

ELEVAGES DE COPEPODES HARPACTICOIDES (*TISBE HOLOTHURIAE*)  
EN CYCLE COMPLET. ROLE DES FACTEURS TEMPERATURE ET NUTRITION

par

R. GAUDY et J.P. GUERIN

Station Marine d'Endoume et Laboratoire d'Hydrobiologie Marine,  
Centre Universitaire de Luminy - 13288 MARSEILLE CEDEX 2

R E S U M E

Cette note rapporte certains résultats obtenus dans notre laboratoire pendant des expériences d'élevage du copépode harpacticoïde *Tisbe holothuriae*.

Dans les élevages en petits volumes (200 ml), le potentiel de production est plus élevé avec un régime d'aliments composés de nature animale qu'avec un régime végétal.

Dans les expériences en moyens volumes (100 l), la production est liée à l'importance de la surface disponible pour les animaux dans les bacs d'élevage.

Des cycles complets peuvent être obtenus avec des nourritures très variées, mais la qualité des aliments peut affecter sensiblement les caractéristiques du cycle vital, telles que la longueur de la période de fertilité et la fécondité. La température a un effet marqué, principalement sur les processus dynamiques tels que la vitesse de croissance et la durée moyenne de génération.

Les adultes obtenus sous différents régimes alimentaires peuvent montrer des différences significatives dans les poids et dans leur composition chimique élémentaire.

Ces résultats nous permettent de projeter de nouvelles expériences de production de masse sous des conditions optimales, avec une attention particulière sur les points suivants :

- Accroissement du rapport surface-volume dans les élevages ;
- Fourniture d'une nourriture bien adaptée qualitativement et quantitativement ;
- Accroissement du taux d'exploitation de la biomasse, en accord avec la capacité maximale de production des populations.

A B S T R A C T

Following are results obtained in our laboratory during breeding experiments with an harpacticoïd copepod, *Tisbe holothuriae*.

In small size volumes (200 ml), the potential production appears to be higher when an artificial compound food of animal substances is used instead of a vegetal diet.

In medium volume experiments (100 l) the production is related to the surface available for animals in breeding tanks.

Breeding in complete cycles can be obtained using various foods, but the quality of diet may markedly affect the characteristics of the vital cycle, such as the length of the fertility period and fecundity. Temperature has a crucial effect, chiefly on dynamic precesses, that is to say, developmental rate and average generation time.

With different qualities of diet used, adults obtained may show significant differences in weight and elementary chemical composition.

In a study of the energy balance, gross-growth and net-growth efficiency rates are calculated. The increase of temperature has a significant action on the values obtained, particularly between 14 and 19° C.

These results allow us to project new mass production experiments under optimal conditions, with a special emphasis on :

- The increase of surface-volume ratio in breeding tanks ;
- A quantitatively and qualitatively adapted food supply ;
- An increase in the yield rate of the biomass, in agreement with the maximum production capacity of the populations.

**M O T S - C L E S** : Production, Dynamique des populations, Biomasse, Composition chimique élémentaire, Bilan énergétique, Copépodes Harpacticoïdes.

**K E Y - W O R D S** : Production, Population dynamic, Biomass, Chemical elementary composition, Energy balance, Harpacticoïd copepods.

## 1. INTRODUCTION

La réussite des élevages de poissons et de crustacés en cycle complet nécessite pendant les premières étapes de leur vie larvaire la fourniture de proies vivantes de dimension appropriée. A l'heure actuelle, celles-ci sont le plus souvent constituées par des rotifères et des nauplii d'*Artemia*. Il apparaît cependant souhaitable, pour une meilleure survie, d'augmenter la variété du régime proposé. Parmi les organismes susceptibles d'être utilisés dans ce but, les copépodes harpacticoïdes semblent un matériel de choix. Dans la nature, ils constituent en effet l'aliment principal des jeunes saumons pendant leur vie estuarienne (Mason, 1974 - Feller et Kaczynski, 1975) et semblent l'aliment de base de crustacés mysidacés des régions littorales (Mauchline, 1971). Leur abondance peut atteindre des chiffres importants dans des milieux lagunaires ou semi-clos. C'est le cas notamment de *Cleptocamptus retrogressus* qui pullule saisonnièrement dans l'étang de Thau.

Plusieurs tentatives d'élevage de masse ont été faites, notamment au Japon pour le genre *Tigriopus* (cf. Rothbard, 1976) ; par ailleurs, le genre *Tisbe* paraît propice aux élevages de ce type et a été utilisé dans différents buts : pour des études génétiques (Battaglia, 1959 et ses collaborateurs) et pour des études sur l'impact de la pollution chimique des eaux (Hoppenheit, 1975 a, 1975 b, 1976 - Dalla Venezia, 1977). La possibilité de l'utiliser comme élevage "secondaire" pour l'aquaculture a été envisagée par El Bethouhim et Kahan, 1972 et Person-Le Ruyet, 1975).

En effet, la facilité du maintien en élevage de *Tisbe*, sa tolérance aux facteurs du milieu (température, salinité, teneur en oxygène) et sa grande fertilité, non sujette aux variations saisonnières, sont autant d'éléments favorables, d'autant plus que l'existence de 6 stades naupliens et 6 stades copépodiques successifs offre un éventail de tailles de proies possibles pouvant convenir à des larves d'âge différent.

Dans cet article, nous résumerons les résultats acquis dans notre laboratoire, relatifs à l'élevage de cette espèce. Après une première phase au cours de laquelle nous avons cherché à estimer les possibilités de récolte de matière vivante dans des élevages de masse en petits et moyens volumes, nous nous attachons plus particulièrement depuis à étudier le rôle des facteurs du milieu (température, alimentation) sur les mécanismes intervenant au cours de la production, au niveau de la dynamique des populations d'une part, d'autre part à celui de la biomasse et de la constitution chimique élémentaire des individus, enfin au niveau du bilan énergétique de l'espèce au cours du cycle vital.

## 2. ELEVAGES DE MASSE

Deux types d'expériences ont été réalisés jusqu'à présent :

- des élevages en petit volume (200 ml) et eau stagnante ;
- des élevages en moyen volume (100 l) en eau circulante.

### 2.1. Elevages en petits volumes

#### 2.1.1. Techniques

Ces élevages ont été réalisés dans des récipients de 200 ml avec une eau de mer à 38‰ de salinité et à une température de 19° C. Deux types de nourriture ont été testés, l'une étant un aliment exclusivement d'origine végétale (Cerophyl), l'autre, un aliment composé d'origine animale (Tetramin). La nourriture était distribuée tous les 2 jours dans 4 séries de 5 bacs chacune, chaque bac étantensemencé au départ par 10 femelles ovigères. La série 1A recevait deux fois plus de Cerophyl que la série 1B, les séries 2 et 3 recevant uniquement du Tetramin, l'élevage de *Tisbe* dans la série 3 étant réalisé en présence d'une polychète, *Capitella capitata*.

A intervalles réguliers, les femelles produites sont isolées et comptées, le tri étant fait par tamisage suivi d'anesthésie des copépodes au Clométhiazole. Le reste de la population est replacé ensuite dans son récipient d'origine avec de l'eau propre.

#### 2.1.2. Résultats

Les résultats sont rassemblés sur les tableaux I et II. La ponction régulière de femelles ovigères peut être poursuivie pendant un temps assez long. Le nombre d'individus ainsi récoltés fluctue autour d'une moyenne, ce qui semble indiquer un maintien de la population globale à un niveau moyen pendant la durée de l'expérience. Le doublement de la ration de Cerophyl de la série 1A ne provoque pas d'amélioration significative de la production. Le meilleur résultat est obtenu avec le Tetramin, en l'absence de polychètes. La possibilité de récolte atteint ainsi 0,54 mg/1/j.

## 2.2. Elevages en moyens volumes

Ces expériences ont été entreprises dans 2 bacs de 100 l intégrés dans un circuit fermé mettant en circulation 1,2 m<sup>3</sup> d'eau avec un débit de 12 l/h. Afin de tester l'effet de surface sur la production, l'un des bacs a été garni d'un "herbier" en film de polyéthylène, décuplant la surface disponible (10 m<sup>2</sup>). La nourriture consistait en Tetramin, à raison de 1g/j jusqu'au 30<sup>ème</sup> jour, puis 2 g par la suite.

Comme indice de la production, des comptages des individus adultes et des copépodites entraînés par le courant et piégés dans un filtre décanteur ont été faits à intervalles réguliers. La "production" ainsi obtenue s'est stabilisée à un taux voisin de 20 individus par litre et par jour en moyenne dans la cuve dépourvue d'"herbier", tandis qu'elle se stabilisait dans la cuve à surface augmentée à un taux de 70 individus par litre, démontrant ainsi, toutes conditions identiques par ailleurs, le rôle de la surface sur la possibilité de production. La biomasse ainsi récoltée est de l'ordre de 0,21 mg/l/j si l'on affecte un poids moyen de 0,003 mg/copépode. La relative constance de cette récolte indique que la population totale s'est maintenue pendant la durée de l'expérience à un niveau constant représentant un état d'équilibre de la population.

## 3. DYNAMIQUE DES POPULATIONS SOUS DIFFERENTES CONDITIONS D'ELEVAGE

### 3.1. Méthodes et techniques

Pour chaque condition expérimentale étudiée ont été préparés des lots de 10 à 14 récipients de 50 ml, chacun étant ensemencé d'une femelle F<sub>1</sub> (toutes issues d'une mère commune F<sub>0</sub>) venant juste de parvenir à la maturité sexuelle et d'être fécondée. Leur destinée et leur descendance (F<sub>2</sub>) sont suivies journalièrement. Après chaque apparition des nauplii, les femelles F<sub>1</sub> sont isolées dans un nouveau récipient. On peut ainsi déterminer la longévité et le nombre de sacs successifs de F<sub>1</sub>, le nombre, le sex-ratio et la vitesse de croissance de F<sub>2</sub>. Les paramètres de dynamique de population considérés sont R<sub>0</sub> (taux net de reproduction) qui est un indice de la possibilité de multiplication d'une génération à l'autre ; T, temps moyen de génération, enfin  $r_m = \ln R_0 / T$ , taux de croissance instantané de la population.

A l'heure actuelle l'influence des facteurs température et alimentation a été étudiée. Celle de la salinité est envisagée dans un proche avenir.

### 3.2. Action de la nourriture sur la dynamique des populations

Seul le rôle de la nature de la nourriture a été envisagé, la nourriture n'étant pas un facteur limitant sur le plan quantitatif puisque toujours distribuée en excès.

Les copépodes du genre *Tisbe* peuvent assurer la continuité de leur cycle vital à partir de nourritures très différentes : algues unicellulaires (Person-Le Ruyet, 1975 - Battaglia, 1970 - Betouhim et Kahan, 1972), nourritures inertes telles que Ulves, moules broyées, grains de riz, aliments composés (Johnson et Olson, 1948 - Uhlig et Noodt, 1966 - Hoppenheit, 1975 etc...), nourritures bactériennes (Brown et Sibert, 1977 - Rieper, 1978). Même à partir d'une nourriture strictement algale, Betouhim et Kahan (1972) ont montré que la nature des algues avait une action directe sur le temps moyen de développement qui peut varier, pour une même température, de 7 à 12,5 jours.

Nos résultats (tableau III) font apparaître que selon le régime proposé il existe des différences surtout au niveau de la période de reproduction : sa durée et le nombre de sacs produits. D'autre part, le nombre moyen de descendants et le sex-ratio sont affectés. Par contre, le temps moyen de génération varie peu.

### 3.3. - Action de la température sur la dynamique des populations

Elle se manifeste essentiellement au niveau de la vitesse des réactions vitales : croissance, durée de la période de reproduction. Le nombre de sacs successifs paraît lié à ce dernier paramètre, ce qui sous-entend que l'écart de temps entre 2 sacs est relativement indépendant de la température. Elle semble affecter également le sex-ratio des adultes de la génération  $F_2$ .

L'augmentation de température a un effet marqué sur le raccourcissement de T avec, en conséquence, un sensible accroissement de  $r_m$ .

## 4. BIOMASSES INDIVIDUELLES ET COMPOSITION CHIMIQUE ELEMENTAIRE

Dans le processus de la production secondaire, s'il est intéressant de considérer les facteurs dynamiques, qui traduisent la possibilité d'expansion d'une population dans un territoire vierge, ou de recyclage de la matière vivante (turn-over) dans le cas d'une population stable, il est indispensable également d'examiner dans quelle mesure la biomasse produite par individu et la composition chimique de la matière vivante ainsi synthétisée dépendent des facteurs externes, ces deux termes étant un indice de la valeur nutritive que l'on peut attendre sous telle ou telle condition d'élevage.

### 4.1. Méthodes et techniques

Les pesées et dosages ont porté sur des individus adultes élevés depuis une génération au moins sur un régime alimentaire et dans des conditions de température déterminées (12, 19 et 24°C). Huit régimes alimentaires ont été testés : 7 étant des aliments composés et le dernier étant une culture de *Nannochloris*. Chaque échantillon d'analyse consistait en une centaine d'individus adultes triés dans la population (après anesthésie), rincés puis passés à l'étuve (65°C, 24 h), et stockés au dessiccateur. Les pesées étaient effectuées à la balance de Cahn (précision :  $1/10^{-4}$  g). Les analyses des composants C, H et N étant faites dans un auto-analyseur Perkin Elmer.

### 4.2. Influence de la qualité de la nourriture

L'analyse de variance montre que les différentes nourritures ont une action significative au niveau des poids et des rapports C/N (tableau IV). L'utilisation de la méthode de Student, Newman et Keuls permet de classer statistiquement les nourritures selon leur effet sur le poids, en trois groupes. Le premier (Composé A et aliment Bioter) produit des femelles significativement plus lourdes. Il est suivi par un groupe de 3 aliments dont l'effet n'est pas significativement différent (Tetramin, Renutryl, Composé B). Le dernier groupe donne de moins bons résultats ; 2 des 4 aliments qui le composent sont de nature végétale (*Nannochloris* et Cerophyl), ce qui semble confirmer la moins bonne aptitude des *Tisbe* à se nourrir sur un régime végétal.

Si l'on considère les taux C/N, l'analyse statistique permet de différencier un groupe à C/N bas (3,74 à 3,93) : Renutryl, Cerophyl et *Nannochloris* ; un groupe à C/N élevé (4,17 à 4,28) : composés C, D et Tetramin. Entre ces 2 groupes s'individualise l'aliment A avec un taux de 4,03.

#### 4.3. - Influence de la température

Elle a un effet sur les poids obtenus conforme à la règle générale : les individus produits à température élevée étant les plus légers. Ainsi, avec le Tetramin, les femelles pèsent respectivement 7,24 ; 6,60 et 3,4 µg pour des températures d'élevage de 12, 19 et 24°C.

L'action de la température sur la composition chimique élémentaire tend vers un abaissement du taux C/N avec l'augmentation de température (4,37 ; 4,28 et 4,14).

### 5. BILAN ENERGETIQUE AU COURS DU CYCLE VITAL

Considéré au niveau de l'individu, la production de matière vivante au cours de la croissance et de la ponte est le résultat d'une transformation d'un matériel alimentaire, l'énergie mise en jeu se traduisant par les échanges respiratoires : Quantité assimilée = Production + pertes (mues) + dépenses métaboliques. Il est intéressant de calculer le rendement de cette transformation. On définit ainsi le rendement brut de croissance :

$$K_1 = \frac{\text{Production}}{\text{Nourriture absorbée}}$$

et le rendement net de croissance

$$K_2 = \frac{\text{Production}}{\text{Nourriture assimilée}} \quad \text{équivalent à} \quad \frac{\text{Production}}{\text{Production} + \text{dépenses métaboliques}}$$

Si A est le taux d'assimilation, on a  $K_1 = A K_2$

#### 5.1. Méthodes et techniques

Pour dresser ces bilans, il est nécessaire de mesurer le métabolisme respiratoire et sa variation au cours de la croissance, la croissance pondérale, la production d'oeufs et le taux de digestion.

##### 5.1.1. Respiration

La respiration est mesurée chez les femelles adultes par comparaison de la teneur en  $O_2$  dissous de lots de flacons contenant un nombre connu d'individus et de lots témoins au bout de 24 h environ, ceci pour différentes températures. Les dosages d'oxygène sont effectués par une méthode polarographique. Les valeurs de respiration des différents stades larvaires sont déduites des valeurs calculées chez les femelles en se basant sur le modèle le plus vraisemblable d'un accroissement parabolique de la consommation d' $O_2$  par individu avec le temps. Les valeurs d' $O_2$  sont converties en équivalent carbone en adoptant un QR de 0,8, correspondant à un métabolisme moyen lipides-glucides-protides.

##### 5.1.2. Croissance

La croissance est calculée par différence entre le poids des adultes et celui des oeufs, et convertie en unité carbone en se basant sur les taux C/poids sec donnés par l'analyse élémentaire. On doit tenir compte également des 11 mues produites d'après un taux moyen de 6 % du poids du stade considéré.

### 5.1.3. Production d'oeufs

Le nombre total d'oeufs produit successivement par une femelle est également déduit des élevages. Ce nombre est converti en équivalent pondéral et en poids de C.

### 5.1.4. Taux de digestion

Le taux de digestion est déterminé par des dosages comparés de la teneur en cendre par unité de poids sec dans les aliments et dans les fécès, selon la méthode de Conover. La teneur en cendre est obtenue après pesée du résidu du matériel ayant subi une calcination à 650° C.

### 5.1.5. Résultats

Nous avons cherché l'impact de la température d'élevage (14, 19 et 24° C) sur les taux  $K_1$  et  $K_2$  pendant la vie larvaire et pendant la période adulte de production d'oeufs. Le tableau V résume les résultats obtenus, la conversion  $K_2 - K_1$  étant établie à partir d'un taux de digestion de 0,73.

On constate principalement un rendement notablement réduit à 14° C et peu différent entre 19 et 24° C. Ainsi, malgré l'accroissement avec la température des processus dynamiques (vitesse de croissance) le rendement de production n'augmente pas significativement entre 19 et 24° C, ceci en raison de la réduction de biomasse des adultes et de l'accroissement des dépenses métaboliques.

Par contre, si on abandonne les notions de rendement pour ne considérer que la biomasse produite en définitive par individu, celle-ci est bien plus forte à 24° C en raison principalement de l'accroissement du nombre d'oeufs. On obtient ainsi pour les températures 14, 19 et 24° C une production de 4,63 ; 5,03 et 6,32 µg de C respectivement en 48, 22 et 16,6 jours, soit en équivalent poids-sec par jour : 0,229 ; 0,545 et 0,907 µg.

## 6. DISCUSSION

### 6.1. Rôle du volume de production

Les expériences en volume de 100 l démontrent l'effet de la surface utilisable jouant probablement un rôle de support pour les nauplii de *Tisbe* qui sont essentiellement benthiques, mais permettant aussi un développement bactérien plus important, ces bactéries pouvant être consommées par les copépodes. La production recueillie (environ 0,21 mg/l) est faible même dans le cas le plus favorable! En fait, il ne s'agit que d'une partie de la biomasse présente dans le bac, qui est entraînée par le courant de sortie. L'essentiel de la production est probablement recyclée dans le bac même et il est très probable que la récolte pourrait être considérablement augmentée sans que la densité des organismes s'effondre (Hoppenheit, 1975a).

Dans les petits volumes, la production de femelles ovigères peut se maintenir pendant plus de 10 semaines à un taux de 0,5 mg/l. Si on considère la productivité maximale d'un individu à 19° C (résultats de bilan énergétique) on obtient 0,545 µg/j. La production observée dans les petits volumes nécessite donc la présence d'au moins 1 000 individus par litre (la productivité étant une estimation maximale de la production). Des densités encore supérieures ont été relevées dans certains cas par les auteurs ayant élevé des Harpacticoïdes : Person-Le Ruyet, 1975, atteint des taux de 12 000 à 20 000/l avec *Tisbe furcata*. Les populations de *T. holothuriae* suivies par Hoppenheit, 1975a, se stabilisent aussi autour de densités de l'ordre de 20 000 à 30 000 copépodites par litre. Enfin, Rothbard, 1976, atteint également avec *Tigriopus japonicus* des densités de cet ordre.

## 6.2. Facteurs agissant sur la production

On a mis en évidence l'action du facteur qualité de nourriture sur les poids, la constitution chimique et aussi la dynamique de la population.

Il est bien évident qu'on ne saurait limiter cette étude aux quelques nourritures testées, mais le but final est d'utiliser une nourriture simple et bon marché, produisant des effets allant dans le sens d'une production maximale, aussi énergétique que possible. Parmi les aliments expérimentés, le Renutryl et le Tetramin induisent des taux de  $r_m$  élevés, mais les adultes produits ne sont pas parmi les plus lourds. D'autre part, le prix de revient assez élevé de ces nourritures les rend peu intéressantes pour une exploitation à grande échelle.

La température a une action très marquée sur les poids et les taux de croissance instantanés par raccourcissement du temps de génération.

Cependant les températures fortes aboutissent à une réduction du sex-ratio. Il doit exister une température optimale (entre 19 et 24° C) correspondant à l'équilibre entre l'accroissement de la vitesse de croissance, la réduction de poids et la diminution du sex-ratio.

Au niveau des taux C/N, la qualité des aliments et la température jouent un rôle mais la signification exacte des variations observées ne pourrait être discutée avec profit qu'à l'issue d'une étude conjointe des variations lipides-protides dans les différentes conditions d'élevage.

En ce qui concerne le bilan énergétique, on constate qu'une température basse (14° C) est défavorable, fait confirmé par des résultats négatifs obtenus dans une étude de dynamique des populations à 10° C (non rapportés ici). Par contre, la température de 24° C n'apporte pas d'amélioration significative du rendement écologique par suite de l'augmentation beaucoup plus marquée des dépenses métaboliques.

## 6.3. Perspectives

A la lumière des enseignements apportés par cette étude, et en s'appuyant sur les données récentes de la littérature, nous projetons d'entreprendre à nouveau un élevage de masse expérimental en s'attachant plus particulièrement à :

- l'augmentation du rapport surface/volume des bacs ;
- la fourniture d'une nourriture adaptée en quantité suffisante, d'après les valeurs par animal fournies par l'étude du bilan énergétique (à 19° C, avec un  $K_1$  de 0,29 ; la productivité étant de 0,545  $\mu\text{g}/\text{individu}$ , et la composition moyenne des aliments de 44 % de C il faudrait 1,8 mg/j pour 1 000 individus, soit environ, pour 30 000 individus : 1,54 mg/j et pour 100 l : 15,4 g).
- un accroissement du taux de prélèvement hebdomadaire. Hoppenheit a montré que la population de *T. holothuriae* demeurerait à un niveau élevé avec des récoltes allant jusqu'à 90 %, ce qui suppose une capacité de renouvellement (turn-over) très élevée, capacité suggérée par les hautes valeurs de  $r_m$  mises en évidence dans notre étude.
- une amélioration technique de l'ensemble du bac pour permettre une répartition plus régulière de la nourriture et une élimination plus aisée des fécès.



## BIBLIOGRAPHIE

### TRAVAUX EFFECTUES AU LABORATOIRE

(On trouvera dans ces publications un exposé plus détaillé des résultats rapportés ici).

- GAUDY R. et GUERIN J.P. - Dynamique des populations de *Tisbe holothuriae* (Crustacea : copepoda) en élevage sur trois régimes artificiels différents. Mar. Biol. 39, 137-145 (1977).
- GAUDY R. et GUERIN J.P. - Etude expérimentale de la respiration, de la croissance et de la fécondité de *Tisbe holothuriae* (Copéode : Harpacticoïde) élevé à des températures différentes. pp. 31-38 in Physiology and behaviour of marine organisms, Proc. 12th Europ. Symp. Mar. Biol. Edit. D.S. Mc LUSKY and A.J. BERRY, Pergamon Press, Oxford New-York (1978).
- GILLET D. - Elevage d'invertébrés marins en circuit fermé. Thèse Doct. 3ème Cycle ; Univ. Aix-Marseille II (1976).
- GILLET D. et GUERIN J.P. - Etude de la production de *Tisbe holothuriae* Humes dans diverses conditions d'élevage. 10th Europ. Symp. Mar. Biol. vol. 1, pp. 161-170 (1976).
- GUERIN J.P. et GAUDY R. - Etude des variations du poids sec et de la constitution chimique élémentaire de *Tisbe holothuriae* (Copepoda : harpacticoïda) élevé sur différents régimes artificiels. Mar. Biol. 44, 65-70 (1977).

### REFERENCES

- BATTAGLIA B. - Cultivation of marine copepods for genetic and evolutionary research. Helgoländer wiss. Meeresunters. 20, 385-392 (1970).
- BETOUHIM -El T. et KAHAN D. *Tisbe pori* n. sp. (Copepoda : Harpacticoïda) from the Mediterranean coast of Israel and its cultivation in the laboratory. Mar. Biol. 16, 201-209 (1972).
- BROWN T.J. et SIBERT J.R. Food of some benthic Harpacticoïd Copepods. J. Fish. Res. Bd. Canada 34, 1028-1031 (1977).
- DALLA VENEZIA L. et FOSSATO V.U. Characteristics of suspensions of Kuwait Oil and Corexit 7664 and their short- and long- term effects on *Tisbe bulbisetosa* (Copepoda : Harpacticoïda) Mar. Biol. 42, 233-237 (1977).
- FELLER R.J. et KACZYNSKI V.W. Size selective predation by juvenile chum salmon (*Oncorhynchus keta*) on epibenthic prey in Puget Sound. J. Fish Res. Bd Canada 32, 1419-1429 (1975).
- HOPPENHEIT M. Zur Dynamik exploitierten Populationen von *Tisbe holothuriae* (Copepoda ; Harpacticoïda). I. Methoden, Verlauf der Populationsentwicklung und Einfluss der Wassererneuerung. Helgoländer Wiss.Meeresunters 27, 235-253 (1975 a).

- HOPPENHEIT M. Zur Dynamik exploitierten Populationen von *Tisbe holothuriae* (Copepoda : Harpacticoïda). II. Populationsdichte, Alterzusammensetzung, Wachstum und Ausbeute. Helgoländer Wiss. Meeresunters. 27, 377-395 (1975 b).
- HOPPENHEIT M. Zur Dynamik exploitierten Populationen von *Tisbe holothuriae* (Copepoda : Harpacticoïda). III. Reproduktion, Geschlechtsverhältnis, Entwicklungsdauer und Überlebenszeit. Helgoländer Wiss. Meeresunters. 28, 109-137 (1976).
- JOHNSON M.W. et OLSON J.B. The life-history and biology of a marine harpacticoïd copepod *Tisbe furcata* (Baird). Biol. Bull. Woods Hole 95, 320-332 (1948).
- MASON J.C. Behavioral ecology of chum salmon fry (*Oncorhynchus keta*) in a small estuary. J. Fish. Res. Bd. Canada 31, 83-92 (1974).
- MAUCLINE J. The biology of *Neomysis integer* (Crustacea Mysidacea). J. Mar. Biol. Ass. U.K. 51, 347-354 (1971).
- PERSON-LE RUYET J. Elevage de copépodes calanoïdes. Biologie et dynamique des populations ; premiers résultats. Ann. Inst. Oceanogr. Monaco 51 (2), 201-221 (1975).
- RIEPER M. Bacteria as food for marine Harpacticoïd copepods. Mar. Biol. 45, 337-345 (1978).
- ROTHBARD S. Experiments in mass culture of the marine copepod *Tigriopus Japonicus* (MORI) on a bed of crushed sea weed : *Ulva Petrusa* (Kjelman). Bamidgeh, Bull. Fish Culture Israel, 28 (4), 80-105 (1976).
- UHLIG G. (Von) et NOODT W. *Tisbe helgolandica* n. sp. aus dem Seewasser-Freibad Helgoland (Crustacea, Copepoda). Kieler Meeresforsch. 22, 133-137 (1966).

Tableau I

Nombre de femelles ovigères récoltées successivement  
(moyennes sur cinq récipients de 200 ml)

Temps après la mise en expérience (j)		12	19	24	29	34	40	45	51	56	61	66	71	76	81
Série 1 A	Moyenne	69	28	56	80	106	65	39	32	50					
	Ecart type	9	11	5	16	46	13	3	14	11					
Série A B	Moyenne	28	16	38	52	86	62	31	39	65					
	Ecart type	9	5	20	14	16	27	11	7	35					
Série 2	Moyenne	40	113	210	145	50	248	147	269	319	392	449	136	227	115
	Ecart type	24	18	54	53	25	41	13	48	11	74	159	91	201	102
Série 3	Moyenne	73	114	25	87	2	55	57	195	131	60	221			
	Ecart type	16	17	10	34	3	20	24	61	71	82	182			

Tableau II

Bilan comparatif après 56 jours d'expérience

Expérience	Production totale (femelles ovigères)		Production /j/ml	
	Nombre	mg poids sec	Nombre	mg poids sec
Série 1 A	2622	8,07	0,047	0,144
Série 1 B	2082	6,41	0,037	0,114
Série 2	6065	30,02	0,112	0,536
Série 3	3030	14,99	0,055	0,268

Tableau III

Paramètres du cycle vital et de la dynamique des populations  
en fonction de la température et de la qualité de la nourriture

°C	Nourriture	Nb (F1)	Nb de sacs ovigères/	Longévité (j)	Durée période reproduction	Descendance (F2)	Sex ratio (F2)	T	R <sub>0</sub>	r <sub>m</sub>
14	Aliment (1) synthétique	12	4,75	54,1	30,1	85,1	0,42	34,5	36,1	0,104
19	Aliment (1) synthétique	12	3,5	35,8	23,8	175	0,38	17,1	43,3	0,220
19	Tetramin	10	5,1	33,4	9,3	216	0,40	17	86	0,260
19	Tetramin	13	5,9	36,7	16,2	241	0,27	17,7	66	0,237
19	Aliment Bioter	12	5	29	10,5	310	0,58	17,2	181	0,301
19	Renutryl	12	3,7	23,6	6,5	188	0,63	16	120	0,298
24	Aliment (1) synthétique	12	4,9	23,8	12,4	190	0,29	10,7	56,6	0,376
24	Tetramin	14	8	24	13,3	382,7	0,27	12,1	105	0,386

- (1) Composition : 30 % concentré protéines de poisson ; 30 % farine de hareng à 8 % de protéines ; 2 % mélange vitaminique ; 20 % dextrine ; 7 % glucose ; 0,8 % cholestérol ; 0,2 % méthionine ; 2 % "premix" minéral.

Tableau IV

Poids secs moyens et constitution chimique élémentaire en  
fonction de différents régimes alimentaires

Les moyennes sont assorties de leur intervalle de confiance

Température, sexe, régime	Poids sec individu <sup>-1</sup>		Constitution élémentaire (% poids sec)				C : N	C : H
	N de mesures	µg	N de mesures	C	H	N		
12° C Tetramin	3	7,24 ± 6,22	3	42,50	6,69	9,68	4,37 ± 0,50	6,35 ± 2,47
19° C, Tetramin	7	6,60 ± 1,23	7	40,95	6,02	9,56	4,28 ± 0,06	6,87 ± 0,65
Renutryl	8	7,07 ± 1,60	8	35,83	5,66	9,55	3,74 ± 0,11	6,33 ± 0,39
Composé A	10	9,32 ± 1,58	8	36,97	5,74	9,18	4,03 ± 0,16	6,44 ± 0,38
Composé B	5	6,78 ± 2,53	5	35,35	4,55	9,00	3,91 ± 0,22	7,79 ± 1,18
Composé C	4	7,80 ± 2,69	5	41,80	6,43	10,00	4,17 ± 0,32	6,51 ± 0,49
Composé D	3	8,17 ± 4,56	3	42,32	6,52	10,00	4,25 ± 0,90	6,50 ± 1,38
Cérophyl	4	6,44 ± 4,85	3	35,91	6,51	9,31	3,89 ± 0,18	6,10 ± 0,41
<i>Nannochloris</i> sp.	5	7,91 ± 3,25	4	35,65	5,24	9,11	3,93 ± 0,16	6,32 ± 1,64
19° C, Renutryl	3	3,27 ± 2,32	3	26,84	4,12	6,99	3,87 ± 0,63	6,45 ± 3,04
Composé A	3	3,62 ± 1,10	3	25,10	3,75	6,79	3,70 ± 0,52	6,67 ± 0,79
24° C, Tetramin	2	3,34	2	43,87	7,35	10,56	4,14	5,95

Tableau V

Rendement brut (K<sub>1</sub>) et rendement net (K<sub>2</sub>) de croissance  
chez les femelles de *Tisbe holothuriae* aux trois températures d'élevage

	Durée (j)	Production C (µg)	Respiration		Mues C (µg)	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>
			O <sub>2</sub> (µl)	C (µg)			
Période de croissance							
14	19	2,91	6,33	2,72	0,21	0,37	0,50
19	8,75	2,78	3,04	1,30	0,21	0,47	0,65
24	5	2,49	2,80	1,20	0,21	0,47	0,64
Période de reproduction							
14	29	1,72	28,83	12,39	-	0,09	0,12
19	13,65	2,25	14,20	6,10	-	0,20	0,27
24	11,60	3,83	19,49	8,38	-	0,23	0,31
Vie totale productive							
14	48	4,63	35,16	15,11	0,21	0,17	0,23
19	22,40	5,03	17,24	7,40	0,21	0,29	0,40
24	16,60	6,32	22,29	9,58	0,21	0,29	0,39