

2<sup>es</sup> JOURNEES DE LA THERMO-ECOLOGIE  
INSTITUT SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE  
DES PECHES MARITIMES  
14-15 NOVEMBRE 1979

INCIDENCE DE LA REPARTITION GEOGRAPHIQUE,  
A L'ECHELLE EUROPEENNE, SUR  
LA TOLERANCE THERMIQUE DE MOLLUSQUES MARINS

A.D. ANSELL,\* A. BODOY\*\* et H. MASSE\*\*

\* Dunstaffnage marine research laboratory, Oban, Argyll, Scotland.

\* Station marine d'Endoume, 13007 Marseille.

SUMMARY

Comparisons are made of the median upper lethal temperature ( $TL_{50}$ ) and median burial temperature ( $TE_{50}$ ) for some marine benthic molluscs from Scottish North Atlantic and French Mediterranean coasts. Examples are given which illustrate the conclusions that, a) where populations of the same species from two areas are compared, those from the Mediterranean have a greater thermal tolerance, the difference in  $TL_{50}$  and  $TE_{50}$  varying between 1 and 3°C; b) for closely-related species, occupying the same habitat, the Mediterranean species are the more tolerant; c) where two or more closely-related species occur together in an area but occupy different depth zones, those with the most superficial distribution have the greater thermal tolerance; d) where depth and latitudinal effects interact, a more northerly distributed species of more superficial depth distribution may have a thermal tolerance more closely similar to a Mediterranean species from deeper depths. The results are discussed in relation to natural temperature fluctuations in the two areas concerned.

### INTRODUCTION

Lors des premières journées de thermoécologie en novembre 1976, au Centre Océanologique de Bretagne, nous avons présenté (Bodoy, 1976) les résultats d'une série d'expériences sur la tolérance thermique de 10 espèces de Mollusques communs des substrats meubles superficiels des côtes de Provence (Méditerranée nord-occidentale). Ce travail représentait la première phase d'un programme d'étude en collaboration visant à comparer la tolérance thermique de Mollusques benthiques en fonction de leur répartition biogéographique. L'intérêt de cette démarche est d'apprécier dans quelle mesure la répartition géographique influe sur la résistance aux températures élevées et de permettre ainsi des prévisions et des extrapolations à partir de données obtenues dans une localité ou une aire restreinte.

### MATERIEL ET METHODES

Nous ne reprendrons pas ici la description détaillée du protocole expérimental déjà décrit ailleurs (Bodoy et Massé, 1977, 1978), nous insisterons seulement sur deux points.

D'une part, le principe de nos tests repose sur une exposition directe instantanée à une gamme de températures élevées. Cette méthode est adaptée de celle de Kennedy et Mihursky (1971), elle-même inspirée de celle de Fry (1957). Elle nous semble plus apte à simuler l'action d'une nappe d'eaux chaudes arrivant sur le fond.

D'autre part, la collaboration étroite entre les deux équipes impliquées dans ce programme a permis une standardisation poussée des méthodes et une intercalibration des protocoles expérimentaux et de l'interprétation des résultats, notamment au niveau des critères retenus pour déterminer la mort des individus. Ceci fait que les différences expérimentales sont minimes et ne peuvent en aucun cas modifier le sens des conclusions issues des comparaisons.

Notre méthode de comparaison des résultats consiste à superposer les courbes retraçant l'évolution des températures létales moyennes ( $TL_{50}$ ) et celles des températures compatibles avec l'enfouissement de 50% des individus testés ( $TE_{50}$ ), en fonction de la durée d'exposition à un choc thermique (Fig. 1).

Une autre méthode consiste à comparer la plage thermique délimitée d'une part, par les valeurs des  $TL_{50}$  obtenues près une exposition de 24 heures à un choc thermique, pour des animaux acclimatés aux différentes températures saisonnières moyennes, d'autre part, par celles obtenues après une exposition de 96 heures. On peut ainsi comparer directement la tolérance thermique de plusieurs espèces (Fig. 2,3 et 4).

RESULTATS

## COMPARAISONS PORTANT SUR DES POPULATIONS DE LA MÊME ESPECE.

La figure 1 regroupe des comparaisons portant sur des populations de la même espèce vivant respectivement sur les côtes d'Ecosse et sur celles de Provence. D'après ces données, il ressort que les individus des populations méditerranéennes sont toujours plus résistants que ceux des populations septentrionales. En ce qui concerne les  $TL_{50}$ , l'écart est plus ou moins grand selon les espèces et la durée d'exposition. Ainsi, il est plus faible chez Tellina tenuis que chez T. fabula. En général, l'écart entre les  $TL_{50}$  des individus méridionaux et septentrionaux varie entre 1 et 3°C, avec une moyenne de l'ordre de 2°C. En ce qui concerne les  $TE_{50}$ , d'une manière générale, l'écart entre les valeurs est plus régulier, mais il est du même ordre de grandeur.

Etant donné la différence entre les salinités dans les deux aires géographiques considérées et l'incidence possible de ce facteur sur la tolérance thermique (Kinne, 1970), nous avons testé l'influence des variations de la salinité sur les valeurs des  $TL_{50}$  et des  $TE_{50}$ . Les résultats de ces tests sont consignés dans le tableau 1. Nous voyons que, pour l'intervalle de salinité considéré, ce facteur ne peut pas être tenu pour responsable des écarts entre la tolérance thermique des populations. Des résultats similaires ont été obtenus sur les espèces vivant en Ecosse.

## COMPARAISON DE PAIRES D'ESPECES VICARIANTES.

La figure 2 permet de comparer la tolérance thermique de Venus gallina et Venus striatula, deux espèces vicariantes considérées comme identiques par certains auteurs. Le mode de comparaison utilisé a l'avantage de montrer les variations de la tolérance thermique en fonction de la gamme des températures saisonnières d'acclimatation. Nous voyons que l'espèce méditerranéenne, V. gallina, est nettement plus tolérante quelle que soit la température d'acclimatation.

Pour les espèces Nassarius reticulatus et N. pygmaeus, qui se rencontrent dans les mêmes biotopes sableux, la première en Atlantique nord, la seconde en Méditerranée, l'écart est moins important. Toutefois, l'espèce méditerranéenne est toujours plus résistante aux températures élevées.

## COMPARAISON D'ESPECES VOISINES AYANT UNE ZONATION BATHYMETRIQUE NETTE.

La figure 3 regroupe la comparaison portant sur 3 espèces du genre Donax et 2 espèces du genre Tellina.

Pour le genre Donax, les espèces D. trunculus et D. semistriatus proviennent de populations méditerranéennes, tandis que D. vittatus provient de populations soit nord-atlantiques (Ansell, 1972), soit de Mer du Nord. Nous voyons que l'espèce septentrionale est moins résistante que les espèces méridionales. Au niveau de la répartition bathymétrique de ces trois espèces, D. semistriatus et D. vittatus sont des espèces vicariantes alors que D. trunculus est une espèce plus superficielle, ce qui explique qu'elle soit nettement plus résistante que les deux autres et en particulier que D. semistriatus.

Dans les zones géographiques où les aires de distribution de D. trunculus et de D. vittatus se recoupent (côtes atlantiques françaises), on peut prédire que D. trunculus qui vit plus superficiellement que D. vittatus (Guillou et Le Moal, 1978) sera également plus tolérant sur le plan thermique.

Pour le genre Tellina, T. tenuis provient soit de populations méditerranéennes, soit de populations nord-atlantiques; T. fabula provient exclusivement de populations nord-atlantiques.

Nous voyons clairement que T. tenuis est toujours, quelle que soit son origine géographique, plus résistante que T. fabula qui vit dans des sables plus profonds que ceux où se récolte T. tenuis. Par contre, pour T. tenuis la différence de tolérance thermique entre les populations méditerranéennes et nord-atlantiques est moins marquée que pour les espèces vicariantes de la figure 2 puisque les deux plages de tolérance thermique se recoupent. On peut penser que ceci est dû à la différence des conditions écologiques entre les populations des deux aires géographiques. En effet, dans les mers septentrionales à marées importantes, T. tenuis se trouve principalement en position intertidale (Eleftheriou and McIntyre, 1976). De ce fait, ces populations sont soumises à de grands écarts thermiques et voient ainsi leur tolérance thermique accrue. Au contraire, en Méditerranée où les marées sont de faibles amplitude, T. tenuis se trouve toujours en position subtidale, vers 2 m de profondeur, ce qui modère les écarts thermiques supportés par cette espèce. Cette interférence entre la répartition bathymétrique et la répartition géographique est illustrée par la figure 4 où sont regroupés les résultats concernant trois espèces du genre Cardium.

Les C. glaucum et C. tuberculatum sont récoltés en Méditerranée, le premier dans des fonds très superficiels de 0,5 à 1 m de profondeur, le second dans des fonds situés à 5 m de profondeur. Enfin, C. edule a été récolté en zone intertidale en Atlantique nord. Il apparaît que C. glaucum qui vit très superficiellement est nettement plus résistant que C. tuberculatum, et légèrement plus résistant que C. edule. Dans cet exemple, C. edule est non seulement une espèce intertidale, mais aussi une espèce qui vit très près de la surface du sédiment,

les écarts thermiques qu'elle peut subir en sont d'autant plus importants. En particulier, pendant les mois d'été, elle est exposée à des températures élevées pouvant même entraîner un desenfouissement accompagné d'un coma thermique réversible ou non. Ceci fait que les individus de ces populations sont particulièrement résistants et comblent en partie la différence de tolérance thermique d'ordre latitudinale.

#### DISCUSSION

D'après les résultats exposés antérieurement (Bodoy, 1976; Bodoy et Massé, 1977) et les données de la littérature (Kennedy et Mihursky, 1971; Wallis, 1975) il est connu qu'il existe un effet saisonnier d'acclimatation modifiant les valeurs des  $TL_{50}$  de la plupart des espèces étudiées. Cet effet est encore plus marqué pour les  $TE_{50}$ , spécialement pour la période suivant immédiatement le choc thermique. Toutefois, cet effet d'acclimatation est moins marqué ou presque absent chez les espèces ayant un faible taux métabolique, telles que V. gallina, V. striatula ou Corbula gibba. Cette faible sensibilité aux écarts thermiques, traduite par le faible effet d'acclimatation, s'accompagne d'une tolérance thermique supérieure à celle que l'on aurait pu prédire d'après la position bathymétrique de l'espèce.

Néanmoins, l'ensemble des résultats obtenus montre qu'il existe une série de compensations naturelles décrites sous le nom d'effet d'acclimatation qui augmentent la tolérance thermique d'une espèce ou de l'espèce vicariante en fonction de ses conditions naturelles de milieu, sur le plan thermique, qu'il s'agisse de l'acclimatation saisonnière, de l'effet lié à la répartition bathymétrique sur le fond ou de la profondeur d'enfouissement dans le sédiment et enfin, de l'effet lié à la situation biogéographique. On pourrait donc penser que ces compensations naturelles permettent aux différentes espèces d'avoir les mêmes chances de survie face à une pollution thermique importante, quelles que soient leur origine géographique, leur localisation bathymétrique et la saison à laquelle l'agression thermique a lieu. En fait, il n'en est rien, comme le montre le tableau 2 qui regroupe la comparaison des accroissements critiques de température pour des espèces subtidales vivant respectivement en Méditerranée et en Atlantique nord. Ces accroissements critiques correspondent à l'écart entre la température moyenne du milieu, à une saison donnée, et la zone de stress thermique aigu comprise entre les valeurs de leur  $TE_{50}$  et  $TL_{50}$  (Bodoy et Massé, 1977). Les valeurs moyennes des  $TL_{50}$  et  $TE_{50}$  retenues pour cet exemple sont celles des espèces T. fabula, D. semistriatus, D. vittatus et Spisula subtruncata, pour des durées d'exposition aux températures élevées supérieures à 24 heures.

Ces résultats sont en accord avec ceux de Wallis (1975) sur Mytilus edulis des côtes australiennes. En effet, selon cet auteur, la tolérance thermique de M. edulis accuse une différence de 5°C pour une différence de 10° de latitude, correspondant à des écarts de 7°C entre les températures moyennes respectives du milieu. L'effet d'acclimatation ne compense donc pas entièrement l'écart thermique observé dans le milieu naturel.

Entre les populations d'Atlantique nord, échantillonnées principalement dans l'estuaire de la Clyde et celles de Méditerranée, échantillonnées surtout dans le golfe de Fos, l'écart latitudinal est d'environ 13°, l'écart thermique moyen dans les milieux naturels respectifs oscille entre 6°C en hiver et 9°C en été, mais l'effet d'acclimatation n'entraîne qu'un accroissement de 2 à 3°C de la tolérance thermique, ce qui fait que l'accroissement critique de température sera plus faible, principalement en été, en Méditerranée que dans l'exemple australien précédent.

#### REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé grâce aux contrats de recherche n° 088.74.7 Env.UK, 082.74.7. Env.F et 0225.77.1. Env.UK, 0221.77.1. Env.F., subventionnés par la C.E.E., dans le cadre de son Programme de Recherche sur l'Environnement.

#### REFERENCES

- ANSELL A.D., 1972. Distribution, growth and seasonal changes in biochemical composition for the bivalve, Donax vittatus (Da Costa) from Kames Bay, Millport. J. exp. mar. Biol. Ecol., 10 : 137-150.
- BODOY A., 1976 Etude de l'influence de la température, liée à la pollution thermique, sur la survie et la biologie de quelques Mollusques des substrats meubles, pp. 251-266. In E.D.F., éd., Journées de la thermo-écologie, Centre Océanologique de Bretagne, Brest, 15-16 novembre 1976: 622 p.
- BODOY A., MASSÉ H., 1977. Etude sur la résistance à la température de quelques Mollusques marins des côtes de Provence. Bull. Ecol., 8 (1) : 91-101.
- BODOY A., MASSÉ H., 1978. Etude expérimentale de l'influence de la température sur la survie et la biologie de quelques Mollusques Bivalves marins endogés. Haliotis, 7 (1976) : 131-132.
- ELEFThERIOU A., McINTYRE A.D., 1976. The intertidal fauna of sandy beaches; a survey of the Scottish Coast. Scottish Fisheries Research, Department of Agriculture and Fisheries for Scotland, report n° 6, 61 p.
- FRY F.E.J., 1957. The lethal temperature as a tool in taxonomy. Ann. biol., 33 (5-6) : 205-219.

- GUILLOU J., LE MOAL Y., 1978. Variabilité spatio-temporelle des populations de Donax en baie de Douarnenez. Haliotis, 9 (1) : 77-80.
- KENNEDY V.S., MIHURSKY J.A., 1971. Upper temperature tolerance of some estuarine Bivalves. Chesap. Sci., 12 (4) : 193-204.
- KINNE O., 1970. Marine Ecology, Vol. I : Environmental factors. O. KINNE, ed., Wiley Interscience, London, 683 p.
- WALLIS R.L., 1975. Thermal tolerance of Mytilus edulis of eastern Australia. Mar. Biol., 30 : 183-191.

TABLEAU 1 - Influence de la salinité sur les valeurs des T.L.50 et T.E.50 de Mollusques Bivalves méditerranéens, pour une durée d'exposition de 24 heures.

ESPECES	SALINITES ‰											
	38		36		34		32		30		28	
	T L	T E	T L	T E	T L	T E	T L	T E	T L	T E	T L	T E
<i>Donax trunculus</i>	33,9	32,6	34,8	32,9	34,8	32,8	34,5	32,7	34,7	32,8	34,7	32,8
<i>Tellina tenuis</i>	32,6	30,9	32,8	31,3	32,9	32,3	32,8	31,6	-	-	32,9	32,5
<i>Spisula subtruncata</i>	31	29,6	30,9	28,8	30,8	29,8	30,4	29,4	30,4	29,4	-	-
<i>Venus gallina</i>	33	30,7	33	32	32,8	31,6	33	31,5	-	-	32,9	29,3

Tableau 2 - Comparaison des accroissements critiques de température (DT°C) pour des espèces subtidales vivant respectivement en Méditerranée et en Atlantique nord-oriental, en fonction des saisons.

	CONDITIONS NORD ATLANTIQUES				CONDITIONS MEDITERRANEENNES			
	T.E.50 - T.L.50	T° MILIEU	DT°C		T.E.50 - T.L.50	T° MILIEU	DT°C	
HIVER	23	25	5	18 - 20	26	28	11	15 - 17
ETE	27	28	16	11 - 12	30	31	25	5 - 10

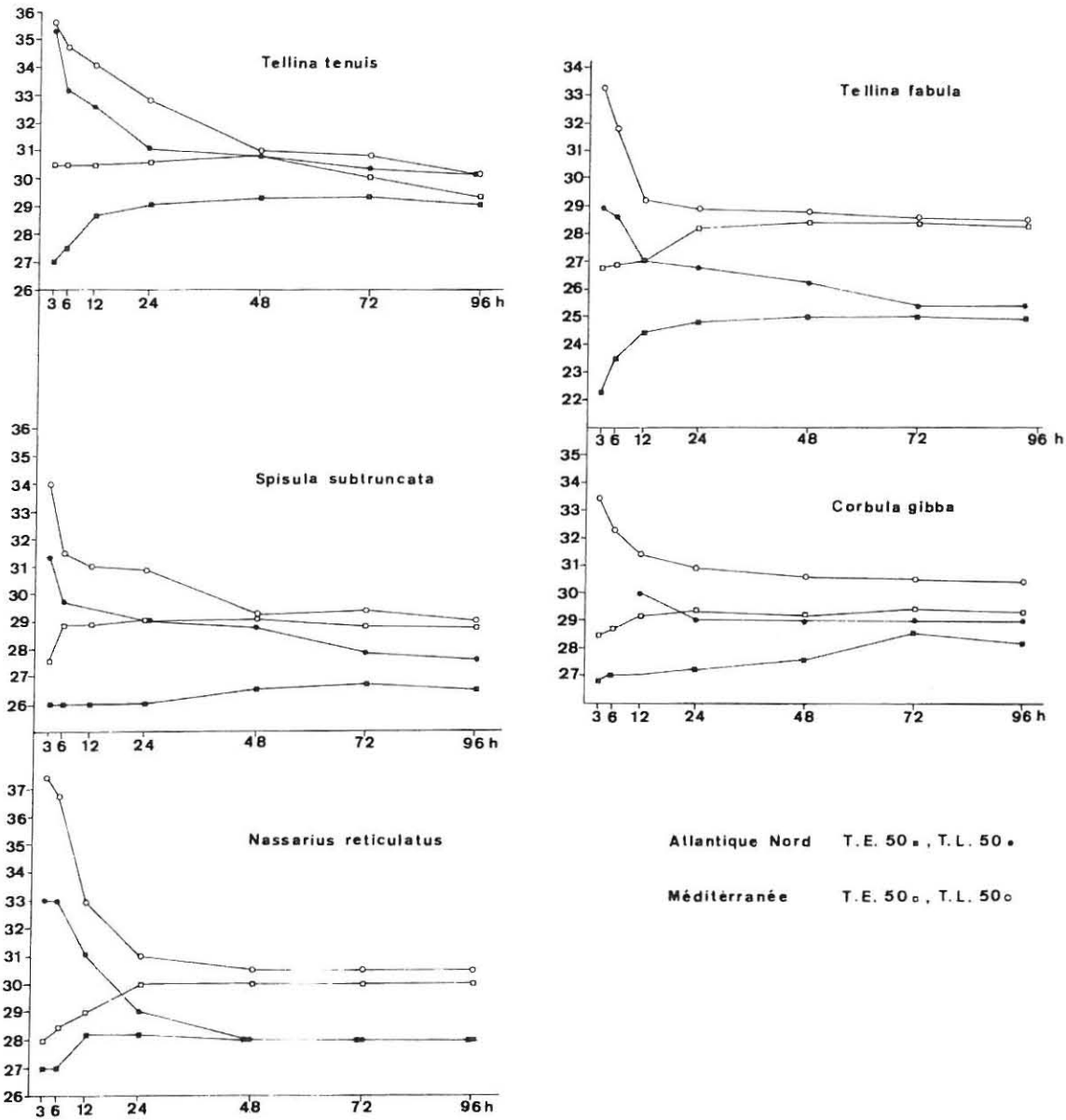


Figure 1 : Comparaisons des  $TL_{50}$  et des  $TE_{50}$  en fonction du temps, pour des populations de la même espèce provenant de l'Atlantique nord et de la Méditerranée. La température d'acclimatation est de 15°C.



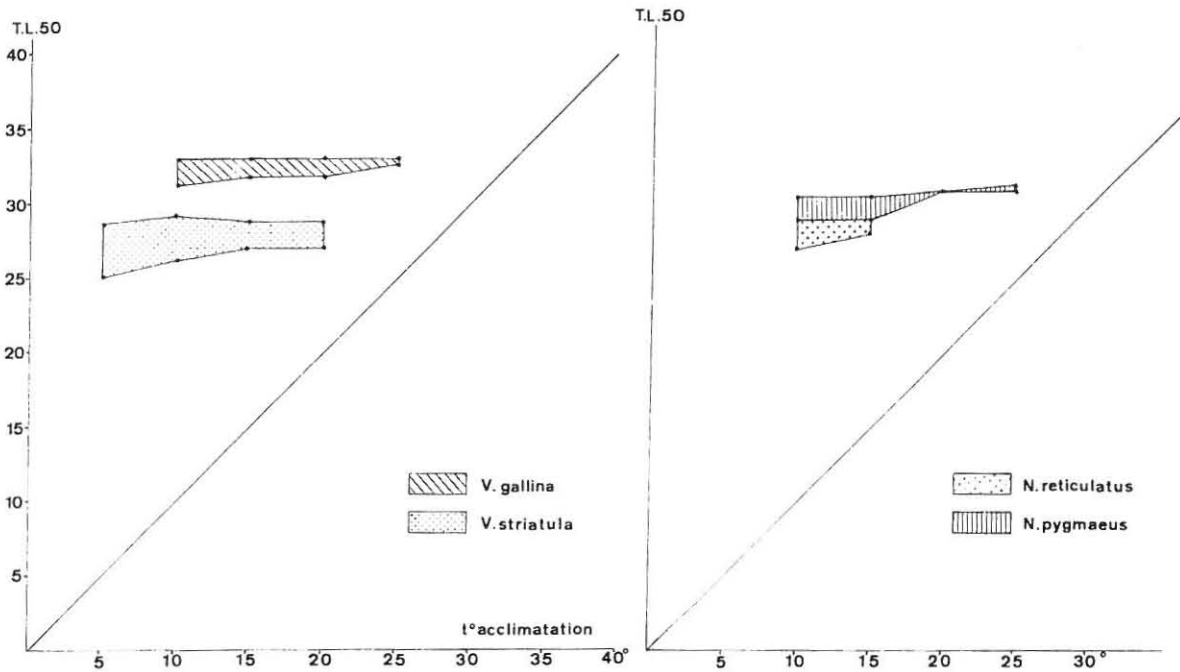


Figure 2 : Comparaison des plages de tolérance thermique pour des espèces vicariantes. Ces plages sont délimitées par les TL<sub>50</sub> obtenues pour différentes températures d'acclimatation, au bout de 24 heures (ligne supérieure) et de 96 heures (ligne inférieure). Espèces atlantiques : V. striatula, N. reticulatus. Espèces méditerranéennes : V. gallina, N. pygmaeus.

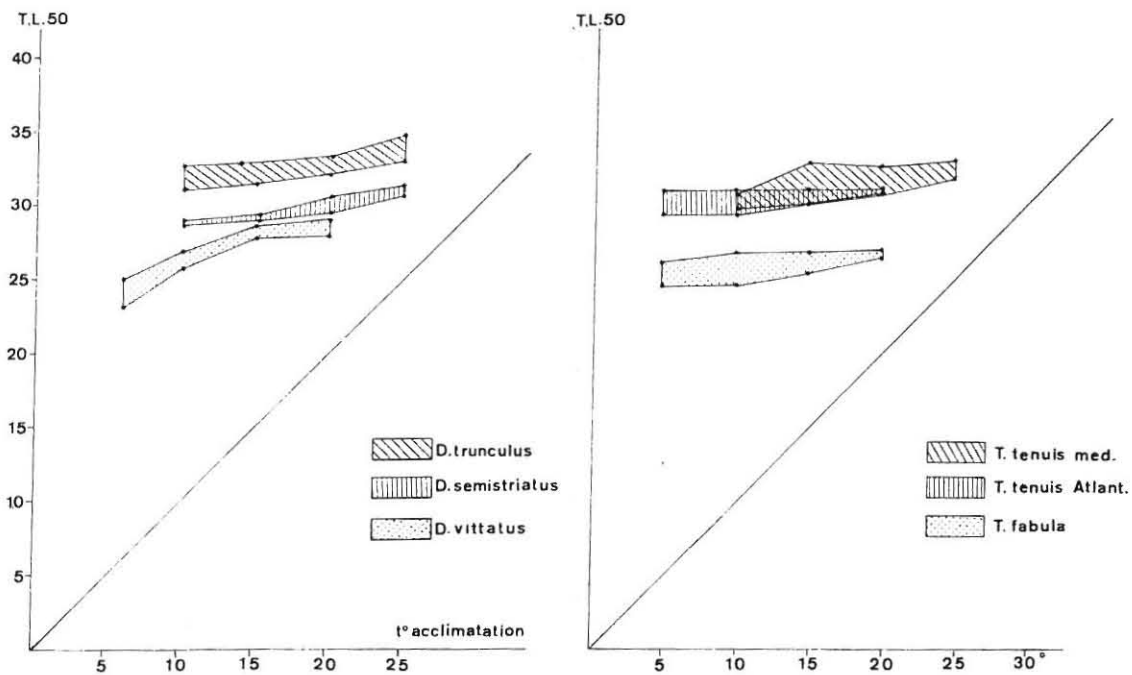


Figure 3 : Comparaison des plages de tolérance thermique pour des espèces vicariantes ou des espèces dont la position bathymétrique est différente. Espèces ou populations atlantiques : D. vittatus, T. tenuis, T. fabula. Espèces ou populations méditerranéennes : D. trunculus, D. semistriatus, T. tenuis.

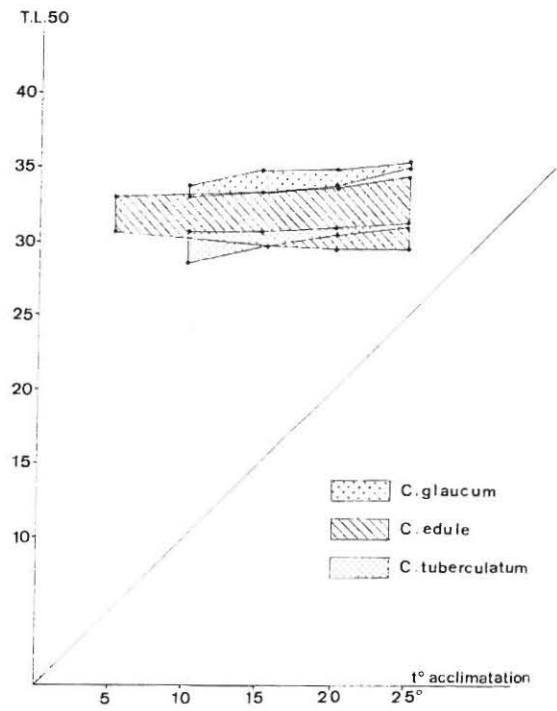


Figure 4 : Comparaison des plages de tolérance thermique pour des espèces vicariantes ou des espèces dont la position bathymétrique est différente. Espèce ou population atlantique : C. edule. Espèces ou populations méditerranéennes : C. glaucum, C. tuberculatum.

## DISCUSSION

Le Président :

Je pense que vous avez essentiellement travaillé sur des espèces, des populations qui vivent dans le milieu maritime ouvert ; parce que on assiste à des variations de température et des degrés beaucoup plus élevés dans les zones d'étangs en Méditerranée, ce que l'on appelle les étangs salés; vous avez des profondeurs très faibles de l'ordre de quelques centimètres d'eau et on atteint certainement, d'une manière courante, des températures qui se situent près de 40°, et vous avez là, sauf cas évidemment d'eutrophisation, en général une survie des animaux qui sont souvent des espèces comparables à celles que vous avez ou mêmes identiques à celles que vous avez.

Monsieur GAUDY :

Quel est le pourcentage d'espèces étudiées par rapport au nombre d'espèces présenté dans le milieu ?

Monsieur MASSE :

Nous avons travaillé sur 10 espèces, au total :

- 7 espèces de bivalves
- 3 espèces de gastéropodes

Pour ce qui est du pourcentage par rapport à la faune totale je n'ai pas de chiffres en tête, mais ce que je peux vous dire, c'est que nous avons pris des espèces dominantes en biomasse de ce peuplement.

Je crois, il y a un petit problème de méthodologie pour réaliser ces expériences, il faut un nombre considérable d'animaux ce qui pose des problèmes de récolte, tout simplement, les espèces rares ne peuvent pratiquement pas être soumises à des exterminations du fait de récoltes en quantité suffisante.

Monsieur HERVE :

Cette façon de procéder implique-t-elle que l'on fasse l'impasse sur les espèces rares ?

Monsieur MASSE :

Ce n'est pas une question d'impasse, c'est que nous n'avons pas les moyens et le temps nécessaire pour récolter des individus en quantité suffisante ; pour réaliser 4 températures d'acclimatation il faut 560 individus à chaque fois, si on veut, en plus, envisager le facteur salinité il faut multiplier le nombre d'individus à récolter à chaque fois en une seule fois pratiquement.

Monsieur HERVE :

Est-ce que vous envisagez d'avoir les moyens d'ici l'installation des centrales ?

Monsieur MASSE :

Non, parce que je crois vous avoir dit, tout à l'heure, que nous étions subventionnés par la Communauté Européenne et non par l'E.D.F.

Monsieur PERES :

Je crois que ce genre de question est une question qui est écologiquement valable. Ce qui importe dans un assemblage d'organisme, qu'on le conçoive comme une biocénose ou comme une communauté, c'est-à-dire qu'on le conçoive du point de vue qualitatif ou du point de vue quantitatif, ce sont "les espèces clés", car ce sont ces espèces là qui jouent un rôle important dans la communauté, dans son exploitation éventuelle par la pêche, par l'aquiculture, etc... Je pense, ce n'est pas parce que ce sont les gens de chez moi, en partie, qui ont faits ces travaux que ce programme est international, que ce choix d'espèces qui a été médité entre les collègues britanniques de l'équipe de Monsieur MACE et l'équipe même de Monsieur MACE est un bon choix, d'autant que si on réfléchit à la composition globale de ces peuplements, ces espèces sont, par exemple, les Donax, en fonction du niveau, le Donax tronculus, le Donax varigatus, le Donax hémistriatus ; ces espèces sont associées à l'ensemble d'autres, on a pris celle-là c'est parce que c'est l'espèce clé, parce que c'est l'espèce cible, c'est elle qui a donné son nom au peuplement, mais il est infiniment probable et même quasiment certain que ces espèces ont vis-à-vis des fluctuations des facteurs ambiants, qu'elles soient naturelles ou imposées par l'homme, les mêmes réactions. Par conséquent, ce qu'on a fait sur ces Donax, par exemple, les Donax qui sont très bons parce qu'ils sont classés verticalement suivant des niveaux qui sont extrêmement étroits, et bien, il y a tout un ensemble d'espèces et des petits crustacés, par exemple, des amphipodes, des polychètes, sans compter la méiofaune, n'est-ce pas. Je crois qu'en prenant ces espèces qui sont des espèces, comme l'indiquait justement Monsieur BODOY, qui forment des populations importantes, on a pu en avoir des grands nombres, on a pu raisonner statistiquement ce qu'on n'aurait pas pu faire si on avait pris des espèces rares.

Monsieur HERVE :

Je ne mets pas en cause la qualité de l'étude, par contre, je crois que vous confondez écologie et économie ; si vous pensez que on doit se limiter aux espèces les plus couramment utilisées j'ai l'impression que on ne saura rien avec ce type d'étude sur la disparition éventuelle d'espèces qui auraient un caractère particulier considérant leur tolérance thermique et d'une certaine importance écologique. Finalement ce qui compte c'est l'évaluation qu'on peut faire de ce genre de résultats ; les résultats qui ont été obtenus ne sont pas en question, par contre les conséquences industrielles qu'on peut en tirer doivent être très différentes selon qu'on fait un raisonnement économique ou écologique, ce qui n'est pas la même chose.

Monsieur PERES :

Je crois que nous avons pensé en écologiste et non un économiste, je ne suis pas économiste.

Je pense qu'en prenant des espèces numériquement abondantes, nous prenons des espèces qui sont bien à leur place dans le milieu qui risque d'être altéré par le rejet d'une centrale et je pense que, je ne sais pas très bien ce que vous entendez par une évaluation des résultats, ces résultats représentent une certaine variabilité à l'intérieur dont on a tenu compte des calculs statistiques, mais je pense encore une fois que ces résultats sont valables peut-être pas pour la totalité

des espèces du peuplement, mais qu'ils sont valables pour les espèces qui sont vraiment à leur place ; car il ne faut pas oublier que dans un peuplement il y a des espèces caractéristiques et des espèces préférentielles, ce sont les espèces qui sont à peu près à leur place. Mais quand vous faites un prélèvement global vous trouverez aussi ce que l'on appelle des espèces accidentelles, c'est-à-dire des bêtes dont les larves sont trompées en s'installant là. Ces accidentelles, il n'y a pas de doute, seront certainement celles qui seront touchées mais ce n'a sûrement pas une grande importance car si elles disparaissent cela prouve simplement que elles auraient probablement aussi disparues si il y avait eu une secousse naturelle, comme un grand froid ou une grande chaleur.

Monsieur DANAIS :

Je constate que dans la présentation qui vient d'être faite vous avez axé votre étude sur essentiellement des problèmes au niveau physiologiques, c'est-à-dire, effectivement, influence de la température sur les réactions ou le comportement de ces animaux, là de ces mollusques benthiques, mais je crois que finalement l'une des choses importantes dans l'écosystème, en question, c'est quand même de savoir si cette température a une influence sur la dynamique de population de l'animal, autrement dit sur son taux de reproduction et sur sa vitesse de croissance, sur sa longévité ; alors là évidemment les études sont beaucoup plus importantes et j'aimerais savoir si elles ont été faites ou si elles sont envisagées, en ce qui concerne les mollusques benthiques ?

Monsieur MASSE :

Je peux vous répondre par l'affirmative. Je vous ai dit que ce programme de la communauté européenne comportait plusieurs aspects et l'un de ses aspects constitue justement à suivre dans le milieu naturel les populations de bivalves, à établir les cycles biologiques, à, notamment, connaître donc les vitesses de croissance, chose qu'on ne connaît généralement pas, les dates de recrutements, l'intensité de ces recrutements, le stockage de matériel de réserve, le cycle biochimique ; c'est un autre travail qui aurait pu être présenté mais peut-être pas dans un autre cadre.

Monsieur CHARDY :

Est-ce que les populations méridionales qui ont été étudiées sont en limite Sud de leur répartition ? ce qui expliquerait leur sensibilité à un accroissement critique de température.

Monsieur MASSE :

Non, par exemple Donax tronculus se retrouve également sur les côtes d'Algérie et descend le long des côtes du Maroc. Le Donax tronculus est à peu près au milieu de son aire de répartition, par contre, pour certaines espèces on est déjà nettement plus près des limites méridionales, notamment pour des espèces du genre Tellina.

Monsieur CHARDY :

D'accord, parce que, par exemple, la population d'Abra de Concarneau est méridionale par rapport à la population d'Abra de Gravelines. La population d'Abra de Concarneau qui paraît plus sur le milieu de sa répartition géographique semble moins influencer par les variations de températures.

Monsieur MASSE :

Oui, ça se retrouve également au niveau des cycles biologiques, bien évidemment ; ces cycles biologiques peuvent être assez perturbés quand une espèce se trouve à la limite Sud de sa répartition.

Madame BENON :

Je voulais simplement savoir comment avaient été établis les TL.50 et surtout après quel intervalle de temps ?

Monsieur MASSE :

Les TL.50 donc sont déterminés en utilisant un nombre constant d'individus qui sont exposés à des températures définies à l'avance, il n'y a donc pas de montées en température des bacs, les individus sont introduits directement dedans.

Les déterminations des TL.50 sont faites graphiquement et les durées d'expérience vont de 3 à 96 heures pour les adultes, par contre pour les larves des durées plus courtes ont été utilisées à partir d'1/2 heure ou 1 heure.