

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Université Abou Bekr Belkaid
Tlemcen Algérie



جامعة أبي بكر بلقايد

تلمسان الجزائر

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, et des Sciences de la Terre et de
l'Univers
Département d'Ecologie et Environnement

Mémoire de fin d'études

Présenté pour l'obtention du Diplôme
Master en Ecologie Végétale et Environnement

Option
Pathologie Des Écosystèmes

Par
Mme BERNOUSSI ASSIA épouse OUCHANI

**Contribution à l'évaluation de la pollution métallique dans les
sédiments et chez la Patelle (*Patella ferruginea*) sur le littoral
de Zwanif commune de Oulhaça, (W.Ain Temouchent)**

Soutenu le 29 Octobre 2013 devant le jury composé de

Promotrice : Mme KAID SLIMANE Nacéra.

Professeur (Univ. Tlemcen)

Président : Mr. MESLI Lotfi.

M.C.A (Univ. Tlemcen)

Examineur: Mr. BELHADJ Hichem.

M.A.A (Univ. Médéa)

Année Universitaire 2012-2013

Remerciements

Tout d'abord nous tenons à remercier, en premier lieu Mme KAID SLIMANE Nacera, mon encadreur pour son encadrement de grande qualité, tous les conseils scientifique, son soutien, sa gentillesse et sa confiance de tous les jours..

Je tiens à remercier vivement Mr MESLI LOTFI, de m'avoir fait l'honneur de présider le jury de ce mémoire et d'être parmi les honorables membres de jury.

Je remercie Mr BELHADJ Hichem pour l'honneur qu'il me fait en acceptant d'examiner ce travail.

Mes remerciements s'adressent à Monsieur KOUIDRI MOHAMED pour ces conseils et son aide dans l'échantillonnage

Je tiens à exprimer ma reconnaissance envers Mr AWAJ BEN AMER pour sa générosité et la grande patience.

Je tiens également à remercier : Mme DAHAOUI Salima, Mme DALI YUCEF Khadidja et Melle SAHRAOUI Hafida, les ingénieurs du laboratoire pour leur aide, leur bonne humeur et les bons moments passés ensemble.

Je voudrais témoigner de mon plus profond remerciement à mon amie GHOUBALI RACHIDA pour sa présence, sa participation à ce travail . Enfin, je tiens à remercier tous mes collègues de ma promotion, pour leur soutien.

Table des matières

Introduction Générale	01
------------------------------------	----

CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I-1-LA POLLUTION MARINE	03
I-1-1-Définition de la pollution marine	03
I-1-2- Sources de pollution.....	03
I-1-3-La pollution des eaux marines en Algérie.....	04
I-1-4-La pollution à Zwanif.....	04
I-2-LA POLLUTION METALLIQUE	06
I-2-1-Les différentes sources des métaux lourds.....	06
I-2-1-1-Les sources d'origine naturelles	06
I-2-1-2-Les sources d'origine anthropique	06
I-2-2-Les contaminants métalliques.....	07
I-3- SEDIMENTS ET CONTAMINANTS	08
I-3-1-Définition des sédiments.....	08
I-3-2-Granulométrie des sédiments.....	08
I-3-3 Origine des sédiments.....	08
I-3-4-Composition des sédiments.....	08
II-Biologie et écologie d'espèce étudiée (Patella ferruginea)	10
II-1-Aperçu général sur la patelle	10
II-2-Description	10
II-3- Morphologie	11
I-3-3 Rang taxonomique.....	12
II-4 Anatomie	12
a- Appareil respiratoire.....	12
b- Système nerveux.....	17
c- Appareil circulatoire.....	12
d- Appareil digestif.....	13
e- Appareil excréteur.....	13
f-Organes génitaux	13

II-5 Biologie de la patelle	14
II-5-1-Cycle de vie et Reproduction	14
II-5-2-Croissance.....	14
II-5-3-Locomotion.....	14
II-5-4Nutrition.....	15
II-6- Ecologie de la patelle	15
A) Habitat.....	15
b) Les prédateurs.....	15
II-7- Aire de répartition	16

CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

II.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE	17
II.2 BIOCLIMATOLOGIE	18
II-2-1- les paramètres climatiques.....	19
II-2-1-1-Les précipitations.....	19
II-2-1-2-Températures	20
II-2-2- Synthèses bioclimatique	21
II-2-2-1- Quotient d'Emberger (1955)	21
II-2-2-2- Diagrammes Ombrothermiques de Bagnouls et Gausson	22

CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODE

III.1.PRELEVEMENT ET MINERALISATION DES ECHANTILLONS	24
III-1-1 Choix des stations de prélèvement.....	24
III-1-2 Choix des échantillons.....	24
III-1-2-1 Sédiments	24
III-1-2-2 Patelles	25
III-1-3 Séchage, tamisage et dissection	26
III-1-3-1 Sédiments.....	26
III-1-3-2 Dissection des patelles.....	26
III-1-4 Minéralisation.....	26
III-1-4-1 Sédiments.....	26

III-1-4-2 Patelle	27
III-1-4-3 Filtrations.....	27
III-2 DOSAGE DES METAUX.....	27
III-2-1 Principe.....	28
III-2-2Appareillage.....	28
III-3 ETUDE STATISTIQUE.....	30
III-3-1 L'analyse des variances (ANOVA).....	30
III-3-2 L'analyse en correspondantes principale(ACP).....	30
CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSIONS	
IV.1 Les sédiments marins.....	31
IV-1-1 Variation mensuelles des métaux étudiés.....	31
IV-1-2 Variations saisonnières.....	34
IV.1.3.Analyse en Composante Principales.....	37
IV.1.4.Indice de Pollution (IP).....	39
IV.1.5.Comparaison des résultats avec ceux de la littérature	40
IV.2 La patelle (Patella Ferruginea)	41
IV-2-1 Concentration des métaux chez les individus de patelle.....	41
IV.2.2 Analyse en Composantes Principales (ACP).....	44
IV-2-3 Comparaison des résultats avec ceux de la littérature.....	45
CONCLUSION.....	46
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE	48

Liste des figures

Chapitre I

Figure I.1. : Représentation du chemin des eaux usées de village de zwanif jusqu'à la plage de zwanif.....	05
Figure I-2 : Vue externe et interne de <i>Patella ferruginea</i> (Poppe, 2005).....	11
figureI-3: Radula de la patelle (Le Roux., 2005).....	13
Figure I.4: La position de la patelle dans la chaîne alimentaire	16

Chapitre II

Figure II. 1 : Carte de situation géographique de la zone d'étude n de Zwanif (Google Maps, 2013)	17
Figure II.2 Photo de la zone d'étude de la plage de Zwanif (Original).....	18
Figure II-3 : Variations annuelle moyennes des précipitations.....	20
Figure II.4 : Variations mensuelles des températures maximales et minimales.....	20
Figure II.5: Position de la station d'étude (Zwanif) sur le climagramme d'Emberger modifié par (Dajoz, 1996).....	22.
Figure II.6 : Diagrammes Ombrothermiques de Bagnouls et Gausson (1953).....	23

Chapitre III

Figure III.1: Zone de prélèvement des patelles (Originale)	24
Figure III.2: Zone de prélèvement des sédiments.....	24
Figure III.3: présentation d'une benne.....	25

Figure III.4 : Les patelles dans leurs milieux naturels (Originale).....	25
Figure III. 5: Thermoréacteur (Originale).....	27
Figure III.6 : Spectrophotomètre d'absorption atomique à flamme (SAAF)	29

Chapitre IV

Figure IV.1 : Teneurs moyennes en cadmium (mg/kg) dans les sédiments.....	31
Figure IV.2 : Teneurs moyennes en cuivre (mg/kg) dans les sédiments.....	32
Figure IV.3 : Teneurs moyennes en Fe (mg/kg) dans les sédiments.....	32
Figure IV.4 : Teneurs moyennes en plomb (mg/kg) dans les sédiments.....	33
Figure IV.5 : Teneurs moyennes en zinc (mg/kg) dans les sédiments.....	33
Figure IV.6 : Variations saisonnières des concentrations (Cd, Cu, Pb, Zn et Fe) dans les sédiments.....	35
Figure IV.7 : Teneurs moyennes en métaux lourds étudiées (Cd, Cu, Pb, Zn, Fe)	36
Figure IV.8: Plan factoriel engendré par les deux premiers axes de l'ACP calculé à partir des teneurs métalliques (Cu, Pb, Fe, Zn, Cd) pour les différents mois de prélèvements des sédiments marin.....	38
Figure IV.9: Résultats de l'Indice de Pollution (IP) dans les sédiments marins.....	39
Figure IV.10 : Concentrations des métaux chez les individus de patelle.....	41
Figure IV.12 : Concentration totale des métaux étudiés chez les individus de patelle.....	42
Figure IV. 13 : Plan factoriel engendré par les deux premiers axes de l'ACP calculés à partir des teneurs métalliques des individus de patelle.....	44

Liste des tableaux

Chapitre I

Tableau I-1 : Tableau I.1: La présentation des métaux lourds étudiés07

Chapitre II

Tableau II-1: Précipitations annuelles moyennes de la période (2001-2012) exprimée en mm.....19

Tableau II-2 : Températures mensuelles maximales et minimales de la période (2001-2012) exprimée en °C19

Chapitre III

Tableau III.1 : Conditions d'atomisation pour les métaux étudiés29

Chapitre IV

Tableau IV-1 : Comparaison des concentrations moyennes des métaux lourds dans les sédiments avec ceux de la littérature (mg/kg).40

Tableau IV-2 : Comparaison des concentrations en moyennes obtenus pour la patelle avec les données bibliographique exprimés en (mg/kg).45

Liste d'abréviation

ACP : Analyse En Composantes Principales.

ANOVA1 : Analyse De Variance A UN Facteur.

D.ENV.A.T : Direction D'environnement De La Wilaya De Ain Temouchent.

ETM : Eléments Traces Métalliques

FAO : Organisation Des Nations Unies Pour L'alimentation Et L'agriculture.

GESAMP (Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution)

M.A.T.E : Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement

METAP : Programme Environnemental d'Assistance Technique pour la Méditerranée

MO : Matière Organique

SAA : Spectrophotométrie d'Absorption Atomique

INTRODUCTION

Introduction

Introduction

Les milieux côtiers comptent parmi les zones les plus exposées aux différents types de pollution, entre autres métalliques, qu'ils s'agissent d'apports directs dus à l'industrialisation et à l'urbanisation, souvent importantes dans ces zones, ou d'apports indirects par les rivières et par voie atmosphérique (). La contamination des milieux marins, notamment par les métaux lourds, constitue l'un des problèmes majeurs en toxicologie environnementale qui a attiré l'attention de plusieurs chercheurs. Ce type de pollution constitue en effet l'un des aspects de la pollution la plus menaçante pour les milieux récepteurs. Par ses effets néfastes, elle pourrait engendrer des situations critiques voire dangereuses affectant entre autres l'équilibre écologique des écosystèmes.

L'étude de l'interaction entre les contaminants et les barrières biologiques est d'un intérêt considérable pour la compréhension des phénomènes éco-toxicologiques et l'interprétation de la bioaccumulation et des transferts à travers les chaînes trophiques. La biodisponibilité des contaminants dépend de nombreux facteurs physiques (granulométrie du sédiment et teneur en matière organique du sédiment et des particules en suspension etc...), chimiques (solubilité et réactivité des composés), biologiques (organismes pélagiques ou benthiques utilisés, mode de contamination etc...),

Dans ce travail, nous nous sommes intéressés à la bioaccumulation de quelques métaux lourds (Cu, Zn, Fe, Pb et Cd) chez la patelle (*Patella ferruginea*) et les sédiments marins sur le littoral Zwanif (Oulhaça) durant une période comprise entre Mars 2012 et Février 2013.

Tous les échantillons ; de patelle (partie molle) et des sédiments marins, ont été minéralisés puis analysés par spectrophotométrie d'absorption atomique à flamme, pour la détection des métaux lourds.

L'objectif de cette étude est d'évaluer la bioconcentration des métaux chez une espèce animale, la patelle géante *patella ferruginea* et les sédiments marins du littoral Zwanif et de comparer les teneurs en éléments traces métalliques avec la littérature

Ce mémoire comporte quatre chapitres :

- ❖ _ Le premier chapitre est consacré à une synthèse bibliographique qui regroupe : la pollution, l'étude du matériel sédimentaire et biologique.
- ❖ _ Le deuxième chapitre rassemble les caractéristiques de la zone d'étude.

Introduction

- ❖ _ Le troisième chapitre décrit les différentes techniques d'échantillonnage, les divers protocoles de minéralisation, l'analyse des métaux lourds par S.A.A.AF et l'étude statistique.

- ❖ _ Et dans le quatrième chapitre nous avons présenté tous les résultats avec leurs interprétations.

- ❖ Enfin, une conclusion achèvera ce travail.

Chapitre I

Synthèse Bibliographique

I-1-LA POLLUTION MARINE

I-1-1-Définition de la pollution marine :

La pollution marine résulte des produits rejetés dans les mers et les océans essentiellement par l'homme: rejets domestiques (égouts et ordures, polluants contenus dans les eaux de ruissellement...), industriels (hydrocarbures, métaux, substances chimiques et organiques de synthèse, radionucléides...) et agricoles (engrais, pesticides...). Elle comprend la pollution de l'eau et des sédiments marins, et plus généralement toutes les atteintes aux écosystèmes marins causées par des rejets de substances nuisibles par leur nature ou leur quantité.

I-1-2- Sources de pollution

Selon la définition donnée par le **GESAMP** (Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution) dans le cas particulier de l'environnement marin, le terme de pollution désigne l'introduction directe ou indirecte par l'homme de substances ou d'énergie dans le milieu marin lorsqu'elle a, ou peut avoir, des effets nuisibles. Le terme de polluant est donc associé à l'apparition dans le milieu d'effets délétères.

Actuellement, la pollution aquatique est devenue une préoccupation du fait de l'observation de conséquences défavorables sur les écosystèmes et les organismes. Malgré cette prise de conscience, la dégradation de l'environnement marin continue à s'intensifier.

L'histoire de la pollution aquatique remonte au tout début de l'histoire de la civilisation humaine. En effet, la production et les émissions de polluants sont souvent dérivées des activités humaines, telles que 1) l'agriculture (ex : les fertilisants, pesticides et produits agrochimiques), 2) l'industrie (ex : les métaux lourds, les éléments traces et les composés organiques), 3) l'urbanisme (ex : agents pathogènes, substances organiques, métaux lourds et éléments traces contenus dans les eaux usées), 4) le tourisme (ex : débris plastiques sur les côtes), etc... Les sources de pollution de l'environnement marin sont donc multiples. Elles englobent aussi 1) les sédiments sur lesquels divers polluants peuvent s'adsorber, 2) l'eutrophisation qui peut entraîner d'importants changements dans la composition des communautés marines, et les blooms

algues qui peuvent être toxiques vis-à-vis des autres organismes aquatiques et des humains, 3) les activités aquacoles qui peuvent décharger des effluents riches en agents polluants et 4) la pollution biologique (espèces introduites) qui peut causer des problèmes. Ces divers polluants et sources de pollution peuvent avoir des impacts sur la physiologie, la reproduction, le système immunitaire, le système endocrinien des organismes, des effets tératogènes, etc... **Islam et Tanaka, 2004**).

I-1-3-La pollution des eaux marines en Algérie :

Les principaux problèmes de pollution incluent les eaux usées urbaines et industrielles non traitées, les nappes d'hydrocarbure de pétrole et l'érosion côtière. La plupart des eaux usées urbaines sont directement rejetées en mer sans traitement. Bien que 17 stations d'épuration des eaux usées urbaines aient été construites dans la zone côtière algérienne, cinq seulement fonctionnent normalement, ce qui représente environ 25 % de la capacité de traitement totale. De même, la pollution par les hydrocarbures de pétrole est très courante le long du littoral algérien, compte tenu des voies du trafic maritime pétrolier qui passent à proximité. L'érosion constitue également un gros problème. Sur les 250–300 km de plages de sable que possède l'Algérie, 85 % sont en recul, perdant du sable à raison de 0,30 à 10,4 m/an. **(A.E.E, 2006)**. En ce qui concerne la pollution par les métaux lourds, 5 ports dépassent les normes pour le mercure, 3 pour le plomb, 4 pour le cuivre, 4 pour le zinc et 1 pour le chrome **(M.A.T.E, 2002)**. Ces contaminations sont liées essentiellement à l'installation des usines chimiques :

- 1-L'usine chimique : Alzinc de Ghazaouet, et Sonatrach d'Arzew ;
- 2-Cimenterie de Béni Saf ;
- 3-L'Unité de raffinage du pétrole de Skikda ;
- 4-Centrale thermique : Marsat et Hadjaj ;
- 5-Usines de conserves et de pâte à papier « Chlef, Babali »

I-1-4-La pollution à Zwanif

Le village de Zwanif déverse d'eaux usées dans la mer au niveau de la plage du Zwanif (**figure I.1**). L'utilisation de certains pesticides non biodégradables dans les zones où on pratique des cultures maraichères, constituent une source de toxicité pour la

consommation humaine (P.D.A.U. 2000). La présence des petites embarcations pour la pêche et ces cages (figure .1) provenant une certaine pollution du à la peinture, hydrocarbures et au matériel utilisé pour la pêche et d'oued situé a la plage



Figure I.1. : Représentation du chemin des eaux usées de village de zwanif jusqu'à la plage de zwanif.

I-2-LA POLLUTION METALLIQUE

I-2-1-Les différentes sources des métaux lourds :

I-2-1-1-Les sources d'origine naturelles

Les métaux lourds sont présents dans l'eau, l'air et les sols. Comme tous les minerais, ils sont présents dans les roches. Ces réserves naturelles ne constituent pas en elles-mêmes un danger mais l'exploitation des gisements, l'érosion, les incendies de forêts, les prélèvements d'eau ou les éruptions volcaniques, vont répandre des traces de ces éléments dans l'environnement. Ils peuvent alors devenir toxiques s'ils se retrouvent en quantités suffisantes dans les organismes vivants.

I-2-1-2-Les sources d'origine anthropique

Outres ces phénomènes naturels, l'activité humaine, même si elle ne crée pas de métaux lourds, participe à leur diffusion dans l'environnement :

- Les effluents d'extractions minières.
- Les effluents industriels.
- Les effluents domestiques et ruissellement orageux urbain.
- Lessivage des métaux provenant de décharges d'ordures ménagères et de résidus solides.
- Apports de métaux provenant de zones rurales, par exemple les métaux contenus dans les pesticides.
- Sources atmosphériques, par exemple combustion de carburants fossiles, incinération des déchets et émissions industrielles.
- Activités pétrochimiques.

I-2-2-Les contaminants métalliques :**Tableau I.1:** La présentation des métaux lourds étudiés (**Kuvarega et Taru, 2008**).

Métal	Source, propriété et utilisation
Cd	<p>Le cadmium est un élément métallique blanc brillant, malléable et ductile, C'est le 65e élément naturel le plus abondant dans la croûte terrestre.</p> <p>-À l'état naturel, on trouve le cadmium sous forme de sulfure dans un minéral rare : la greenockite. On le rencontre également avec le zinc dans les blendes et les calamines. On obtient le cadmium comme sous-produit dans le raffinage des minerais de zinc. Le cadmium peut être électrodéposé en tant que revêtement de certains métaux, principalement le fer et l'acier, sur lesquels il forme un revêtement chimiquement résistant. Les sels de cadmium sont utilisés dans la fabrication des piles au nickel et au cadmium, dans la fabrication de caoutchouc, de peintures fluorescentes, de verre et de porcelaine. Le cadmium et les solutions de ses composés sont fortement toxiques et ont des effets cumulatifs similaires à ceux de l'empoisonnement au mercure.</p>
Cu	<p>Le cuivre est un élément chimique métallique de couleur rouge-brun, moyennement abondant dans la croûte terrestre, le cuivre est inégalement réparti à la surface du globe et la plupart des gisements sont situés dans l'hémisphère Sud.</p> <p>Le cuivre pur est très malléable et ductile. C'est un excellent conducteur d'électricité. On l'utilise surtout pour sa conductivité électrique, la plus importante de tous les métaux industriels.</p> <p>Ainsi, on l'emploie pour fabriquer des dispositifs électriques, tels que les câbles, les fils ou les appareillages électriques. Le cuivre étant en outre très ductile, on peut l'étirer en fils de diamètres variés, en raison de son coût inférieur, l'aluminium a remplacé le cuivre dans certaines applications, en particulier dans la production des fils et des câbles. On l'utilise également dans les toitures, les canalisations d'eau et de gaz en raison de sa résistance à la corrosion, il est facilement déposé par galvanoplastie, seul ou allié à d'autres métaux.</p>
Fe	<p>Le fer est mou, malléable et ductile. Il est facilement magnétisable aux températures ordinaires, mais difficilement lorsqu'il est chauffé il se corrode en formant un oxyde ferrique hydraté, brun rougeâtre et lamellaire, la rouille. La formation de la rouille est due à un phénomène électrochimique.</p> <p>Le fer métallique existe à l'état libre en peu d'endroits, notamment à l'ouest du Groenland. C'est le 4e élément le plus abondant dans la croûte terrestre. Proche de l'aluminium par ses propriétés, c'est le plus abondant des métaux. De petites quantités de fer sont présentes sous forme combinée dans les eaux naturelles, les plantes et le sang. Le fer est surtout utilisé après traitement chimique. Il s'agit du fer forgé, de la fonte et de l'acier. Le fer commercial pur est utilisé dans la production de feuilles de métal galvanisées et d'électroaimants. Des composés contenant du fer sont utilisés en médecine pour le traitement de l'anémie, c'est-à-dire lorsque la quantité d'hémoglobine, ou le nombre de globules rouges dans le sang, est trop faible. On trouve également le fer dans les fortifiants</p>
Pb	<p>Le plomb est largement répandu à la surface du globe,- Le plomb métallique est mou, malléable et ductile : on le met facilement en forme lorsqu'il est chauffé à température modérée, il est mauvais conducteur d'électricité.</p> <p>Lorsque le plomb est mis en présence d'acide sulfurique, il se forme une couche protectrice de sulfate, qui stoppe l'attaque acide. Dans l'air, il réagit lentement avec l'eau pour former l'hydroxyde de plomb, mélangé à l'étain, il était utilisé par les Romains pour souder les conduites d'eau.</p> <p>D'importantes quantités de plomb sont utilisées dans les batteries et dans les gaines des câbles électriques ainsi que dans l'industrie pour garnir les conduites. Parmi les nombreux alliages contenant un pourcentage important de plomb figurent certaines soudures et différents métaux antifriction. Une quantité considérable de plomb est également consommée sous forme de dérivés, en particulier dans les peintures et les pigments.</p>
Zn	<p>Le zinc est assez abondant dans la croûte terrestre. On ne le trouve pas à l'état libre dans la nature, mais sous forme d'oxyde de zinc (ZnO), Le zinc est employé soit sous forme massive, soit allié à d'autres métaux. Il est principalement utilisé comme revêtement protecteur anti-corrosion des aciers et en photogravure. On le trouve également dans les plaques des piles électriques sèches. Il est employé comme pigment dans les peintures, comme charge dans les pneus en caoutchouc, ainsi qu'en médecine comme pommade antiseptique. On trouve également le sulfure de zinc dans les applications utilisant l'électroluminescence, la photoconductivité, la semi conductivité et dans d'autres dispositifs électroniques</p>

I-3- Sédiments et contaminants

Les sédiments plus que l'air ou l'eau sont capables d'accumuler les polluants organiques et inorganiques. Les sources sont principalement agricoles, industrielles, minières ou urbaines. Dispersés par voie atmosphérique ou apportés sous forme d'engrais, de résidus ou de déchets solides ou liquides, les polluants peuvent être immobilisés dans le sédiment ou bien transiter vers les nappes phréatiques, les eaux superficielles, les plantes, les animaux et les hommes. Les métaux lourds peuvent être classés en 5 catégories selon leurs mécanismes d'accumulation dans les sédiments. (i) adsorbés et échangeables, (ii) liés aux carbonates, (iii) liés aux phases réduites (Fe, Mn), (iv) liés à la matière organique, (v) détritiques (Latice metals), **(Dali Yousef, 2005)**.

I-3-1-Définition des sédiments

Les sédiments sont couramment définis comme « des matériaux meubles d'origine minéralogique ou biogénique » **(Ramade, 2002)**. Leur formation résulte d'un ensemble de phénomènes physico-chimiques aboutissant au dépôt de matériaux particuliers sur le fond des écosystèmes aquatiques.

Les sédiments sont composés de trois phases principales : la phase minérale, la phase organique et la phase aqueuse **(Campy et Maybeck, 1995)**. La phase minérale est composée d'un mélange hétérogène de différents minéraux (quartz, feldspath, carbonates...) et de particules minérales d'origine biogénique (coquille, ossements d'animaux). Cette phase est notamment caractérisée par sa teneur en argiles et la nature de ces dernières. L'importance du rôle de ces minéraux concerne à la fois la structure des matériaux et leur interaction avec les polluants des écosystèmes aquatiques. la phase organique des sédiments joue un rôle essentiel dans l'activité trophique des micro-organismes et du benthos **(Marot, 1997)**.

La phase aqueuse des sédiments comprend deux composantes : l'eau associée au réseau cristallin des minéraux constitutifs de la phase minérale et l'eau occupant l'espace entre les particules sédimentaires **(Environnement Canada, 1994)**, plus communément appelée eau interstitielle ou eau de porosité. Ce compartiment revêt également une grande importance puisque c'est par le biais des eaux interstitielles que les contaminants

dissous vont pouvoir transiter vers la colonne d'eau ; elles sont également considérées comme la voie d'exposition majoritaire des organismes benthiques, épibenthiques et pélagiques aux contaminants des sédiments (Ankley et al., 1994 ; Di Toro et al., 1991 ; Peterson et al., 1996).

I-3-2-Granulométrie des sédiments

Les sédiments sont classés en fonction de la taille de leurs particules (Bellair et Pomerol, 1977) :

Les particules d'un diamètre supérieur à 63 μ m caractérisent les sédiments grossiers constitués de sable et de matériel inorganique silicaté. Les surfaces de contact des différentes particules sont peu importantes et donc sont peu associées aux contaminants.

-Les particules d'une taille inférieure à 63 μ m sont constituées de minéraux argileux ayant un diamètre compris entre 0,2 et 2 μ m et de silt ayant un diamètre compris entre 2 μ m et 63 μ m. Les particules fines sont très cohésives, elles sont chargées négativement et leur surface de contact est importante : ces caractéristiques leur donnent un grand pouvoir adsorbant vis-à-vis des contaminants métalliques. (Geffard, 2001).

I-3-3 Origine des sédiments

Les sédiments proviennent du dépôt des particules en suspension dans l'eau dérivant elles-mêmes de l'érosion des roches et des sols, de matériaux détritiques organiques et de la floculation d'éléments colloïdaux. Ces particules parviennent au milieu aquatique par les cours d'eau et par voie atmosphérique.

Ces éléments sont dits d'origine **allochtone** quand ils sont issus de l'érosion du bassin versant par des agents dynamiques externes comme l'eau ou le vent et d'origine **autochtone** quand ils sont dus à la sédimentation de composés minéraux (carbonates, phosphates) et organiques (organismes planctoniques morts) (Ramade, 1998).

I-3-4-Composition des sédiments

Le sédiment sont composés principalement de :

-Eau interstitielle: correspond à l'eau qui occupe l'espace entre les particules sédimentaires et représente une fraction importante du sédiment (Forstner et al, 1987)

- Phase inorganique : Elle est formée de minéraux provenant de l'érosion de l'écorce terrestre et de débris coquilliers. Composée principalement d'argiles, de carbonates et de silicates.

- Phase organique : Elle n'occupe qu'un faible volume du sédiment (quelques %) et régule la biodisponibilité d'un grand nombre de contaminants.

II-BIOLOGIE ET ECOLOGIE D'ESPECE ETUDIEE (*Patella ferruginea*)

II-1-Aperçu général sur la patelle

Les mollusques forment plus de 80 000 espèces des groupes les plus diversifiés, ils se répartissent en trois groupes : Bivalves, Céphalopodes et gastéropodes (**Cuissin, 1977**).

Appartenant à la classe des gastéropodes, les patelles couramment appelées « berniques » sont des organismes marins dont la coquille est conique (en forme de chapeau chinois) et vivant sur les rochers du littoral ou elles constituent des populations denses. Elles sont comestibles et présentent certaines particularités bioécologiques (telle que la sédentarité) ce qui les placent parmi les espèces bioindicatrices pour l'étude de la pollution marine.

II-2-Description

Patella ferruginea est la plus grande patelle, elle est communément appelée patelle géante ou chapeau chinois (**Gerard, 2005**). Elle mesure jusqu'à 7 cm, Exceptionnellement elle peut mesurer 10 cm. L'animal possède une tête bien distincte portant deux tentacules, des yeux et la bouche, le pied se développe ventralement en une masse musculuse aplatie (**F.A.O, 1987**).

Les patelles possèdent une coquille univalve conique (**figure I.2**) et solide qui s'applique parfaitement sur les roches en les érodant, ce qui rend ces animaux difficiles à détacher. Elle est plus haute et plus pointue dans la zone battue par les vagues et plus comprimée en profondeur, où l'eau est moins agitée (**Gerard, 2005**). Ses bords sont grenelés et la surface est souvent recouverte d'algues, malheureusement elle semble être raréfiée.

II-3- Morphologie



Figure I-2 : Vue externe et interne de *Patella ferruginea* (Poppe, 2005)

La classe des gastéropodes rassemble à elle seule les trois quart des espèces actuelles. Elle se distingue tout particulièrement par un ensemble de transformations qui font disparaître la symétrie bilatérale au profit d'un enroulement hélicoïdal de la masse viscérale (Ridet et al, 1992).

Le corps est mou , non segmenté qui se compose de :

- Partie dorsale viscérale enveloppé par une tunique ou un manteau qui secrète la coquille.
- Une région antérieure céphalique qui présente une tête bien définie renfermant la bouche et les tentacules sensoriels
- Une région ventrale musculaire qui présente un pied aplati servant à la reptation (Boue et Chaton., 1978)

I-3-3 Rang taxonomique :

Règne : Animalia

Sous règne : Metazoa

Division : Eumetazoa

Sous division : Bilateria

Embranchement : Mollusca

Classe : Gastropoda

Sous classe : Prosobranchia

Ordre : Archaeogastropoda

Super-famille : Patelloidea

Famille : Patellidae

Sous-famille : Patellinae

Genre : *Patella*

Patella ferruginea (Gmelin, 1791).

II-4 Anatomie**a- Appareil respiratoire**

Il est formé de branchies situées en avant du coeur, la branchie de la cavité palléale disparaît au profit des branchies secondaires qui bordent la gouttière palléale entourant le pied. (Boue et Chaton, 1978)

b- Système nerveux

La chaîne nerveuse de la patelle montre un croisement en X caractéristique, le système nerveux comporte :

-des ganglions cérébraux ou cérébroïdes,

-des ganglions pédieux,

-des ganglions palléaux viscéraux. (Boue et Chanton, 1978).

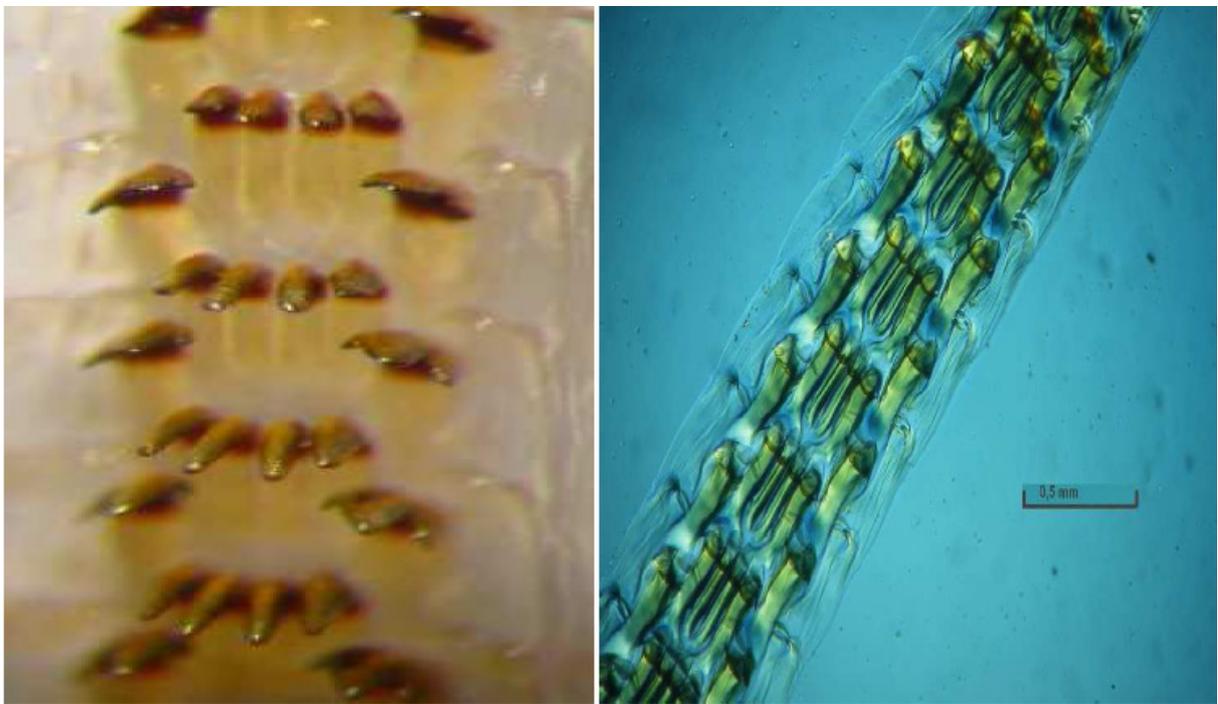
c- Appareil circulatoire

Le coeur est situé au fond de la cavité palléale logé dans un péricarde mince et enveloppé

par le coelome réno-péricardiaque, il a typiquement deux oreillettes latérales et un ventricule médian (**Boue et Chanton, 1978**).

d- Appareil digestif

La cavité buccale est munie d'un appareil masticateur comprenant la radula (**figureI-3**) qui est un long ruban portant de nombreuses dents très dures. A cette cavité fait suite l'œsophage puis un estomac qui reçoit une glande volumineuse « l'hépatopancréas ». L'intestin prend la forme d'un « U », il traverse le ventricule du coeur et se termine par l'anus (**Cuissin, 1977**).



figureI-3: Radula de la patelle (Le Roux., 2005)

e- Appareil excréteur

Constitué de deux reins situés à gauche du péricarde, le rein droit débouche à l'extérieur par un canal assez court à droite du rectum (**Grasse et Doumenc, 1995**).

f- Organes génitaux :

Les gonades sont logées dans une cavité génitale, la glande génitale est verdâtre chez la femelle et blanche rosée chez le mâle.

II-5 Biologie de la patelle

II-5-1-Cycle de vie et Reproduction :

La patelle est hermaphrodite c'est-à-dire d'abord mâle puis femelle. La maturité sexuelle mâle est atteinte quand la coquille atteint 2 à 3 cm (**Louisy et Maître-Allain, 2000**), mais elle deviendra femelle dès sa deuxième année (4 à 6 cm de diamètre) fait que les femelles peuvent être rares dans la population ; la phorésie des juvéniles (ils se rencontrent souvent sur la coquille des adultes) sont ramassés en même temps que les adultes ; les capacités de reproduction et de dissémination de l'espèce semblent faibles (**Frenkiel, 1973 ; San Martin et al., 1996**).

D'après des observations réalisées en Algérie et en Corse, la période de reproduction se situe entre septembre et décembre. Les patelles ayant une fécondation externe (**Guallart et al., 2006**), les gamètes mâles et femelles sont émis conjointement et la fécondation a lieu en pleine eau. Les œufs planctoniques donnent naissance à des larves (**Nakhle, 2003**). A ce moment, la jeune patelle ne mesure que 0.2 mm. Elle atteint déjà une taille de 3 cm au cours de sa première année et est déjà sexuellement mature. Après la première année, la croissance se ralentit (**Nakhle, 2003**).

II-5-2-Croissance :

Dans l'état actuel des connaissances, des études ont montré que l'accroissement de la coquille répond à deux rythmes distincts : le premier, saisonnier, est lié à la croissance biologique normale. Le deuxième irrégulier, résulte des changements de « domicile » ; l'animal doit sécréter les matériaux nécessaires à l'ajustement de sa coquille à un emplacement nouveau. Des variations de formes et de colorations de la coquille, sont également notées selon les régions, témoignant de la grande faculté d'adaptation de l'espèce. (**Laborel-Deguen et al, 1990; Culioli, 2003; Nakhle, 2003**). L'espérance de vie des patelles, elle est estimée de 10 à 12 ans environ. (**Culioli, 2003**).

II-5-3-Locomotion :

En raison de son caractère sédentaire, la locomotion de la patelle est limitée à quelques mouvements grâce au pied de reptation. La patelle adhère au substrat comme une ventouse. Deux types de mouvements sont observables. Le premier est lié à la respiration de l'animal.

Le second est constitué par les déplacements proprement dits, limités à quelques mètres de son « domicile ».

A chaque déménagement, l'animal secrète les matériaux nécessaires à l'ajustement de sa coquille à un emplacement nouveau (**Gérard, 2005**).

II-5-4 Nutrition :

La patelle se nourrit essentiellement des organismes ou débris qu'elle gratte sur les rochers. La jeune larve se nourrit d'algues microscopiques jusqu'à sa métamorphose et sa fixation. (**Laborel-Deguen et al 1999**). Elle patelle influe de façon importante sur le couvert d'algues, limitant de ce fait l'expansion des ulves à la surface des rochers et éradiquant la plus grande partie des poussées de fucus (**F.A.O ; 1987**).

II-6- Ecologie de la patelle

a) Habitat

Habitants de la zone médiolittorale où elles constituent des populations denses, les patelles y sont favorisées par leurs organisations. Cela leur permet donc de résister à la fois aux chocs des vagues et à la dessiccation (**F.A.O, 1987**)

Ce gastéropode résiste à l'émersion en emprisonnant de l'eau dans sa cavité palléale et sous sa coquille qui est alors fortement appliquée sur le rocher (**Nakhlé, 2003**)

Elle est capable de mener une vie ralentie, de supporter les variations importantes de la salinité et de température, la patelle peut vivre plus de 10 ans selon Khaled **Nakhlé (2003)**.

D'après Françoise **Laborel-Deguen (1999)**, *Patella ferruginea* partage le littoral rocheux avec d'autres patelles possédant des caractéristiques écologiques et morphologiques bien différentes *Patella rustica* (**linné ,1758**), *P. coerulea* (**Linné, 1758**), *Siphonaria pectinata* (**Linné, 1758**), *Patella ulgssiponensis* (**Gmelin, 1791**).

b- Les prédateurs

Selon **Jean Michel Culioli, (2003)** outre les crabes et les goélands, le prédateur le plus redoutable est sans doute le coquillage *Thais haemastoma* (mollusque gastéropode). Son pied puissant lui permet de décoller les petites patelles lorsqu'elles sont en déplacement.

Les individus de plus grande taille n'ont quant à eux quasiment pas de prédateurs naturels, hormis l'homme. Les menaces essentielles qui pèsent sur la patelle sont les suivantes :

1-La récolte, à des fins culinaires, comme appât ou encore pour la vente de sa coquille aux collectionneurs, la grande taille de cette espèce en fait une cible facilement visible et attractive pour des personnes ignorantes des menaces qui pèsent sur son avenir.

2-Le mode de vie des jeunes larves qui préfèrent se développer sur les coquilles des adultes, sont détruites en même temps que ceux-ci au moment de la récolte.

3-Toutes les nappes d'hydrocarbures, même les plus minimes qui flottantes, sont amenées directement à la hauteur du littoral où vit la patelle (**Laborel- Deguen et Laborel, 1990**).

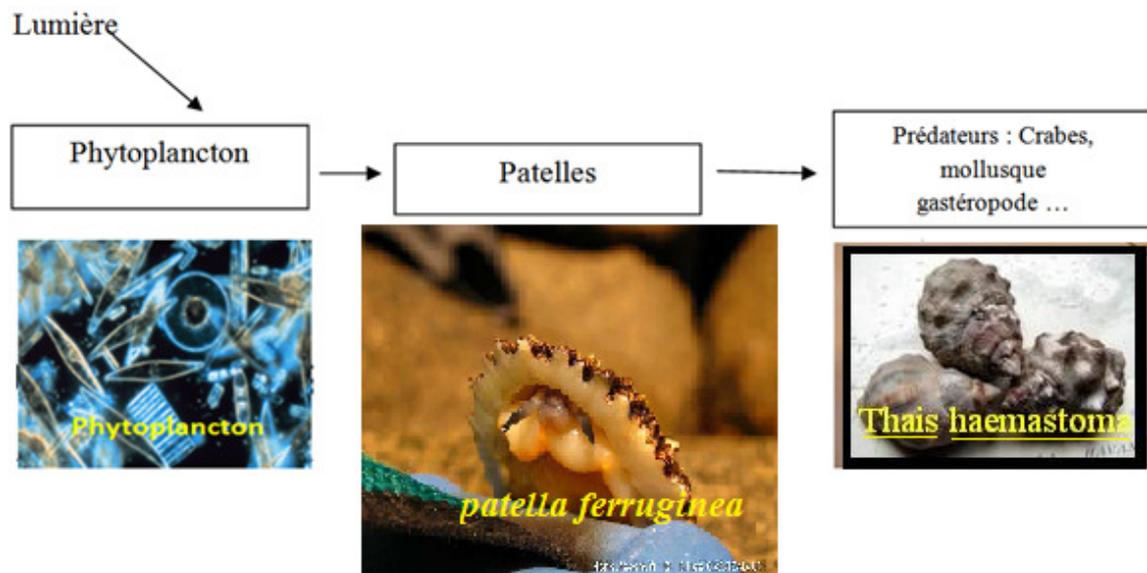


Figure I.4: La position de la patelle dans la chaîne alimentaire

II-7- Aire de répartition

Patella ferruginea est endémique à la méditerranée occidentale, c'est son aire de distribution originelle (**Beaufort, 1987 ; Laborel-Deguen et Laborel, 1990**).

Cette patelle endémique, était autrefois très répandue; mais elle a disparue de nombreuses parties de cette zone. Elle est maintenant classée parmi les espèces rares.

Actuellement, la présence de *Patelle ferruginea* (ou la patelle géante) est limitée à quelques côtes en méditerranée (**Culioli, 2003**).

En Algérie, cette espèce est aussi classée comme rare, même si elle est encore citée dans plusieurs endroits (îles Habibas, El Kala). Son biotope et sa taille en font une victime riviliégée (consommation humaine, appâts pour la pêche), elle est fragilisée aussi par son hermaphrodisme. Ces individus atteignent des tailles remarquables au niveau de certains sites relativement difficiles d'accès (îles Habibas) (**M.A.T.E, 2002**).

Chapitre II

Présentation de la zone d'étude

II.1 Situation géographique:

La plage de Zwanif est située sur la côte nord-ouest d'Algérie. Ces coordonnées géographiques sont comprises entre 35°18' et 35°21' latitude nord et entre 1°35' et 1°29' longitude ouest (**Figure II.1**), se situe dans la commune de Oulhaça daïra Beni Saf wilaya de Ain Temouchent .

La plage de de Zwanif (**Figure II.1**)est limitée:

- Au Nord par la Mer Méditerranée ;
- A l'Ouest par la commune de oulhaça ;
- L'Est Rachgoun y compris oued Tafna

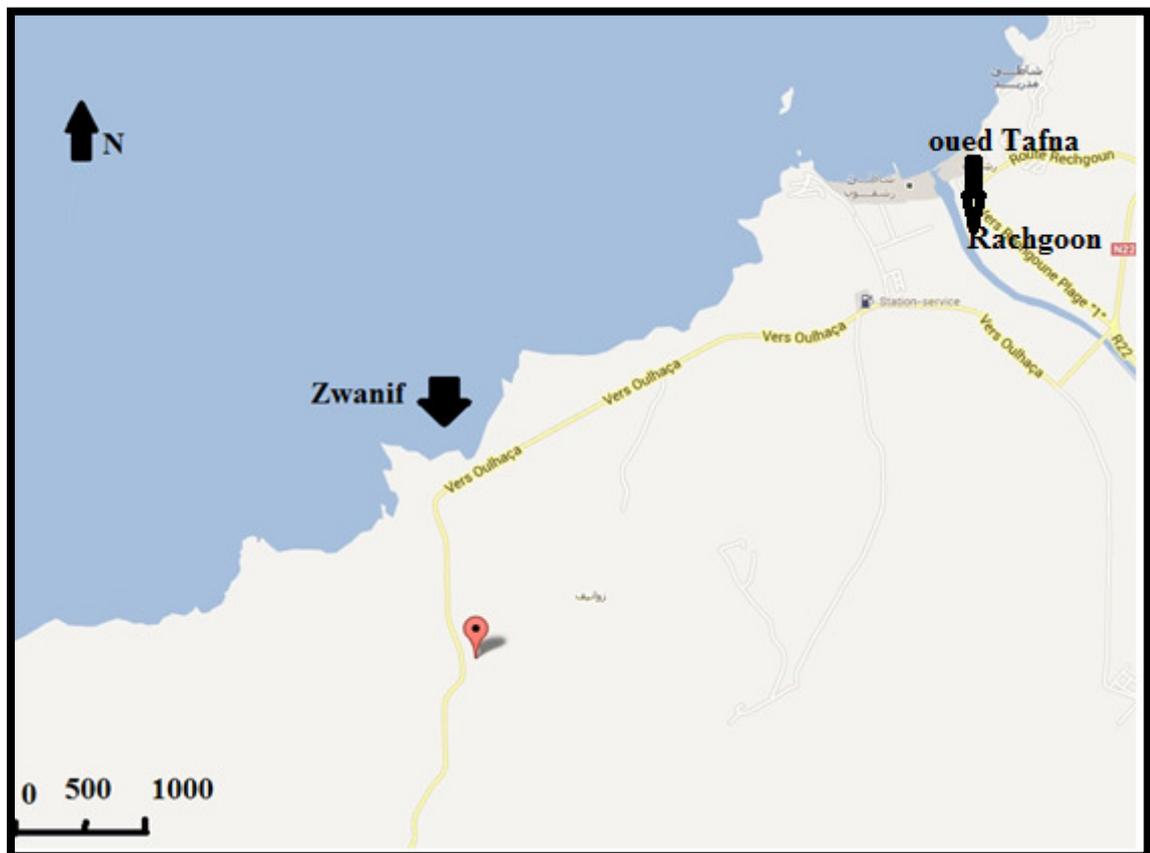


Figure II. 1 : Carte de situation géographique de la zone d'étude n de Zwanif (Google Maps, 2013)



Figure II.2 Photo de la zone d'étude de la plage de Zwanif (Original).

II.2 Bioclimatologie :

Le climat est l'ensemble des caractéristiques météorologiques d'une région donnée intégré dans le long terme. La nature des climats joue un rôle essentiel pour ajuster les caractéristiques écologiques des écosystèmes (**Ramade, 2005**), et plus particulièrement sur le fonctionnement des écosystèmes aquatiques (**Guenda, 1996**).

Les principaux éléments de la climatologie sont les températures, les précipitations atmosphériques, les vents et les courants marins.

Le climat est un élément très important du milieu naturel, il agit directement comme facteur écologique et indirectement sur les autres facteurs de ce dernier (**Emberger, 1939**).

Présenter la climatologie de la zone d'étude afin de la situer par rapport au contexte climatique général est une nécessité.

Les données climatiques de la station nous ont été fournies par l'office national de la météorologie (**O.N.M**) de Béni- Saf entre (2002-2012). Les paramètres retenus sont, les précipitations, les températures.

II-2-1- les paramètres climatiques :

Pour mieux appréhender le bioclimat de la zone d'étude deux paramètres essentiels ont été pris en considération, à savoir les précipitations et la température (Peguy, 1970). La pluie et la température sont la charnière du climat (Barry *et al*, 1979).

Tableau II-1: Précipitations annuelles moyennes de la période (2001-2012) exprimée en mm

Années	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
moyenne	52,6	45,8	30,09	31,7	18,9	6,09	1,4	4,3	20,09	42,2	74,5	51,3

Tableau II-2 : Températures mensuelles maximales et minimales de la période (2001-2012) exprimée en °C

	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	NOV	DÉC
max	15,9	16,7	18,3	20,4	23,2	26,7	27,7	29,9	27,2	24,2	20,2	17,8
min	9,8	10,3	11,8	13,7	16,3	19,8	22,6	23,2	20,7	17,7	14,1	11,1
T	12,9	13,5	15,09	17,1	19,7	23,2	25,2	26,5	24	20,9	17,1	14,5

II-2-1-1-Les précipitations :

La pluviosité est un facteur primordial qui permet de déterminer le type du climat. La pluviosité du point de vue quantitatif est exprimée en général par la pluviosité moyenne annuelle. Elle peut être utilisée comme un élément caractéristique du climat. (Godard & Tabeaud, 2004).

La zone reçoit une moyenne pluviométrique extrême en 2003 avec 36,25 mm et en 2010 avec 36,17 mm. Les précipitations minimales sont observées en 2005 avec une tranche d'eau de 22,34 mm.

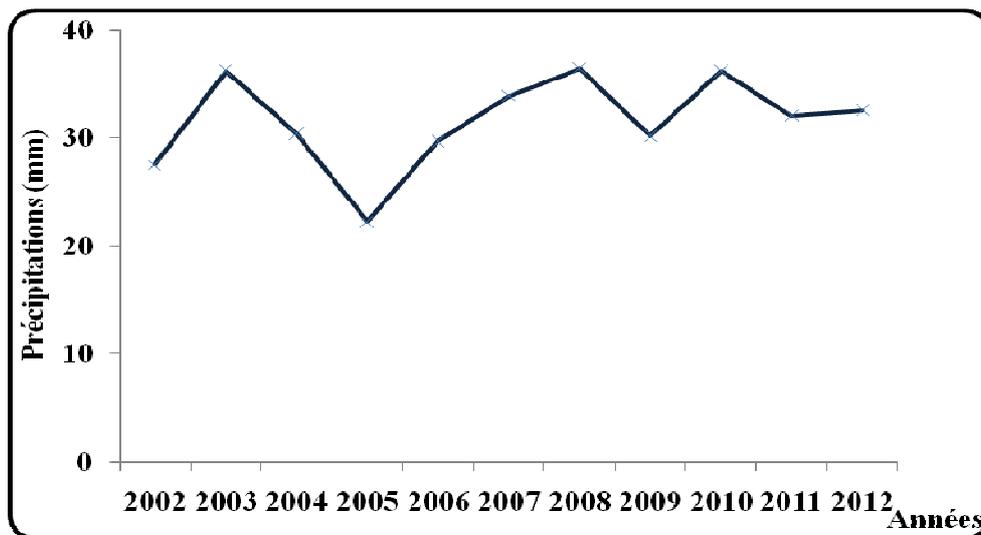


Figure II-3 : Variations annuelle moyennes des précipitations

II-2-1-2-Températures :

La température est considérée comme un facteur écologique fondamental, par l'association directe de son action sur les êtres vivants et leur environnement (Estinne & Godard, 1970).

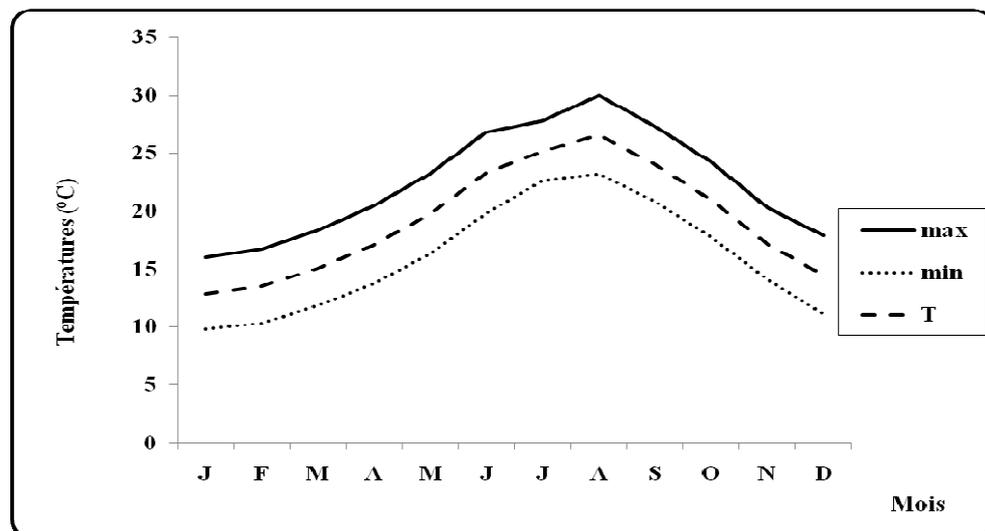


Figure II.4 : Variations mensuelles des températures maximales et minimales

D'après cette figure nous remarquons que la période froide est toujours hivernale et enregistrée pendant le mois de janvier dans la zone d'étude. Elle est cependant de **9,82°C**. Pour les températures maximales, le mois le plus chaud est enregistré en Août, avec **29,95°C**.

II-2-2- Synthèses bioclimatique :

« Les facteurs climatiques n'ont une véritable indépendance ni en météorologie, ni en écologie » (**Sauvage, 1960**).

La synthèse des données climatiques permet ainsi de classer ce climat afin de mieux se rendre compte sur la répartition et le comportement des différentes associations végétales et animales. Cette synthèse fait appel à plusieurs indices, dont nous retenons particulièrement :

La durée de la période sèche, d'après les diagrammes ombrothermiques de **Bagnouls et Gaussen (1953)**.

La situation bioclimatique de cette région, d'après le quotient pluviométrique d'**Emberger (1955)**.

II-2-2-1- Quotient d'Emberger (1955) :

Ce quotient nous permet de déterminer l'ambiance bioclimatique d'une région où règne le climat du type méditerranéen, en faisant intervenir les précipitations, les températures maximales et minimales selon la formule suivante :

$$Q_2 = \frac{2000 P}{M^2 - m^2}$$

P : moyenne des précipitations annuelles (exprimée en mm).

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud (exprimée en degré Celsius).

m : moyenne des minima du mois le plus froid (exprimée en degré Celsius).

Climagramme Pluviothermique du quotient d'Emberger

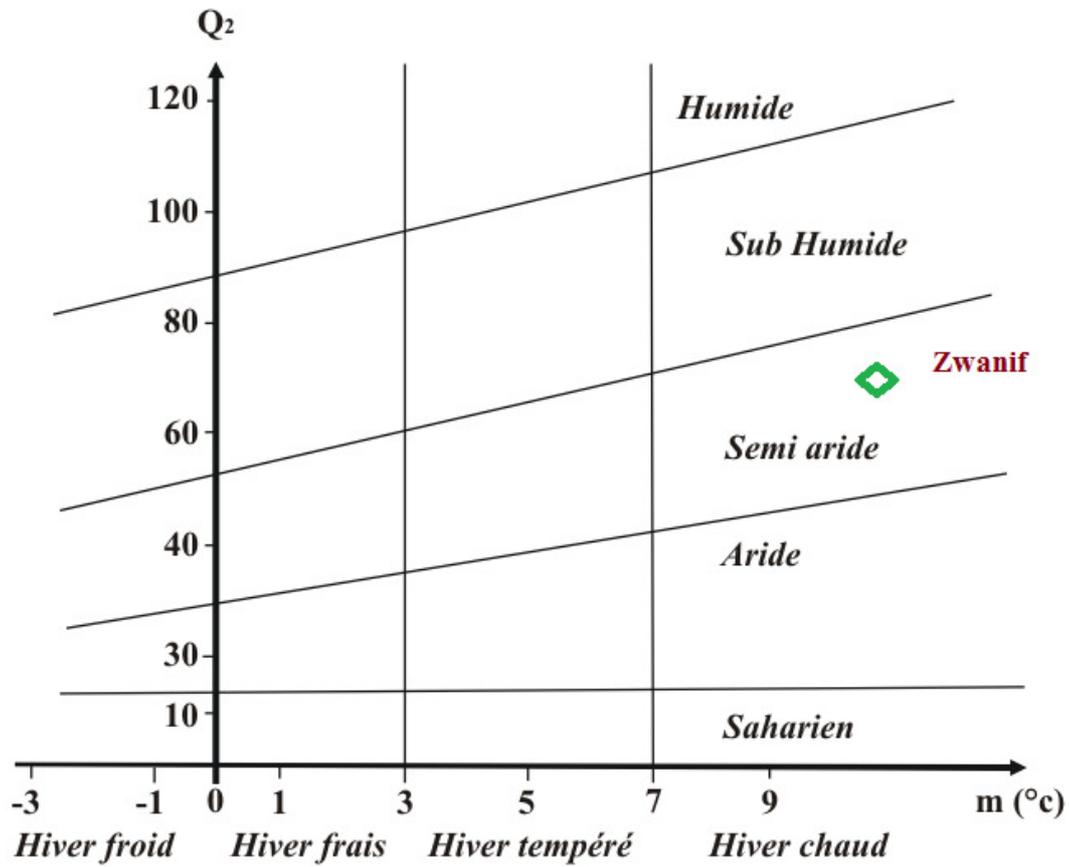


Figure II.5: Position de la station d'étude (Zwanif) sur le climagramme d'Emberger modifié par (Dajoz, 1996)

Notre zone d'étude est située dans l'étage bioclimatique semi-aride supérieure à hiver chaud.

II-2-2-2- Diagrammes Ombrothermiques de Bagnouls et Gausсен :

BAGNOULS et GAUSSEN (1954) ont établi un diagramme qui permet de dégager la durée de la période sèche en s'appuyant sur la comparaison des moyennes mensuelles des températures en °C avec celles des précipitations en mm ; en admettant que le mois est sec lorsque « $P \geq 2T$ ».

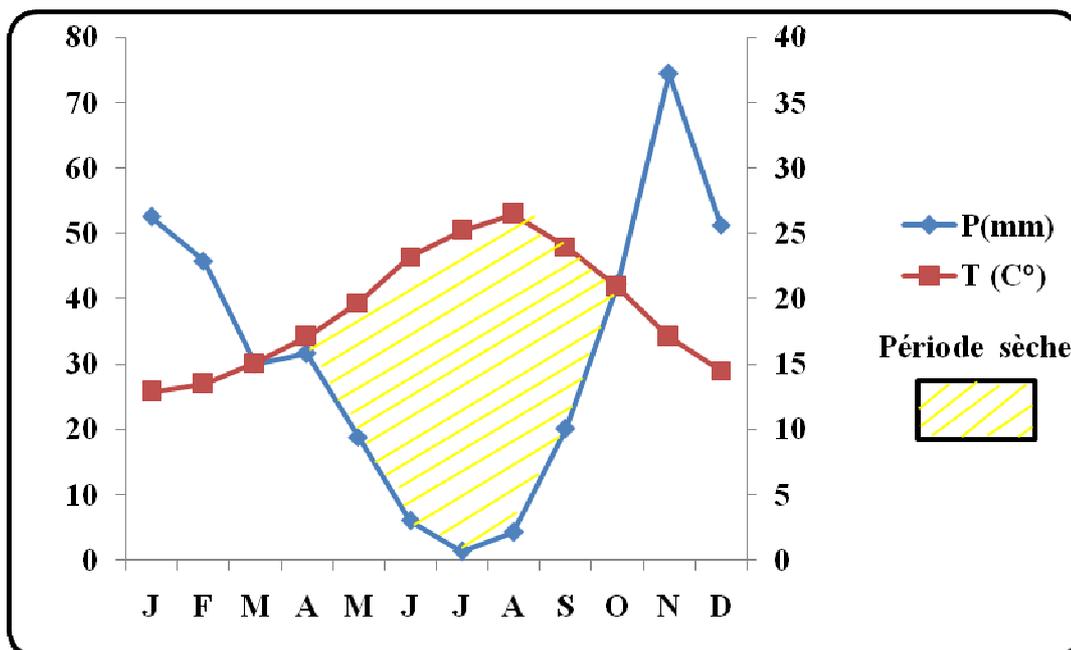


Figure II.6 : Diagrammes Ombrothermiques de Bagnouls et Gausсен (1953)

Comme la montre la figure, Zwanif est caractérisée par une période sèche qui s'étend de 8 mois de Mars à Octobre.

Chapitre III

Matériel et méthodes

III.1 PRELEVEMENT ET MINERALISATION DES ECHANTILLONS

III-1-1 Choix des stations de prélèvement

une station de prélèvements a été retenue sur la plage de Zwanif

La station de prélèvement a été choisie afin de couvrir les principaux secteurs potentiellement soumis à des pollutions ou à des perturbations.

La station se situe a proximité du point de rejet des eaux domestiques de village Zwanif.



Figure III.1: Zone de prélèvement des patelles (Originale)

Figure III.2: Zone de prélèvement des sédiments

III-1-2 Choix des échantillons

Notre étude porte sur deux compartiments du milieu marin à savoir, les sédiments et la matière vivante animale. Le suivi a été réalisé sur la base d'une étude antérieure de la région. L'échantillonnage a été réalisé sur une période d'une année (mars 2012-fevrié 2013).

III.1.2.1 Sédiments :

Les sédiments marins ont été prélevés mensuellement de Zwanif (Figure III.3) à une profondeur de 70 m de surface d'eau., durant une année (Mars 2012 au Mars 2013), à l'aide

d'une benne. Ensuite ils ont été acheminés au laboratoire. Nous avons récupéré la fraction fine inférieures à 63 μ m.



Figure III.3: présentation d'une benne

III.1.2.2 Patelles :

Une quinzaine d'individus de patelle géantes ont été détachés des rochers à l'aide d'un couteau en acier inoxydable durant le mois de Février 2013 puis mis dans des sachets en plastique et transportés au laboratoire. Ils ont été conservés au congélateur jusqu'à la dissection et la minéralisation.



Figure III.4 : Les patelles dans leurs milieux naturels (Originale)

III.1.3 Séchage, tamisage et dissection :

III.1.3.1 Sédiments

Après le séchage, les sédiments ont été broyés dans un mortier en porcelaine, tamisés à l'aide d'un tamis de 63 μ m de porosité.

III.1.3.2 Dissection des patelles

A l'aide d'un scalpel, nous avons retiré la partie molle (composée essentiellement des gonades et du tube digestif) de la coquille, nous avons pesé cette matière fraîche et nous l'avons placé dans des boites de pétri.

III.1.4 Minéralisation

Le but de la minéralisation est la destruction de la matière organique, puis la mise en solution des métaux organiquement liés par leur oxydation dans un milieu d'acides forts qui les transforme en ions métalliques libres.

III.1.4.1 Sédiments

Des échantillons de 0,3g de sédiment ont été attaqués par un mélange de HNO₃ et de HCl concentré dans le rapport (1v/3v) jusqu'à la destruction complète des sédiments ensuite les solutions ont été évaporées à 105°. La minéralisation a été réalisée à l'aide d'un thermoréacteur (HANNA instruments, Référence HI 839800) (**Figure III.5**).



Figure III. 5: Thermoréacteur (Originale)

III.1.4.2 Patelle

La méthode sèche est celle qui est appliquée pour la digestion acide : Les échantillons sont pesés (3 à 4g) et placés dans l'étuve à une température de 110°C pendant 03 heures. Ils sont ensuite placés dans un four à moufle pendant 15min à 450°C puis ils sont humectés avec de l'acide nitrique (HNO_3) et replacés dans le four à 350°C pendant 1h30min.

III.1.5 Filtrations

Les solutions obtenues des différentes minéralisations ont été filtrées en utilisant un papier filtre de porosité 0,45 μm . Elles ont été mises dans des godets et conservées au frais jusqu'à analyse par spectrophotométrie d'absorption atomique.

III.2 DOSAGE DES METAUX

Le dosage de nos échantillons a été réalisé au niveau du laboratoire de contrôle de qualité à l'usine d'électrolyse de zinc ALZINC. L'appareil utilisé est un spectrophotomètre d'absorption atomique à flamme de type (AURORA AI.1200) (figure III.6). C'est une méthode d'analyse appliquée pour les sédiments et pour le matériel biologique (Pinta *etal*, 1980). qui s'applique à l'analyse des métaux lourds à l'état de traces. Les éléments

absorbent les radiations dont la longueur d'onde correspond à celle émises lors du retour à l'état fondamental de l'atome (JANIN ET SCHNITZER, 1996).

III.2.1 Principe :

Proposée par WALSH en 1995, cette méthode repose sur une mesure effectuée sur des éléments à l'état atomique libre. L'échantillon a été porté à une température de plusieurs milliers de degrés, pour que les éléments présents dans l'échantillon passent sous forme de gaz à l'état atomique. Les mesures sont faites à longueurs d'ondes fixes, choisies en fonction des éléments recherchés.

Le dispositif thermique est constitué par un brûleur alimenté par un mélange comburant, l'échantillon, qui doit être en solution aqueuse, est nébulisé avant d'être entraîné dans le mélange combustible. Le parcours optique traverse la flamme qui crée sur quelques centimètres un petit nuage d'atomes de l'élément à analyser. L'absorption est liée à la concentration de l'élément par la relation de Beer-Lambert.

III.2.2 Appareillage :

L'appareil utilisé pour notre travail est un spectrophotomètre d'absorption atomique à flamme (air/acétylène) de type AURORA AI 1200, doté d'un micro-ordinateur.

Il comporte:

- Un générateur d'atomes constitué par un dispositif de nébulisation, brûleur et une flamme
- Un système de sélection de la longueur d'onde
- Un récepteur.



Figure III.6 : Spectrophotomètre d'absorption atomique à flamme (SAAF) de type AURORA AI.1200 (originale).

Les limites de détection des Cinq métaux analysés sont résumées sur le tableau III.1.

Tableau III.1 : Conditions d'atomisation pour les métaux étudiés

Eléments	Raie principale (nm)	Détections limites (mg/l)
Cadmium	228.8	0.03
Cuivre	324.7	0.05
Fer	248.3	0.20
Plomb	283.3	0.10
Zinc	213.9	0.05

Les résultats sont exprimés en mg/kg du métal dans l'échantillon selon l'équation suivante :

$$C = \frac{C1 \times V}{P \times D}$$

Avec :

C : concentration finale de l'échantillon en (mg/kg),

C1 : concentration de la solution échantillon en (mg/l),

V : volume final de la solution dosée en (ml),

P : masse d'échantillon en (g),

D : facteur de dilution en (ml)

III.3 ETUDE STATISTIQUE

L'étude statistique a été réalisée en utilisant le logiciel XLSTAT 2007

III.3.1 L'analyse des variances (ANOVA):

Les relations entre différentes variables ont été analysées par des tests statistiques comme l'analyse des variances (ANOVA). En effet, les écarts observés entre les estimations peuvent être uniquement le fruit des fluctuations fortuites d'échantillonnage. Ce test permet de s'en assurer. Le test ANOVA, permet également de savoir, dans une étude à plusieurs variables, (espèces, année,) laquelle influe le plus sur les moyennes finales (teneurs moyennes en métaux). Les valeurs des résultats de l'analyse de la variance, permet de vérifier la valeur du F de Fisher et sa probabilité « p » : Si F est inférieur à 5% ($p < 0,05$), l'hypothèse nulle est rejetée, donc la différence entre les moyennes est hautement significative (Ramousse et al., 1996). Les valeurs moyennes obtenues pour différents échantillonnages ont été comparées 2 à 2 par des tests de comparaison de moyennes (test t de Student).

III.3.2 L'analyse en correspondantes principale(ACP)

Des analyses en composantes principales (ACP) ont permis de traiter de façon plus synthétique des fichiers comprenant différents échantillons (individus) affectés de plusieurs paramètres (variables quantitatives).

L'analyse en composantes principales est un ensemble de méthodes permettant de procéder à des transformations linéaires d'un grand nombre de variables intercorrélées de manière à obtenir un nombre relativement limité de composantes non corrélées. Cette approche facilite l'analyse en regroupant les données en des ensembles plus petits et en permettant d'éliminer les problèmes de multicolinéarité entre les variables. (Vogt, 1993).

Un ensemble de n individus, associé à un ensemble p variables peut être représenté sous la forme d'un nuage de points dans un espace de dimension p. Le nuage de points représentant les individus est « centré-réduit » ce qui permet de donner la même « importance » à chaque variable dans le calcul des distances entre individus (Volle, 1985). Le but de l'ACP est de représenter ce nuage dans un espace de dimension réduite.

Chapitre VI

Résultats et discussion

IV.1 LES SEDIMENTS MARINS

IV.1.1 Variation mensuelles des métaux étudiés :

Les figures (IV1.-5) suivantes montrent les variations mensuelles des éléments métalliques (Cd, Cu, Pb, Zn , Fe) contenus dans les sédiments obtenus à partir d'un grand nombre d'échantillons analysés par la SAA. Tous les résultats sont exprimés par rapport à une masse fixe d'échantillon sec. La ligne horizontale dans chacune des figures indique les valeurs moyennes de références (shales) pour chaque élément dans les sédiments non pollués d'après (Turekian et Wedephol , 1961) les shales ont été utilisé par nombreux chercheurs (Jones et Turki,1997 ; Datta et Subramanian,1998 ; Morillo et al,2002 ;Dali youcef et al.,2005).

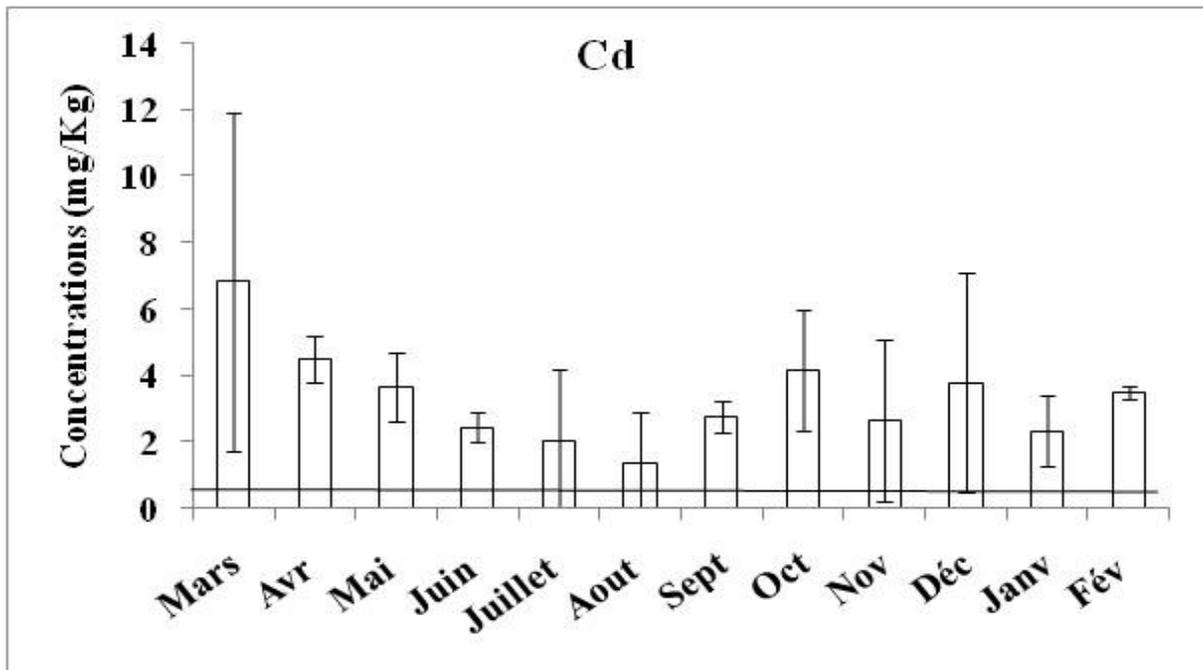


Figure IV.1 : Teneurs moyennes en cadmium (mg/kg) dans les sédiments.

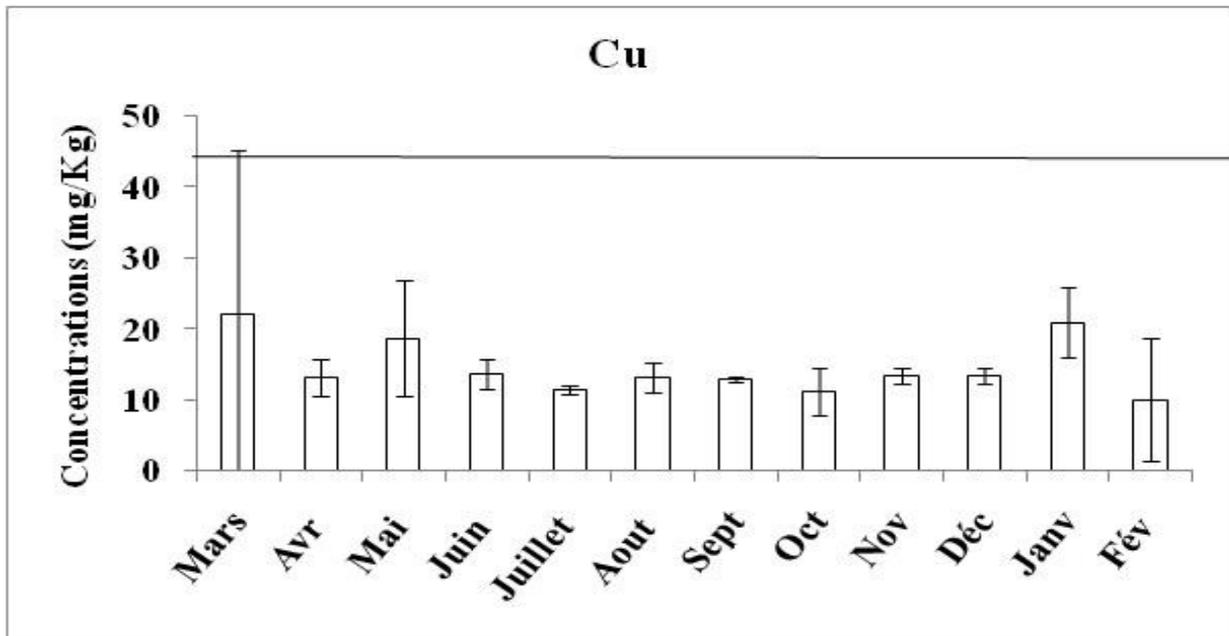


Figure IV.2 : Teneurs moyennes en cuivre (mg/kg) dans les sédiments

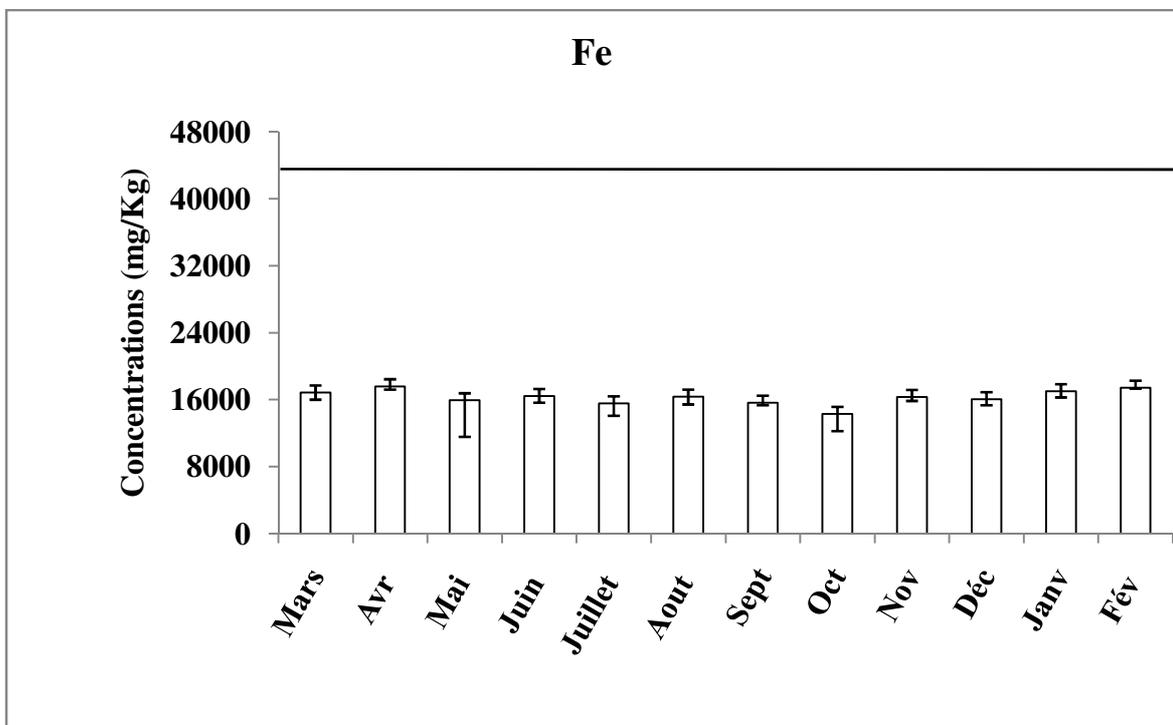


Figure IV.3 : Teneurs moyennes en Fe (mg/kg) dans les sédiments

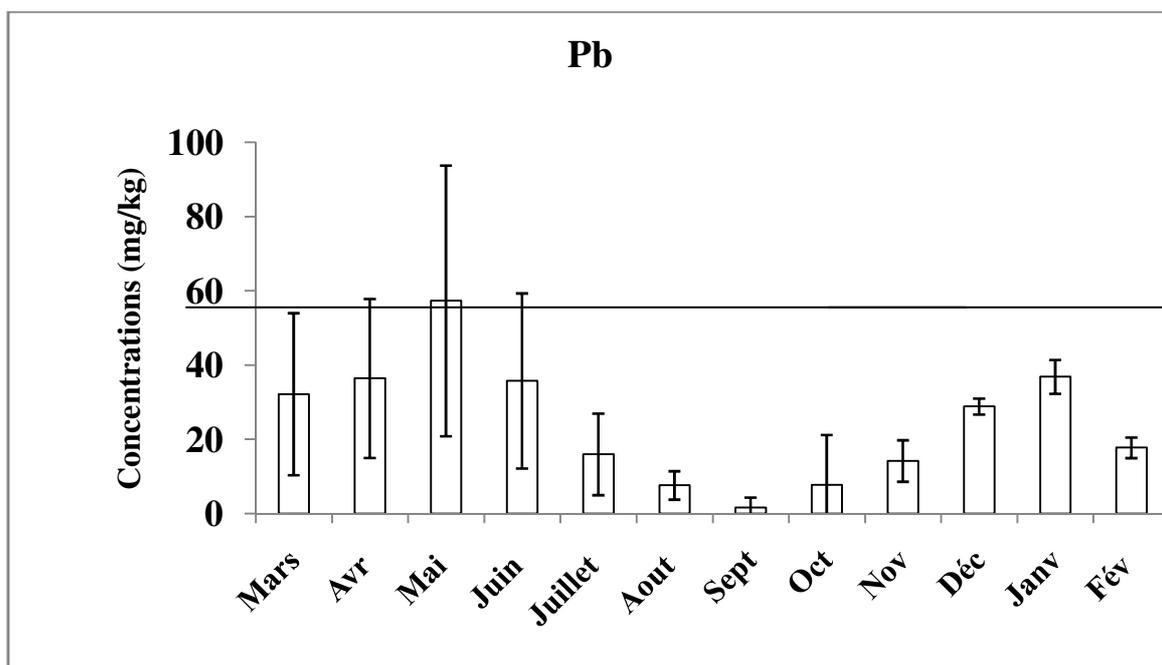


Figure IV.4 : Teneurs moyennes en plomb (mg/kg) dans les sédiments

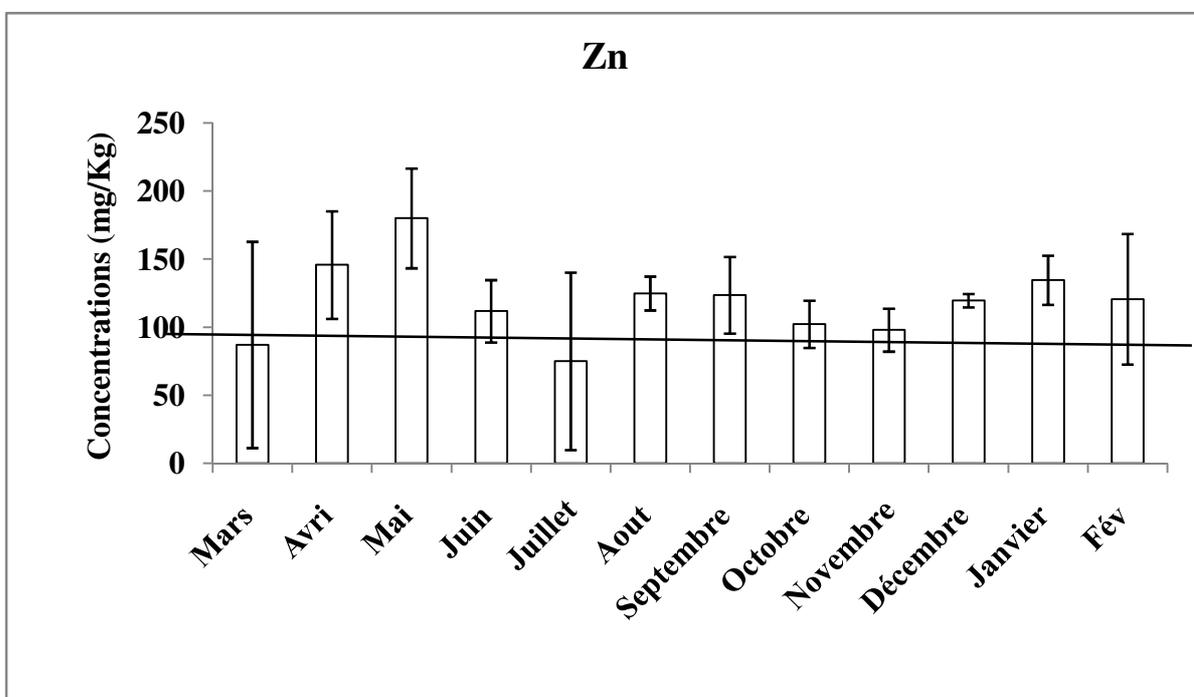


Figure IV.5 : Teneurs moyennes en zinc (mg/kg) dans les sédiments

La figure IV-1 montre une accumulation importante en Cd dans les sédiments dans les différents mois de prélèvement. Elle atteint son maximum pendant le mois de mars (6,84 mg/kg) et un minimum pendant le mois d'août (1,23 mg/kg). Les concentrations sont largement au-dessus des normes admises 0,03 mg/kg (Turekian et Wedephol, 1961). L'analyse de la variance à un facteur (ANOVA 1) montre qu'il n'y a pas de différence significatives ($P > 0,05$) d'un mois à l'autre.

Les teneurs moyennes en cuivre sont faibles durant les mois de prélèvements (Figure. IV-2) le maximum est atteint pendant le mois de janvier (20 mg/kg) et un minimum pendant le mois de mars (7,4 mg/kg). Les teneurs sont en dessous de la norme 45 mg/kg d'après Turekian et Wedephol, 1961). L'analyse de la variance à un facteur (ANOVA 1) montre que les résultats sont hautement significatifs ($p < 0,05$) d'un mois à l'autre.

Sur la figure IV.3, l'accumulation de fer est importante. C'est un élément majeur. Les concentrations fluctuent autour (17000 mg/kg) Les teneurs sont en dessous de la norme de Turekian et Wedephol, 1961). (4700 mg/kg). L'analyse de la variance à un facteur (ANOVA 1) montre qu'il n'y a pas de différence significative $p > 0,05$.

Pour les variations mensuelles du Pb la valeur maximale pendant le mois (57,33 mg/kg) et pour le mois de Septembre la valeur minimale est de 1,61 mg/kg. L'analyse de la variance à un facteur (ANOVA 1) montre que les résultats présentent des différences significatives ($p < 0,05$).

Pour les teneurs de Zn les valeurs dépassent la valeur limite (95 mg/kg) Les plus fortes teneurs moyennes en Zn sont obtenues pendant les mois Avril, Mai et Janvier, avec une valeur maximale pendant le mois de Mai (180 mg/kg). Les résultats de l'ANOVA 1 montrent une différence hautement significative ($P < 0,05$).

IV.1.2 Variations saisonnières :

La figure IV-6 montre les variations saisonnières des éléments métalliques (Cd, Cu, Pb, Zn et le Fe) contenus dans les sédiments obtenus par spectrophotométrie d'absorption atomique (SAA). Tous les résultats sont exprimés par rapport à une masse fixe d'échantillon sec. La ligne horizontale dans les figures indique la valeur de référence, Turekian et Wedephol, 1961

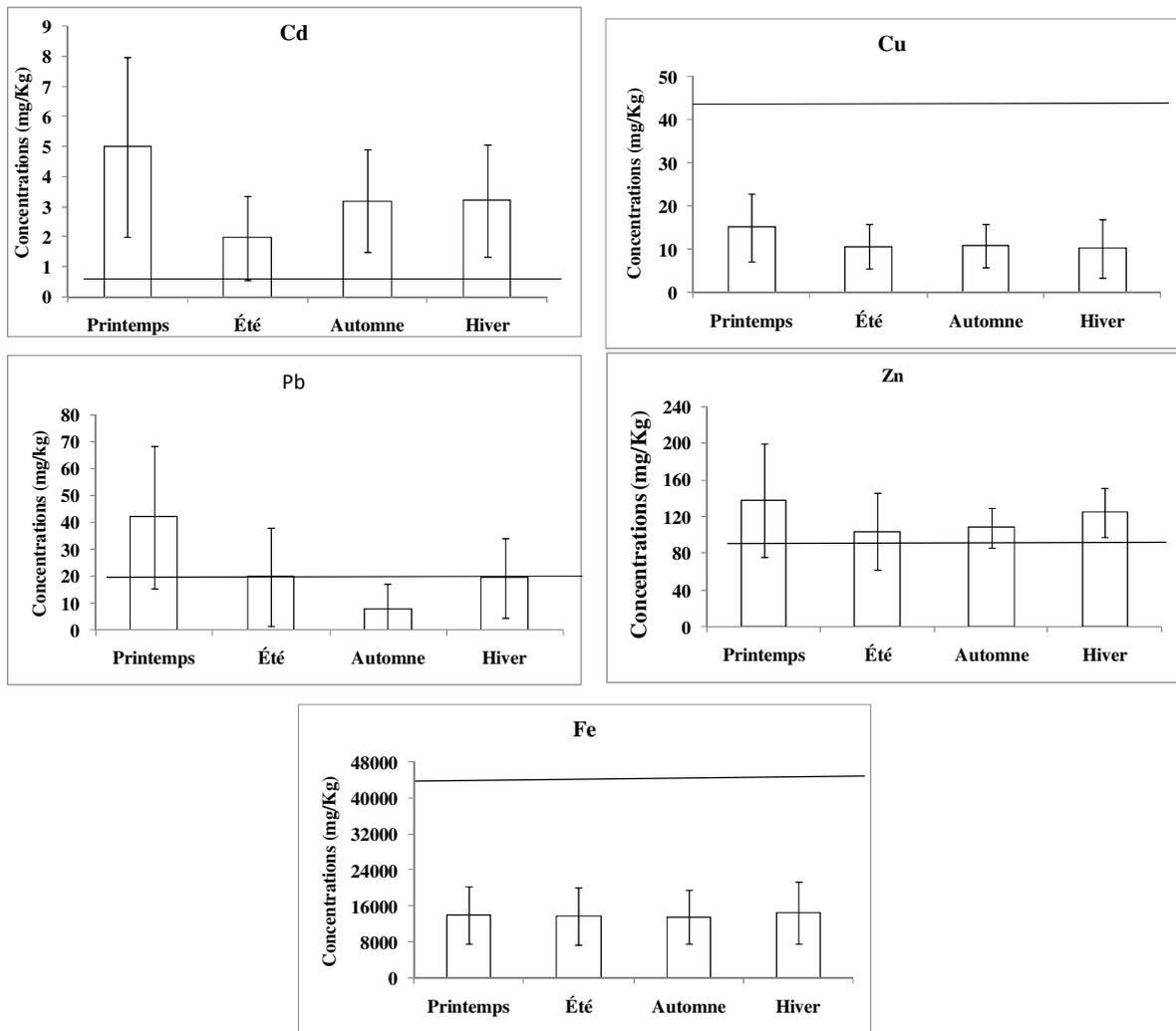


Figure IV.6 : Variations saisonnières des concentrations (Cd, Cu, Pb, Zn et Fe) dans les sédiments

Nous remarquons dans la **figure IV.6** des teneurs importantes en Cd pendant toutes les saisons avec une forte concentration en printemps (5 mg/kg).

les concentrations du Pb sont maximum pendant la saison printanière et minimum pendant la saison automne.

Alors que le Zn la concentration est maximale pendant le printemps (137,62 mg/kg) et minimal en été avec une teneures de (107,92 mg/kg) .

. L'étude statistique (ANOVA 1) montre qu'il y a un effet saison quant à la quantité moyenne des métaux étudié. Le gradient de concentration pour chaque métal pour les différentes saisons est :

Cu : Printemps >Automne > Hiver> Eté ;

Cd : Printemps >Automne > Hiver> Eté ;

Pb :Printemps >Automne > Hiver> Eté ;

Zn: Printemps > Hiver> Automne > Eté

Fe : Hiver > Printemps >. Automne> Eté

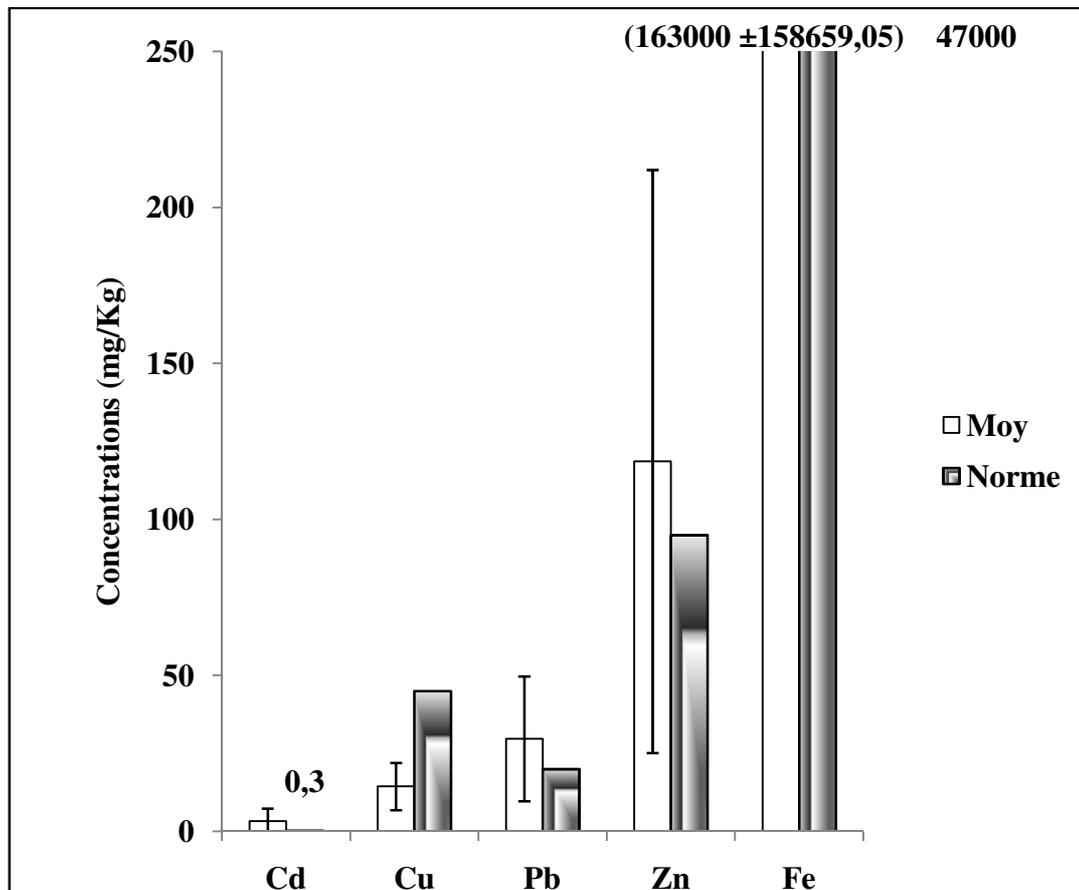


Figure IV.7 : Teneurs moyennes en métaux lourds étudiées (Cd, Cu, Pb, Zn, Fe) .

Les résultats enregistrés témoignent d'une contamination par Cd, Pb et l Zn sur toute la période étudiée. Pour le Cu et le Fe les valeurs ne dépassent pas les normes de **TurekianetWedephol ,1961**. D'après ces teneurs, Nous pouvons établir un ordre d'accumulation des métaux comme suit : Fe > Zn > Pb > Cu > Cd.

L'agriculture et les agglomérations du village de Zwanif provoquent une importante pollution causée par les rejets domestiques aussi l'influence de oued Tafna et tous les rejets qui diversent dans la mer.

La teneur élevée du fer dans les sédiments de Zwanif est due à la nature du fond géochimiques de la région, alors que les fortes concentrations obtenues par le Cd et qui dépassent les shales pourraient être expliquées par leur provenance de l'érosion naturelle, du lessivage des sols et les eaux de ruissellement, les engrais, batterie (Kolbl, 2004). Le Cu est un élément naturellement présent dans les sédiments à très faible dose (Santos Bermejo *et al.*, 2002).

Pour le Pb nous constatons que les teneurs du printemps sont importantes et dépassent la norme ceci pourrait être due au ruissellement des eaux de lessivage des terrains agricoles aux déchets de différentes formes (détergents) (Germain *et al.*, 2004). Les teneurs moyennes de Zn sont importantes pour toutes les saisons et dépassent la valeur de référence. Nous pouvons expliquer ceci par les émissions gazeuses. (Tonneaux, 2003).

IV.1.3. Analyse en Composante Principales :

L'analyse multifactorielle (ACP) appliquée dans plusieurs études environnementales permet de trouver des combinaisons de paramètres décrivant la variabilité principale des résultats observés, ainsi que de donner une représentation synthétique et visuelle des interrelations existant entre les facteurs étudiés.

L'analyse des composantes principales (ACP) appliquée à l'ensemble des métaux lourds (Cd, Cu, Pb, Zn et le Fer) a permis de vérifier la discrimination des échantillons. La matrice d'entrée qui a été utilisée pour l'analyse multivariée appliquée pour les résultats obtenus pour les différentes variables est composée de cinq colonnes (Cd, Cu, Pb, Zn, Fe) et de lignes qui correspondent aux mois de prélèvement (figure IV.8). Les valeurs propres (2,52 et 1,26) ont permis de retenir deux inerties respectives 50,48% et 25,28%. Le plan de cette analyse totalise (75,76%) de l'information.

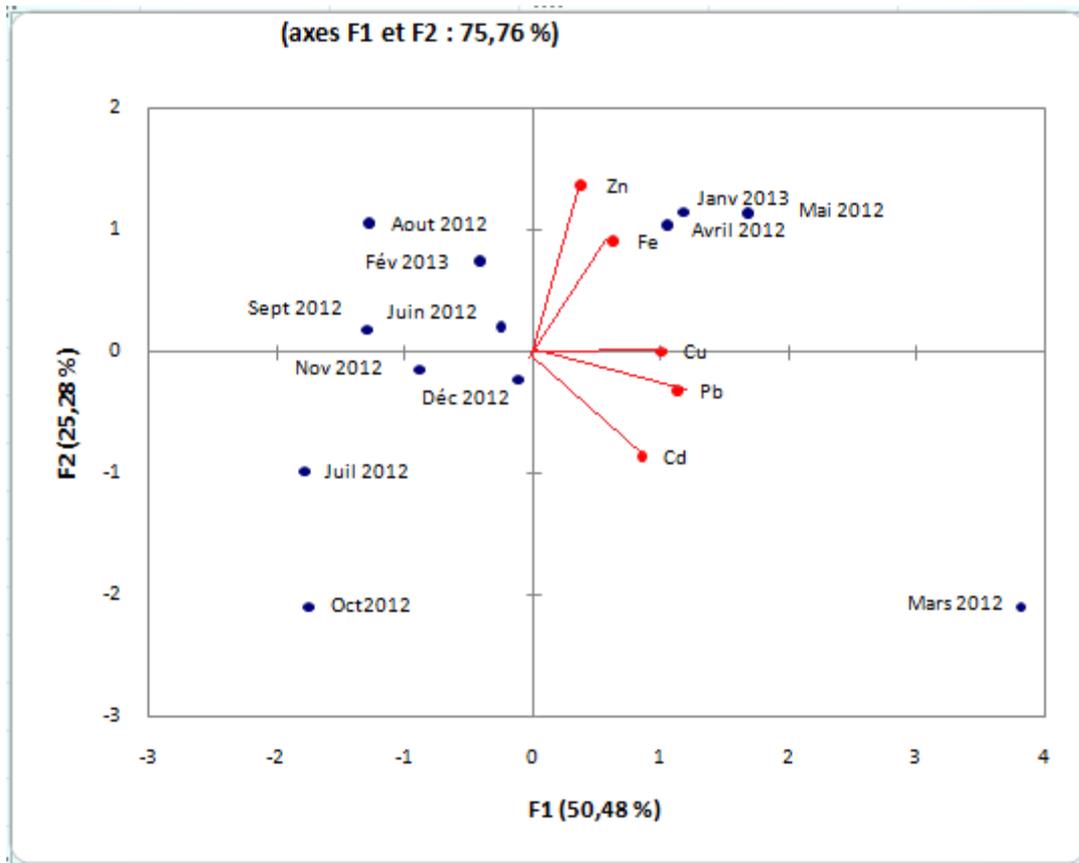


Figure IV.8: Plan factoriel engendré par les deux premiers axes de l'ACP calculé à partir des teneurs métalliques (Cu, Pb, Fe, Zn, Cd) pour les différents mois de prélèvements des sédiments marins

Les contributions relatives des points colonnes qui construisent l'axe 1 sont Pb, Cd, Cu et le Zn et le Fe, de coordonnées positives ; les points lignes qui construisent cet axe du mois de mai, mars et janvier sont de coordonnées positives alors que les mois juin, juillet, aout, septembre, octobre, novembre, décembre, février sont coordonnées sont négatives. Les concentrations les plus importants réellement sont enregistrées pendant les mois mars avril, mai, janvier. Sur l'axe 2 les points colonnes de coordonnée positives sont présentées par le Fe, Zn, pour le Pb et Cd sont de coordonnées négatives. Les point lignes qui constituent l'axe 2 sont juin, mai, avril, juin, aout, septembre, janvier de coordonnées positives alors que les mois mars, octobre, juillet, décembre, novembre sont de coordonnées sont négatives

IV.1.4. Indice de Pollution (IP) :

Les sédiments présentent des concentrations en métaux naturels appelés concentration de référence. Celle-ci varie d'une région à une autre en fonction de la nature de sol géologique traversée. La présence de gisement métallique est un des facteurs qui influencent parfois des concentrations naturelles (Al-Shukry *et al.*).

Différents auteurs (Robbe, 1981; Belamie *et al.*, 1982; Andre et Lascombe, 1987), définissent l'indice de pollution (IP) comme suit :

$$IP = (\text{Concentration mesurée}) / (\text{Concentration de référence})$$

$$Cd = 0,3 \text{ mg/kg}$$

$$Cu = 45 \text{ mg/kg}$$

$$Pb = 20 \text{ mg/kg}$$

$$Zn = 95 \text{ mg/kg}$$

$$Fe = 47 \text{ mg/kg}$$

Selon Mouvet, (1986); Andre et Lascombe, (1987); Al Shukri *et al.*, (1992), la pollution pourrait être classée de la manière suivante:

□ IP < 3 : situation normale;

3 < IP < 9 : situation suspecte;

IP > 9 : pollution certaine.

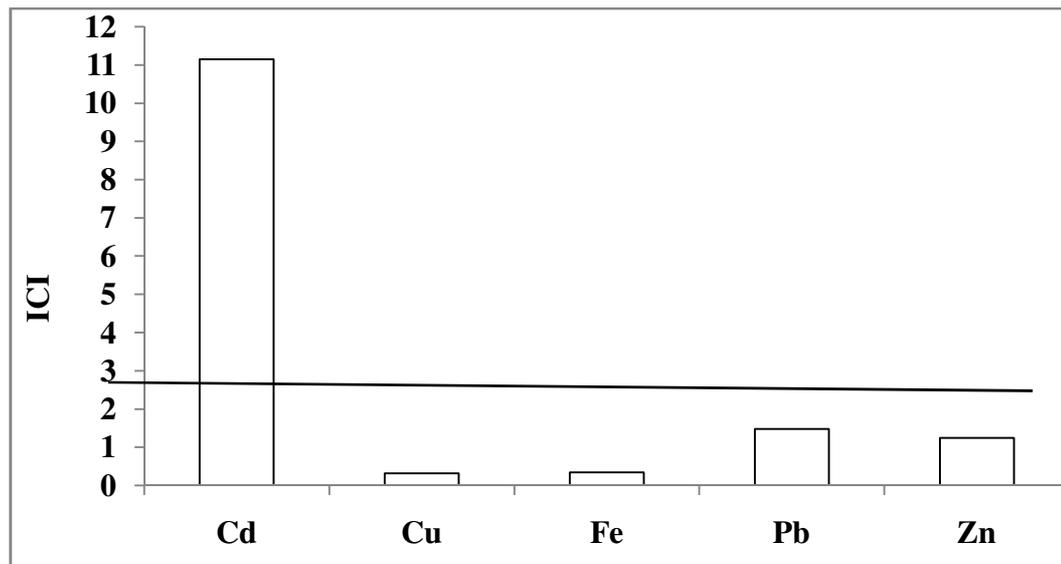


Figure IV.9: Résultats de l'Indice de Pollution (IP) dans les sédiments marins.

Selon les résultats, le calcul des indices de contamination montre que le cadmium présente cas de pollution. Alors pour le cadmium pour le reste de métaux étudiés la situation est normale

D'après la figure IV.9, nous pouvons dire que les sédiments de notre station d'étude sont « non pollués », et cela pour le cuivre, le plomb et le zinc.

IV.1 .5.Comparaison des résultats avec ceux de la littérature

Zone marine	Cd	Cu	Pb	Fer	Zn	Références
Rachgoune	3,33	0 ,83	1,32	0,55	88	Bernoussi et Ghouali, 2007
<i>Béni -Saf</i>	9,95	72,96	195,018	82,027	223,43	Abi Ayad, 2009
Ghazaout	3,91	5,66	/	7,509	32 ,40	DouAahi, 2012
Béni Saf (Sidi Ali)	2,03	12,49	33,13		120,17	Benabdallah ,2013
Zwanif	3,342	14, 44	29,69	16300	118,611	Notre etude

Tableau IV. 1:Comparaison des teneurs métalliques dans les sédiments avec de la littérature

Les valeurs observées dans le tableau ci-dessus, présentent des niveaux d'accumulations métalliques qui varient dans les différentes régions. Il y a une réelle diminution à ce qui concerne le cuivre .

Pour les résultats de Béni-Saf, et en les comparons avec les résultats trouvés, nous constatons que les résultats se rapprochent de ceux de la **Benabdallah ,2013**

IV.2 LA PATELLE (*Patella Ferruginea*) :

IV.2.1 Concentration des métaux chez les individus de patelle

Les figures IV-10 présentent les teneurs moyennes en métaux (Cd, Cu, Pb, Zn , Fe) chez quinze individus de patelle prélevées pendant le mois de février 2013 au niveau de la plage de Zwanif.

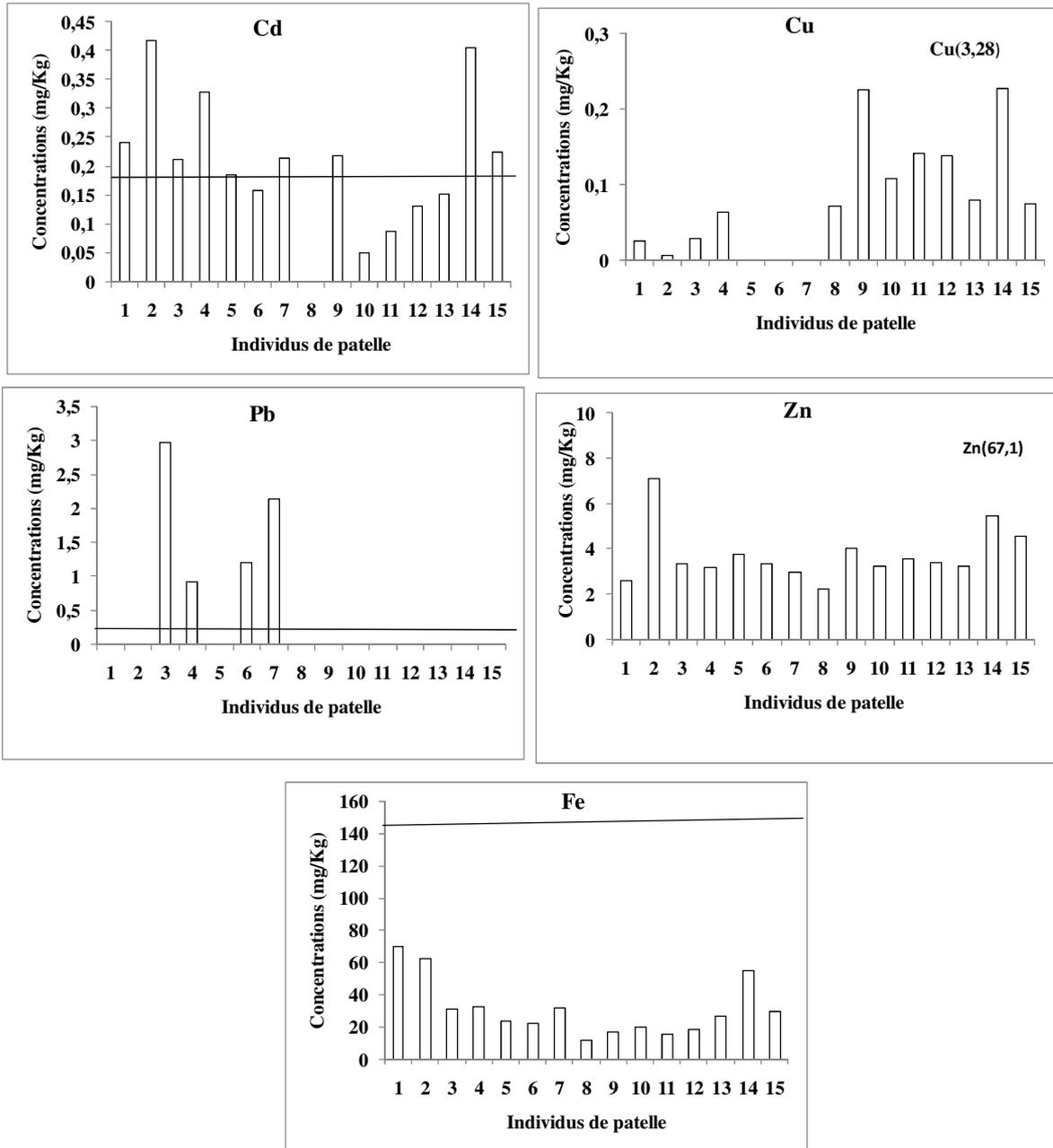


Figure IV.1 : Concentrations des métaux chez les individus de patelle

D'après la figure IV.10 nous constatons que les concentrations en Cd sont élevées chez les individus (14, 2, 4, 3, 7, 9, 1,15) par ordre de concentration et dépassent la norme IAEA -407. Ils sont faibles chez les individus 8, 10, 11.

Les concentrations de Cu sont très faibles chez tous les individus.

Les concentrations du Pb dépassent la limite de référence, chez les individus 3, 9, 6, 7 ; pour l'individu 3 la teneur maximale est 2,96 mg/kg et pour les autres individus les concentrations sont très faibles.

Les teneurs en zinc sont faibles chez toutes les individus.

Pour le fer nous constatons une fluctuation entre 69,45 mg/kg et 11,31 mg/kg et ne dépassent pas de la norme IAEA -407

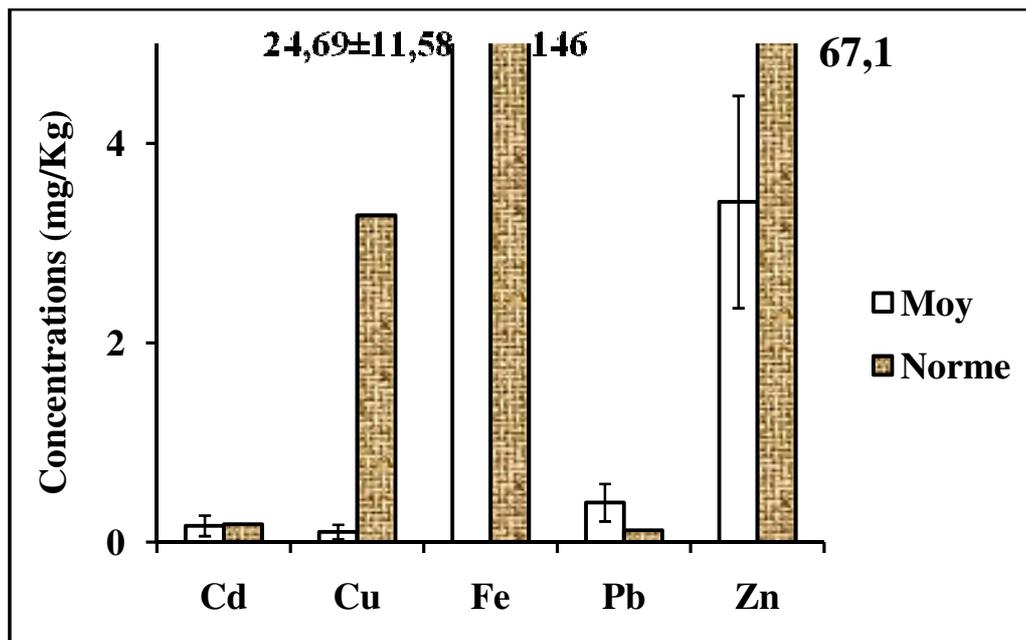


Figure IV.2 : Concentration totale des métaux étudiés chez les individus de patelle.

D'après la figure IV-3 nous constatons que les concentrations du fer et du zinc chez les individus de patelle sont plus élevées mais ne dépassent pas les normes suivies par le Pb et le Cd qui dépassent les limites de référence (IAEA-407). Le gradient d'accumulation des métaux est comme suit : Fe > Zn > Pb > Cd > Cu.

Les fortes teneurs en Cd et le Pb chez les individus de la patelle peut s'expliquer probablement par l'utilisation des embarcation à moteur des pêcheur sans oublier les apports de l'oued Tafna et par la présence des déchets domestique de village.

Le fer est naturellement sécrété chez la patelle comme agent de durcissement de la radula (**Devies et al., 2004**), alors qu'il y a une tendance générale pour le zinc et le cuivre qu'il soient préférentiellement incorporé dans les tissus des patelles (**Hamed et Emar.,2006**). Les concentrations des métaux chez la patelle, dépendent à la fois de l'origine géographique de l'espèce et de l'état physiologique de l'animal. (**Nakhlé, 2003**). En fait, le mécanisme réel de prise des métaux chez la patelle est compliqué et dépend de facteurs directement corrélés au poids (cycle sexuel, Température, abondance de nourriture). et également de la biodisponibilité des métaux dans le milieu (**Nakhlé, 2003 ; Marcotrigiano, 2004 , Bergasa et al , 2009**).

IV.2.2Analyse en Composantes Principales (ACP):

Nous présentons sur cette figure le plan factoriel engendré par les deux premiers axes de l'ACP calculés à partir des teneurs métalliques (Cd, Zn, Pb, Cu et Fe) et les lignes correspondant aux individus.

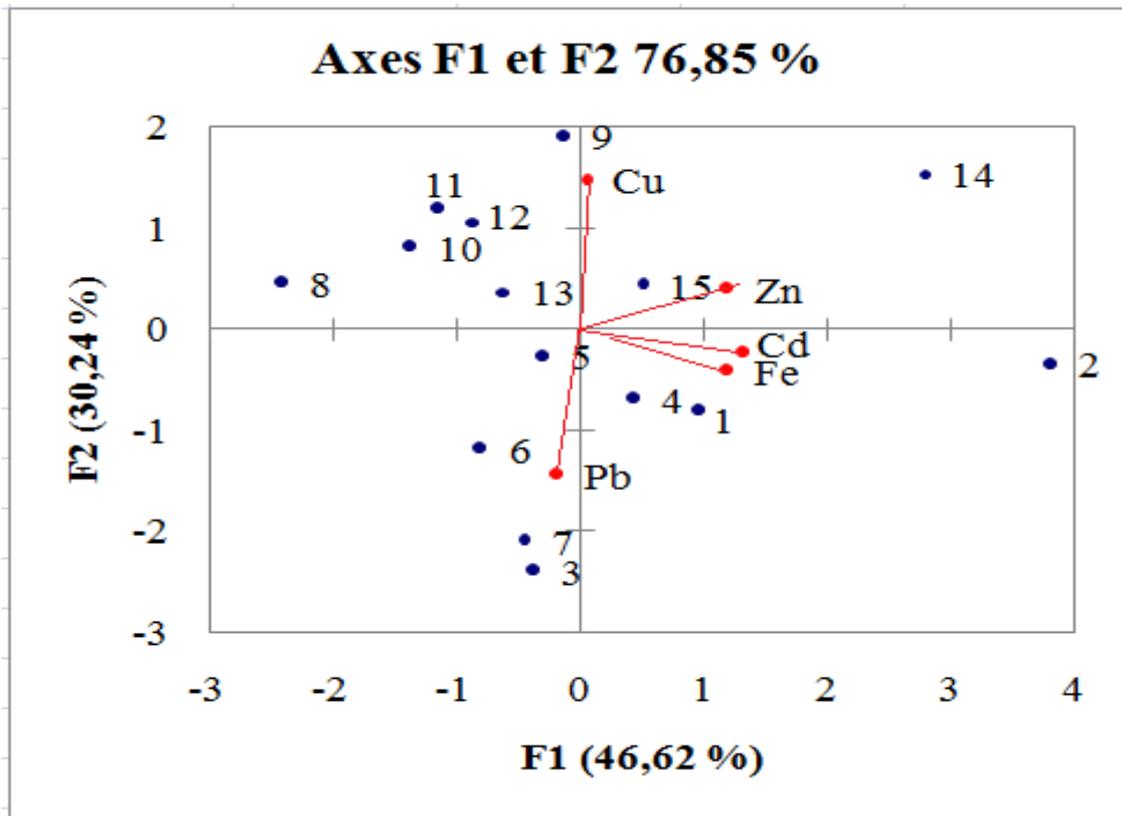


Figure IV. 11 : Plan factoriel engendré par les deux premiers axes de l'ACP calculés à partir des teneurs métalliques des individus de patelle.

La matrice d'entrée qui a été utilisée pour l'analyse multi variée appliquée pour les résultats obtenus pour les différentes variables est composée de cinq colonnes (Cd, Cu, Fe, Pb, Zn) et de ligne qui correspond aux individus de la patelle . Les valeurs propres (1,826 et 1,296) ont permis de retenir deux inerties respectives (46,62% et 30,24%).Le plant de cette analyse totalise (76,85%) de l'information.

Les contributions relatives de point de colonne qui constitue l'axe 1 Cu, Zn, Cd, Fe de coordonnée positive alors que les Pb a des coordonnées négatives.

Les points lignes qui constituent cet axe présentent les individus de coordonnée positive

Alors que les individus 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14 sont coordonnés négatives

D'après le premier d'axe d'ACP les individus 1, 2, 4, 9, 14, 15 sont corrélés avec les métaux Cu, Zn, Cd, Fe

Sur l'axe 2 les points colonne de coordonnées positives sont présentés par le Cu et Zn et le Pb, Cd, Fe les coordonnées sont négatives.

les points lignes qui constitues l'axe 2 sont les individus 8,9,10,11,12,13,14,15 alors que les individus 1,2,3,4,5,6,7 sont de coordonnées négatives

D'après le deuxième d'axe d'ACP les individus 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14,15 sont corrélés avec les métaux Cu et Zn

IV.2.3 Comparaison des résultats avec ceux de la littérature :

Sur le **Tableau IV.2**, nous présentons les comparaisons des concentrations moyennes des métaux lourds chez les patelles avec ceux de la littérature.

Tableau IV.2: Comparaisons des concentrations moyennes des métaux lourds chez les patelles avec ceux de la littérature

Espèces	Cd	Cu	Pb	Zn	Fe	Stations	Références
<i>Patella caerulea</i>	1,38	6,89	/	123,95	2,105	Golf de Suez, mer Rouge Egypte	Hamed et Emara, 2006
<i>Patella ferruginea</i>	2,01	1,95	17,18	48,38	110,72	(Béni Saf)	Abi Ayad., 2009
	0,091	0,52	4,46	13,55	11,92		Benguedda W., 2012
	0,51	0,60	2,56	5,08	138,40	Sidi Ali (Béni Saf)	Ben Abdallah I., 2013
	0,16	0,10	0,39	3,41	24,62	Zwanif	Notre étude

Les valeurs retrouvées chez les individus récoltés à Zwanif sont faible comparées aux autres travaux,

Conclusion Générale

Conclusion générale

L'écosystème du littoral du Zwanif présente plusieurs originalités liées, d'une part à son bon état écologique et d'autre part, à sa situation, isolée sur une longue côte, de toute sorte d'activité industrielle.

Nous nous sommes intéressés dans notre étude à l'évaluation du degré de contamination dans les sédiments et chez mollusque gastéropodes (*Patella ferruginea*) par cinq métaux lourds : le cadmium, le cuivre, le plomb ;le fer et le zinc au niveau du littoral du Zwanif

Les concentrations des métaux étudiés sont influencées par le taux de leur présence au niveau marin, par le mode de pénétration des éléments métalliques et le pouvoir bioaccumulateur et bioconcentrateur de mollusque.

Durant cette étude, nous avons hiérarchisé les taux d'accumulations des cinq métaux étudiés Les résultats enregistrés témoignent d'une contamination par Cd, Pb et Zn sur toute la période étudiée. Pour le Cu et le Fe les valeurs ne dépassent pas les normes de **TurekianetWedephol,1961**. D'après ces teneurs, Nous pouvons établir un ordre d'accumulation des métaux comme suit : Fe > Zn > Cu > Pb > Cd.

L'indice de pollution révèle que le cadmium présente cas de pollution.

Nous constatons que les concentrations du fer et du zinc chez les individus de patelle sont plus élevées mais ne dépassent pas les normes suivie par le Pb et le Cd qui dépassent les limites de référence (**IAEA-407**). Le gradient d'accumulation des métaux pour la patelle est différente de celuiconstatée dans les sédiments: Fe > Zn > Pb > Cd > Cu.

Le processus d'accumulation du Pb, Cd, Cu, Zn, Fe dans les sédiments est très important par rapport à celui de la patelle. Le test ANOVA a montré une différence hautement significative d'un mois à un autre dans sédiments ($P < 0,05$) pour le Cu, Pb, Zn et pour le Cd et le Fe (ANOVA 1) montre qu'il n'y a pas de différence ($P > 0,05$).

Les matrices d'entrées qui ont été utilisées pour l'analyse multi variée appliquée pour les résultats obtenus pour les différentes variables sont composées de colonnes (Cd, Cu, Fe, Pb, Zn) et de lignes qui correspondent au mois de prélèvement pour les sédiments et au nombre d'individus pour la patelle présentent 76,85% de la variation totale pour les sédiments marins et 75,76% de la variation totale pour la patelle respectivement.

Dans l'ensemble, le cadmium, le plomb et le zinc présentent un état critique via l'environnement vu leurs concentrations dépassant les teneurs moyennes de référence pour les sédiments et pour la patelle.

Nos résultats ressemblent au résultat de littérature (**Benabdallah ,2013**).

Malgré la présence de quelques métaux en concentrations importantes dans les sédiments et chez le mollusque dans notre étude, le littoral de la ville de Zwanif reste un écosystème propre, et des efforts doivent être entrepris à l'avenir pour protéger nos côtes de toutes activités industrielles irresponsables dans le futur.

Ces premiers résultats préliminaire sont issus de quelque compagnes et nous souhaiterons qu'ils seront complétés par d'autre d'étude dans le temps et l'espace.

Références Bibliographiques

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE :

A

Abi ayad I., 2009-Etude de la biodisponibilité des métaux lourds dans les sédiments et chez quelques espèces marines du littoral de l'extrême Ouest Algérien (Béni Saf). Thèse de magister en Biologie. Université de Tlemcen 195p

Al Shukri R., Serpaud B., Matejka G., 1992- Spéciation des métaux lourds d'un cours d'eau en aval d'un rejet industriel Vol13: p141-150.

Ankley G.T. , Schubauer-Berigan M.K. , 1994- Comparison of techniques for the isolation of sediment pore water for toxicity testing. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, vol. 27, P 507-512.

B

Bagnouls F, Gaussen H. 1953 Saison et indice xérothermique. Doc. Cart. Prod. Vég. Serv. Gén. II, 1, art. VIII, Toulouse: 47 p.

Benabdallah, I., (2013)- Contribution à l'évaluation de la pollution métallique dans les sédiments et chez la Patelle (*Patella ferruginea*) de Sidi Ali (Daira de Béni Saf). Univ. Tlemcen. Algérie. **P51 ,55**

Beaufort F., 1987- Livre rouge des espèces menacées en France : tome 2, espèces marines et littorales menacées. Edit. Secrétariat de la faune et de la flore, Muséum national d'histoire naturelle. Paris. 356p

Bellair, P. , Pomerol, R., 1977 - Eléments de géologie. Armand Colin, Ed., Paris, 528 p

Bergasa P., Ramirez R., Collado C., Hernandez-Brito J.J., Dolores M., Caballero G., Rodrigues-Somazas M., Haroun R. J. , 2006- Study of metals concentration levels in *Patella piperata* throughout the Canary Island, Spain. Environ. Monit. Assess. Springer.7p.

Bernoussi A et Ghouali R, (2007)-Contribution à l'étude des polluants métalliques contenus dans les sédiments et chez le mulot mugil cephalus dans deux milieux différents du littoral de Rachgoun. Mémoire Ingénieur. Univ. Tlemcen. Algérie. **P59.**

Belamie R., Phelippot S., Lintignat D., 1982- étude du niveau de contamination des sédiments de plusieurs cours d'eau du bassin parisien (France) par les métaux et les composés organochlorés XVIII^{ème} journée de l'hydraulique, Nantes, 14-16 sept Rapport n 16

Belhadj H., 2008- Evaluation de la Pollution métallique dans l'eau, les sédiments et organismes vivants du littoral de Ghazaouet (extrême ouest algérien). Mémoire de Magister en Ecologie Animale. Université de Tlemcen .384p

Boue H.,et Chaton R.,1978- Zoologie 1-2, Ed. Doin. Paris : pp 9-78.

C

Chamley, H., 2000. Bases de sédimentologie (2ème Edition). Ed. Dunod, Paris, pp. 178.

Chiffolleau J.C., 2001. La contamination métallique, IFREMER, Région haute normandie, (Programme scientifique Seine- Aval),8, 39 p.

C.N.R.S., 2005. Centre National de la recherche scientifique-Principaux rejets industriels en France « site Internet ».%

Campy M. ,Meybeck M., (1995)- Les sédiments lacustres in Limnologie générale, Masson, Paris, P 185-226.

Cuissin M., 1977-Le monde de la nature . Ed. Larousse Paris.246 p.

Culioli Jm., 2003- l'actualité à la pointe- pointe du Cap Corse. Dossier n°02 : la Patelle Géante. 09p

D

Dali Youcef N 2005- Contribution à l'étude des polluants métalliques dans les sédiments d'Oued Tafna (Ouest algérien). Thèse de doctorat d'état en chimie. Université de Tlemcen 198p.

Dali Youcef N., Ouddane B., Derriche Z., 2005- Metals found in superficial sediments of the Tafna river and its estuary in North- Western Algeria. Fresenius Environmental Bulletin. Vol14- N°9: 753- 763

Di Toro D.M., Zarba C.S., Hansen D.J., Berry W.J. (1991)-Technical basis for establishing sediment quality criteria for nonionic organic chemicals using equilibrium partitioning. Environmental Toxicology and Chemistry, , vol. 10, pp. 1541-1583.

E

Environnement Canada. ,1994-Document d'orientation sur le prélèvement et la préparation de sédiments en vue de leur caractérisation physico-chimique et d'essai biologiques,Environnement Canada, Ottawa, P 134.

Emberger L. 1942 Un projet de classification des climats du point de vue phytogéographique. *Bull Soc Hist Nat Toulouse* ; 77 : 97-124.

Emberger L. 1955 *Une classification biogéographique des climats*. Trav Lab Bot Zool Fac Sci Serv Bot Montpellier; 7 : 3-43.

Estinne P. & Godard A., (1970) - Climatologie.A.colin.U. **P 365.**

F

F.A.O (Organisation des Nation Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture), 1987.
Fiches d'identifications des espèces pour les besoin de la pêche – méditerranée et mer noire, zone de pêche 37. Révision 1. Volume 1. 760 p.

Forstner U., Aslf W., Calmano W., Kersten M., Salomons W.1986. Mobility of heavy metals in degred harbor sediments. In *Sediments and Water interactions*, Sly-Peter-Ged., Springer- Verlag New York , United States, 371-380

G

Geffard O.2001- Toxicité potentielle des sédiments marins et estuariens contaminés : Evaluation chimique et biologique, Biodisponibilité des contaminants sédimentaires. Thèse de Doctorat en Ecotoxicologie. Université de Bordeaux I .376p

Gmelin, J.G., 1789 - *Caroli a Linné Systema naturae*. 13. ed., Tom 1 Pars 3. G. E. Beer, Lipsiae, p. 1033-1516.

Gérard, F.M., 2005-L'évaluation des compétences par des situations complexes, Actes du Colloque de l'Admee-Europe, IUFM Champagne-Ardenne, Reims, 24-26 octobre 2005.

Godard A. & Tabeaud M. (2004) - Les climats, mécanismes, variabilité, répartition. Paris, édition Armand Colin (3^{ème} édition), **P 217.**

Guellart, J., Templado, J., Calvo, M., Cabezas, P., Acevedo, I., Machordom, A. & Luque, A. A., 2006- Inventario y seguimiento de *Patella ferruginea* en España, así como la elaboration de un a propuesta de estrategia de conservación de la especie. Informe final. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.

Guenda W., (1996) - Etude Faunistique, Ecologie Et De La Distribution Des Insectes D'un Réseau Hydrographique De L'ouest Africain :Le Mouhoum (Burkina Faso) rapport avec *Simulium damnosum* Theobald, vecteur de l'onchocercose. Thèse d'état, Université de droit, d'économie et des sciences d'aix Marseille III. **P 13-50.**

H

Hamed M. A.,and Emara A.M., 2006-Marine molluscs as biomonitors for heavy metal levels in the gulf of Suez.Red sea(Egypt). *Journal of Marine Systems*,60.pp 220-234.

I

Islam, M.S., Tanaka, M., 2004- Impacts of pollution on coastal and marine ecosystems including coastal and marine fisheries and approach for management: A review and synthesis. *Marine Pollution Bulletin* 48, 624-649.

K

Kolbl G.,2004 – concepts for the identification and the determination of cadmium compounds in the aquatic environment vol 48 :p185-197

Kuvarega A.T. & Taru P. (2008). Ambient dust speciation and metal content variation in TPS, PM10, PM2, 5 in urban atmospheric air of Harare (Zimbabwe). *Environ. Monit Assess* 144

L

Laborel- Deguen F et Laborel J., 1999. Nouvelles données sur la patelle géante *Patela ferruginea* Gmelin en Méditerranée. Statut, répartition et étude des populations. *Haliotis*, 20. pp 41-54.

Le Roux, A. 2005.- Les patelles et la régression des algues brunes dans le Morbihan. *Penn ar Bed*, N°192, pp 1- 22.

Linné, 1758 - *Systema Naturæ per Regna tria Naturæ, secundum Classes, Ordines, Genera, Species, cum Characteribus, Differentis, Synonymis, Locis.*, Tomus I, Editio Decima, Reformata, Holmiæ, p. 1-824

Louisy P., Maitre-Allain T., 2000. FAUNE DE FRANCE - ANIMAUX DU BORD DE MER, ed. Artemis, "Découverte-Nature", 160p. (Ouvrage collectif)

M

M.A.T.E., 2002. Plan National d'Action pour L'environnement et le Développement durable (PNAE-DD). P 44

MAROT F., 1997-Caractérisation et traitement des sédiments de dragage contenant des polluants métalliques, Thèse de doctorat spécialité « Génie Civil et Environnement », Université du Havre, Le Havre, P 245.

Morillo J., Usero J., Gracia I., 2002. Partitioning of metals in sediments from the Odiel River (Spain). *Environment International* 28: 263-271.

N

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 gastéropodes).Thèse de Doctorat en interactions toxiques dans les écosystèmes. Université Denis Diderot Paris 7. 255p

P

Peterson G.S., Ankley G.T. , Leonard E.N., 1996- Effect of bioturbation on metal sulfide oxidation in surficial freshwater sediments. *Environmental Toxicology and Chemistry*, vol. 15, n°12, P 2147-2155.

P.N.U.E (Programme des Nations Unies pour l'Environnement), 2004. Mers et océans_ mort ou vivant: La mer méditerranée. Publié par P.N.U.E Bruxelles. Edition spéciale. 16p.

Pinta M., Baudin G., Et Bourdon R., 1980. Spectrophotométrie d'Absorption Atomique .Tome 1.Problème general 2eme edition Ed .Masson O.R.S.T.O.M: 259p

Poppe, 2005- <http://www.cotebleue.org/ferruginea.html>

R

Ramade F., 1998. Dictionnaire encyclopédique des Sciences de l'eau. Edi science Paris 785p

Ramade, F., 2002. Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement (2ème Edition). Ed. Dunod, Paris, pp.1075.

Ramousse R., Le Berre M., Le Guelte L. 1996- Introduction aux statistiques. <http://www.cons-dev.org/elearning/stat/parametriques/5-3/5-3.html>

Ridet J.M., Platel R., Meneffir F.J., 1992- Des protozoaires aux Echinodermes

S

San Martin G.A., Caltagirone A., Laborel-Deguen F., Laborel J., 1996. Programme *Patella ferruginea* : Etude de la reproduction et du cycle larvaire. APEM et Parc naturel régional de Corse publ., Fr. : 1-24.

Santos Bermejo J.C., Beltran R., Gomez Ariza J.L., 2002- spatial variations of metals contamination in sediments from Odiel river Vol_29 :69-77

Sauvage CH., (1960) - Recherches géobotaniques sur le chêne liège au Maroc. Thèse. Doct. Montpellier. Trav. Inst. Sci. Cherf. Série botanique, 21. **P 462.**

T

Tonneaux J., 2003-D'un bout à l'autre de la chaîne. Printemps des sciences

Turkian K.K., and Wedepohl Kh., 1961- Distribution of the elements in some major units of earth crust. Bulletin. Geol. Soc. AM. P13 :64-69.

V

Vogt W P., 1993- Dictionary of statistics and methodology. Kindle edition p177- 201

Volle M., 1985. Analyse des données, (3ème édition). Collection « économie et statistiques avancées ». Economica, 108- 129

RESUME

Ce travail consiste à chercher la présence des métaux lourds dans les sédiments et chez la patelle.

Cela dans le cadre d'une contribution à l'étude de la bioaccumulation des éléments métalliques sur

le littoral de Zwanif Oukhaça wilaya de Ain Temouchent .

Cette étude permet d'une part de consolider les résultats des études antérieures en démontrant la présence des métaux lourds dans le littoral, pour notre part nous nous intéressons, notamment, le Cadmium, le cuivre, le plomb, le fer et le zinc. Ces éléments toxiques représentent un réel danger pour les organismes vivants. Ils prennent leurs sources des Pollutions urbaines et agricoles qui sont considérés comme deux facteurs principaux de la pollution marine de Zwanif. la bioaccumulation des métaux lourds dans les sédiments et chez un organisme vivant a été étudiée.

La *Patella ferruginea*, un excellent bio indicateur qui permet de démontrer la présence des métaux lourds dans le littoral Les résultats obtenus ont réellement prouvé la contamination au niveau des sédiments marin par le plomb, et par le cadmium, ces derniers un dépasse la norme de références :(Turekian etWedephol ,1961). Ces même métaux sont présenter en concentration élève chez la patelle et dépasse les normes admissent par IAEA-407.l'indice de pollution confirme la concentration élevé par le cadmium.

Pour les sédiments mis a part le fer, les résultats obtenu sont présenter une différence significative d'un moi a autre et d'une saison a autre selon l'Anovas

Mot-clé : pollution marine, métaux lourds, sédiments, *Patella ferruginea*, Zwanif(Oulhaça W. Ain Temouchent

SUMMARY

This Works demonstrate the presence of heavy metals in sediments and in the limpet and This part of a contribution to a study of bioaccumulation of metal elements in the coastline Zwanif Oulhaça W. Ain Temouchent .

This quantitative study allows one hand to consolidate the results of previous studies Demonstrating the presence of heavy metals in the countryside, on the other hand , demonstrate the quantitative change of five pollutants , especially cadmium, copper, lead , iron and zinc. these elements Toxic represent a real danger to living organisms. They take their sources Urban and agricultural pollution are considered two main factors of marine pollution Zwanif . Bioaccumulation of heavy metals in sediments and in a living organism has been studied.

Patella ferruginea , an excellent bioindicator allow us to demonstrate the presence and accumulation of heavy metals in coastal The results actually proved the contamination marine sediments by lead, and cadmium , exceed bey reference : (Turekian et Wedephol , 1961).

On the other limpet namely cadmium, and lead. Based on international standards such as the IAEA standard, the results of these studies the achievement and lead in the coastal Zwanif.

Indice of pollution confirmed of toxic levels of cadmium and Anova stistique demonstrate whitch lettere hass been différence significative in mothe another.

Keyword: marine pollution, heavy metals, sediment , Patella ferruginea , Zwanif (Oulhaça W. Ain Temouchent)

في هذا العمل إهتمنا بتقديم وجود المعادن الثقيلة في الرسوبيات البحرية و في البطلينوس . هذا جزء من مساهمة لدراسة التراكم من المعادن على المحافظة الساحلية ولهافه زوانيف عين تموشنت . تسمح هذه الدراسة بتعزيز نتائج الدراسات السابقة مما يدل على وجود المعادن الثقيلة في الساحل ، و أظهرت النتائج لتحليل الكاديوم والنحاس والرصاص والحديد و الزنك أن هذه العناصر السامة تمثل خطرا حقيقيا على الكائنات الحية . أنها تأخذ مصادرها من التلوث في المناطق الحضرية والزراعية التي تعتبر اثنين من العوامل الرئيسية للتلوث البحري . وقد تمت دراسة التراكم البيولوجي للمعادن الثقيلة في الرسوبيات و في الكائن الحي ferruginea الرضفة ، مؤشر ممتاز الحيوي قادرة على إثبات وجود المعادن الثقيلة في المياه الساحلية وأظهرت النتائج فعلا التلوث في الرواسب البحرية من الرصاص ، والكاديوم ، وهذا الأخير يتجاوز مرجعية معيارية ((etWedephol Turekian ، 1961) .

هذه المعادن موجودة في نفس التركيز ترتفع في البطلينوس وتجاوز معايير الاعتراف من قبل مؤشر الوكالة و 1.407 يؤكد درجة عالية من التلوث عن طريق تركيز الكاديوم للرواسب جانب مجموعة الحديد ، يتم عرض النتائج التي تم الحصول عليها اختلاف كبير في بعضها البعض، من شهر لآخر و من فصل لآخر على حسب Anovas.

الكلمات الرئيسية: زوانيف، ولهافه، التلوث البحري، المعادن الثقيلة، الرواسب، *Patella ferruginea* ،

RESUME

Ce travail consiste à chercher la présence des métaux lourds dans les sédiments et chez la patelle.

Cela dans le cadre d'une contribution à l'étude de la bioaccumulation des éléments métalliques sur le littoral de Zwanif Oukhaça wilaya de Ain Temouchent .

Cette étude permet d'une part de consolider les résultats des études antérieurs en démontrant la présence des métaux lourds dans le littoral, pour notre part nous nous intéressons, notamment, le Cadmium, le cuivre, le plomb, le fer et le zinc. Ces éléments toxiques représentent un réel danger pour les organismes vivants. Ils prennent leurs sources des Pollutions urbaines et agricoles qui sont considérés comme deux facteurs principaux de la pollution marine de Zwanif. la bioaccumulation des métaux lourds dans les sédiments et chez un organisme vivant a été étudiée.

La *Patella ferruginea*, un excellent bio indicateur qui permet de démontrer la présence des métaux lourds dans le littoral Les résultats obtenus ont réellement prouvé la contamination au niveau des sédiments marin par le plomb, et par le cadmium, ces derniers un dépasse la norme de références : (Turekian etWedephol, 1961). Ces même métaux sont présenter en concentration élève chez la patelle et dépasse les normes admissent par IAEA-407. l'indice de pollution confirme la concentration élevé par le cadmium.

Pour les sédiments mis a part le fer, les résultats obtenu sont présenter une différence significative d'un moi a autre et d'une saison a autre selon l'Anovas

Mot-clé : pollution marine, métaux lourds, sédiments, *Patella ferruginea*, Zwanif(Oulhaça W. Ain Temouchent

SUMMARY

This Works demonstrate the presence of heavy metals in sediments and in the limpet and This part of a contribution to a study of bioaccumulation of metal elements in the coastline Zwanif Oulhaça W. Ain Temouchent .

This quantitative study allows one hand to consolidate the results of previous studies Demonstrating the presence of heavy metals in the countryside, on the other hand , demonstrate the quantitative change of five pollutants , especially cadmium, copper, lead , iron and zinc. these elements Toxic represent a real danger to living organisms. They take their sources Urban and agricultural pollution are considered two main factors of marine pollution Zwanif . Bioaccumulation of heavy metals in sediments and in a living organism has been studied.

Patella ferruginea , an excellent bioindicator allow us to demonstrate the presence and accumulation of heavy metals in coastal The results actually proved the contamination marine sediments by lead, and cadmium , exceed bey reference : (Turekian et Wedephol , 1961).

On the other limpet namely cadmium, and lead. Based on international standards such as the IAEA standard, the results of these studies the achievement and lead in the coastal Zwanif.

Indice of pollution confirmed of toxic levels of cadmium and Anova stistique demonstrate which lettere hass been différence significative in mothe another.

Keyword: marine pollution, heavy metals, sediment , *Patella ferruginea* , Zwanif (Oulhaça W. Ain Temouchent)