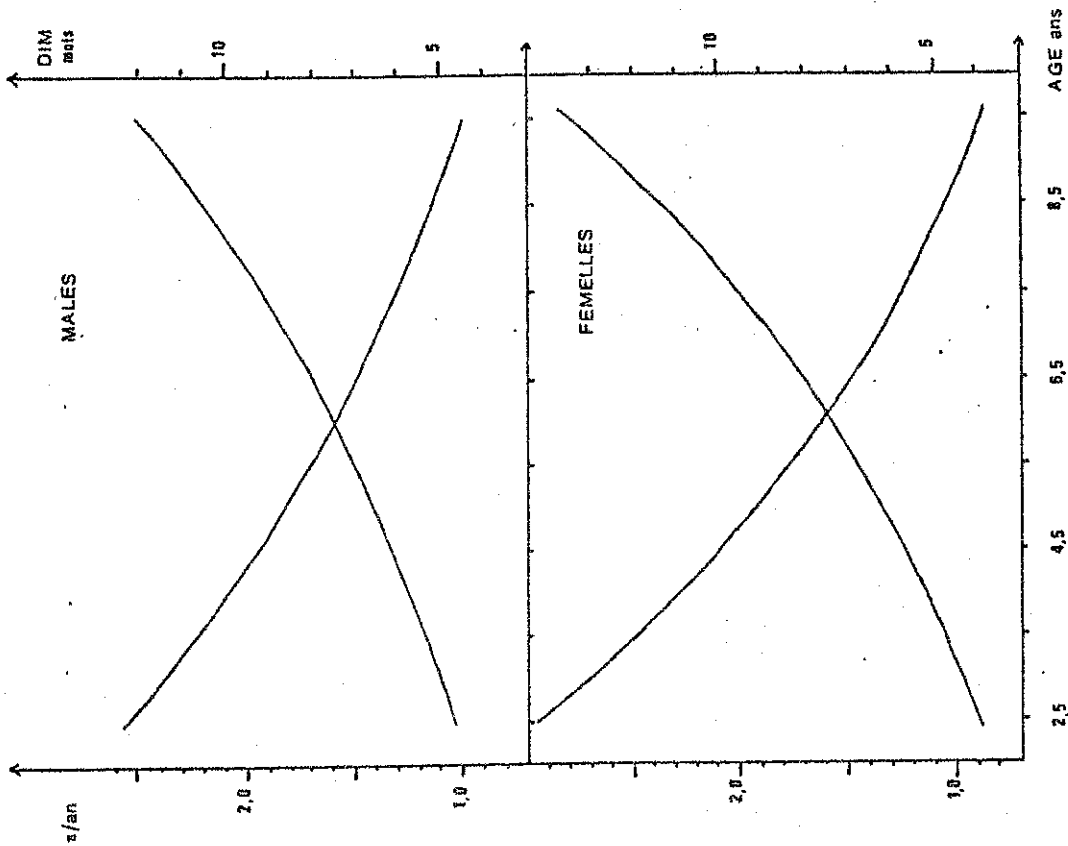
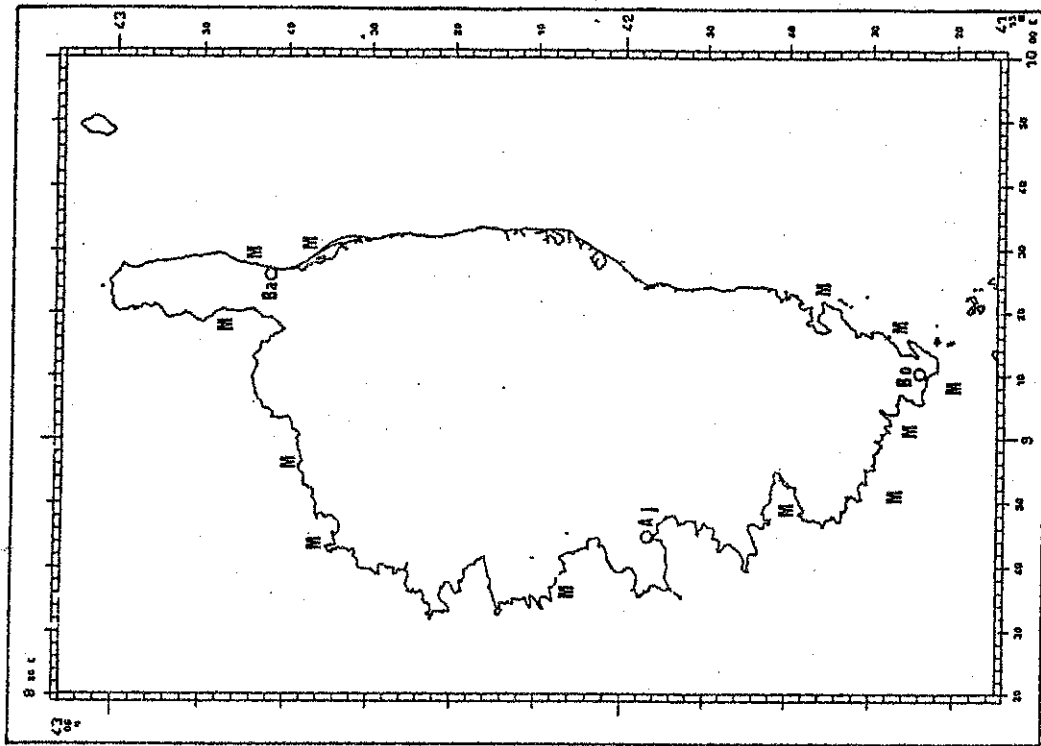


FIGURE 5. - Variations en fonction de l'âge, du nombre de mues par an (Nm) et de la durée de l'intermue (DIM).



CARTE 1. - Zones de marquages (M) de langoustes.
(Ba : BASTIA ; Bo : BONIFACIÙ ; Aj : AJACCIO).

