

INFLUENCE DE CHOCS THERMIQUES SUR LA CROISSANCE D'UN DINOGLAGELLE RESPONSABLE D'EAUX ROUGES : *SCRIPPSIELLA FAEROENSE* (PAULSEN) BALECH ET SOAREZ

par Patrick LASSUS, Claire LE BAUT, Philippe TRUQUET, Michèle BARDOUIL,
Loïc LE DEAN et Gilles BOCQUENE⁽¹⁾

Le développement grandissant donné à l'implantation de centrales électriques thermonucléaires en zone littorale a conduit l'I.S.T.P.M. à entreprendre un certain nombre d'études d'impact. En ce qui concerne l'incidence du transit dans les condenseurs sur le phytoplancton, des travaux antérieurs, effectués par le laboratoire Effets biologiques des Nuisances, ont déjà été publiés (Maggi *et al.*, 1979 et 1980 ; Lassus et Maggi, 1980). Nos résultats sur la chlorophycée *Dunaliella tertiolecta* ont montré que des élévations thermiques à partir de températures basses avaient une influence stimulante sur le développement cellulaire. Par extension, il semblait intéressant de mesurer les effets de ces chocs thermiques sur les dinophycées (ou dinoflagellés), constituants du phytoplancton côtier avec les diatomées, et principaux agents des phénomènes estivaux connus sous le nom d'« eaux rouges ».

Les « eaux rouges ».

Les « eaux rouges », ou plus généralement les « eaux colorées » sont le résultat d'une prolifération intense d'organismes phytoplanctoniques divers dont la concentration en subsurface donne aux eaux marines une coloration inhabituelle. Les origines de ce phénomène ont été analysées dans des travaux antérieurs (Lassus *et al.*, 1980).

Parmi ces organismes, les dinoflagellés sont les plus souvent cités et même redoutés dans la mesure où parmi les milliers d'espèces existantes, il s'en trouve actuellement moins d'une dizaine fabriquant une neurotoxine virulente. Outre ce risque direct menaçant le consommateur de coquillages contaminés, on assiste de plus en plus fréquemment à des phénomènes de mortalité massive de la faune marine associés à la prolifération, voire simplement la présence de certaines espèces de dinoflagellés.

Ainsi, des floraisons fréquentes de *Gyrodinium aureolum*, commun dans l'Atlantique Nord, ont été associées à des mortalités importantes de bryozoaires, d'oursins, d'éponges, de vers et de crustacés (Manche anglaise, sud de la Norvège, mais aussi Espagne), et également de moules ou de poissons (Tangen, 1977 ; Griffiths et Dennis, 1979 ; Widdows *et al.*, 1979). Cependant, il n'a pas été possible jusqu'ici de mettre en évidence une toxine secrétée par *G. aureolum* alors que les espèces nocives sont bien connues (*Gonyaulax tamarensis*, *G. excavata*, *Prorocentrum Mariae-Lebouriae*, *Pyrodinium phoneus*, *Gymnodinium breve*...) et ont fait l'objet de nombreux travaux.

Quelques études expérimentales menées à Plymouth ont montré que l'ingestion par des moules de *G. aureolum* affectait notablement leur taux de filtration (Widdows *et al.*, 1979) sans entraîner de mortalité, tandis que l'ingestion de ce même dinoflagellé par des larves d'huîtres leur est fatale (Helm *et al.*, 1974). Signalons en outre que des floraisons de *G. aureolum* ont été signalées sur le littoral breton, près d'Ouessant, en baie de Douarnenez et en Manche occidentale le long des discontinuités de masses d'eau (Pingree *et al.*, 1975 ; Grall, 1976).

(1) I.S.T.P.M., Nantes.

Néanmoins, la controverse existe toujours quant à l'origine des mortalités d'animaux marins en présence d'eaux rouges : est-ce une intoxication directe due aux dinoflagellés ou des effets secondaires de la prolifération phytoplanktonique : baisse importante du taux d'oxygène dissous, production de déchets organiques en décomposition, occultation de la lumière ?

Enfin retenons la présence du *G. aureolum* près d'un site potentiel d'installation de centrale thermonucléaire et les risques imaginables compte tenu de l'importance du facteur température dans les apparitions d'eaux colorées. En effet, dans la mesure où les implants nucléaires en zone littorale produisent un réchauffement des masses d'eaux limitrophes, certaines conditions favorables au développement d'eaux colorées sont réunies. Ces phénomènes pourraient dans certains cas constituer un danger pour la faune marine et en particulier pour les zones conchylicoles. C'est ce que nous avons tenté d'évaluer dans la présente étude.

Conditions expérimentales.

Choix de l'espèce.

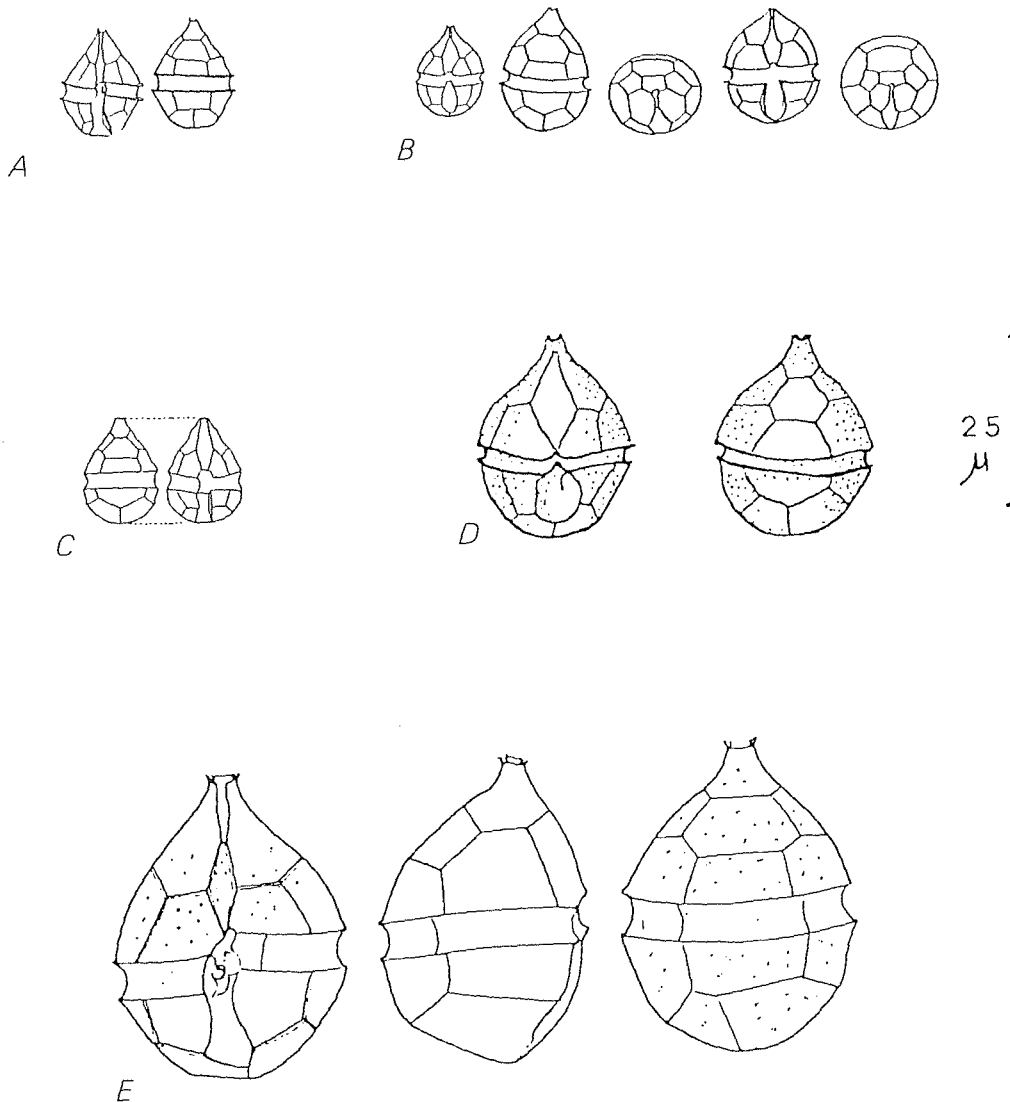


Fig. 1 - *Scrippsiella faeroense* d'après différents auteurs ; (A) : Schiller (1937), (B) : Lebour (1925), (C) : Massuti et Margalef (1950), (D) : Paulmier (1977), (E) : San Feliu (1971).

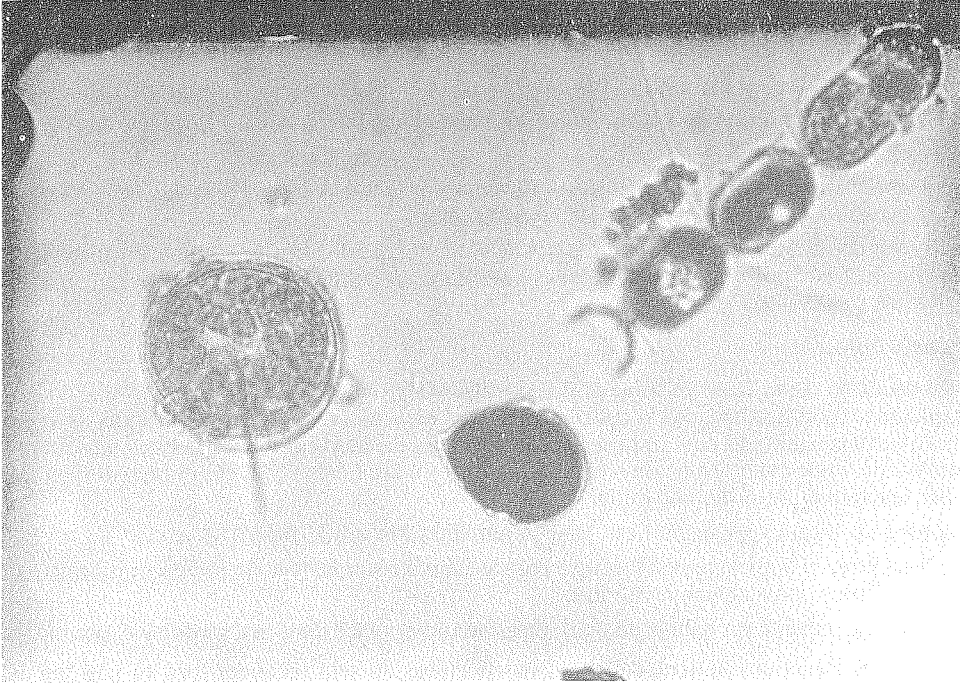


Fig. 2 - Microphotographie de *Scrippsiella faeroense* entre une cellule de *Thalassiosira* sp. et une chaîne de *Chaetoceros curvisetum*.

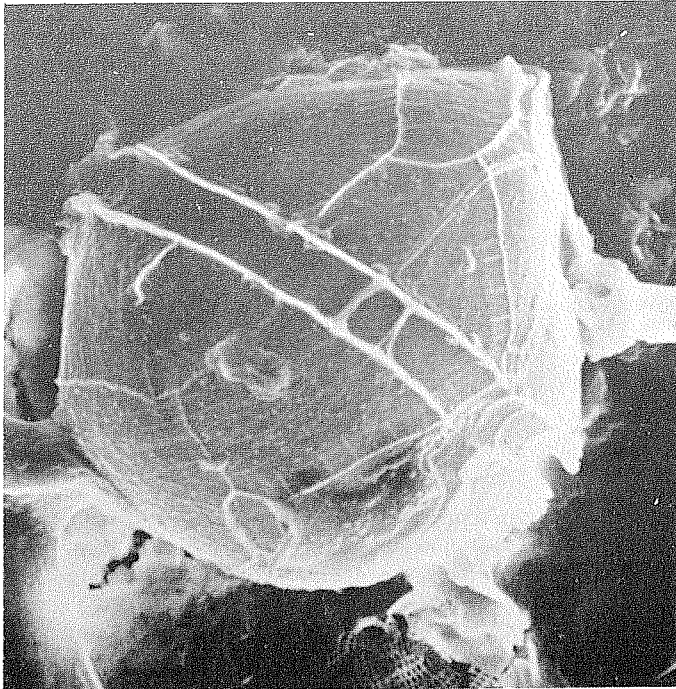


Fig. 3 - Photographie en microscopie électronique à balayage d'un exemplaire de *Scrippsiella* sp.

A défaut de posséder une culture de *G. aureolum* nous avons choisi à titre comparatif de travailler avec un dinoflagellé appartenant aux espèces dont nous disposons au laboratoire. Le choix de *Scrippsiella faeroense* est justifié par deux raisons essentielles :

il est très répandu en Atlantique Nord où il est souvent signalé comme espèce dominante d'eaux rouges en particulier sur les côtes espagnoles près de Castellon (San Feliu *et al.*, 1971), dans le fjord d'Oslo (Tangen, 1979) et dans l'estuaire de la Gironde (Lassus, 1980) ;

il est ingéré abondamment par les mollusques filtreurs considéré comme l'une des principales espèces des communautés hivernales des zones ostréicoles du littoral breton.

C'est un dinoflagellé cuirassé c'est-à-dire qu'il possède une thèque formée de plaques distinctes ornées et soudées entre elles (fig. 1, 2 et 3). Enfin, dans certaines conditions, en culture comme dans le milieu naturel *S. faeroense* est capable de s'enkyster.

Protocole expérimental.

Il a déjà été décrit en détail dans les travaux précédents (Maggi *et al.*, 1977 ; 1979 et 1980), mais nous avons dû y apporter quelques modifications car la culture de *S. faeroense* en grands volumes et dans les conditions non stériles propres aux essais habituels, était impossible en raison des proliférations bactériennes masquant le développement du dinoflagellé. Pour éviter cet inconvénient nous avons travaillé dans des conditions stériles, ce qui nous a obligé à modifier légèrement le protocole initial :

l'atmosphère du local expérimental est traitée par filtration à 0,3 μ m,

l'eau de mer filtrée et autoclavée est inoculée par une souche stérile de *S. faeroense* puis aspirée dans un circuit d'échauffement préalablement stérilisé,

chaque essai est recueilli en ballon de deux litres stérile et placé dans les modules expérimentaux.

Rappelons que les élévations de température sont effectuées en sept secondes lors du passage de la culture dans le circuit, et que le retour à la température initiale a lieu en 12 heures selon une cinétique correspondant à un modèle moyen pour toutes les centrales côtières.

Nous avons suivi le développement de la population au cours du temps, pour les différents essais, en comptant journalièrement les cellules à la fois à l'aide d'une cellule de Nageotte et d'un compteur de particules. Signalons que Mounford (1979) a travaillé sur la production de chlorophylle pour une étude similaire.

Les températures initiales d'expérimentation (T_i) ont été 16 et 20°C avec respectivement des élévations thermiques (ΔT) de 10, 12, 15 et 17°C pendant 5, 15 et 25 minutes.

Résultats.

Le développement cellulaire, exprimé journalièrement en nombre de cellules par millilitre, a été représenté sur les figures 4 et 5.

Un premier examen permet ainsi de constater qu'à 16°C de température initiale le développement n'est réellement inhibé que par un ΔT de 17°C, soit 33°C de température finale, et que cette inhibition est proportionnelle à la durée de l'échauffement. De même, à 20°C, la durée du palier est décisive sur l'augmentation de la phase de latence (fig. 5) tandis que le premier effet nocif de l'échauffement est décelable avec un ΔT de 12°C, soit 32°C de température finale.

Notons enfin qu'à 35 et 37°C de températures finales, la culture est entièrement détruite. Ces résultats dénotent déjà une sensibilité bien supérieure à celle des flagellés chlorophylliens (Lassus et Maggi, 1980).

Nous avons exprimé ces différences en pourcentages de développement par rapport au témoin (fig. 6 et 7) ce qui permet d'aboutir à quelques remarques supplémentaires :

un ΔT de 10°C appliqué à 16°C de température initiale montre une certaine amélioration du développement (87 % du nombre des mesures, supérieur à 100 %). Par contre des ΔT de 12° et de 15°C montrent une certaine détérioration globale du développement avec seulement 77 % puis 64 % du nombre, des mesures supérieur à 100 % de développement ;

à 20°, même un ΔT de 10°C (30°C de température finale) ne montre que 59 % des mesures supérieures à 100 % de développement.

Enfin, l'expression de ces inhibitions au 14ème jour de développement a été représentée sous forme de diagramme dans la figure 8. L'influence du palier y apparaît nettement au-delà de 30°C de température finale.

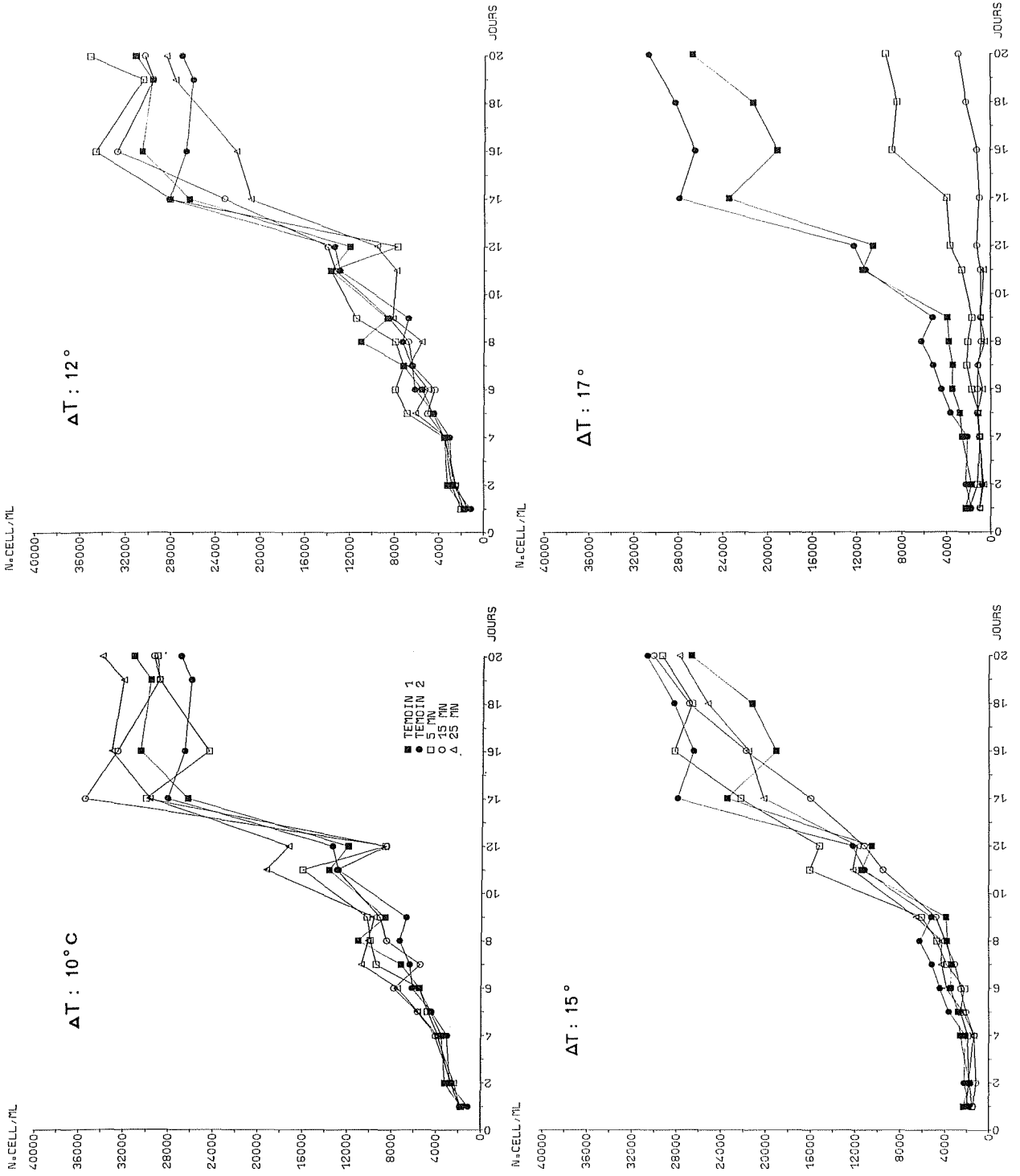


Fig. 4 - Développement de *S. faeroense* à $16^\circ C$ pour un ΔT de $10^\circ, 12^\circ, 15^\circ$ et $17^\circ C$.

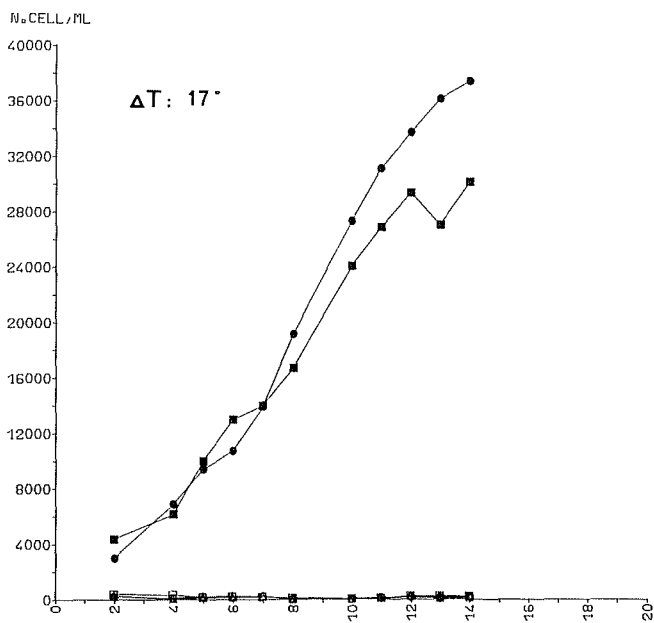
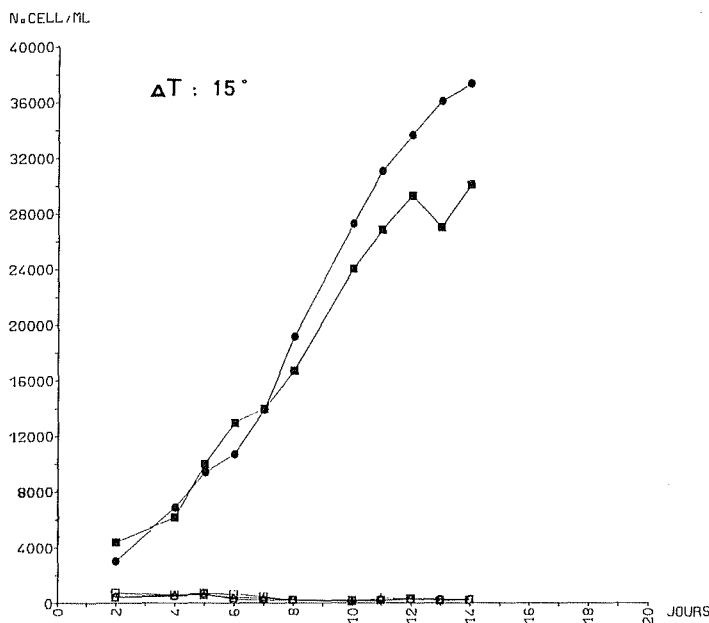
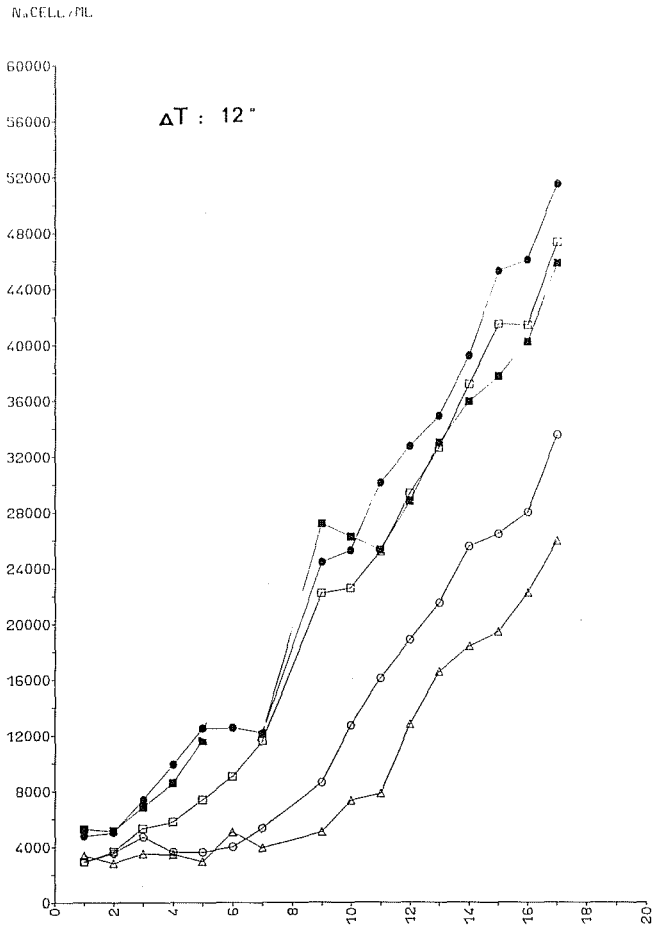
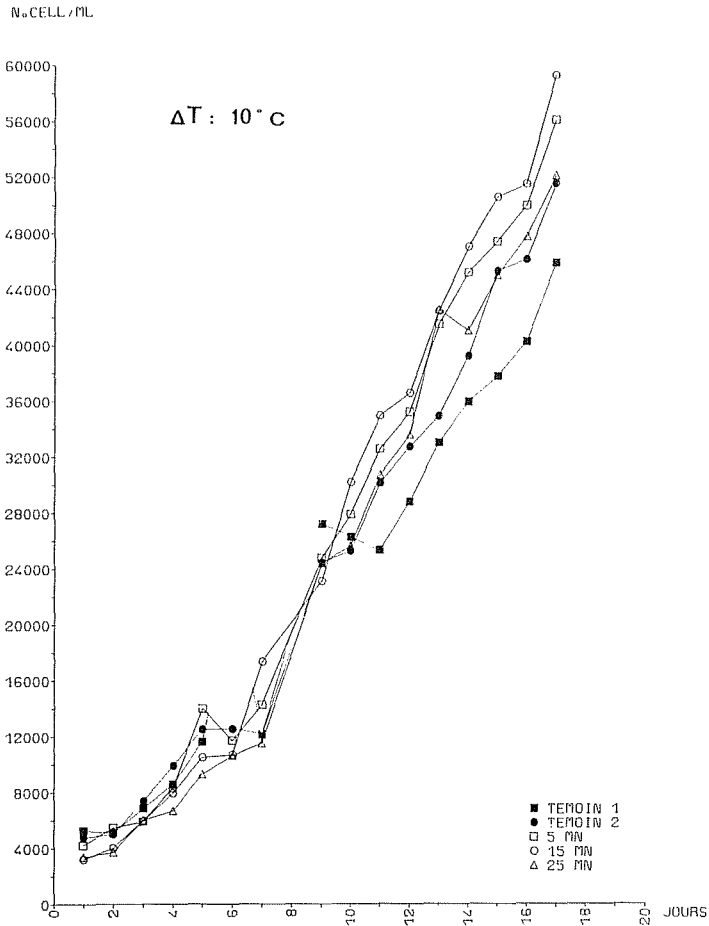


Fig. 5 - Développement de *S. faeroense* à 20°C pour un ΔT de 10°, 12°, 15° et 17° C.

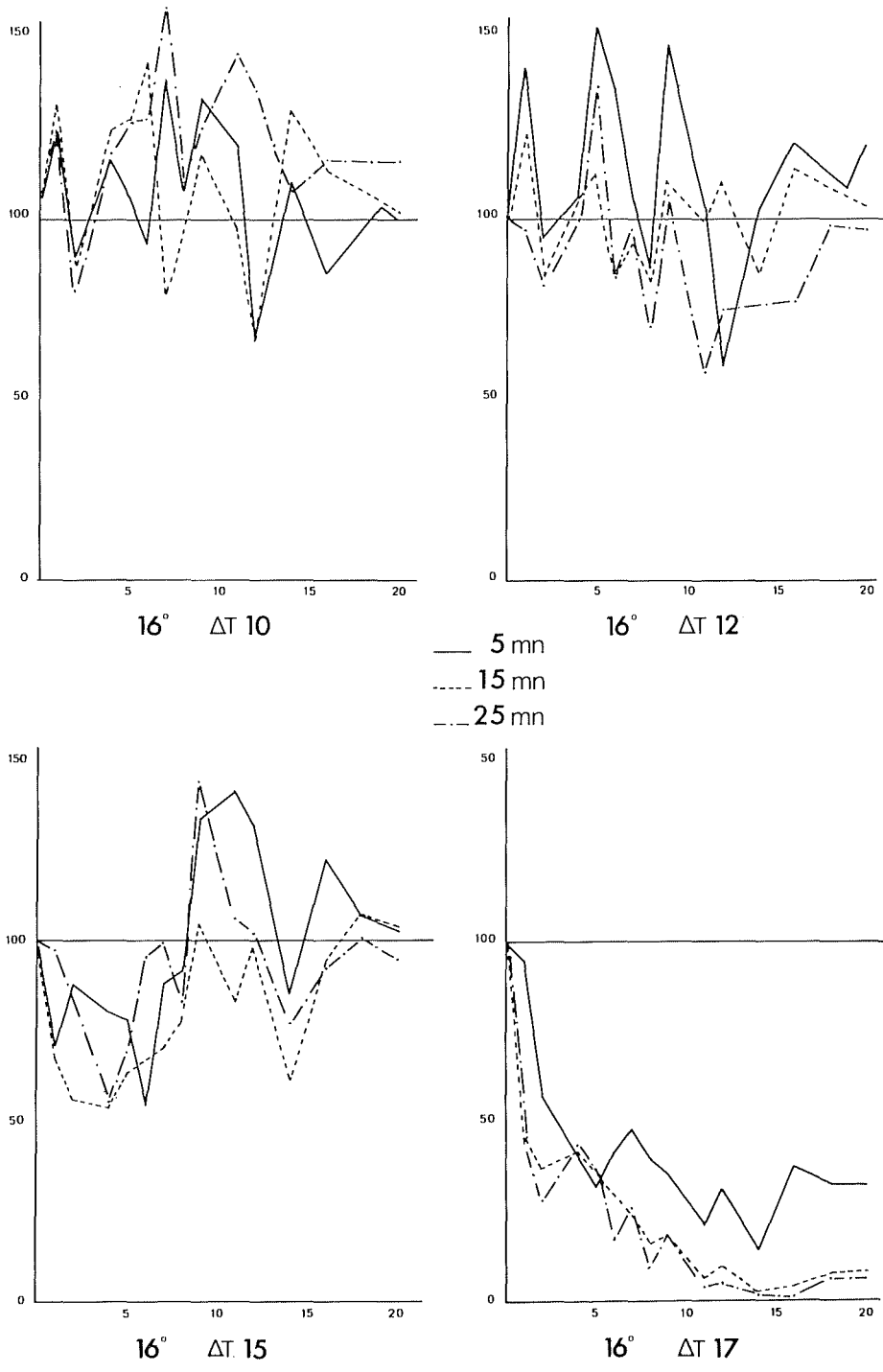


Fig. 6 - Pourcentages de développement par rapport au témoin de *S. faeroense* à $16^{\circ}C$ pour les ΔT de 10, 12, 15 et 17°C.

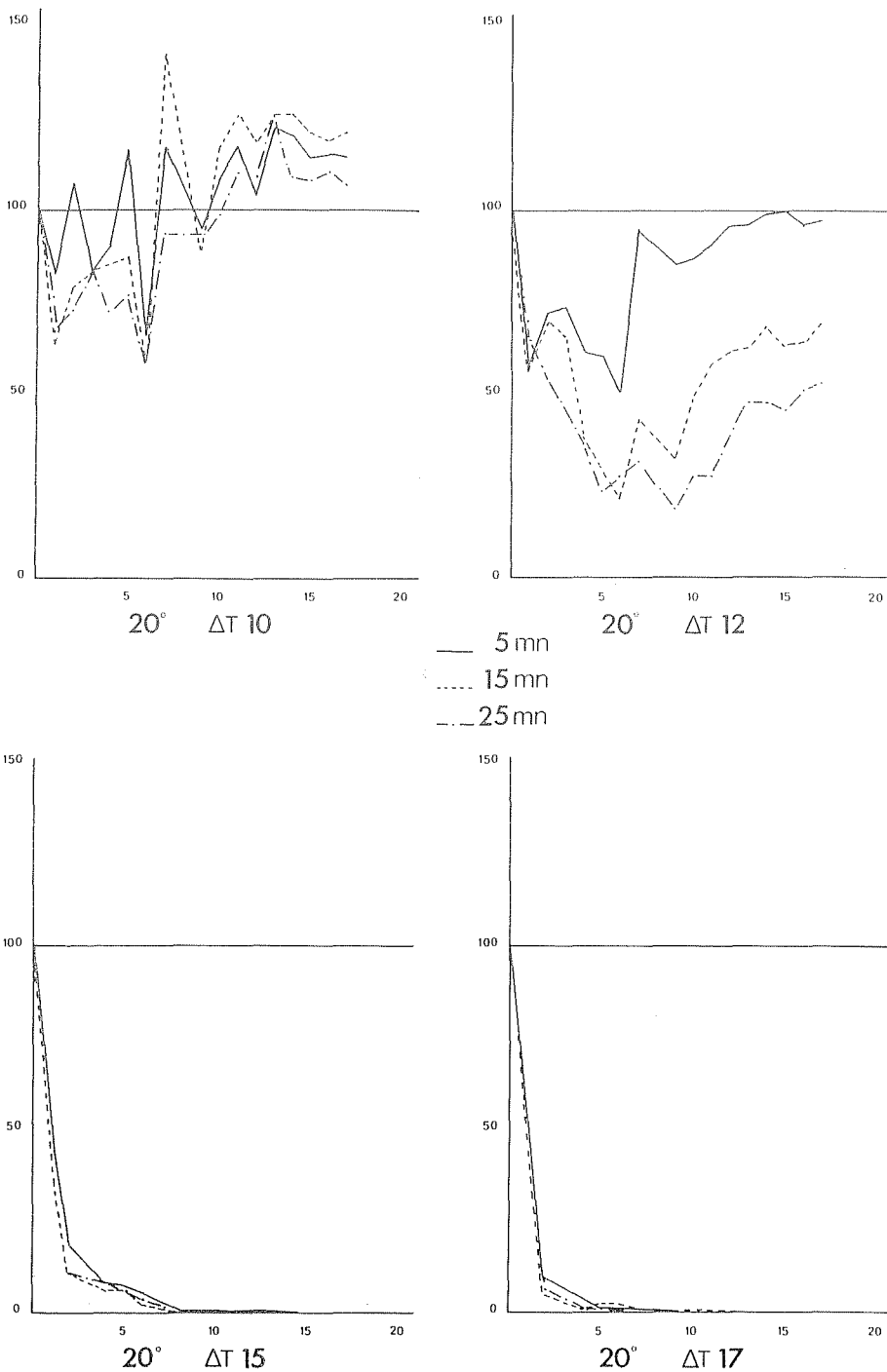


Fig. 7 - Pourcentages de développement par rapport au témoin de *S. faeroense* à $20^\circ C$ pour les ΔT de 10, 12, 15 et $17^\circ C$.

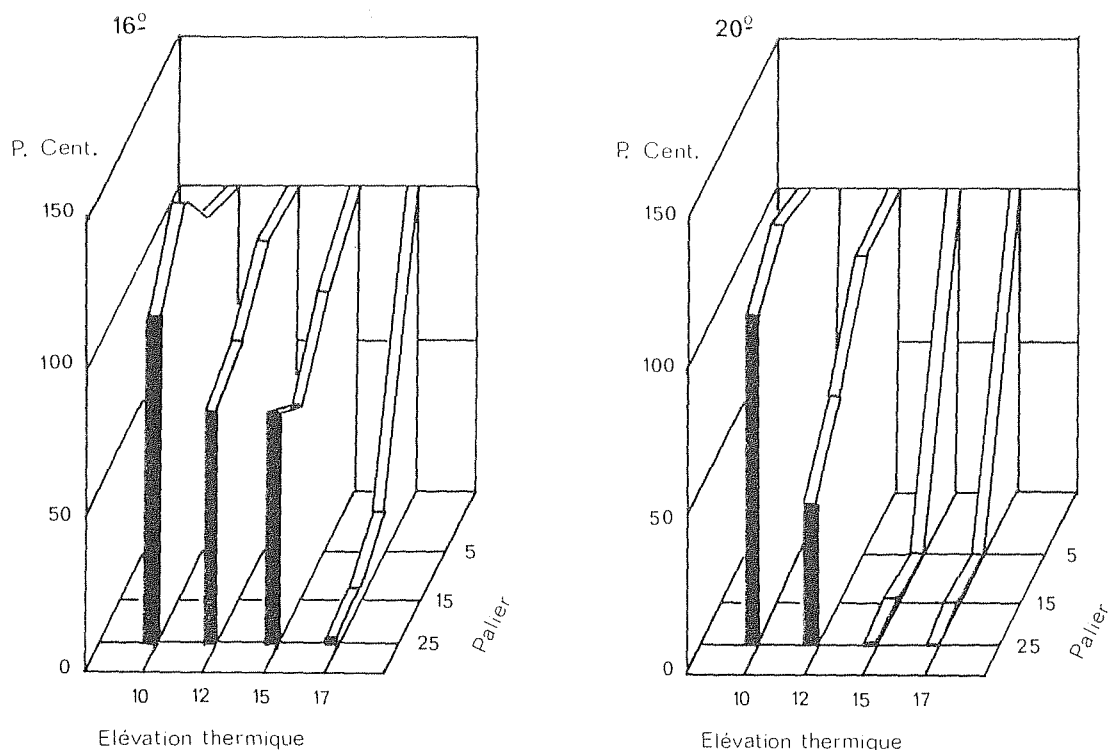


Fig. 8 - Diagrammes des pourcentages de développement par rapport au témoin de *S. faeroense* à 16 et 20° C en fonction des différentes contraintes thermiques au 14ème jour de croissance.

Conclusion.

On peut retenir de ces quelques données les principaux caractères spécifiques qui différencient *S. faeroense* des autres espèces précédemment testées : le seuil thermique du premier effet observable est plus bas, 30° C de température finale ; les cultures sont détruites à partir de 33° C de température finale si le palier est égal ou supérieur à 15 minutes.

En revanche, aux températures initiales basses la croissance peut être améliorée pour un ΔT faible. Cette remarque pourrait porter à conséquence lorsque les masses d'eaux océaniques viennent diluer les effluents déversés par les centrales thermiques côtières. Le risque d'eaux rouges partiellement provoquées par une implantation de centrales en milieu marin, dans des zones où prolifèrent naturellement les dinoflagellés, n'est donc pas à écarter.

BIBLIOGRAPHIE

- Grall (J.R.), (1976) - Sur une « eau colorée » à *Gyrodinium aureolum* Hulburt observée en Manche - *Trav. Stat. biol. Roscoff*, 23 : 19-22.
- Griffiths (A.B.) et Dennis (R.), 1979 - Mortality associated with a phytoplankton bloom off Penzance in Mounts Bay - *J. Mar. biol. Ass. U. K.*, 59 : 520-521.
- Helm (M.M.), Kepper (B.T.), Spencer (B.E.) et Walne (P.R.), 1974 - Lugworm mortalities and a bloom of *Gyrodinium aureolum* Hulburt in the eastern Irish sea, Autumn 1971 - *J. mar. biol. Ass. U. K.*, 54 : 857-869.
- Lassus (P.), 1980 - Mise à jour des données sur les organismes responsables d'eaux colorées - Rapport interne I.S.T.P.M., 1er décembre 1980.

- Lassus (P.), Maggi (P.) et Bessineton (C.), 1980** - Les phénomènes d'eaux colorées de la baie de Seine en 1978 - *Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches marit.*, 298 : 1-28.
- Lassus (P.) et Maggi (P.), 1980** - 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.
- Lebour (M.C.), 1925** - The Dinoflagellates of Northern sea - Plymouth : Marine biological Association of the U.K. - 250 p.
- Maggi (P.), Lassus (P.) et Abarnou (A.), 1979** - 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). - EDF, 2ème Journées de la Thermo-écologie, Nantes 14-15 novembre 1979.
- 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.
- Mountford (K.), 1979** - Response surface analyses for estuarine dinoflagellates under thermal stress - in : Toxic Dinoflagellate blooms / par Taylor (D.L.) et Seliger (H.H.), édit. - Amsterdam : Elsevier North Holland. - p. 309-314.
- Pingree (R.D.), Pugh (P.R.), Holligan (P.M.) et Forster (G.R.), 1975** - Summer phytoplankton blooms and reds tides along tidal fronts in the approaches to the English Channel - *Nature, Lond.*, 258 : 672-677.
- San Feliu (J.M.), Munoz (F.) et Suau (P.), 1971** - Sobre la aparición de una « Purga de mar » en el puerto de Castellon - *Inv. Pesq.*, 35 (2) : 681-685.
- Tangen (K.), (1977)** - Blooms of *Gyrodinium aureolum* (Dinophyceae) in north European waters, accompanied by mortality in marine organisms - *Sarsia* (63) : 123-133.
- 1979 - Dinoflagellate blooms in Norwegian waters - in : Toxic Dinoflagellate blooms / by Taylor (D.L.) et Seliger (H.H.), édit. - Amsterdam : Elsevier North Holland. : 179-182.
- Widdows (J.), Moore (M.N.), Lowe (D.M.) et Salked (P.N.), 1979** - Some effects of a dinoflagellate bloom (*Gyrodinium aureolum*) on the Mussels, *Mytilus edulis* - *J. mar. biol. Ass. U. K.*, 59 : 522-529.
-