

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAÏD - TLEMCEN

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA
TERRE ET DE L'UNIVERS

Département d'Ecologie et Environnement

Laboratoire Valorisation des actions de l'homme
pour la protection de l'environnement
et application en santé publique

MEMOIRE

Présenté par

GUELLIL Amina

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

Filière : Hydrobiologie Marine et Continentale

Spécialité : Sciences de la Mer

Thème :

**Impact de la pollution marine chez l'oursin commun
Paracentrotus lividus par les pesticides au niveau du littoral de
Beni Saf (Wilaya d'Ain-Temouchent)**

Soutenu le : 09 /10/2017, devant le jury composé de :

Présidente : Mme LACHACHI Souhila M.A.A Université de Tlemcen

Encadreur : Mr BENDIMERAD Mohammed El Amine M.C.A Université de Tlemcen

Examineur : Mr NEHAR Benameur M.C.B Université de Tlemcen

Remerciements

*Je désire adresser tous mes remerciements au tout puissant **DIEU ALLAH** qui m'a donné la force et patience d'accomplir ce travail.*

*Je tiens tout d'abord à exprimer mes remerciements les plus sincères à mon encadreur **M^r BENDIMERAD Mohammed el Amine**, Maître de Conférences à la faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers - Université de Tlemcen qui a bien accepté de diriger mon travail et qui n'a cessé de prodiguer ses conseils judicieux et permanents qui m'ont été d'une aide précieuse.*

*Je remercie **M^{me} LACHACHI Souhila**, Maitre-Assistante à la faculté des sciences de la nature et la vie et des sciences de la terre et de l'univers- Université de Tlemcen, qui a bien voulu faire l'honneur de présider le jury.*

*Je tiens à remercier **M^r NEHAR Benameur**, Maître de conférences à la faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et l'univers, Université de Tlemcen, d'avoir accepté d'examiner ce travail et de m'avoir aidé à commencer ma pratique correctement.*

Enfin, mes plus affectueuses pensées vont à mes parents qui m'ont transmis l'envie d'apprendre et m'ont toujours soutenue et encouragée. Merci pour votre aide en toutes circonstances, j'ai toujours pu compter sur vous.

Dédicace

Je dédie ce travail

A mes parents

Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il Faut...

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour

Le respect, la reconnaissance...

Aussi, c'est tout simplement que

Je souhaite que Dieu vous préserve une longue vie.

Ma sœur et mon frère

A tous les membres de ma famille

Tous mes proches

A tous mes enseignants

Mes amis et camarades de promotion

A tous ceux qui me sont chers

Amina.

Table des illustrations

1. Liste des tableaux

Tableau 01 : Classification de *Paracentrotus lividus*

Tableau 02: Précipitations mensuelles moyennes exprimées en (mm) allant de 1996- de la région de Béni Saf

Tableau 03: Températures mensuelles moyennes exprimées en (°C) allant de 1996 à 2006 de la région de Béni Saf

Tableau 04: Températures mensuelles maximales moyennes (M), et minimales (m) exprimées en (°C) allant de 1996 à 2006 de la région de Béni Saf

Tableau 05: Révélation du tems de rétention en HPLC du DDT

Tableau 06: Révélation du temps de rétention en HPLC du Lindane

Tableau 07: Révélation du tems de rétention en HPLC de l'échantillon 1

Tableau 08 : Révélation du tems de rétention en HPLC de l'échantillon 2

Tableau 09 : Révélation du tems de rétention en HPLC de l'échantillon 3

Tableau 10 : Révélation du tems de rétention en HPLC de l'échantillon 4

Tableau 11 : Révélation du tems de rétention en HPLC de l'échantillon 5

Tableau 12 : Révélation du tems de rétention en HPLC de l'échantillon 6

2. Listes des figures

Figure 1 : Morphologie externe de l'oursin *Paracentrotus lividus*

Figure 2 : Piquant et son tubercule

Figure 3 : Anatomie interne d'un oursin commun

Figure 4 : Cycle de reproduction de *Paracentrotus lividus* et émission des gamètes

Figure 5 : Baie de Béni Saf

Figure 6 : Variations mensuelles des précipitations de la période: 1996-2006

Figure 7 : Variations mensuelles des températures de la période: 1996-2006

Figure 8 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la région de Beni Saf (1980- 2004).

Figure 9 : Méthode d'extraction des résidus de pesticides Organophosphorés

Figure 10 : structure chimique du DDT

Figure 11 : structure chimique du lindane

Figure 12 : Chromatogramme représentant le profil du DDT à 0,1 %

Figure 13 : Chromatogramme représentant le profil du Lindane à 0,4 %

Figure 14 : Chromatogramme représentant le profil de l'échantillon N° 01.

Figure 15 : Chromatogramme représentant le profil de l'échantillon N° 02.

Figure 16 : Chromatogramme représentant le profil de l'échantillon N° 03

Figure 17: Chromatogramme représentant le profil de l'échantillon N° 04.

Figure 18: Chromatogramme représentant le profil de l'échantillon N° 05.

Figure 19 : Chromatogramme représentant le profil de l'échantillon N° 06.

3. Liste des photos :

Photo 1 : Oursin commun (*Paracentrotus lividus*)

Photo 2 : Plage de puits

Photo 3 : Plage de Madrid

Photo 4 : Chromatographie Liquide Haute Performance (HPLC)

Photo 5 : échantillon d'oursin séparé

Photo 6 : acétone

Photo 7 : dichlorométhane

Photo 8 : ampoule à sépare les deux phases

Photo 9 : Evaporateur rotatif

Photo 10 : échantillon prêt à analysée

Le commencement de toutes les sciences, c'est l'étonnement de ce que les choses sont ce qu'elles sont.

Aristote in la métaphysique.

Sommaire

Table des illustrations

1. *Liste des figures*
2. *Liste des photos*
3. *Liste des tableaux*

Liste des abréviations

| | |
|-----------------------------|----|
| Introduction générale | 01 |
|-----------------------------|----|

Chapitre I

La pollution marine en générale et par les pesticides en particulier

| | |
|---|----|
| 1. La pollution marine | 06 |
| 1.1. Pollution des eaux maritimes..... | 06 |
| 1.3. Les type de polluants | 06 |
| 1.3.1. Les macro- polluants | 07 |
| 1.3.2. Les micro- polluants..... | 07 |
| 1.4. Les type de pollution | 07 |
| 1.4.1. Pollution chimique | 08 |
| 1.4.2. Pollution physique | 08 |
| 1.4.3. Pollution biologique | 08 |
| 1.6. Effet des contaminants sur le milieu marin..... | 09 |
| 1.6.1. Risque pour la santé de l’homme..... | 09 |
| 1.6.2. Incidence sur l’écologie | 10 |
| 1.6.3. Effet inesthétique | 10 |
| 1.6.4. Effet sur l’économie | 11 |
| 2. La pollution marine par les pesticides | 11 |
| Introduction | 11 |
| 1. Contamination des milieux aquatiques par les pesticides..... | 12 |
| 2.2. Transfert des contaminants..... | 12 |

Chapitre II

Etude de la matière vivante

| | |
|---|----|
| 1. Présentation de l'espèce oursin..... | 17 |
| 2. Systématique | 18 |
| 4. Caractères morphologiques..... | 18 |
| 4.1. Morphologie externe..... | 18 |
| 4.2. Appareil venimeux..... | 19 |
| 4.2.1. Les piquants..... | 19 |
| 4.3. Anatomie interne | 20 |
| 5. Biologie et écologie de l'espèce | 21 |
| 5.1. Habitat..... | 21 |
| 5.2. Régime alimentaire | 21 |
| 5.3. Croissance | 22 |
| 5.4. Reproduction..... | 22 |
| 5.6. Déplacement et migration..... | 23 |

Chapitre III

Présentation de la zone d'étude

| | |
|--|----|
| 1. La région de Beni-Saf | 26 |
| 1.1. Contexte géographique..... | 26 |
| 1.2. Climatologie..... | 26 |
| 1.2.1. Précipitations..... | 27 |
| 1.2.2. Températures | 29 |
| 1.2.3. Diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gausson (1953)..... | 31 |
| 1.3. Vents..... | 31 |

Chapitre V

Matériels et méthodes

| | |
|---|----|
| 1. Choix et description des sites d'études | 33 |
| 2. Méthode de prélèvement | 34 |
| 3. Travail au laboratoire | 34 |
| 3.1. Chromatographie Liquide Haute Performance (HPLC) | 35 |
| 3.1.1. Principe | 35 |
| 3.1.2. Appareillage | 36 |
| 3.2. Matériel..... | 38 |
| 3.2.1. Matériel chimique..... | 38 |
| 3.2.2. Matériels de laboratoire..... | 38 |
| 3.3. Méthodes..... | 39 |
| 3.3.1. Préparation de l'échantillon et procédure d'extraction | 39 |

| | |
|---|-----------|
| A. Préparation de l'échantillon | 39 |
| B. Préparation de la solution aqueuse..... | 39 |
| C. Extraction..... | 39 |
| 3.3.2. Mode opératoire et technique d'extraction..... | 40 |
| 3.3.3. Analyse du Pesticides organochlorés..... | 45 |

Chapitre VI

Résultats et discussions

| | |
|--|-----------|
| 1. Analyse par HPLC..... | 47 |
| 1.1. DDT..... | 47 |
| 1.2. Le lindane | 47 |
| 2. Résultats des analyses par HPLC..... | 48 |
| 2.1. Chromatogramme étalon pesticide organochloré DDT N° 1..... | 49 |
| 2.2. Chromatogramme étalon pesticide organochloré lindane N°2..... | 50 |
| 2.3. Chromatogramme échantillon N° 1..... | 50 |
| 2.4. Chromatogramme échantillon N° 2..... | 52 |
| 2.5. Chromatogramme échantillon N° 3..... | 53 |
| 2.6. Chromatogramme échantillon N° 4..... | 55 |
| 2.7. Chromatogramme échantillon N° 5..... | 56 |
| 2.8. Chromatogramme échantillon N° 6..... | 57 |
| 3. Résultats d'analyse des concentrations de lindane | 58 |
| 4. Interprétation des résultats..... | 60 |
| 5. Discussion..... | 61 |
| | |
| Conclusion..... | 63 |
| Références bibliographiques | 68 |

Introduction Générale

Introduction Générale

Le milieu aquatique constitue près de 71% de la superficie de la terre, et l'équilibre de notre planète en dépend fortement. La pollution de ce milieu risque de provoquer de grands dégâts écologiques (perturbation de cycles biogéochimiques, carence en eau, extinction de certaines espèces, etc.) (**Ramade, 2007**).

Dans le milieu aquatique, de nombreuses substances toxiques générées par les activités humaines sont quotidiennement déversées. Les contaminants majeurs sont regroupés en plusieurs familles dont les plus importantes sont les hydrocarbures, les métaux lourds, les polychlorobiphényles et les pesticides (**Ramade, 2007**).

Les zones côtières sont très importantes pour la vie des océans, c'est elles qui filtrent et transforment les nombreux déchets et polluants que nous rejetons. Ce sont aussi des lieux de reproduction, des nurseries et des zones d'alimentation pour l'homme et pour de nombreuses espèces marines, et elles méritent donc à ce titre d'être protégées (**Boutiba et al., 2003**). En Algérie, l'organisation d'une surveillance du milieu marin est devenue une nécessité. En effet, la côte algérienne s'étend sur 1550 km. La zone littorale représente 1,9% de la superficie globale du pays, qui compte à elle seule près de 40% de la population totale (**Grimes et al., 2004**).

Aujourd'hui, on estime qu'il y a plus de 100000 produits chimiques qui sont utilisés régulièrement dans l'industrie et qui sont des contaminants et polluants potentiels de l'écosystème global. Environ 2000 produits chimiques sont transportés par voie maritime (**D.C.E, 2000**).

Les substances chimiques toxiques sont rejetées dans l'environnement de deux manières : soit directement, lorsqu'elles sont utilisées comme telles par l'homme. C'est le cas des pesticides, des fertilisants et des différents solvants. Mais ces substances peuvent aussi être rejetées indirectement sous forme de déchets industriels provenant de diverses activités comme l'extraction minière, la fabrication industrielle, l'incinération, la consommation de carburants ou les rejets accidentels (**Mouchel & Thévenot, 2003**).

Introduction Générale

Plusieurs études mettent en évidence des contaminations du milieu marin littoral par les pesticides (Auby *et al.*, 2007; Comoretto *et al.*, 2007; Kennedy *et al.*, 2012; Munaron *et al.*, 2012). Bien qu'il existe ponctuellement des usages de pesticides spécifiquement « marins » (Carro *et al.*, 2012), la majorité des apports arrivent par les fleuves et sont par conséquent attribuables à des usages continentaux. En effet, dans la plupart des cas, les résidus de pesticides issus d'usages agricoles ou non agricoles terminent leur trajet dans les eaux marines (Pérez-Carrera *et al.*, 2007). Un grand nombre d'études se concentrent sur les contaminations du milieu marin par les pesticides hydrophobes (Kelly *et al.*, 1993; Basheer *et al.*, 2002; Sapota, 2004; Lin *et al.*, 2012), alors que les composés plus hydrophiles dits émergents ne sont étudiés que depuis très récemment (Comoretto *et al.*, 2007; Shaw *et al.*, 2009b; Kennedy *et al.*, 2012; Munaron *et al.*, 2012), grâce à l'apparition de techniques analytiques plus performantes, à même de pallier les facteurs de dilution généralement très élevés dans ce type de milieux (limite de détection de l'ordre du ng.L⁻¹ voire inférieure). Dans un article récent, (Munaron *et al.*, 2012) font état d'une contamination en herbicides maximale dans les milieux lagunaires ou semi-fermés du littoral méditerranéen français (étang de Thau, étang de Berre, baie du Lazaret). Ainsi, ces zones d'interface (comme le Bassin d'Arcachon) sont sujettes à recevoir une pression phytosanitaire plus élevée que les milieux littoraux côtiers.

Dans ce contexte, nous avons réalisé cette étude afin de diagnostiquer l'impact de la pollution marine chez l'oursin commun *Paracentrotus lividus* par les pesticides au niveau du littoral de Beni-Saf (Wilaya d'Ain-Temouchent).

Introduction Générale

Le présent travail et après cette introduction est répartie en deux grandes parties et une conclusion se succédant dans l'ordre suivant :

1. PARTIE 1 : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Généralités sur la pollution.

Chapitre II : Etude de la matière vivante.

Chapitre III : Présentation de la zone d'étude.

2. PARTIE 2 : PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre I : Matériel et méthodes.

Chapitre II : Résultats interprétation et discussion.

3. Conclusion

Chapitre 1

La pollution marine en générale et par les pesticides en particulier

I- 1 La pollution marine :

I-1-1 Pollution des eaux maritimes :

De nombreux produits chimiques sont rejetés dans l'environnement aquatique. Les courants marins les répandent d'un bout à l'autre de la planète. La pollution des eaux est un facteur de destruction bien plus important pour l'écosystème marin, que la pêche industrielle à outrance, elle-même plus dévastatrice que la petite pêche artisanale.

Si les marées noires ont un impact direct sur l'opinion publique elles n'en demeurent pas moins très limitées géographiquement avec des effets à court terme.

Les pollutions les plus néfastes pour l'équilibre fragile de la vie marine ne sont pas le plus visible. Bien au contraire, ce sont celles qui se voient le moins. Les métaux lourds (mercure, le plomb, le cadmium, et d'autres produits chimiques toxiques) et rejets divers, provenant des usines du bassin méditerranéen rejetant des produits très dangereux sous forme organique mais aussi sous forme de plastique, de peinture, de pâte à papier, de pile et certains fongicides, sont souvent illicites et constituent la plus grande menace pour la survie des mammifères marins et la préservation de l'environnement. Ces contaminants y demeurent pendant des années et s'accumulent dans le corps des espèces marines et des êtres humains.

Ils peuvent causer le cancer, des dommages au foie, des problèmes de reproductions et des malformations congénitales ainsi que d'autres fléaux dangereux (Aichou et Echatabi, 2006).

I-1-3 Les types de polluants :

Le polluant, tout agent physique, chimique ou biologique dans un hydro-système, qui y provoque, par sa concentration dans l'eau, des perturbations préjudiciables au bon équilibre de l'écosystème et en réduit les possibilités d'usage de l'eau.

Le comportement dans l'environnement d'une substance est difficile à appréhender car il dépend de ses propriétés et de la nature du milieu dans lequel elle se trouve. Par exemple, sa capacité à se retrouver dans l'atmosphère dépend à la fois de son

La pollution marine en générale et par les pesticides en particulier

degré de volatilité et de sa solubilité dans l'eau (RNB, 1999). Selon Mouchel & Thévenot (2003) on distingue :

I-1-3-1 Les macro polluants :

Ce sont des molécules naturelles qui se trouvent dans l'environnement à des concentrations différentes de celles habituellement observées, ce qui entraîne une augmentation de la cinétique des réactions biochimique.

I-1-3-2 Les micro polluants :

Produit actif minéral ou organique susceptible d'avoir une action toxique à des concentrations infimes (de l'ordre du $\mu\text{g/l}$ ou moins).

Les micro polluants sont susceptibles de contaminer les différents compartiments eau/air/sol puisqu'ils sont directement introduits au sein même de l'écosystème.

Les mécanismes de transfert de ces polluants, depuis leur émission et les zones de traitement jusqu'aux sols, aux eaux de surface et eaux souterraines, font intervenir leur cycle de vie couplé au cycle de l'eau.

Par leurs propriétés intrinsèques, les micro polluants sont dangereux. L'intensité et la durée de leur présence dans les eaux (facteurs d'exposition) conditionnent le risque pour les milieux aquatiques et les écosystèmes, ainsi que pour la santé humaine.

Ces polluants, en raison même de leur impact sur le milieu, font de plus en plus l'objet d'un suivi régulier. Cependant, leur détection dans les cours d'eau est difficile, en raison de la multiplicité des substances, la variabilité des contaminations et leur très faible concentration (RNB, 1999).

I-1-4 Les types de pollution :

La plupart du temps, un rejet n'est jamais une source unique et les différents types de pollution sont mélangés et agissent les uns sur les autres (effets de synergie). Ainsi, un égout rejette des déchets organiques, des détergents dont certains s'accompagnent de métaux lourds (pollution chimiques), des micro-organismes (pollution biologique), le tout dans de l'eau douce (pollution physique) (Gravez & Bernard, 2006).

I-1-4-1 Pollution chimique :

C'est une pollution due au déversement de substances chimiques telles que les hydrocarbures, les détergents, les biocides, les pesticides (DTT , Lindane,...), les métaux lourds (Pb, Cd, Hg,...) (**GIS ,1996**) .

De nombreuses substances de synthèse issues du génie humain ont la capacité d'engendrer des sous-produits (métabolites) encore plus dangereux comme le DDE, les dioxines.

Ainsi l'océan mondial est systématiquement pollué par des substances toxiques, même dans ses régions les plus reculées, à titre d'exemple les morues de la mer Baltique présentent des teneurs record en PCB (**Vincent, 2006**).

I-1-4-2 Pollution physique :

On parle de pollution physique lorsque le milieu marin est modifié dans sa structure physique par divers facteurs. Il peut s'agir d'un rejet d'eau douce qui fera baisser la salinité d'un lieu (par une centrale hydroélectrique) , d'un rejet d'eau réchauffée ou refroidie (par une centrale électrique ou une usine de regazéification de gaz liquide) , d'un rejet liquide ou solide de substances modifiant la turbidité du milieu (boue, limon, macro-déchets, ...), d'une source de radioactivité (**GIS 1996 ; Gravez & Bernard 2006**).

Cependant, le rejet de chaleur dans l'environnement constituant de nos jours une forme de pollution physique du milieu naturel capable de provoquer de vrais bouleversements, car d'un point de vue écologique, il existe un paramètre incontournable qui est la température du milieu. Or, dans certains pays industrialisés, l'augmentation de température en aval des centrales électriques peut atteindre 7 à 8°C, ce qui engendre une modification totale des communautés aquatiques et de leurs modes de fonctionnement (**Vincent, 2006**).

I-1-4-3 Pollution biologique :

Il peut s'agir de pollution par des micro-organismes (bactéries, virus, champignons) provenant des égouts qui peuvent proliférer à leur arrivée dans le milieu

La pollution marine en générale et par les pesticides en particulier

marin, même s'il est vrai qu'il s'agit d'un milieu qui ne favorise pas la vie de la plupart des agents pathogènes (**Gravez & Bernard, 2006**).

Cette pollution peut résulter du rejet dans les eaux continentales d'une grande variété de substances organiques fermentescibles d'origines diverses (effluents urbains, matières fécales, industries, élevages, ...) et se traduit par une forte contamination bactériologique. Elle soulève, dans bien des cas, de redoutables problèmes d'hygiène publique : qualité des eaux potables, salubrité des plages, qui ne sont pas limités aux seuls pays du tiers monde. Cette extension incessante de la pollution microbiologique des eaux continentales et littorales a pour conséquence une recrudescence d'affections pathogènes (colibacilles, hépatites, virus entériques, ...) (**Vincent, 2006**).

Il peut également s'agir de l'introduction d'une espèce marine dans une zone où elle est normalement absente et dans laquelle elle a un impact non négligeable (ex : la caulerpe : *Caulerpa taxifolia*) (**Gravez & Bernard, 2006**).

I-1-6 Effet des contaminants sur le milieu marin :

L'impact de la pollution dépend de l'état de santé de la personne, de la concentration des polluants, de la durée d'exposition et de l'importance des efforts physiques réalisés. Ces quatre facteurs sont très importants dans l'évaluation précise de risques sanitaires liés à la pollution chez un individu. (**Khelil, 2007**)

Le risque d'affection microbienne ou virale est réel. Citons par exemple, l'hépatite virale, les dermatoses « balnéaires » et les affections Oto-rhino-laryngologiques (**Misch, 1998**).

Il est à noter que les niveaux de pollution marine augmentent de jour en jour dans les zones côtières, ceci a eu pour effet direct une baisse de ressources halieutiques et une augmentation inquiétante de nombre de plages interdites à la baignade (**M.A.T.E, 2002**).

I-1-6-1 Risque pour la santé de l'homme :

Ces états sanitaires ont trait à la santé d'une population humaine. Elles peuvent être liées à l'ingestion d'eau, de poisson ou à un simple contact avec le milieu aquatique.

La pollution marine en générale et par les pesticides en particulier

Elles peuvent aussi intervenir à travers des phénomènes complexes (intoxication au mercure, à MINAMATA au Japon). (**Gaujous, 1995**)

Les personnes qui se baignent dans les eaux polluées par les déversements d'égouts sont souvent atteintes de troubles gastro-intestinaux (diarrhées), d'otites, d'infections des yeux et de la peau et de troubles respiratoires. (**Bourahla et Diffalah, 2007**)

1. Les fruits de mer notamment les mollusques filtreurs (moules et huîtres) sont de plus en plus dangereux pour la consommation humaine et ont un goût de plus en plus désagréable. (**Bourahla et Diffalah, 2007**)
2. Les fruits de mer contaminés par le mercure ont été cause de plus de 2000 cas d'intoxication et de la mort de 53 personnes au Japon (Minamata). (**Bourahla et Diffalah, 2007**).
3. Les épidémies de choléra et d'hépatite virale fréquentes parmi les populations vivant sur les côtes et font à chaque fois de nombreux morts (dues à la consommation de mollusques crus contaminés par des virus). (**Hebbar, 2005**)

I-1-6-2 Incidence sur l'écologie :

L'effet le plus important qu'ont les polluants sur le milieu marin, c'est peut-être de perturber l'écologie, c'est-à-dire de créer un déséquilibre entre des organismes et leur milieu, et entre des systèmes composés d'organismes d'espèces différentes. C'est souvent un effet insidieux, à long terme, qui peut amener des modifications importantes dans les colonies de poissons présentant un intérêt pour le commerce. (**Waldichuk, 1973**)

I-1-6-3 Effet inesthétique :

Cette troisième catégorie d'effets touche plus à l'agrément, à l'esthétique et à 'l'art de vivre' qu'à l'écologie et aux tendances fâcheuses pour le milieu marin, de la pollution qui offensent essentiellement les sens de la vue, de l'odorat et du toucher. Les hydrocarbures fournissent un exemple particulièrement bien connu de ce type de pollution, forment des reflets sur la surface de l'eau et souillent les plages, ce qui les rend

La pollution marine en générale et par les pesticides en particulier

peu agréables à la vue, et ils communiquent souvent une odeur nauséabonde à l'atmosphère, sans parler des conséquences désagréables pour les baigneurs qui ont souvent les pieds maculés par les résidus de goudron épars sur les plages de sable. **(Waldichuk, 1973)**

I-1-6-4 Effet sur l'économie :

Les pertes de revenus du tourisme, tant national qu'étranger, due à la pollution des eaux littorales et à la dégradation des aménités côtières sont importantes et potentiellement catastrophiques pour certaines économies locales, nationales et régionales. **(Souidi, 2008)**

Outre leur incidence sur la santé humaine, les épidémies dues à la pollution des eaux littorales et des produits marins représentent un grave revers pour les économies des régions touchées par exemple l'épidémie du choléra en Italie en 1973. **(Hebbar, 2005)**

Les pertes économiques pour les pêcheries commerciales de certaines régions où la pêche et la culture marines ont dues être limitées ou abandonnées pour des raisons de santé publique ou encore les stocks de poissons se sont réduits par suite de la destruction des habitats ou des frayères. Aussi, la baisse de la qualité et la réduction des quantités des produits halieutiques des pays en développement. **(Hebbar, 2005)**

I- 2 La pollution marine par les pesticides :

Introduction :

Le terme "pesticides" est une appellation générique couvrant toutes les substances (molécules) ou produits (formulations) qui éliminent les organismes nuisibles, qu'ils soient utilisés dans le secteur agricole ou dans d'autres applications **(INRA, 2006)**. La substance ou le microorganisme qui détruit ou empêche les organismes nuisibles de s'installer sur leurs hôtes est désignée substance active à laquelle sont associés dans la préparation un certain nombre de «formulant» (mouillants, solvants, anti-mousses, ...etc.) qui la rendent utilisable **(ACTA., 2005)**.

Les pesticides sont présents dans presque tous les milieux de l'environnement y compris les eaux de surface, les eaux souterraines, l'air ambiant, la poussière, le sol, le brouillard, la pluie et la glace (**Berrah, 2011**).

1. Contamination des milieux aquatiques par les pesticides

Après la Seconde Guerre Mondiale, l'avènement de l'utilisation des pesticides dans l'agriculture dite conventionnelle a provoqué, outre la transformation de l'agriculture en gestion des pathologies végétales, une contamination massive des hydrosystèmes à l'échelle mondiale. L'observation de ces contaminations dans l'environnement a commencé dès la fin des années 1950 avec le développement de techniques analytiques (chromatographie d'absorption et spectrophotométrie infra rouge par exemple) capables de mesurer les pesticides à des concentrations de l'ordre du $\mu\text{g.L}^{-1}$ (**Rosen et Middleton, 1959**). Quelques années plus tard sont apparus les premiers écrits subversifs, critiques politico-sociales et scientifiques, dont le fameux « Printemps Silencieux » de Rachel Carson (1962) qui a provoqué l'émergence du mouvement écologiste aux Etats-Unis et a causé l'interdiction du dichlorodiphényltrichloroéthane (DDT) dix ans plus tard.

Aujourd'hui, des contaminations ont été mises en évidence dans les masses d'eau des cinq continents, de l'embouchure du Nil (**El-Kabbany et al., 2000**) à la grande barrière de Corail (**Kennedy et al., 2012**), et du nord de l'Inde (**Sankararamakrishnan et al., 2005**) au sud du Chili (**Palma et al., 2004**). Toutes les masses d'eau sont concernées, qu'elles soient de surface (**Readman et al., 1993; Zhou et al., 1999**), souterraines (**Boyd, 2000; Carabias-Martinez et al., 2004**) ou littorales (**Munaron et al., 2012**). **Isaksson et al. (2003)** ont également rapporté des contaminations des calottes glacières de l'archipel de Svalbard au nord de la Norvège, illustrant la mobilité et la persistance de certains composés. La multiplicité des usages accentue également le caractère ubiquiste de la contamination, avec notamment l'émergence des usages urbains (**Wittmer et al., 2010**), et non agricoles de manière plus générale (entretien de la voirie, entretien des axes ferroviaires, jardinage).

2.2. Transfert des contaminants :

Trois grands processus de dispersion dans l'environnement sont communément admis : la volatilisation, le ruissellement et le lessivage des sols ou infiltration. Les pesticides peuvent rejoindre le compartiment atmosphérique soit directement lors de l'épandage (application par pulvérisation qui facilite la volatilisation ; **(Watanabe, 1998)**), soit après application sous forme adsorbée (adsorption des pesticides sur les particules puis érosion éolienne du sol (**Klöppel et Kördel, 1997**) ou bien sous forme dissoute (vaporisation directe ou *via* l'évaporation de l'eau depuis le sol vers l'atmosphère ; **Cherif et Wortham, 1997**). La prévalence de l'un ou l'autre de ces mécanismes sera déterminée sélectivement par 1) la structure chimique de la substance active, 2) les caractéristiques du sol et 3) par les conditions météorologiques. Une fois arrivés dans l'atmosphère, les polluants peuvent être entraînés par les précipitations (**Rouvalis et al., 2009**) et redéposés au sol ou dans les eaux de surface.

Le ruissellement, ou écoulement de surface, dépend à la fois de l'intensité des précipitations et de la capacité d'infiltration du sol. Ce phénomène peut participer à hauteur de 90 % à l'exportation totale de pesticides consécutive à un traitement si les précipitations surviennent peu de temps après l'arrivée du produit au sol. En effet, ce laps de temps est décisif du fait qu'il conditionne d'une part le taux de dégradation des molécules et d'autre part leur capacité d'adsorption dans le sol par différents types d'interactions (van der Waals, coulombiennes, liaisons hydrogène). Cette capacité d'adsorption, reflet de la mobilité des composés dans l'environnement lors d'épisodes pluvieux, est habituellement caractérisée par le coefficient de partage eau-carbone organique (K_{oc}), défini comme le ratio de la constante de partage sol-eau et de la teneur du sol en matière organique. Effectivement, l'adsorption des pesticides s'est révélée être plus dépendante de la teneur en matière organique (composés humiques principalement) que de la nature du substrat (**Barriuso et al., 1996**). Par ailleurs, lors de fortes précipitations, l'érosion du sol peut apporter une contribution majeure au transfert des molécules les moins solubles vers les eaux de surface sous forme adsorbées, et impliquer de fortes teneurs dans la fraction particulaire des hydrosystèmes exutoires.

La pollution marine en générale et par les pesticides en particulier

La dispersion des contaminants peut également se faire par infiltration à travers le sol. Les composés se dissolvent alors dans l'eau issue des précipitations puis percolent et/ou diffusent verticalement dans le sol. On différencie les phénomènes de percolation et de diffusion par l'échelle temporelle à laquelle opèrent chacun des processus. Le premier consiste en un écoulement gravitationnel rapide vers les nappes souterraines à travers les macropores ou les fissures, et le deuxième, plus lent, est basé sur des phénomènes de diffusion chimique des contaminants dans la fraction immobilisée de l'eau présente dans le sol. Plusieurs paramètres conditionnent l'ampleur de l'infiltration : porosité, perméabilité, teneur en eau, et pH du sol. L'arrivée des polluants dans les nappes est par conséquent fortement soumise à l'intensité du processus d'infiltration, mais dépend également du taux d'adsorption des molécules (affinité des composés avec la matrice solide), de la profondeur de l'aquifère, ainsi que de la rapidité de dégradation.

Plusieurs études mettent en évidence des contaminations du milieu marin littoral par les pesticides (**Auby et al., 2007; Comoretto et al., 2007; Kennedy et al., 2012; Munaron et al., 2012**). Bien qu'il existe ponctuellement des usages de pesticides spécifiquement « marins » (**Carro et al., 2012**), la majorité des apports arrivent par les fleuves et sont par conséquent attribuables à des usages continentaux. En effet, dans la plupart des cas, les résidus de pesticides issus d'usages agricoles ou non agricoles terminent leur trajet dans les eaux marines (**Pérez-Carrera et al., 2007**).

Un grand nombre d'études se concentrent sur les contaminations du milieu marin par les pesticides hydrophobes (**Kelly et al., 1993; Basheer et al., 2002; Sapota, 2004; Lin et al., 2012**), alors que les composés plus hydrophiles dits émergents ne sont étudiés que depuis très récemment (**Comoretto et al., 2007; Shaw et al., 2009b; Kennedy et al., 2012; Munaron et al., 2012**), grâce à l'apparition de techniques analytiques plus performantes, à même de pallier les facteurs de dilution généralement très élevés dans ce type de milieux (limite de détection de l'ordre du ng.L⁻¹). Dans un article récent, **Munaron et al. (2012)** font état d'une contamination en herbicides maximale dans les milieux lagunaires ou semi-fermés du littoral méditerranéen français (étang de Thau, étang de Berre, baie du Lazaret). Ainsi, ces zones d'interface (comme le Bassin

La pollution marine en générale et par les pesticides en particulier
d'Arcachon) sont sujettes à recevoir une pression phytosanitaire plus élevée que les milieux littoraux côtiers.

Chapitre 11

Etude de la matière vivante

II-2 Présentation de l'espèce oursin :

L'oursin commun *Paracentrotus lividus* (**Lamarck, 1816**) est un échinides à sexes séparés gonochorique ne présentant pas de dimorphisme sexuel. Il a une vaste répartition toute au long des côtes du bassin méditerranéen (**San Martin, 1995**). Il est inféodé de l'étage médiolittoral, à l'infralittoral allant jusqu'à une profondeur de -80 m (**Munar et Moreno, 1987**). Il utilise comme refuges différents habitats qu'ils soient rocheux, sablonneux ou des prairies de *Posidonia oceanica* et *Cymodocea nodosa* (**Semroud, 1993; Guettaf et al, 2000 et Bayed et al, 2005**). Le long de la côte Algérienne, *Paracentrotus lividus* est une espèce dominante dans les écosystèmes d'eau peu profonde où l'on peut trouver jusqu'à 25 individus / m² (**Semroud, 1993**).

Son rôle écologique comme opportuniste est important dans les différents écosystèmes. À travers son activité de pâturage, *Paracentrotus lividus* contrôle, localement, la dynamique des herbiers (**Tomas et al, 2004**).

Les oursins possèdent les caractéristiques recherchées chez un bio-indicateur : ils sont sessiles ou ne se déplacent que sur de courtes distances, sont faciles à capturer et à identifier et comptent parmi les espèces prédominantes de la macrofaune benthique de nombreux écosystèmes marins (**Warnau et al, 2006**). De plus, le régime alimentaire spécifique de cet organisme (brouteur) peut fournir des renseignements précieux sur les transferts trophiques des différents polluants étudiés (**Den Besten et al, 2001 et Warnau et al, 2006**).

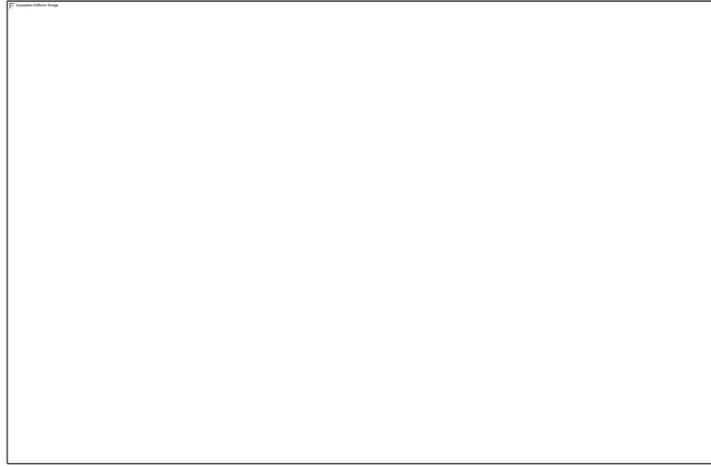


Photo 01: Oursin commun (*Paracentrotus lividus*) (original, 2017)

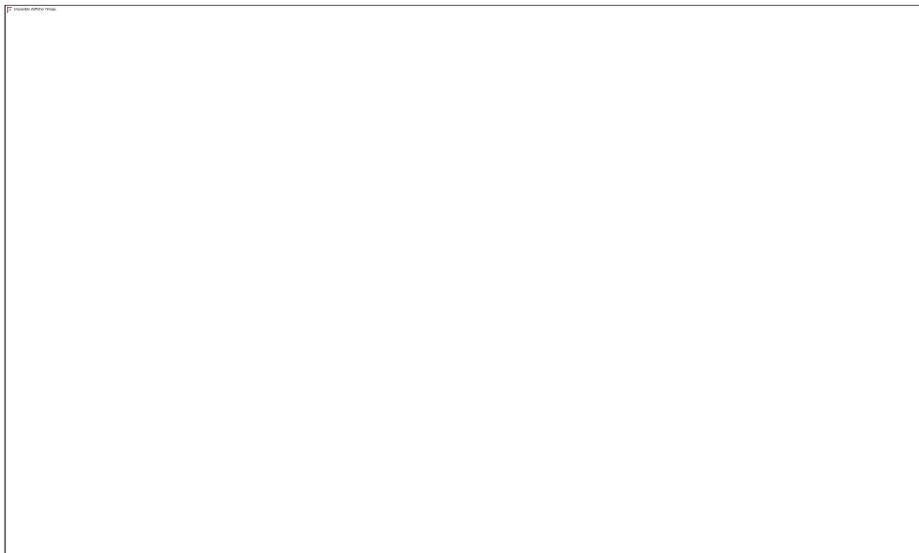
Etude de la matière vivante

II-3 Systématique et répartition géographique :

II-3-1 Systématique :

La position systématique de l'oursin *Paracentrotus lividus* est la suivante.

Tableau 01 : Classification de *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816)



II-4 Caractères morphologiques :

II-4-1 Morphologie externe :

Corps légèrement déprimé, membrane peristoméale avec un petit nombre de plaques éparses ; incisions péristoméales peu marquées ; un seul tubercule et un seul piquant

primaire sur chaque plaque ambulacraire et interambulacraire ; tubercules et piquants secondaire bien développés sur les plaques interambulacraire ; plaques ambulacraires à cinq paires exceptionnellement quatre ou six. Piquants robustes et pointus ; mâchoires de pédicellaires globuleux munies de dents latérales et d'une seule glande, pédoncule sans glandes; pédicellaires tridactyles a mors longs et étroites, au bord crénelé, la coloration des piquants et violets verts, olives, rougeâtres au bruns; test nu vert, à périprocte violet (**Souidi, 2008**).

Etude de la matière vivante

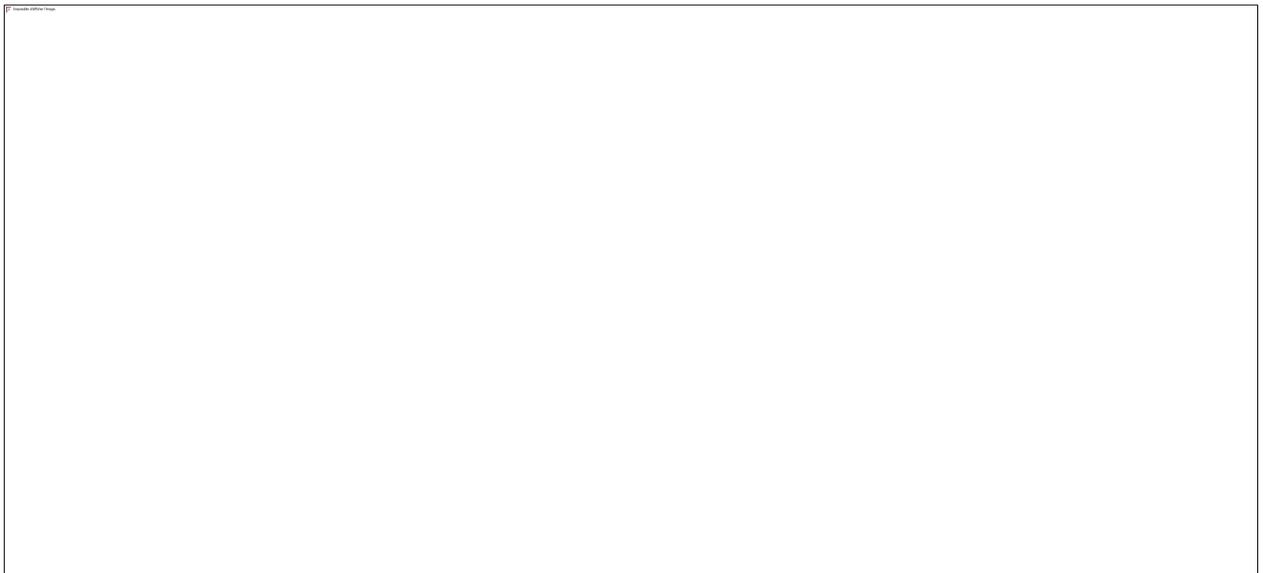


Figure 1 : Morphologie externe de l'oursin *Paracentrotus lividus*

(Beaumont, 1998) : A : Face orale et B : Face aborale.

II-4-2 Appareil venimeux :

II-4-2-1 Les piquants :

Les piquants sont assez représentatifs de la famille des Oursins, ce qui les différencie des autres Echinodermes. Le plongeur ou le baigneur peut marcher dessus et se blesser par inadvertance. Les blessures qu'occasionneront les piquants d'oursins peuvent se compliquer en induisant des réactions immunitaires causées par les fragments d'épithélium du piquant insérés dans la plaie. Ils peuvent également être à l'origine d'infections bactériennes secondaires (**Feral, 1994**)

Ils servent essentiellement à la défense des individus contre un prédateur (**Feral, 1994**)

Etude de la matière vivante

Le plus souvent, ces piquants sont rigides, et varient en taille et structure selon les familles. On distingue ainsi des piquants primaires et des piquants secondaires (**Feral, 1994**)

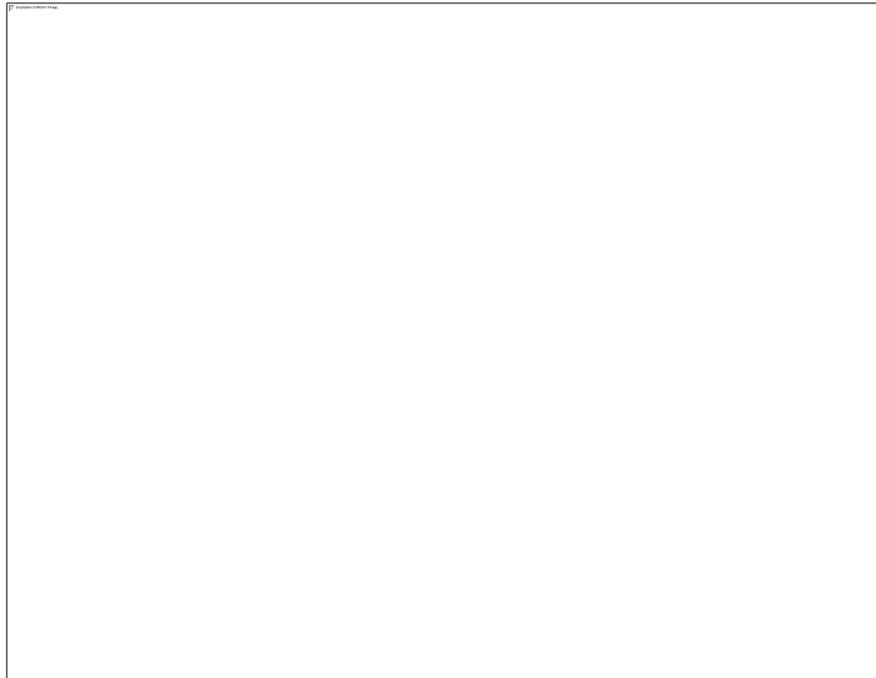


Figure 2 : Piquant et son tubercule (De Ridder, 1986)

II-4-3 Anatomie interne :

Ils peuvent se déplacer préférentiellement la nuit, grâce à des pieds à ventouse ou pieds ambulacraires, sur des distances allant jusqu'à 3 mètres. Les plaques ambulacraires du squelette interne de l'oursin sont percées de 2 rangées de pores qui permettent le passage des 2 canaux qui relient le pied locomoteur à une vésicule interne. Une plaque squelettique calcaire particulière, la plaque madréporique qui se trouve sur la face supérieure ou dorsale et qui est criblée de trous, permet l'entrée et la sortie de l'eau de mer rendant les pieds ambulacraires flasques ou turgides par modification de la pression interne (**Benghali, 2006**).

Etude de la matière vivante

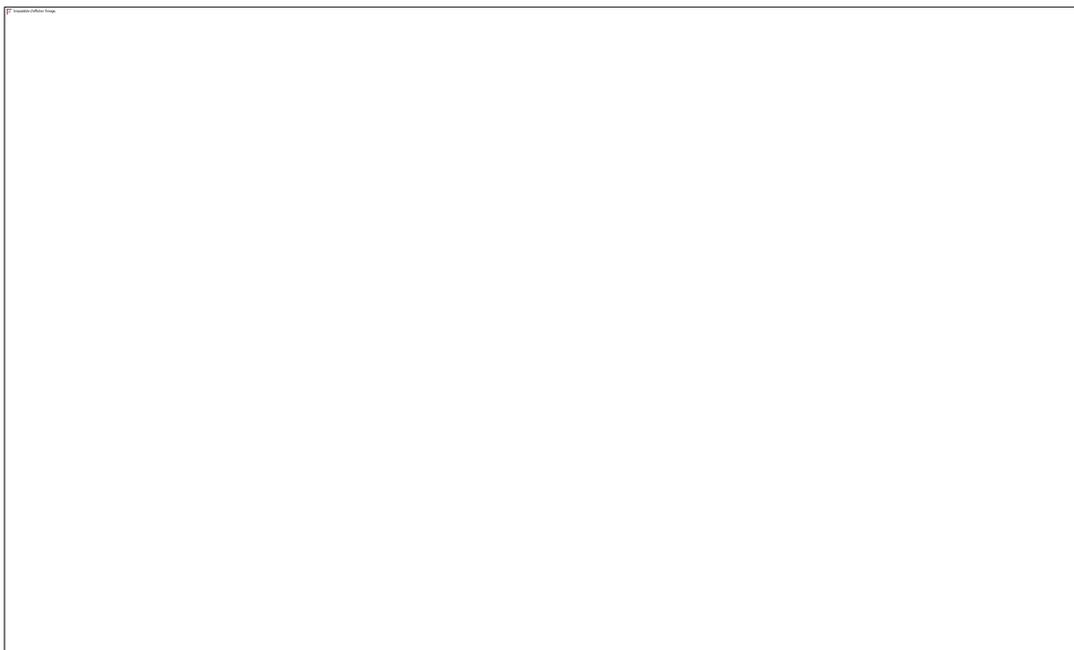


Figure 3: Anatomie interne d'un oursin commun (Tortonese, 1965)

II-5 Biologie et écologie de l'espèce :

II-5-1 Habitat :

Benthique sur le plateau continental de 0 à 80 m de profondeur, en général sur les roches ou les pierres recouvertes d'algues, sur les prairies de posidonies et sur les fonds

sableux ou coralligènes. Peut creuser les rochers ou utiliser les crevasses pour se fixer. Se couvre souvent de petits morceaux d'algues et de coquillages. Vit parfois en groupe, associé en Méditerranée. (Fischer et al, 1987).

II-5-2 Régime alimentaire :

Paracentrotus lividus est essentiellement herbivore mais dans certaines conditions, il peut être omnivore (Neil et Postor, 1973 ; Regis, 1978). On peut retrouver dans son contenu digestif une fraction animale constituée de Foraminifères, de Bryozoaires et de Spongiaires (Traer, 1980 ; Verlaque, 1987).

Paracentrotus lividus consomme principalement des algues photophiles du genre *Podia pavonica*, *Cystoseina buliarica*, (Regis, 1978). Il fait preuve d'une certaine

Etude de la matière vivante

sélectivité (Verlaque, 1987). Dans l'herbier à Posidonies. Cette sélectivité dans l'alimentation varie avec sa taille. Ainsi, il passe de la consommation d'organismes de la strate encroûtante épiphyte des rhizomes et des feuilles (faune sessile) chez les juvéniles aux feuilles et à leurs épiphyte chez les individus de plus 20 mm de diamètre sans les radioles (Verlaque, 1987), pour enfin, consomme préférentiellement la partie la plus épiphyte de la feuille (Traer, 1980)

II-5-3 Croissance :

Pendant les 4 premières années de sa vie, l'oursin croît d'environ 1 cm de diamètre par an (piquants exclus) ensuite, sa croissance ralentie. Leur diamètre peut atteindre environ 8 cm (piquants exclus) pour une longévité qui peut dépasser les 10 ans (la longévité moyenne est de 9 ans) (Casamajor et al, 2014). La taille maximale et la longévité sont cependant très variables suivant les secteurs, même très proches géographiquement mais soumis à des conditions environnementales différentes. Un effet « latitude » est également avancé, les individus seraient plus grands et vivraient plus longtemps en Atlantique qu'en Méditerranée (Casamajor et al, 2014).

II-5-4 Reproduction :

L'oursin est un ovipare à sexes séparés (gonochoriques), la libération des cellules mâles et des cellules femelles a lieu dans l'eau ; la fécondation (union des gamètes) est donc externe (**Souidi, 2008**).

Chez tous les Echinodermes, l'oeuf petit, pauvre en vitellus (réserves) se segmente, donne une larve ciliée nageuse et pélagique à symétrie bilatérale la *dipleurula*, excepté chez les Crinoïdes et certaines Holothuries (larve en tonnelet) (**Souidi, 2008**).

Le développement des organes reproducteurs chez *Paracentrotus lividus* est influencé par la profondeur, la température hivernale, la qualité et l'abondance de la nourriture (**Souidi, 2008**).

L'action conjointe de tous ces facteurs fait que les pontes peuvent ne pas intervenir à la même période, d'une année à l'autre, pour un même site ou d'un site à l'autre (**Byrne, 1990**).

Etude de la matière vivante

Chez l'oursin la larve *plutéus*, après métamorphose donne un jeune oursin qui vit sur le fond. La reproduction s'effectue toute l'année mais elle est optimale de septembre à mars (**Tifour et Bahoussi, 2005**).

Les mâles possèdent 5 glandes génitales jaunâtres qui sécrètent une laitance blanche, alors que les femelles ont une laitance rougeâtre (**Benghali, 2006**).

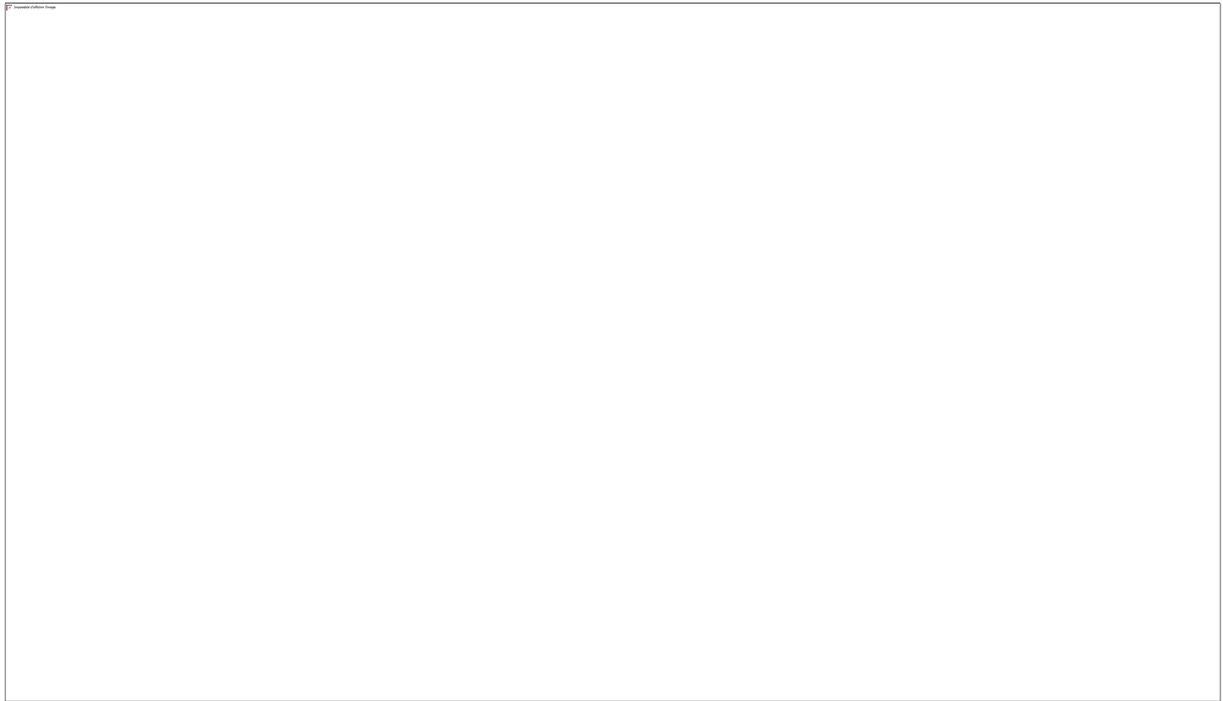


Figure 4 : Cycle de reproduction de *Paracentrotus lividus* et émission des gamètes
(<http://www.maxicours.com>)

II-5-6 Déplacement et migration :

Les mouvements des oursins sont très lents, mais leurs permettent d'aller rechercher leur nourriture, avec une meilleur position vis-à-vis des conditions de leur environnement. Ces mouvements sont le résultat de la combinaison des mouvements élémentaires des podias (extension et raccourcissement), sur lesquels l'oursin se hale **(Tifour et Bahoussi, 2005)**.

Les piquants de la face inférieure servent aussi au cours des déplacements.

Etude de la matière vivante

Chaque piquant est articulé sur le test par l'intermédiaire d'un tubercule rond et de muscles rayonnants tout autour de la base du piquant, par la contraction de ces muscles. De ce fait, le mouvement de chaque piquant qui peut être transmis à l'animal dans certains cas. Les oursins peuvent se déplacer passivement. Ils cessent d'adhérer au substrat et se laissent entraîner par les courants en roulant sur l'extrémité de leurs piquants **(Souidi, 2008)**.

Chapitre III

Présentation de la zone d'étude

Présentation de la zone d'étude

III-2 La région de Beni- Saf :

1.1 - Contexte géographique

La commune de Béni Saf appartient au littoral ouest de la Wilaya de Ain Temouchent, elle couvre une superficie de 61,62 Km² soit 6 162 Ha, entre les coordonnées Lambert : X1=1° 18' Ouest X2 = 1° 28' Ouest de longitude.

Y1= 35° 14' Nord Y2 = 35° 19' Nord de latitude.

Elle est partagée entre la frontière avec la commune de Sidi Safi à l'Est et la commune d'Emir Abdel Kader au Sud et l'Oued Tafna à l'Ouest et la mer Méditerranéenne au Nord. (Merioua, 2014) .

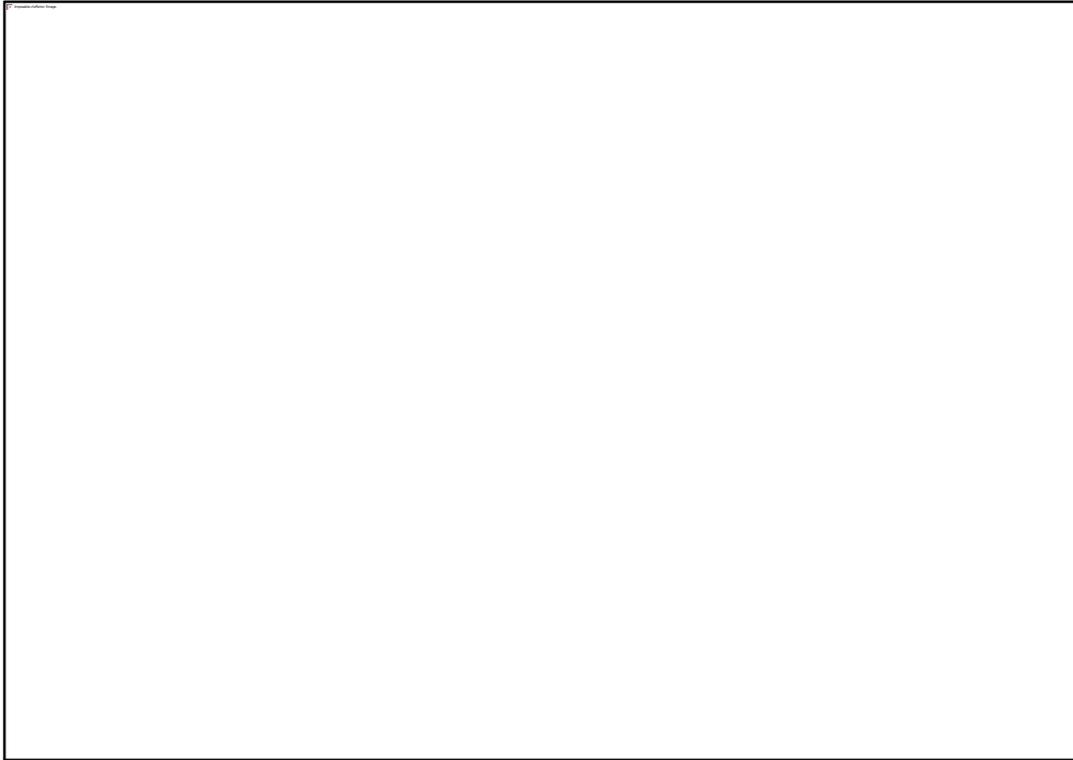


Figure 5 : Baie de Béni Saf (Google Maps, 2017).

2. Climatologie :

Le climat se définit comme l'ensemble des phénomènes (pression, température, humidité, précipitations, ensoleillement, vent, etc.), qui caractérisent l'état moyen de l'atmosphère et de son évolution en un lieu donné (Sighomnou, 2004).

Le climat de la zone d'étude Beni saf (Nord de Ain Temouchent) comme tout le

Présentation de la zone d'étude

climat de l'Ouest algérien relève du régime méditerranéen à deux saisons bien déterminées, celle des pluies en saison froide et celle de la sécheresse en saison chaude de l'année. Ainsi ce type de climat est caractérisé par l'irrégularité des précipitations durant le mois et l'année. Ceci influè sur la physionomie et la régénération des peuplements végétaux naturels et aussi les succès des repeuplements et les reboisements dans la région.

La caractéristique première de l'écosystème méditerranéen est climatique. Le climat méditerranéen est défini par un été sec et chaud et une période pluvieuse correspondant aux saisons relativement froides allant de l'automne au printemps (**Aidoud, 2000**).

D'une manière générale d'après (**Seltzer, 1946**), le climat du l'Ouest algérien ce qu'on appelle l'Oranie en particulier, la région de Béni Saf est influencée d'une part par la chaîne de montagne du Sud de l'Espagne qui vide le grand courant Nord-Ouest, chargé d'humidité et d'autre part de l'atlas Marocain (Rif) qui éloigne les vents humides qui proviennent de l'Atlantique. Ceci limite les précipitations dans cette partie du pays, ce qui en fait une zone plus sèche sur une période presque de 8mois de l'année avec une végétation plus ou moins dense (matorral et broussailles).

1 Précipitations

Les précipitations en Algérie diminuent du Nord au Sud et de l'Est à l'Ouest.

La région Ouest reçoit en moyenne 300 à 400 mm/an, mais il y'a des exceptions au sein des zones les plus élevées montagnardes de Tlemcen (810 m) où les précipitations moyennes sont supérieures à 400 mmlan (**O.N.M, 2006**).

L'examen moyen du tableau N° III-2, montre les quantités des précipitations mensuelles de la période allant de 1996 à 2006 (données O.N.M de la station de Béni Saf) révèle ce qui suit:

Les précipitations atteignent en moyenne 328,54 mm /an, avec un maximum de 435 mm enregistré en 2003 et un minimum de 218 mm enregistré pendant l'année 1998.

Un déficit hydrique parait dès le mois de juin et juillet avec 0 mm depuis 1999 jusqu'à 2001, il devient maximal avec 4 mm en mois d'Août dans l'année 2000, une saison sèche et aride, qui correspond aux trois mois consécutifs, ayant un minimum de pluviométrie.

Une saison pluvieuse regroupe les neufs mois restants de l'année dont les mois les plus

Présentation de la zone d'étude

humides atteignent en moyenne (Tab. 2 et Fig. 6):

*En novembre avec 65,82 mm;

*En décembre avec 46,18 mm;

•En janvier avec 47,18 mm.

Tableau 02: Précipitations mensuelles moyennes exprimées en (mm) allant de 1996-2006 de la région de Béni Saf (d'après l'O.N.M.).

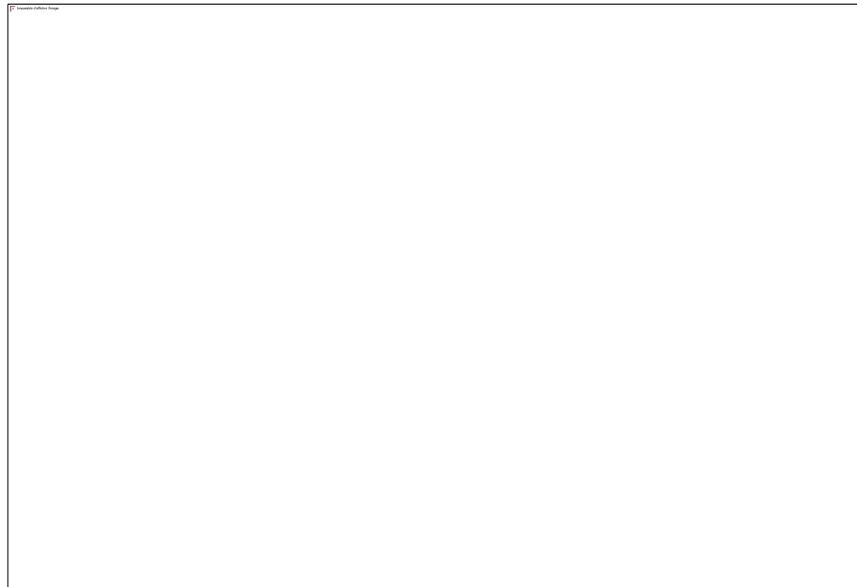


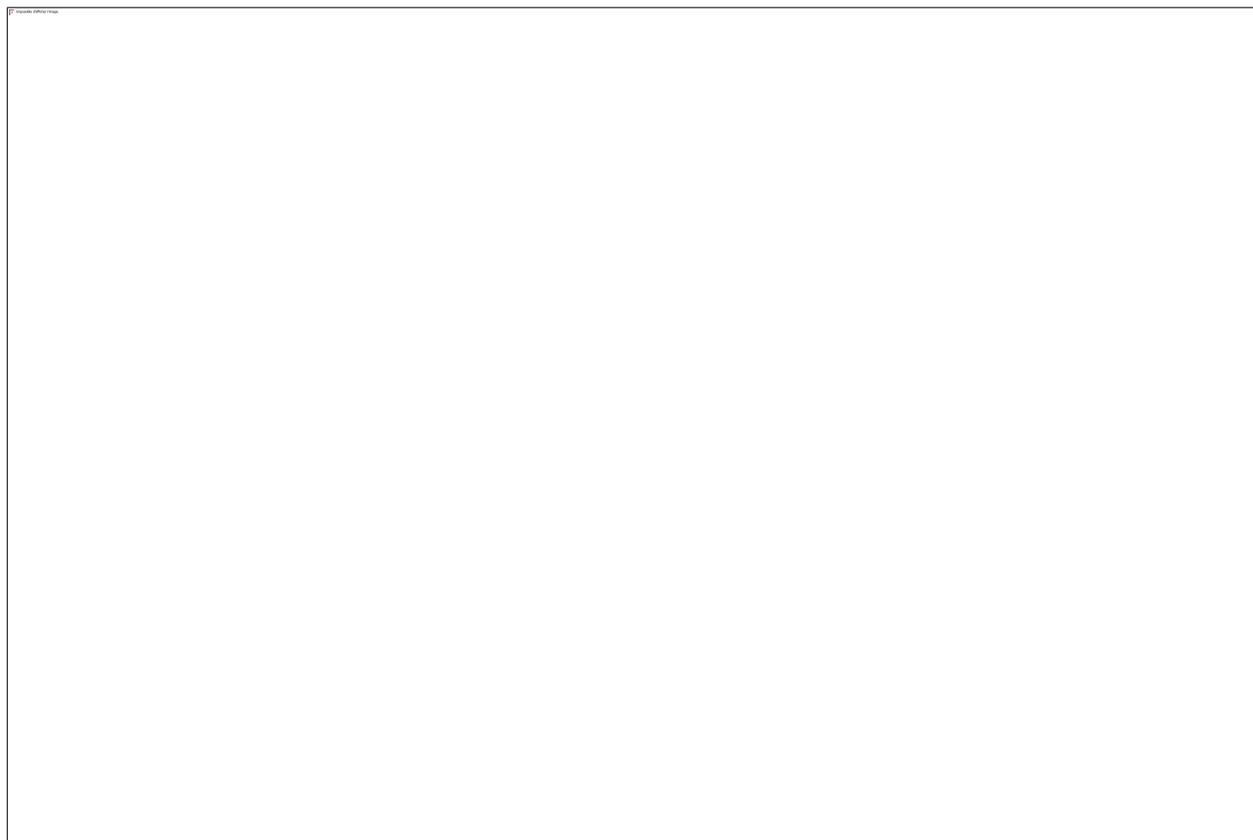
Figure 6 : Variations mensuelles des précipitations de la période: 1996-2006
(O.N.M de Béni Saf) .

Présentation de la zone d'étude

Températures :

Généralement les températures jouent un rôle écologique et physiologique très important. **Duchauffour (1983)**, a considéré que la température est le deuxième facteur important sur le climat. Elle est directement responsable de la répartition, de la croissance, de la reproduction des végétaux et de l'évolution des sols (pédogénèse).

Tableau 03 : Températures mensuelles moyennes exprimées en (°C) allant de 1996 à 2006 de la région de Béni Saf (d'après l'O.N.M).

A large empty rectangular frame, likely intended for a table or chart, but currently blank.

Présentation de la zone d'étude

Tableau 04 : Températures mensuelles maximales moyennes (M), et minimales (m) exprimées en (°C) allant de 1996 à 2006 de la région de Béni Saf (d'après l'O.N.M).

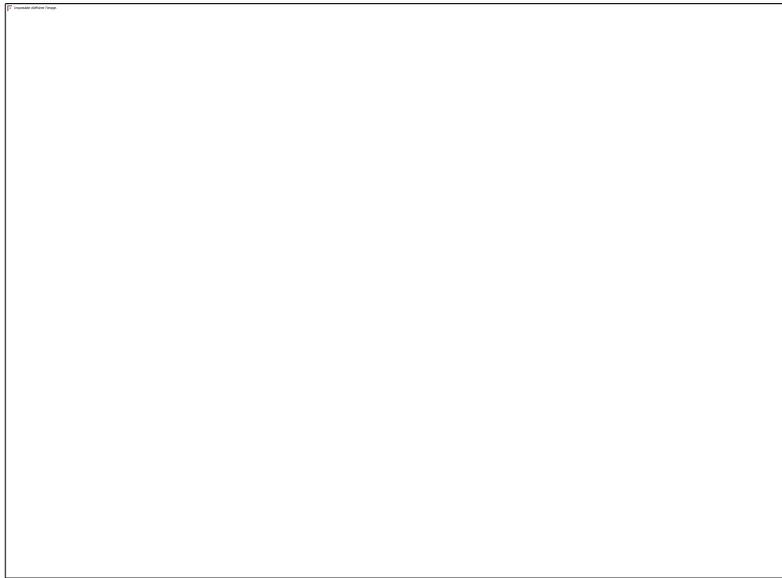


Figure 07: Variations mensuelles des températures de la période: 1996-2006
(O.N.M de Béni Saf).

Présentation de la zone d'étude

Diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gaussen (1953)

Le diagramme ombrothermique de la région de Béni Saf (**Figure 8**) est caractérisé par une saison sèche qui s'étend sur sept mois par an, du mois d'Avril jusqu'à Octobre.

Les précipitations coïncident avec la période des faibles températures et les mois de juillet et Août sont les plus secs et les plus chauds.

Le climat de la région est un climat de type méditerranéen, qui est caractérisé par la concentration des pluies durant la période froide de l'année ; il y a coïncidence de la saison sèche et de la saison chaude.

L'ensemble des caractéristiques climatiques ont un lien direct avec la répartition et le développement de la végétation qui sera traité dans les chapitres suivants (**Abi Ayed, 2008**).

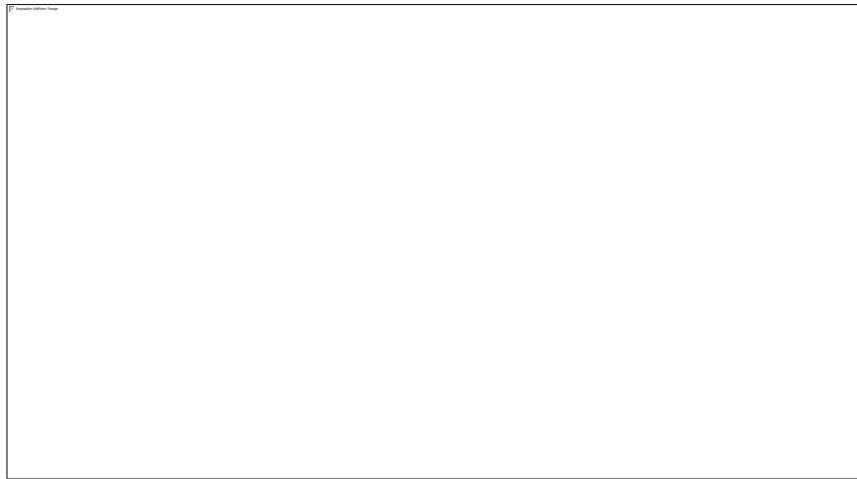


Figure 8 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la région de Beni Saf (1980- 2004) .

3. Vents :

La région côtière de Béni-Saf est située à proximité de l'embouchure de l'Oued Tafna ; elle se trouve à une altitude de 68 mètres en pleine exposition maritime axée sur le couloir de la vallée de la basse Tafna orientée globalement du Nord au Sud (**Aimé, 1991**).

Cette région se caractérise par des vents plus au moins moyens à faibles. La répartition annuelle de la vitesse moyenne des vents calculée au niveau de la station de Béni-Saf sur décennie 2001 - 2010, montre deux maximum : l'un en décembre (2,5 m /s), L'autre en janvier (2,6m/s) et un minimum de 1,5 m/s en juillet et août (**ONM., 2015**).

Chapitre VI

Matériels et méthodes

Matériels et méthodes

1. Choix et description des sites d'études :

Nous avons choisi deux sites de prélèvements situés au long de la baie de Béni –Saf.

Cette zone représente un intérêt pour les différents taxons des échinodermes.

Fréquences des sorties

Nous avons effectué un total de huit sorties (deux fois par mois), allant de Février à Mai 2017.

1 ère station :

Plage de puits

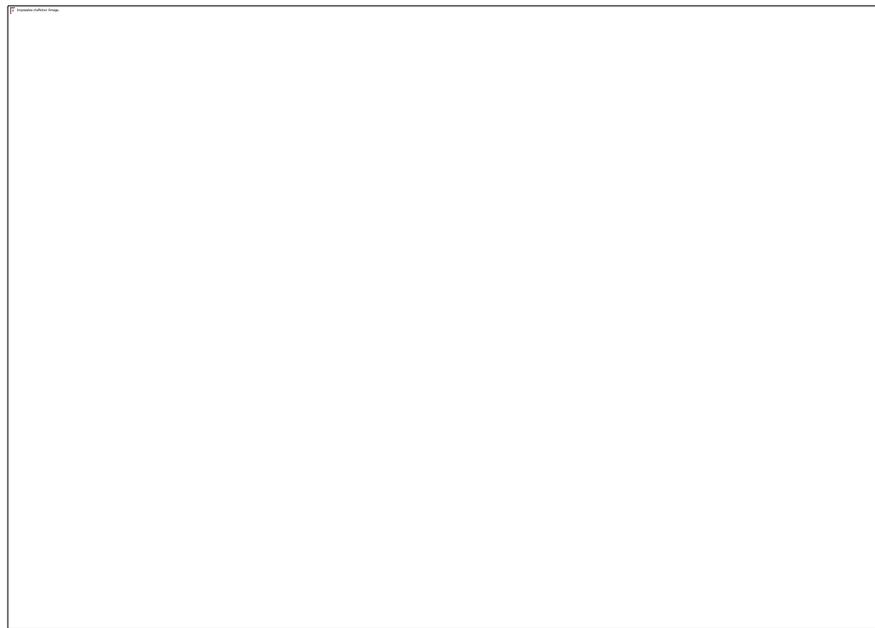


Photo 2 : Plage de puits (original, 2017)

Matériels et méthodes

2 ème station :

Plage de Madrid

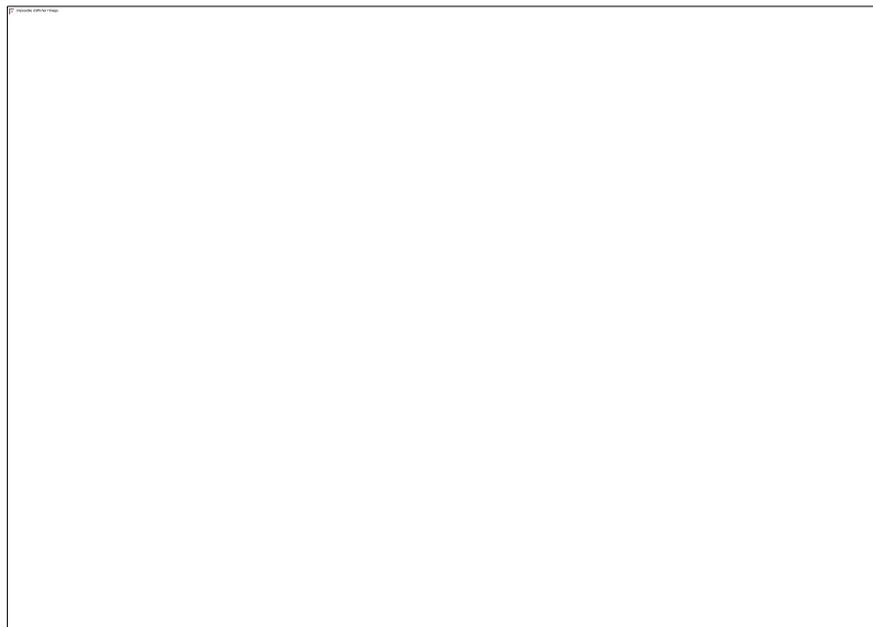


Photo 3 : Plage de Madrid (original, 2017)

2. Méthode de prélèvement :

La collecte des oursins a été réalisée dans la région de Béni –Saf, par une méthode directe par <<chasse à vue >>, dans le but d'enrichir notre inventaire et de révéler ainsi la diversité du site. Elle consiste à capturer les oursins directement à l'aide d'une pince.

3. Travail au laboratoire :

La recherche et dosage de résidus des pesticides organophosphorés dans les oursins commun (*Paracentrotus lividus*) nécessitent des techniques d'extraction, de séparation et détection très performantes afin de traiter rapidement un grand nombre d'échantillons susceptible de contenir plusieurs substances actives.

Les méthodes chromatographiques sont parmi les techniques les plus utilisées, les techniques mises en œuvre : chromatographie en phase liquide ou en phase gazeuse sont associées aux méthodes de détection courantes ou bien à la spectrométrie de masse pour atteindre des limites de détection de plus en plus basses garantissant ainsi la qualité des produits de consommation.

Matériels et méthodes

4. Chromatographie Liquide Haute Performance (HPLC) :

1. La chromatographie en phase liquide :

La chromatographie permet la séparation ou la purification d'un ou de plusieurs composés d'un mélange en vue de leur identification et de leur quantification.

La chromatographie en phase liquide a permis de réaliser des analyses qui n'étaient auparavant pas possible avec les techniques sur couche mince ou en phase gazeuse.

A l'origine la chromatographie en phase liquide se faisait sur des colonnes en verre. Le liquide traversait la phase stationnaire par gravité ou sous faible pression. Puis pour augmenter le débit, des manipulations ont été réalisées sous pression plus forte. C'est ce que l'on a appelé la chromatographie liquide sous haute pression (HPLC). Très rapidement le P de pression est devenu le P de performance lorsque l'on a optimisé la technique (diminution de la taille de particules de la phase stationnaire, régularité de cette phase...).

1. Principe :

Les composés à séparer (solutés) sont mis en solution dans un solvant. Ce mélange est introduit dans la phase mobile liquide (éluant). Suivant la nature des molécules, elles interagissent plus ou moins avec la phase stationnaire dans un tube appelé colonne chromatographique.

La phase mobile poussée par une pompe sous haute pression, parcourt le système chromatographique.

Le mélange à analyser est injecté puis transporté au travers du système chromatographique. Les composés en solution se répartissent alors suivant leur affinité entre la phase mobile et la phase stationnaire.

En sortie de colonne grâce à un détecteur approprié les différents solutés sont caractérisés par un pic. L'ensemble des pics enregistrés est appelé chromatogramme.

2. Appareillage :



La phase mobile est pompée à partir d'une bouteille et parcourt en permanence le chromatographe : l'injecteur, la colonne dans le four et le détecteur. La température du four est maintenue constante.

Le signal du détecteur est amplifié et enregistré.

1. Réservoir de la phase mobile (solvant)

Le plus souvent ce réservoir est une bouteille en verre dans lequel plonge un tube avec une extrémité filtrante en téflon. S'il est nécessaire le dégazage peut se faire par agitation puis conservation du solvant sous atmosphère d'hélium.

2. Pompe

Elle délivre en continu la phase mobile. Elle est définie par la pression qu'elle permet d'atteindre dans la colonne, son débit, et la stabilité du flux. Actuellement les paramètres d'une pompe sont :

* débit : 0,01 à 10 mL/min

* stabilité < 1% (<0,2% pour des chromatographies d'exclusion diffusion)

* pression maximale > 350 bars

Certaines sont pilotées par informatique (bien utile lors de l'utilisation de gradient d'éluion).

3. Injecteur

Le type d'injecteur le plus couramment utilisé comporte une vanne à boucle d'échantillonnage d'une capacité fixe (10, 20, 50 μL ...). Cette boucle permet d'introduire l'échantillon sans modifier la pression dans la colonne.

4. Colonne

En mode analytique, les colonnes en inox ont généralement un diamètre interne de 4,6mm. La longueur est de 5, 10, 15, ou 25cm. Le remplissage (en silice, silice greffée ou particules polymériques) a une granulométrie de 3, 5, ou 10 μm . Le diamètre interne d'une colonne est usuellement de 4 ou 4,6 mm. Si des substances pures doivent être collectées en fin de chromatogramme des colonnes de gros diamètre seront nécessaires.

5. Détecteurs

Le détecteur suit en continu l'apparition des solutés. Pour détecter, on utilise différents phénomènes physico-chimiques. Le signal obtenu est enregistré en fonction du temps. Généralement, on compare le signal obtenu pour la phase mobile et le soluté à celui de la phase mobile seule.

6. Intégrateur

La chromatographie est une méthode de séparation utilisée en vue d'un dosage. Il faut donc avant tout chercher à séparer correctement les pics avant de les intégrer. Une intégration consiste à mesurer la surface sous un pic.

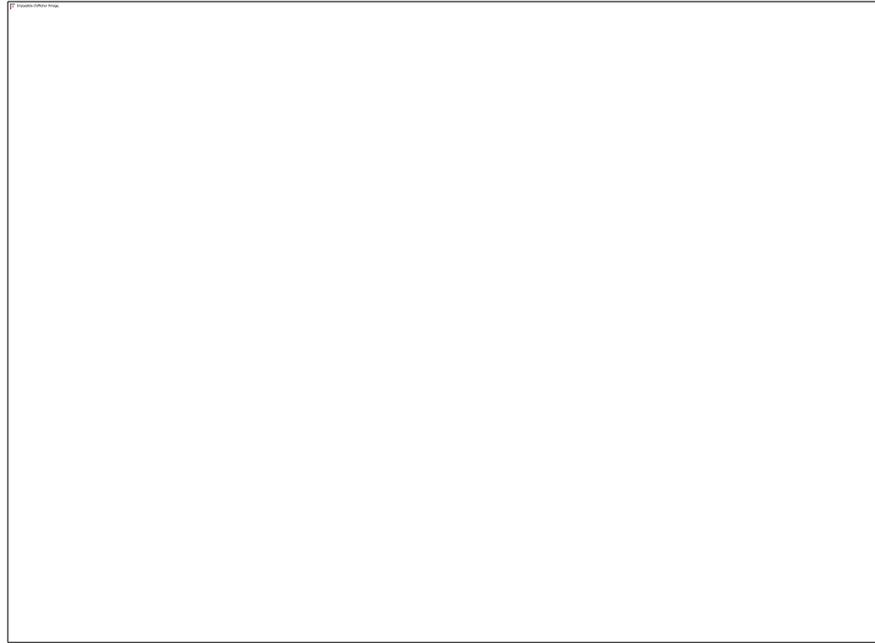


Photo 4 : Chromatographie Liquide Haute Performance (HPLC) (original, 2017).

7. Matériel :

1. Matériel chimique :

Le pesticide : lindane et DDT testé est choisi parmi ceux communément utilisés pour les traitements zoo-sanitaires des oursins communs dans la région de Béni-Saf.

Les pesticides peuvent être testés en mélange en fonction de leur nature chimique, de leurs modes d'action ou de leurs cibles selon l'index zoo-sanitaire. Pour l'analyse chimique l'acétonitrile eau extra pure. Tous les solvants utilisés sont de pureté chromatographique (HPLC grade).

2. Matériels de laboratoire :

1. pince
1. Entonnoir de buchner
2. Ballon de 500 ml
3. Ampoule
4. Flacons de 5ml
5. Evaporateur rotatif

3. Méthodes :

La méthode d'extraction mise en œuvre est celle proposée par Steinwandier ; 1985 c'est une extraction simple de résidus par de l'acétone suivie d'un partage acétone eau dichlorométhane (2 : 1 :1.5) pour avoir la phase organique contenant les résidus qui seront concentrés à 1 ml.

3. Préparation de l'échantillon et procédure d'extraction :

1. Préparation de l'échantillon :

Pour l'extraction des résidus dans les animaux nous devons respecter 3 points d'intérêt essentiel.

Le rapport acétone eau doit être deux volumes d'acétone pour un volume d'eau c'est-à-dire que 200ml d'acétone sont rajoutés pour l'extraction d'un volume eau + échantillon égal à 100 ml. 30 grammes de Chlorure de Sodium (NaCl) sont utilisés pour séparer les résidus des organophosphorés dans la phase organique, 150 ml de dichlorométhane sont ajoutés pour enlever l'eau de la phase organique.

2. Préparation de la solution aqueuse :

La teneur en eau des échantillons sur lesquels nous avons travaillé pour déterminer les résidus d'organophosphorés est supérieure à 70%. Chaque échantillon oursin (*Paracentrotus lividus*) doit peser 100 g. Une quantité d'eau est additionnée à chaque échantillon afin d'obtenir un total de 100 g selon la formule 100-TE où TE représente la teneur en eau de l'échantillon. Pour tout ce qui est *Paracentrotus lividus*, on ajoute 15ml d'eau distillée. Pour l'oursin l'apport en eau distillée est seulement 5ml.

3. Extraction

Extraction liquide – liquide

La méthode consiste à extraire les pesticides hydrophobes se trouvant dans l'eau par un solvant approprié et non miscible avec l'eau. L'extraction est effectuée sur un volume important de l'échantillon dans une ampoule à décanter puis le solvant est évaporé et le résidu est repris dans le milieu adéquat pour être analysé. Boussahel, (2001) note l'utilisation du dichlorométhane comme solvant d'extraction et souligne que cette méthode est déjà homologuée et normalisée pour le dosage de 15 pesticides

organochlorés et Organophosphorés. L'extrait obtenu est injecté directement en chromatographie (Boussahel., 2001).

4. Mode opératoire et technique d'extraction

1. Mode opératoire :

Les aliments sont d'abord coupés séparément en petits morceaux

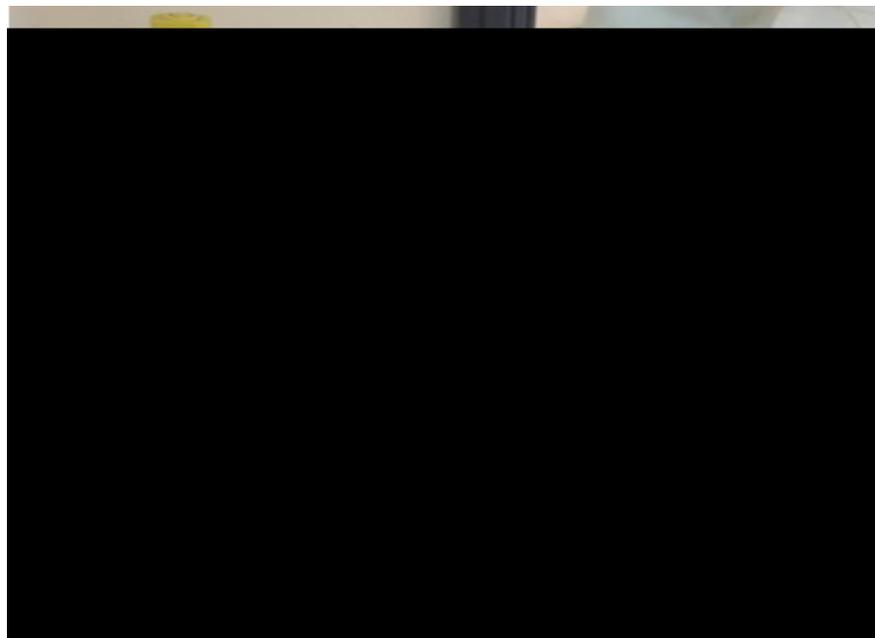


Photo 5 : Echantillon d'oursin séparé (original, 2017)

puis mixés dans un robot. Nous rajoutons 200 ml d'acétone à chaque échantillon.



Photo 6 : Acétone (original , 2017)

Le tout est mélangé pendant 3 minutes à l'aide d'un mixeur à grande vitesse et laissé au repos pendant 20 minutes à température ambiante. Les mélanges obtenus sont définitivement homogénéisés par agitation durant 3 minutes. Partage acétone/ eau/ dichlorométhane (2 : 1 : 1.5) :



Photo 7 : Dichlorométhane (original ,2017)

Dans un entonnoir de Buchner doté d'un papier filtré Wattman n°1, nous filtrons l'homogénat préparé lors de l'opération d'extraction. Dans l'ampoule nous ajoutons 30 g de chlorure de sodium (NaCl) à 200 ml de filtrat ; le tout est agité pendant 3 minutes.

Ensuite, 150 ml de dichlorométhane sont ajoutés à la préparation et l'ensemble est agité pendant 2 minutes.

Enfin, le mélange est laissé au repos une deuxième fois pendant 15 minutes et à température ambiante jusqu'à séparation des deux phases : la phase aqueuse et la phase organique.



Photo 8 : Ampoule à sépare les deux phases (original, 2017)

Cette séparation permet de réserver la phase aqueuse afin de procéder au séchage de la phase organique isolement avec 30 g de Sulfate de Sodium (Na_2SO_4) et ce durant 30 minutes. La phase organique est filtrée dans un ballon de 500 ml dans un entonnoir contenant une couche de Sulfate de Sodium. L'ampoule à décanter est rincée à l'aide de 40 ml de dichlorométhane. La filtration de cette phase aqueuse est alors effectuée.



Photo 9 : Evaporateur rotatif (original, 2017)

Une seconde et une troisième concentration sont obtenues par addition de dichlorométhane afin d'évaporer tout l'acétone et cela dans le but d'obtenir un extrait égal à 1 ml. Cet extrait mis dans un flocon de 5 ml est alors prêt à être analysé.



Photo 10: Echantillon prêt à analyser (original, 2017)

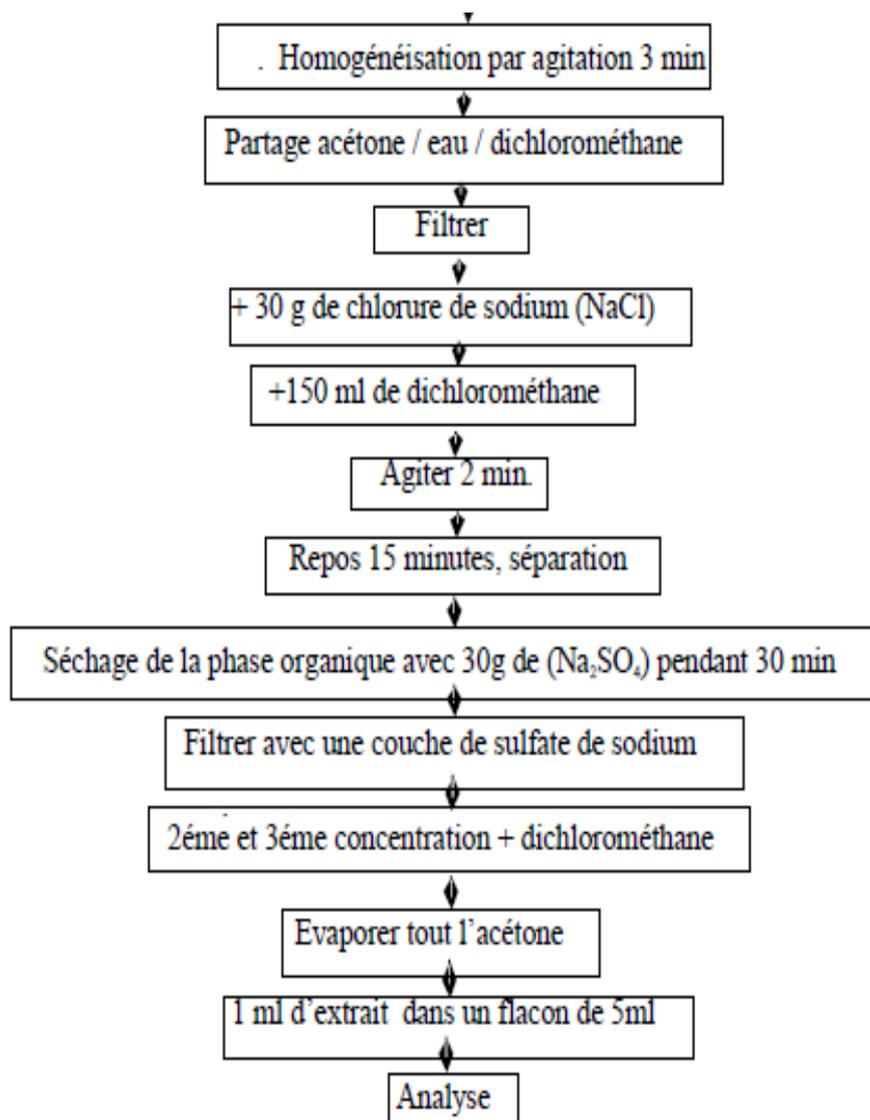


Figure 9 : Méthode d'extraction des résidus de pesticides Organophosphorés

1. **Analyse du Pesticides organochlorés :**

1. **H.P.L.C.**

Phase mobile : acétonitrile, eau v(20,80)

Débit : 1ml /min

Colone : c18 (4,6×200 mm, 5 μm)

Detecteur : uv visible :233nm

Injection volume : 20 μl

Température : T°c ambiante

2. **Phase mobile**

_ Acétonitrile / Eau 20:80 v/v

_ 1 mL / min

Nous avons injecté les solutions dans les mêmes conditions opératoires.

Chapitre VI

Résultats et discussions

Analyse par HPLC

Condition chromatographiques :

Les extraits ont été analysés en utilisant une série HPLC de type YL (9100 system) muni d'un détecteur UV/Vis (UV à 233nm). Un Phenomenex C18, 5µm, 4.6mm Identifiant 200nm analytique colonne a été utilisé. Les extraits ont été chromatographiés avec un pré-mélangé phase mobile composée de 20% acétonitrile / 80% eau, débit 1ml/min à température ambiante.

DDT :

Le dichlorodiphényltrichloroéthane, ou DDT, est un produit chimique utilisé pour lutter contre les insectes et les acariens. C'est un produit très toxique mais très efficace comme insecticide. Il a permis de supprimer le paludisme et le typhus en Europe. En revanche, sa toxicité persistante a amené la plupart des pays à en interdire l'usage. Le DDT anéantissait la faune présente sur les lieux où il était pulvérisé. Il n'a pas été prouvé, malgré de nombreuses études, que le DDT présente une dangerosité pour l'être humain.

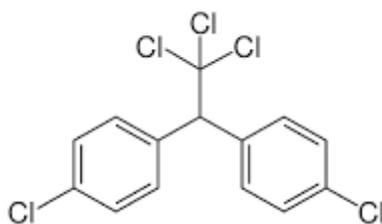


Figure 10 : structure chimique du DDT

Le lindane :

Le lindane est un insecticide de synthèse utilisé en pharmacie et dans les domaines agricoles et vétérinaires afin de lutter contre les poux, les morpions et la gale. Le lindane agit comme une neurotoxine, en bloquant le système nerveux. Il peut aussi atteindre le foie et les reins chez les humains. Des études ayant démontré que le lindane peut favoriser l'apparition de cancers ou d'un désordre endocrinien, il est interdit à la vente dans de nombreux pays, parmi lesquels la France.

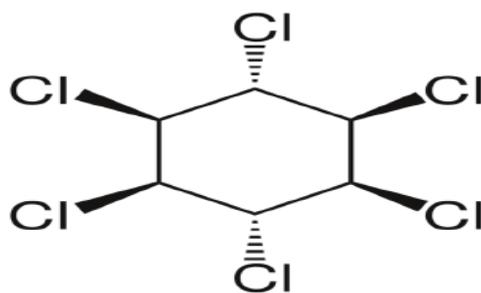


Figure 11 : structure chimique du lindane

Résultats des analyses par HPLC :

La méthode que nous avons adoptée est celle de (**Gaurdino et al. 2005**) nous avons utilisé la chromatographie liquide à haute performance (HPLC) pour la détermination d'insecticide organochloré dans les oursins.

Nous avons injecté 20 μ l des étalons pesticides organochlorés (DDT ou le lindane) à une concentration respective de 0,1% et 0,4% dans les mêmes conditions opératoires. 20 μ l de chaque échantillon a été injecté un à un.

Les résultats obtenus montrent que :

1. Le chromatogramme étalon pesticide organochloré DDT N° 1 montre que, l'injection de l'étalon DDT à 0.1% donne plusieurs pics de très faibles intensités qui représentent les impuretés. Or le pic majeur dont le temps de rétention est de 3.421 et une surface de 84.8, est celui du DDT.

Tableau 05 : Révélation du temps de rétention en HPLC du DDT

| | Reten. Time [min] | Area [mV.s] | Height [mV] | Area [%] | Height [%] | W05 [min] |
|----|-------------------|-------------|-------------|----------|------------|-----------|
| 1 | 0.183 | 5.220 | 0.651 | 0.1 | 0.8 | 0.15 |
| 2 | 0.700 | 21.580 | 0.964 | 0.5 | 1.2 | 0.42 |
| 3 | 0.983 | 18.883 | 2.144 | 0.4 | 2.6 | 0.17 |
| 4 | 1.217 | 61.569 | 6.346 | 1.4 | 7.8 | 0.15 |
| 5 | 1.500 | 36.206 | 3.829 | 0.8 | 4.7 | 0.18 |
| 6 | 1.667 | 39.774 | 5.218 | 0.9 | 6.4 | 0.17 |
| 7 | 1.933 | 63.127 | 6.337 | 1.4 | 7.8 | 0.22 |
| 8 | 2.650 | 422.620 | 23.959 | 9.5 | 29.4 | 0.20 |
| 9 | 3.417 | 3767.444 | 31.984 | 84.8 | 39.2 | 1.57 |
| 10 | 11.900 | 7.002 | 0.157 | 0.2 | 0.2 | 0.77 |
| | Total | 4443.426 | 81.589 | 100.0 | 100.0 | |

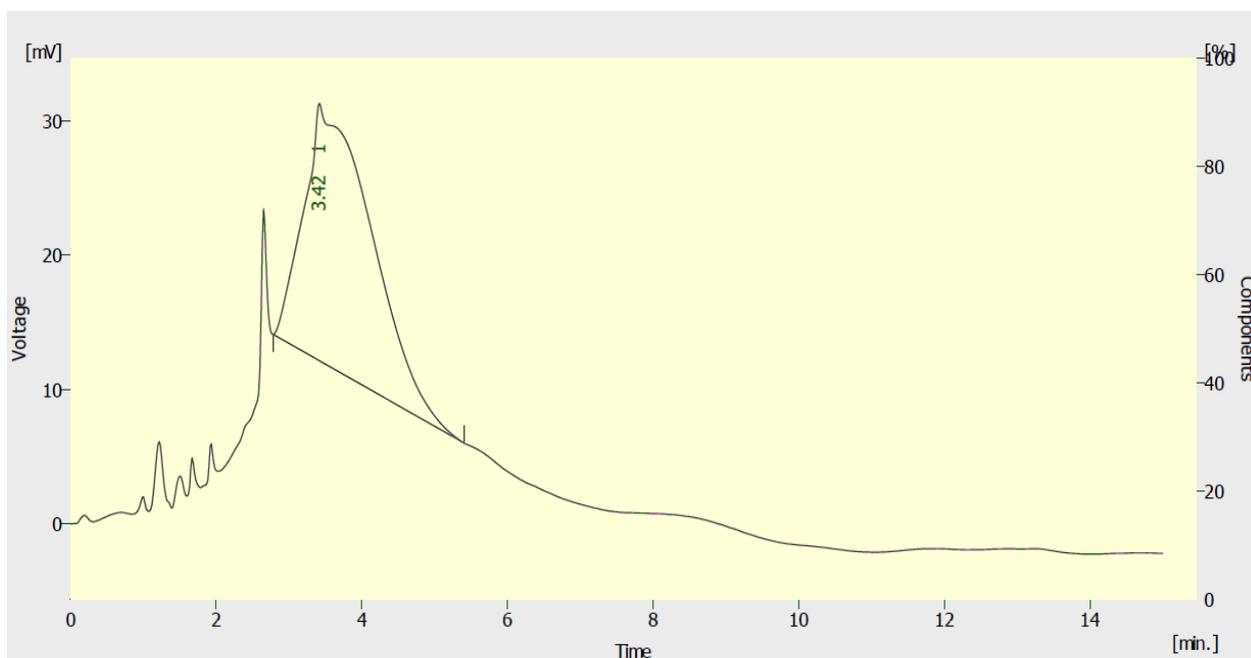


Figure N° 12:Chromatogramme représentant le profil du DDT à 0,1 %

- le chromatogramme étalon pesticide organochloré lindane N°2 montre que, l'injection de l'étalon lindane à 0.4% donne un seule pic majeur, étroit dont le temps de rétention est de 2.78 et une surface de 83.9.

Tableau 06 : Révélation du temps de rétention en HPLC du Lindane

| | Reten. Time [min] | Area [mV.s] | Height [mV] | Area [%] | Height [%] | W05 [min] |
|---|-------------------|-------------|-------------|----------|------------|-----------|
| 1 | 1.867 | 272.832 | 20.297 | 6.4 | 4.0 | 0.12 |
| 2 | 2.367 | 99.786 | 7.710 | 2.3 | 1.5 | 0.28 |
| 3 | 2.783 | 3597.529 | 468.665 | 83.9 | 93.3 | 0.12 |
| 4 | 3.550 | 284.325 | 3.888 | 6.6 | 0.8 | 0.68 |
| 5 | 6.683 | 33.809 | 1.674 | 0.8 | 0.3 | 0.27 |
| | Total | 4288.281 | 502.234 | 100.0 | 100.0 | |

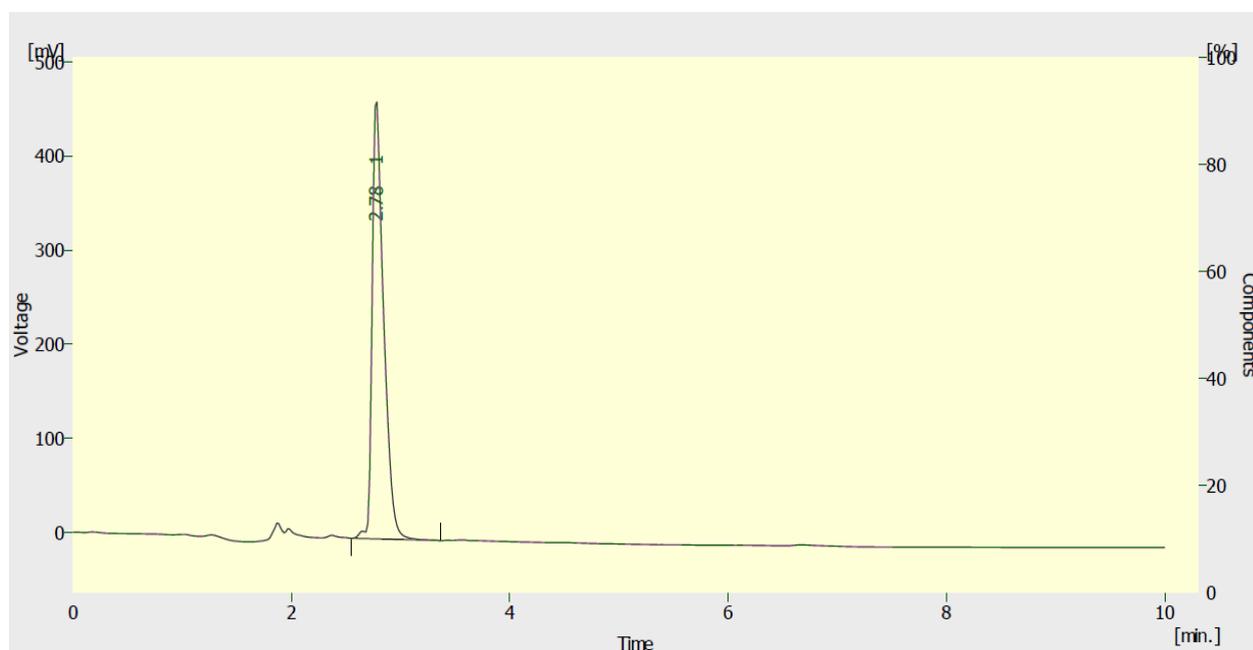


Figure N° 13 : Chromatogramme représentant le profil du Lindane à 0,4 %

1. Chromatogramme échantillon N° 1 :

L'injection de 20 µl de l'échantillon, dans les mêmes conditions opératoire que les étalons, montrent :

Apparition après différent temps de rétention plusieurs pics :

Résultats et discussions

Le pic majeur à un temps de rétention de 2,736 et surface de 44.3, ce pic à environ le même temps de rétention de celui de l'étalon lindane .d'où l'étalon et l'échantillon ont la même molécule. Ces résultats sont obtenus par plusieurs injections de nos échantillons.

Tableau 07 : Révélation du temps de rétention en HPLC de l'échantillon 1

| | Reten. Time [min] | Area [mV.s] | Height [mV] | Area [%] | Height [%] | W05 [min] |
|----|-------------------|-------------|-------------|----------|------------|-----------|
| 1 | 0.250 | 21.775 | 2.185 | 0.4 | 0.3 | 0.18 |
| 2 | 1.050 | 86.571 | 12.841 | 1.5 | 2.0 | 0.12 |
| 3 | 1.317 | 296.936 | 23.999 | 5.1 | 3.7 | 0.13 |
| 4 | 1.717 | 265.207 | 38.686 | 4.5 | 6.0 | 0.08 |
| 5 | 2.433 | 163.205 | 13.986 | 2.8 | 2.2 | 0.17 |
| 6 | 2.733 | 2602.177 | 397.365 | 44.3 | 61.3 | 0.10 |
| 7 | 3.500 | 94.968 | 6.644 | 1.6 | 1.0 | 0.20 |
| 8 | 4.033 | 106.480 | 6.491 | 1.8 | 1.0 | 0.20 |
| 9 | 6.583 | 124.000 | 3.225 | 2.1 | 0.5 | 0.48 |
| 10 | 7.383 | 36.735 | 2.268 | 0.6 | 0.4 | 0.27 |
| 11 | 7.817 | 1771.059 | 128.310 | 30.1 | 19.8 | 0.20 |
| 12 | 8.650 | 310.504 | 11.879 | 5.3 | 1.8 | 0.40 |
| | Total | 5879.617 | 647.879 | 100.0 | 100.0 | |

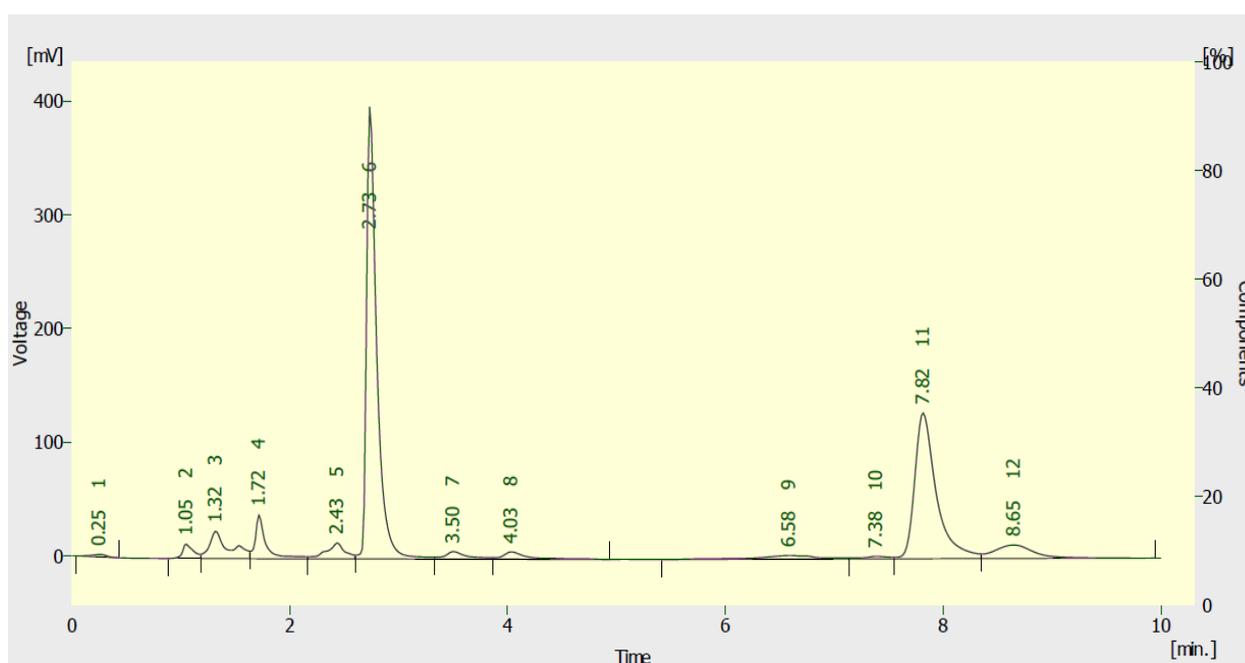


Figure N° 14 : Chromatogramme représentant le profil de l'échantillon N° 01.

Résultats et discussions

2. Chromatogramme échantillon N° 2 :

L'injection de 20 µl de l'échantillon, dans les mêmes conditions opératoire que les étalons, montrent :

Apparition après différent temps de rétention plusieurs pics :

Le pic majeur à un temps de rétention de 4.907 et surface de 86.2, ce pic à environ le même temps de rétention de celui de l'étalon lindane.

Tableau 08 : Révélation du temps de rétention en HPLC de l'échantillon 2

| | Reten. Time [min] | Area [mV.s] | Height [mV] | Area [%] | Height [%] | W05 [min] |
|----|----------------------|----------------|----------------|-------------|---------------|--------------|
| 1 | 1.183 | 225.009 | 11.252 | 3.2 | 2.6 | 0.30 |
| 2 | 1.967 | 4.118 | 0.527 | 0.1 | 0.1 | 0.17 |
| 3 | 2.317 | 203.114 | 19.224 | 2.9 | 4.4 | 0.12 |
| 4 | 3.750 | 91.927 | 4.787 | 1.3 | 1.1 | 0.28 |
| 5 | 4.067 | 88.139 | 4.834 | 1.3 | 1.1 | 0.35 |
| 6 | 4.350 | 57.608 | 3.354 | 0.8 | 0.8 | 0.32 |
| 7 | 4.900 | 6068.956 | 379.541 | 86.2 | 87.2 | 0.25 |
| 8 | 6.833 | 43.296 | 1.497 | 0.6 | 0.3 | 0.55 |
| 9 | 7.833 | 197.507 | 6.394 | 2.8 | 1.5 | 0.42 |
| 10 | 8.700 | 34.040 | 2.197 | 0.5 | 0.5 | 0.12 |
| 11 | 9.683 | 23.661 | 1.472 | 0.3 | 0.3 | 0.23 |
| | Total | 7037.374 | 435.078 | 100.0 | 100.0 | |

Résultats et discussions

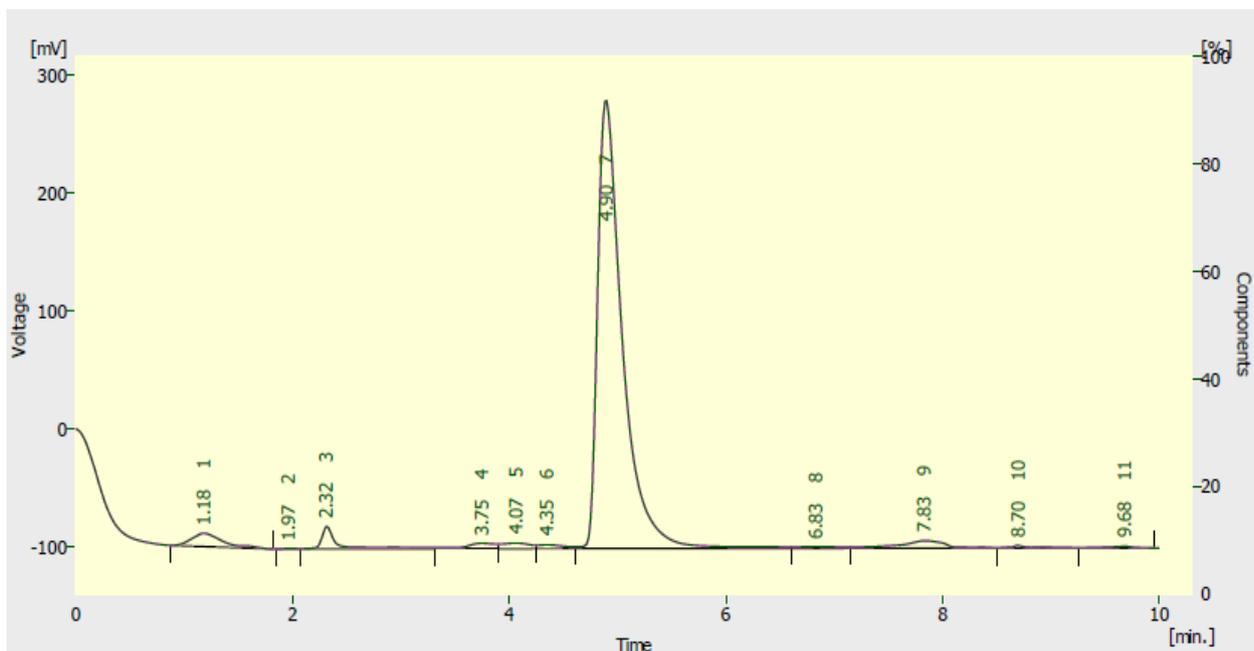


Figure N° 15 : Chromatogramme représentant le profil de l'échantillon N° 02.

3. Chromatogramme échantillon N° 3 :

L'injection de 20 μ l de l'échantillon, dans les mêmes conditions opératoire que les étalons, montrent :

Apparition après différent temps de rétention plusieurs pics :

Le pic majeur à un temps de rétention de 2.574 et surface de 20.2, ce pic à environ le même temps de rétention de celui de l'étalon lindane.

Résultats et discussions

Tableau 09 : Révélation du temps de rétention en HPLC de l'échantillon 3

| | Reten. Time [min] | Area [mV.s] | Height [mV] | Area [%] | Height [%] | W05 [min] |
|----|----------------------|----------------|----------------|-------------|---------------|--------------|
| 1 | 0.433 | 2480.817 | 174.697 | 58.4 | 44.3 | 0.23 |
| 2 | 1.183 | 249.292 | 15.175 | 5.9 | 3.8 | 0.25 |
| 3 | 2.267 | 23.119 | 2.329 | 0.5 | 0.6 | 0.13 |
| 4 | 2.567 | 858.999 | 153.541 | 20.2 | 38.9 | 0.10 |
| 5 | 3.250 | 2.856 | 0.404 | 0.1 | 0.1 | 0.13 |
| 6 | 3.617 | 17.549 | 1.741 | 0.4 | 0.4 | 0.13 |
| 7 | 5.250 | 5.672 | 0.446 | 0.1 | 0.1 | 0.18 |
| 8 | 5.883 | 5.432 | 0.399 | 0.1 | 0.1 | 0.22 |
| 9 | 6.283 | 541.952 | 41.770 | 12.8 | 10.6 | 0.20 |
| 10 | 7.050 | 62.717 | 3.782 | 1.5 | 1.0 | 0.23 |
| | Total | 4248.405 | 394.285 | 100.0 | 100.0 | |

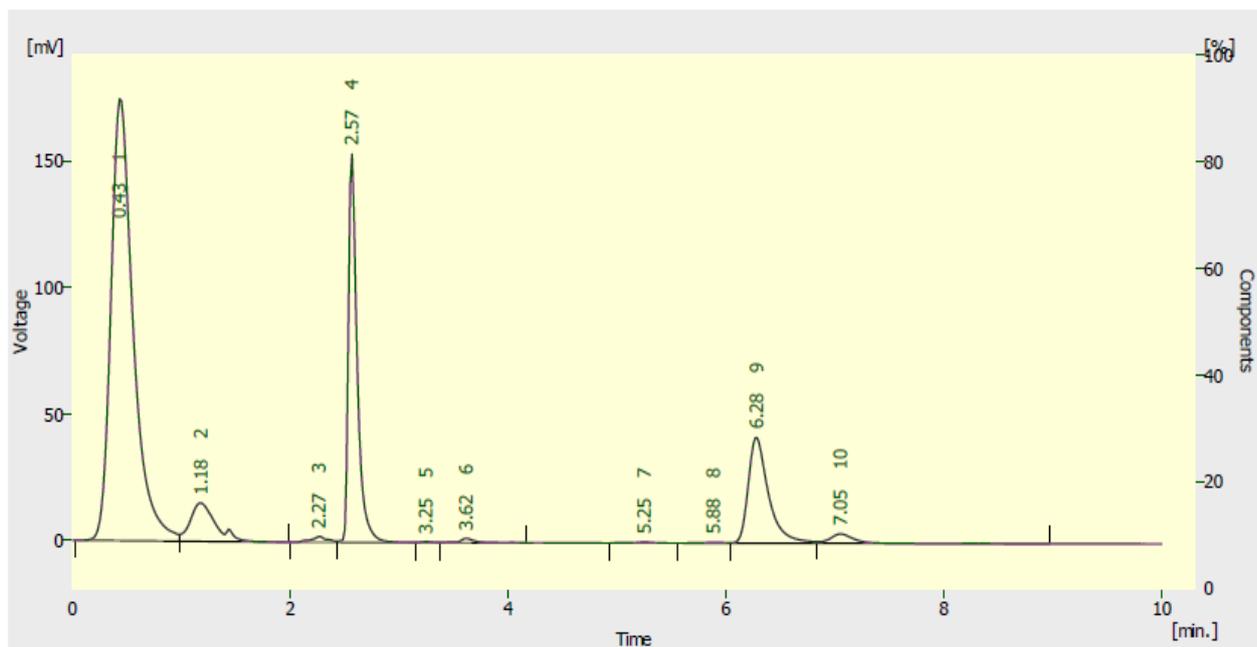


Figure N° 16 : Chromatogramme représentant le profil de l'échantillon N° 03

Résultats et discussions

4. Chromatogramme échantillon N° 4 :

L'injection de 20 µl de l'échantillon, dans les mêmes conditions opératoire que les étalons, montrent :

Apparition après différent temps de rétention plusieurs pics :

Le pic majeur à un temps de rétention de 4.655 et surface de 87.4, ce pic à environ le même temps de rétention de celui de l'étalon lindane.

Tableau 10 : Révélation du temps de rétention en HPLC de l'échantillon 4

| | Reten. Time [min] | Area [mV.s] | Height [mV] | Area [%] | Height [%] | W05 [min] |
|---|----------------------|----------------|----------------|-------------|---------------|--------------|
| 1 | 1.383 | 10.885 | 0.622 | 0.8 | 0.5 | 0.32 |
| 2 | 1.833 | 20.590 | 1.310 | 1.4 | 1.0 | 0.27 |
| 3 | 2.433 | 41.174 | 2.481 | 2.9 | 1.8 | 0.13 |
| 4 | 4.050 | 68.705 | 2.013 | 4.8 | 1.5 | 0.42 |
| 5 | 4.650 | 1249.442 | 127.749 | 87.4 | 93.9 | 0.17 |
| 6 | 5.733 | 19.369 | 1.085 | 1.4 | 0.8 | 0.22 |
| 7 | 6.400 | 12.358 | 0.433 | 0.9 | 0.3 | 0.28 |
| 8 | 9.317 | 7.738 | 0.377 | 0.5 | 0.3 | 0.30 |
| | Total | 1430.262 | 136.071 | 100.0 | 100.0 | |

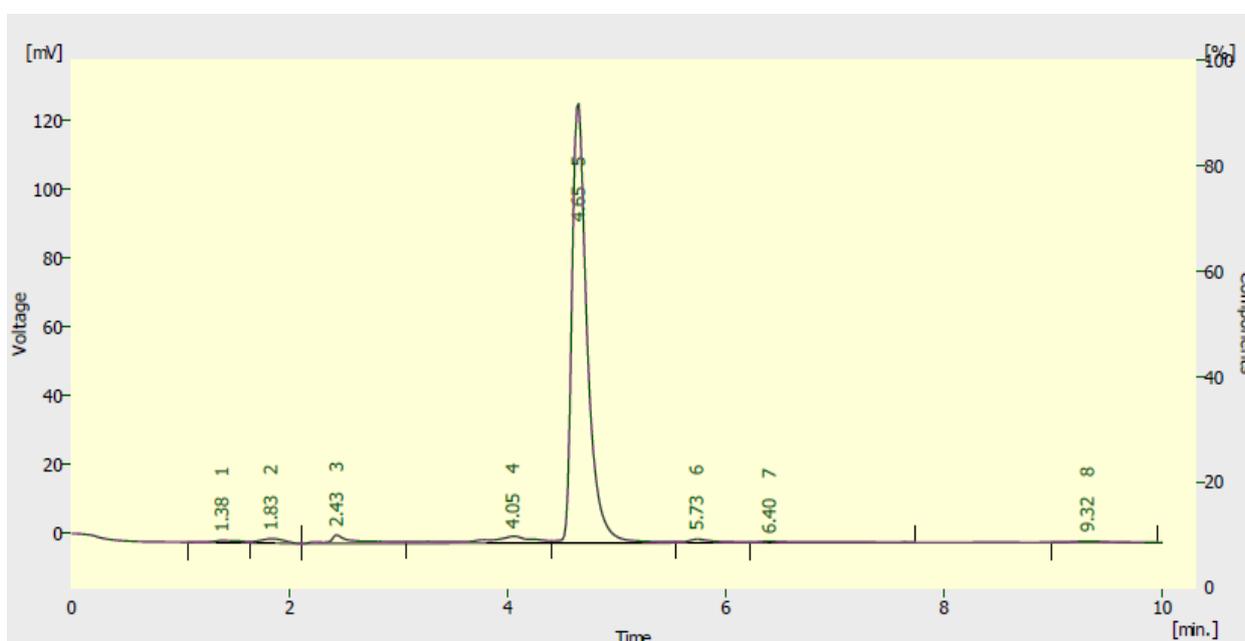


Figure N° 17 : Chromatogramme représentant le profil de l'échantillon N° 04.
Résultats et discussions

5. Chromatogramme échantillon N° 5 :

L'injection de 20 µl de l'échantillon, dans les mêmes conditions opératoire que les étalons, montrent :

Apparition après différent temps de rétention plusieurs pics :

Le pic majeur à un temps de rétention de 3.525 et surface de 84.9, ce pic à environ le même temps de rétention de celui de l'étalon lindane.

Tableau 11 : Révélation du temps de rétention en HPLC de l'échantillon 5

| | Reten. Time [min] | Area [mV.s] | Height [mV] | Area [%] | Height [%] | W05 [min] |
|----|-------------------|-------------|-------------|----------|------------|-----------|
| 1 | 0.583 | 165.849 | 7.461 | 4.0 | 1.9 | 0.30 |
| 2 | 1.500 | 6.002 | 0.691 | 0.1 | 0.2 | 0.15 |
| 3 | 2.017 | 95.171 | 11.619 | 2.3 | 2.9 | 0.10 |
| 4 | 3.067 | 128.736 | 7.614 | 3.1 | 1.9 | 0.17 |
| 5 | 3.517 | 3535.901 | 358.496 | 84.9 | 90.6 | 0.17 |
| 6 | 4.833 | 31.309 | 1.223 | 0.8 | 0.3 | 0.50 |
| 7 | 5.533 | 93.179 | 4.385 | 2.2 | 1.1 | 0.23 |
| 8 | 6.333 | 22.780 | 1.018 | 0.5 | 0.3 | 0.47 |
| 9 | 6.817 | 21.487 | 0.856 | 0.5 | 0.2 | 0.57 |
| 10 | 7.450 | 26.486 | 0.694 | 0.6 | 0.2 | 0.88 |
| 11 | 8.667 | 30.884 | 0.980 | 0.7 | 0.2 | 0.42 |
| 12 | 9.750 | 6.100 | 0.442 | 0.1 | 0.1 | 0.27 |
| | Total | 4163.883 | 395.478 | 100.0 | 100.0 | |

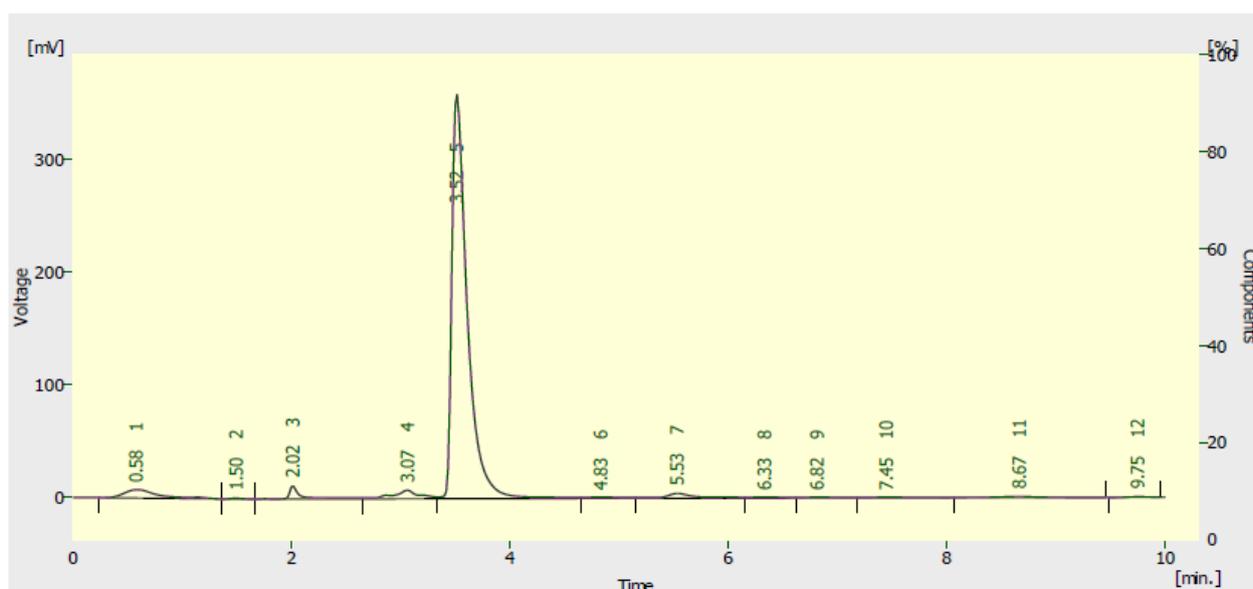


Figure N° 18 : Chromatogramme représentant le profil de l'échantillon N° 05.
Résultats et discussions

6. Chromatogramme échantillon N° 6 :

L'injection de 20 µl de l'échantillon, dans les mêmes conditions opératoire que les étalons, montrent :

Apparition après différent temps de rétention plusieurs pics :

Le pic majeur à un temps de rétention de 2.584 et surface de 59.6, ce pic à environ le même temps de rétention de celui de l'étalon lindane.

Tableau 12 : Révélation du temps de rétention en HPLC de l'échantillon 6

| | Reten. Time [min] | Area [mV.s] | Height [mV] | Area [%] | Height [%] | W05 [min] |
|---|-------------------|-------------|-------------|----------|------------|-----------|
| 1 | 0.917 | 21.535 | 2.773 | 1.0 | 1.0 | 0.08 |
| 2 | 1.450 | 39.055 | 4.737 | 1.7 | 1.7 | 0.07 |
| 3 | 2.283 | 37.717 | 3.363 | 1.7 | 1.2 | 0.15 |
| 4 | 2.583 | 1339.749 | 213.585 | 59.6 | 78.1 | 0.10 |
| 5 | 3.650 | 41.020 | 1.680 | 1.8 | 0.6 | 0.18 |
| 6 | 5.367 | 22.430 | 1.391 | 1.0 | 0.5 | 0.22 |
| 7 | 6.333 | 662.175 | 41.806 | 29.4 | 15.3 | 0.23 |
| 8 | 7.067 | 85.942 | 4.136 | 3.8 | 1.5 | 0.33 |
| | Total | 2249.622 | 273.472 | 100.0 | 100.0 | |

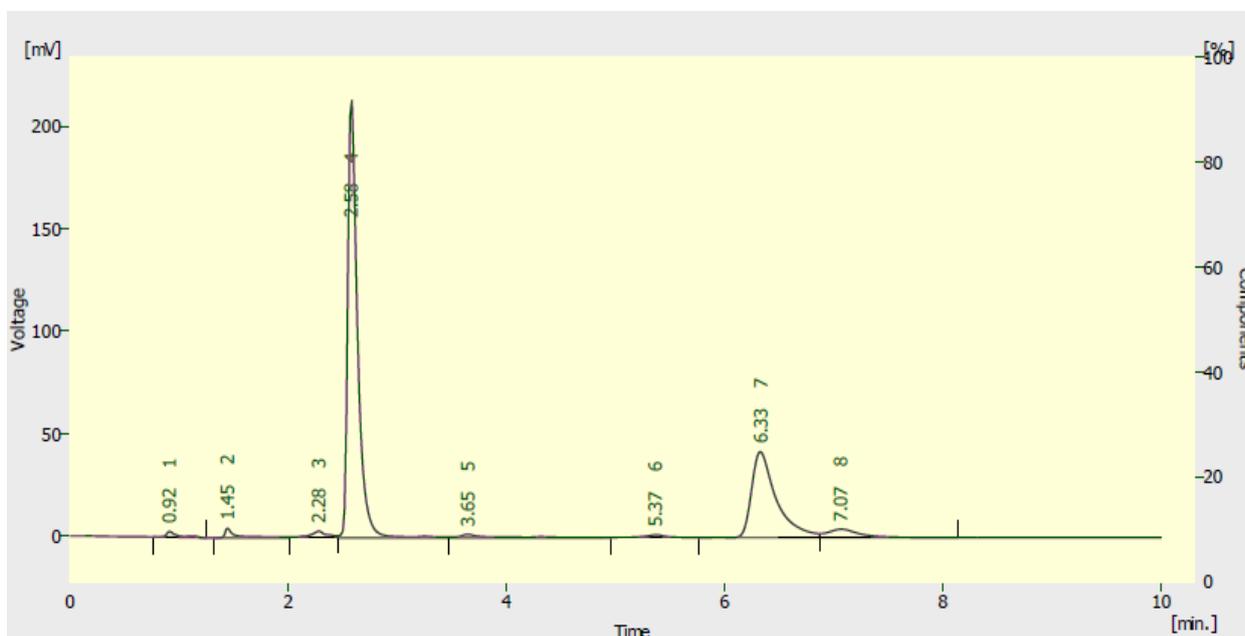


Figure N° 19 : Chromatogramme représentant le profil de l'échantillon N° 06.

Résultats et discussions

Concernant la présence de lindane dans nos échantillon nous avons utilisées La méthode D'ajout –dosé Cette méthode consiste à ajouter une quantité connue de l'étalon pesticide organochloré (lindane) avec l'échantillon. Les résultats obtenus montrent une

augmentation significative de l'aire du pic en question, d'où en confirme la présence de pesticide organochloré dans nos échantillons.

Par contre aucun pic des échantillons ne correspond au temps de rétention de celui du DDT alors en confirme l'absence du DDT dans nos échantillons.

Résultats d'analyse des concentrations de lindane :

Le calcul des concentrations de pesticide organophosphorés (lindane) dans nos échantillons est comme suit :

$$\text{Eq} = \frac{\text{Concentration d'étalon}}{\text{Aire d'étalon}} = \frac{\text{Concentration d'échantillon}}{\text{Aire d'échantillon}}$$

$$\Rightarrow \text{Concentration d'échantillon} = \text{Concentration d'étalon} \times \frac{\text{Aire d'échantillon}}{\text{Aire d'étalon}}$$

1. Echantillon N° 01 :

$$\text{Concentration d'échantillon N° 01} = 0.4 \times \frac{44.3}{83.9} = \mathbf{0.211 \text{ g/L}}$$

2. Echantillon N° 02 :

$$\text{Concentration d'échantillon N° 02} = 0.4 \times \frac{86.2}{83.9} = \mathbf{0.410 \text{ g/L}}$$

Résultats et discussions

3. Echantillon N° 03 :

20.2

$$\text{Concentration d'échantillon N° 03} = 0.4 \times \frac{\quad}{83.9} = \mathbf{0.096 \text{ g/L}}$$

4. Echantillon N° 04 :

87.4

$$\text{Concentration d'échantillon N° 04} = 0.4 \times \frac{\quad}{83.9} = \mathbf{0.417 \text{ g/L}}$$

5. Echantillon N° 05 :

84.9

$$\text{Concentration d'échantillon N° 05} = 0.4 \times \frac{\quad}{83.9} = \mathbf{0.404 \text{ g/L}}$$

6. Echantillon N° 06 :

59.6

$$\text{Concentration d'échantillon N° 06} = 0.4 \times \frac{\quad}{83.9} = \mathbf{0.284 \text{ g/L}}$$

Concentration des échantillons

$$\text{Calcul de la concentration moyenne} = \frac{\quad}{\text{Nombre des échantillons}}$$

Résultats et discussions

$$0.211+0.410+0.096+0.417+0.404+0.284$$

$$= \frac{1.822}{6}$$

$$= \frac{1.822}{6} = \mathbf{0.30 \text{ g/L}}$$

La moyenne des concentrations de pesticide organophosphorés (lindane) dans nos échantillons est de : **0.3 g/L (0.30 %)**

$$0.3\text{g} \longrightarrow 1000$$

$$X \longrightarrow 4 \quad \Longrightarrow \quad 4 \text{ ml d'extrait de résidus des pesticides.}$$

$$X = \frac{0.3 \times 4}{1000} = \mathbf{0.0012 \text{ g/L}}$$

Résultat des calculs :

La concentration du pesticide organochloré : lindane dans nos échantillons est de **1.2** mg par gramme de matière vivante (oursin commun *Paracentrotus lividus*).

Interprétation des résultats :

Pour examiner la quantité de résidus de pesticides organophosphorés dans les oursins qui nous proviennent de la plage de Beni-Saf un total de 06 échantillons ont été recueillis en 2017.

Les résultats obtenus montrent clairement la présence d'insecticide organochloré lindane dans nos échantillons à une concentration assez importante de 0.3% qui représente une proportion de 1.2 mg par gramme de matière vivante (oursin commun *Paracentrotus lividus*), ceci peut s'expliquer par la différenciation dans l'alimentation ou par les rejets urbaines dans la mer, notamment que le lindane et Comme tous les autres

Résultats et discussions

polluants organiques persistants peut être transporté sur de longues distances dans l'atmosphère, il s'évapore et se condense, puis retombe dans les océans et les masses d'eau douce où il recommence son cycle; il s'agit de « l'effet sauterelle ».

En revanche, on note, selon les résultats obtenus, l'absence totale d'insecticide organochlorés DDT dans nos échantillons.

Discussion

Malheureusement, tous les pesticides épandus ne remplissent pas leur emploi. Une grande partie d'entre eux est dispersée dans l'atmosphère, soit lors de leur application, soit par évaporation ou par envol à partir des plantes ou des sols sur lesquels ils ont été répandus. Disséminés par le vent et parfois loin de leur lieu d'épandage, ils retombent avec les pluies directement sur les plans d'eau et sur les sols d'où ils sont ensuite drainés jusque dans les milieux aquatiques par les eaux de pluie (ruissellement et infiltration).

Les pesticides sont ainsi aujourd'hui à l'origine d'une pollution diffuse qui contamine toutes les eaux continentales : cours d'eau, eaux souterraines et zones littorales. Mais la source la plus importante de contamination par des pesticides demeure la négligence : stockage dans de mauvaises conditions, techniques d'application défectueuses, rejet sans précaution de résidus ou d'excédents, ou encore pollutions accidentelles comme, par exemple, lors du rejet accidentel de 1 250 tonnes de pesticides dans le Rhin, en novembre 1986.

Estimer les effets sur les écosystèmes d'une pollution liée aux pesticides s'avère difficile, car il existe un millier de familles de pesticides, soit des dizaines de milliers de pesticides. Ils sont en outre utilisés à faibles doses et leurs comportements sont très divers. Leur impact dépend à la fois de leur mode d'action (certains sont beaucoup plus toxiques que d'autres), de leur persistance dans le temps (certains se dégradent beaucoup plus rapidement que d'autres) et de leurs sous-produits de dégradation lesquels sont parfois plus toxiques et se dégradent moins vite que le composé initial. Leurs effets sur le vivant sont, eux aussi, encore très mal connus.

Avec l'utilisation massive des pesticides sont apparus des signes évidents de toxicité et d'effets néfastes pour l'environnement et pour l'Homme (**Eriksson *et al.*, 1990**) Pour

faire face à ce problème, le parlement Européen a instauré le projet REACH (Registration, évaluation and autorisation of chemicals) dans lequel les industriels doivent et devront faire la preuve scientifique de la non-toxicité de leurs substances en fonction de normes officielles.

Cette analyse est menée par des instituts de recherche, des universités, des laboratoires privés et des agences gouvernementales. Elle permet non seulement la protection des consommateurs et des plantes, mais aussi un contrôle rigoureux de la pollution de l'environnement .Dans les pays développés, les laboratoires d'analyse des pesticides sont

Facilement accessibles, mais leurs couts ne cessent d'augmenter.

L'accumulation biologique du pesticide organochloré : lindane peut s'avérer supérieure à son métabolisme. Bien qu'il soit prouvé que le lindane a tendance à s'accumuler dans les tissus des animaux, contrairement à d'autres POP, rien n'indique clairement qu'il donne lieu à une bioamplification dans la chaîne alimentaire.

Le lindane a de nombreux effets toxicologiques, notamment celui de dérégler les systèmes reproducteur et endocrinien. Une exposition aiguë (ponctuelle) au lindane peut aussi bien provoquer une irritation cutanée bénigne que des étourdissements, des maux de tête, des diarrhées, des nausées, des vomissements, des convulsions et même la mort.

Des données toxicologiques montrent qu'une exposition chronique (permanente) au lindane peut avoir des effets néfastes sur le foie et le système nerveux des animaux, causer le cancer et même avoir des effets immuno-suppresseurs.

Les pesticides se trouvent à la surface des légumes et fruits. Une étude a montré que le lavage couplé avec le frottement du végétal peut réduire plus significativement la présence de résidus (**Barouah et Yein, 1996**). Etant donné que certains pesticides sont lipophiles, ils peuvent pénétrer au cœur de la plante.

Conclusion

Conclusion

La préservation de la qualité du milieu marin littoral nécessite non seulement une connaissance quantitative des apports vers l'environnement marin, mais également une connaissance des niveaux de présence des contaminations chimiques toxiques identifiés dans cet environnement ;

Ces derniers peuvent être à l'origine de la disparition de certaines espèces animales et ou végétales et par conséquent, entrainer le dysfonctionnement de la chaîne trophique, induisant des effets dévastateurs sur la balance écologique de l'environnement aquatique.

L'objectif de la présente étude est basé sur l'évaluation de la contamination par les pesticides chez l'oursin commun récolté sur la baie du Béni-Saf qui est couramment utilisé comme bio-indicateur, deux échantillonnages mensuels, réalisés pendant quatre mois (de Février jusqu'à Mai).

A l'issue de notre travail de recherche, les résultats obtenus ne laissent aucun doute quant à la réalité d'une pollution au niveau de plage de Puits et Madrid

En ce qui concerne l'analyse chromatographique, l'utilisation de ces oursins comme bio-indicateurs de présence des pesticides, a montré une présence d'insecticide organochloré lindane, et une absence totale d'insecticide organochloré DDT, ceci nous confirme que cet organisme marin est un bon bio-indicateur de pollution marine.

Nous basant sur nos résultats nous pouvant juger l'état de la plage de Madrid ainsi que la plage de Puits de Béni-Saf est catastrophique. Ce constat s'avère tout à fait logique étant donné que le site se trouve à proximité d'émissaires d'eaux usées.

Par ailleurs, il nous a été possible de suivre la variation de niveau de contamination par organochloré au cours des quatre mois d'étude, et ainsi de noter que les concentrations des pesticides les plus élevées sont celles de l'insecticide organochloré lindane.

Après cette douloureuse description de l'état des eaux de mer de Béni-Saf, je me pose une question : dans quel état seront les mers pour les générations futures ? Une chose est sûre, si on veut préserver une vie diversifiée sur notre vieille planète, il faut dès aujourd'hui changer de mode de vie car l'homme est entrain de dégrader de façon irréversible son environnement marin.

Conclusion

Il serait très opportun de détailler ou de compléter ce travail par d'autres études qui entrent dans la stratégie du laboratoire « Valorisation des actions de l'homme pour la protection de l'environnement application en santé publique » plus précisément l'équipe : « Dysfonctionnement des zones marines et saumâtres » au Département d'Ecologie et Environnement - Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers – Université Abou-Bekr Belkaïd – Tlemcen qui se rapportent à la dynamique et la santé des écosystèmes marins comme :

1. L'étude de la distribution des contaminants chimiques dans les différents réservoirs, leur spéciation chimique et leur biodisponibilité.
2. La modélisation de la bioaccumulation de ces contaminants chimiques dans les différents réseaux trophiques des différentes espèces peuplant la côte occidentale algérienne.
3. L'évaluation de leurs effets sur les organismes marins par l'étude de la génotoxicité de ces contaminants et l'utilisation des biomarqueurs.

Recommandations et Perspectives :

Pour assurer la protection et la conservation de l'environnement marin, il convient de mettre en place un réseau écologique de surveillance de la qualité du milieu marin et des ressources halieutiques dont ces activités sont :

1. L'évolution de la salubrité des produits de la pêche qui peuvent être porteurs d'éléments toxiques (métaux lourds, organochlorés, parasites, etc).
2. Le recensement des sources de pollution et l'estimation du volume des polluants, qu'ils soient naturels ou anthropiques.
3. La mise en œuvre d'un programme efficace destinée à résoudre le problème des eaux usées (urbaines et industrielles) par la mise en place, notamment, de stations d'épuration.

4. La réhabilitation des installations portuaires de réception des eaux de ballast et la réalisation de nouvelles unités pour le stockage des produits chimiques .
5. L'élaboration d'un plan national de prévention et d'intervention en cas de déversements massifs d'hydrocarbures ou autres substances chimiques, supposées dangereuses .
6. L'instauration des programmes afin de découvrir et définir les sources diffuses des différents produits chimiques comme le HCB, les PCB, et les PCDD .

Conclusion

7. La sensibilisation du grand public et des professionnels de la mer sur la valeur des milieux océaniques pour les générations actuelles et futures et aussi vis-a-vis de leur propre santé .
8. L'application de la réglementation en vigueur en matière de rejets d'eaux usées par rapport aux normes sanitaires et de qualité permettant la protection de la vie aquatique, copulés avec des programmes de recherche appropriés.

Enfin, la présence de résidus de pesticides dans les denrées alimentaires destinés à l'homme pose un grave problème à la fois de santé publique et d'inquiétude pour le consommateur.

Pour mettre un frein à l'utilisation anarchique des différents substances phytosanitaires et éviter tout danger éventuel pour l'homme, il devient urgent d'introduire au plus haut niveau de la décision une réflexion autour d'un plan national de contrôle des produits phytosanitaires, qui permettra, d'une part, de faire appliquer tout le dispositif réglementaire national concernant ces produits, mais également d'élaborer un dispositif de protection de l'environnement et de la santé publique vis-à-vis de ces produits toxiques.

Ainsi, nous recommandons :

1. Le renfort des contrôles de l'importation, de la commercialisation et de l'utilisation des produits phytosanitaires.
2. La mise en place d'un dispositif de contrôle technique obligatoire des pulvérisations d'insecticides en milieu urbain et en milieu agricole.
3. L'introduction d'une réglementation concernant les teneurs minimales de la concentration de pesticides dans l'eau potable et dans certains aliments (lait, poissons, fruits et légumes).
4. L'instauration d'un système de déclaration obligatoire de tous les cas d'intoxications par les produits chimiques.
5. La promotion de la lutte anti-pesticide par la sensibilisation des agriculteurs, l'amélioration de la lutte chimique, et la mise au point de nouvelles méthodes moins nocives.

Le but de notre travail est d'apporter des réponses concrètes à de sérieux problèmes de pollution et de développement durable. Notre stratégie est réconcilier environnement

Conclusion

et économie. Pour rassurer les esprits, nous rappelons la fameuse diction de René Truhaut : toxicologue français : « *rien n'est poison, tout est poison, c'est la dose qui fait le poison* ».

Références bibliographiques

A

1. **Abi Ayad L.**, 2008- Etude de la biodisponibilité des métaux lourds dans les sédiments et chez quelques espèces marines du littoral de l'extrême Ouest Algérien (Béni Saf). Mém. Magister. Univ. Tlemcen. 196p. &
2. **Aidoud A.**, 2000 - Fonctionnement des écosystèmes méditerranéens. Conférences3. Lab. Écologie Végétale, Univ. Rennes 1.50p.&
3. **Auby I., Bocquene G ., Quiniou F., Dreno J-P.**, 2007- Etat de la contamination du Bassin d'Arcachon par les insecticides et les herbicides sur la période 2005-2006. Impact environnemental. IFREMER.&
4. **ACTA.**, 2005- Index Phytosanitaire ACTA 2005. 41ème éd. Paris. *Association de Coordination Technique Agricole*. France. 820 p.
5. **Aichou L et Echatabi, L.**2006-Evaluation de la qualité bactériologique des eaux de baignade des deux plages de la commune de Bab El Oued : R'mila et Kittani,Mémoire d'ingénieur en environnement marin, ISMAL, p73.

1. **Auby I, Bocquene G, Quiniou F, Dreno J-P.** 2007. Etat de la contamination du Bassin d'Arcachon par les insecticides et les herbicides sur la période 2005-2006. Impact environnemental. IFREMER.

B

1. **Barriuso E, Calvet R, Schiavon M, Soulas G.** 1996. Les pesticides et les polluants organiques des sols. Etude et gestion des sols 3:4.

Basheer C, Lee HK, Obbard JP. 2002. Determination of organochlorine pesticides in seawater using liquid-phase hollow fibre membrane microextraction and gas chromatography–mass spectrometry. *Journal of Chromatography A* 968:191-199.

Références bibliographiques

2. Bayed, A ; Quiniou, F ; Benrha, A et Guillou, M. (2005). The *Paracentrotus lividus* population from the northern Moroccan Atlantic coast: growth, reproduction and health condition. *J.Mar.Biol.Ass. U.K* (2005), 85, 999-1007
Printed in the United Kingdom pp: 999-1007.
3. **Beaumont A., Cassier P., Treehot J.P.,** 1998. Biologie et physiologie animales. Premier Cycle. Univ. Ed. DUNDO., 128 -140 .
4. **Berrah A.,** 2011- Etude sur les pesticides. Université de Tébessa Algérie-Master 2 en toxicologie appliquée.
5. **Benghali S.,** 2006 – Biosurveillance de la pollution marine de la côte occidentale algérienne par la mesure de l'activité d'acétylcholinestérase chez la moule *Mytilus galloprovincialis*, l'oursin *Paracentrotus lividus* et la *Patella caerulea*. Mémoire de magister, université d'oran, 83p.

6. **Bourahla et Diffalah**, 2007 – La pollution microbiologique de la plage de Sablette et Oureah au niveau de la wilaya de Mostaganem. Mémoire d'Ingeniorat, Université de Mostaganem, 145p .
7. **Boyd R.A.** 2000. Herbicides and herbicide degradates in shallow groundwater and the Cedar River near a municipal well field, Cedar Rapids, Iowa. Science of The Total Environment 248:241-253.
8. **Byrne M** , 1990- Annual reproductive cycles of commercial sea- urchin *P. lividus* from an exposed intertidan and sheltered subtidal habitat on west toast of Island. Mar. Bio Gem. 104 : 275- 289pp.

Références bibliographiques

C

1. **Carabias-Martinez R, Rodriguez-Gonzalo E, Revilla-Ruiz P.** 2004. Determination of weakly acidic endocrine-disrupting compounds by liquid chromatography-mass spectrometry with post-column base addition. Journal of Chromatography A 1056:131-138.
2. **Casamajor, Jérémy Mahias, Noëlle Bru, Nathalie Caill-Milly**-2014 Analyse des ressources et des caractéristiques individuelles du stock d'oursin *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) du territoire p 12 et 64.

1. **Carro AM, Fernández S, Racamonde I, García-Rodríguez D, González P, Lorenzo RA.** 2012. Dispersive liquid–liquid microextraction coupled with programmed temperature vaporization-large volume injection-gas chromatography–tandem mass spectrometry for multiclass pesticides in water. *Journal of Chromatography A* 1253:134-143.
2. **Comoretto L, Arfib B, Chiron S.** 2007. Pesticides in the Rhône river delta (France): Basic data for a field-based exposure assessment. *Science of The Total Environment* 380:124-132.

D

1. **DCE .** 2000 . La directive cadre de l'eau : Les substances chimiques prioritaires. 2000/ 60/ CE, Annex X .
2. **De Ridder C.,** 1986- Les échinides ; in Guille, A., Laboute , P., Menou, J . L ., (eds). Guide des étoiles de mer, oursins et autres échinodermes du lagon de Nouvelle- Calédonie, Coll , Faune tropicale, ORSTOM, Paris.
3. **Rosen AA, Middleton FM.** 1959. Chlorinated Insecticides in Surface Waters. *Analytical Chemistry* 31:1729-1732.

Références bibliographiques

4. **Den Besten, P.J ; Postma, J.F ; DE Valk, S ; Dubbeldam, Met Everaarts, J.M.** (2001). Environmental monitoring in the North Sea by combining biomarkers studies in the sea stars *Asterias rubens* with sediment quality assessment based on sea urchin bioassays. *Biomarkers in Marine Organisms: A Practical Approach*, Ph.

E

1. **El-Kabbany S, Rashed MM, Zayed MA.** 2000. Monitoring of the pesticide levels in some water supplies and agricultural land, in El-Haram, Giza (A.R.E.). *Journal of Hazardous Materials* 72:11-21.
2. **Eriksson, P., Nilsson-Hakansson, L., Nordberg, A., Aspberg, A., and Fredriksson, A.** (1990). Neonatal exposure to DDT and its fatty acid conjugate: effects on cholinergic and behavioural variables in the adult mouse. *Neurotoxicology* 11: 345-354.

F

1. **Feral J.P** (1994). *Envenimations et intoxications dus aux échinodermes*. Paris, Conférences sur le thème de la faune marine venimeuses, Muséum National d'Histoire Naturelle, 6 pages .
2. **Fischer, W ;Scheinder, M ; et Bouchot, M.L** ; 1987-Fiches FAO d'indentification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et Mer Noire. Zone de pêche 37. Révision I. Vol I. Végétaux et Invertébrés. P 760.

G

1. **Gaujous D.,** 1995 – La pollution des milieux aquatiques. Edit. Lavoisier Techniques et documentation. Paris. 217p.
2. **Gravez V. et Bernard G.,** 2006- Pollution marine : Les définitions. www.com.univ-mrs.fr.

Références bibliographiques

3. **G.I.S Posidonie** . 1996. Groupement d'Internet Scientifique d'études et de protection de l'environnement marin. Biologie méditerranéenne, nuisance et pollution.

4. **Grimes S., Boutiba Z., Bakalem A., Bouderbala M. Boudjellal B., Boumaza S., Boutiba M., Guedioura A., Hafferssas A., Hemida F., Kaïdi N., Kerzabi F., Khelifi H., Merzoug A., Nouar A., Sellali B., Sellali-Merabtine H., Semroud R., Seridi H., Taleb M.Z. & Touahria T., 2004.** Biodiversité marine et littorale algérienne. Projet Sonatrach/LRSE. *Eds. Sonatrach.* 362 p.&
5. Guettaf, M ; Gustavo, A ; San Martin, G.H et Francour, P. (2000). Interpopulation variability of the reproductive cycle of *Paracentrotus lividus* (Echinodermata: Echinoidea) in the southwestern Mediterranean. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 80: 899-907.

H

1. **Hebbar C., 2005** – Surveillance de la qualité bactériologique des eaux de baignades, cas des plages d'Ain Franine et de Kristel. Mémoire de Magister, université d'oran, 228p.

I

1. **Isaksson E, Hermanson M, Hicks S, Igarashi M, Kamiyama K, Moore J, Motoyama H, Muir D, Pohjola V, Vaikmäe R, van de Wal RSW, Watanabe O.** 2003. Ice cores from Svalbard—useful archives of past climate and pollution history. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C* 28:1217-1228.
2. **INRA, Cemagref 2006.** Chapitre 2. Connaissances de l'utilisation des pesticides. 61 p. *In* Pesticides, agriculture et environnement. Rapport d'expertise scientifique collective.

K

1. **Klöppel H, Kördel W.** 1997. Pesticide volatilization and exposure of terrestrial ecosystems. *Chemosphere* 35:1271-1289.
2. **Kennedy K, Devlin M, Bentley C, Lee-Chue K, Paxman C, Carter S, Lewis SE, Brodie J, Guy E, Vardy S, Martin KC, Jones A, Packett R, Mueller JF.** 2012. The influence of a season of extreme wet weather events on exposure of the World Heritage Area Great Barrier Reef to pesticides. *Marine Pollution Bulletin* 64:1495-1507.
3. **Kelly AG, Cruz I, Wells DE.** 1993. Polychlorobiphenyls and persistent organochlorine pesticides in sea water at the pg 1–1 level. Sampling apparatus and analytical methodology. *Analytica Chimica Acta* 276:3-13.
4. **Khelil F,** 2007- evaluation de la contamination de l'eau de mer et d'un mollusque la *moûle Mytillus galloprovincidis* pêche du port d'Oran, mémoire de magistère, Univ d'oran, 112P.
5. **Kennedy K, Devlin M, Bentley C, Lee-Chue K, Paxman C, Carter S, Lewis SE, Brodie J, Guy E, Vardy S, Martin KC, Jones A, Packett R, Mueller JF.** 2012. The influence of a season of extreme wet weather events on exposure of the World Heritage Area Great Barrier Reef to pesticides. *Marine Pollution Bulletin* 64:1495-1507.

L

6. **Lamarck,** 1816. Rapport de l'Université libre de Bruxelles, 178 p.
7. **Lin T, Li J, Xu Y, Liu X, Luo C, Cheng H, Chen Y, Zhang G.** 2012. Organochlorine pesticides in seawater and the surrounding atmosphere of the marginal seas of China: Spatial distribution, sources and air–water exchange. *Science of The Total Environment* 435–436:244-252.

Références bibliographiques

M

1. **Merioua, S.M.**, (2014) – Thèse : Phyto-écologie et éléments de cartographie de la couverture végétale cas : littoral d'Ain Temouchent . Université de Tlemcen. 193p.
2. **Mate .**, 2002- Plan National d'Actions pour l'Environnement et le Développement Durable (PNAE- DD).Ed. Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement. Algérie. 140p .
3. **Misch A.**, 1998 – Assessing Environmental Health Risks. 1993. In L. Brown and all. State of the world 1994, New York.
4. **Munaron D, Tapie N, Budzinski H, Andral B, Gonzalez JL.** 2012. Pharmaceuticals, alkylphenols and pesticides in Mediterranean coastal waters: Results from a pilot survey using passive samplers. Estuarine, Coastal and Shelf Science.
5. Munar, J et Moreno, I. (1987). Echinodermos de las Islas Baleares (Espana).In : BOUDOURESQUE C.F. ed. Colloque International sur Paracentrotus lividus et les oursins comestibles, Gis Posidonie Publ., Marseille, Fr., :241-253.
6. **Munaron D, Tapie N, Budzinski H, Andral B, Gonzalez JL.** 2012. Pharmaceuticals, alkylphenols and pesticides in Mediterranean coastal waters: Results from a pilot survey using passive samplers. Estuarine, Coastal and Shelf Science.
7. **Mouchel J-M, Thévenot D.** 2003- Support de cours d'Ecotoxicologie du CEREV « Centre d'enseignement et de Recherche Eau Ville environnement ».

Références bibliographiques

N

1. **Neill F.X et Pastor R.**, 1973- Relaciones troficas de *Paracentrotus lividus* (Lmk) en la zona littoral. Invest. Pesquera, Esp. 37 (1) : 1-7.

O

2. **O.N.M (2006)** : Rapport d'office national de la météorologie.

P

3. **Palma G, Sánchez A, Olave Y, Encina F, Palma R, Barra R.** 2004. Pesticide levels in surface waters in an agricultural–forestry basin in Southern Chile. *Chemosphere* 57:763-770.
4. **Pérez-Carrera E, León VML, Parra AG, González-Mazo E.** 2007. Simultaneous determination of pesticides, polycyclic aromatic hydrocarbons and polychlorinated biphenyls in seawater and interstitial marine water samples, using stir bar sorptive extraction–thermal desorption–gas chromatography–mass spectrometry. *Journal of Chromatography A* 1170:82-90.

R

1. **Readman JW, Albanis TA, Barcelo D, Galassi S, Tronczynski J, Gabrielides GP.** 1993. Herbicide contamination of Mediterranean estuarine waters: Results from a MED POL pilot survey. *Marine Pollution Bulletin* 26:613-619.

2. **Regis M.B.**, 1978 – Croissance de deux échinoides du golfe de Marseille *P. lividus* (LMK) et *Arabica lixula* (L) Aspect écologique de la microstructure des squelettes et de l'évolution des indices physiologique. Thèse de doctorat, Fac. Sci. Tech. Saint- Jérôme, Marseille, France : 1 – 121p.

Références bibliographiques

3. **Rouvalis A, Karadima C, Zioris IV, Sakkas VA, Albanis T, Iliopoulou-Georgudaki J.** 2009. Determination of pesticides and toxic potency of rainwater samples in western Greece. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 72:828-833.
4. **Readman JW, Albanis TA, Barcelo D, Galassi S, Tronczynski J, Gabrielides GP.** 1993. Herbicide contamination of Mediterranean estuarine waters: Results from a MED POL pilot survey. *Marine Pollution Bulletin* 26:613-619.
5. **Ramade F.** 2007 . Introduction a l'écotoxicologie : fondements et applications. Ed Lavoisier .
6. **RNB** (1999). Réseau National de Basin. Les micropolluants dans les cours d'eau français, 3 années d'observation (1995 – 1997). Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement et les agences de l'eau. France.
7. **Rosen AA, Middleton FM.** 1959. Chlorinated Insecticides in Surface Waters. *Analytical Chemistry* 31:1729-1732.

S

1. San Martin, G.A. (1995). Contribution a la gestion des stocks d'oursins : étude des populations et transplantations de *Paracentrotus lividus* à Marseille (France,

méditerranée) et production de *Loxichinus albus* à Chiloe (Chili, Pacifique). Thèse Doct. Aix-Marseille II : 241p.

2. **Sankararamkrishnan N, Kumar Sharma A, Sanghi R.** 2005. Organochlorine and organophosphorous pesticide residues in ground water and surface waters of Kanpur, Uttar Pradesh, India. *Environment International* 31:113-120.
3. **Sapota G.** 2004. Polychlorinated biphenyls (PCBs) and organochlorine pesticides (OCPs) in seawater of the Southern Baltic Sea. *Desalination* 162:153-157.
4. Semroud, R. (1993). Contribution à la connaissance de l'écosystème à *Posidonia oceanica* (L) Delile dans la région d'Alger (Algérie): étude de quelques compartiments. PhD thesis, Institut des Sciences de la Nature, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, Algérie. 129 pp.

Références bibliographiques

5. **Souidi H.,** 2008 – Evaluation du niveau de la pollution bactériologique chez un Echinoderme l'oursin *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) dans la côte oranaise orientale. Mémoire de Magistère, Département de biologie, Laboratoire Réseaud Surveillance Environnementale, Univ Oran. Es Sénia.
6. **Shaw M, Negri A, Fabricius K, Mueller JF.** 2009b. Predicting water toxicity: Pairing passive sampling with bioassays on the Great Barrier Reef. *Aquatic Toxicology* 95:108-116.
7. **Sighomnou D.,** (2004) : Analyse et redéfinition des régimes climatiques et hydrologiques du Cameroun : Perspectives, développement des ressources en eau. Dep. Sc. Terre. Lab. Sc.Geotech. Hydrotech. Univ.Yaounde. Fac. Sc. Doc. Etat és-Sc. Nat. Cameroun. 298p.
1. **Seltzer P.,** (1946) : Le climat de l'Algérie. Inst. Météor. Et de Phys. Du globe. Univ.Alger. 219p.

T

2. **Traer K.**, 1980 – The consumption of *Posidonia oceanica* by Echinoides at the isle of Ischia. In Echinoderms Present and Past, Colloq. On Echinoderms, Michel Jangoux edit., Rotterdam : 241- 244 .
3. Tomas, F ; Romero, J et Turon, X. (2004). Settlement and recruitment of the sea urchin *Paracentrotus lividus* in two contrasting habitats in the Mediterranean. Marine Ecology Progress Series, 282:173-184.
4. **Tortonese E.**, 1965: Fauna d'Italia.Vol.VI Echinodermata. Calderini Publ., Bologna, Italia: 422p+I-XIII.
1. **Tifour et Bahoussi**, 2005- Contribution à l'étude des caractères biométriques de l'oursin *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) dans la baie de Mostaganem. Mémoire d'Ingénieur, Université de Mostaganem, 82p.

V

2. **Verlaque M.** , 1987 – Contribution à l'étude du phytobenthos d'un écosystème photophile thermique marin en Méditerranée occidentale . Etude structurale et dynamique du phytobenthos et analyse des relations faune- flore. Thèse Doct. Univ.Aix.Marseille, France, 1-136 .

Références bibliographiques

3. **Vincent M.** 2006 . Etude d'expertise en Aquaculture- Environnement- pêche - Pollution. Saint- Maximin- France.

W

1. **Warnau, M ; Dutrieux, S ; Ledent, G ; Rodriguez Y Baena, A.M et Dúbois, P.** (2006). Heavy metals in sea cucumber *Holothuria tubulosa* (Echinodermata) from the Mediterranean *Posidonia oceanica* ecosystem: body compartment, seasonal, geographical and bathymetric variations. Environmental bioindicators 1, 268-285.
2. **Waldichuk, M.** 1973. International approach to the marine pollution problem. Ocean Management,vol. 1, p. 211-261.
3. **Wittmer IK, Bader HP, Scheidegger R, Singer H, Lück A, Hanke I, Carlsson C, Stamm C.** 2010. Significance of urban and agricultural land use for biocide and pesticide dynamics in surface waters. Water Research 44:2850-2862.

Z

1. **Zhou JL, Fileman TW, House WA, Long JLA, Mantoura RFC, Meharg AA, Osborn D, Wright J.** 1999. Fluxes of Organic Contaminants from the River Catchment into, through and out of the Humber Estuary, UK. *Marine Pollution Bulletin* 37:330-342.

المخلص

أدى التقدم التكنولوجي و النمو السكاني إلى تحسن كبير في أساليب الإنتاج. لكن بسبب هذا الإنتاج المتضخم و التطور السريع للتكنولوجيا تعاني البيئة مشاكل خطيرة. من بين هذه المشاكل التلوث البحري الذي يهدد صحة الإنسان على المدى الطويل. في الوقت الحاضر يرغب البشر في استهلاك المنتجات البحرية أكثر فأكثر. فهي مصدر جيد للبروتين و المعادن المفيدة للصحة. بيد أن هذه المنتجات تحتوي في نفس الوقت على عناصر أساسية لكن سامة على نطاق واسع التركيز. في المناطق الساحلية بني صاف رصد وتحليل العناصر السامة التي قد تكون خطرا محتملا. *Paracentrotus lividus* يتطلب تلوث القنفذ البحري و قد أجريت في السنوات الأخيرة وفي بلدان مختلفة العديد من الدراسات والأبحاث في كمية الملوثات في المواد الغذائية و نوعها ومصدرها. نقيم في هذا البحث التلوث الناجم عن التعرض للملوثات الكيميائية و البيولوجية التي تضر بمنتجات الصيد. يظل متوسط المحتوى من المواد المدروسة

(المبيدات العضوية الكلورية : الليندين والدي دي تي) كما درجة التلوث دون ما تحذر منه التنظيمات الوطنية والدولية. لذا أمكن استهلاك كل أنواع فواكه البحر دون خطر كبير على الصحة العامة. و التي تتيح إمكانية تقييم أمثل للمخاطر التي قد تهدد المستهلك. HPLC ويهتم بحثنا أيضا بتطوير بعض مناهج التحليل اللوني - *Paracentrotus lividus* الكلمات المفتاحية: تلوث بحري- قنفذ بحري-المناطق الساحلية بني صاف- مبيدات-

Résumé

Les progrès de la technologie et l'augmentation de la population ont conduit à de notables améliorations dans les méthodes de productions. Cependant, de problèmes sérieux d'environnement ont lieu suite à cette production en masse et évolution rapide de la technologie. La pollution marine, est parmi ces problèmes qui constituent une menace à long terme pour la santé humaine.

Afin de diversifier leur alimentation, les populations sont amenées à consommer davantage les produits de mer. Ils représentent de bonnes sources de protéines et des minéraux bénéfiques pour la santé. Pourtant, ces produits contiennent à la fois des éléments essentiels et toxiques sur une large gamme de concentration.

La contamination de l'oursin *Paracentrotus lividus* au niveau du littoral de Beni- Saf nécessite la surveillance et l'analyse des éléments toxiques pouvant présenter un danger potentiel. Au cours des dernières années, de nombreuses études ont été réalisées dans ce domaine. Notre travail s'intéresse principalement à l'évaluation des contaminants chimiques et certaines molécules biochimiques qui peuvent s'accumuler dans les produits de la pêche et affecter leur salubrité.

Les teneurs moyennes de différentes substances étudiées (pesticides organochlorés: Lindane et DDT), ainsi que le niveau de contamination reste inférieur aux niveaux recommandés par la réglementation. Par conséquent toutes les espèces de produits de mer collectées peuvent être consommées sans grand risque sur la santé publique. Notre travail porte aussi intérêt au développement de certaines méthodes analytiques comme la chromatographie (HPLC), qui permet de mieux apprécier les risques encourus par le consommateur.

Mots clés : Pollution marine- Oursin- *Paracentrotus lividus*- Littoral de Beni Saf- Pesticides.

Abstract

Advances in technology and population increase led to notable improvements in the production methods. Nevertheless, serious environmental problems can be observed following this mass production and rapid evolution of technology. Marine pollution is one of these problems that pose a threat to human health at long term.

Nowadays, human beings are encouraged to consume more seafood, as it is a good source of protein and minerals considered beneficial for health. However, these sea products contain both essential and toxic elements on a wide range of concentration.

The contamination of the sea urchin *Paracentrotus lividus* in the coast of Beni- Saf requires a monitoring and an analysis of toxic elements which could present a potential hazard. In recent years, a large number of research studies has been conducted in various countries on the type, quantity and source of contaminants in foodstuffs. In this paper, we evaluate the contamination related to chemical and biological pollutants that deny the safety of fish products.

The concentration mean of different substances (organochlorine pesticides : lindane and DDT), as well as the level of contamination are still below the levels recommended by the national and international regulations. Therefore, all collected species of seafood can be consumed without great risk to public health. Our work takes also interest in the development of certain analytical methods such as chromatography (HPLC), allowing the possibility of apprehending the risks involved by the consumer.

Key words : Marine pollution- The sea urchin- *Paracentrotus lividus*- The coast of Beni Saf .

