



# Revue CAMES

Semestriel du Conseil Africain et Malgache  
pour l'Enseignement Supérieur

*Science de la vie, de la terre et agronomie (SVT-A)*

**Année 2014, Volume 02, Numéro 1**



Scène nature composée (Serene Fantasy Photo)

# CAMES

## Historique

Plusieurs réunions de spécialistes chargés de définir le rôle et les fonctions de l'Enseignement Supérieur ont conduit à la constitution d'une "Commission consultative d'expert pour la réforme de l'Enseignement en Afrique et à Madagascar". Une résolution de la Conférence des Ministres de l'Éducation nationale tenue à Paris en 1966 donnait mandat à la commission d'entreprendre une recherche approfondie sur les structures et les enseignements des Universités Africaines et malgaches, dans un large esprit de coopération interafricaine. Les conclusions de la réflexion menée par la Commission leur ayant été soumises à la Conférence de Niamey, tenue les 22 et 23 janvier 1968, les Chefs d'Etats de l'OCAM décidèrent la création du "Conseil Africain et Malgache pour l'Enseignement Supérieur", regroupant à ce jour seize (16) Etats francophones d'Afrique et de l'Océan Indien. La convention portant statut et organisation du CAMES fut signée par les seize (16) Chefs d'Etat ou de Gouvernement, le 26 Avril 1972 à Lomé. Tous les textes juridiques ont été actualisés en 1998-1999 et le Conseil des Ministres du CAMES, a lors de la 17ème Session tenue à Antananarivo en Avril 2000, adopté l'ensemble des textes juridiques actualisés du CAMES, qu'on peut retrouver sur le site web <http://www.lecames.org/spip.php?article1>

## Missions

- Promouvoir et favoriser la compréhension et la solidarité entre les Etats membres ;
- Instaurer une coopération culturelle et scientifique permanente entre les Etats membres ;
- Rassembler et diffuser tous documents universitaires ou de recherche : thèses, statistiques, informations sur les examens, annuaires, annales, palmarès, information sur les offres et demandes d'emploi de toutes origines
- Préparer les projets de conventions entre les États concernés dans les domaines de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et contribuer à l'application de ces conventions ;
- Concevoir et promouvoir la concertation en vue de coordonner les systèmes d'enseignement supérieur et de la recherche afin d'harmoniser les programmes et les niveaux de recrutement dans les différents établissements d'enseignement supérieur et de recherche, favoriser la coopération entre les différentes institutions, ainsi que des échanges d'informations.

## Organisation

### Le Conseil des Ministres

Le Conseil des Ministres est l'instance suprême du CAMES. Il regroupe tous les Ministres ayant en charge l'Enseignement Supérieur et/ou la Recherche Scientifique des pays membres. Il se réunit une fois l'an en session ordinaire et peut être convoqué en session extraordinaire. L'actuel Président du Conseil des Ministres est le Ministre de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche de Côte d'Ivoire.

### Le Comité des Experts

Le Comité des Experts prépare la session ministérielle. Il est composé de deux représentants par pays membre ou institution membre. Il se réunit une fois l'an en session ordinaire et peut être convoqué en session extraordinaire.

### Le Comité Consultatif Général (CCG)

Il supervise et contrôle l'application de l'Accord portant création et organisation des Comités Consultatifs Interafricains. Ses membres sont des Recteurs ou Présidents d'Universités et des Directeurs des Centres Nationaux de Recherche. Les organismes signataires de l'Accord y sont représentés par leurs Directeurs.

## SOMMAIRE

<b>INSTRUCTIONS AUX AUTEURS</b>	4
<b>REDACTEURS EN CHEF DES REVUES</b>	5
<b>MORINGA OLEIFERA LAMARCK (MORINGACEAE) : UNE RESSOURCE PHYTOGÉNÉTIQUE À USAGE MULTIPLE</b>	6
Wouyo ATAKPAMA*, Esse Goussivi E. KPONOR , Madjouma KANDA, Marra DOURMA, M'tékounm NARE, Komlan BATAWILA, Koffi AKPAGANA	6
<b>LES GASTEROPODES PATELLIDAE ET LEUR UTILISATION DANS L'ÉVALUATION DE LA POLLUTION DU LITTORAL DE SKIKDA (NORD EST DE L'ALGERIE)</b>	15
Gastropods Patellidae and their use in assessment of the pollution on the coastline of Skikda (North East Algeria)	15
Razika MAATALLAH*, Mohamed CHEGGOUR & Kamel LOUADI Abdallah Borhane DJEBAR	15
<b>COMPARAISON DES PERFORMANCES DE PRODUCTION ET DE LA QUALITE ORGANOLEPTIQUE DE LA VIANDE DE TROIS SOUCHES DE POULETS CHAIR (HUBBARD, COBB ET ROSS) ELEVEES AU BENIN.</b>	30
TOSSOU M.L., HOUNDONOUGBO M.F., ABIOLA F.A., CHRYSOSTOMEC.A.A.M.	26
<b>DEVELOPMENT OF KENAF'S PARTICLEBOARDS AGGLOMERATED WITH PRODUCED TANNINS BY SOME PLANT ORGANS FROM TOGO</b>	36
A.Y. Nenonene, K. Koba, L. Rigal, K. Sanda	36
<b>INFLUENCE DE LA PRESSION HUMAINE SUR LA DIVERSITE ET LA PRODUCTION LIGNEUSE DES GALERIES DE LA RIVIERE BAOULE EN ZONE MALI-SUD</b>	41
Moussa KAREMBE*; Lassina TRAORE ; Fadiala DEMBELE et Youssouf SANOGO	41
<b>PALM OIL MILL WASTE IMPORTANCE AND ITS MANAGEMENT IN A SUSTAINABILITY CONTEXT IN SOUTHERN BENIN</b>	50
Importance et gestion des residus d'huilerie de palme dans un contexte de durabilite au sud du benin	50
Tatiana Windékpè KOURA*, Gustave Dieudonné DAGBENONBAKIN, Valentin Missiakô KINDOMIHOU1,2, Harris Phill and Brice Augustin SINSIN1,2	50
<b>IMPACT DES EAUX USEES ET DE RUISSELLEMENT SUR LA BIODIVERSITE DES MACROINVERTEBRES DE LA RIVIERE BANCO (PARC NATIONAL DU BANCO ; COTE D'IVOIRE).</b>	58
Impact des eaux usées sur la biodiversité des macroinvertébrés aquatiques	58
CAMARA Adama Idrissa*, DIOMANDE Dramane & GOURENE Germain	58
<b>STRATEGIES DE PRODUCTION DE CLONES D'OXYTENANTHERA ABYSSINICA (A. RICH.) MUNRO, A L'AIDE D'OUTILS BIOTECHNOLOGIQUES</b>	69
In vitro plant regeneration from seeds of Bamboo (Oxytenanthera abyssinica A. Rich. Munro)	69
Aliou NDIAYE1, Amadou DIAGNE1, Mahamadou THIAM1, Dame NIANG1, Maurice SAGNA1 et Yaye Kène GASSAMA1,	69
<b>ETUDE COMPARATIVE DES CAPTURES DE CRABES NAGEURS CALLINECTES AMNICOLA (DECAPODA-PORTUNIDAE) DES LAGUNES IVOIRIENNES (AFRIQUE DE L'OUEST)</b>	75
Titre courant : Capture des crabes nageurs	75
SANKARE Y. 1, AMALATCHY N.J. <sup>2</sup> KOFFIE-BIKPO C. Y3	75
<b>EFFETS DES SOUS PRODUITS LOCAUX SUR LA CROISSANCE DES TILAPIAS HYBRIDES [TILAPIA ZILLII (MALE) X TILAPIA GUINEENSIS (FEMELLE)] EN CAGES FLOTTANTES INSTALLEES DANS LE LAC DE BARRAGE D'AYAME I (COTE D'IVOIRE).</b>	85
Titre courant : sous produits AGRICOLES ET ALIMENTATION des tilapias	85
Tilapia guineensis (female)] in floating cages installed in the South East of Côte d'Ivoire.	85
Nobah Céline Sidonie Koco1*, Affourmou Kouamé2, Alla Yao Laurent3	85
<b>CONTEXTE SOCIAL DE L'UTILISATION DE PENTADESMA BUTYRACEA (SABINE) ET DE SON HABITAT</b>	93
Social context of Pentadesma butyracea and its natural stands use in Benin	93
Avocèvou-Ayisso Carolle*	93

# INSTRUCTIONS AUX AUTEURS

## Politique éditoriale

La Revue CAMES publie des contributions originales (en français et en anglais) dans tous les domaines de la science et de la technologie et est subdivisée en 9 séries :

- **Sciences des structures et de la matière.** Elle couvre les domaines suivants : mathématiques, physique, chimie et informatique,
- **Sciences de la santé :** médecine humaine, médecine vétérinaire, pharmacie, odonto-stomatologie, productions animales ;
- **Sciences de la vie, de la terre et agronomie ;**
- **Sciences appliquées et de l'ingénieur ;** Littérature, langues et linguistique ;
- **Sciences humaines :** Philosophie, sociologie, anthropologie, psychologie, histoire et géographie ;
- **Sciences économiques et de gestion ;**
- **Sciences juridiques et politiques ;**
- **Pharmacopée et médecine traditionnelles africaines ;**

Toutes les séries publient en moyenne deux numéros par an.

Les contributions publiées par la Revue CAMES représentent l'opinion des auteurs et non celle du comité de rédaction ou du CAMES. Tous les auteurs sont considérés comme responsables de la totalité du contenu de leurs contributions.

## Soumission et forme des manuscrits

La soumission d'un manuscrit à la Revue CAMES implique que les travaux qui y sont rapportés n'aient jamais été publiés auparavant, ne soient pas soumis concomitamment pour publication dans un autre journal et qu'une fois acceptés, ne fussent plus publiés nulle part ailleurs sous la même langue ou dans une autre langue, sans le consentement du CAMES.

Les manuscrits, dactylographiés en interligne double en recto sont soumis aux rédacteurs en chef des séries.

Les manuscrits doivent comporter les adresses postales et électroniques et le numéro de téléphone de l'auteur à qui doivent être adressées les correspondances. Les manuscrits soumis à la Revue CAMES doivent impérativement respecter les indications cidessous :

## Langue de publication

La revue publie des articles rédigés en français ou en anglais. Cependant, le titre, le résumé et les mots-clés doivent être donnés dans les deux langues.

Ainsi, tout article soumis en français devra donc comporter, obligatoirement, «un titre, un abstract et des keywords», idem, dans le sens inverse, pour tout article en anglais (un titre, un résumé et des mots-clés).

## Page de titre

La première page doit comporter le titre de l'article, les noms des auteurs, leur institution d'affiliation et leur adresse complète. Elle devra comporter également un titre courant ne dépassant pas une soixantaine de caractères ainsi que l'adresse postale de l'auteur, à qui les correspondances doivent être adressées.

## Résumé

Le résumé ne devrait pas dépasser 250 mots. Publié seul, il doit permettre de comprendre l'essentiel des travaux décrits dans l'article.

## Introduction

L'introduction doit fournir suffisamment d'informations de base, situant le contexte dans lequel l'étude a été entreprise. Elle doit permettre au lecteur de juger de l'étude et d'évaluer les résultats acquis.

## Corps du sujet

Les différentes parties du corps du sujet doivent apparaître dans un ordre logique.

## Conclusion

Elle ne doit pas faire double emploi avec le résumé et la discussion. Elle doit être un rappel des principaux résultats obtenus et des conséquences les plus importantes que l'on peut en déduire.

## La rédaction du texte

La rédaction doit être faite dans un style simple et concis, avec des phrases courtes, en évitant les répétitions.

## Remerciements

Les remerciements au personnel d'assistance ou à des supports financiers devront être adressés en terme concis.

## Références

Les noms des auteurs seront mentionnés dans le texte avec l'année de publication, le tout entre parenthèses.

Les références doivent être listées par ordre alphabétique, à la fin du manuscrit de la façon suivante:

- **Journal** : noms et initiales des prénoms de tous les auteurs, année de publication, titre complet de l'article, nom complet du journal, numéro et volume, les numéros de première et dernière page.

- **Livres** : noms et initiales des prénoms des auteurs et année de publication, titre complet du livre, éditeur, maison et lieu de publication.

- **Proceedings** : noms et initiales des prénoms des auteurs et année de publication, titre complet de l'article et des proceedings, année et lieu du congrès ou symposium, maison et lieu de publication, les numéros de la première et dernière page.

#### Tableaux et figures

Chaque tableau sera soumis sur une feuille séparée et numéroté de façon séquentielle. Les figures seront soumises sur des feuilles séparées et numérotées,

selon l'ordre d'appel dans le texte.

La numérotation des tableaux se fera en chiffres romains et celle des figures en chiffres arabes, dans l'ordre de leur apparition dans le texte.

#### Photographies

Les photographies en noir & blanc et couleur, sont acceptées.

#### Procédure de révision

Les manuscrits sont soumis à la révision des pairs. Chaque manuscrit est soumis au moins à deux référés spécialisés. Les auteurs reçoivent les commentaires écrits des référés. Il leur est alors notifié, par la même occasion, l'acceptation ou le rejet de leur contribution.

**NB : Le manuscrit accepté doit, après correction conformément aux recommandations des référés, être retourné aux différents rédacteurs en chef des séries, en format WORD ou DOC.**

## REDACTEURS EN CHEF DES REVUES

Les auteurs sont invités à envoyer directement leurs articles aux rédacteurs en chef des différentes séries:

- **Sciences des structures et de la matière:**

Pr ABDOULA YB Alassane: aabdou@yahoo.com (Niamey)

- **Sciences de la santé:**

Pr TOURE Meissa mtoure@ised.sn (Dakar)

- **Sciences de la vie, de la terre et agronomie:**

Pr GLITHO Adolé I. iglitho@yahoo.fr (Lomé)

- **Sciences appliquées et de l'ingénieur:**

Pr FALL Meissa meissaJall@univ-thies.sn (Thiès)

- **Littérature, langues et linguistique:**

Pr AINAMON augustin ainamonaugustin@yahoo.fr (Cotonou)

- **Sciences humaines:**

Pr KADANGA Kodjona kkadanga59@yahoo.fr (Lomé)

- **Sciences économiques et de gestion:**

Pr ONDO Ossa Albert saon4@yahoo.fr (Gabon)

- **Sciences juridiques et politiques:**

Pr SOMA Abdoulaye tikansonsoma@yahoo.fr (Ouagadougou)

- **Pharmacopée et médecine traditionnelles africaines**

Pr OUAMBA Jean Maurille jm\_maurille@yahoo.fr (Brazzaville)

Les auteurs dont les articles ont été acceptés doivent procéder au règlement des **frais d'insertion** s'élèvent à **50 000 FCFA** auprès de l'agence comptable du CAMES, par transfert rapide.

# LES GASTÉROPODES PATELLIDAE ET LEUR UTILISATION DANS L'ÉVALUATION DE LA POLLUTION DU LITTORAL DE SKIKDA (NORD-EST DE L'ALGÉRIE)

Razika MAATALLAH\* <sup>(1)</sup>, Mohamed CHEGGOUR<sup>(2)</sup>, Kamel LOUADI <sup>(3)</sup> & Abdallah Borhane DJEBAR <sup>(1)</sup>

## RÉSUMÉ

Le littoral de Skikda dispose de structures importantes (la pêche, l'industrie pétrolière et le tourisme). Par ailleurs l'urbanisation menace la biodiversité et conduit à la dégradation progressive de cet écosystème côtier. En outre, ce milieu n'a pas été étudié auparavant pour évaluer les organismes marins, en particulier ceux des substrats rocheux intertidaux. Le laboratoire EMMAL d'Annaba a structuré des travaux de recherche pour l'identification et l'évaluation de ce groupe. Nos objectifs ont été d'évaluer la composition du peuplement du genre *Patella* et d'en étudier l'abondance et la distribution le long du linéaire côtier. Ces patello gastéropodes sont d'excellents bioindicateurs de pollution marine employés dans plusieurs réseaux internationaux.

Les suivis ont été menés de Septembre 2008 à août 2009, à la même période pour toutes les stations. Les douze stations sont des sites rocheux exposés aux vagues, et positionnés le long du golfe de Skikda de «la plage Saf Saf» à l'est (36°52'57''N; 6°55'28''E) jusqu'à «la plage Ravin des Lions» vers l'ouest (36°54'84''N; 6°53'13''E). Certaines ont la particularité de cumuler plusieurs sources de rejets (urbains et /ou industriels) alors que d'autres sont supposées éloignées de toute activité anthropique.

La méthode de quadrat a révélé un total de 865 individus de *Patella* Linné, 1758. Les espèces observées étaient: *P. caerulea* Linné, 1758; *P. rustica* Linné, 1758; *P. ferruginea* Gmelin 1791; *P. aspera* Roding 1798; *P. safiana* Lamarck, 1819; *P. vulgata* Linné, 1758. Les deux premiers taxons sont les plus abondants au niveau de chaque site d'échantillonnage. En outre *P. rustica* était le plus abondant au secteur est tandis que *P. caerulea* s'est avéré être plus fréquent vers l'ouest.

Dans le but de rechercher une éventuelle corrélation entre la contamination des eaux littorales de la baie de Skikda et la diversité du peuplement des patelles, l'analyse hiérarchique ascendante utilisée sur les variables indice de Shannon-Weaver sur la base de log<sub>2</sub> et de la richesse spécifique (S) par la méthode de lien simple et carré de la distance euclidienne a classifié les douze stations entre modérément et intensément polluées.

D'autre part, une quantification des teneurs des ETM effectuée dans les eaux de surface des mêmes stations a révélé des concentrations métalliques en dessous des normes algériennes. Quatre métaux lourds (Zn, Fe, Cu et Ni) ont été majoritaires et le chrome n'a pas été détecté. En revanche, selon les recommandations internationales, certaines concentrations métalliques sont toxiques.

**Mots-clés:** Bioindicateur - patelle- pollution- Indice de Shannon-Weaver- Skikda-Algérie.

## GASTROPODS PATELLIDAE AND THEIR USE IN ASSESSMENT OF THE POLLUTION ON THE COASTLINE OF SKIKDA (NORTH EAST ALGERIA)

### ABSTRACT

The coastline of Skikda (North East of Algeria) is filled with important structures (fishing, tourism and oil industry) but urban planning threatens the biodiversity and leads to the gradual fade of this coastal ecosystem. Furthermore this environment has not been studied previously to evaluate the fauna, particularly the intertidal rocky shores. The Laboratory EMMAL (Annaba, Algeria) sought a chore for identifying and evaluating this group. Our objectives were to assess the composition of the settlement of the genus *Patella* in this area and to evaluate the abundance and dominance conditions of this species along the coast. These species are testers already used in several international networks for monitoring the levels of marine pollution.

Follow-ups were conducted from September 2008 to August 2009, at the same period for all the stations. All twelve sites are wave-exposed rocky, and positioned along the gulf of Skikda from "Saf Saf" beach on the East (36°52'57''N; 6°55'28''E) to "Ravin des Lions" beach to the West (36°54'84''N; 6°53'13''E). Certain stations have the peculiarity to cumulate several sources of discharges (urban and / or industrial), while others are expected far from any human activity.

Quadrat methods were used to collect informations. The identification disclosed a total of 865 shell specimens of *Patella* Linnaeus, 1758. The observed species were: *P. caerulea* Linnaeus, 1758; *P. rustica* Linnaeus, 1758; *P. ferruginea* Gmelin 1791; *P. aspera* Roding 1798; *P. safiana* Lamarck, 1819; *P. vulgata* Linnaeus, 1758. The first two species were the most abundant at each sampling site. Moreover *P. rustica* was the most abundant at the eastern sector while *P. caerulea* turned out to be more frequent in the western.

(1) Laboratoire d'Ecobiologie et des Milieux Marins et Littoraux (EMMAL). Faculté des sciences de la Nature et de la vie. Département des sciences marines. Université Badji Mokhtar. Annaba. 23000 Algérie. [maatallah.kherif@yahoo.fr](mailto:maatallah.kherif@yahoo.fr), [djebbarborhane2000@yahoo.fr](mailto:djebbarborhane2000@yahoo.fr)

(2) Unité Ecologie. Département de Biologie. Ecole Normale Supérieure. Université Cadi Ayyad.B.P2400-Marrakech. Maroc. [c-mcheggour@ens-marrakech.ac.ma](mailto:c-mcheggour@ens-marrakech.ac.ma)

(3) Laboratoire de Biosystématique et Ecologie des Arthropodes. Faculté des Sciences de la Nature et de la vie - Département de Biologie Animale - Université Constantine. 25000. Algérie. [l\\_louadi@hotmail.com](mailto:l_louadi@hotmail.com)

For the purpose of searching a possible correlation between the contamination of coastal waters of the Bay of Skikda, the diversity and abundance of *Patella* settlement, the structure of this community at each station of gulf of Skikda was analyzed using a dendrogram on the variables (Shannon-Weaver index ( $H'$ ) on  $\log_2$  basis and species richness (S)) by the method of simple link and squared Euclidean distance has classified the twelve stations studied between moderately and heavily polluted. Parallel quantification of levels of ETM in coastal surface waters was carried out during the month of July 2008 and then found below the Algerian Standards. Four heavy metals (Zn, Fe, Mn and Cd) dominated over the twelve stations; furthermore chromium was not detected in the coastal waters of Skikda bay during this survey. However, according to international recommendations, some metallic thresholds are toxic.

**Keywords:** bioindicator- limpets- monitoring-pollution- Shannon-Weaver-Skikda- Algeria.

## 1. INTRODUCTION

En Algérie, très peu d'études ont été consacrées à la famille des Patellidae Rafinesque, 1815. Sur la côte ouest algérienne, on cite les travaux d'écobiologie de **Semroud & Boumaza (1998)** et **Larbi Doukara (2007)**. **Seddik (2008)** a réalisé une étude bactériologique sur *Patella caerulea* Linné, 1758 et **Hakab (2010)** a étudié l'impact de la pollution portuaire sur la distribution de trois espèces de patelles (*Patella ferruginea* Gmelin, 1791, *Patella caerulea* Linné, 1758 et *Patella vulgata* Linné, 1758). Quant à **Benguedda (2013)**, elle a entrepris une étude de biomonitoring des ETM par l'emploi de *Patella ferruginea*. Sur la côte est, dans le golfe d'Annaba, **Beldi (2008)** a fait mention de 5 espèces : *Patella caerulea* Linné, 1758, *P. rustica* Linné, 1758, *P. vulgata* Linné, 1758, *P. intermedia* Murray in Knapp, 1857 et *P. aspera* Röding, 1798) et **Maatallah et Djebar (2014)** ont suivi la distribution de *P. rustica* dans le golfe de Skikda.

La rareté des données sur la faune benthique du littoral de Skikda a suscité notre curiosité à étudier l'abondance et la distribution des Patellidae du genre *Patella*, vu leur importance dans la structuration des communautés des substrats rocheux (**Ridgway et al. , 1998; Sa'-Pinto et al. , 2005**) et leurs emplois dans le biomonitoring et la bioindication (**Abdel-Moati & Atta, 1991; Bebianno et al. , 2003 ; Nakhle, 2003 ; El-Serafy et al. , 2003; Espinosa et al. , 2007; Yüzereroglu et al. , 2010**).

Dans ce suivi, l'indice de Shannon-Weaver est employé comme indicateur de qualité écologique (**Jhingran et al. , 1989; Papathanassiou & Zenetos, 1993; UNEP (DEC)/MED, 2003; Colombini et al. , 2003 ; Khan et al. , 2007**) afin de déterminer la relation entre la pollution de l'eau de mer et la diversité des peuplements de Patellidae du littoral

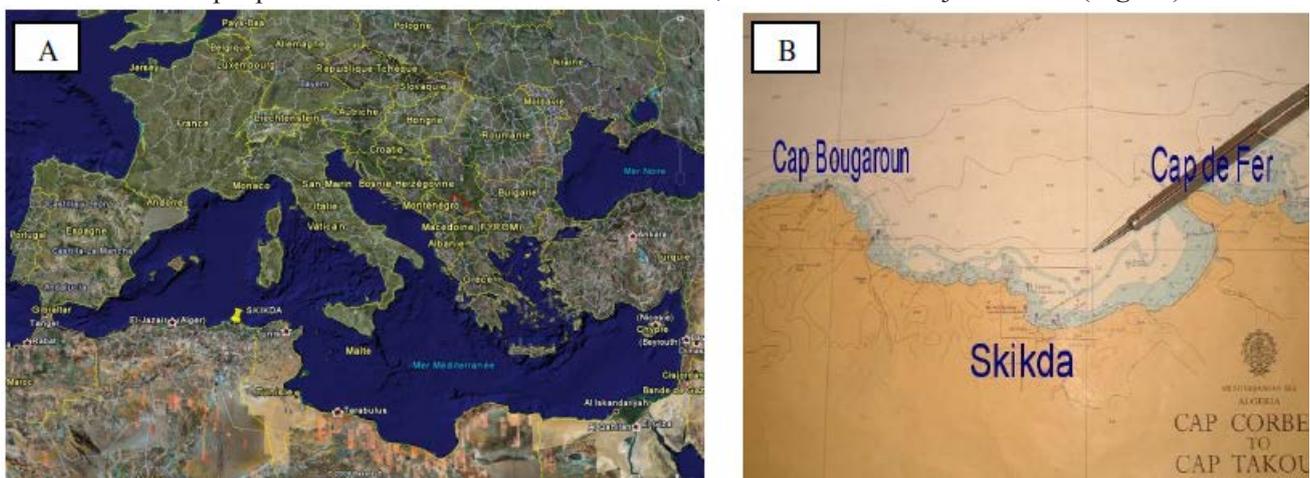
de Skikda.

Le littoral de Skikda est fortement industrialisé et reçoit les eaux usées domestiques et industrielles par les émissaires sur la côte sans traitements préalables. Cette situation peut être une conséquence directe de la conjugaison de la pollution industrielle et domestique du littoral de la région. Ces rejets sont à l'origine de sérieuses perturbations dans les communautés benthiques le long des côtes méditerranéennes (**Garcia- Guerra et al. , 2006 ; Espinosa et al. , 2007**). Le présent travail a pour objectif d'évaluer d'une part le taxon *Patella* employé dans les réseaux de surveillance de la pollution métallique (**De pirpo et al. , 2001 El-Serafy et al. , 2003, Collado et al. , 2006; Yüzereroglu et al. , 2010**) et hydrocarboné (**Pena Mendez et al. , 2001**) et d'autre part, le degré de pollution et sa relation avec la diversité et la richesse spécifique du peuplement des patelles (**Espinosa et al. , 2007**).

Nous proposons de vérifier si le degré de pollution a eu un impact sur le peuplement des Patellidae des substrats rocheux dans le golfe de Skikda partagé géographiquement en trois secteurs: à l'ouest, le secteur S3 supposé éloigné de toute source de pollution pouvant servir de site de référence (**Cadastre, 2004**). Le secteur S2 est situé au centre et englobant des plages de baignade (**Cadastre, 2004**). Le dernier secteur est localisé à l'est, où une régression des espèces originelles serait due à l'extension du complexe pétrochimique (**Cadastre, 2004**).

## 2. CADRE GÉNÉRAL DE LA RÉGION D'ÉTUDE

Skikda est située sur le littoral est algérien entre les latitudes 36°5'N et 36°15'N et les longitudes 06°27'E et 07°10'E. Elle dispose de frontières avec Constantine, Guelma et Mila au Sud, Annaba à l'est et Jijel à l'ouest (**Fig. 1**).



**Fig. 1:** (A) Situation de la région de Skikda (Nord- Est Algérien) sur le littoral algérien de longueur de 1280 km (Google map, 2009). (B) La zone côtière de Skikda s'étend sur une longueur de 140 Km environ et d'une superficie maritime de 3069 Km<sup>2</sup> de Cap Bougaroun à l'ouest au Cap de Fer à l'est. (B) :Source <http://www.vitamedz.com/photos/185/185247-carte-littoral-de-skikda-de-cap-corbelin-a-cap-jijel>

**Fig. 1:** Location of the Skikda region (North-Eastern Algeria) on the Algerian coast length of 1280km (Google map, 2009). The coastal zone of Skikda stretches over a length of about 140 km and a sea area has of 3069 km<sup>2</sup> Cape Bougaroun on the West to Cape Iron on the East.

## 3. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 3.1. Stations d'échantillonnage

Pour l'évaluation des paramètres physicochimiques, des éléments traces métalliques, de la diversité et de l'abondance des Patelles, douze stations (st.) positionnées sur un transect est-ouest du littoral réparti en trois secteurs (S1, S2 et S3) de la plage Saf Saf jusqu'à la plage du ravin des lions sont retenues (Fig. 2 et 3).

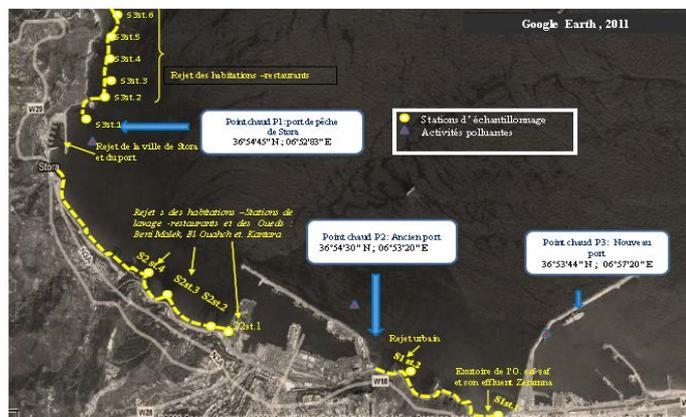


Fig. 2: Localisation par photo satellite des 12 points de prélèvement de la période d'étude Digital global 2012, modifiée).

Fig. 2: Satellite positioning Photos of the 12 sampling points of the study period d'étude (Digital global 2012, modified).



Fig.3: Configuration des 12 stations échantillonnées entre 2008 et 2009 (12 photos originales): P: Prélèvement.

Fig.3: Configuration of 12 stations sampled between 2008 and 2009 (12 original photos): P: sampling stations.

### 3.2. Échantillonnage

Pour l'analyse des métaux lourds dans les eaux de surface, l'échantillonnage des eaux marines est réalisé dans des bouteilles en verre acidifiées à pH 2. Lors de ce prélèvement, nous avons mesuré trois paramètres physicochimiques (température, salinité et pH) pendant un mois.

Les collectes des patelles sont faites à la main au niveau de l'estran rocheux lors des marées basses, par grattage au scalpel entre septembre 2008 et août 2009. En parallèle, la température des eaux de surface et le pH sont mesurés in situ dans les mêmes stations. Un tracé de 15 mètres est établi sur l'estran (la ligne de rivage) à l'aide d'un décimètre. Pour estimer l'effectif des patelles, trois quadrats de 25x25 cm sont posés aléatoirement sur ce

transect à raison de 4 répétitions par station. Les patelles qui se trouvent au niveau de ces quadrats sont comptées. Une liste des espèces animales et algales caractéristiques des sites d'étude est établie et seule la présence-absence est notée. Les patelles sont identifiées à partir des caractères morphologiques. Les coquilles sont débarrassées de leur chair puis observées sous loupe binoculaire en se basant sur la documentation de **Christiaens (1973)** et de **Cervella et al. (1988)** et les autres macroinvertébrés benthiques (MIB) (**FISH J. D. & FISH S., 2001**) et la consultation des Sites de référentiels taxonomiques (**ERMS et WoRMS**).

### 3.3. Analyse chimique

La mesure des paramètres physicochimiques est effectuée *in situ* à l'aide d'un Multiparamètre WTW 340i. Pour l'analyse des métaux totaux, l'ensemble de l'échantillon est acidifié au moment de la collecte avec de l'acide nitrique ultrapure un pH <2. Pour l'analyse du mercure, les collectes sont effectuées dans des flacons en verre brun de 1 litre. La conservation est faite par une acidification par l'acide nitrique supra pure à un pH <2 (**Rodier 1996**).

Le dosage du zinc, du cuivre, du cadmium, du fer, du manganèse et du nickel est réalisé par spectrophotométrie d'absorption atomique en flamme (**AAS- Analytical Genia Zeenit 700**). Les longueurs d'onde sont «Cu (324,8nm), Fe (249,3nm), Mn (279,6nm), Ni (232nm), Zn (213,9nm) et Cd (228,8nm)» et les limites de détection respectives sont «0,035mg/l; 0,08 mg/l; 0,03 mg/l; 0,07 mg/l et 0,012 mg/l». C'est un dosage direct avec nébulisation dans la flamme air-acétylène de l'AAS d'une prise d'essai de l'échantillon (la dilution décimale). Le chrome et le plomb sont dosés par **ICP-AES de type ULTIMA-C JOBIN YVON (ASTM, D 4190-03)**. La technique de la vapeur froide est utilisée pour la détermination du mercure totale (Mercury Analyzer System-I, Perkin-Elmer (**ASTM, D 3223-02**)).

### 3.4. Analyses statistiques

Les concentrations (moyennes et valeurs extrêmes) des métaux étudiés (Cd, Cu, Zn, Mn, Fe, Cr, Ni, Hg et Pb) sont calculées au cours des 36 prélèvements d'eaux de surface du golfe de Skikda. Ensuite une Analyse en composantes principales avec le logiciel SPSS (**version 17.0**) est réalisée pour l'ordination des stations du golfe de Skikda sur la base des moyennes des métaux et des paramètres physicochimiques.

Pour la description du peuplement des Patellidae, l'abondance (rapportée au mètre carré). Les trois paramètres utilisés (l'indice de richesse spécifique (S) des taxa identifiés, l'indice synthétique de diversité de **Shannon-Weaver** et l'indice de l'Équitabilité de **Pielou**) (**Papathanassiou & Zenetos, 1993**) sont calculés pour chaque station en se basant sur l'abondance. La classification ascendante hiérarchique sur les distances euclidiennes (par la méthode de carré Euclidien et la liaison simple) a permis de déterminer les différents groupes de stations présentant une similarité numérique dans les moyennes des variables S et H'. Cette analyse est effectuée avec le logiciel **Minitab 14.0**.

## 4. RÉSULTATS

### 4.1. Paramètres physicochimiques

Un premier prélèvement des eaux de surface pour la mesure *in situ* de trois paramètres physicochimiques (température, pH et salinité) et la détermination des

Pour l'étude de la diversité des patelles, la température et le pH sont considérés sur une période annuelle. Les valeurs ont montré que les périodes saisonnières ont été en relation avec les conditions météorologiques à savoir les plus élevées en été (29,7°C- 30,60°C) et les plus basses en période hivernale. Les températures relevées en hiver ont été de l'ordre de 10,60°C et 14,7°C. Celles mesurées en

**Tableau 1:** Caractéristiques physico-chimiques des eaux littorales (juillet, 2008) (Moyenne± écart type) °C (Température en degré Celsius); S‰ (Salinité); % O<sub>2</sub> (Pourcentage de saturation en oxygène dissous); pH (Potentiel d'hydrogène : Sorensen).

**Table1:** Physico-chemical characteristics of coastal waters (July 2008) (Mean ± SD)

Secteur	Code	Stations	Temperature	Salinité	pH	Références
S1	S1 st.1	Plagesafsaf	24,73±1,35	37,63±0,15	7,89±0,11	Cetteétude Hamidi, 1997
			28,58	39	8,16	
S1	S1 st.2	L'îlot des chèvres	23,77±1,40	36,96±0,12	7,16±0,28	Cette étude
S2	S2 st.1	Plage des chevaux	23,33±0,47	37,34±0,09	7,82±0,14	Cette étude
S2	S2 st.2	Plage château vert	25,97±1,69	37,63±0,15	8,06±0,06	Cette étude
S2	S2 st.3	Plage Marquette	24,43±0,31	37,97±0,21	8,21±0,07	Cette étude
S2	S2 st.4	Plage militaire	26,3±2,34	37,9±0,17	8,13±0,02	Cette étude
S3	S3 st.1	Port de pêche	25,54±1,9	37,83±0,25	8,22±0,11	Cette étude Hamidi, 1997
			26,3	39,6	8,14	
S3	S3 st.2	Plage Mollo	26,9±0,52	37,8±0,10	8,08±0,06	Cette étude Hamidi, 1997
			26,28	39,8	8,16	
S3	S3 st.3	Plage Miramar	26,7±2,33	37,83±0,06	8,21±0,04	Cette étude
S3	S3 st.4	Plage près de Miramar	24,83±2,25	38,05±0,05	8,12±0,03	Cette étude
S3	S3 st.5	Plage Carrière	28,10±0,7	38,23±0,49	8,12±0,03	Cette étude
S3	S3 st.6	Plage Ravin des lions	24,53±0,91	40,23±1,76	8,39±0,03	Cette étude
JORA (2006)	Valeurs limites		30°C	-	5,5-8,5	
AR du 4/11/1987	Données IBGE		25°C	-	6 - 9	

**IBGE:** Institut bruxellois pour la gestion de l'environnement.

éléments métalliques traces (ETM) est effectué en juillet 2008 (**Tab.1**). Durant cette période, la température a été relativement homogène, elle a fluctué respectivement entre 26,43±0,41°C (S1 st.2) et 31,13±0,27°C (S3 st.2). La valeur moyenne du pH enregistrée dans les trois stations: S1 st.1, S1 st.2 et S2 st.1 a été inférieure à 8, indiquant un pH proche de la neutralité. La valeur maximale (8,39±0,03) est relevée dans la station S3 st.6 (plage Ravin des lions). Les taux de salinité relevés des eaux superficielles du littoral ont varié entre 36,96±0,12‰ (S1 st.2) et 40,23±1,76‰ (S3 st.6). Les valeurs légèrement basses de la salinité moyenne ont été enregistrées au niveau des stations S1 st.1, S1 St.2, S2 st.1 et S2 st.2.

automne (17,77-19,23°C) ont été légèrement supérieures à celles du printemps (15,53-18,10°C). En saison post estivale, les températures moyennes ont rarement dépassé 21°C, à l'exception de la station S1 st.1 (respectivement 21,1°C) (**Fig. 5**). En automne, la température de l'air est supérieure à celle de l'eau (écart thermique de 2,38°C). Alors que les températures de l'été des 2 milieux ont été très étroites (25,5°C pour l'air et de 24,87 °C pour les eaux marines de surface). Au printemps et en hiver, l'effet a été inversé, les écarts respectifs ont été de 2,49 et 0,64 et la température de l'air a été inférieure à celle de l'eau de surface (**Fig. 6**)

En général, le pH des eaux littorales a été alcalin. Par contre dans cinq stations (S1 st. 1, S1 st. 2, S2 st. 1, S2 st.3

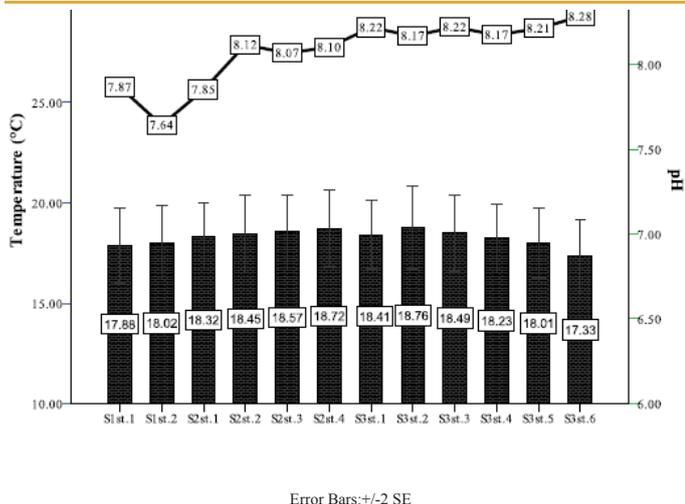


Fig. 4: Moyenne (+1 SE) stationnelle de la température et du pH dans les eaux du golfe Skikda durant la période d'étude (Septembre 2008 à août 2009). Trois mesures par station (3×4 mesures par saison).

Fig. 4: Mean (+1 SE) temperature and pH measured on each station in gulf of Skikda over study period. Three measurements were taken at each station during 4 seasons.

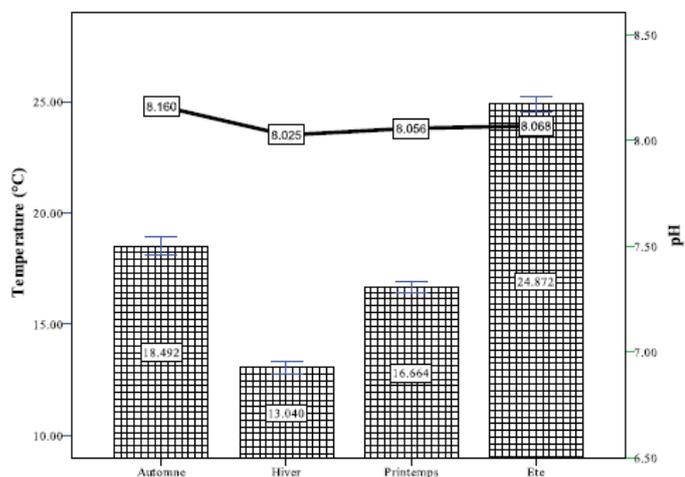


Fig. 5: Moyenne (+1 SE) saisonnière de la température et du pH dans les eaux du golfe Skikda durant la période d'étude Septembre 2008 à août 2009. Trois mesures par station (3×4 mesures par saison).

Fig. 5: Mean (+1 SE) temperature and pH measured on each season in gulf of Skikda over study period. Three measurements were taken at each station (3×4 measurements per season).

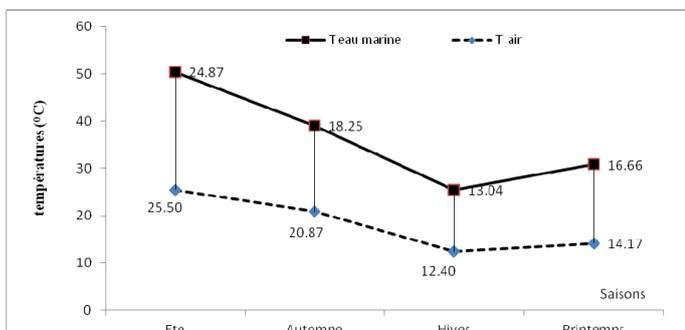


Fig. 6 : Evolution saisonnière des températures de l'eau de mer et de l'air dans la baie de Skikda durant la période d'étude (septembre 2008 à août 2009)

Fig. 6: Seasonal Changes in seawater and air temperatures in the Bay Skikda during the study period (September 2008-August 2009).

et S2 st.4), des valeurs basses (<8) ont été enregistrées (Fig. 4). L'analyse univariée des résultats a montré que l'interaction de station/ saison a affecté significativement

la température (P<0,001) et le pH (P<0,05). En revanche aucune différence significative n'a été enregistrée entre les stations (P>0.05) pour la température. Le pH a varié significativement entre les stations (P<0,05).

#### 4.2. Teneurs des métaux

Les concentrations des neuf métaux mesurés sont illustrées sur les figures 7 et 8. Le Fe et le Zn ont enregistré les plus grandes concentrations (Tab. 2). Les stations S2 st.4, S3 st.3- S3 st.6 sont prises à l'origine comme des sites de référence, aucun gradient de concentration polymétallique n'est détecté. La séquence métallique suit l'ordre décroissant suivant: Zn (17,05 µg/l)>Fe (14,51 µg/l) > Mn (12,48µg/l) >Cd (12,22µg/l) > Ni (9,32 µg/l) > Cu (9,15 µg/l)> Pb (7,44µg/l) > Hg (0,34µg/l) > Cr (nd). Le chrome n'est pas détecté dans les eaux du golfe de Skikda. Cet élément est exclu des études statistiques. Les

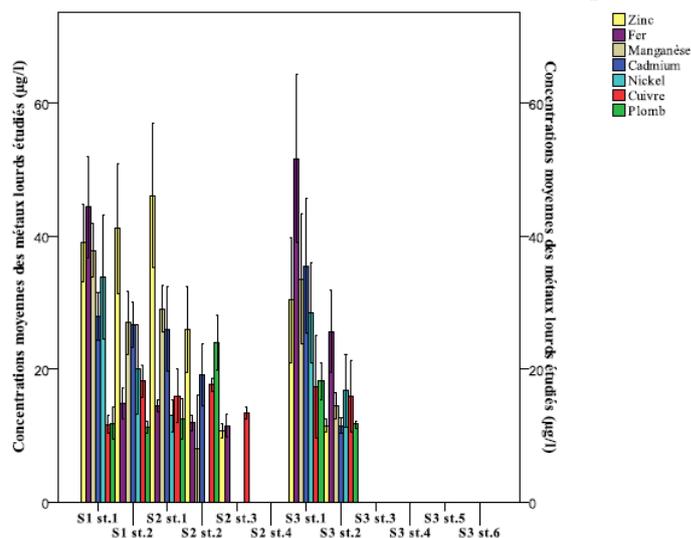


Fig.7: Concentrations moyennes des métaux lourds étudiés (µg/l) dans les eaux de surface du golfe de Skikda (stations S1 st.1, S1 st.2, S2 st.1, S2 st.2, S2 st.3, S2 st.4, S3 st.1, S3 st.2, S3 st.3, S3 st.4 S3 st.5 et S3 st.6).

Fig.7: Mean concentrations of the studied heavy metals (µ / l) in surface waters of the Gulf of Skikda (S1 st.1, S1 st.2, S2 st.1, S2 st.2, S2 st.3, S2 st.4, S3 st.1, S3 st.2, S3 st.3, S3 st.4 S3 st.5 et S3 st.6).

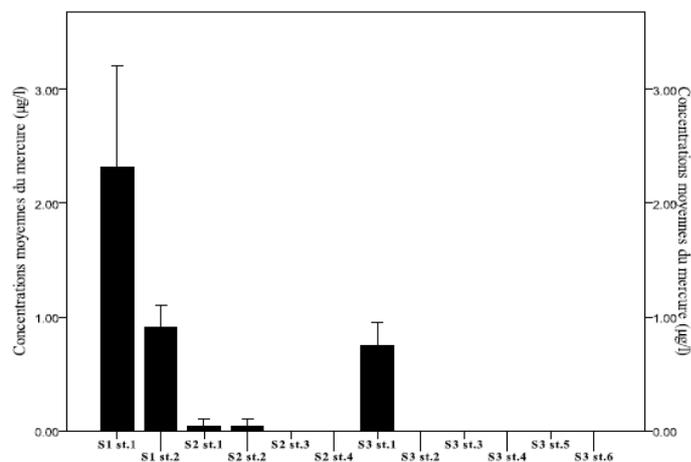


Fig. 8: Concentrations moyennes du mercure total (µg/l) dans les eaux de surface du golfe de Skikda (stations S1 st.1, S1 st.2, S2 st.1, S2 st.2, S2 st.3, S2 st.4, S3 st.1, S3 st.2, S3 st.3, S3 st.4 S3 st.5 et S3 st.6).

Fig. 8: Mean concentrations of total mercury (µg/l) in surface waters of the Gulf of Skikda (S1 st.1, S1 st.2, S2 st.1, S2 st.2, S2 st.3, S2 st.4, S3 st.1, S3 st.2, S3 st.3, S3 st.4 S3 st.5 et S3 st.6).

**Tableau 2:** Les concentrations métalliques (teneurs exprimées en  $\mu\text{g/l}$ ) dans les eaux de mer de surface du golfe de Skikda (juillet, 2008). (Moyennes et valeurs extrêmes; écart-type ; (nd) non déterminé ; (VL: valeurs limites, et TVL: tolérance aux valeurs limites anciennes installations) : Normes algériennes Décret exécutif n° 06-141 (Avril, 2006).

**Table 2:** Metal concentrations (concentrations expressed in  $\mu\text{g/l}$ ) in surface sea water of the Gulf of Skikda (July 2008). (mean and extreme values; standard deviation, (nd) not determined, (VL: limits and TVL: tolerance limits older installations): Algerian Standards Executive Decree n° 06-141 (April, 2006).

Métaux ( $\mu\text{g/L}$ )		Cd	Pb	Hg	Mn	Fe	Cu	Ni	Zn	Cr
Maximum		45,6	27,40	3,10	41,5	63,3	24,9	41,19	54,93	nd
Minimum		nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Moyenne		<b>12,22</b>	<b>7,44</b>	<b>0,34</b>	<b>12,48</b>	<b>14,51</b>	<b>9,16</b>	<b>9,32</b>	<b>17,05</b>	<b>nd</b>
Normes algériennes ( $\mu\text{g/l}$ )	VL	200	500	10	1000	3000	500	500	3000	500
	TVLA	250	750	50	1500	5000	1000	750	5000	750
(AR du 4/11/1987)		1	50	0,5		-	50	50	300	50

Les normes de qualité de base pour les eaux de surface ordinaires Les données de l'IBGE (IBGE: Institut bruxellois pour la gestion de l'environnement).

concentrations de ces métaux ne semblent pas indiquer une contamination des eaux littorales. Les teneurs en mercure sont tracées séparément des autres éléments et ce à cause de leurs valeurs faibles (Fig. 7 et 8).

Les séquences métalliques dans les stations par ordre décroissant ont été les suivantes :

**S1 st.1:** Fe ( $44,30 \pm 6,61 \mu\text{g/l}$ ) > Zn ( $39,01 \pm 5,06 \mu\text{g/l}$ ) > Mn ( $37,83 \pm 3,43 \mu\text{g/l}$ ) > Ni ( $33,80 \pm 8,07 \mu\text{g/l}$ ) > Cd ( $27,87 \pm 3,11 \mu\text{g/l}$ ) > Pb ( $11,79 \pm 2,06 \mu\text{g/l}$ ) > Cu ( $11,63 \pm 1,11 \mu\text{g/l}$ ) > Hg ( $2,32 \pm 0,77 \mu\text{g/l}$ ).

**S1 st.2:** Zn ( $41,09 \pm 8,49 \mu\text{g/l}$ ) > Mn ( $26,93 \pm 4,15 \mu\text{g/l}$ ) > Cd ( $26,67 \pm 2,97 \mu\text{g/l}$ ) > Ni ( $19,97 \pm 5,81 \mu\text{g/l}$ ) > Cu ( $18,13 \pm 2,11 \mu\text{g/l}$ ) > Fe ( $14,74 \pm 2,03 \mu\text{g/l}$ ) > Pb ( $11,227 \pm 0,797 \mu\text{g/l}$ ) > Hg ( $0,91 \pm 0,1682 \mu\text{g/l}$ ).

**S2 st.1:** Zn ( $46,01 \pm 9,40 \mu\text{g/l}$ ) > Mn ( $29,07 \pm 3,01 \mu\text{g/l}$ ) > Cd ( $26,00 \pm 5,57 \mu\text{g/l}$ ) > Cu ( $15,97 \pm 3,50 \mu\text{g/l}$ ) > Fe ( $14,48 \pm 0,79 \mu\text{g/l}$ ) > Ni ( $12,97 \pm 2,15 \mu\text{g/l}$ ) > Pb ( $12,50 \pm 2,66 \mu\text{g/l}$ ).

**S2 st.2:** Zn ( $25,90 \pm 5,65 \mu\text{g/l}$ ) > Pb ( $24 \pm 3,56 \mu\text{g/l}$ ) > Cd ( $19,13 \pm 4,04 \mu\text{g/l}$ ) > Cu ( $17,6 \pm 0,85 \mu\text{g/l}$ ) > Fe ( $11,873 \pm 0,977 \mu\text{g/l}$ ) > Mn ( $8 \pm 7,01 \mu\text{g/l}$ ).

**S2 st.3:** Zn ( $10,74 \pm 0,92 \mu\text{g/l}$ ) > Cu ( $13,43 \pm 0,80 \mu\text{g/l}$ ) > Fe ( $11,47 \pm 1,52 \mu\text{g/l}$ ).

**S3 st.1:** Fe ( $51,63 \pm 10,98 \mu\text{g/l}$ ) > Cd ( $35,50 \pm 8,78 \mu\text{g/l}$ ) > Mn ( $33,53 \pm 8,46 \mu\text{g/l}$ ) > Zn ( $30,38 \pm 8,16 \mu\text{g/l}$ ) > Ni ( $28,43 \pm 6,54 \mu\text{g/l}$ ) > Pb ( $18,12 \pm 2,37 \mu\text{g/l}$ ) > Cu ( $17,30 \pm 6,63 \mu\text{g/l}$ ) > Hg ( $0,75 \pm 0,18 \mu\text{g/l}$ ).

**S3 st.2:** Fe ( $25,63 \pm 5,35 \mu\text{g/l}$ ) > Ni ( $16,70 \pm 4,73 \mu\text{g/l}$ ) > Cu ( $15,83 \pm 4,70 \mu\text{g/l}$ ) > Mn ( $14,43 \pm 1,66 \mu\text{g/l}$ ) > Pb ( $11,65 \pm 0,47 \mu\text{g/l}$ ) > Cd ( $11,43 \pm 1,00 \mu\text{g/l}$ ) > Zn ( $11,43 \pm 0,86 \mu\text{g/l}$ ).

#### Analyse en composantes principales

Le premier axe (expliquant 63,566%, de la variance totale) est développé par les variations concomitantes des teneurs des sept éléments, le cadmium ( $r=0,777$ ), le plomb ( $r=0,847$ ), le manganèse ( $r=0,774$ ), le fer ( $r=0,941$ ), le cuivre ( $r=0,804$ ), le nickel ( $r=0,741$ ) et le zinc ( $r=0,691$ ). Le deuxième axe (11,826% de la variance totale) a considéré les variations antiparallèles du mercure ( $r=0,773$ ) et de la température ( $r=-0,779$ ). Le troisième axe (9,945%) a opposé le pH ( $r=-0,817$ ) et la salinité ( $r=-0,807$ ). Les composantes principales 1 et 2 ont pris en compte presque 75,391% de l'inertie globale. L'examen de la carte des échantillons a révélé un gradient marqué de contamination par stations le long de l'axe Facteur 1 (Cd, Pb, Mn, Fe, Cu, Ni et Zn) très nette pour les stations S1 st.1 (Secteur 1) et S3 st.1 (Fig. 9). L'ACP nous a permis de ressortir trois groupes de stations :

1. Groupe (1) : Stations les plus polluées (six stations) : avec deux stations S1 st.1 qui présente des teneurs élevées de métaux (Hg, Ni, Zn et Mn) et la station S3 st.1 qui est plus polluées par le Cd, Pb, Fe et Cu.
2. Groupe (2) : Station S2 st.3 a enregistré des seuils de certains métaux assez importants (Zn, Fe et Cu).
3. Groupe (3) Stations propres où les seuils de métaux dans les eaux de surface n'ont pas été détectés ou nulles.

#### 4.3. Analyse faunistique et floristique benthiques du substrat rocheux

Les données sur la faune et la flore ont été collectées sur douze stations au cours de la période du suivi (Tab. 3 et 4). Les taxons dominants du zoobenthos identifiés se sont répartis en neuf ordres «Basommatophora, Vetigastropoda, Patellogastropoda, Neogastropoda, Littorinimorpha, Isopoda, Decapoda, Sessilia

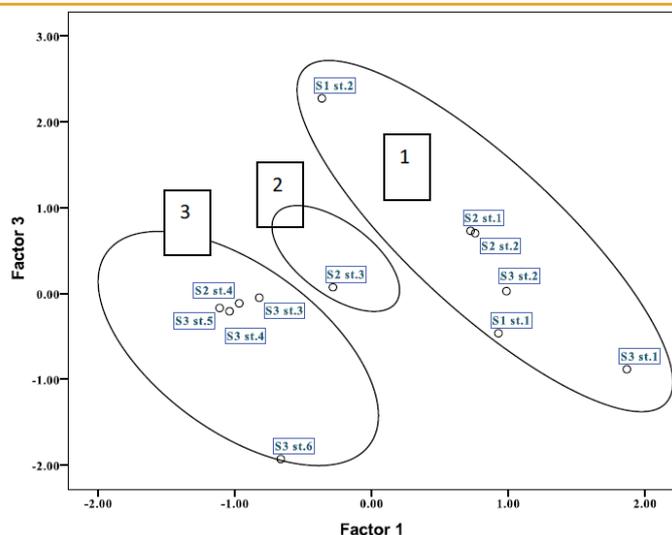
**Tableau 3:** Relevé exhaustif de quelques espèces caractéristiques de la macrofaune du substrat rocheux dans les stations : S1 st.2 et S1 st.2, S2 st.2, S2 st.2, S2 st.3, S2 st.4, S3 st.1, S3 st.2, S3 st.3, S3 st.4, S3 st.5 et S3 st.6. (+): présence; (-): absence.**Table 3:** Exhaustive survey of some characteristic species of macroalgae in sampling stations. S1 st.2, S1 st.2, S2 st.2, S2 st.2, S2 st.3, S2 st.4, S3 st.1, S3 st.2, S3 st.3, S3 st.4, S3 st.5 and S3 st.6. (+): presence; (-): absence.

Espèces végétales	Ordre	S1st.1	S1st.2	S2st.1	S2st.2	S2st.3	S2st.4	S3st.1	S3st.2	S3st.3	S3st.4	S3st.5	S3st.6
<i>Ulva lactuca</i> Linné, 1753	Ulvales	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ulva rigida</i> C.Agardh 1823.	Ulvales	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Enteromorpha compressa</i> (Linné) Nees, 1820	Ulvales	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Enteromorpha intestinalis</i> (Linné) Nees, 1820	Ulvales	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Enteromorpha linza</i> (Linné) J.Agardh, 1883	Ulvales	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cladophora rupestris</i> (L) Kützing, 1843	Cladophorales	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Chaetomorpha capillaris</i> (Kützing) Boergesen 1925	Cladophorales	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Codium tomentosum</i> Stackhouse 1797	Bryopsidales	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Polysiphonia sp.</i> Greville, 1823	Céramiales	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+
<i>Ceramium ciliatum</i> (J.Ellis) Ducluzeau, 1806	Céramiales	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Rissoella verrululosa</i> (Bertoloni) J. Agardh, 1849	Gigartinales	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Phyllophora nervosa</i> Greville, 1830	Gigartinales	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Verrucaria amphibia</i> Clemente, 1814	Verrucariales	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+
<i>Scytosiphon lomentaria</i> (Lyngbye) Link 1833	Scytosiphonales	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Nemoderma tingitanum</i> Scousboe ex Bornet, 1892	Scytosiphonales	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
<i>Ralfsia verrucosa</i> (Areschoug) Areschoug 1845	Ralfsiales	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+
<i>Nemalion helmintoides</i> (Velley) Batters 1902	Némaliales	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
<i>Porphyra leucosticta</i> Thuret in Le Jolis 1863	Bangiales	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Bangia atropurpurea</i> (Mertens ex Roth) .Agardh., 1824	Bangiales	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+

**Tableau 4:** Relevé exhaustif de quelques espèces caractéristiques de la macrofaune du substrat rocheux dans les stations: S1 st.2, S1 st.2, S2 st.2, S2 st.2, S2 st.3, S2 st.4, S3 st.1, S3 st.2, S3 st.3, S3 st.4, S3 st.5 et S3 st.6 (+): présence; (-): absence.

**Table 4:** Exhaustive survey of some characteristic species of macrofauna in sampling stations: S1 st.2, S.1 st.2, S2 st.2, S2 st.2, S2 st.3, S2 st.4, S3 st.1, S3 st.2, S3 st.3, S3 st.4, S3 st.5 and S3 st.6. (+): presence; (-): absence.

Espèces animals	Ordre	S1st.1	S1st.2	S2st.1	S2st.2	S2st.3	S2st.4	S3st.1	S3st.2	S3st.3	S3st.4	S3st.5	S3st.6
<i>Patella vulgata</i> Linné, 1758	Patellogastropoda	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Patella caerulea</i> Linné, 1758	Patellogastropoda	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Patella ferruginea</i> Gmelin, 1791	Patellogastropoda	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	+	+
<i>Patella rustica</i> Linné, 1758	Patellogastropoda	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Patella aspera</i> Röding, 1798	Patellogastropoda	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Patella safiana</i> Lamarck, 1819	Patellogastropoda	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+
<i>Gibbula racketti</i> Payraudeau, B.-C., 1826	Vetigastropoda	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Gibbula pennanti</i> Philippi 1836	Vetigastropoda	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pachygrapsus marmoratus</i> Fabricius, 1787	Decapoda	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Monodonta turbinata</i> Lamarck, 1822	Vetigastropoda	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Monodonta articulata</i> Lamarck, 1822	Vetigastropoda	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Littorina punctata</i> Gmelin, 1791	Littorinimorpha	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Littorina neritoides</i> Linné, 1758	Littorinimorpha	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Murex (Hexaplex) trunculus</i> Linné, 1758	Neogastropoda	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ligia italica</i> Fabricius, 1798	Isopoda	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Diodora graeca</i> Linné, 1758	Vetigastropoda	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Emarginula sicula</i> J. E. Gray, 1825	Vetigastropoda	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Acmaea unicolor</i> Forbes, 1844	Patellogastropoda	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Siphonaria pectinata</i> Linné, 1758	Basommatophora	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Chthamalus stellatus</i> Poli, 1795	Sessilia	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Chthamalus montagui</i> Poli, 1795		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Euraphia depressa</i> (Poli, 1791)		+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pollicipes pollicipes</i> Gmelin, 1789	Scalpelliformes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+



**Fig. 9:** Ordination des stations dans le plan factoriel formé par les composantes 1 et 3 par la mise en évidence de l'influence des paramètres physicochimiques et les teneurs des ETM dans l'eau.

**Fig. 9:** Ordination of stations in the factorial plane formed by components 1 and 3 by highlighting the influence of physicochemical parameters and the contents of the ETM in the water.

et Scapelliformes». Concernant les macroalgues, dix neuf taxons regroupés dans dix ordres ont été recensés : Ulvales, Cladophorales, Bryopsidales, Ralfsiales, Scytosiphonales, Bangiales, Cérémiades, Gigartinales, Némaliales et Verrucariales.

#### Etage supra littoral

La biocénose de la roche supralittorale est représentée par des ceintures épilithes de cyanophytes. Cet étage est principalement occupé par le lichen noir *Verrucaria symbalana* Nyl. 1872 (= *Verrucaria amphibia* Clemente, 1814) ; les gastéropodes melarhaphes (*Littorina neritoides* Linné, 1758) ; *Osilinus* (= *Monodonta*) *turbinatus* Born, 1780 ; *Littorina punctata* Fabricius, 1787 ; *Patella rustica* Linné, 1758 (= *Patella gorgonica* da Costa, 1771 ; *Patella lusitanica* Gmelin, 1791) ; *Ligia italica* Fabricius, 1798 et *Pachygrapsus marmoratus* Fabricius, 1787.

#### Etage médiolittoral

##### Sous-étage supérieur

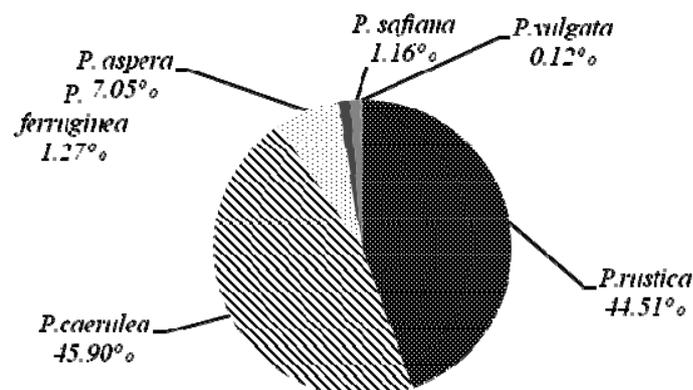
Dans les stations des 2 secteurs (centre et ouest), des ceintures de 2 espèces de cirripède *Chthamalus stellatus* Poli, 1795 et *Chthamalus montagui* Southward, 1976 couvrent la roche entièrement. Les algues caractéristiques sont des Rhodophycées (*Porphyra leucosticta* Thuret, 1863 et *Rissoella verruculosa* (Bertoloni) J. Agardh 1848 et *Nemalion helmintoides* (Vellely) Batters 1902. Le zoobenthos est constitué de *Siphonaria pectinata* Linné, 1758 (Heterobranchia, Siphonariidae), *P. rustica* et les Trochidae (*Monodonta turbinata* et *Monodonta articulata* Lamarck, 1822). Egalement les espèces rencontrées au supra-littoral sont *L. neritoides*, *Ligia italica* et *Pachygrapsus marmoratus* sont observées au niveau de cet étage.

##### Sous-étage inférieur

Les espèces caractéristiques les plus identifiées: *P. caerulea* Linné, 1758; *P. aspera* Röding, 1798; *P. ferruginea* Gmelin, 1791; *P. safiana* (*P. nigra* Da Costa, 1771) et *P. vulgata* Linné, 1758; *Siphonaria pectinata*; *Emarginula sicula* Gray, J.E., 1825; *Diodora graeca* Linné, 1758, *Acmaea unicolor* Forbes, 1844; *Murex trunculus* Linné, 1767; *Littorina punctata* Gmelin, 1790; *Littorina neritoides*; *Ligia italica*; *Gibbula racketti* Payraudeau, 1826 et *Gibbula pennanti* Philippi, 1836. Les stations S1 st.1, S1 st.2 et S2 st.1 sont caractérisées par une forte présence des Ulvophytes (Tab. 3). La distribution verticale des spécimens des algues recensés dans la zone supralittorale et médiolittorale durant ce suivi sont représentatives de la côte algérienne. Durant ce suivi préliminaire, les Chlorophycées sont les macroalgues les plus abondantes suivies de Rhodophycées. Le groupe zoologique dominant est celui des Crustacés cirripèdes intertidaux non pédonculés (*Chthamalus stellatus* et *Chthamalus montagui*) (zones exposées au niveau de toutes les stations (Tab. 4). Ils ont été majoritaires et étendus sur toute la baie de Skikda. Un seul spécimen de cirripède pédonculé est retrouvé dans la station S3 st.6, il s'agit *Mitella pollicipes* Gmelin, 1789 (*Pollicipes pollicipes* Gmelin, 1790).

#### 4.4. Richesse taxonomique et nombre d'individus de Patellidae

L'inventaire du peuplement des patelles a révélé 865 individus tous taxons confondus repartis dans 6 espèces du genre *Patella*: *P. rustica*, *P. caerulea*, *P. aspera*, *P. ferruginea*, *P. safiana* et *P. vulgata*. La figure 10 illustre l'apport relatif d'individus des 6 taxons en pourcentage. Les taxons majoritaires dans la baie de Skikda ont été *P. caerulea* avec (45,90%) et *P. rustica* (44,51%). Les autres espèces (*P. ferruginea*, *P. safiana* et *P. aspera* et *P. vulgata*) ont totalisé approximativement 9,60% de l'ensemble de la faune sur la période d'étude. Sur l'ensemble échantillonné de la baie de Skikda, la richesse spécifique varie de 2 à 5 espèces. Le nombre d'espèces augmente à partir de la station S2 st.2 en s'amplifiant graduellement vers l'Ouest. *P. ferruginea*, *P. nigra* ont été rares et parfois absentes dans



**Fig.10:** Répartition des six espèces du genre *Patella* recensées sur le littoral de Skikda (suivi de septembre 2008 à août 2009)

**Fig.10:** Distribution of six species in the genus *Patella* identified on the rocky coastline of Skikda (Survey from September 2008 to August 2009)

certaines stations (S1 st.1, S1 st.2, S2 st.1, S2 st.3, S2 st.4, S3 st.3 et S3st.4) alors que la patelle bleue *P. caerulea* (étage médiolittoral inférieur en modes divers: battu à très calme) a dominé à l'Ouest où elle a écarté la patelle

rustique *P. rustica* (étage médiolittoral supérieur en mode battu).

À l'échelle stationnelle, le schéma de dominance des deux taxons majoritaires a été caractéristique (Fig. 11). Ainsi dans les stations S1 st.1. S1 st.2 et S2 st.1, *P. rustica* a été dominante avec respectivement 60,71%, 66,67% et 59,09%) et suivie par *P. caerulea* avec des pourcentages respectifs de 32,29%, 33,33% et 40,91%. Dans la station château vert, nous avons noté la présence de ces mêmes espèces avec des pourcentages assez proches *P. caerulea* (47,86%) et *P. rustica* (44,44%) puis *P. aspera* (5,98%). Par ailleurs *P. vulgata* et *P. ferruginea* ont enregistré des fréquences similaires (0,85%). Il a été noté l'apparition de d'une nouvelle espèce à partir de la station du port de Stora (S3 st.1) : *P. safiana* (4,35%). Dans cette station, 46

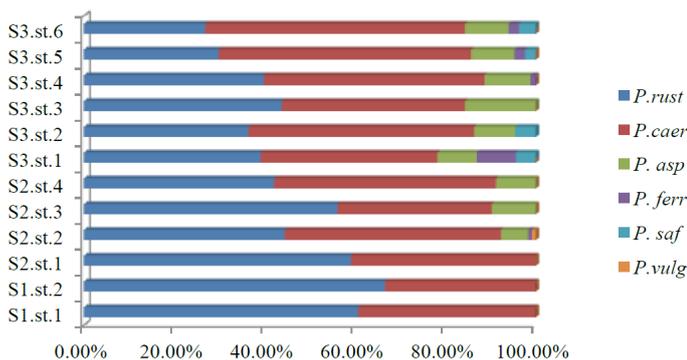


Fig. 11: Fréquences centésimales des différentes espèces de patelles dans les douze stations échantillonnées dans le golfe de Skikda durant la période d'étude (Stations S1 st.1: plage saf saf, S1 st.2: station l'îlot, S2 st.1: plage des chevaux, S2 st.2: plage château vert, S2 st.3: plage marquette, S2 st.4: plage militaire, S3 st.1: station du port de Stora, S3 st.2 : plage mollo, S3 st.3 : plage miramare, S3 st.4 : plage près de miramare, S3 st.5 : plage la carrière et S3 st.6 : plage ravin des lions).

Fig. 11: The frequencies (%) of different species of true limpets along twelve sampling locations in the gulf of Skikda over study period (Stations S1 st.1: saf saf beach, S1 st.2: l'Îlot station, S2 st.1: Chevaux beach, S2 st.2: Château vert beach, S2 st.3: Marquette beach, S2 st.4: Military beach, S3 st.1: station of fishing port of Stora, S3 st.2 : Mollo beach, S3 st.3: Miramare beach, S3 st.4 : beach near of Miramare, S3 st.5: Carrier beach et S3 st.6 : Ravin des lions beach).

spécimens ont été collectés, les deux espèces *P. caerulea* et *P. rustica* ont enregistré une fréquence similaire (39,13%) alors que *P. aspera* a contribué avec 8,70%. Ensuite, dans les stations S3 st.2, S3 st.3 et S3 st.5, le taxon dominant a été *P. caerulea* et dans la station S3 st.5, *P. rustica* (55,95 %), suivi de *P. caerulea* (29,76 %) et *P. aspera* (9,25%).

Les deux espèces *P. ferruginea* et *P. safiana* ont enregistré une abondance égale (2,38%). La station S3 st.6 a enregistré l'effectif le plus élevé avec une prédominance de *P. caerulea* 57,46%, suivie par *P. rustica* (26,87%). Les trois autres taxons (*P. aspera*, *P. nigra* et *P. ferruginea*) ont contribué faiblement avec des pourcentages respectifs de 9,70%, 3,73% et 2,24%. Il a été constaté l'absence de la patelle grise.

Sur le plan des descripteurs écologiques, les stations du secteur Ouest (S3) et la station st.2 (S2) ont eu en moyenne une richesse spécifique supérieure que celles du secteur Est (S1). Les valeurs de la diversité  $H'$  et de l'Equitabilité ont été faibles dans le secteur S1 (st.1, st.2) et S2 st.1 et sont devenues maximales vers le secteur S2 à partir de la

deuxième station (S2 st.2) (Fig. 12 et Tab. 5).

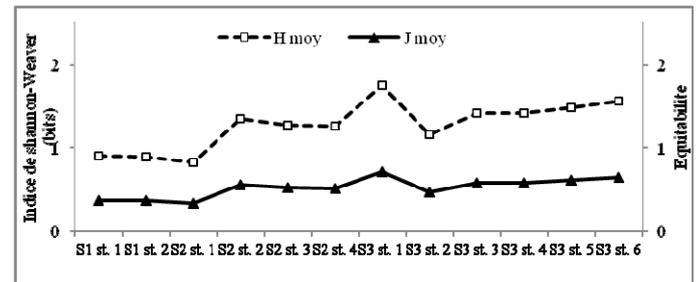


Fig.12: Evolution de l'indice de Shannon-Weaver et de l'Equitabilité durant la période d'étude

Fig.12: Evolution of the index of Shannon-Weaver and Evenness throughout the study period

Tableau 5: Signification de la diversité de l'indice de Shannon-Weaver (Jingham et al.,1989)

Table 5: Significance of diversity index Shannon-Weaver (Jingham et al.,1989)

Stations	Indice de Shannon-Weaver ( $H'$ )	Conditions de l'eau
S1st.1	0,89 ± 0,07	>3 Propre
S1st.2	0,88 ± 0,14	
S2st.1	0,82 ± 0,11	
S2st.2	1,35 ± 0,10	Modérément polluée
S2st.3	1,27 ± 0,12	
S2st.4	1,25 ± 0,11	
S3st.1	1,76 ± 0,20	1-3
S3st.2	1,25 ± 0,34	
S3st.3	1,41 ± 0,06	Intensément polluée
S3st.4	1,42 ± 0,13	
S3st.5	1,48 ± 0,26	
S3st.6	1,56 ± 0,21	

Analyse hiérarchique

La procédure du lien simple et de la distance quadratique Euclidienne a réuni les douze stations d'échantillonnage en deux classes homogènes sur la base des caractéristiques mesurées ( $H'$  et  $S$ ) (Tab. 6 et Fig. 13). Les trois stations en rouge, sur le dendrogramme, ont eu de faibles valeurs de

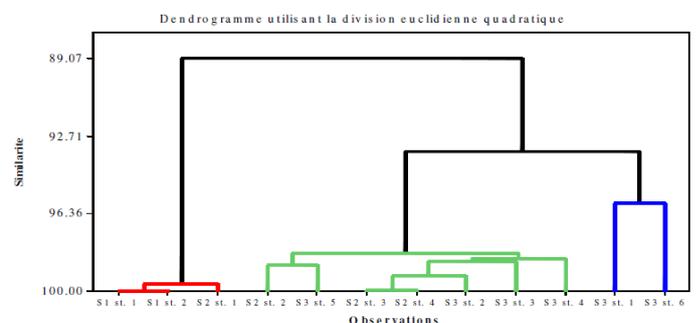


Fig. 13 : Dendrogramme du regroupement des 12 stations obtenu, à l'aide de la méthode du lien simple et la distance quadratique Euclidienne, sur les variables ( $H'$ ,  $S$ ) du peuplement de patelles du golfe de Skikda

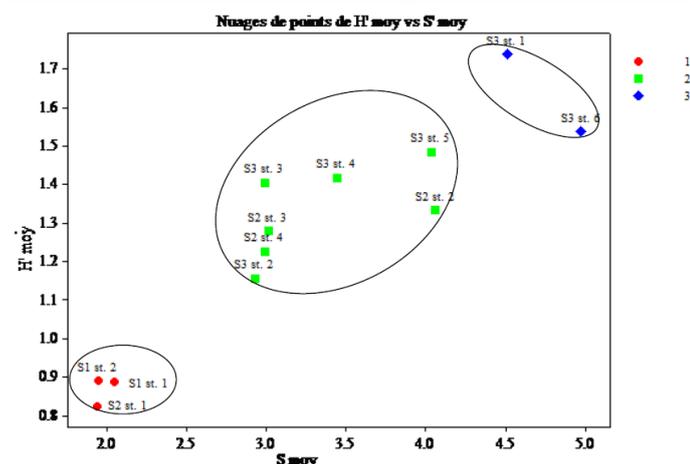
Fig. 13 Dendrogram grouping of 12 stations obtained using the method of simple link and squared Euclidean distance about the variables ( $H'$ ,  $S$ ) of limpet's settlement from the Gulf of Skikda.

$H'$  moy (0,87) et  $S'$  moy (2). La deuxième classe avec deux sous- groupes sept stations en vert, ont enregistré des valeurs moyennes de  $H'$  moy (1,38) et  $S'$  moy (3,5). Le dernier sous-groupe a rassemblé, deux stations en bleu, avec des valeurs élevées de  $H'$  moy (1,49) et  $S'$  moy (5). La figure 13 a permis de visualiser les stations S1 st.1, S1 st.2 et S2 st.1 regroupées à proximité de l'origine des 2 axes avec les plus petites valeurs de l'indice de Shannon-Weaver et une richesse spécifique de 2 espèces seulement (*P. rustica* et *P. caerulea*). Le deuxième ensemble de stations avec des valeurs de  $H'$  de l'ordre  $1,25 \pm 0,34$  (S3 st.2) à  $1,48 \pm 0,26$  (S3st.5) et la richesse spécifique comprise entre 3 (S2 st.3, S2 st.4, S3 st.2, S3 st.3 et S3 st.5) et 4 espèces (S2 st.2 et S3 st.5). Enfin dans le troisième groupe, les deux stations ont cumulé chacune une richesse spécifique moyenne de 4,5 (S3 st.1) et 5 (S3 st.6). La valeur la plus levée de l'indice de diversité de Shannon-Weaver a été au

**Tableau 6 :** Groupes de stations homogènes obtenus par l'analyse hiérarchique sur la matrice ( $H'$  et  $S'$ ) durant la période d'étude dans le golfe de Skikda.

**Table 6 :** Homogenous groups of stations obtained by the hierarchical analysis on the matrix ( $H'$  and  $S'$ ) over the study period.

Groupes	Symboles des stations	Stations
1 <sup>er</sup>	S1 st.1, S1st.2 et S2 st.1	Plage safsaf, îlot des chèvres et Plage des chevaux
2 <sup>ème</sup>	S2 st.2, S3 st.5, S2 st.3, S2 st.4, S3 st.2, S3 st.3 et S3 st.4	Plage château vert, Plage Carrière, Plage Marquette, Plage Militaire, Plage Mollo, Plage Miramar et Plage près de Miramar
	S3 st.1 et S3 st.6	Port de Stora et Plage Ravin des lions



**Fig. 14:** Agencement des stations en fonction de la richesse spécifique en fonction de la diversité de Shannon-Weaver

**Fig. 14:** Patterns of stations depending on the species richness based on the Shannon-Weaver diversity

niveau de l'arrière port de Stora ( $1,76 \pm 0,20$ ) alors qu'elle est de  $1,56 \pm 0,21$  à la station de référence (S3 st.6).

## 5. DISCUSSION

### 5.1. Les paramètres physicochimiques

La température de l'eau suit un rythme saisonnier et

étroitement liée à celle l'air. La plus haute température enregistrée ( $30,67^{\circ}\text{C}$ ) en été à la station plage mollo (S3 st.2) alors que la plus basse température ( $10,60^{\circ}\text{C}$ ) est enregistrée en hiver à la station plage ravin des lions (S3 st.6). Ce facteur est primordial dans le métabolisme et physiologie des organismes marins (Grimes, 2003). Selon cet auteur les températures des eaux algériennes suivent un rythme saisonnier avec un minimum en hiver ( $10^{\circ}\text{C}$ - $12^{\circ}\text{C}$ ) et un maximum en été ( $22^{\circ}\text{C}$ - $30^{\circ}\text{C}$ ). Ceci a confirmé nos résultats. Le pH moyen a été de  $8,03 \pm 0,3$ . Les plus faibles valeurs sont mesurées dans les stations S1 st.1, S1 st.2 et S2 st.1. Dans les écosystèmes côtiers et estuariens, le pH est l'un des paramètres hydrologique les plus importants de la qualité des eaux. Il doit être étroitement surveillé au cours de la période de prélèvement (Brisou & Denis, 1980). Donc dans l'écosystème côtier, certains rejets industriels ou les apports d'eaux de ruissellement entraînent la variation du pH qui peut constituer un indice de pollution, mais cette variation reste très localisée dans le temps et dans l'espace et cela du fait du « pouvoir tampon » de l'eau de mer (Aminot & Chaussepied, 1983).

### 5.2. Les teneurs métalliques

Les concentrations des métaux lourds dans les eaux littorales de Skikda sont inférieures aux normes préconisées par le JORA (2006) et de l'arrêté royal (De Villers et al., 2005) relatif aux eaux de surface applicable dans la région de Bruxelles (Tab. 2). Par contre les seuils de cadmium et de mercure sont supérieurs aux normes de l'IBGE. La répartition géographique des contaminants métalliques dans les eaux littorales de la baie de Skikda a montré que le zinc, le fer, le cadmium et le manganèse ont été les éléments prédominants. Les stations du S1 st.1, S1 st.2 et S3 st.1 se sont distinguées des autres sites par la présence de tous les métaux. L'analyse en composantes principales a défini trois groupes de stations: le premier groupe a englobé cinq stations polluées dont la station S1 st.1 avec des teneurs élevées de Hg, Ni et Mn et la station S3 st.1 avec Cd et Fe. Le deuxième groupe a concerné une seule station S2 st.3. Le troisième groupe considère les stations propres dont les seuils de métaux n'ont pas été détectés.

### 5.3. Analyse écologique

Sur le plan spatial, le problème de l'équilibre numérique s'est posé pour quatre espèces (*P. ferruginea*, *P. safiana*, *P. aspera* et *P. vulgata*) dont l'aire de distribution a été limité aux secteurs S2 et S3. L'abondance moyenne totale est maximale à la station S3 st.6 (15,49%) et minimale à la station S3 st.2 (2,54 %). Cette différence entre les stations est en rapport avec la caractéristique de la station, les exigences trophiques, la nature du substrat. La station S3 st.2 (plage mollo) est une plage de baignade fréquentée par les estivants alors que la station S3 st.6 (ravin des lions) présente un profil rocheux accidenté inaccessible ce qui procure un cadre favorable pour le recrutement des patelles. L'évolution saisonnière des densités qui ont été nettement plus importantes durant les saisons estivale et automnale. Le nombre de taxons augmente à partir de la station S2 st.2 (plage château vert) s'est amplifié graduellement d'Est en Ouest. Les stations du secteur S1 (st.1 et st.2) abritent 2 espèces avec une densité moyenne respectives de 6,47% Le suivi du peuplement des patelles

par les descripteurs écologiques a permis de signaler six espèces dans le golfe de Skikda : *Patella caerulea*, *P. rustica*, *P. aspera*, *P. ferruginea* et *P. safiana*. Par ailleurs *P. caerulea* et *P. rustica* sont les espèces qui ont le plus contribué à la densité totale dans tous les sites, les plus faibles abondances sont trouvées au niveau de S3 st.2 et S3 st.3. Dans le golfe d'Annaba, **Beldi et al. (2012)** ont fait mention de cinq espèces *P. caerulea*, *P. rustica*, *P. aspera*, *P. vulgata*, *P. intermedia*, avec une dominance numérique également de la patelle bleue (*P. caerulea*). Également **Seddik (2008)** et **Kallouche et Hakab (2010)** ont cité la présence de *Patella caerulea* sur le littoral oriental oranais. En effet, la présence de ce taxon est bien confirmée dans le golfe de Skikda avec 45,90% (397 spécimens). La patelle bleue a dominé avec des effectifs élevés dans sept stations de l'ensemble des douze stations prospectées. C'est une espèce méditerranéenne endémique largement distribuée et la plus commune autour des côtes rocheuses (**Christiaens, 1973**). Selon **Fischer- Piette et Gaillard (1959)** (: in **Rampal, 1965**), elle ne dépasse pas la ligne Tarifa-Tanger. Elle est caractéristique de l'étage médiolittoral de modes divers et même de modes très calmes. Aussi *P. rustica* a enregistré une forte abondance (385 individus collectés). Ce taxon se localise dans la mer Méditerranée, la côte Atlantique (Biarritz), la péninsule ibérique et le nord africain, incluant les îles micronésiennes à la Mauritanie (**Christiaens, 1973 ; Ridgway et al. , 1998**). Aussi la patelle rustique est présente dans les îles du Cap-Vert, îles Canaries, Selvagens, Desertas et de Madère, par contre elle est absente des Açores (**Corte-Real et al. , 1996**). Elle est caractéristique des étages supra-et médiolittoral dans les localités exposées, de mode battu. *P. aspera* est qualifié d'espèce de basse mer, moins résistante à la dessiccation que *P. intermedia* (**Cabral, 2003**). Elle est distribuée sur les côtes de l'Atlantique de la Norvège à la Mauritanie, ainsi que dans la mer Méditerranée et la mer noire et dans les îles macaronésienne (**Christiaens, 1973**). Dans les Açores, Madère et les îles Canaries, cette espèce est largement exploitée pour la consommation humaine (**OSPAR, 2010**). Dans notre suivi, elle a été collectée au niveau de l'étage médiolittoral inférieur, où elle est fréquemment couverte d'algues épiphytes avec une densité relativement faible par rapport à *P. caerulea* et *P. rustica* (61 individus). Ces trois espèces sympatriques ont une zonation verticale différente sur le substrat rocheux (**De Pirro et al. , 2001**). **Öztürk et Ergen (1999)** ont déterminé que *P. caerulea* est constaté dans les zones médiolittorale et infralittorale supérieure, tandis que *P. rustica* est distribué sur la zone supralittorale et *P. aspera* est seulement récoltée dans l'étage infralittoral supérieur.

Il a été noté qu'un seul individu de la patelle grise (*P. vulgata*) a été collecté dans la station S2 st.2 (plage château vert). Cette faible abondance serait peut être due à la fréquence de l'échantillonnage (saisonnier). Cette espèce a une distribution sur la côte atlantique de l'Europe Continentale, de la Norvège au Portugal, mais est absente de la mer Méditerranée (**Ridgway et al. , 1998 ; Weber et al. , 1997 ; Christiaens 1973**). Néanmoins, elle a été signalée en Egypte et au Liban et utilisée dans la biosurveillance des contaminations métalliques (respectivement **Abdel-Moati et Atta, 1991 et Nakhle, 2003**) et par ailleurs cette espèce a été recensée dans le golfe d'Annaba (**Beldi et al. , 2012**) et à Oran (**Hakab,**

**2010**). Quant à la patelle géante, *P. ferruginea* est l'invertébré marin le plus rare et menacé d'extinction des rivages rocheux de la Méditerranée ouest. Elle est protégée par des lois européennes (Directive 92/43/CEE) et espagnole (IIOE, 22 Juin 1999) (**Sa'-Pinto et al. , 2005 ; Espinosa et al. , 2007**). Elle figure parmi les espèces protégées par la loi en Algérie (**Décret N°83-509 du 20 Août 1983 relatif aux espèces animales non domestiques protégées en application de la loi relative à la protection de l'Environnement**) (**IUCN-UNEP, 1988**). Elle est encore citée en plusieurs endroits en Algérie (îles Habibas, El Kala), l'île de la fourmi à Gouraya et les différents îlots de l'Oranie (à l'ouest de cap Falcon jusqu'à Ghazaouet) (**PAS BIO ALGERIE, 2002**). Cette espèce est habituellement rencontrées solitaire et ne forme pas des populations denses (**Espinosa et al. 2007, Tlig-Zouari et al. , 2010**) et en Algérie (**Semroud & Boumaza, 1998 ; Larbi Doukara, 2007 ; Hakab, 2010**). Concernant sa congénère *P. safiana*, elle semble être devenue également très rare, tout au moins en Méditerranée. Pour le reste, elle occupe le même biotope que *P. ferruginea* (substrats durs de l'étage médiolittoral) (**Boudouresque, 1996**). Dans le golfe d'Annaba, ces deux espèces sont absentes (**Beldi et al. , 2012**). **Espinosa et al. (2007)** rapportent que dans le port de Ceuta (nord du Maroc), *P. ferruginea* coexiste avec cinq autres espèces : *Patella caerulea*, *P. safiana*, *P. rustica*, *P. aspera* et *Siphonaria pectinata*. Ces mêmes auteurs signalent que *P. ferruginea*, très sensible à la pollution alors que *P. caerulea* est la plus résistante. Dans le golfe de Skikda, les espèces *P. aspera*, *P. safiana* et *P. ferruginea* ont maintenu leur aire de distribution dans les secteurs S2 st S3 avec des effectifs sensiblement réduits. Concernant *P. aspera*, cette espèce peut être définie comme une espèce non-migratrice, très adaptée à un ensemble de conditions environnementales spécifiques (**Thompson, 1980**) et elle ne possède pas la capacité de s'adapter à d'autres conditions (**Santina & Chelazzi, 1991**). Il a été signalé que *P. ferruginea* est en compétition avec *P. caerulea* (même niche écologique) alors que *P. aspera* et *P. rustica* n'ont pas la même zonation que *P. ferruginea* (**De Pirro et al. , 2001, Mauro et al. , 2003**). La patelle grise jusqu'à présent est considérée comme espèce atlantique, des investigations doivent être entreprises pour confirmer sa distribution méditerranéenne.

Les stations des secteurs centre (S2) Ouest (S3) ont présenté des effectifs plus importants que celles des secteurs est (S1) et au niveau de la station S2 st.1 (S2) de la baie de Skikda. Cette situation pourrait être liée à l'existence de rejets domestiques et industriels au niveau des plages saf saf, l'îlot et plage des chevaux. En effet *P. caerulea*, *P. rustica* et *Siphonaria pectinata* ont été signalées dans ses stations fortement polluées et caractérisées par une eutrophisation (**Bordjiba et al. , 2009**). **Espinosa et al. (2007)** rapportent que *P. caerulea* est l'espèce la plus résistante à la pollution par les eaux usées et par conséquent elle est abondante et coexiste avec le gastéropode pulmoné *Siphonaria pectinata*.

L'analyse chimique des eaux de surface marine du golfe de Skikda a caractérisé les masses d'eau entre intensément polluées, modérément et propres. Alors que l'état écologique des eaux côtières de la baie de Skikda évalué par des valeurs de l'indice de Shannon-Weaver et la

richesse spécifique a démontré une absence d'une eau propre. C'est ainsi que les eaux surface de stations d'études sont classifiées entre modérées et fortement polluées. A cet effet trois stations (S1 st.1, S1 st.2 et S2 st.1) ont enregistré un sévère stress avec un indice de Shannon-Weaver inférieur à l'unité (**Khan et al. , 2007**). Ces stations situées dans le secteur 1 (Est) comprenant un complexe polyindustriel, le nouveau port, l'exutoire de l'oued Saf saf et son effluent Zeramna et la station S2 st.1 (la jetée du port mixte : le secteur 2) localisée près de l'ancien port et Oued Béni Malek. Le 2<sup>ème</sup> groupe se subdivise en deux sous-groupes. Le premier englobe principalement des plages de baignade de la baie de Skikda. Le deuxième constitue la limite du dernier (S3) englobe le port de pêche de Stora, le phare de Stora et des points de rejet des habitations comprend l'arrière port de Stora (S3 st.1) et une station S3 st.6 située à l'extrémité Ouest du golfe de Skikda. Les deux premiers secteurs sont caractérisés par une prolifération macroalgale opportuniste, notamment d'algues vertes: *Ulva lactuca*, *Ulva rigida*, *Enteromorpha linza*, *Enteromorpha intestinalis*, *Chaetomorpha* et *Cladophora*. **Bordjiba et al. (2009) et Mezedjeri (2008)** ont mentionné un état d'hyper-eutrophisation plus marqué en aval, notamment dans la station S1 st.1.

## CONCLUSION

En conclusion, l'inventaire du genre *Patella* du golfe de Skikda a révélé six espèces, avec deux taxons majoritaires *P. caerulea* et *P. rustica*. En ce qui concerne la distribution spatiotemporelle et les indices de diversité, des variations d'abondance et de richesse spécifique ont été mises en évidence entre les douze stations d'étude. Par ailleurs, la période d'échantillonnage saisonnière a permis une simple approche des peuplements macrobenthiques du substrat rocheux les plus communs associés aux patelles dans le golfe de Skikda. Ainsi les espèces de patelles les plus abondantes sont les mêmes que celles signalées dans la littérature concernant la partie occidentale de la méditerranée et particulièrement le Nord de l'Afrique (*P. caerulea* et *P. rustica*). Les quatre espèces les plus faiblement répertoriées sont *Patella vulgata*, *Patella safiana*, *Patella ferruginea* et *Patella aspera*.

Ces résultats constituent une référence du suivi et de l'évaluation de la biodiversité du littoral de Skikda. Aucune donnée antérieure de terrain ou à caractère historique n'est disponible à notre connaissance pour comparer nos résultats.

La richesse et la diversité spécifique ont été utilisées pour l'évaluation et la surveillance de l'état de l'écosystème côtier. En effet, les stations ont été regroupées entre modérément et fortement polluées. Le constat de cette zone a été d'un statut écologique perturbé. Les stations ont présenté un peuplement déséquilibré avec une forte présence des deux espèces dominantes précitées. Les teneurs métalliques dans les eaux littorales de Skikda ont confirmé les données recueillies sur le compartiment sédimentaire à savoir une nette domination du zinc, fer, cuivre, manganèse et mercure.

Les patelles sont particulièrement intéressantes, en tant que bioindicateurs, en rapport avec la contamination chimique, en raison de leur rôle écologique, leur mode de vie sédentaire et leur distribution généralisée. Ces deux congénères (*P. caerulea* et *P. rustica*) sont considérés

d'excellentes sentinelles par les réseaux de surveillance de la pollution métallique en Méditerranée. En plus le littoral de Skikda est sous la menace d'accidents d'échouage, de dégazage, déballastage et certaines stations sont en plus sous l'influence de la pollution continentale et les rejets des eaux usées (industrielles et domestiques). Tous ces facteurs ont pu modifier de façon générale la distribution des espèces de patelles qui sont sensibles ou résistantes à la pollution.

## REMERCIEMENTS:

Pr Serge Salvator Gofas. Université de Malaga- Espagne pour l'identification des quelques spécimens de patelles.

Pr Asma Hamza INSTM de Sfax de Tunisie pour l'identification des quelques spécimens d'algues marines.

Pr Zoubeidi Tewfik. Université Al Ain des Emirats Arabes Unis pour l'aide dans la réalisation de l'étude statistique

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abdel-Moati A. R & Atta M. M. 1991.** *Patella vulgata*, *Mytilus minimus* and *Hyale prevosti* as bioindicators for Pb and Se enrichment in Alexandria coastal waters. Marine pollution bulletin A. 22 (3), pp. 148-150.
- Aminot A. & Chaussepied M. , 1983.** Manuel des analyses chimiques en milieu marin. CNEXO: 395p.
- Algaebase:** Database of information on algae that includes terrestrial, marine and freshwater organisms. [www.algaebase.org](http://www.algaebase.org)
- Bebiano M.J. , Cravo A. , Miguel C. et Morais S. 2003.** Métallothionéines concentrations in a population of *Patella aspera*: variation with size. The Scie. Total Envi. 301: pp.151-161.
- Beldi H, Boumaza F. Z. , Draredja B. & Soltani N. 2012.** Biodiversité des Patellidae (Gastropoda, Prosobranchia) du golfe d'annaba (Algérie nord-est). Bulletin de la Société zoologique de France 137 (1-4) : 121-132.
- Benguadda-Rahal W. 2012.** Contribution à l'étude de la bioaccumulation métallique dans les sédiments et différents maillons de la chaîne trophique du littoral extrême ouest algérien. Thèse de Doctorat en écologie et environnement. Université de Tlemcen. Algérie. 149p.
- Bordjiba O. , Bekhouche F. , Hassaine A. , Djenidi R. 2009.** Impact de la pollution par les hydrocarbures sur la qualité des eaux usées dans la région de Skikda (Nord-Est Algérien). Euro. J. Scien Research. V (26) 1. (2009). pp. 87-97.
- Boudouresque C.F. , Beaubrun P.C. , Relini G. Templado J. Van Klaveren M.C. Van Klaveren P. Walsley J.G. et Zotier R. 1996.** Critères de sélection et liste révisée des espèces en danger et menacées (marines et saumâtres) en Méditerranée. GIS Posidonie Publisher, Marseille, Fr: pp.1-73.
- Brisou J F. & Denis F. 1980.** Techniques de surveillance de l'environnement maritime. Edit. Masson. p.206
- Cervella P. , Ramella L. , Robotti C. A. & Sella G. 1988.** Chromosome analysis of three species of *Patella* (Archaeogastropoda). Genetica 77:97-103, Kluwer

Academic Publishers, Dordrecht - Printed in the Netherland.

**Conti M. E & Cecchetti G.** 2003. A biomonitoring study: trace metals in algae and molluscs from Tyrrhenian coastal areas. *Environmental Research* 93. 99–112.

**Colombini I. , Fallaci M. , Milanesi F. , Scapini F. & Chelazzi L.** 2003. Comparative diversity analysis in sandy littoral ecosystems of the western Mediterranean. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 58S, 93–104.

**Collado C. , Ramirez R. , Bergasa O. , Hernandez-Brito J.J. , Gelado Caballero M.D. & Haroun R.J.** 2006. Heavy metals (Cd, Cu, Pb and Zn) in two species of limpets (*Patella rustica* and *Patella candei crenata*) in the Canary Islands, Spain. *WIT Transactions on Ecology and the environment*, 95. ISSN 1743-3541.

**Christiaens J.** 1973. Révision du genre *Patella* (Mollusca, Gastropoda), *Bulletin du Musée National d'Histoire Naturelle*. 182: 1305–1392.

**Commission OSPAR,** 2010. Background Document for Azorean limpet *Patella aspera*. 15p.

**De Pirpo M. , Chelazzi G. , Borghini F. & Focardi S.** 2001. Variations in cardiac activity following acute exposure to copper in three co-occurring but differently zoned Mediterranean limpets. *Mar. Poll. Bul.* 12. 42. 1390-1396.

**De Villers J. , Squilbin M. , Yourassowsky C.** 2005. Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement (IBGE). Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface: cadre général Fiche 2. 16p.

**Espinosa F. , Guerra-Garcia J.M. , Fa D. et Garcia-Gomez J.C.** 2006. Effects of competition on an endangered limpet *Patella ferruginea* (Gastropoda: Patellidae): Implications for conservation. *J. Exp. Mar. Biol. Eco.* 330.482– 492.

**Espinosa F. , Guerra-Garci J.M. & Garcia-Gomez J.C.** 2007. Sewage pollution and extinction risk: an endangered limpet as a bioindicator? *Biodiversity and Conservation*. (16).377-397.

**El-Serafy S. S, El-Gamal M. M. & El-Sayed D.S.** 2003. Seasonal variations of trace metals levels in water and the limpet *patella caerulea* of Alexandria coast, Egypt. *Egypt. J. Aquat Biol & Fish.* , 7(4), 283 – 312. ISSN 1110- 6/31.

**ERMS (European Register of Marine Species):** <http://www.marbef.org/data/erms.php>

**Fguiri H. , Zouari C.T. , Rabaoui L. Et Ben Hassine O.** Statut de *Patella ferruginea* (Mollusque: Gastéropodes) sur le littoral Nord Est de la Tunisie. *Rapp. Comm. Int. Mer Medit.* , 38. (2007).

**FISH J. D. & FISH S. ,** 2001. A Student's Guide to the Seashore (Second edition). Cambridge University press, Cambridge, 564 p.

**González-Wevar C.A. , Nakano T. , Cañete J.I. et Poulin E.** 2010. Molecular phylogeny and historical biogeography of *Nacella* (Patellogastropoda: Nacellidae) in the Southern Ocean. *Molecular Phylogenetic and Evolution*. 56.115–124.

**Grimes S.** 2003. Bilan et Diagnostic National de la pollution marine de la côte algérienne liée à des activités menées à terre. Programme d'actions stratégiques (PAS) destiné à combattre la pollution due à des activités menées à terre et de sa stratégie opérationnelle, Final Report PAM/PAS MED/MEDPOL. p. 119.

**Grimes S.** 2004. Distribution de la richesse spécifique de

la macrofaune benthique dans les ports algérienne. Macrofaune benthique des fonds meubles des côtes algériennes. In "Biodiversité marine et côtière algérien", Grimes & LRSE, Sonatrach Eds. , (2004) 176-184.

**Guerra-Garcia J.M. , Maestre M.J. , Gonzalez A.R. & Garcia-Gomez J.C.** 2006. Assessing a quick monitoring method using rocky intertidal communities as a bioindicator: a multivariate approach in Algeciras bay, *Environmental Monitoring and Assessment* 116: 345-361.

**Hakab Y. L.** 2010. Mise en évidence de l'impact de la pollution portuaire d'Oran sur la distribution spatiale des patelles (*P. ferruginea*, *P. caerulea*, *P. vulgata*): Etude préliminaire. Mémoire de Magister. Université d'Oran Es-Senia. 41p

**Hamidi S.** 1997. Conception et objectif du réseau de surveillance de la qualité des eaux de baignade. Premier Atelier Régional Est sur la surveillance de la qualité des eaux de baignade, El Tarf, 14 p.

**Ifremer.** 2001. L'eutrophisation des eaux marines et saumâtres en Europe, en particulier en France. Rapport IFREMER pour la Commission Européenne – DG.ENV. B1. DEL/EC/01.02 - 64p.

**Jhingran V.G, Ahmad S.H. et Singh A.K.** Application of Shannon-Wiener index as a measure of pollution of river Ganga at Patna, Bihar, India. 1989. *Current Science* Bangalore. (58), 13. pp. 717-720.

**Khan A.N. , Kamal D.M. , Mahmud M. , Rahman M.A. & Hossain M.A.** 2007. Diversity, Distribution and Abundance of Benthos in Mouri river, khulna, Bangladesh. *Int. J. Sustain. Crop Prod.* (5), 2.19-23.

**Kallouche M. , Bouras Ghalek M. , Abdelghani F.** 2011. Aspect et répartition de la patelle commune méditerranéenne (*Patella caerulea*) de la zone côtière oranaise (Littoral algérien occidental). *Conférence Méditerranéenne Côtière et Maritime Edition 2, Tanger, Maroc.* 1-6.

**Larbi Doukara K.** 2007. La Patelle géante *Patella ferruginea* Gmelin, 1791: Statut, biologie, écologie et distribution sur le littoral occidental algérien. Thèse Magister. Univ. Es Sénia, Oran (Algérie), 136.

**L.E.M. (Laboratoire d'Etudes Maritimes).** 1998. Etude d'impact sur l'environnement du dragage de l'ancien port de Skikda. Entreprise Portuaire de Skikda. 36 p.

**Maatallah R. , & Djebbar A.B.** 2014. *Patella rustica* Linnaeus, 1758 (Gastropoda, Patellogastropoda) Inhabiting Coast of Skikda (Algérie). *Journal of Life Sciences*, ISSN 1934-7391, USA. 8 (1), pp. 65-77.

**Mauro A. Arculeo M. Parrinello N.** 2003. Morphological and molecular tools in identifying the Mediterranean limpets *Patella caerulea*, *Patella aspera* and *Patella rustica*. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 295. 131– 143.

**Mezedjeri L.** 2008. Modélisation de l'impact de la pollution industrielle hydrique dans le golfe de Skikda (littoral Est Algérien). *Thèse.* Université d'Annaba. pp. 143.

**Nakano T. & Ozawa T.** 2006. Worldwide phylogeography of limpets of the order Patellogastropoda: molecular, morphological and paleontological evidence. *Oxford Journals Life Sciences Journal of Molluscan Studies* 73 (1). pp. 79-99.

**Nakhle K. F.** 2003. Le mercure, le cadmium et le plomb dans les eaux littorales libanaises: Apports et suivi au moyen de bioindicateurs quantitatifs (éponges, bivalves et gastropodes). *Thèse. Paris.* 255pp.

- Papathanassiou E. & Zenetos A.** 1993. A Case of Recovery in Benthic Communities following a Reduction in Chemical Pollution in a Mediterranean Ecosystem. *Mar. Env. Res.* 36. pp. 131-152.
- Penã-Mendez E.M.A. , Astorga-Espanã M.A. S. & Garcõ-Montelongoa F.J.** 2001. Chemical fingerprinting applied to the evaluation of marine oil pollution in the coasts of Canary Islands (Spain). *Environmental Pollution* 111: 177-187.
- Rampal J.** 1965 Utilisation des dents radulaires pour la systématique des patelles méditerranéennes. 1965. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.* 29 (2). pp.1-6.
- Rapport Synthétique .ONEDD-MATE/LAQ.** 2005. «Évaluation de la qualité du milieu marin le long du littoral Algérien: Tlemcen, Ain Témouchent, Oran, Mostaganem, Chlef, Alger, Boumerdes et Bejaia, Jijel, Skikda et Annaba et El Taref, Secteur Est».
- Rapport national CAR/ASP PAS BIO Algérie 2002.** Plan d'Action Stratégique pour la Conservation de la Diversité Biologique en Région Méditerranéenne. 187p.
- Ridgway S. A. , Reid D.G. , Taylor, J.D. , Branch G.M. & Hodgson A.N.** 1998. A cladistic phylogeny of the family Patellidae (Mollusca: Gastropoda). *Phil. R. Soc. London B* (353). pp.1645-1671.
- Rodier J. , 1996.** Analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires et eau de mer. 8<sup>ème</sup> édition. p. 1199.
- Sa-Pinto A. , Branco M. , Harris D. J. , et Alexandrino P.** 2005. Phylogeny and phylogeography of the genus *Patella* based on mitochondrial DNA sequence data. *J. Exp. Mar.Biol.Ecol.* 325.pp.95– 110.
- Santina P.D.& Chelazzi, G.** 1991. Temporal organization of foraging in two Mediterranean limpets, *Patella rustica* L. and *P. caerulea* L. *J. Exp. Mar. Biol, Ecol.* 153. Pp. 75-85.
- Seddik, Y.** 2008. Évaluation du niveau de la pollution bactériologique chez un Mollusque Gastéropode *Patella caerulea* (Linné, 1758) dans la côte oranaise Est. Thèse Magister. Univ. Es Sénia, Oran (Algérie), 121.
- Semroud, R. & Boumaza, S.** 1998. Données préliminaires sur *Patella ferruginea* Gmelin 1791, des îles Habibas. Journées de la mer « Océan 98 », USTHB (Alger), 12-13 mai 1998.
- SPSS software statistique**, version 17.0 pour XP.
- Tlig-Zouari S. , Rabaoui L. , Fguiri H. , Diawara M. et Ben Hassine O.** 2010. Spatial diversity of rocky midlittoral macro-invertebrates associated with the endangered species *Patella ferruginea* (Mollusca: Gastropoda) of Tunisian coastline. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 87.pp.275–283.
- Thompson J.A. J.** 1980. Distribution and population dynamics of the limpet *Patella aspera* Lamarck in Bantry bay. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 40, pp. 115-135.
- UNEP(DEC)/MED.2003.** Programme d'actions stratégiques lignes directrices élaboration d'indicateurs de l'état écologique et de réduction du stress pour la région méditerranéenne. pp.1-87.
- WoRMS (World Register of Marine Species):** <http://www.marinespecies.org/>
- X. 2003.** -MINITAB software statistique, version 14.0 pour Windows.
- Yüzereroğlu T. A. , Gök G. , Çoğun H. Y. , Fırat Ö. Aslanyavrusu S. , Maruldaı O. & Kargin F.** 2010. Heavy metals in *Patella caerulea* (Mollusca, Gastropoda) in polluted and non-polluted areas from the Iskenderun Gulf (Mediterranean Turkey). *Environ Monit Assess.* 167:257–264. DOI 10.1007/s10661-009-1047-x