

# Fiche I-3 : Response of Phytoplankton Communities to Variation in Salinity in a Small Mediterranean Coastal Lagoon: Future Management and Foreseen Climate Change Consequences

ANNÉE	2023
RÉGION	Corse
TERRITOIRE CONCERNÉ	Lagune de Santa Giulia



## AUTEURS

LIGORINI V., GARRIDO M., MALET N., SIMON L., ALONSO L., BASTIEN R., AIELLO A., CECCHI P., PASQUALINI V.

## Thématiques ciblées

Ecologie des milieux lagunaires

## Statut (en cours ou finalisé)

Finalisé

## Années de réalisation

2023

## Objectifs

Savoir si les variations de salinité imposées par le changement climatique et/ou les actions de gestion pourraient perturber les communautés phytoplanctoniques des lagunes méditerranéennes.

## Résumé

Les lagunes côtières méditerranéennes sont particulièrement vulnérables aux menaces anthropiques directes croissantes et au changement climatique. Comprendre leurs réponses potentielles aux changements globaux et locaux est essentiel pour développer des stratégies de gestion adaptées à ces écosystèmes. La salinité est un facteur structurant fondamental pour les communautés phytoplanctoniques ; cependant, son rôle dans le changement climatique est peu étudié. Nous avons émis l'hypothèse que les variations de salinité imposées par le changement climatique et/ou les actions de gestion pourraient perturber les communautés phytoplanctoniques des

lagunes méditerranéennes. Pour tester notre hypothèse, nous avons réalisé deux expériences en microcosmes de 5 jours au cours desquelles des assemblages naturels de phytoplancton de la lagune de Santa Giulia (Corse) ont été soumis à trois niveaux de salinité croissants (53-63-73) et décroissants (33-26-20), pour imiter respectivement une forte évaporation et des crues soudaines. Les résultats indiquent que la sursalinisation a inhibé la croissance et modifié la composition des assemblages. Au contraire, le rafraîchissement a eu des effets faibles, augmentant principalement l'abondance du microphytoplancton et appauvrissant la diversité aux niveaux de salinité les plus bas. Dans les deux expériences et en particulier lors du rafraîchissement, des espèces initialement rares ont émergé, tandis que l'activité photosynthétique a été dégradée uniquement par l'augmentation de la salinité. Nous avons démontré que la structure et le métabolisme des communautés phytoplanctoniques sont fortement modifiés par les implications prévues du changement climatique. De tels impacts doivent être pris en compte pour la gestion future des lagunes côtières (contrôle des échanges marins et des flux des bassins versants). Ces travaux constituent une étape prioritaire vers une gestion proactive et adaptée et la conservation d'écosystèmes encore négligés dans le contexte du changement climatique.

### Méthode et outils développés

Méthode expérimentale des microcosmes pour mimer le changement climatique. Pour répondre aux objectifs, deux expérimentations en microcosme ont été réalisées à deux saisons différentes afin de pouvoir mimer des scénarios de changement climatique. Une expérimentation a été réalisée en juillet afin de mimer un phénomène de chaleur et évaporation extrêmes (sursalure) et une expérimentation en octobre en appliquant une dessalure, pour reproduire les effets d'un phénomène de pluie extrême (ou flash flood). Pour chaque expérimentation, des prélèvements d'eau ont été collectés dans la lagune de Santa Giulia, choisie comme site d'étude en raison de sa forte sensibilité aux changements climatiques. Les expérimentations ont été réalisées dans un bac à parois isolantes situé en extérieur, afin de s'approcher au maximum des conditions naturelles qui pourraient être retrouvées dans le milieu. Pour chaque expérimentation, un contrôle (C) et trois niveaux de traitement ont été établis au cours desquelles des assemblages naturels de phytoplancton de la lagune de Santa Giulia (Corse) ont été soumis à trois niveaux de salinité croissants (53-63-73) par ajouts de sels successifs, et décroissants (33-26-20) par ajout d'eau distillée, pour imiter respectivement une forte évaporation et des crues soudaines. Les réponses des communautés phytoplanctoniques aux variations de salinité (suivies pendant cinq jours ; 96 h) ont été mesurées en termes de variations de biomasse (chlorophylle a), composition (fluorimétrie, analyse pigmentaire, microscopie optique), structure (cytométrie en flux, indice de diversité de Shannon) et métabolisme, par biais de l'évaluation à travers la fluorimétrie PAM (Pulse Amplitude Modulated) de l'efficacité photosynthétique ( $F_v/F_m$  ; considéré comme un indicateur de l'état de santé de la communauté).

### Trajectoire

La sursalinisation a inhibé la croissance et modifié la composition des assemblages naturels phytoplanctoniques. Au contraire, le rafraîchissement a eu des effets faibles, augmentant principalement l'abondance du microphytoplancton et appauvrissant la diversité aux niveaux de salinité les plus bas. Dans les deux expériences et en particulier lors du rafraîchissement, des espèces initialement rares ont émergé, tandis que l'activité photosynthétique a été dégradée uniquement par l'augmentation de la salinité. La structure et le métabolisme des communautés phytoplanctoniques sont fortement modifiés par les implications prévues du changement climatique.

## Perspectives

Ce travail constitue la première étude sur les potentielles réponses des communautés phytoplanctoniques lagunaires face aux variations de salinité imposées par le changement climatique en Méditerranée. Les résultats de cette étude montrent clairement que les communautés phytoplanctoniques lagunaires sont fortement impactées par des variations soudaines de salinité, en termes de biomasse, structure, composition et métabolisme. Jusqu'à présent, les valeurs de salinité testées restent des extrêmes en milieu naturel, qui ne sont enregistrées que dans des cas rares et qui sont le résultat de plusieurs jours de forte évaporation ou pluies intenses. Toutefois, avec la progression du changement climatique ces phénomènes pourront devenir de plus en plus fréquents et soudains (Figure 5). Les modifications profondes des communautés phytoplanctoniques démontrées le long de ce travail impliquent des potentielles répercussions aux niveaux trophiques supérieurs dans le milieu naturel sous ces changements. En particulier, des modifications dans l'abondance, la taille des organismes et la composition spécifique, ainsi que la perte de diversité et la favorisation d'espèces rares et potentiellement nuisibles peuvent avoir des effets profonds au niveau du zooplancton, prédateur du phytoplancton, et des consommateurs supérieurs et amener à une augmentation des phénomènes de Harmful Algal Blooms. Cela pourrait conduire à des altérations des fonctionnements écologiques des systèmes lagunaires, donc, pour garantir la persistance de ces écosystèmes et éviter la perte de leurs services écosystémiques, il est nécessaire d'envisager une gestion proactive, afin d'éviter de tomber dans ces conditions « extrêmes ». Pour mitiger les variations intenses de salinité il est donc nécessaire de se concentrer sur une gestion intégrée de la connectivité hydrologique des lagunes, du bassin versant, avec la gestion des activités humaines et de l'occupation des sols, jusqu'à la mer, à travers la gestion des graus. Sur les bassins versants, la gestion des ressources en eaux douce, de plus en plus raréfiées à cause, entre-autre, du changement climatique, est fondamentale pour garantir des apports aux systèmes lagunaires, et une communication efficace avec le milieu marin est essentielle afin de préserver une bonne circulation et dilution des eaux lagunaires.

## Source

Ligorini, V., Garrido, M., Malet, N., Simon, L., Alonso, L., Bastien, R., Aiello, A., Cecchi, P., Pasqualini, V., 2023. Response of Phytoplankton Communities to Variation in Salinity in a Small Mediterranean Coastal Lagoon: Future Management and Foreseen Climate Change Consequences. *Water* 15, 3214. <https://doi.org/10.3390/w15183214>

## Lien

Article de synthèse sur le site du Pôle-relais lagunes méditerranéennes <https://pole-lagunes.org/lagunes-et-variations-de-salinite-anticiper-le-changement-climatique-pour-une-gestion-proactive/>

## FINANCEMENT

Université de Corse, Gouvernement français et Conseil Régional de Corse (projet CPER Gerhyco)

## Autre Publication scientifique

Small Mediterranean coastal Lagoons Under Threat: Hydro-ecological Disturbances and Local Anthropogenic Pressures (Size Matters)

### ANNÉE

2023

### RÉGION

Corse

### TERRITOIRE CONCERNÉ

Lagunes de Arasu, Santa Giulia, Balistra



### AUTEURS

LIGORINI V., CRAYOL E., HUNEAU F., GAREL E., MALET N., GARRIDO M., SIMON L., CECCHI P., PASQUALINI V.

### FINANCEMENT

CNRS-Stella Mar, IFREMER, Office de l'Environnement de la Corse, Université de Corse, Université de Montpellier-MARBEC.

### Résumé

Les lagunes côtières méditerranéennes sont affectées par de multiples menaces (pressions démographiques, eutrophisation, changement climatique) qui devraient s'intensifier à l'avenir et impacter les services écosystémiques qu'elles rendent. Les normes de conservation et les études scientifiques se concentrent généralement sur les grandes lagunes (> 0,5 km<sup>2</sup>) en raison de leur importance économique, négligeant les lagunes plus petites. Celles-ci sont mal connues et souvent non protégées, malgré leur présence en Méditerranée et leur importance. Une caractérisation qualitative et quantitative des petites lagunes, en termes de fonctionnement et de sensibilité aux changements globaux et locaux, est nécessaire pour élaborer des stratégies de gestion adaptées. À cette fin, ce travail présente le premier inventaire de toutes les lagunes corse et a étudié trois d'entre elles de petite taille (Arasu, Santa Giulia, Balistra), caractérisées par des contextes anthropiques contrastés (fortement modifiées/perturbées, moyennement perturbées, quasi-pristines). À l'échelle régionale, 91 des 95 lagunes recensées ont une superficie inférieure à 0,5 km<sup>2</sup>, faisant de la Corse un bon exemple pour l'étude des petites lagunes méditerranéennes.

Les trois études de cas ont révélé des différences dans leurs cycles biogéochimiques saisonniers et leurs communautés phytoplanctoniques (biomasse, diversité, efficacité photosynthétique). Les lagunes d'Arasu et de Santa Giulia ont présenté une urbanisation accrue de leurs bassins versants (+12 % et +6 % en 30 ans), une biomasse phytoplanctonique élevée, une faible diversité et des proliférations de dinoflagellés potentiellement nuisibles. À l'inverse, la lagune de Balistra a montré un bon état général, malgré la présence de certaines sources de pollution anthropique dans son bassin versant. Cette étude démontre l'importance des petites lagunes à l'échelle régionale et méditerranéenne, et apporte des connaissances sur les sites locaux étudiés, ainsi que des applications potentielles ailleurs. L'importance d'une approche intégrée prenant en compte les lagunes dans leurs systèmes connectés adjacents (bassin versant et mer) et les contextes anthropiques est soulignée.

Source

Ligorini, V., Crayol, E., Huneau, F. et al. Small Mediterranean coastal Lagoons Under Threat: Hydro-ecological Disturbances and Local Anthropogenic Pressures (Size Matters). *Estuaries and Coasts* 46, 2220–2243 (2023). <https://doi.org/10.1007/s12237-023-01182-1>

## Autre Publication scientifique

Phytoplankton dynamics and bloom events in oligotrophic Mediterranean lagoons: seasonal patterns but hazardous trends

ANNÉE

2022

RÉGION

Corse

TERRITOIRE CONCERNÉ

Lagunes de Diana et Urbino



## AUTEURS

LIGORINI V., MALET N., GARRIDO M., DEROLEZ V., AMAND M., BEC B., CECCHI P., PASQUALINI V.

## Résumé

Des analyses saisonnières détaillées de la composition des communautés phytoplanctoniques ont été réalisées sur des jeux de données à long terme (20 ans) de deux lagunes oligotrophes méditerranéennes (Diana et Urbino), afin de déterminer si les schémas de la communauté phytoplanctonique et des efflorescences dépendent des saisons. Nos résultats mettent en évidence une composition phytoplanctonique similaire entre les deux lagunes, mais des schémas différents en termes d'abondance, de chronologie, d'ampleur et de fréquence d'apparition des unités taxonomiques, ainsi que de fréquence des efflorescences.

Le groupe dominant de diatomées a montré une répartition saisonnière, avec une contribution maximale de *Skeletonema* sp. en hiver et au printemps. D'autres groupes émergent aux saisons plus chaudes (par exemple, *Chaetoceros* spp.), tandis que d'autres ne présentent pas de saisonnalité marquée (par exemple, *Pseudo-nitzschia* spp.). L'abondance des dinoflagellés était plus élevée en automne, avec des proliférations ponctuelles tout au long de l'année. La salinité était le paramètre environnemental le plus déterminant dans le contrôle de la communauté phytoplanctonique de la lagune de Diana, tandis que la communauté d'Urbino était principalement contrôlée par la turbidité.

Une évolution inquiétante de la diatomée toxique *Pseudo-nitzschia* spp., liée aux variations de salinité et de température, a été détectée dans les deux lagunes. Nous avons également démontré que des changements au sein de la communauté phytoplanctonique sont en cours dans ces lagunes, malgré leurs contextes de pression anthropique contrastés, ce qui indique que des impacts importants sur la dynamique du phytoplancton et le déclenchement de proliférations dans les lagunes méditerranéennes sont à prévoir dans le cadre des scénarios de changement climatique actuels et futurs.

## Source

Ligorini, V., Malet, N., Garrido, M. *et al.* Phytoplankton dynamics and bloom events in oligotrophic Mediterranean lagoons: seasonal patterns but hazardous trends. *Hydrobiologia* 849, 2353–2375 (2022). <https://doi.org/10.1007/s10750-022-04874-0>

## Autre Publication scientifique

Long-term ecological trajectories of a disturbed Mediterranean coastal lagoon (Biguglia lagoon): Ecosystembased approach and considering its resilience for conservation?

ANNÉE	2022
RÉGION	Corse
TERRITOIRE CONCERNÉ	Lagune de Biguglia



## AUTEURS

LIGORINI V., MALET N., GARRIDO M., FOUR B., ETOURNEAU S., LEONCINI A.S., DUFRESNE C., CECCHI P., PASQUALINI V.

## Résumé

Les lagunes côtières subissent des pressions anthropiques directes et indirectes toujours croissantes et se dégradent inexorablement, leur résilience étant gravement compromise. Dans cet article, nous avons évalué le fonctionnement et l'évolution de la lagune côtière de Biguglia (mer Méditerranée, Corse), fortement perturbée, à l'aide d'une approche écosystémique (AE), en utilisant de multiples indicateurs biotiques et abiotiques (contexte hydroclimatique et eutrophisation), en considérant sa connectivité avec la mer et son bassin versant, ainsi que ses compartiments biologiques (macrophytes, phytoplancton et espèces invasives) et en prenant en compte l'influence humaine (gestions et activités de pêche).

L'objectif de ce travail est, en premier lieu, de fournir une analyse complète de la trajectoire d'évolution écologique à long terme (2000-2021) de la lagune, puis, à partir de ces résultats, d'anticiper des stratégies de gestion pour soutenir sa conservation et sa restauration, ainsi que le maintien des services écosystémiques qu'elle rend. Les résultats ont révélé que, si la lagune a montré ces dernières années une bonne capacité de récupération après une perturbation et d'absorption des changements, elle a récemment présenté des modifications considérables de la composition de sa communauté phytoplanctonique, une susceptibilité accrue aux invasions biologiques et une réduction drastique des stocks de poissons. Les importantes variations interannuelles de la salinité moyenne, fortement dépendantes des interventions de gestion au-delà de la variabilité climatique naturelle, ont résumé cette instabilité. À l'avenir, la lagune pourrait ne plus être en mesure de faire face même à de faibles perturbations, qui pourraient alors suffire à atteindre un point de rupture et à faire basculer le système de manière permanente dans des états indésirables/dégradés. Nous avons démontré que les actions de gestion locales et ponctuelles ne sont pas toujours bénéfiques pour l'ensemble de l'écosystème, voire néfastes dans certains cas. Une telle approche rétrospective fondée sur l'écosystème est fondamentale pour produire les connaissances holistiques nécessaires à la mise en œuvre d'une gestion intégrée et efficace des écosystèmes.

Cela contribue à renforcer la résilience des lagunes et, par conséquent, à préserver leurs services écosystémiques face à l'intensification des changements globaux. De tels enseignements sont utiles à tous les écosystèmes comparables.

Source

Ligorini V, Malet N, Garrido M, Four B, Etourneau S, Leoncini AS, Dufresne C, Cecchi P and Pasqualini V (2022) Long-term ecological trajectories of a disturbed Mediterranean coastal lagoon (Biguglia lagoon): Ecosystem-based approach and considering its resilience for conservation? *Front. Mar. Sci.* 9:937795. doi: [10.3389/fmars.2022.937795](https://doi.org/10.3389/fmars.2022.937795)