

SENSIBILITE THERMIQUE D'UN COPEPODE HARPACTICOIDE : *TIGRIOPUS BREVICORNIS* MULLER

par Michel FALCHIER, Patrick LASSUS, Michelle BARDOUIL,
Loïc LE DEAN, Philippe TRUQUET, Gilles BOCQUENE (1)

Résumé

A partir d'un élevage en continu d'un copépode harpacticoïde : *Tigriopus brevicornis*, les auteurs ont essayé de définir un protocole expérimental permettant de quantifier les effets de variations brutales de température sur la production de larves à partir de femelles ovigères. Bien que le facteur prépondérant dans la réussite des élevages soit la qualité de la nourriture algale, des effets létaux ou inhibiteurs sont décelés à des seuils plus bas chez les nauplii que chez les géniteurs. Ainsi, la température létale 50 % (TL 50) est de 37° C pour les adultes lorsque l'on combine des températures initiales de 18, 22 et 24° C avec des chocs thermiques de 10, 12, 15 et 17° C, et ceci avec un effet de la durée d'exposition décelable uniquement à la TL 50. Par contre on constate une baisse de la production des nauplii dès que les femelles ovigères sont exposées à 35° C de température finale. Les auteurs espèrent étendre cette méthodologie à l'étude de l'impact de substances polluantes.

Abstract

Using a continuous breeding of harpacticoïd copepod : *Tigriopus brevicornis* the authors try to approach an experimental procedure in order to estimate the effects of thermal stresses on larvae produced by ovigerous females. In spite of the main factor driving to successful breeding was the healthiness of algal food, sub lethal or inhibitory effects were observed with nauplius for lower levels than with adults. For instance the lethal 50 % temperature (LT 50) reached 37° C for adults with combination of 18, 22, and 24° C initial temperatures with 10, 12, 15 and 17° C thermal stresses. Effects of exposure duration were only observed to LT 50 level. On opposite, decrease in nauplii production is noted just after ovigerous females are exposed to 35° C of final temperature. The authors hope to extend those methods to study of pollutants impact.

(1) I.S.T.P.M., Laboratoire Effets biologiques des nuisances, B.P. 1049, 44037 Nantes.

Introduction.

Alors que les tests de toxicité aiguë utilisés aujourd'hui pour les milieux d'eau douce sont limités et définis en accord avec des normes AFNOR, il n'en est pas de même dès qu'il s'agit d'effectuer des essais en eau de mer. Retenons en particulier que le test "Daphnie" n'a pas encore son homologue marin, et que de nombreux laboratoires tentent actuellement de définir une procédure expérimentale facile à mettre en œuvre tout en utilisant un crustacé zooplanctonique représentatif de la zone littorale.

L'initiative de ce type de recherche revient à "l'Artemia Center" de Gand avec un test "Artemia" qui a fait l'objet d'un exercice d'intercalibration en 1981. Néanmoins, l'instar II d'*Artemia salina* n'est représentatif que des milieux lagunaires sursalés et la préférence dans le choix d'un organisme devrait être donnée sans nul doute à des espèces spécifiquement marines. Pour des raisons multiples (cycles biologiques courts, élevage continu en laboratoire, profusion du nombre d'espèces disponibles) un tel choix devrait s'orienter vers le groupe des copépodes. Il s'avère cependant que, techniquement, les grands calanoïdes sont plus difficiles à élever que les petites espèces et que pour cette raison les harpacticoïdes ont permis jusqu'ici d'obtenir des élevages en masse se prêtant parfaitement aux besoins de l'écotoxicologie. Parmi les genres les plus cités, retenons *Tisbe*, *Tigriopus*, *Euterpina* et *Nitocra*.

Pour notre part, nous nous sommes intéressés à l'élevage en continu de *Tigriopus brevicornis* Müller, copépoïde que l'on trouve fréquemment dans les flaques d'eau littorales de la zone intertidale entre la presqu'île de Quiberon et Noirmoutier. Les travaux présentés ici sont relatifs à l'utilisation de cette espèce comme organisme test pour évaluer l'impact des chocs thermiques reçus par le zooplancton transitant dans les condenseurs des centrales thermonucléaires côtières. Cette étude complète les données acquises sur le phytoplancton (MAGGI *et al.*, 1977, 1980, 1981; LASSUS et MAGGI, 1980 *b*) et le méroplancton à crustacés (LASSUS et MAGGI, 1980 *a et c*).

1. Généralités sur l'utilisation des Harpacticoïdes en écotoxicité.

Parmi les principaux avantages de l'utilisation des harpacticoïdes retenons leur facilité d'élevage en raison de leurs caractères euryhalins et eurythermes marqués conjointement à leur rapide adaptation à différents régimes alimentaires. Les conditions recherchées pour les élevages en laboratoire sont généralement axées sur une adéquation correcte de la température et de la nourriture algale ou bactérienne afin d'obtenir une fertilité maximale pour un sex-ratio adapté. Des travaux sur *Euterpina acutifrons* (HAQ, 1972; ZURLINI *et al.*, 1978) sont à comparer en ce domaine à ceux de BARR (1969) sur *Tisbe furcata*, et de ROTHBARD (1976) sur *Tigriopus japonicus*.

Quant aux tests de toxicité proprement dits, ils sont variés. Ainsi LINDEN *et al.* (1979) ont expérimenté pas moins de 78 produits chimiques sur *Nitocra spinipes* dont la technique d'élevage avait été décrite en 1978 par BENGTTSSON. Avec *Tisbe holothuriae*, HOPPENHEIT (1978) évalue la réponse de populations prises dans leur ensemble vis-à-vis du cadmium.

Mais c'est avec le genre *Tigriopus*, décrit par FRASER (1936) et BOZIC (1960) que nombre de travaux ont été entrepris, tant sur les conditions d'élevage (PROVASOLI *et al.*, 1959; TAKANO, 1971) que sur l'utilisation comme organisme-test (RANADE, 1957; MATUTANI, 1960 et 1961, SARAIVA, 1973). En ce qui concerne le genre, et en particulier l'espèce *brevicornis*, la densité d'une population est étroitement liée à la fréquence de production de sacs ovigères fertiles, elle-même dépendante de la concentration algale du milieu. C'est ce dernier point que nous avons particulièrement envisagé dans la méthodologie.

2. Méthodologies d'élevage.

Nourriture.

On doit à OMORI (1973) d'avoir résumé les différents essais pratiqués sur 30 espèces de copépodes d'élevage en matière de nourriture algale. Retenons pour *Tigriopus brevicornis*, *T. fulvus* et *T. japonicus* les espèces suivantes : *Phaeodactylum tricornerutum*, *Gyrosigma fasciola*, *Tetraselmis*

micropapillata, *Platymonas suesica* (= *Tetraselmis suesica*), *Nitzschia closterium*, *Isochrysis galbana*, *Cyclotella nana*. COMITA et COMITA (1966) ont étudié l'influence de la concentration en *P. tricorutum* sur la production d'œufs de *Tigriopus brevicornis* : ils montrent qu'avec une densité minimale de 100 000 cellules par millilitre la production d'œufs est constante (7,6 par jour et par individu).

Outre ce facteur « densité algale », doivent être pris en considération deux autres critères : l'épaisseur de la paroi cellulaire (PROVASOLI et al., 1959) qui joue sur la sélectivité, et la taille des cellules. Dans cette optique nous avons réalisé des essais de nutrition à partir d'une souche non axénique de *Tetraselmis suesica*. Nous avons représenté dans le tableau 1 les durées des stades de développement en fonction de la densité algale.

Nombre de cellules par millilitre	Incubation	Nauplius	Copépodite	Adulte *
0	Léthargie			
300 000	3,47	6,54	7,98	5,20
600 000	3,45	6,67	6,92	3,79
1 200 000	3,44	6,03	6,04	2,92
2 400 000	3,50	6,08	6,34	3,30

TABL. 1. — Durée en jours des stades de développement à 20° C de *Tigriopus brevicornis* en fonction de la concentration en *Tetraselmis suesica* (* : jusqu'à l'apparition du premier stade ovigère).

Ces résultats tendent à montrer qu'une densité moyenne de 1 200 000 cellules par millilitre entraîne un développement plus rapide qu'à des concentrations plus faibles ou plus élevées. Par ailleurs (fig. 1), la nécessité d'utiliser des cultures de *Tetraselmis* en phase exponentielle de multiplication a été démontrée puisque l'enkystement des cellules âgées provoque immédiatement une chute de la population de copépodes. En effet, l'apparition de kystes au 13^e jour d'élevage (622 μm^3) est corrélée au début de la chute de la population de copépodes. Par contre la densité cellulaire reste relativement stable. Pour toutes ces raisons nous avons utilisé des cultures en masse de *T. suesica* prélevées en phase exponentielle de croissance pour les élevages comme pour les tests d'écotoxicité.

Qualité de l'eau d'élevage.

De même que pour nos élevages de larves de *Palaemon serratus* (LASSUS et MAGGI, 1980 a), nous utilisons une eau de mer naturelle (salinité : $31,0 \pm 1\text{‰}$) filtrée sur membrane Millipore d'une porosité de 0,22 μm .

Modalités d'élevage.

Des élevages de faible densité sont maintenus pendant plusieurs mois en erlenmeyers de 500 ml contenant environ 150 ml d'eau de mer filtrée additionnée d'une culture de *T. suesica* en concentration supérieure à 600 000 cellules/ml. A partir de ces souches, des élevages sur 10 à 20 l d'eau de mer sont entretenus et les expériences d'écotoxicité sont préparées lorsqu'un nombre élevé de femelles ovigères peut être prélevé.

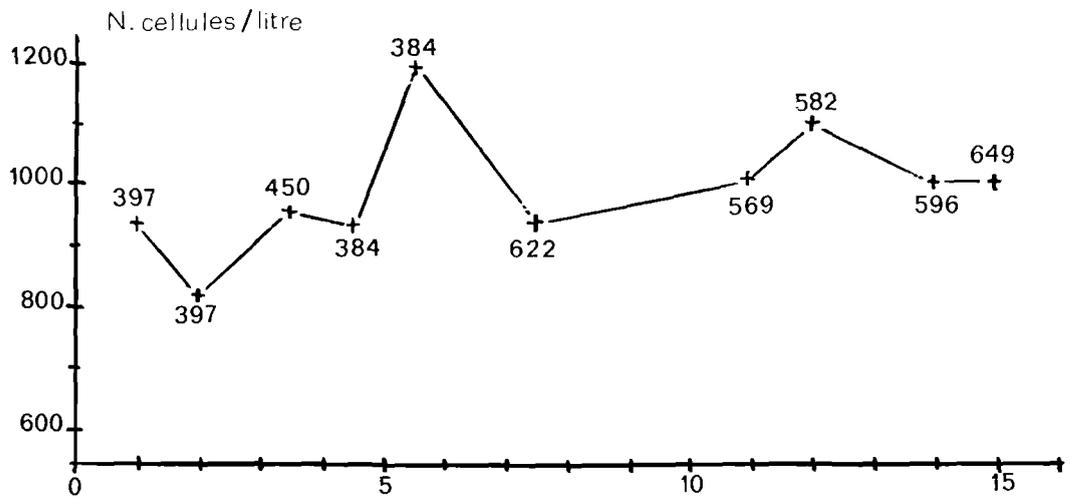
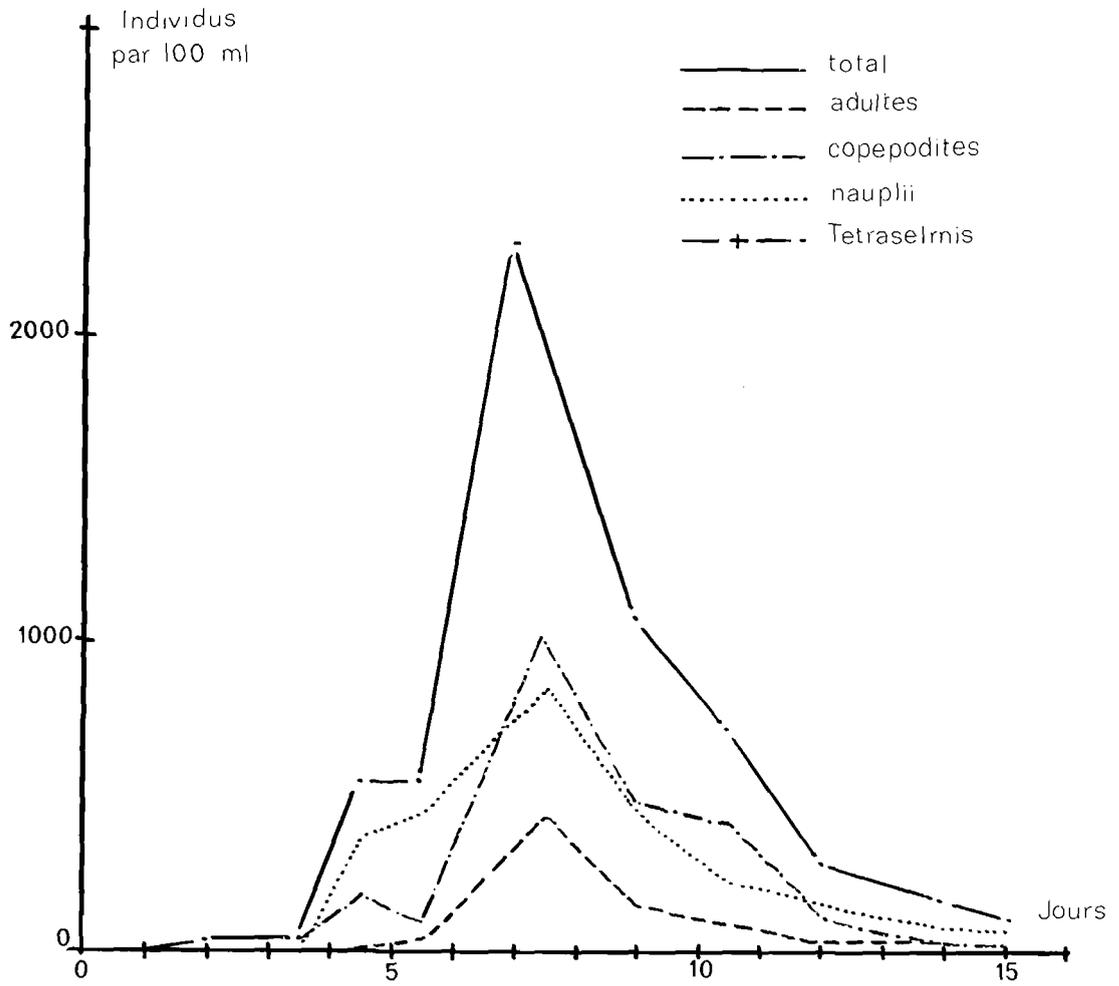


FIG. 1. — Développement d'une population de *Tigriopus brevicornis* à 20° C en fonction de la densité et du volume cellulaire moyen exprimé en μm^3 de *Tetraselmis suecica*.

Stades larvaires.

FRASER (1936) a décrit les stades naupliens de *Tigriopus fulvus* (fig. 2) que l'on peut comparer avec ceux de *Tigriopus brevicornis* (fig. 3). Retenons qu'il y a cinq stades nauplii et cinq stades copépodites et que le dimorphisme sexuel de l'adulte est très marqué : femelles plus grandes que les mâles (1 à 1,2 mm contre 0,8 à 1 mm), cinquième appendice nageur (P5) biramé chez la femelle et transformé en organe copulateur chez le mâle, et surtout antennes A1 en forme de pinces chez le mâle (fig. 4). La couleur ocre foncé de ces différents stades rend leur observation macroscopique plus aisée que pour d'autres organismes planctoniques.

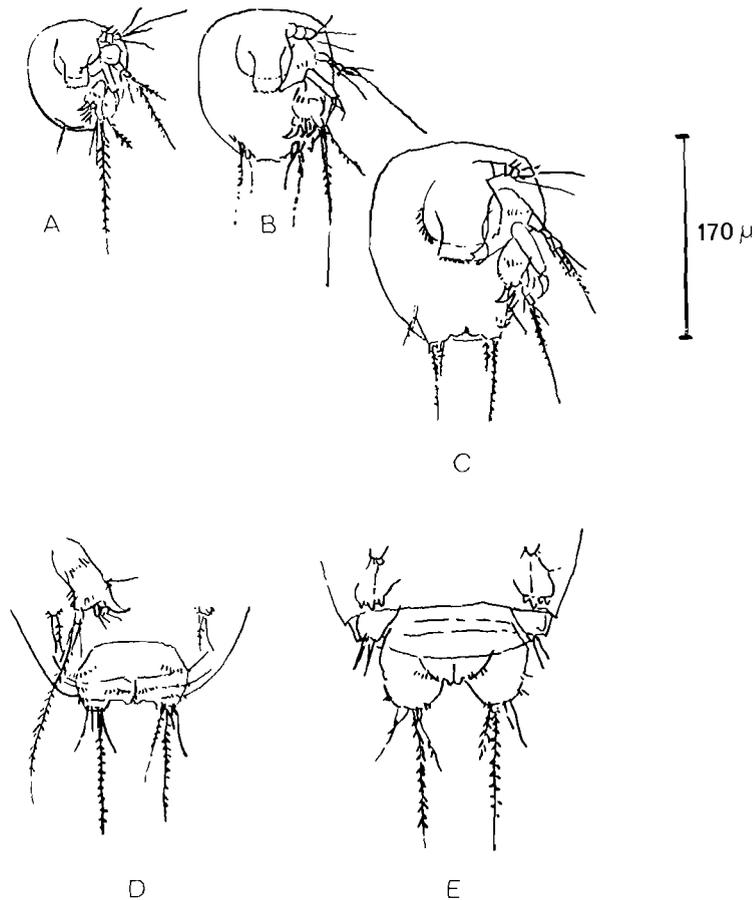


FIG. 2. — Stades naupliens de *Tigriopus fulvus* d'après FRASER (1936) ;
A : nauplius 1, B : nauplius 2, C : nauplius 3, D : nauplius 4, E :
nauplius 5.

3. Sensibilité thermique.

Modules expérimentaux.

Les appareillages utilisés pour induire des chocs thermiques de 10, 12, 15 et 17° C en 7 secondes ont été décrits précédemment (LASSUS et MAGGI, 1980 b et c). Retenons que le transit subi par les femelles ovigères regroupées en lots de 100 individus comporte trois phases : le choc thermique proprement dit, une durée variable d'exposition à $T_i + \Delta T$ (température initiale + élévation thermique) et un retour progressif en 12 heures à la température initiale selon une cinétique correspondant à un modèle moyen pour toutes les centrales littorales tel qu'il a été calculé par Electricité de France.

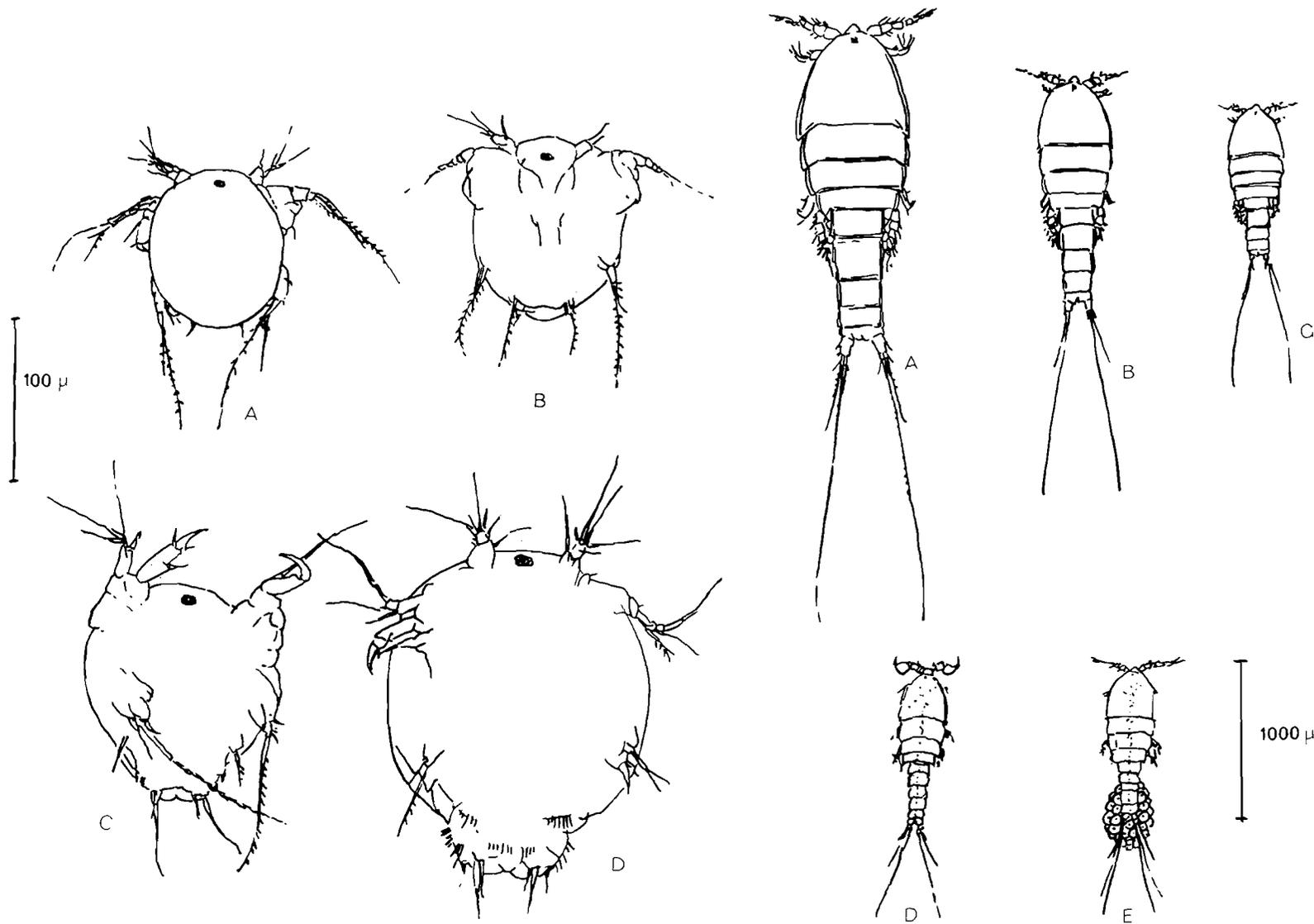


FIG. 3 (à gauche). — Stades naupliens de *Tigriopus brevicornis*, dessinés d'après observation sur *Visopan*; A : nauplius 1, B : nauplius 2, C : nauplius 3, D : nauplius 4.
 FIG. 4 (à droite). — Tailles comparées des femelles de *Tigriopus brevicornis* (A), *fulvus* (B) et *minutus* (C), Bozic (1960) et dimorphisme sexuel des adultes de *Tigriopus* (D et E) d'après PROVASOLI et al. (1959).

Dans un premier temps nous avons recherché la température létale 50 % (TL 50) des adultes à partir des T_i : 18, 22 et 24° C, puis nous avons réalisé le même type d'expérimentation avec des femelles ovigères en suivant le devenir des nauplii jusqu'à l'obtention de la deuxième génération d'adulte à la température d'expérience. Dans ce dernier cas nous avons expérimenté à 20 et 22° C pour un ΔT de 15 minutes.

Résultats.

Recherche de la TL 50 en 96 heures.

Dans un premier temps nous nous sommes attachés à trouver le seuil thermique létal pour les adultes de *Tigriopus brevicornis* à partir de trois températures initiales : 18, 22 et 24° C. Les résultats des survies, 96 heures après les différentes contraintes thermiques, sont représentés sur la figure 5 pour trois durées d'exposition : 5, 15 et 25 minutes à $T_i + \Delta T$.

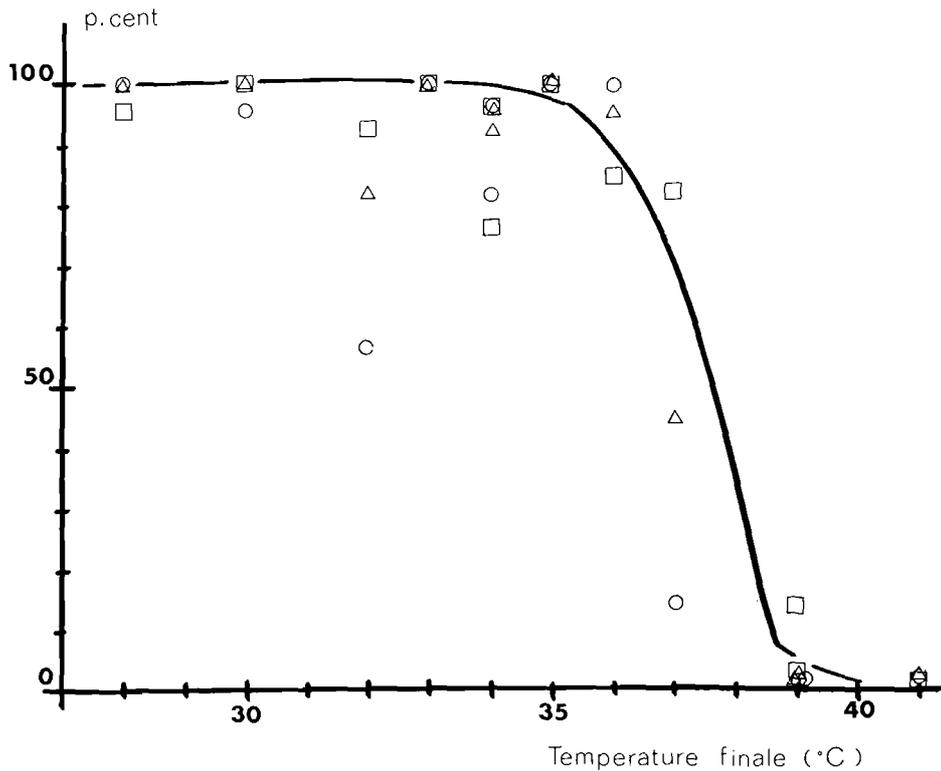


FIG. 5. — Pourcentage de survies en 96 h des adultes de *T. brevicornis* en fonction de la température finale atteinte pour 4 élévations thermiques (10, 12, 15 et 17° C) à partir de 18, 22 et 24° C (□ 5 mn, △ 15 mn et ○ 25 mn d'exposition à $T_i + \Delta T$).

On peut noter la valeur élevée de la TL 50 comprise entre 37 et 38° C, soit près de 4° C de plus que pour les larves au stade 1 de *Palaemon serratus*. De plus, à partir de 37° C, l'influence de la durée d'exposition se fait sentir. Notons cependant que seule valeur de température finale permet de différencier les trois paliers thermiques expérimentés, ce qui permet de supposer que la TL 50 est plus proche de 37 que de 38° C.

Compte tenu de la plus grande résistance des adultes de *Tigriopus* et du fait que de nombreux sacs ovigères avaient donné naissance à des nauplii en 4 jours, à 18° C de température initiale (tabl. 2), nous avons cherché à savoir si un effet thermique sur les œufs se répercutait sur la génération suivante. De plus, les pourcentages de sacs ovigères produisant des nauplii viables ne présentaient pas de différences significatives entre témoins et essais.

C'est pourquoi, dans une deuxième série d'expériences nous avons regroupé les femelles ovigères dans trois litres d'une culture de *Tetraselmis suecica* dont la densité était contrôlée. Dans le même temps la population totale de copépodes (nauplii, copépodites et adultes) était sous-échantillonnée et dénombrée tous les trois jours.

			$\Delta T = 10^{\circ} C$			$\Delta T = 12^{\circ} C$		
	Témoins		5	15	25	5	15	25
Survie %	100	100	96	100	100	100	100	96
Eclosions %	50	30	28	34	30	48	30	28
Températures finales	18	18	28	28	28	30	30	30

			$\Delta T = 15^{\circ} C$			$\Delta T = 17^{\circ} C$		
	Témoins		5	15	25	5	15	25
Survie %	100	100	100	100	100	100	100	100
Eclosions %	50	30	26	17	26	46	16	26
Températures finales	18	18	33	33	33	35	35	35

TABLE. 2. — Pourcentages de sacs ovigères éclos de femelles soumises à quatre élévations thermiques à partir de 18° C.

Effets à longs termes sur une génération.

En fonction des observations précédentes nous avons donc réalisé un choc thermique de 15° C pendant 5, 15 et 25 mn sur des femelles ovigères élevées à 20 ou 22° C afin d'obtenir des températures finales sublétales (35 et 37° C). Les comptages des différents stades larvaires de *Tigriopus* ont été accompagnés de mesures de la densité cellulaire de *Tetraselmis suecica* au Compteur de particules.

La figure 6 nous montre une réduction globale du nombre d'individus par rapport au témoin et ceci d'autant plus que la durée d'exposition augmente. Ce type de réponse s'observe aussi bien pour les nauplii que pour les copépodites et la chute du nombre de copépodites correspond seulement à l'apparition des adultes. Retenons cependant qu'au palier le plus bref (5 mn) le développement des nauplii suit de très près celui des témoins jusqu'au 9^e jour d'élevage mais qu'ensuite la « production » des témoins est nettement meilleure.

Nous avons réitéré cette expérience (fig. 7) avec les mêmes conditions thermiques et une densité oscillant entre 500 000 et 600 000 cellules/ml de *Tetraselmis* jusqu'au 9^e jour. Une chute de cette densité (200 000 cellules) était notée à partir du 12^e jour, ce qui explique sans doute la production plus faible que dans la première expérience, en particulier en ce qui concerne la diminution notable du nombre de nauplii. Malgré ce problème nutritionnel les effets totaux sont comparables à ceux observés précédemment quant à l'influence du palier thermique et à la sensibilité plus grande des nauplii dont le nombre est fortement réduit par rapport au témoin, même avant le 9^e jour.

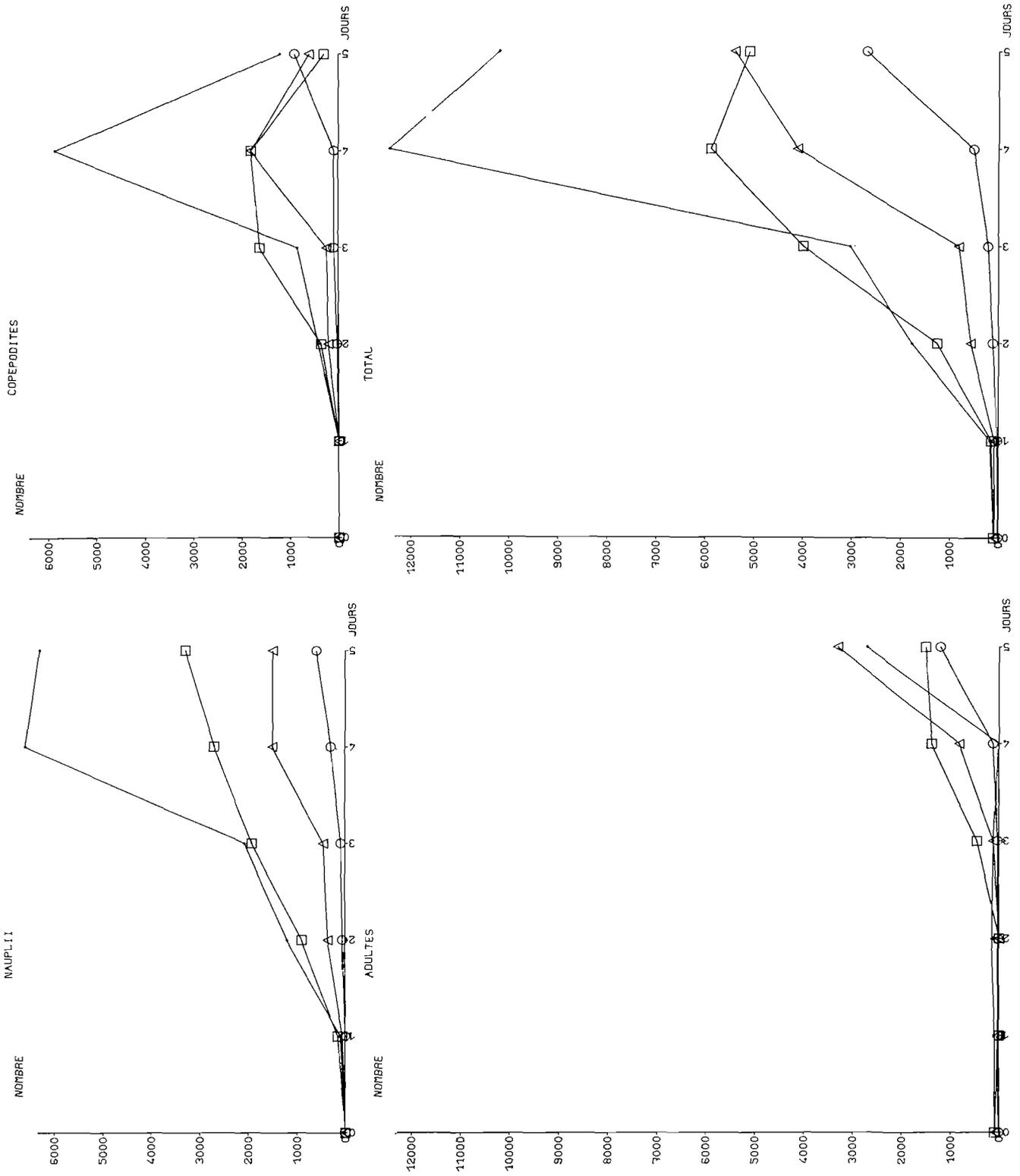


FIG. 6. — Développement de populations de *T. brevicornis* issue de 100 femelles ovigères soumises ou non à un ΔT de 15° C à partir de 22° C (\square 5 mn, Δ 15 mn et \circ 25 mn d'exposition à $T_I + \Delta T$).

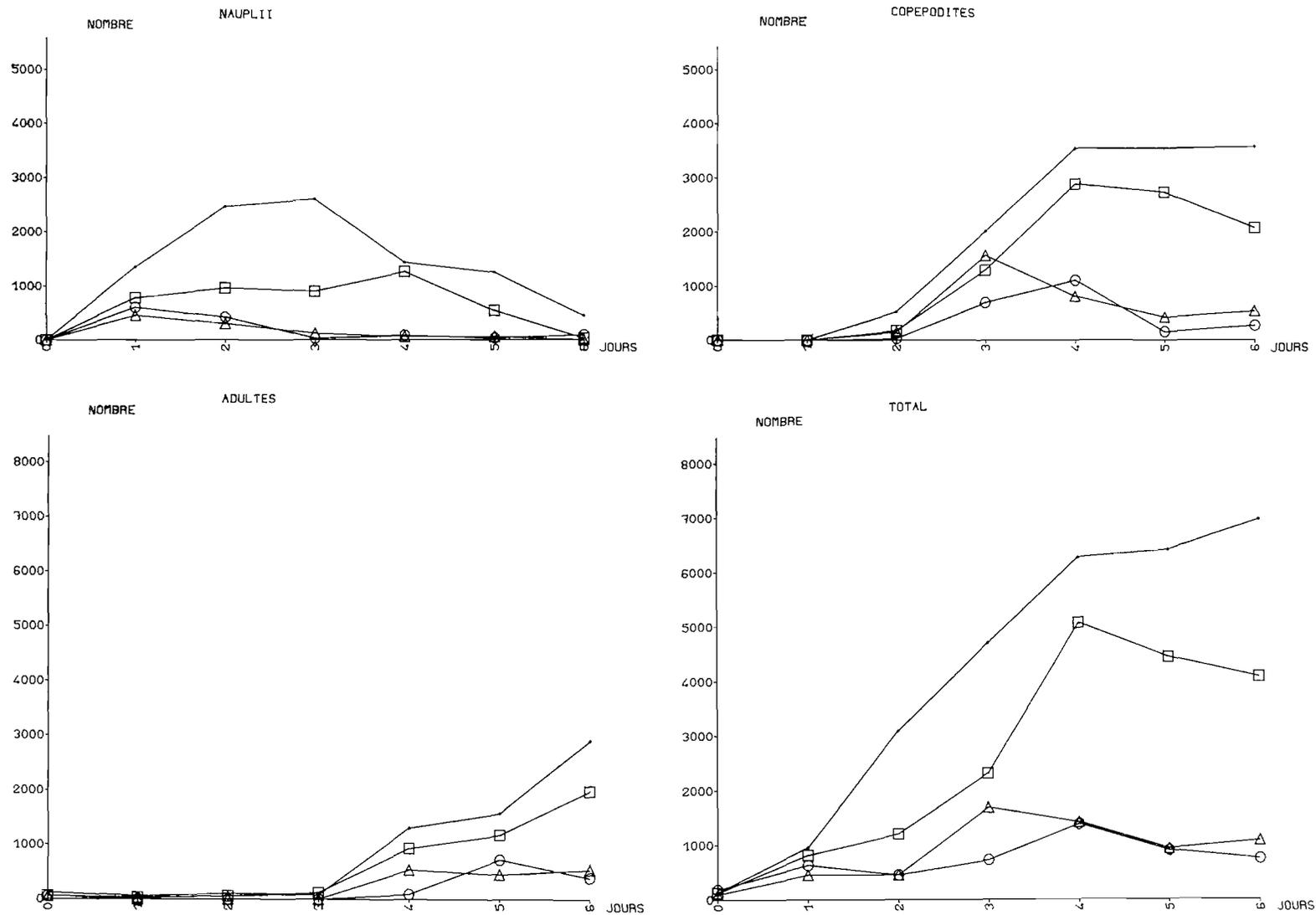


Fig. 7. — Développement de populations de *T. brevicornis* issues de 100 femelles ovigères soumises ou non à un ΔT de 15° C à partir de 22° C (□ 5 mn, Δ 15 mn et O 25 mn d'exposition à TI + ΔT).

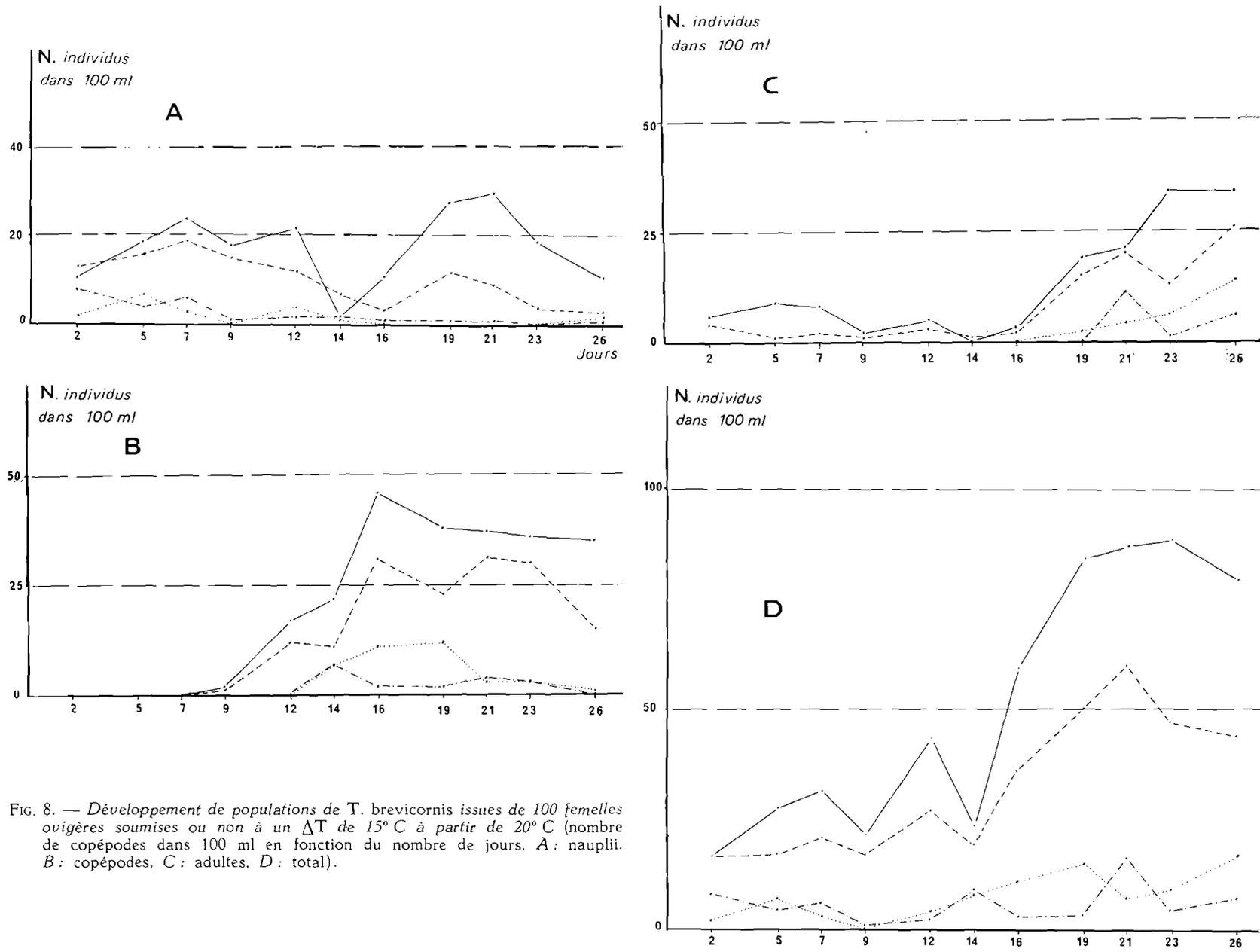


FIG. 8. — Développement de populations de *T. brevicornis* issues de 100 femelles ovigères soumises ou non à un ΔT de $15^{\circ} C$ à partir de $20^{\circ} C$ (nombre de copépodes dans 100 ml en fonction du nombre de jours, A: nauplii, B: copépodes, C: adultes, D: total).

Enfin, dans une troisième expérience (fig. 8), nous avons expérimenté une température finale plus faible (35° C) avec une densité algale plus élevée (3 000 000 à 4 500 000 cellules/ml) pendant la durée de l'expérience. Malgré ces conditions la production globale a été un peu plus faible que dans le cas précédent et la phase exponentielle du développement ne s'est manifestée que beaucoup plus tard, à partir du 14^e jour. Les effets constatés sont cependant très semblables, soit une incidence directe de la longueur de l'exposition thermique et une réduction du nombre de nauplii par rapport au témoin décelable même à 5 mn.

Le choc thermique se traduit non seulement par une chute de production (nauplii, copépodites, adultes) mais également par un retard dans l'apparition des stades. Ainsi les copépodites et les adultes des paliers 15 et 25 mn apparaissent avec 3 ou 4 jours de retard par rapport à ceux des témoins et du palier 5 mn.

4. Discussion.

L'ensemble de ces essais permet d'envisager un développement futur prometteur pour ce type de test. En effet, les incidences d'un facteur donné : augmentation brutale de la température, font apparaître une sensibilité plus grande des stades larvaires que des géniteurs lorsque l'on suit le développement des œufs embryonnés jusqu'à l'obtention des nouveaux adultes. Si cette espèce est peu sensible aux variations thermiques, il paraît cependant plus judicieux de l'utiliser pour évaluer les effets d'une substance chimique rémanente au cours d'une génération.

La mesure des perturbations observées est étroitement liée à la production et aux périodes d'apparition de chaque stade. Pour cette raison la densité et la qualité de la nourriture algale jouent un rôle capital, et en vue de standardiser un test de ce type il convient de considérer les impératifs suivants :

- utiliser des cultures de flagellés (absence de frustules non digests) ;
- prendre soin, lorsque l'espèce produit des kystes, de prélever un échantillon en phase exponentielle de croissance ;
- dans le cas de *Tetraselmis* (taille : 10 µm environ), maintenir une densité proche de 1 000 000 cellules/ml.

En ce qui concerne la sensibilité thermique de *Tigriopus brevicornis* nous pouvons retenir un décalage de 2° C entre la DL 50 des adultes (37-38° C) et le seuil d'apparition d'une baisse de la production chez les nauplii (35° C). Ce dernier résultat situe la sensibilité des œufs embryonnés à un niveau proche des larves de *Palaemon serratus*. Enfin, la durée d'exposition à $T_i + \Delta T$ n'intervient dans la mortalité qu'aux valeurs proches de la DL 50, soit 37° C dans nos conditions expérimentales.

Manuscrit déposé en mars 1982.

BIBLIOGRAPHIE

- BARR (M.W.), 1969. — Culturing the marine harpacticoid copepod *Tisbe furcata* (Baird, 1837). — *Crustaceana*, **16** : 95-96.
- BENGTSSON (B.E.), 1978. — Use of a Harpacticoid Copepod in toxicity tests. — *Mar. Poll. Bull.*, (9) : 230-241.
- BOZIC (B.), 1960. — Le genre *Tigriopus* Norman (copépodes Harpacticoides) et ses formes européennes. Recherches morphologiques et expérimentales. — *Arch. Zool. exp. gén.*, **98** (3) : 167-269.
- COMITA (G.W.) et COMITA (J.J.), 1966. — Egg production in *Tigriopus brevicornis*. — in : Some contemporary studies in marine science/Barnes (H.) ed. — London : George Allen and Unwin : 171-185.
- FRASER (J.H.), 1936. — The occurrence, ecology and life history of *Tigriopus fulvus* (Fischer). — *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **20** : 523-536.
- HAQ (S.M.), 1972. — Breeding of *Euterpina acutifrons*, a harpacticoid copepod, with special reference to dimorphic males. — *Mar. Biol.*, **15** : 221-235.

- HOPPENHEIT (M.), 1978. — On the dynamics of exploited populations of *Tisbe hotothuria* (Copepoda, Harpacticoida). — *Helgoländ. wiss. Meeresunters.*, 31: 285-297.
- LASSUS (P.) et MAGGI (P.), 1980 a. — Utilisation des larves de la crevette rose *Palaemon serratus* Pennant, pour le contrôle de l'impact biologique des nuisances sur le milieu marin. — *J. fr. Hydrol.*, 11 (3) 33: 203-224.
- LASSUS (P.) et MAGGI (P.), 1980 b. — Influence de chocs thermiques et d'un traitement au chlore sur la croissance d'organismes phytoplanctoniques marins. 2. Le flagellé *Dunaliella tertiolecta* (Butcher). — *Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches marit.*, 302: 1-9.
- LASSUS (P.) et MAGGI (P.), 1980 c. — Étude de la sensibilité thermique des larves du crustacé décapode: *Palaemon serratus* (Pennant). — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 44 (3): 257-268.
- LINDEN (E.), BENGSSON (B.E.), SVANBERG (O.) et SUNDSTRÖM (G.), 1979. — The acute toxicity of 78 chemicals and pesticide formulations against two brackish water organisms, the bleak (*Alburnus alburnus*) and the harpacticoid *Nitocra spinipes*. — *Chemosphere*, 11/12: 843-851.
- MAGGI (P.), LASSUS (P.) et ABARNOU (A.), 1977. — Influence de chocs thermiques sur la croissance d'une diatomée: *Phaedactylum tricornerum* Bohlin. — E.D.F., 1^{re} Journées de la Thermo-écologie, Brest, 15-16 novembre 1976: 65-88.
- MAGGI (P.), LASSUS (P.) et ABARNOU (A.), 1980. — Influence de chocs thermiques et d'un traitement au chlore sur la croissance d'organismes phytoplanctoniques marins. 1. La diatomée *Gyrosigma spencerii* (Cleve). — *Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches marit.*, 301: 1-15.
- MAGGI (P.), LASSUS (P.) et ABARNOU (A.), 1981. — Influence de chocs thermiques et d'un traitement au chlore sur la croissance d'une diatomée (*Gyrosigma spencerii* Cleve) et d'un flagellé (*Dunaliella tertiolecta* Butcher). — E.D.F., 2^e Journées de la Thermo-écologie, Nantes, 14-15 novembre 1979: 269-289.
- MATUTANI (K.), 1960. — Studies on the temperature and salinity resistance of *Tigriopus japonicus*. — *Physiol. Ecol.*, 9: 35-38.
- MATUTANI (K.), 1961. — Studies on the heat resistance of *Tigriopus japonicus*. — *Publ. Set. Mar. Biol. Lab.*, 9 (2): 379-414.
- OMORI (M.), 1973. — Cultivation of Marine Copepods. — *Bull. Plankt. Soc. Japan.*, 20 (1): 1-11.
- PROVASOLI (L.), SHIRAISHI (K.) et LANCE (J.R.), 1959. — Nutritional idiosyncrasies of *Artemia* and *Tigriopus* in monoxenic culture. — *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 77: 250-261.
- RANADE (M.R.), 1957. — Observations on the resistance of *Tigriopus fulvus* (Fischer) to changes in temperature and salinity. — *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 36: 115-119.
- ROTHBARD (S.), 1976. — Experiments in mass culture of the marine copepod *Tigriopus japonicus* (Mori) on a bed of crushed sea weed *Ulva petrusa* (Kjelman). — *Bamidgeh*, 28 (4): 80-105.
- SARAIVA (M.C.), 1973. — Étude sur la radiosensibilité d'un copépode benthique, *Tigriopus fulvus* (Fischer). — *J. Cons. Int. Explor. Mer.*, 35 (1): 7-12.
- TAKANO (H.), 1971. — Breeding experiments of a marine littoral copepod *Tigriopus japonicus* Mori. — *Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.*, (64): 71-80.
- ZURLINI (G.), FERRARI (I.) et NASSOGNE (A.), 1978. — Reproduction and Growth of *Euterpina acutifrons* (Copepoda: Harpacticoida) under Experimental conditions. — *Mar. Biol.*, 46: 59-64.