

LES DINOFLAGELLES TOXIQUES SUR *ULVA RIGIDA* DANS LE GOLFE DE GABES

Lamia DAMMAK WALHA^{1,2}, Asma HAMZA², Aymen MECHI³, Fatma ABDMOULEH^{1,2},
Mabrouka MAHFOUDI² et Cherif SAMMARI²

1 Faculté des Sciences de Sfax,

2 Institut National des Sciences et des Technologies de la Mer de Sfax,

3 Commissariat Régional au Développement Agricole de Sfax

E-mail: lamia.dammak@gmail.com;

RESUME

Le but de ce travail est d'étudier la distribution spatio-temporelle des espèces de dinoflagellés toxiques sur *Ulva rigida* dans les zones de production du coquillage *Ruditapes decussatus* dans le Golfe de Gabès. Des prélèvements mensuels d'*U. rigida* ont été effectués au niveau de cinq stations durant une année (Mars 2015-Février 2016). Neuf espèces de dinoflagellés toxiques ont été identifiées sur les thalles d'*U. rigida*. Leur abondance est variable selon les stations et les mois avec un maximum de $4.46 \times 10^3 \pm 2.05 \times 10^2$ cell/g poids frais (PF) observé au port de Gabès pendant le mois d'Août. La saison estivale est la période de prolifération de la majorité des espèces de dinoflagellés toxiques.

Mots clés: Dinoflagellés Toxiques, *Ulva rigida*, Golfe de Gabès.

ABSTRACT

The aim of this work is to study the spatio-temporal distribution of toxic dinoflagellates species on *Ulva rigida* in the shellfish production areas of *Ruditapes decussatus* in the Gulf of Gabès. Sampling for *U. rigida* was performed monthly from March 2015 to February 2016 in five stations. Our results revealed nine species of toxic dinoflagellates species on *U. rigida*. Their abundance was variable according to the stations and the months with a maximum of $4.46 \times 10^3 \pm 2.05 \times 10^2$ cells/ g fresh weight was observed at Gabès harbor during August. The proliferation of the most toxic dinoflagellates species was observed in summer.

Key words: toxic dinoflagellates, *Ulva rigida*, Gulf of Gabès.

INTRODUCTION

Le Golfe de Gabès est caractérisé par un couvert végétal étendu et très diversifié. En effet, plus que cent espèces de macrophytes (magnoliophytes et macroalgues) ont été identifiées (HATTOUR et BEN MUSTAPHA, 2013). La composition des populations phytoplanctoniques proliférant sur ces espèces a fait l'objet de plusieurs travaux (MABROUK et al., 2012; 2014 ; BEN BRAHIM et al., 2013; MONCER et al 2017) et il a été montré que certains magnoliophytes telles que *Cymodocea nodosa* et *Posidonia oceanica* constituent des substrats favorables à la prolifération des dinoflagellés toxiques. Cependant, une nette dégradation de *P. oceanica* a été engendrée par les rejets des usines de traitement de phosphate et des activités anthropiques (SMAOUI-DAMAK et al. 2004). Cette pollution a engendré l'eutrophisation et la prolifération d'*Ulva rigida* dans de nombreuses zones intertidales avoisinant les gisements de palourdes. Plusieurs études relatives à *U. rigida* en Tunisie se sont penchées sur le pouvoir antioxydant et enzymatique ainsi que la caractérisation structurale et fonctionnelle des métabolites (KARRAY et al., 2015; ZEHLILA et al., 2017) néanmoins la composition de la population

épiphytique de cette espèce a été rarement étudiée. Le but de ce travail est de recenser les dinoflagellés toxiques épiphytes d'*U. rigida* et d'étudier leur distribution spatio-temporelle dans les zones de production du coquillage dans le Golfe de Gabès.

MATERIELS ET METHODES

Site d'échantillonnage

Le Golfe de Gabès est situé sur la côte sud-est de la Tunisie. Il se caractérise par un plateau continental étendu à faible pente. Le climat est présaharien aride à semi-aride. Les marées sont semi-diurnes et les plus importantes en Méditerranée où les marrés hautes atteignent jusqu'à 2 m à Gabès (SAMMARI et al., 2006). Ce Golfe souffre de la pollution causée par les usines d'acide phosphorique et d'engrais chimique de Sfax, Skhira et Gannouche (SMAOUI-DAMAK et al. 2004).

L'échantillonnage

L'échantillonnage a été réalisé au niveau de cinq stations situées dans le Golfe de Gabès avec un rythme mensuel durant la période Mars 2015-Février 2016 (Fig.1).

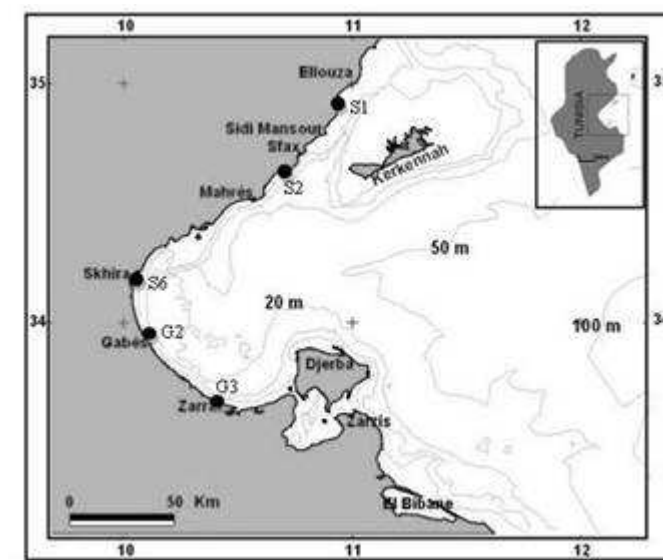


Fig. 1: Stations d'échantillonnage dans le Golfe de Gabès. S1: El Aouabed; S2: Tabia; S6: Skhira; G2: Port de Gabès; G3: Zarrat

La température et la salinité ont été mesurées in situ à l'aide d'un kit multi-paramètres (Multi 340 i / SET). Ces mesures sont associées à chaque prélèvement d'*U. rigida*.

Les ulves sont d'abord collectées dans un quadra de 40 × 40 cm. Ensuite, 200g d'ulves sont lavées dans 1 litre d'eau de mer filtrée qui est fixé par le formaldéhyde (3‰) (BEN BRAHIM et al., 2013)

Enumération du phytoplancton

L'énumération du phytoplancton a été effectuée selon la méthode de sédimentation d'UTERMÖHL (1958) moyennant un microscope à phase inverse (Nikon Eclipse TS100).

Analyses statistiques

L'analyse en Cluster hiérarchique (ACH) a été

effectuée avec le logiciel XLSTAT afin d'étudier le degré de similarité des dinoflagellés toxiques entre les stations et les mois.

RESULTATS

Température et salinité résultats

Durant la période d'étude la température varie entre un minimum de 14.3°C et un maximum de 30.9°C dans les stations El Aouabed et Tabia, respectivement. La salinité maximale est 43.9 psu enregistrée à Zarrat en Juillet alors que la valeur minimale de salinité (37.7 psu) a été observée à Tabia pendant le mois de Mars.

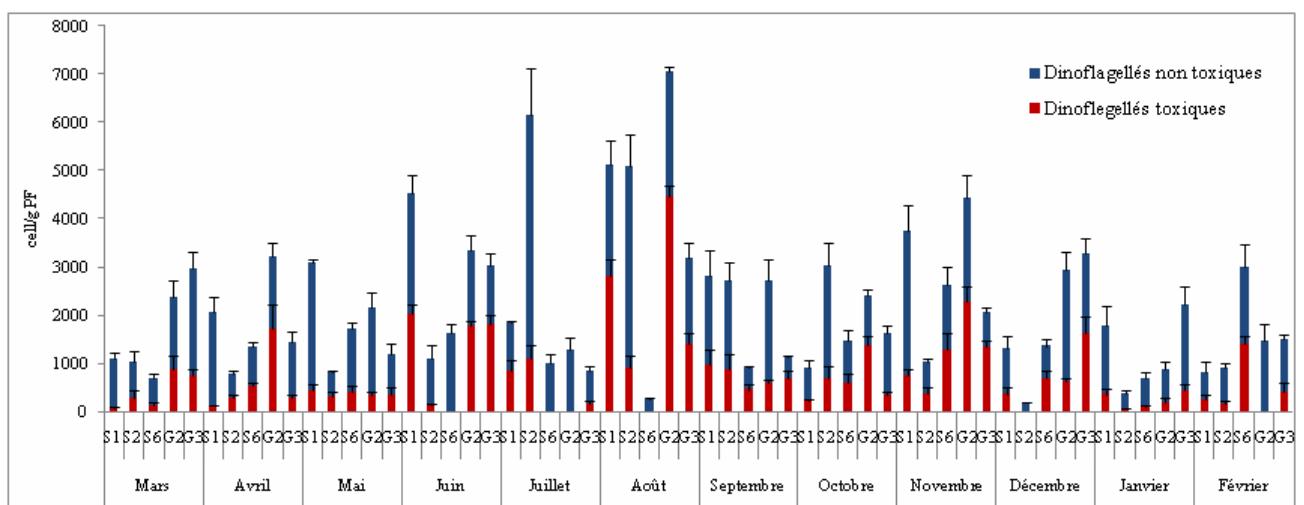


Fig.2. Variation mensuelle de l'abondance des dinoflagellés (cell/g PF) sur *U. rigida* dans les stations d'échantillonnage

Variation spatio-temporelle des dinoflagellés sur *U. rigida*

L'identification microscopique des échantillons d'eau de lavage des ulves a révélé une dominance des espèces de dinoflagellés non toxiques dans toutes les stations avec un maximum de $5.06 \times 10^3 \pm 9.56 \times 10^2$ cell/g PF observé dans la station S2 en Juillet. L'abondance des dinoflagellés toxiques présente un gradient croissant du Nord au sud. En effet, elle varie entre 0 cell/g PF à la station S6 au mois du Juin et $4.46 \times 10^3 \pm 2.05 \times 10^2$ cell/g PF au port de Gabès au mois d'Août

Variation spatio-temporelle des dinoflagellés toxiques sur *U. rigida*

Neuf espèces de dinoflagellés toxiques ont été identifiées sur les thalles d'*U. rigida* à savoir *Alexandrium minutum*, *Karenia selliformis*, *Karlodinium venificum*, *Coolia monotis* (potentiellement toxique), *Ostreopsis cf. ovata*, *Prorocentrum concavum*, *Prorocentrum lima*, *Prorocentrum rathymum* et *Amphidinium carterea*. La prolifération de ces espèces dépend de leurs

affinités aux thalles. Une variation spatio-temporelle de l'abondance des dinoflagellés toxiques sur *U. rigida* a été observée. La majorité de ces espèces prolifère en période estivale sauf *O. cf ovata* et *P. lima*. En effet, *O. cf ovata* se concentre en automne (Novembre) avec un maximum de $6.13 \times 10^2 \pm 10^2$ cell/g PF dans S6 et *P. lima* se prolifère en période hivernale (Décembre) avec un maximum de $7.33 \times 10^2 \pm 1.7 \times 10^2$ cell/g PF dans G3. *A. minutum* et *C. monotis* (potentiellement toxique) sont observées dans toutes les stations avec des concentrations variables où le maximum est de $1.46 \times 10^3 \pm 3.6 \times 10^2$ cell/g PF dans S1 pour *A. minutum* et de $540 \times 10^2 \pm 1, 47 \times 10^2$ cell/g P F dans G3 pour *C. monotis* (potentiellement toxique). *K. venificum* et *K. selliformis* sont rarement enregistrées dans la zone d'étude avec des maximums de concentrations de $1.2 \times 10^3 \pm 1,63 \times 10^2$ cell/g P F et $5.4 \times 10^2 \pm 1,47 \times 10^2$ cell/g P F observés dans les stations G2 et S1, respectivement. *P. rathymum* prolifère dans la région de Gabès avec un pic de $2.13 \times 10^3 \pm 2.49 \times 10^2$ cell/g PF dans G2.

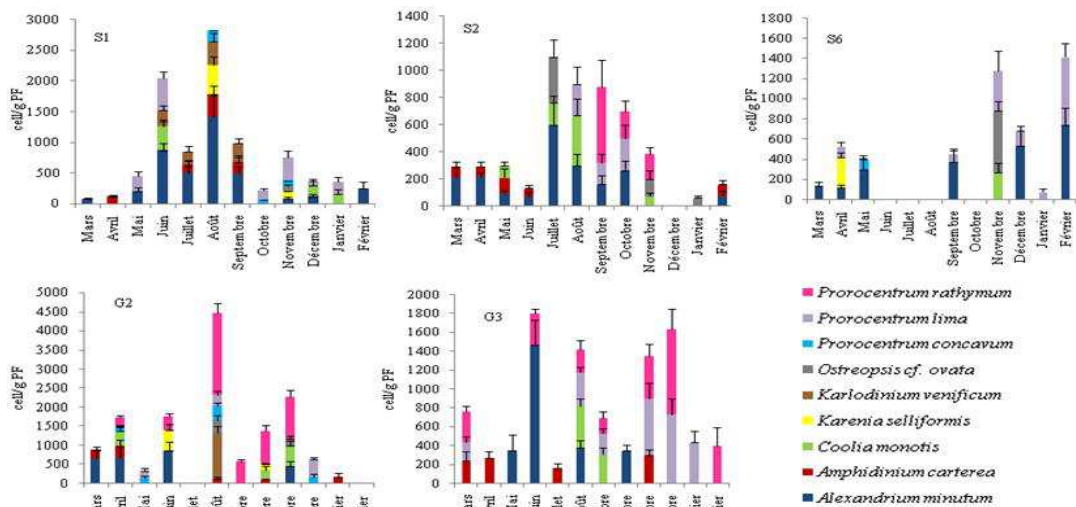


Fig.3. Variation mensuelle de l'abondance des dinoflagellés toxiques (cell/g PF) sur *U. rigida* dans les stations d'échantillonnage

Analyse hiérarchique

L'analyse de classification en similarité des dinoflagellés toxiques sur *U. rigida* entre les stations montre deux groupes GI et GII (Fig.4, A). Le premier groupe GI rassemble les dinoflagellés toxiques des stations S1, S2 et S6 de la région de Sfax et le deuxième groupe GII se compose des stations G2 et G3 de la région de Gabès. Le GI regroupe les espèces essentiellement planctoniques particulièrement *A. minutum* et le GII rassemble les espèces épiphytiques représentées par *P. rathymum* et *P. lima*. L'analyse de

classification en similarité des dinoflagellés toxiques sur *U. rigida* en fonction du temps montre trois groupes GI, GII et GIII (Fig.4, B). Le groupe GI correspond à la période estivale modérée par une abondance élevée des dinoflagellés toxiques dans la majorité des stations. Le GII représente la période tempérée caractérisée par la prolifération des dinoflagellés toxiques. Le GIII correspond à la période automne-hiver caractérisée par une baisse de l'abondance de la majorité de ces espèces

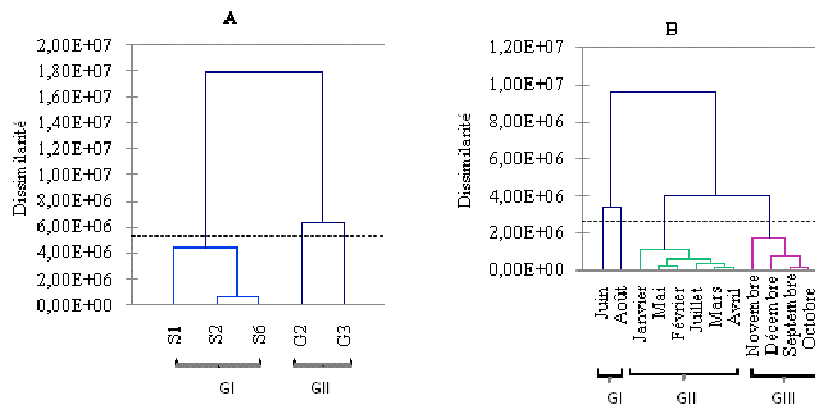


Fig. 4. Analyse hiérarchique montrant les différentes associations entre les stations (A) et les mois (B) en fonction de l'abondance des dinoflagellés toxiques.

DISCUSSION

Dans le Golfe de Gabès, le phénomène d'épiphytisme sur différentes macroalgues a été largement étudié (MABROUK et al., 2012; BEN BRAHIM et al., 2013). En effet, MONCER et al., 2017 ont montré que les herbiers de Posidonie constituent un écosystème favorable pour la prolifération du phytoplancton particulièrement les dinoflagellés toxiques notamment en période estivale. Dans la présente étude, l'abondance des dinoflagellés sur *U. rigida* est dominée par les dinoflagellés non toxiques dans toutes les stations et durant toute l'année à l'exception de la saison estivale. Ceci pourrait être dû à l'effet inhibiteur des ulves sur les dinoflagellés toxiques. En effet, des expériences en culture ont montré qu'*U. lactuca* inhibe la croissance de certaines espèces toxiques telles que *Karlodinium veneficum*, *Karenia brevis* et *Prorocentrum minimum* (TANG et GOBLER, 2011). Les neuf espèces de dinoflagellés toxiques identifiés sur *U. rigida* ont été observées sur d'autres substrats dans le Golfe de Gabès (MABROUK et al. 2012; BEN BRAHIM et al., 2013). La présence d'espèces planctoniques (*K. selliformis*, *K. veneficum* et *A. minutum*) sur les thalles d'*U. rigida* pourrait être due à l'apport nutritif de l'ulve. En effet, il a été démontré qu'*A. minutum* et *K. selliformis* sont des espèces nitrophiles (ABDENNADHER et al., 2012; FEKI-SAHNOUN et al., 2013). BEN BRAHIM et al., 2013 ont révélé aussi la prolifération de ces espèces sur *P. oceanica* dans le Golfe de Gabès avec une forte abondance en période estivale dans la région Chebba (BEN BRAHIM 2013 et MONCER et al, 2017). En outre, LAABIR et al, 2013 ont prouvé que la température favorise la prolifération des dinoflagellés toxiques dans différents sites de la Mer Méditerranéenne. En effet, elles changent leurs états physiologiques selon leur pouvoir de résistance à la variation thermique du milieu. En période estivale, caractérisée par une élévation de la température, la plupart des dinoflagellés toxiques prolifèrent dans toutes les

stations avec un maximum dans G2 au mois d'Août. Les fortes concentrations d'*A. minutum* dans la station S6 ont été décrit par des études antérieures (ABDENNADHER et al, 2012, LOUKIL-BAKLOUTI et al, 2017). L'élévation de la température engendre l'augmentation de la salinité en raison de la faible profondeur du Golfe de Gabès d'où son impact sur la prolifération des dinoflagellés toxiques tels que *O. cf ovata*. et *K. selliformis* (FEKI-SAHNOUN et al., 2013 et ABDENNADHER et al, 2017). La variation des paramètres physiques montrent l'effet saison sur la prolifération de ces espèces (COHU et al., 2012).Ces résultats sont similaires à des travaux réalisés dans le Golfe de Gabès (ABDENNADHER et al., 2012; LOUKIL-BAKLOUTI et al, 2017).

CONCLUSION

Cette étude a mis en évidence l'inventaire des dinoflagellés toxiques sur *U. rigida* dans cinq stations du Golfe de Gabès. Nos résultats confirment l'influence de la température de l'eau de mer et l'effet de saison sur la distribution et la prolifération de la plupart des espèces de dinoflagellés toxiques.

BIBLIOGRAPHIE

- ABDENNADHER M., HAMZA A., FEKI W., HANNACHI I., ZOUARI-BELAAJ A., BRADAI N., ALEYA L., 2012. Factors determining the dynamics of toxic blooms of *Alexandrium minutum* during a 10. year study along the shallow southwestern Mediterranean coasts. Estuar.Coast. Shelf Sci. 106, 102–111.
- ABDENNADHER M., ZOUARI-BELAAJ A., FEKI-SAHNOUN W., ALVERCA E., PENNA A., HAMZA A., 2017. *Ostreopsis cf. ovata* in the Gulf of Gabès (south-eastern Mediterranean Sea): morphological, molecular and ecological characterization. Harmful Algae 63, 56–6.

- BEN BRAHIM, M., HAMZA, A., BEN ISMAIL, S., MABROUK, L., BOUAIN, A., ALEYA, L., 2013. What factors drive seasonal variation of phytoplankton, protozoans and metazoans on leaves of *Posidonia oceanica* and in the water column along the coast of the Kerkennah Islands, Tunisia? *Mar. Pollut. Bull.* 71 (1–2), 286–298.
- COHU S., MANGIALAJO L., THIBAUT T., BLANFUNE A., MARRO S., LEME R., 2013. Proliferation of the toxic dinoflagellate *Ostreopsis cf. ovata* in relation to depth, biotic substrate and environmental factors in the North West Mediterranean Sea. *Sea. Harmful Algae* 24: 32-44.
- FEKI, W., HAMZA, A., FROSSARD, V., ABDENNADHER, M., HANNACHI, I., JACQUOT, M., BEL HASSEN, M., ALEYA, L., 2013. What are the potential drivers of blooms of the toxic dinoflagellate *Karenia selliformis*? A 10-year study in the Gulf of Gabes, Tunisia, southwestern Mediterranean Sea. *Harmful Algae* 23, 8–18.
- LAABIR M., COLLOS Y., MASSERET E., GRZEBYK, D., ABADIE E., SAVART, V., SIBAT, M., AMZIL, Z., 2013. Influence of environmental factors on the paralytic shellfish toxin content and profile of *Alexandrium catenella* (Dinophyceae) isolated from the Mediterranean Sea. *Mar. Drugs* 11, 1583–1601.
- LOUKIL-BAKLOUTI A., FEKI-SAHNOUN W., HAMZA A., ABDENNADHER M., MAHFOUDHI M., BOUAIN A., JARBOUI, 2017. Controlling factors of harmful microalgae distribution in water column, biofilm and sediment in shellfish production area (South of Sfax, Gulf of Gabès) from southern Tunisia. *Continental Shelf Research* , 61–70.
- LOTFI MABROUK, MOUNIR BEN BRAHIM, ASMA HAMZA, MABROUKA MAHFOUDHI, AND MED NAJMEDDINE BRADAI, 2014. A Comparison of Abundance and Diversity of Epiphytic Microalgal Assemblages on the Leaves of the Seagrasses *Posidonia oceanica* (L.) and *Cymodocea nodosa* (Ucria) Asch in Eastern Tunisia. *Journal of Marine Biology* Volume 2014, Article ID 275305, 10 p.
- MONCER M., HAMZA A., FEKI -SAHNOUN W., MABROUK L., BEL HASSEN M., and 2017. Variability patterns of epibenthic microalgae in eastern Tunisian coasts. *SCI. MAR.* 81(4).
- RAIDA KARRAY, MANEL HAMZA, SAMI SAYADI., 2015. Evaluation of ultrasonic, acid, thermo-alkaline and enzymatic pre-treatments on anaerobic digestion of *Ulva rigida* for biogas production. *Bioresource Technology* 187 (2015) 205–213.
- SAMMARI, C., KOUTITONSKY, V.G., MOUSSA, M., 2006. Sea level variability and tidal resonance in the Gulf of Gabes, Tunisia. *Cont. Shelf. Res.* 26 (3), 338–350.
- SMAOUI-DAMAK W., HAMZA-CHAFFAI A., BEBIANNO M.J., AMIARD J.C. 2004. Variation of metallothioneins in gills of the clam *Ruditapes decussates* from the Gulf of Gabes (Tunisia). *Comparative Biochemistry and Physiology*, 139:181-18.
- UTHERMÖHL, H., 1958. Zur vervollkommnung der quantitativen phytoplankton-methodik. *Mitt. Int Ver. Theor. Angew. Limnol.* 9, 1–38.
- YING ZHONG TANG, CHRISTOPHER J. GOBLER., 2011. The green macroalga, *Ulva lactuca*, inhibits the growth of seven common harmful algal bloom species via allelopathy. *School of Marine and Atmospheric Sciences, Stony Brook University, Stony Brook, NY 11794-5000, USA .Harmful Algae* 10 (2011) 480–48.
- ZEHLILA AMEL., 2017. Caractérisation structurale et fonctionnelle des métabolites de l'algue verte *Ulva rigida* au moyen d'une approche protéomique. Thèse de doctorat. FST. 199p.