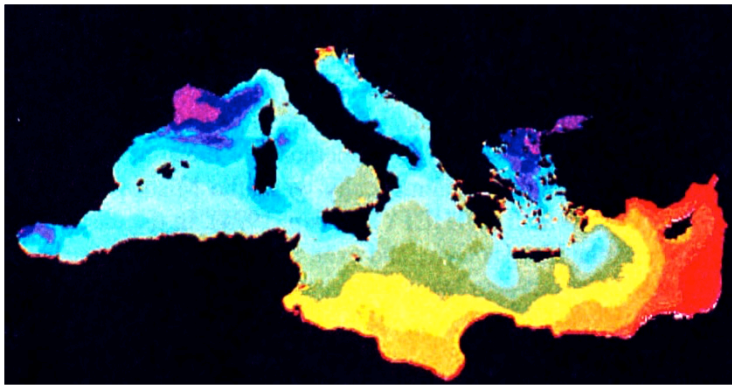
Les « canicules sous-marines » et leurs conséquences sur la biodiversité marine méditerranéenne



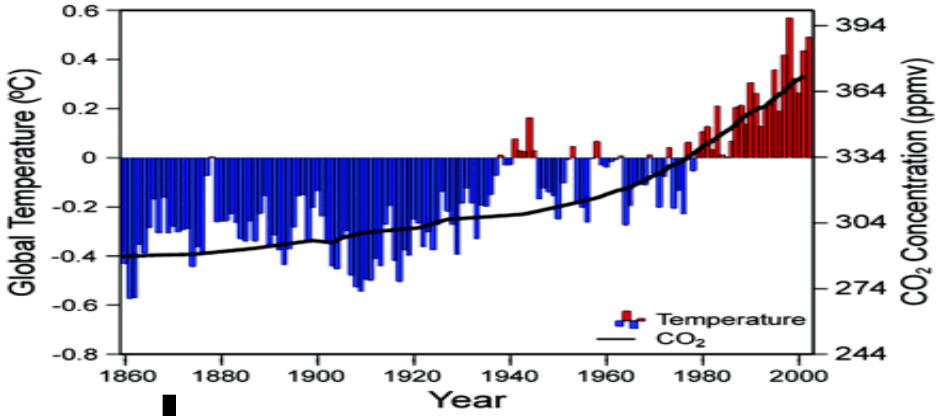
Thierry PEREZ
Station Marine d'Endoume; thierry.perez@imbe.fr

institut méditerranéen de biodiversité et d'écologie marine et continentale

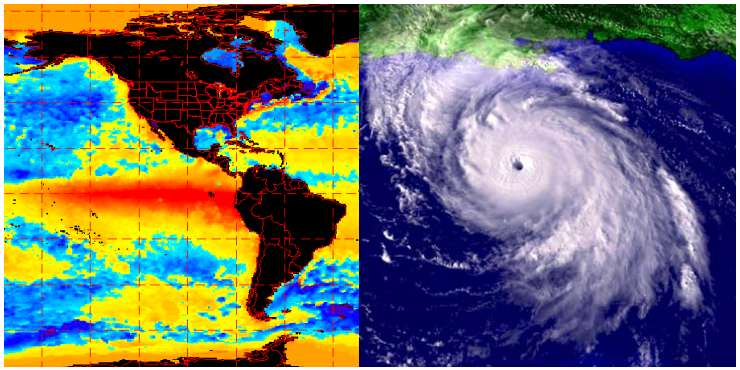
Institut Pythéas
Observatoire des Sciences de l'Univers
Aix+Marseille Université

Impact du changement global sur les systèmes biologiques

Réchauffement global



Fréquence des événements extrêmes



Des réponses biologiques en cascade

Stress physiologiques, maladies, mortalités

Modification des distributions, Extinctions locales

Effets sur le cycle de vie, Adaptations *in situ*

Effets sur la biodiversité
Fonctionnement des écosystèmes

effets combinés

Perturbations locales:

apports terrigènes

toxiques

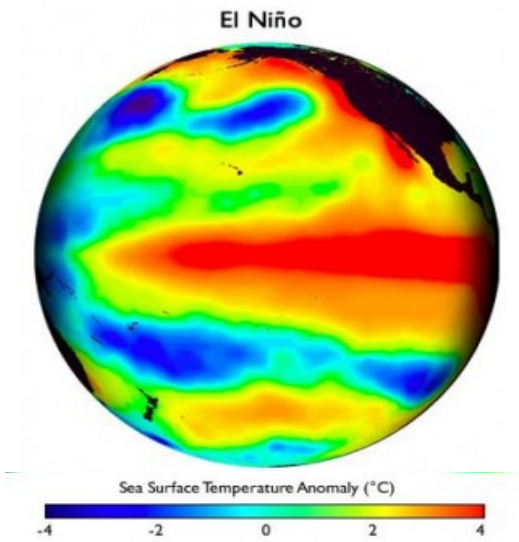
invasions biologiques

Définition des anomalies thermiques positives en mer

- Des périodes, de plusieurs jours à plusieurs mois, de réchauffement des eaux de surface, pouvant s'étendre sur des milliers de kilomètres

- Peu de connaissances sur les occurrences passées de ces anomalies et sur leur évolution dans le futur

Frolicher et al. 2018 Nature



Pas une configuration type, pas de typologie.
Pas uniquement en surface

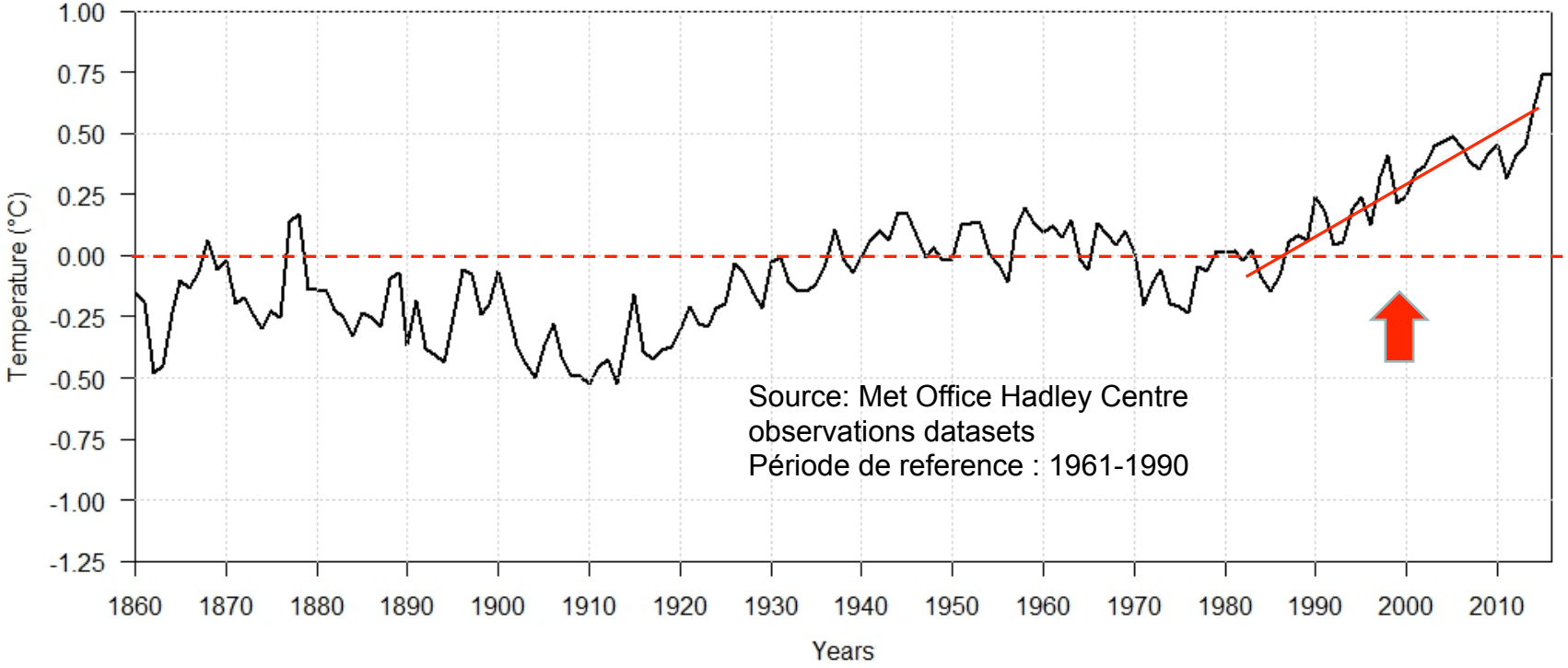
Pas nécessairement une
« canicule sous-marine »

Des événements indétectables selon les méthodes de mesure

Hobday et al. 2016 Prog. Oceaogr.

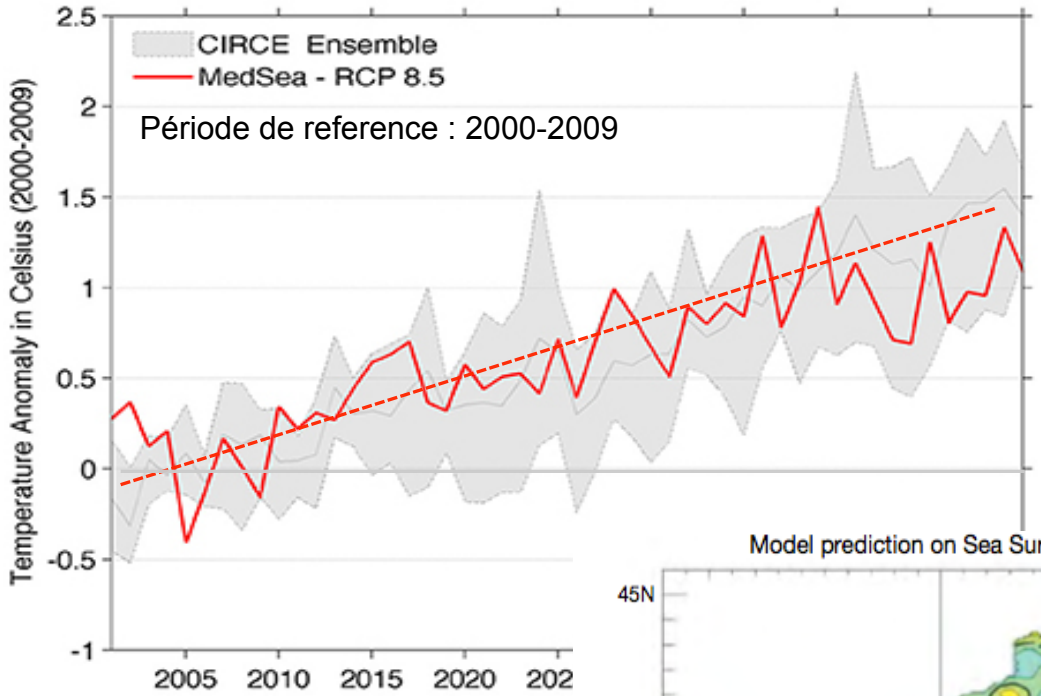
Détection des anomalies thermiques positives en mer

Anomalie thermique des eaux océaniques de surface de l'Hémisphère nord



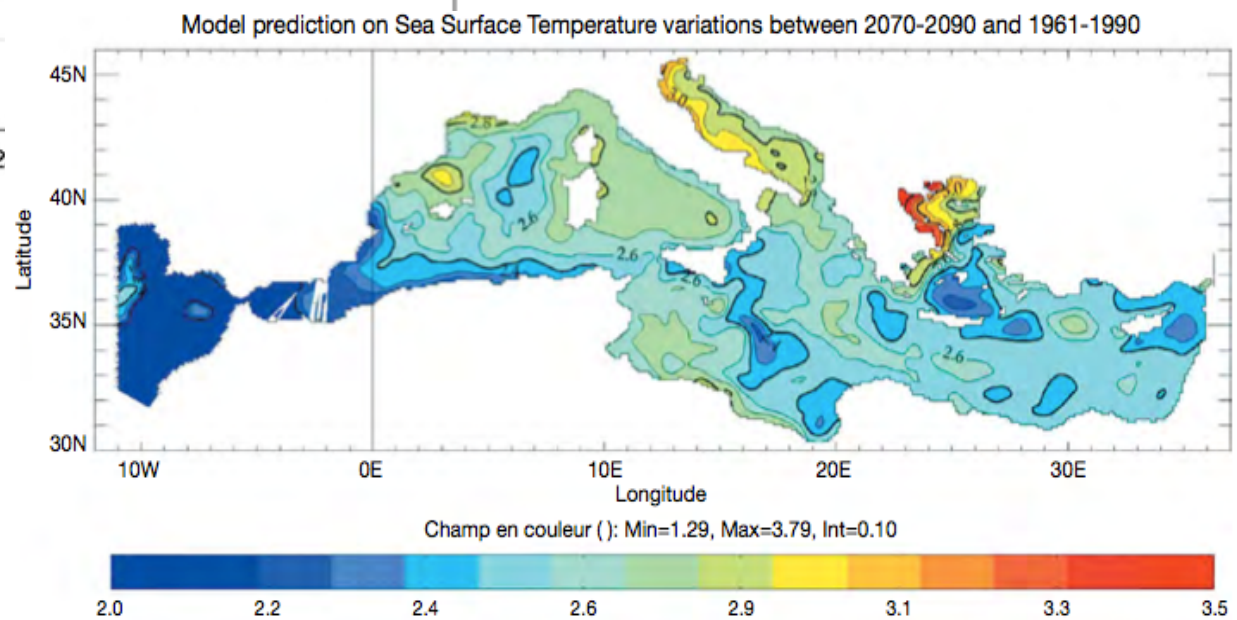
A une échelle globale, on est dans un régime permanent d'anomalie thermique positive depuis la fin des années 1980

Modélisation des anomalies thermiques de surface en Mer Méditerranée



Galli et al. 2017 Front. Mar. Sci.

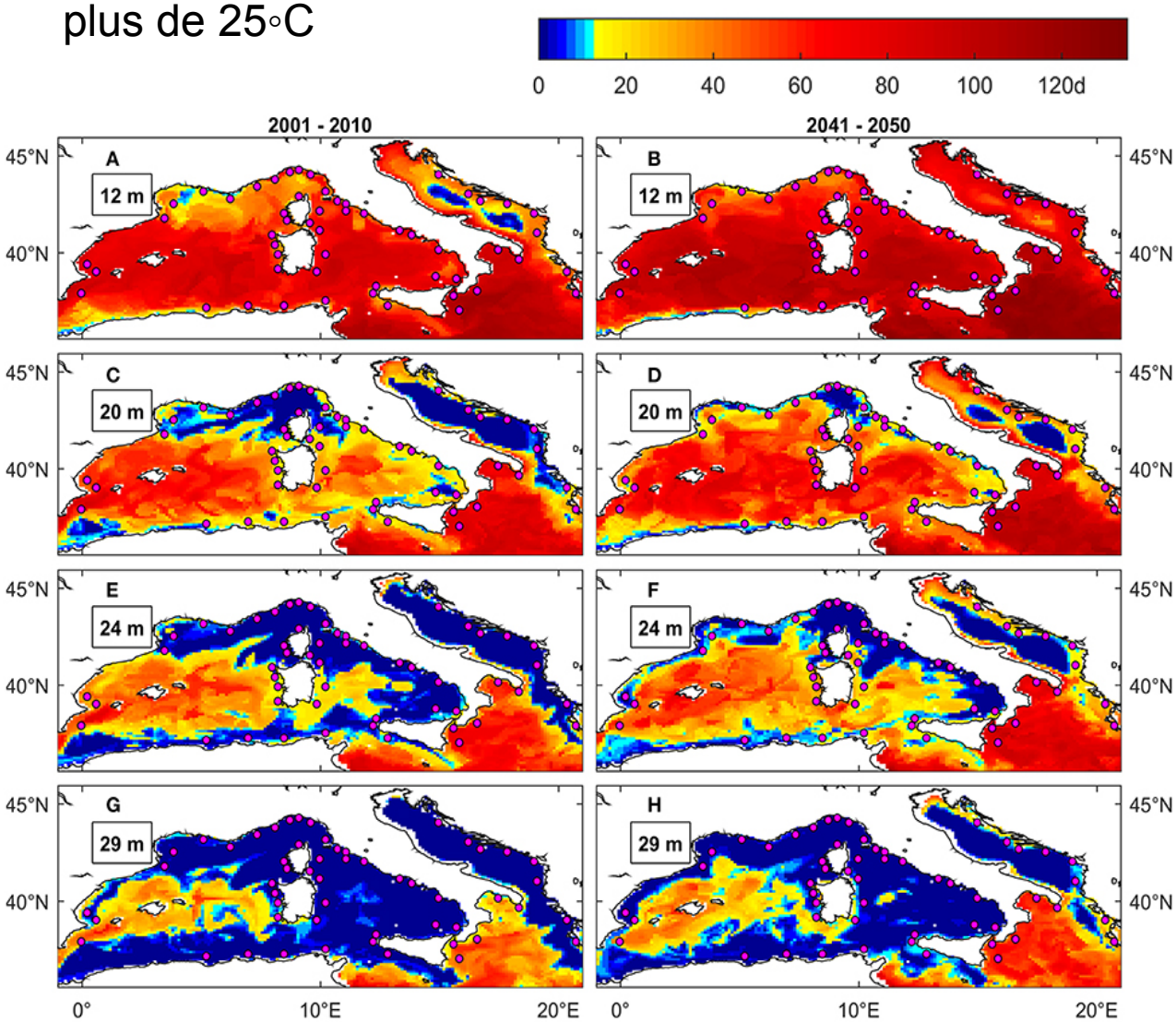
Des régions plus sensibles que d'autres



Lionello (Ed.) 2012

Anomalies thermiques en profondeur

Nombre maximum de jour à plus de 25◦C

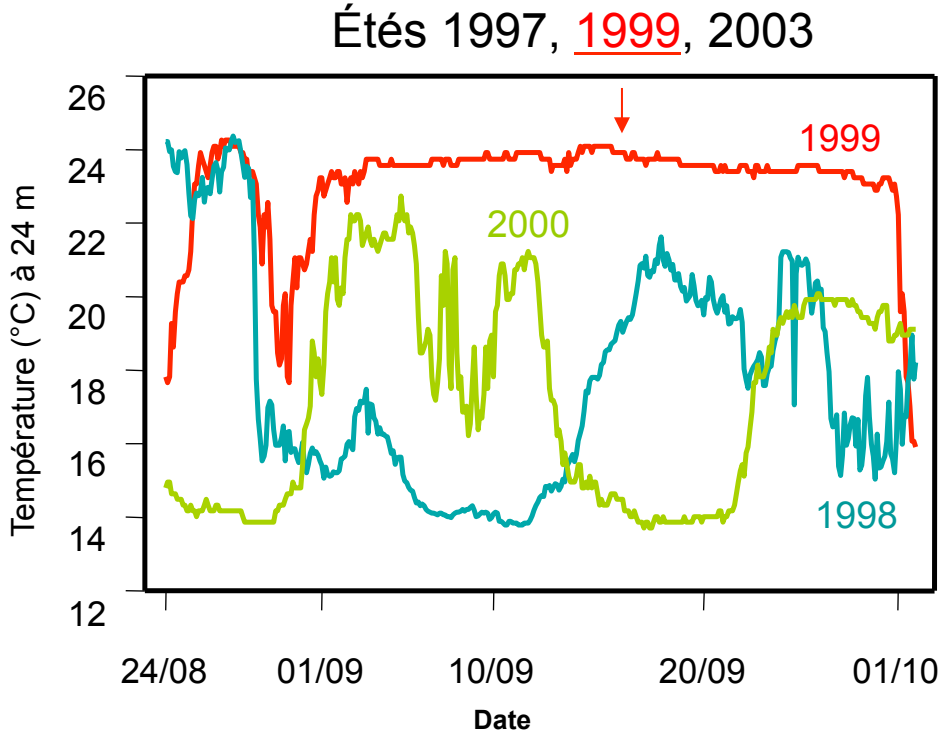


Seuil de thermotolérance du corail rouge à 9, puis 14 j.

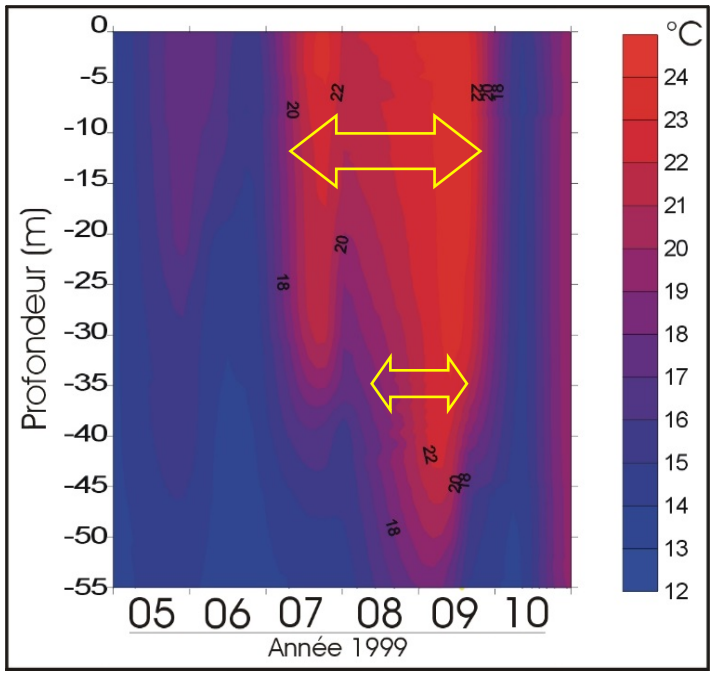
Populations à faible profondeur en danger

Galli et al. 2017 Front. Mar. Sci.

Les premiers événements étudiés dans le detail en Provence



Séries IFB / Medchange, enregistrements en continu depuis 20 ans

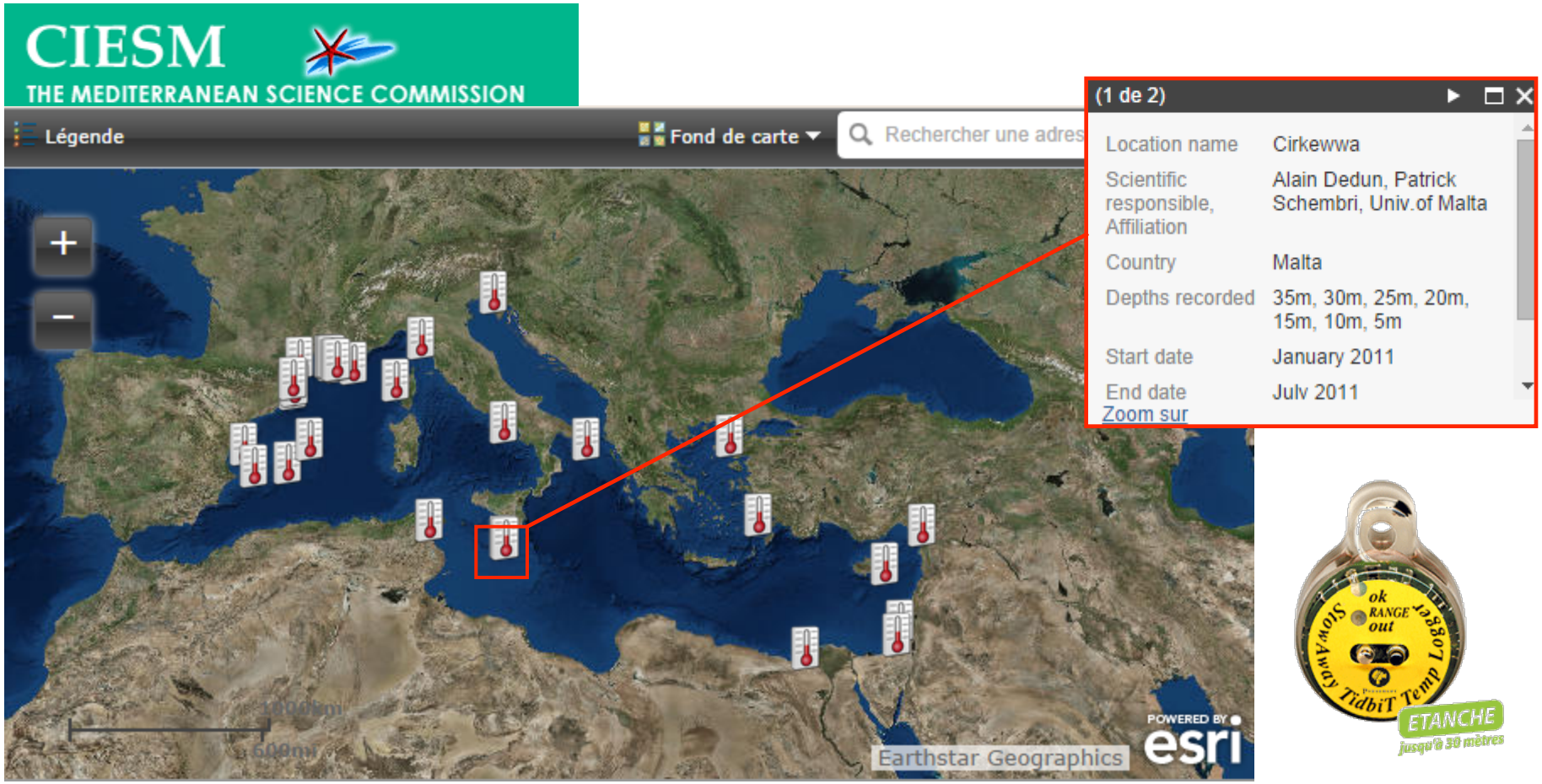


1999 et 2003 : 2 contextes environnementaux très différents

2003 : températures supérieurs, limitées à 15m

2018…

Organisation de la communauté scientifique méditerranéenne

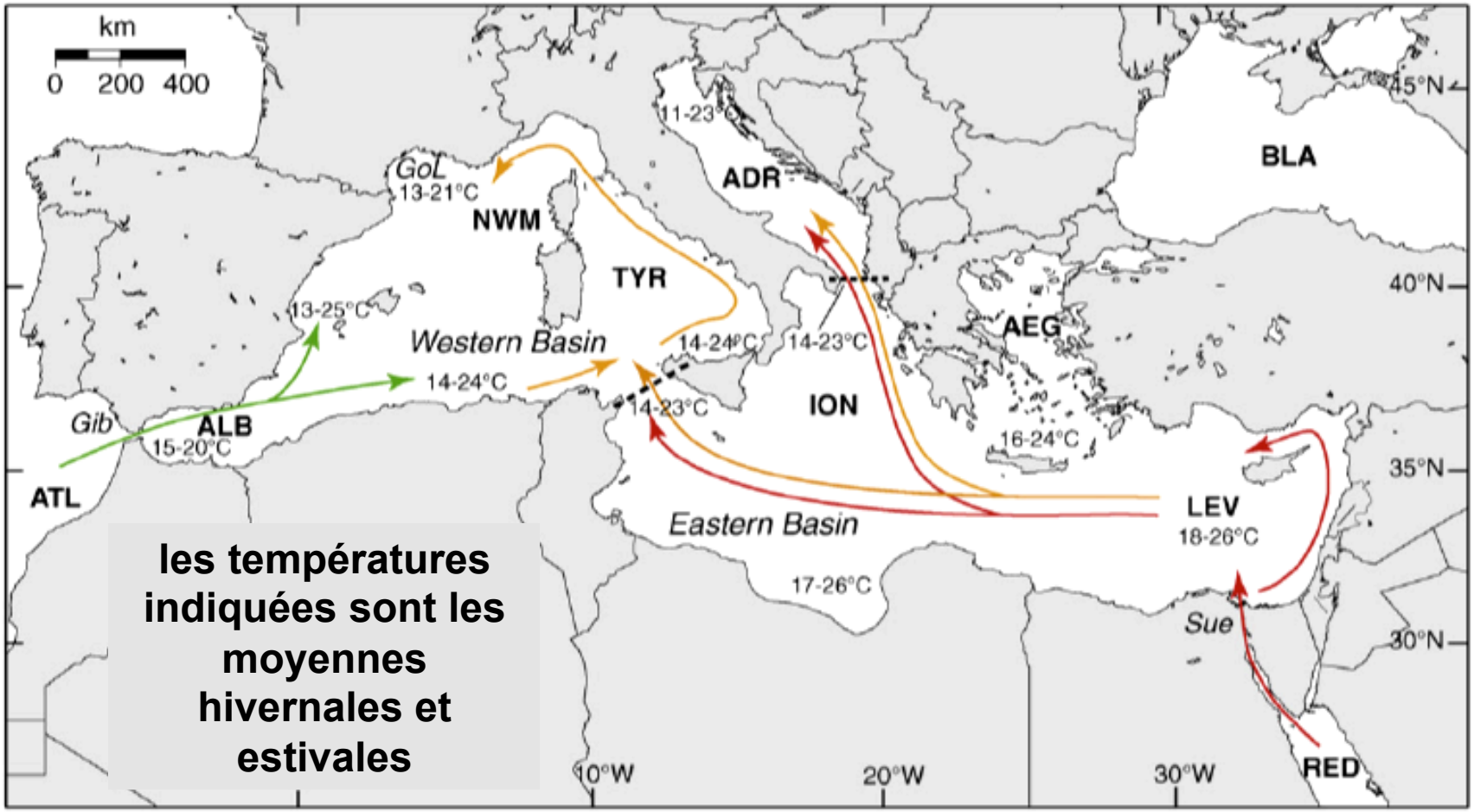


Enregistrements à haute fréquence + Suivis d'indicateurs biologiques

Les signaux visibles d'une « méridionalisation » de la Méditerranée

Géographie de la Méditerranée avec les principales voies d'expansion des espèces :

→ natives de Méditerranée; → migrantes d'Atlantiques; → lessepsiennes

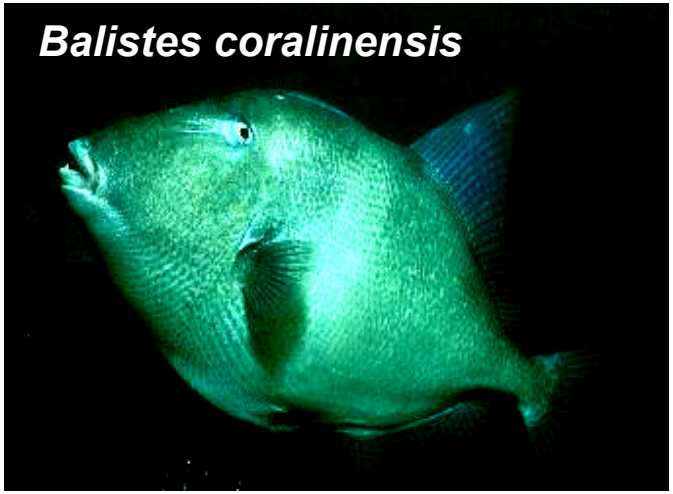


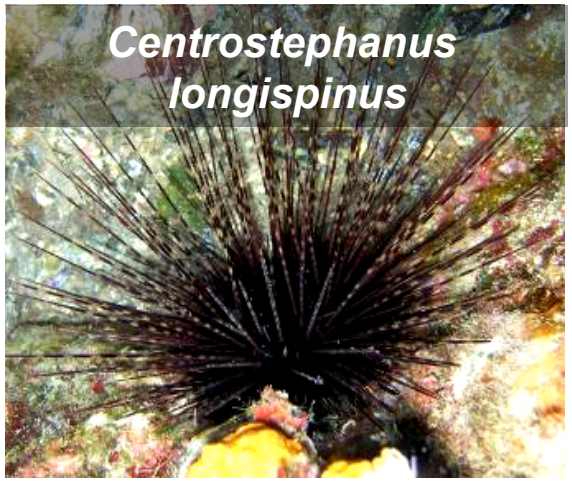
les températures indiquées sont les moyennes hivernales et estivales

TRENDS in Ecology & Evolution

Les signaux visibles d'une « méridionalisation » de la Méditerranée

Changements de distribution (progression vers le Nord)



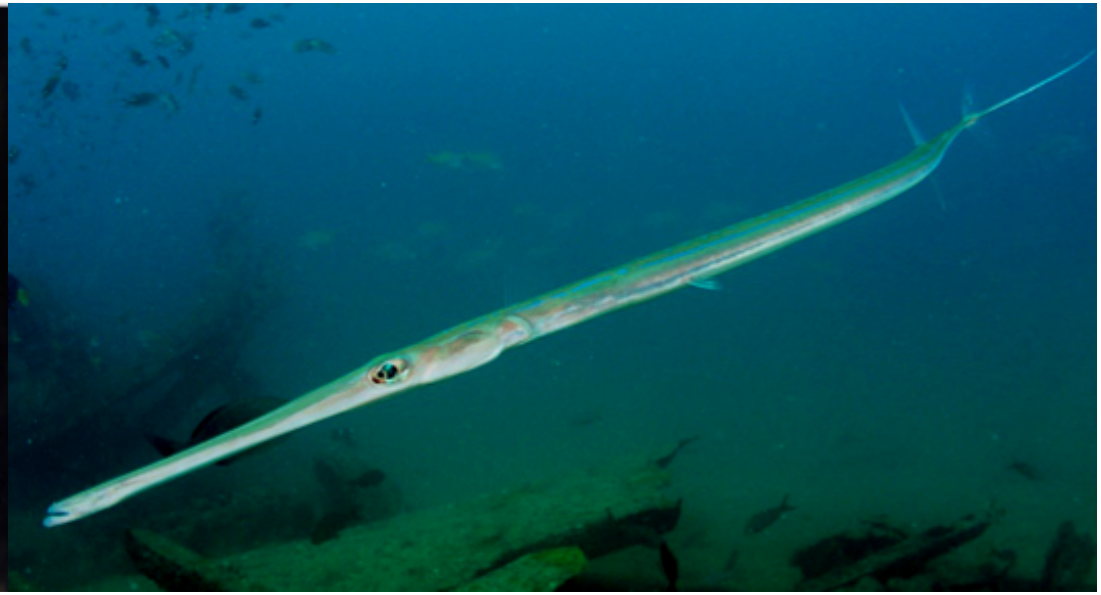


Pour une revue, voir Lejeusne et al. 2010 TREE

Réchauffement de la Méditerranée et invasions biologiques

Le cas des poissons lessepsiens

Siganus rivulatus



Fistularia commersonii

Les introductions et invasions biologiques, des composantes du changement global, avec des effets sur le fonctionnement des écosystèmes

Lejeusne et al. 2010 TREE

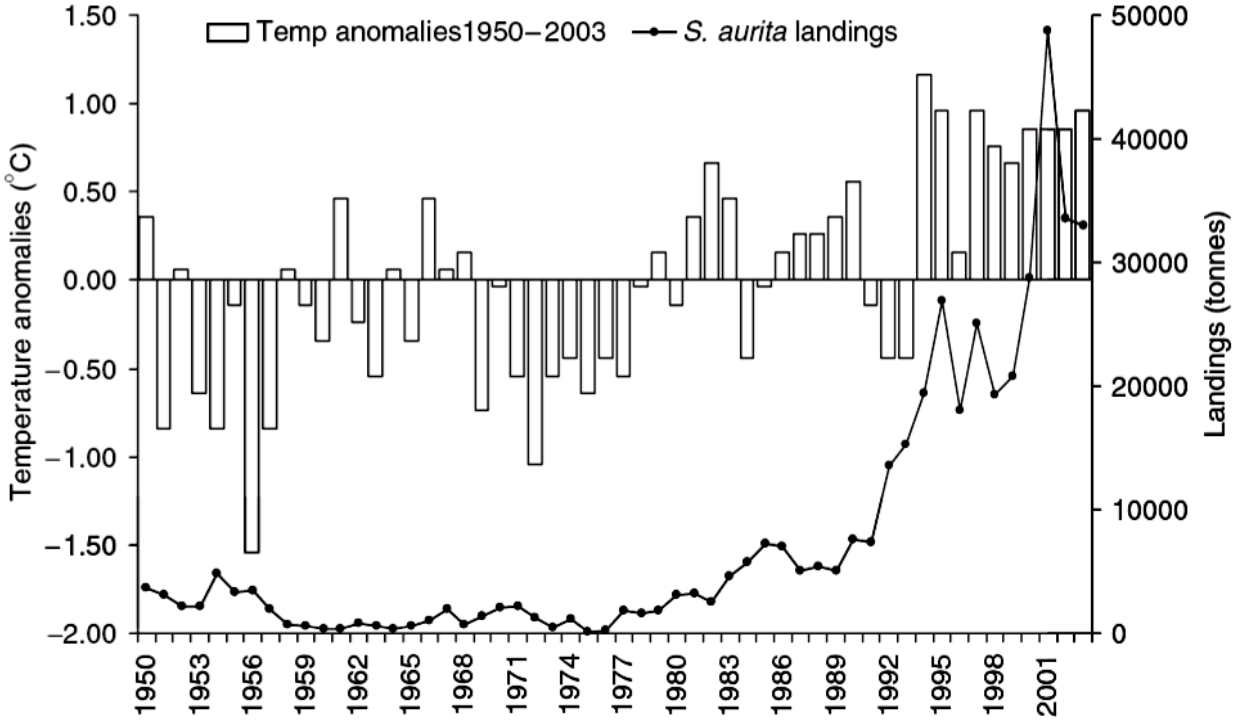
BAIGNADE

MEDITERRANEE : ATTENTION AUX RAIES VENIMEUSES

Par CNEWS - Mis à jour le 14/08/2018 à 12:09
Publié le 14/08/2018 à 12:08

Effet sur certaines pêcheries en Méditerranée

Pêche de la Sardinelle en relation avec le réchauffement



Des effets négatifs sur les espèces « d'eaux froides » !

Exemples:

- **Sprat** en Adriatique et dans le Golf du Lion
- **Anchois** en Adriatique

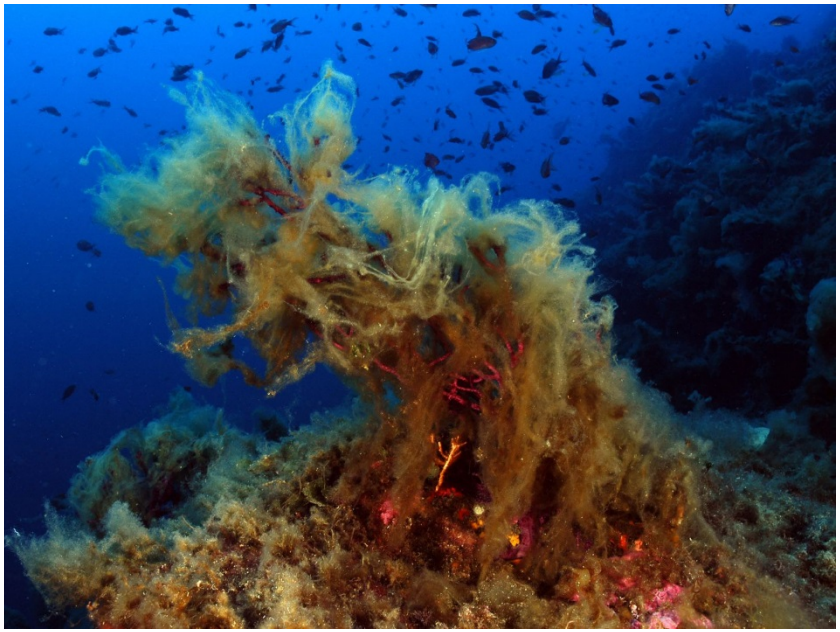
Francour et al 1994; Bonbace 2001

- progression de la pêche avec l'augmentation de la fréquence des anomalies thermiques
- prises maximales l'année suivant une température élevée en avril de l'année précédente

Sabates et al. 2006 Glob Change Biol

Réchauffement de la Méditerranée et « pollutions biologiques »

Les blooms mucilagineux



Événements fréquents en Méditerranée nord occidentale et en Adriatique

Facteurs de déclenchement énigmatiques

Des effets variables sur les peuplements dressés (+++ gorgones)

Trois espèces principales :

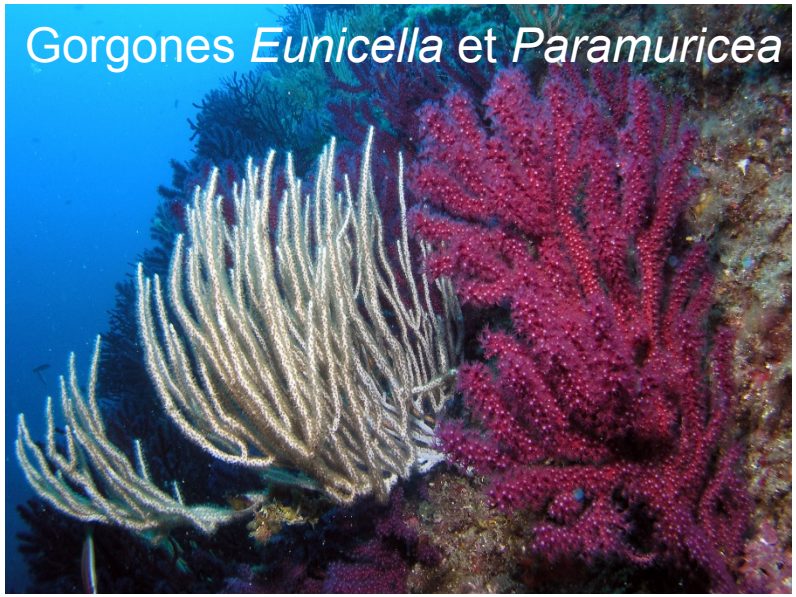
- *Nematochrysopsis marina*
- *Chrysonephos lewisii*
- *Acinetospora crinita*

Schiaparelli et al. 2007

Bloom en 2003, *A. crinita* espèce dominante (exceptionnel), **lien avec l'anomalie thermique de 2003**, effets sur plusieurs espèces d'éponges, sur scléractiniaires et algues calcaires (blanchissement)

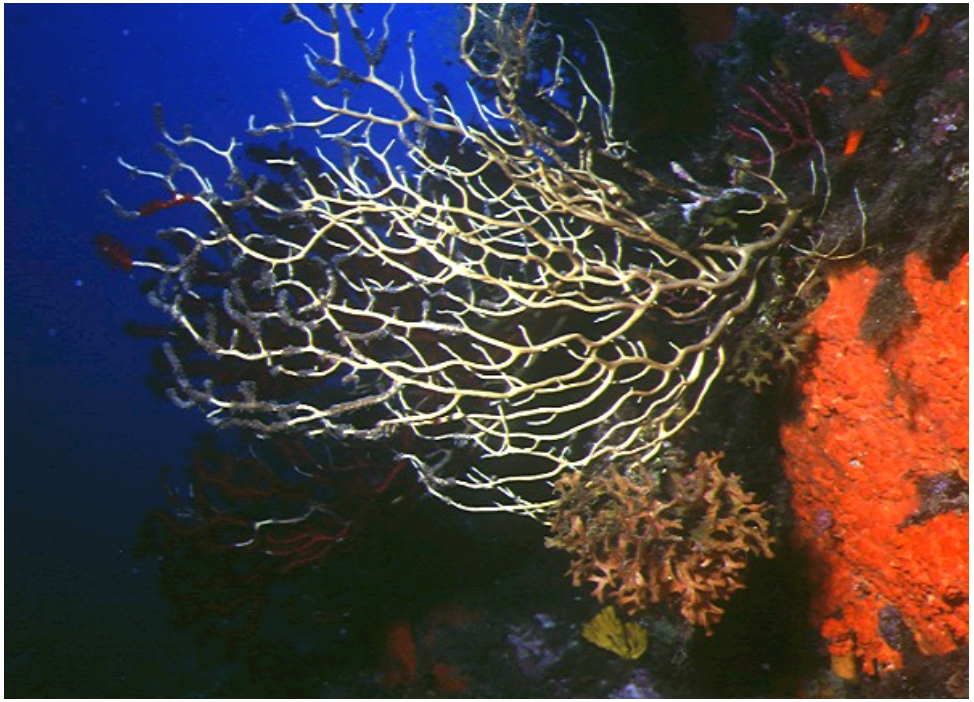
Voir aussi Sartoni & Sonni, 1991 ; Guliani et al. 2005

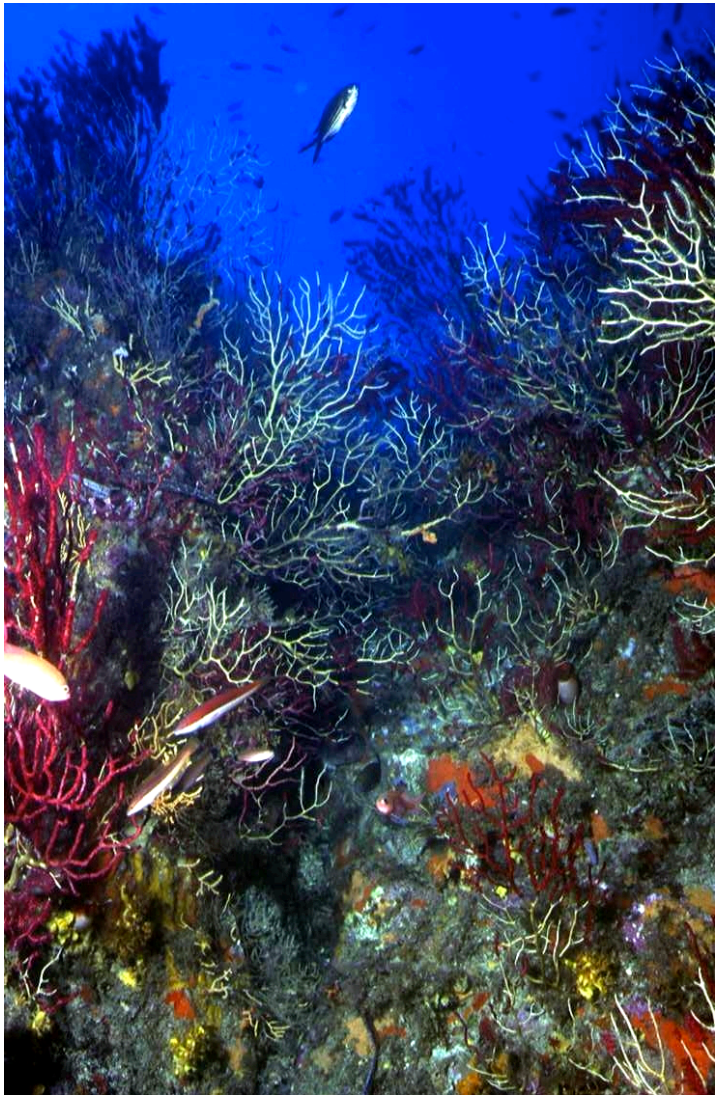
Épizooties et mortalités massives d'invertébrés benthiques

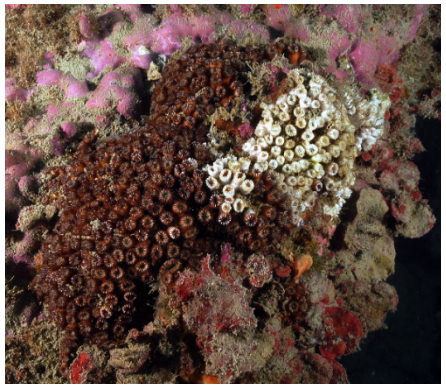


Des espèces sessiles, endémiques de Méditerranée, des clés de voûte

Épizooties et mortalités massives d'invertébrés benthiques







Aires géographiques de + en + vastes

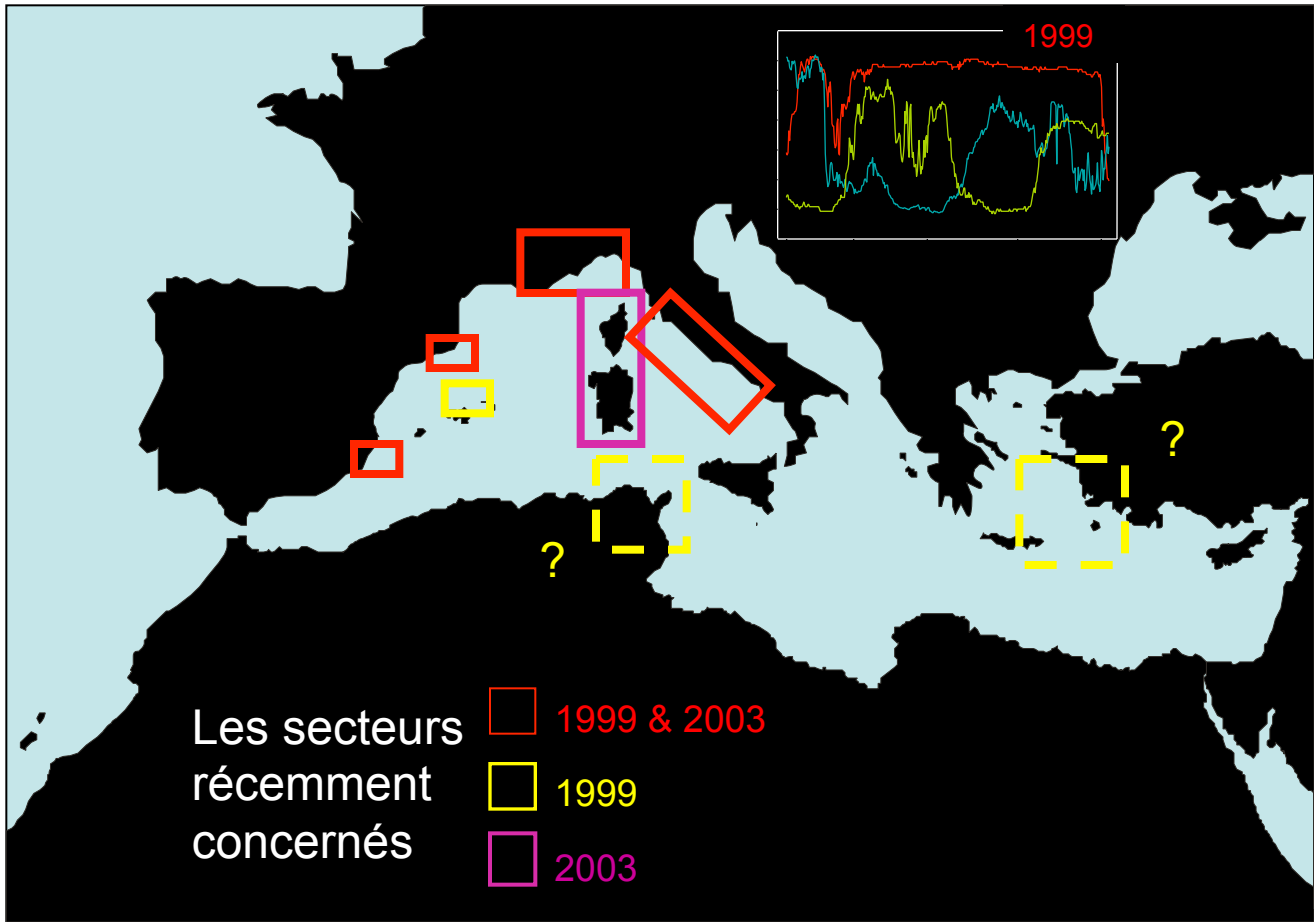
Épizooties et mortalités massives d'invertébrés benthiques

Une littérature récente abondante :
e.g. Cerrano et al. 2000; Pérez et al. 2000; Metalpa et al. 2000; Cerrano et al. 2006; Coma et al. 2006; Garrabou et al. 2009; etc.

Les anomalies thermiques (+++ 1999 & 2003)

Quelques précédents, des signaux d'alarme :

- **Vacelet 1994**: maladie des éponges des années 80 – toute la Med (+++ Sud & Est)
- **Harmelin & Marinopoulos 1994**: nécroses des gorgones liées au réchauffement?
- **Kushmaro et al. 1996**: blanchissement d'*Oculina patagonica* – Med. Orientale



Épizooties et mortalités massives d'invertébrés benthiques

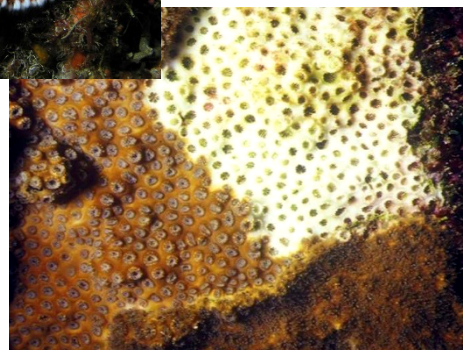
Mécanismes, stress physiologique ou maladie infectieuse ?

Deux cas comparables

Vol. 171: 131–137, 1998 | MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES Mar Ecol Prog Ser | Published October 1

Effect of temperature on bleaching of the coral *Oculina patagonica* by *Vibrio* AK-1

A. Kushmaro[1], E. Rosenberg[2], M. Fine[1], Y. Ben Haim[2], Y. Loya[1,*]



JMBA2 - Biodiversity Records
Published on-line

Temperature induced disease in the starfish *Astropecten jonstoni*

Annette Staehli*[,j], Rolf Schaerer[†], Katharina Hoelzle[‡] and Georg Ribi*

*Zoological Museum, University of Zurich, Winterthurerstr. 190, 8057 Zurich, Switzerland. [†]ISME St.Gallen, Bruehlgasse 18, 9004 St.Gallen, Switzerland. [‡]Institute of Veterinary Bacteriology, University of Zurich, Winterthurerstr. 270, 8057 Zurich, Switzerland.
[j]Corresponding author, e-mail: annettestaehli@access.unizh.ch

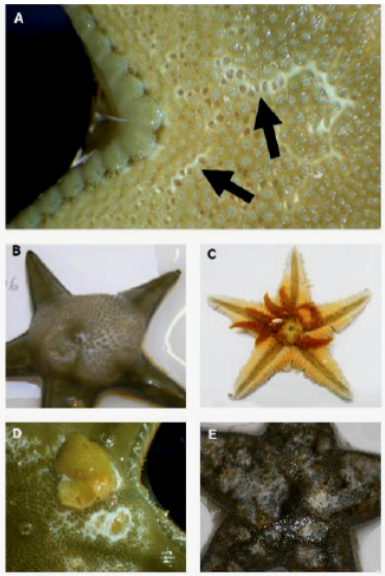


Figure 1. Manifestation of disease in *Astropecten jonstoni*. A first sign of disease was indicated by small white lesions (A – arrows) and a loss of the body tension. Most animals produced a lot of slime and some swelled up with a single, large blister under the dorsal skin; (B) Animals could evert intact (C – Pylorus glands egested at the oral side) or partially dissociating tissues and body organs (D) through ruptures in the body wall and the white lesions then spread across the body surface (D and E). In most cases animals were largely destroyed after two days, although they were still moving their ambulacral feet. In general the animals had fully disintegrated within six days.

Dans les deux cas, l'implication d'un Vibrio dont la virulence est favorisée par le réchauffement

Épizooties et mortalités massives d'invertébrés benthiques

Mécanismes : stress physiologique ou maladie infectieuse

PERGAMON

Water Research 36 (2002) 779–782

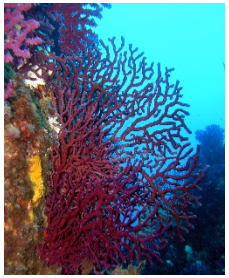
WATER RESEARCH

www.elsevier.com/locate/watres

Research note

Gorgonians mass mortality during the 1999 late summer in French Mediterranean coastal waters: the bacterial hypothesis

Y. Martin*, J.L. Bonnefont, L. Chancerelle



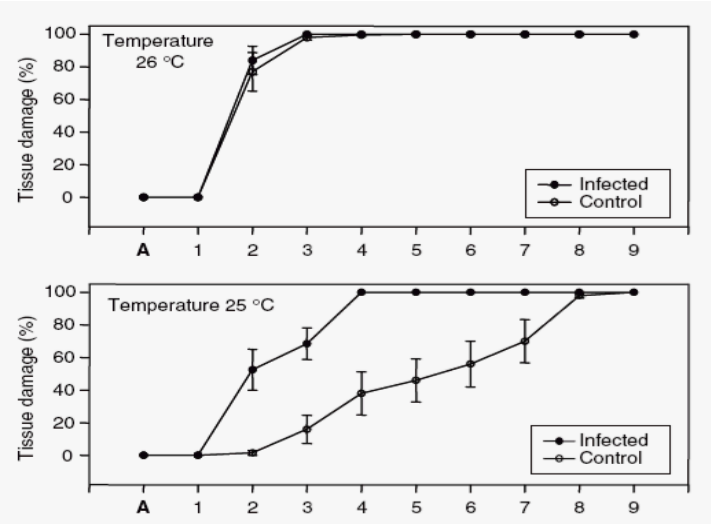
Global Change Biology (2007) 13, 2078–2088, doi: 10.1111/j.1365-2486.2007.01423.x

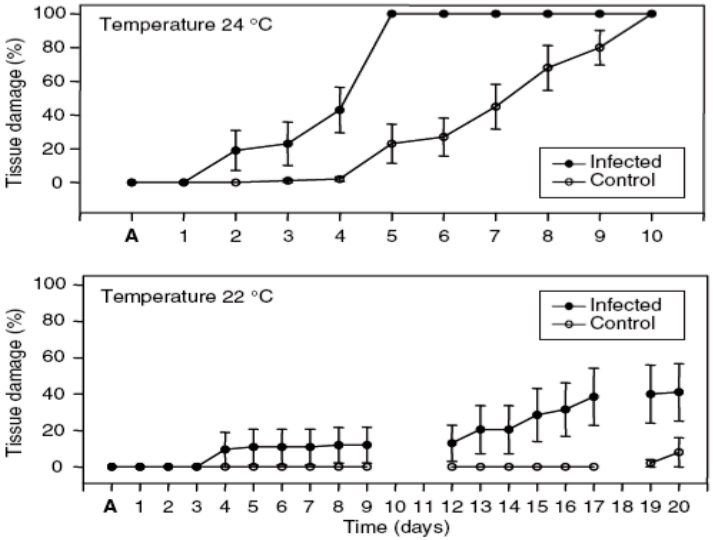
Thermodependent bacterial pathogens and mass mortalities in temperate benthic communities: a new case of emerging disease linked to climate change

MARC BALLY and JOAQUIM GARRABOU

Vibrio coralliilyticus

- Isolement d'un vibrio thermodépendant
- Vérification du principe de Koch





Épizooties et mortalités massives d'invertébrés benthiques

environmental microbiology

society for applied microbiology sfam

Environmental Microbiology (2010) **12**(7), 2007–2019 doi:10.1111/j.1462-2920.2010.02209.x

Vibrio infections triggering mass mortality events in a warming Mediterranean Sea

Besoin de suivis « épidémiologiques »

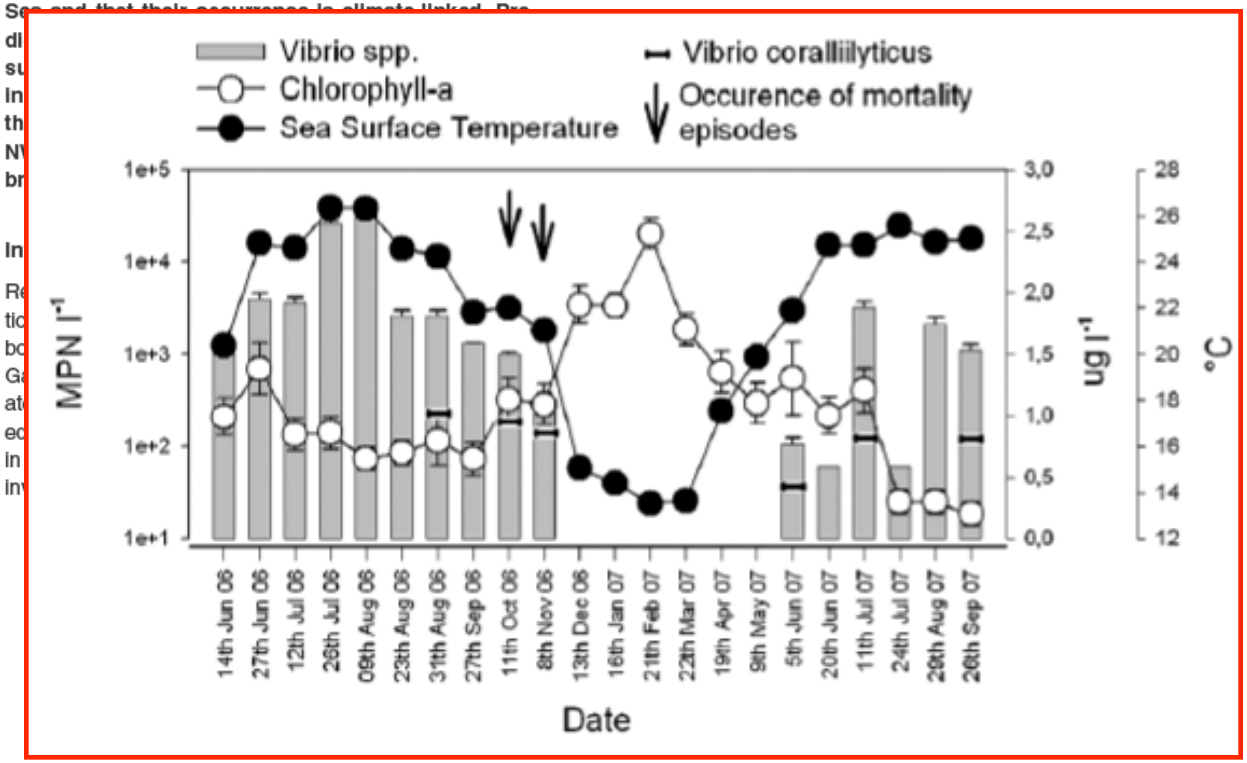
Luigi Vezzulli,[1]* Monica Previati,[2] Carla Pruzzo,[1] Anna Marchese,[3] David G Bourne,[4] Carlo Cerrano[2] and the VibrioSea Consortium[†]

[1]*Dipartimento di Biologia, University of Genoa, Viale Benedetto XV, 5, 16132 Genova, Italy.*
[2]*Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse, University of Genoa, Corso Europa 26, 16132 Genova, Italy.*
[3]*Sezione di Microbiologia del DISCMIT, University of Genoa, Largo R. Benzi 10, 16132 Genova, Italy.*
[4]*Australian Institute of Marine Science, Townsville, Qld 4810 Australia.*

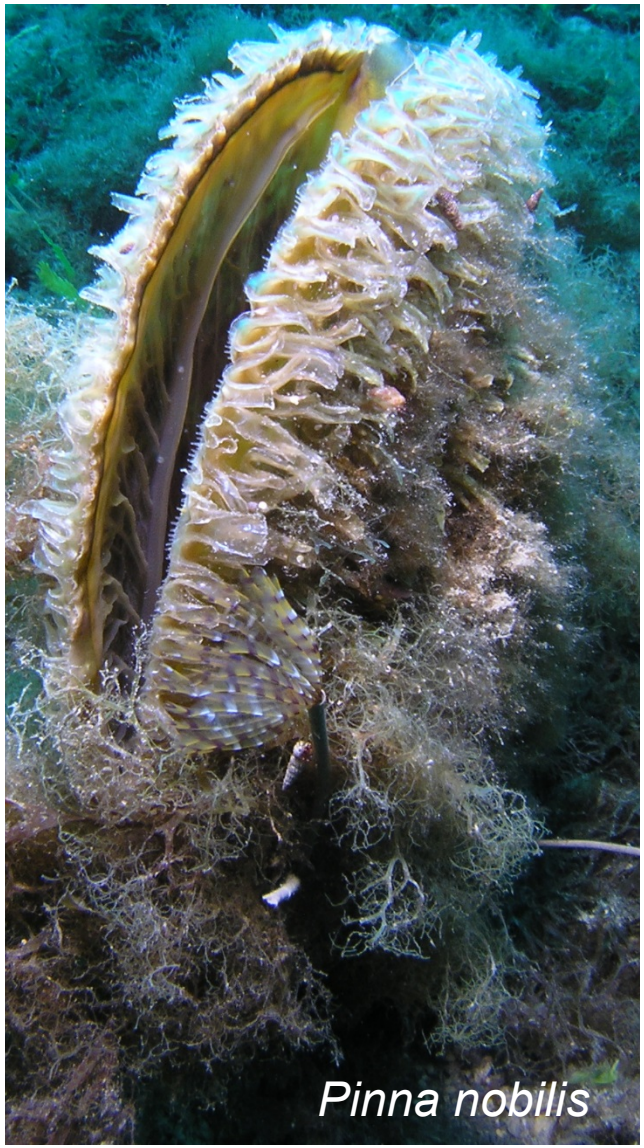
Summary

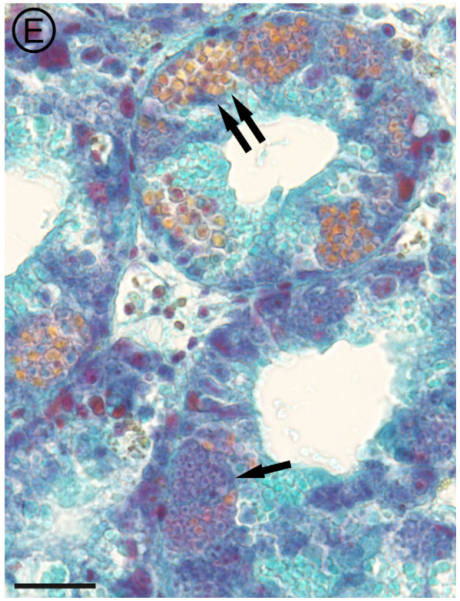
Mass mortality events of benthic invertebrates in the temperate north-western (NW) Mediterranean Sea have been observed in recent seasons. A 16 month *in situ* study in the Ligurian Sea (NW Mediterranean Sea) demonstrated that the occurrence of *Paramuricea*

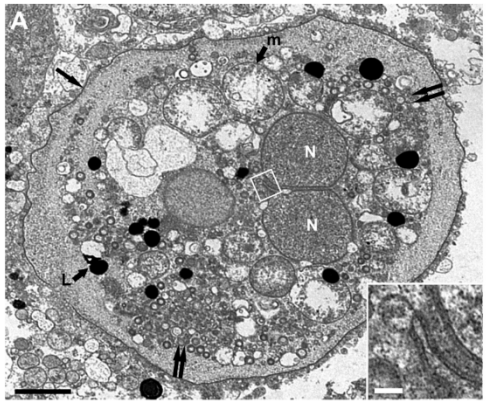
tions may act as an additional triggering mechanism of mass mortality events in the coastal Mediterranean



Épizooties et mortalités massives des grandes nacres







Haplosporidium pinnae sp. nov.

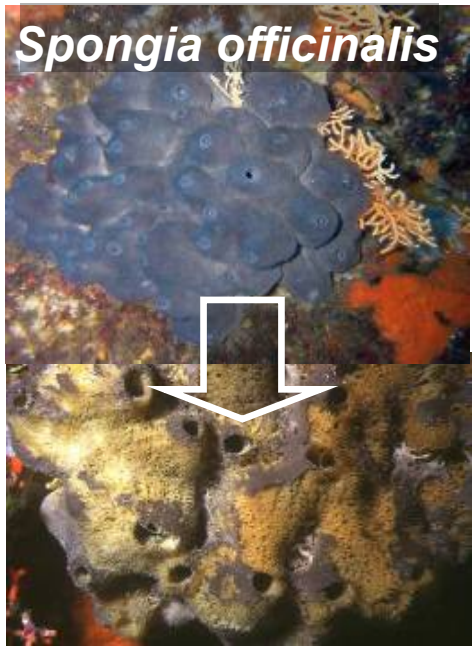
Une famille de pathogène connue chez d'autres bivalves

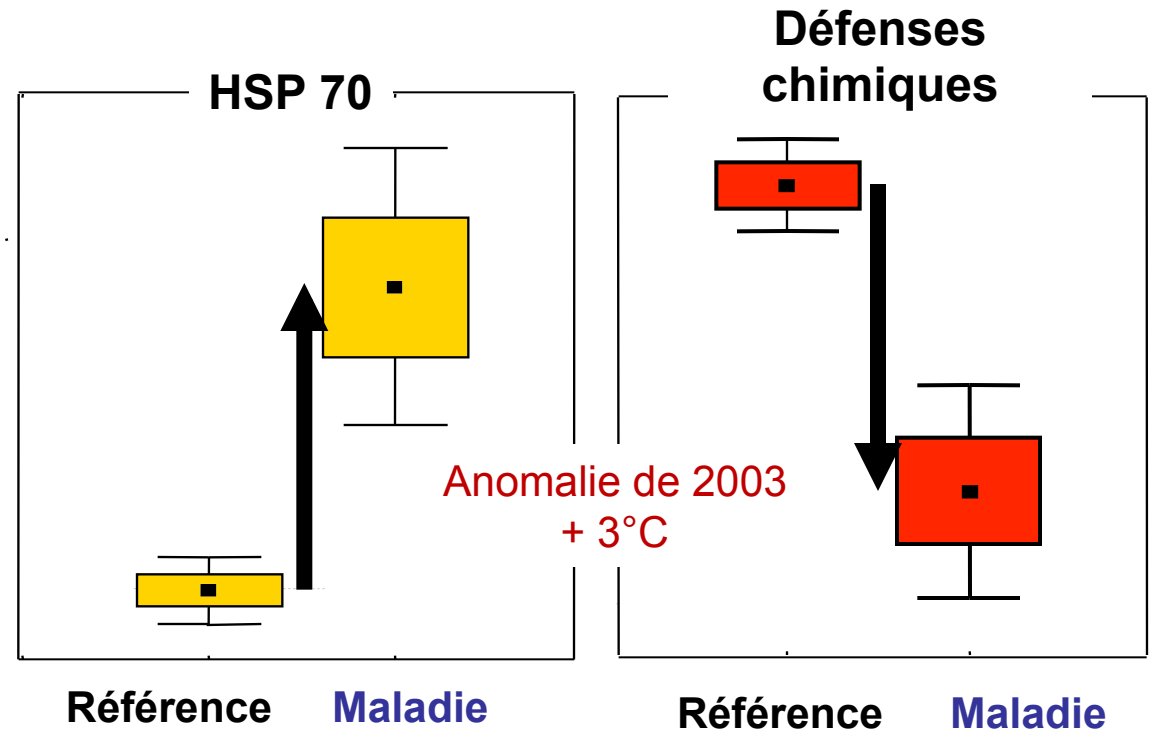
? La virulence s'exprimerait préférentiellement à température élevée

Catanese et al. 2018 J. Invert. Path.

Épizooties et mortalités massives d'invertébrés benthiques

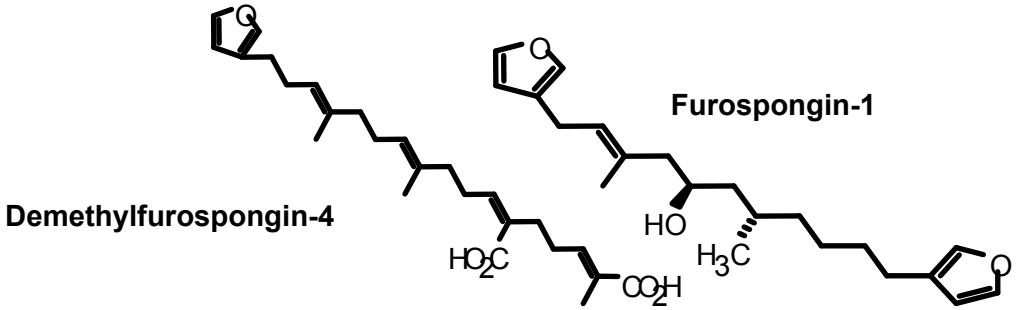
Stress physiologiques et défenses de l'organisme



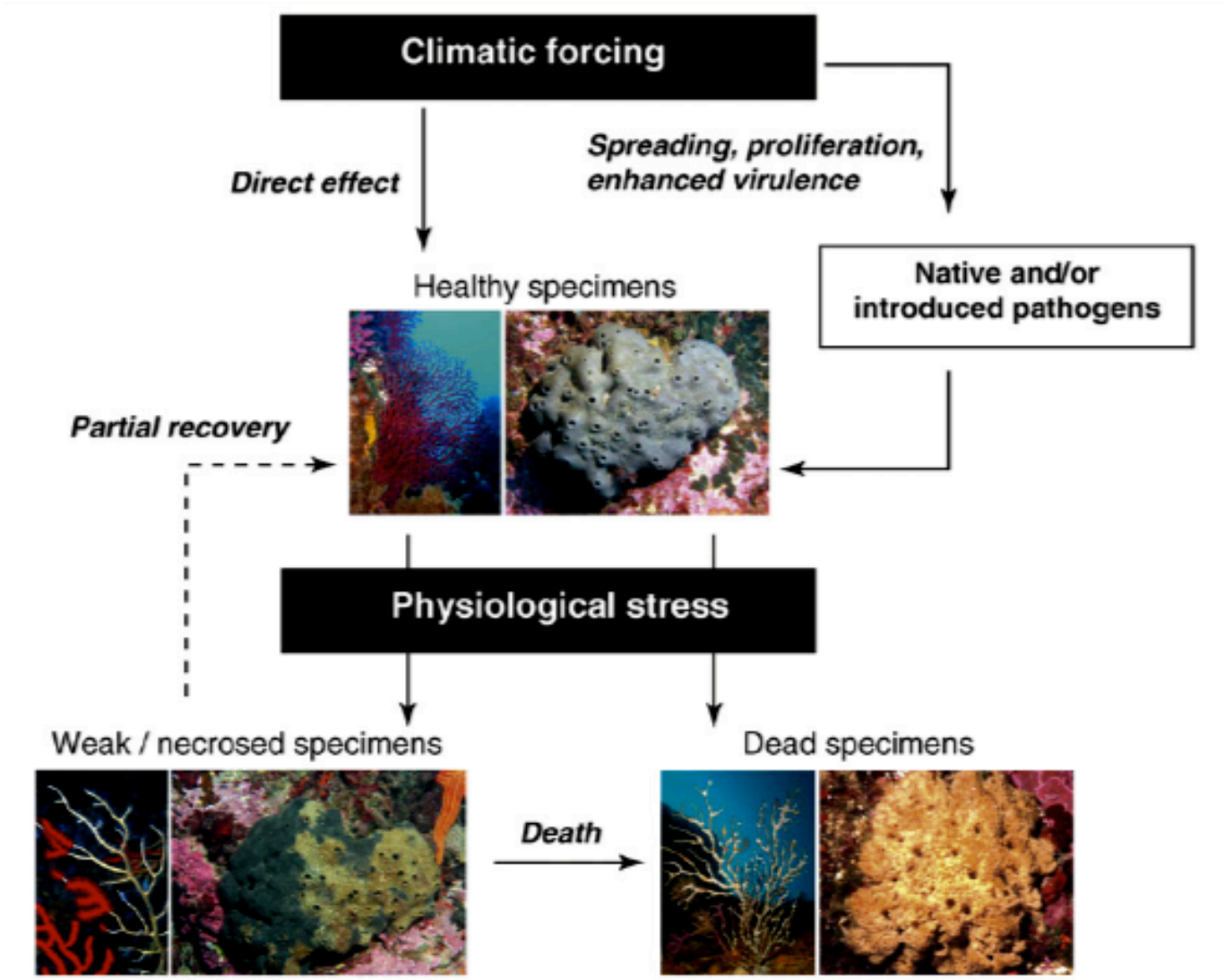


Inhibition de la production de composés anti-prolifératifs

Porte ouverte à toutes sortes de pathogènes !



Combinaison stress physiologique et infection



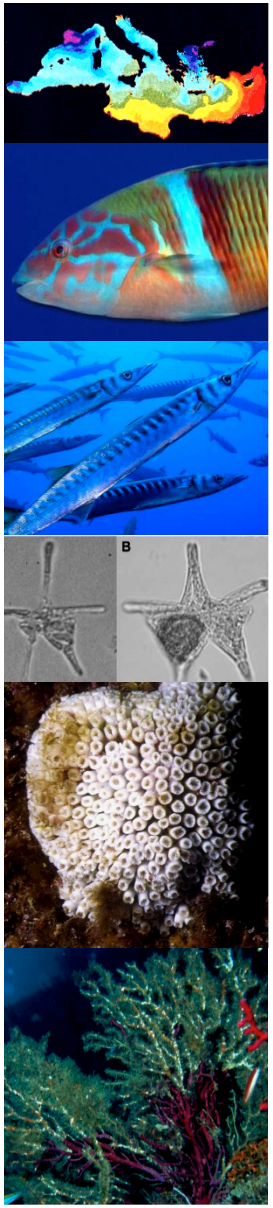
Lejeusne et al. 2010 TREE

CONCLUSION

- **Émergence des séries à long terme** d'enregistrements de température, nécessité de séries pour d'autres régions ou d'autres variables hydrologiques

- **Des effets biologiques plutôt sympathiques, et** d'autres vécus comme **des catastrophes écologiques**

- Quels **effets combinés** entre changement climatique et perturbations plus locales ?

- Quelle **capacité d'adaptation** à ce nouveau régime de stress (**mécanismes micro évolutifs**) ? Recherches épidémiologiques ?

- Quelles conséquences sur le **fonctionnement des écosystèmes ;** Impact sur les **services écosystémiques** ?