

## EVALUATION ET CARTOGRAPHIE DU STOCK DU GASTEROPODE TROCHIDE *PHORCUS ARTICULATUS* (LAMARCK, 1822) LE LONG DU LITTORAL DES ILES KERKENNAH (GOLFE DE GABES, TUNISIE)

Mohamed Karim CHEOUR<sup>1,2,\*</sup>, M. CHERIF<sup>1</sup>, R. BEN MESSAOUD<sup>1</sup>, N. ALOUI-BEJAOU<sup>2</sup> et A. AFLI<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut National des Sciences et Technologies de la Mer, 28 rue du 2 mars 1934, 2025 Salammbô - Tunisie

<sup>2</sup> Institut National Agronomique de Tunisie, 43 Avenue Charles Nicolle, 1082 Tunis - Tunisie

\* medkarimcheour@yahoo.fr

**تقييم مخزون نهيد البحر من نوع *Phorcus articulatus* وتوزيعه على امتداد ساحل جزر قرقنة (خليج**  
(: تعتبر هذه الدراسة أول مساهمة علمية في تقييم مخزون نهيد البحر من نوع *Phorcus articulatus* (حلزون البحر) وتوزيعه على امتداد ساحل جزر قرقنة. لقد تم أخذ العينات باستعمال إطار حديدي مربع الشكل لتحديد المساحة واعتمادا على خطوط شعاعية عمودية على الخط الساحلي. إجماليا تمت معاينة 48 محطة ممتدة على 27 خط شعاعي حول جزيرتي الغربي والشرقي موسميا خلال سنة 2009. وتظهر النتائج أن التوزيع الجغرافي لكثافة هذا النوع من نهيد البحر وكتلته الحيوية لا يختلفان كثيرا على امتداد شواطئ جزر قرقنة، ويبدو أنهما يتأثران بعدة عوامل بيئية وأنشطة بشرية. على سبيل المثال، تم تسجيل أعلى الكثافات في المناطق التي تتميز طبيعيا بوفرة الموارد الغذائية. كما يبدو أن حركية المياه تلعب أيضا دورا هاما في توزيع هذا النوع حسب الحجم، فالأفراد البالغين يسيطرون على المنطقة الصخرية في الشمال الشرقي المتميزة بحركية مياه عالية نسبيا.  
**كلمات مفاتيح :** ساحل قرقنة، نهيد البحر، كتلة حيوية، كثافة، توزيع جغرافي

### RESUME

La présente étude constitue une première contribution à l'évaluation et la cartographie du stock de *Phorcus articulatus* (Gastéropode, trochidé) le long du littoral des îles Kerkennah. Les prélèvements des échantillons ont été réalisés à l'aide d'un quadra et selon des radiales perpendiculaires à la côte. Au total, 48 stations réparties sur 27 radiales autour des îles Gharbi et Chergui ont été échantillonnées saisonnièrement durant l'année 2009. Les résultats obtenus montrent que la répartition géographique de l'abondance et de la biomasse de *Phorcus articulatus* n'est pas uniforme sur toute la zone estran des îles Kerkennah, elle semble être influencée par plusieurs facteurs environnementaux et anthropiques. A titre d'exemple, les fortes abondances ont été enregistrées dans les zones naturellement plus riches en ressources trophiques, et l'hydrodynamisme semble jouer également un rôle important dans la distribution des classes de taille, puisque les adultes dominent dans la zone rocheuse du nord-est où les courants marins sont plus forts.

**Mots clés :** littoral de Kerkennah, *Phorcus articulatus*, biomasse, abondance, cartographie

### ABSTRACT

**Evolution and cartography of the gastropod Trochidae *Phorcus articulatus* (Lamarck, 1822) along the coast of Kerkennah islands (Gulf of Gabes, Tunisia):** This study is a first contribution to the assessment and cartography of the stock of *Phorcus articulatus* (Gastropod, Trochidae) along the coast of the Kerkennah Islands. Samples were collected using a quadrat and depending on radials perpendicular to the coastline. In total, 48 stations spread over 27 radials around the islands Gharbi and Chergui were seasonally sampled during 2009. Results show that the spatial distribution of the abundance and biomass of *Phorcus articulatus* is not uniform along the coast; it seems to be influenced by several environmental and anthropogenic factors. For example, the high abundances were recorded in areas naturally rich in trophic resources, and hydrodynamics also appears to play an important role in the distribution of size classes, since adults dominate the rocky area in the North-East where marine currents are stronger.

**Keywords :** coast of Kerkennah, *Phorcus articulatus*, biomass, abundance, cartography

## INTRODUCTION

Parmi les mollusques qui ne font pas l'objet d'une vraie exploitation en Tunisie, on peut citer la famille des trochidés. En effet, les travaux consacrés à la biologie et à l'écologie de ces gastéropodes sont assez rares, souvent anciens et dans la majorité des cas, se rapportent à des observations réalisées dans des milieux géographiquement différents (Williams, 1965 ; Desai, 1966 ; Underwood, 1972 ; Bailey, 1981 ; Enée *et al.*, 1982 ; Lasiak, 1987 ; Garwood & Kendall, 1985 ; Gomot & Griffond, 1993).

Malgré l'importance écologique et la diversité de cette classe des gastéropodes, l'état de leurs stocks ainsi que leurs distributions géographiques sur les côtes tunisiennes restent mal connus. En effet, à ce jour, ces stocks de coquillages n'ont pas été étudiés et évalués d'une façon convenable et complète, et le peu d'études réalisées a été consacré à la systématique et aux quelques travaux d'inventaire de certains coquillages des côtes tunisiennes (Dautzenberg, 1883 ; Pallary, 1914 ; Ben Othmen, 1971 ; Zaouali, 1978, 1979 et 1993 ; Ghodhbane, 2002 ; Belkhodja, 2003 ; Chakroun, 2004 ; Gharsallah-Haouas *et al.*, 2004 ; Hajje, 2004 ; Zamouri-Langar *et al.*, 2004).

En revanche, quelques travaux se sont intéressés à étudier l'abondance et la répartition géographique de certaines espèces de coquillages au niveau des côtes tunisiennes, tels que ceux de Soufi-Kechaou (2004), Hajje (2004), Gueddich (2006), El Hasni (2005), Ben Abdallah *et al.* (2006) ; Ouannes-Ghorbel *et al.* (2009). Toutefois, la revue de ces travaux pose une grande difficulté quand il s'agit d'étudier une espèce bien précise, car les noms scientifiques synonymes sont parfois très nombreux (Donald *et al.*, 2012). Ce problème ne se limite pas à un ou quelques groupes taxonomiques, mais concerne tous les groupes pratiquement à des degrés différents. Ce qui soulève le problème de la classification systématique du vivant tant évoquée et remise en question par la communauté scientifique (Gros & Dercourt, 2000). En fait, la classification classique (classification linnéenne) basée sur les ressemblances les plus visibles entre les espèces fut, malgré toutes ses défaillances, la seule classification possible. Toutefois et avec le développement technologique, une nouvelle classification, la classification phylogénétique, basée sur le degré de parenté des espèces exprimé par les caractères moléculaires et les données embryologiques et paléontologiques a été proposée par Henning (1950). Ce qui a permis déjà de réviser une bonne partie de la systématique. A titre d'exemple, des révisions successives des synonymes des espèces du genre *Osilinus*, ont permis de réduire le nombre d'espèces collectées au nord-est Atlantique et en Méditerranée de 16 à seulement 6 espèces (Donald *et al.*, 2012). Ainsi, l'espèce étudiée dans ce travail, *Phorcus articulatus* (Lamarck, 1822),

comporte, en tout, 22 synonymes, principalement les genres *Monodonta*, *Osilinus*, *Trochocochlea* et *Trochus* (Tableau I).

Ce travail est consacré essentiellement à la cartographie de l'abondance et la biomasse du trochidé prosobranche *Phorcus articulatus* le long du littoral des îles Kerkennah (Figure 1). La maturité sexuelle de cette espèce est atteinte vers l'âge de 2 ans et la période de reproduction a lieu généralement au printemps et jusqu'en plein été ; la période de ponte des femelles se déroule à la fin de juin, tandis que les mâles émettent leurs gamètes en avril (Cheour *et al.*, 2014). Sur le plan trophique, *Phorcus articulatus* est herbivore se nourrissant plutôt la nuit des algues microscopiques et des détritiques d'algues sur les rochers. Elle est, à son tour, la proie d'oiseaux de mer et de crabes (Lindner & Weber, 2005).

Le site étudié, l'archipel de Kerkennah, est composé de 2 îles principales, île Gharbi (ou Mellita) d'environ 49 km<sup>2</sup> et île Chergui (ou grande Kerkennah) d'environ 110 km<sup>2</sup> et de 12 îlots (Figure 2). Il se situe à environ 20 km au large de la ville de Sfax, et plus du tiers de sa surface est occupé par des Sebkhass (Amari, 1984). L'archipel de Kerkennah est connu par la richesse de son couvert végétal, formé essentiellement des phanérogames *Posidonia oceanica* et *Cymodocea nodosa* associés à l'algue verte *Caulerpa prolifera* (Ben Brahim *et al.*, 2013). Les côtes de Kerkennah, avec seulement quelques sources potentielles de nuisance, sont généralement moins soumises aux activités anthropiques par rapport aux côtes ouest du golfe de Gabès (Aloui-Bejaoui & Afli, 2012). Les seules sources de nuisances notables sont liées aux activités urbaines d'une population permanente d'environ 14400 habitants en 2004 selon le recensement de l'Institut National de la Statistique, mais qui s'élève en été à plus de 150000 habitants avec le retour saisonnier des émigrés et l'arrivée des vacanciers. En général, l'accroissement des activités industrielles et maritimes, et le développement urbain le long du littoral ouest du golfe de Gabès ont conduit à une augmentation de la pollution induisant des modifications de la structure et de l'organisation des communautés benthiques (Hamza *et al.*, 2000 ; Mabrouk *et al.*, 2014). Mais ces perturbations ne semblent pas induire un impact direct sur les communautés benthiques autour des îles Kerkennah, sauf peut être des nuisances limitées induites par des activités anthropiques locales (Aloui-Bejaoui & Afli, 2012).

Dans cette étude, on envisage réaliser une première contribution à l'estimation du stock du trochidé *Phorcus articulatus* et la cartographie de sa distribution spatio-temporelle (abondance et biomasse) tout au long du littoral des îles Kerkennah.

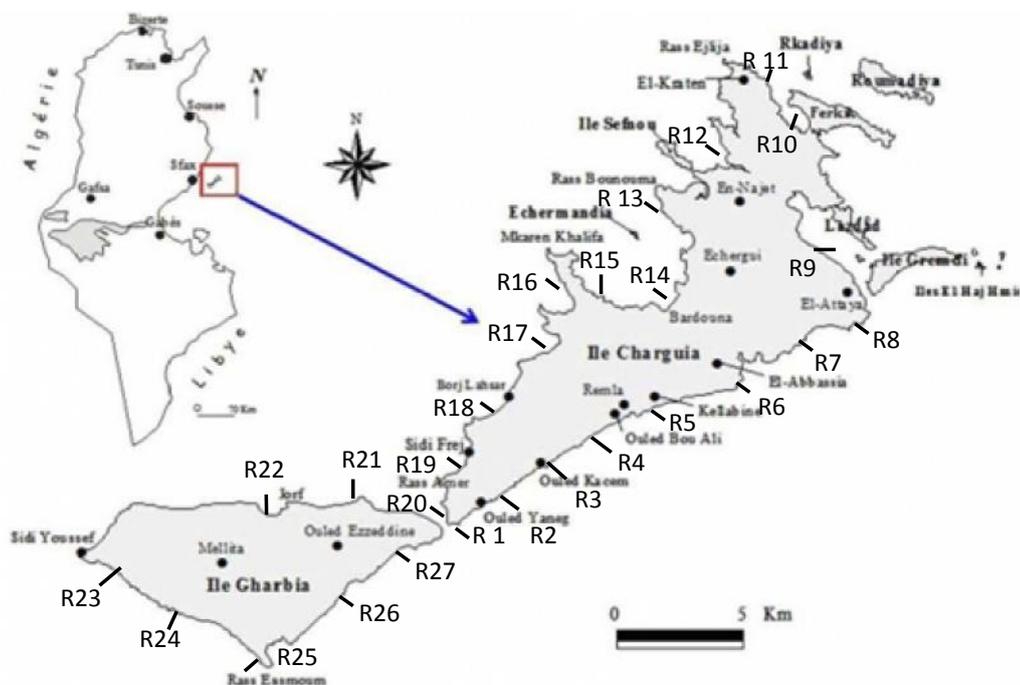
**Tableau I :** Classification systématique et synonymes du Trochidé *Phorcus articulatus* (Lamarck, 1822)

Classification systématique		Parent	Synonymes	
Phylum	Mollusque	<i>Phorcus</i> Risso, 1826	- <i>Monodonta articulata</i> Lamarck, 1822	Original
Classe	Gastéropode		<i>Monodonta draparnaudii</i> Payraudeau, 1826	Synonyme
Sous-classe	Vétigastéropode		<i>Monodonta ulvae</i> Risso, 1826	Synonyme
Super-famille	Trochoidea		- <i>Osilinus articulatus</i> (Lamarck, 1822)	-
Famille	Trochidae		<i>Osilinus articulatus flammoides</i> Nordsieck, 1974	Synonyme
Sous-famille	Cantharidinae		<i>Trochocochlea arenosa</i> Monterosato, 1917	Synonyme
Genre	<i>Phorcus</i>		- <i>Trochocochlea articulata</i> (Lamarck, 1822)	-
			<i>Trochocochlea articulata</i> var. <i>constricta</i> Monterosato, 1888	Synonyme
			<i>Trochocochlea articulata</i> var. <i>depauperata</i> Monterosato, 1888	Synonyme
			<i>Trochocochlea articulata</i> var. <i>fulminea</i> Monterosato, 1888	Synonyme
			<i>Trochocochlea articulata</i> var. <i>minor</i> Monterosato, 1888	Synonyme
			<i>Trochocochlea articulata</i> var. <i>trivialis</i> Monterosato, 1888	Synonyme
			<i>Trochocochlea articulata</i> var. <i>undata</i> Monterosato, 1888	Synonyme
			- <i>Trochocochlea turbiformis</i> (von Salis, 1793)	-
			<i>Trochocochlea turbiformis</i> var. <i>minor</i> Pallary, 1900	Synonyme
			<i>Trochocochlea turbiformis</i> var. <i>undata</i> Pallary, 1938	Synonyme
			<i>Trochus</i> ( <i>Monodonta</i> ) <i>sitis</i> Récluz, 1843	Synonyme
			- <i>Trochus articulatus</i> (Lamarck, 1822)	-
			<i>Trochus articulatus</i> var. <i>lineolata</i> Bucquoy, Dautzenberg & Dollfus, 1884	Synonyme
			<i>Trochus articulatus</i> var. <i>major</i> Bucquoy, Dautzenberg & Dollfus, 1884	Synonyme
			<i>Trochus corcyrensis</i> Stossich, 1865	Synonyme
			- <i>Trochus turbiformis</i> Salis Marschlins, 1793	-

Source: Donald *et al.* (2012) in World Register of Marine Species (WoRMS)



**Figure 1 :** Photographie de *Phorcus articulatus* (Lamarck, 1822) (faces ventrale et dorsale)



**Figure 2 :** Site de l'étude et emplacement des radiales d'échantillonnage

Il permettra d'avoir une idée plus claire sur la répartition de ces gastéropodes et de déceler les zones de concentrations et de biomasses importantes.

### MATERIEL ET METHODES

Les opérations de prospection et de prélèvement des échantillons ont été menées durant les quatre saisons de l'année 2009 (janvier, avril, juillet et octobre) et le long du littoral de l'archipel des îles Kerkennah (île Cherguia et île Gharbi) qui s'étend sur environ 160 km, à l'exception des petits îlots. Les stations ont été placées selon des radiales perpendiculaires à la ligne de côte qui forme un cercle clôt partant d'El-

Kantra (R1) et revenant à Ouled Ezzeddine (R27) (Figure 2). Les 27 radiales choisies sont séparées entre-elles d'une distance de 3 km environ, et le nombre de stations par radiale (1 ou 2) dépend étroitement de l'action de la marée et de la distribution des ressources et sont séparées d'environ 50 m (Tableau II). Au total, 48 stations ont été échantillonnées à raison de 2 prélèvements par station à l'aide d'un quadra (50cm x 50cm) et sur une profondeur de 30 cm.

Au laboratoire, les échantillons recueillis ont été triés pour récupérer les animaux vivants qui ont été, ensuite, identifiés systématiquement. Le nombre d'individus et le poids total humide de *Phorcus*

**Tableau II** : Coordonnées et caractéristiques des stations d'échantillonnage

Radiales	Sites	Coordonnées des stations	Caractéristiques générales
R1	El-Kantra (Ouled Yaneg)	34° 39' 465 N 11° 07' 407 E	Fond vaseux Présence d'herbier à <i>Cymodocea nodosa</i> et <i>Posidonia oceanica</i> et quelques spécimens de <i>Pinctada radiata</i>
		34° 39' 474 N 11° 07' 424 E	
R2	El-Kantra/Ouled Kacem	34° 40' 300 N 11° 09' 065 E	Fond vaseux Présence de <i>Cymodocea nodosa</i> et <i>Posidonia oceanica</i>
		34° 40' 309 N 11° 09' 088 E	
R3	Ouled Kacem	34° 41' 063 N 11° 10' 155 E	Fond vaseux Présence de <i>Cymodocea nodosa</i> et <i>Posidonia oceanica</i>
		34° 41' 081 N 11° 10' 172 E	
R4	Ouled Bou Ali	34° 41' 518 N 11° 11' 338 E	Fond vaso-sableux nu, avec présence de touffes et prairie de <i>Cymodocea nodosa</i>
		34° 41' 521 N 11° 11' 366 E	
R5	El-Kallabine (Sidi Amor)	34° 42' 171 N 11° 12' 598 E	Fond vaso-sableux
		34° 42' 189 N 11° 12' 406 E	
R6	El-Abbassia	34° 42' 421 N 11° 14' 558 E	Fond vaso-rocheux Présence d'herbier à <i>Cymodocea nodosa</i> et <i>Posidonia oceanica</i>
		34° 42' 452 N 11° 14' 589 E	
R7	El-Abbassia/El-Attaya	34° 43' 305 N 11° 16' 289 E	Fond vaseux Prairies de <i>Cymodocea nodosa</i> éparses
		34° 43' 327 N 11° 16' 300 E	
R8	El-Attaya	34° 43' 595 N 11° 18' 102 E	Fond vaseux
		34° 44' 402 N 11° 18' 146 E	
R9	El-Attaya/Sidi Massoud	34° 45' 417 N 11° 17' 002 E	Zone rocheuse Fond vaseux sur une couche rocheuse
		34° 45' 026 N 11° 17' 077 E	
R10	El-Attaya/El-Kraten	34° 46' 502 N 11° 15' 348 E	Fond sablo-vaseux Présence de touffes de <i>Cymodocea nodosa</i> et <i>Posidonia oceanica</i>
		34° 46' 547 N 11° 15' 332 E	
R11	El-Kraten	34° 47' 195 N 11° 14' 544 E	Fond vaseux sur une couche rocheuse avec prairie dense de <i>Cymodocea nodosa</i>
		34° 47' 189 N 11° 14' 572 E	
R12	Ennajat/El-Kraten	34° 46' 539 N 11° 14' 286 E	Côte rocheuse à la quelle est superposée une mince couche de vase et de sable, présence de <i>Pinctada radiata</i> , Trochidés
R13	Chargui	34° 46' 388 N 11° 13' 087 E	Fond sablo-vaseux
		34° 46' 433 N 11° 13' 064 E	
R14	Chargui (kortine)	34° 44' 512 N 11° 13' 265 E	Côte rocheuse avec fond rocheux Présence de Trochidés
		34° 45' 476 N	

		11° 13' 297 E	
R15	Chargui/Kalabine	34° 44' 407 N 11° 11' 386 E	Fond rocheux avec présence de Trochidés
R16	Sidi Founkhal	34° 44' 435 N 11° 10' 440 E	Fond sableux Présence d'herbier dense de <i>Cymodocea nodosa</i> et <i>Posidonia oceanica</i>
		34° 44' 403 N 11° 10' 483 E	
R17	El-Branka	34° 42' 557 N 11° 09' 283 E	Fond sablo-vaseux
		34° 42' 534 N 11° 09' 206 E	
R18	Borj El-Hsar	34° 42' 041 N 11° 08' 187 E	Fond sableux
		34° 42' 023 N 11° 08' 225 E	
R19	Sidi Fredj	34° 41' 286 N 11° 08' 066 E	Fond sableux, touffes éparées de <i>Cymodocea nodosa</i> et <i>Posidonia oceanica</i>
		34° 41' 263 N 11° 08' 083 E	
R20	Nord d'El-kantra	34° 39' 560 N 11° 07' 309 E	Fond sablo-argileux avec présence d'herbier à <i>Cymodocea nodosa</i> et <i>Posidonia oceanica</i>
		34° 39' 578 N 11° 07' 337 E	
R21	Est d'El-Djorf	34° 40' 231 N 11° 05' 137 E	Fond sablo-vaseux avec présence d'herbier à <i>Cymodocea nodosa</i>
R22	Ouest d'El-Djorf	34° 40' 056 N 11° 02' 559 E	Côte rocheuse avec présence de <i>Pinctada radiata</i> et de Trochidés
		34° 40' 052 N 11° 03' 035 E	
R23	Sidi Youssef	34° 39' 063 N 10° 58' 357 E	Fond argilo-sableux avec présence d'herbier à <i>Cymodocea nodosa</i> dense
		34° 39' 040 N 10° 58' 379 E	
R24	Marsa Essandoug	34° 37' 534 N 11° 00' 407 E	Fond sablo-rocheux
R25	Rass Essmoum	34° 36' 536 N 11° 02' 351 E	Fond sableux
		34° 36' 550 N 11° 02' 340 E	
R26	El-Gdaya (Mellita)	34° 38' 239 N 11° 04' 561 E	Fond sablo-rocheux Présence d'herbiers à <i>Cymodocea nodosa</i> et <i>Posidonia oceanica</i>
R27	Ouled Ezzeddine (Es'Sabkha)	34° 39' 241 N 11° 06' 548 E	Fond sablo-vaseux Présence d'herbiers à <i>Cymodocea nodosa</i> et <i>Posidonia oceanica</i>

*articulatus* ont été déterminés à chaque station, puis moyennés par radiale. Le pesage a été effectué, après nettoyage de la coquille à l'eau de mer, à l'aide d'une balance électronique de 0,01 g près de précision. Pour l'évaluation du stock du trochidé étudié, nous avons fait recours à la méthode d'évaluation directe basée sur l'aire balayée (Gulland, 1969). Le principe général de cette méthode repose sur la réalisation, dans le site en question, d'une série d'opérations de prospection et de prélèvement. Pour une espèce

donnée (e) et un site (ou strate) donné (i), l'estimation de la biomasse ( $B_i$ ) du stock (en nombre ou en poids) s'effectue selon la formule suivante :

$$B_i = N_i \frac{A_i}{a_i} \times \frac{1}{X_e}$$

$B_i$  : Biomasse du stock (en nombre ou en poids)

$N_i$  : Indice d'abondance déterminé à partir des échantillons collectés et exprimé en ind./m<sup>2</sup> pour l'abondance et en g/m<sup>2</sup> pour la biomasse

$A_i$  : Surface totale du site

$a_i$  : Surface de prélèvement des échantillons (surface de la somme des quadrats par site)

$X_e$  : Facteur d'échappement de l'espèce considérée

Ensuite, toutes les informations recueillies ont été enregistrées sous forme numérique sur un support informatique avec les coordonnées des stations de prélèvement. Le logiciel "Arc/View 3.2" a été utilisé pour gérer les données saisies et faire des interpolations afin d'établir des cartes géo-référencées (Serbaji, 2000). Ainsi, des cartes d'abondance et de biomasse du trochidé *Phorcus articulatus* ont été élaborées pour les quatre saisons de l'année 2009.

## RESULTATS

Les observations réalisées montrent que les fonds de la zone estran des îles Kerkennah présentent globalement une alternance de 3 principaux types sédimentaires. Les vases dominent au sud de l'île Chergui (R1 à R8), les rochers au nord-est (R9 à R15) et les sables à l'ouest de cette île et autour de l'île Gharbi (R16 à R27). Ces fonds sont le plus souvent couverts de végétaux marins, essentiellement des phanérogames marines *Posidonia oceanica* et *Cymodocea nodosa* accompagnées de temps en temps d'algues marines telles que *Caulerpa prolifera*. Alors que la liste des espèces animales rencontrées est dominée par les coquillages tels que les bivalves *Phorcus articulatus*, *Cerastoderma glaucum*, *Loripes lacteus*, *Mactra corallina*, *Mytillus galloprovincialis* et *Pinctada radiata*, et les gastéropodes *Natica josephina*, *Conus mediterraneus*, *Cerithium vulgatum*, *Hexaplex trunculus*, *Gibbula ardens* et *Bolinus brandaris*. Des ascidies, des bryozoaires et des annélides ont été également observés tout au long des zones prospectées.

La répartition saisonnière de l'abondance de *Phorcus articulatus* n'est pas uniforme tout au long de l'estran des îles Kerkennah (Figure 3). L'espèce étudiée est présente à toutes les stations échantillonnées, et les valeurs enregistrées sont comprises entre 8 ind./m<sup>2</sup> à El-Branka (R17) en hiver et 128 ind./m<sup>2</sup> à l'ouest d'El-Jorf (R22) en été (Figure 4). Sur l'année, les valeurs les plus élevées de l'abondance ont été observées à l'ouest d'El-Jorf ; 128 ind./m<sup>2</sup> en été, 124 ind./m<sup>2</sup> en automne et 109 ind./m<sup>2</sup> au printemps, et également à Ouled Kacem (R3) ; 114 ind./m<sup>2</sup> en été et 106 ind./m<sup>2</sup> en automne et en hiver. Alors que les valeurs annuelles moyennes les plus faibles ont été observées aux alentours de l'île Chergui ; à El-Kantra/Ouled Kacem (R2), El-Attaya/Sidi Massoud

(R9), El-Kraten (R11), Chergui (R13), Chergui/Kalabine (R15) et au nord d'El-kantra (R20), où elles sont comprises entre 15 et 19 ind./m<sup>2</sup>. Toutefois, les abondances moyennées sur toutes les radiales sont plus élevées au printemps (56 ind./m<sup>2</sup>) et en été (55 ind./m<sup>2</sup>), suivies de celle enregistrée en automne (48 ind./m<sup>2</sup>), alors que la valeur la plus faible a été enregistrée en hiver (39 ind./m<sup>2</sup>).

La biomasse montre des fluctuations saisonnières nettement plus importantes que pour l'abondance. Les valeurs enregistrées oscillent entre 41 et 242 g/m<sup>2</sup> (Figure 5). Les fortes valeurs ont été observées à Ouled Kacem (R3) ; 242 g/m<sup>2</sup> en été et 211 g/m<sup>2</sup> au printemps, et à El-Jorf (R22) ; 237 g/m<sup>2</sup> en été, 236 g/m<sup>2</sup> en automne et 222 g/m<sup>2</sup> au printemps. Des biomasses moins élevées mais au dessus de 200 g/m<sup>2</sup> ont été également enregistrées, essentiellement au printemps et en automne, à Ennajat/Kraten (R12), Ouled Ezzeddine (27), El-Abbassia (R6), El-Kantra/Ouled Kacem (R2), au nord d'El-Kantra (R20) et à El-Abbassia/El-Attaya (R7). Par contre, à El-Kantra (R1) et Sidi Youssef (R23), la biomasse est la plus faible, elle n'a pas dépassé les 86 g/m<sup>2</sup> sur l'année. Les biomasses moyennées sur toutes les stations montrent des valeurs relativement élevées au printemps (143 g/m<sup>2</sup>), moyennes en automne (125 g/m<sup>2</sup>) et en été (122 g/m<sup>2</sup>) et relativement faibles en hiver (91 g/m<sup>2</sup>).

Le poids individuel moyen montre des fluctuations spatio-temporelles importantes. Il varie de 1 à 14 g/ind. Les valeurs les plus élevées (10-14 g/ind.) ont été enregistrées à El-Kantra/Ouled Kacem (R2), El-Kraten (R11), Chergui (R13) et Chergui/Kalabine (R15), et les valeurs les plus faibles (0,9-1,4 g/ind.) à El-Attaya/El-Kraten (R10) et Sidi Fredj (R19) à différentes saisons.

L'analyse de la variance (ANOVA) montre une différence hautement significative entre les radiales aussi bien pour l'abondance que pour la biomasse (Tableau III). Tandis que pour les saisons, elle est hautement significative pour la biomasse et non significative pour l'abondance.

## DISCUSSION

L'objectif essentiel de ce travail consiste à cartographier la distribution saisonnière de l'abondance et la biomasse du trochidé *Phorcus articulatus* dans la zone estran des îles Kerkennah. Le manque de données fiables sur les principaux paramètres environnementaux et anthropiques de la zone nous empêche de donner des explications certaines aux faits observés, et la discussion se limite donc à avancer des hypothèses plausibles. Le trochidé *Phorcus articulatus* a été signalé à toutes les stations échantillonnées avec des abondances relativement élevées. A première vue, il semble qu'il n'est pas, ou peu, conditionné par la nature des fonds marins dans

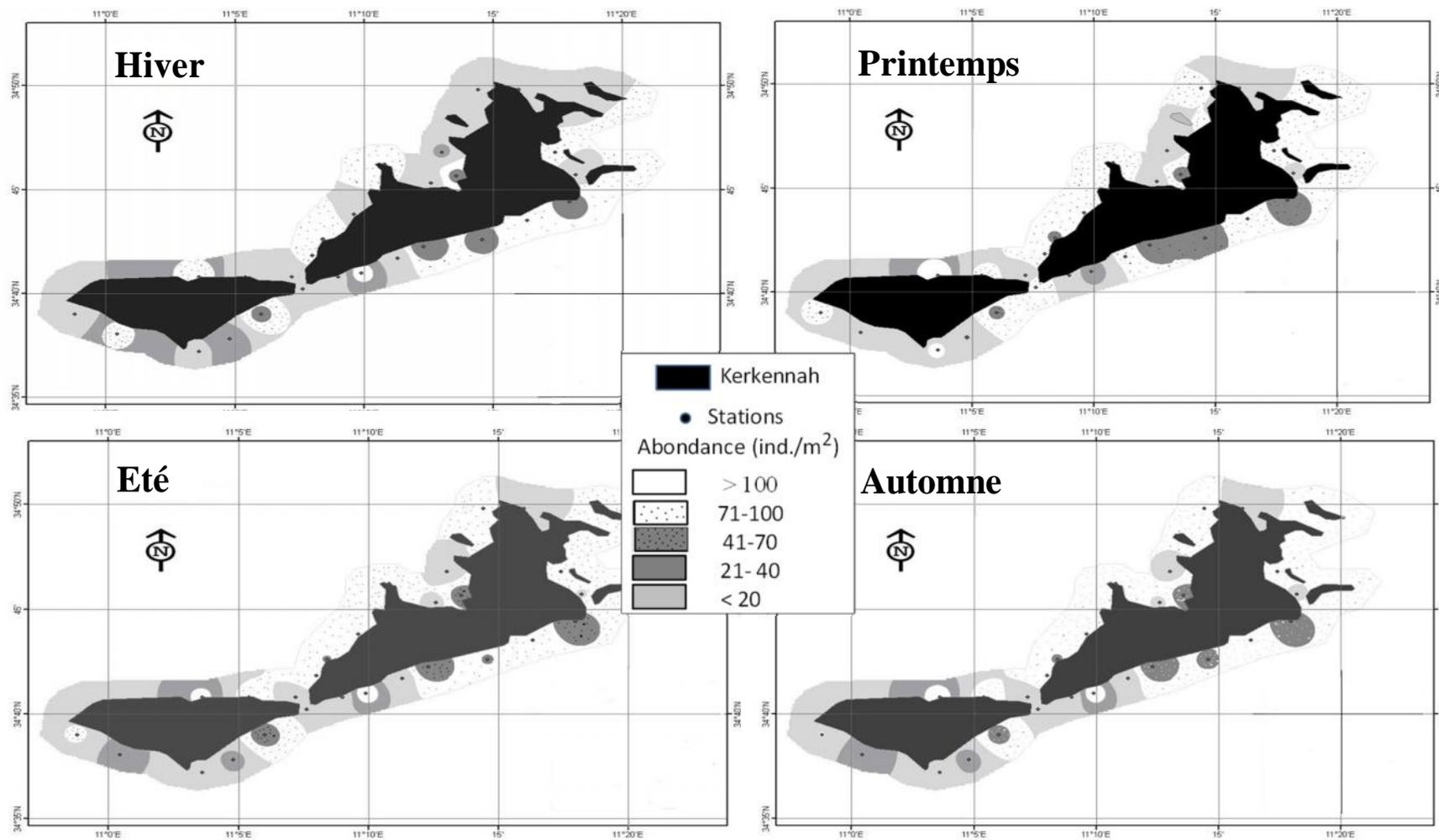
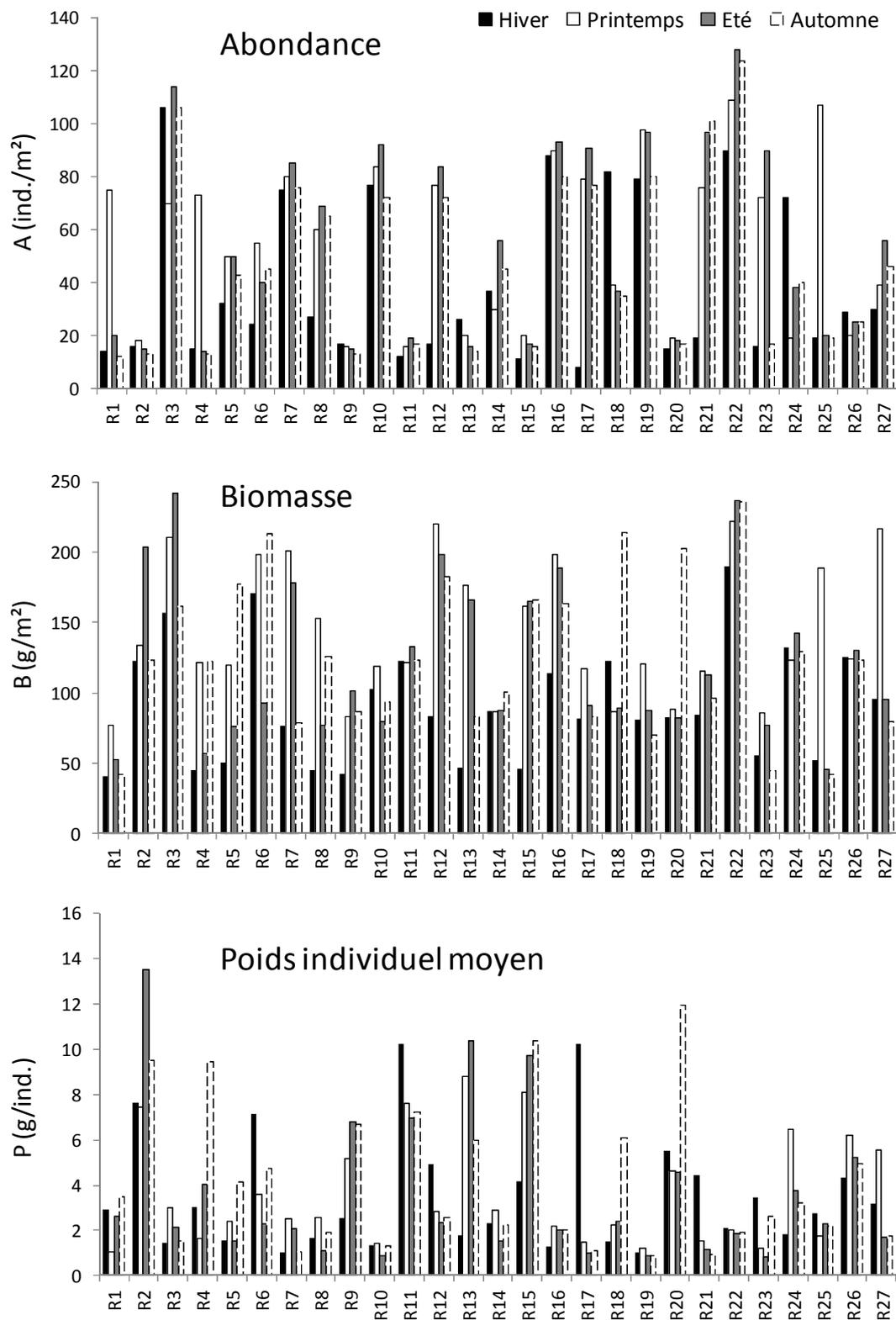


Figure 3 : Répartition géographique de l'abondance de *Phorcus articulatus* aux alentours de l'archipel de Kerkennah



**Figure 4 :** Variation spatio-temporelle de l'abondance, de la biomasse et du poids individuel moyen (poids humide) de *Phorcus articulatus* aux alentours de l'archipel de Kerkennah

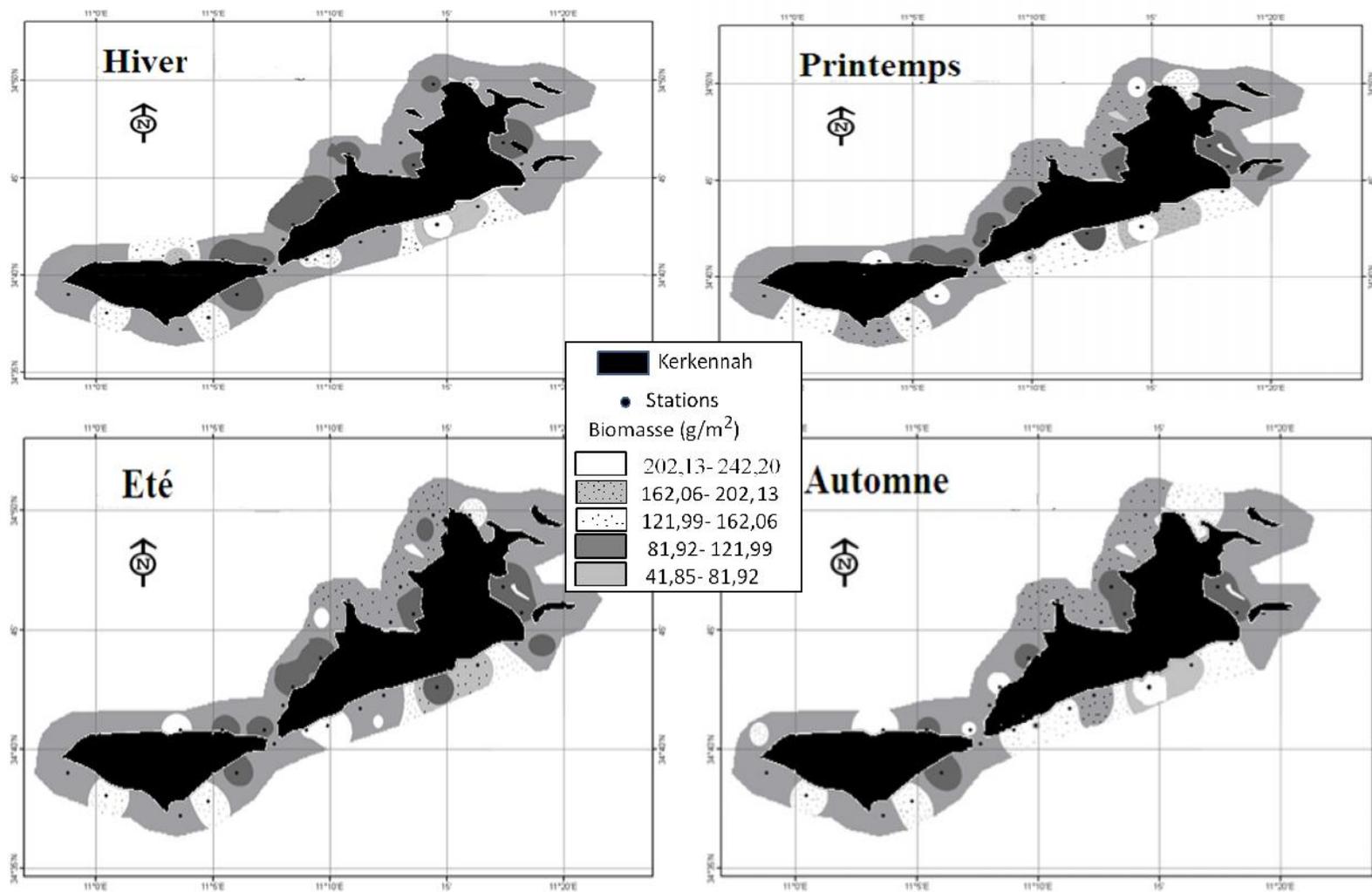


Figure 5 : Répartition géographique de la biomasse (poids humide) de *Phorcus articulatus* aux alentours de l'archipel de Kerkennah

**Tableau III** : Analyse de la variance (ANOVA) ; les valeurs calculées ( $F$ ) et leur degré de signification ( $P$ ) pour la variabilité spatio-temporelle de l'abondance et la biomasse. ddl : degré de liberté.

Facteurs	ddl-1	ddl-2	Intervalle de confiance	Abondance		Biomasse	
				$F$	$P$	$F$	$P$
Radiale	26	81	0,95	7,261	< 0,001	3,334	< 0,001
Saison	3	104	0,95	1,589	0,197	4,925	0,003

la zone estran des îles Kerkennah, puisque son abondance et sa biomasse ne montrent pas de grande différence entre les 3 types sédimentaires observés (vases, rochers et sables). Plusieurs facteurs environnementaux, à l'instar de l'hydrodynamisme et la disponibilité des ressources trophiques, et éventuellement des facteurs anthropiques agissent certainement en concomitance sur la distribution géographique de cette espèce. L'abondance semble être, tout de même, légèrement plus faible dans l'estran rocheux (R9 à R15) au nord-ouest de l'île Chargui, essentiellement à El-Ataya/Sidi Mansour (R9), El-Kraten (R11), Chargui (R13) et Chargui/Kalabine (R15). Toutefois, le poids individuel moyen est nettement plus élevé dans ces fonds rocheux, ce qui signifie que ce sont essentiellement de gros spécimens qui habitent ces milieux. Il est certain que les rochers représentent un substrat de fixation pour ces espèces sessiles, et qui permettent aux adultes de résister à la force des courants marins créés par les vagues et les houles dans ces zones. En fait, les œufs émis par *Phorcus articulatus* donnent à la fin du printemps-début de l'été des larves planctoniques qui s'échouent après quelques jours sur le fond. Puis, les jeunes gastéropodes âgés de quelques semaines et qui mesurent de 1 à 3 mm migrent vers le haut de l'estran pour se fixer sur un substrat dur (Lindner & Weber, 2005). De ce fait, les courants marins forts du nord et la houle du nord et du nord-est de l'île Chargui gênent le déroulement normal de ces phases de développement de *Phorcus articulatus*, puisqu'ils entraînent ses œufs et larves et les emportent plus loin, et seules les adultes peuvent se fixer sur les rochers et résister aux houles et vagues qui se heurtent souvent violemment sur les rochers. Dans l'estran des îles Kerkennah, les concentrations de *Phorcus articulatus*, essentiellement adultes, ont été plus fortes dans les zones rocheuses, les pêcheries et les herbiers des phanérogames *Posidonia oceanica* et *Cymodocea nodosa*. Il semble que ces milieux offrent plus de substrats variés sur lesquels cette espèce peut se fixer et capturer sa nourriture (Gueddich, 2006).

En général, les côtes tunisiennes et notamment celles des îles Kerkennah sont caractérisées par la richesse de leur faune malacologique, essentiellement les gastéropodes et plus particulièrement les trochidés (Gueddich, 2006). A ce jour, les espèces de ce groupe n'ont pas fait l'objet d'une vraie exploitation malgré

leurs fortes abondances. De ce fait, elles ne sont pas bien étudiées, et plusieurs aspects écobiotiques restent mal connus (Cheour *et al.*, 2014). Les quelques travaux scientifiques effectués à ce jour sur le genre *Monodonta* (synonyme de *Phorcus*) considèrent que cette espèce est un bioindicateur efficace et fiable de la pollution (Saliba & Vella, 1977 ; Axiak & Schembri, 1982 ; Bargagli *et al.*, 1985 ; Nicolaidou & Nott, 1990 ; Cubadda *et al.*, 2001). Sa répartition dans la zone estran des îles Kerkennah semble confirmer ces constatations puisqu'elle est plus abondante dans les secteurs potentiellement riches en matière organique d'origine urbaine, à l'instar des régions d'Ouled Kacem (R3), d'El-Attaya (R10), de Sidi Fredj (R19) et de Sidi Youssef (R23) (Gueddich, 2006). D'autant qu'elle est moins présente dans les zones non habitées ou à très faible taux d'urbanisme, à l'instar des côtes nord et est de l'île Chargui, notamment les régions d'El-Attaya/Sidi Massoud (R9), El-Kraten (R11), Chargui (R13), Chargui/Kalabine (R15), Rass Essmoum (R25), El-Gdaya (R26) et au nord d'El-kantra (R20). Toutefois, la pollution et l'hydrodynamisme ne sont certainement pas les seuls facteurs qui régissent le développement et la distribution géographique de *Phorcus articulatus* aux îles Kerkennah, mais également d'autres facteurs abiotiques comme la température et la salinité, ainsi que des facteurs biotiques comme la disponibilité des ressources trophiques et les interactions avec d'autres populations ont certainement des rôles plus ou moins intéressants à jouer (El Hasni, 2005). A titre d'exemple, les spécimens de *Phorcus articulatus* collectés dans les zones d'El-Kantra (R1 et R20), de Chargui-Kalabine (R15) et de Sidi Youssef (R23) portent des coquilles le plus souvent perforées, ce qui signifie que l'espèce subit l'action des prédateurs, comme les crabes et les oiseaux.

En conclusion, ce travail a permis de cartographier l'abondance et la biomasse du gastéropode trochidé *Phorcus articulatus* le long de l'estran des îles Kerkennah. Faute de données fiables sur les caractéristiques biotiques et abiotiques du milieu, les principaux facteurs potentiels qui semblent régir le développement et la répartition géographique de cette espèce ont été discutés. Les résultats obtenus montrent que *Phorcus articulatus* est très abondant aux alentours des îles Kerkennah, et que sa répartition

spatiale présente des différences liées semble-t-il aux facteurs hydrobiologiques et anthropiques. Bien que ces mollusques gastéropodes présentent un intérêt économique secondaire, leur rôle demeure primordial dans l'équilibre écologique de l'écosystème puisqu'ils constituent un maillon de base de la chaîne trophique. Des études plus détaillées sur aussi bien l'écobiologie de cette espèce que sur les caractéristiques physico-chimiques et biologiques des îles Kerkennah sont nécessaires pour comprendre le fonctionnement de cet écosystème et les contraintes qui y sont imposées.

## BIBLIOGRAPHIE

- Aloui-Béjaoui N. & Afli A., 2012. Functional diversity of the macro invertebrate community in the port area of Kerkennah Islands (Tunisia). *Mediterranean Marine Science*, 13(1) : 93-102.
- Amari A., 1984. La contribution à la connaissance hydrologique et sédimentologique de la plate forme des îles Kerkennah. Thèse 3<sup>ème</sup> cycle de la Faculté des Sciences de Tunis, 251p.
- Axiak V., Schembri J.L., 1982. Effects of temperature on the toxicity of mercury and cadmium to the littoral gastropod *Monodonta turbinata*. *Marine Pollution Bulletin*, 13: 383-386.
- Bailey S.E.R., 1981. Circannual and circadian rhythms in the snail *Helix aspersa* Müller and the photoperiodic control of annual activity and reproduction. *Journal of Comparative Physiology* 142 : 89-94.
- Bargagli R., Baldi F., Leonzio C., 1985. Trace Metal Assessment in Sediment, Molluscs and Reed Leaves in the Bay of Follonica (Italy). *Marine Environmental Research* 16: 281-300.
- Belkhdja H., 2003. Contribution à l'étude de la faune malacologique de la lagune de Bizerte: Evaluation et interaction avec le substrat. Mémoire du Diplôme d'Etudes Approfondies de l'Institut National Agronomique de Tunisie, 100 p.
- Ben Abdallah O., Ben Hadj Hamida N et Jarbouï O., 2006. Evaluation et cartographie des stocks de coquillages dans la partie marine de la région de Zarzis. *Bulletin de l'Institut National des Sciences et Technologies de la Mer de Salammbô*, : 13 - 21.
- 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? *Marine Pollution Bulletin*, 71, 286-298.
- Ben Othmen S., 1971. Observations hydrologiques, dragages dans le Sud-est tunisien. *Bulletin de l'Institut National Scientifique et Technique d'Océanographie et de Pêche, Salammbô* 2 : 103 - 120.
- Chakroun R., 2004. Réponse de la macrofaune invertébrée benthique à l'état de dégradation du milieu : cas du lac Sud de Tunis et de la lagune de Ghar EL Melh. Thèse de Doctorat de la Faculté des Sciences de Bizerte, 341 p.
- Cheour M.K., Elgharsalli R., Benmessaoud R. & Aloui-Bejaoui N., 2014. Variation of steroid concentrations during the reproductive cycle of the snail *Osilinus articulatus* in the Kherkennah Islands (Gulf of Gabes, Tunisia). *Cahiers de Biologie Marine*, 55: 191-199.
- Cubadda F., Conti M. E., Campanella L., 2001. Size-dependent concentrations of trace metals in four mediterranean gastropods. *Chemosphere*, 45 : 561 – 569.
- Dautzenberg P., 1883. Liste des coquillages du golfe de Gabès. *Journ. Conchyl.* Vol. 31. 37 me sér. Tome. 23, Paris: 289-291.
- Desai B.N., 1966. The biology of *Monodonta lineata* (da Costa). *Journal of molluscan studies*, 37: 1-17.
- Donald K.M., Preston J., Williams S.T., Reid D.R., Winter D., Alvarez R., Buge B., Hawkins S.J., Templado J. & Spencer H.G., 2012. Phylogenetic relationships elucidate colonization patterns in the intertidal grazers *Osilinus* Philippi, 1847 and *Phorcus* Risso, 1826 (Gastropoda: Trochidae) in the northeastern Atlantic Ocean and Mediterranean Sea. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 62(1): 35-45.
- El Hasni K., 2005. Contribution à l'étude de l'abondance et cartographie des stocks des gastéropodes dans la zone estran de Sfax-Nord. Cas des espèces : *Ceritium vulgatum*, *Bittium reticulatum* et *Natica josephina*. Mastère en Biodiversité et Ressources Aquatiques de la Faculté des Sciences de Sfax, 125 p.
- Enée J., Bonnefoy-Claudet R. & Gomot L., 1982. Effet de la photopériode artificielle sur la reproduction de l'Escargot *Helix aspersa* Müll. *Comptes Rendus des Séances de L'Académie des Sciences Paris*, 294: 357-360.
- Garwood P.R and Kendall M. A., 1985. The reproductive cycles of *Monodonta lineata* and *Gibbula umbilicalis* on the coast of Mid Wales. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 65: 993-1008.
- Gharsallah-Haouas I., Zamouri-Langar N., Chouba L., Mrabet R. & Elabed A., 2004. Les Mésogastéropodes (Mollusca : Gasteropoda) dans les lagunes du littoral tunisien. *Bulletin de*

- l'Institut National des Sciences et Technologies de la Mer de Salammbô. N. S 9 : 143 - 146.*
- Ghodhbane D., 2002. Contribution à l'étude de la macrofaune benthique de la lagune de Bougrara. DEA. Fac. Sci. Tunis. Univ. El Manar, 122 p.
- Gomot L., & Griffond B. 1993. Action of epigenetic factors on the expression of hermaphroditism in the snail *Helix aspersa*. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 104A: 195-199.
- Gros F. & J. Dercourt (coords.) 2000. Systématique. Ordonner la diversité du Vivant. Rapport sur la science et la technologie n°11. Académie des Sciences-Editions Tec&Doc, Paris, Londres & New York.
- Gueddich H., 2006. Abondance et répartition des espèces de coquillages dans l'estran aux îles Kerkennah. Mastère en Biodiversité et Ressources Aquatiques de la Faculté des Sciences de Sfax, 132 p.
- Gulland J. A., 1969. Manuel des méthodes d'évaluation des stocks d'animaux aquatiques. Première partie: Analyse des populations. Manuel F.A.O. des sciences halieutiques n°4, 1960p. FRS/M4.
- Hajjej G., 2004. Contribution à l'étude de la biocénose de l'estuaire Oued El Akarit et du littoral Metouia-Ghannouch. Mémoire de Mastère. INAT, 112 p.
- Hamza A., Bouain A. & El Abed A., 2000. Observations sur la floraison et la fructification de la phanérogame marine *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile sur les côtes du Golfe de Gabès (Tunisie). *Mésogée*, 50: 93-99.
- Hennig W., 1950. Grundzüge einer Theorie der phylogenetischen Systematik (Fondements d'une théorie de la systématique phylogénétique), Deutscher Zentralverlag, Berlin. Traduit en 1966 en Anglais par D. Dwight Davis & R. Zangerl.
- Lasiak T. 1987. The reproductive cycle of three Trochid gastropods from the Transkei coast, Southern Africa. *Journal of molluscan studies* 53: 24-32.
- Lindner G. and Weber D., 2005. Guide des coquillages marins, 2<sup>ème</sup> édition, ed. Delachaux & Niestle, 320 p.
- Mabrouk L., Guarred T., Hamza A., Messaoudi I., Hellal A.N., 2014. Fluctuating asymmetry in grass goby *Zosterisessor ophiocephalus* Pallas, 1811 inhabiting polluted and unpolluted area in Tunisia. *Marine Pollution Bulletin*, 85: 248-251.
- Nicolaidou A. et Nott J.A., 1990. Mediterranean Pollution from a Ferro-nickel Smelter: Differential uptake of metals by some gastropods. *Marine Pollution Bulletin*, 21 (3): 137-143.
- Ouannes-Ghorbel A., Guirah J., Boukarayaa M., El hasni K., Derbali A. et Jarbouï O., 2009. Inventaire et abondance relative des gastéropodes dans les zones marines côtières de Monastir (Est Tunisien). *Bulletin de l'Institut National des Sciences et Technologies de la Mer de Salammbô*, 36: 67 - 73.
- Pallary P., 1914. Liste des Mollusques du golfe de Tunis. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Du Nord*, (5) : 12-27.
- Saliba L.J., Vella M.G., 1977. Effects of mercury on the behaviour and oxygen consumption of *Monodonta articulata*. *Marine Biology* 43: 277-282.
- Serbaji M.M., 2000. Utilisation d'un SIG multi-sources pour la compréhension et la gestion intégrée de l'écosystème côtier de la région de Sfax (Tunisie). Thèse de Doctorat, 226p.Fac.Sci.Tunis.
- Soufi-Kechaou E. 2004. Caractérisation écobioologique de l'espèce invasive *Pinctada radiata* (Leach, 1814) au nord-est des îles Kerkennah et relations avec l'espèce endémique et protégée de Méditerranée *Pinna nobilis* (Linnaeus, 1758). DEA, 185p. Inst. Natn. Agr. Tunis.
- Underwood A.J., 1972. Observations on the reproductive cycles of *Monodonta lineata*, *Gibbula umbilicalis* and *G. cineraria*. *Marine biology* 17: 333-340.
- Williams E.E., 1965. The growth and distribution of *Monodonta lineata* (Da Costa) on a rocky shore in Wales. *Fld Stud* 2: 189-98.
- Zamouri-Langar N., Charef A., Romdhane M. S., Benmaiz N. et Gharsallah-Haouas I., 2004. Premier inventaire et répartition du macrozoobenthos de la lagune de Tunis (17 ans après les aménagements). *Bulletin de l'INSTM. N.S, 9 : 5 - 8.*
- Zaouali J., 1978. Les peuplements malacologiques de la mer de Bou Grara. *Bull. Off. Natn. Pêche. Tunisie* 2: 199-209.
- Zaouali J., 1979. Etude écologique du lac de Bizerte. *Bull. Off. Natn. Pêche, Tunisie*, 3 (2): 107-142.
- Zaouali J., 1993. Les peuplements benthiques de la petite Syrte, golfe de Gabès. Tunisie. Résultat de la campagne du mois de juillet 1990. Etude préliminaire de biocénose récente. *Mar. Life*, 3 (1-2) : 47-60.