

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid Ibn
Badis-Mostaganem Faculté
des Sciences de la Nature
et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس

مستغانم

الفئة علوم الطبيعة والحياة

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA MER ET DE L'AQUACULTURE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

Belghachem sarrah

Pour l'obtention du diplôme de

**MASTER EN HYDROBIOLOGIE MARINE ET
CONTINENTALE**

Spécialité :

Bioressource marine

Thème

Effet de l'apport anthropique sur le développement
embryonnaire de l'oursin commun *paracentrotus*
lividus

Soutenu le 25/06/2023

DEVANT LE JURY

Président : Mr BEKADA Djamel Eddine.

MCA

U. Mostaganem

Encadreur : Mme AIT MOHAMED AMER Lilia

MCB

U. Mostaganem

Examineur: Mme BENZIDEN Dehiba

MCB

U. Mostaganem

Année universitaire 2022/2023

DÉDICACES

Je dédie ce mémoire

*A mes très chers parents mon père et ma mère que Dieu les
protège.*

Pour leur patience, leur soutien et leurs encouragements

*A mes deux frères Mohamed et Nasr El Din qui m'ont
toujours soutenu, encouragé et incité à faire de mon mieux.*

A ma petite sœur Lilia

A mon grand père et ma grand mère

A mes deux grandes familles Belghachem et Messaliti

A tous mes amies et spécialement Khouloud et Djihan.

*Sans oublier tous les professeures que ce soit du primaire, du
moyen et du secondaire ou de l'enseignement supérieure.*

A toute ma promotion Bio-Ressources Marine (2022-2023).

Remerciement

Avant de commencer, On remercie dieu «Allah» le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

Tout d'abord, c'est avec beaucoup de gratitude que je remercie mon encadreur, Docteur AIT MOHAMED AMER Lilia (maître de conférence B à l'université de Mostaganem (Abd Elhamid Ibn Badis)) pour m'avoir encadré, je la remercie pour son soutien, enseignement et sa confiance.

J'adresse mes remerciements aux membres de jury :

Docteur BEKADA Djamel Eddine (Maître de conférence B à l'université de Mostaganem (Abd Elhamid Ibn Badis)), qui a très gentiment accepté de présider le jury de soutenance.

Mais, aussi, Docteur BENZIDEN dhiba (Maître de conférence B à l'université de Mostaganem (Abd Elhamid Ibn Badis)), qui elle aussi a accepté de donner de son temps pour examiner le présent travail.

Mes Grands remerciements vont à Monsieur BELBACHIR Nor-eddine (chef de département des Sciences de la Mer et de l'aquaculture de l'Université de Mostaganem)

Je souhaite adresser toute ma reconnaissance à la responsable du laboratoire pédagogique de l'halieutique madame Amina Bemmehal et madame Imane qui m'ont permis de mener à bien le Protocol expérimental et mont aidé au cours des expérimentations.

Enfin, Mes remerciements vont également à tous les enseignants du département des sciences de la mer et de l'aquaculture, qui ont fait de leur mieux pour nous guider au cours de ces dernières années. Nous ne serons pas là sans vous.

Résumé :

L'oursin comestible *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) fait l'objet de nombreux travaux qui traitent de la biologie de cette espèce, il constitue un matériel de choix dans le domaine de la toxicologie environnementale. Ce travail de master cible la détermination de la sensibilité du développement embryonnaire chez l'oursin commun « *Paracentrotus lividus* » dans la région de Mostaganem. A cet effet nous avons réalisé trois échantillonnages (février, mars et avril) depuis deux stations d'étude à savoir le port de Salamandre et la station de stidia, connue chacune pour ses propriétés biotiques et abiotiques différentes, à raison de 10 oursins par site et par mois, ce qui renvoi à un total de 60 spécimens. Les essais biologiques (bio-essais) sont une technique fréquemment utilisée pour évaluer les effets biologiques des polluants sur les organismes marins. L'objectif de l'expérience est la mise en évidence d'effets toxiques sur des populations représentatives des écosystèmes. Les résultats de l'exposition des oursins à une gamme large de polluants, naturellement présents dans l'environnement se traduisent lors de notre étude par des arrêts de développement, des malformations et aussi des retards de croissance, à titre d'exemple au stade deux on a pu observer deux blastomères inégaux, et au stade jeune blastula la membrane est complètement déchiquetée et marquant un arrêt de division, ainsi au stade prisme absence de la deuxième baguette somatique dans le site pollué.

Mots clés : *Paracentrotus lividus*, port de Salamandre, stidia, Bioessais, xénobiotiques, malformation embryonnaire

Abstract:

The edible sea urchin *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) is the subject of many works that deal with the biology of this species, it constitutes a material of choice in the field of environmental toxicology. This master's work focuses on determining the sensitivity of embryonic development in sea urchins «*Paracentrotus lividus*» in the Mostaganem region. For this purpose we carried out three samples (February, March and April) from two study stations, namely the port of Salamander and the stidia station, each known for its different biotic and abiotic properties, at a rate of 10 sea urchins per site and per month, which refers to a total of 60 specimens. Bioassay (bioassay) is a technique frequently used to assess the biological effects of pollutants on marine organisms. The objective of the experiment is to identify toxic effects on populations representative of ecosystems. The results of the exposure of sea urchins to a wide range of pollutants naturally present in the environment are reflected in our study by developmental stoppages, malformations and also growth delays, For example, in stage two, two unequal blastomers were observed, and in the young blastula stage, the membrane is completely shredded and marks a break in division, thus in the prism stage the absence of the second somatic rod in the polluted site.

Keywords: *Paracentrotus lividus*, Salamander harbour, stidia, bioassays, xenobiotics, embryonic malformation

ملخص:

وُيَافَقُ لَبِيرُ الصَّلَاحِ اللَّيْلِيِّ (Lamarck ، 1816) هُوَ مَوْضُوعُ لَعْدِيدٍ مِنَ الْأَعْمَلِ الَّتِي تُسْتَعْمَلُ مَعِ بَيُولُوجِيَا هَذَا الْوَجْعِ ، وَهُوَ يُشْكَلُ بِأَنَّ مَفْضَلَةَ نَبِيٍّ بِجِلِّ عِلْمِ السُّمُومِ الِئِيَّةِ. يَرْكُزُ عَمَلُ هَذَا الْعِلْمِ عَلَى تَحْدِيدِ حَسْرَةِ الْبُطُورِ الِئِيَّةِ فِي وُاقِعِ الْبَحْرِ «Paracentrotus lividus» نَبِيٍّ مِطْبُوعَةٍ مَسْتَعْمَلَةٍ. إِذَا لُغِرَضَ ، أُجْرِيَتْ نَائِلَاتُ عَرِيَّاتٍ (نَبْرَايِرُ وَمَارَسُ وَالْبُرِيْلُ) مِنْ مَحْطَتِي تِلْكَ ، وَمَا جِزَاءُ السَّلْمَانِ وَمَحْطَةُ سِنْتِيَا ، فَكُلُّ مَرْبِطٍ مَعْرُوفٍ بِخَصَائِصِهِ: الْحَيَّةُ وَغَيْرُ الْحَيَّةِ الْمُجَلَّةِ ، بِمَعْنَى 10 وُاقِعِ بَحْرِيٍّ كَلِّ بُوْرُوعٍ وَشَهْرِيَا ، مَا يُرْتَبَرُ إِلَى مَا مَجْمُوعٍ 60 عَمْرَةٍ. الْبَيْسَةُ الْحَيَّةُ (bioassay) هِيَ تَقْنِيَةٌ تُسْتَعْمَلُ بِشُكْلِ مَبْتَكَّرٍ لِتَقْيِيمِ الْآثَارِ الْبَيُولُوجِيَّةِ لِلْمَوَادِّ عَلَى الْكَلْبَاتِ الْحَيَّةِ. لَهْفُ مِنَ التَّجْرِبَةِ هُوَ تَحْدِيدُ الْآثَارِ الْمُوَادِّ عَلَى السُّكَّانِ الْإِنْسَانِيِّينَ الْأَطْفَالِ وَالْمُتَعَمَّرِينَ. نَتِجَتُوسُ نَبَاتِيَّةٌ تُعْرَضُ لِوَقْعِ الْبَحْرِ لِمَجْمُوعَةٍ وَسِعَةٍ مِنَ الْمَوَادِّ الِئِيَّةِ الِئِيَّةِ بِشُكْلِ طَبْعِيٍّ نَبِيٍّ لِيَوْمِ نَبِيٍّ تِلْكَ مِنْ خِلَالِ

تُؤَيِّفُ لَزْمِ وَالْمَشْرُوفَاتِ وَفِي ذَلِكَ نَائِلُ الْبَحْرِ ، فِي الْبَحْرَةِ الْبَائِيَّةِ ، لَوْحَظُ وَجُودِ شَيْءٍ مِنَ الْإِبْرَيْتِ غَيْرِ الْجَمَلِيَّةِ ، وَفِي مَرْحَلَةِ السُّؤَالِ الصَّغِيرَةِ ، يَتِمُّ تَمْرِيْقُ الْفَاءِ نَمَلًا وَيُجَادَلُ كَسْرًا فِي الرِّقَابِ ، وَهَذَا نَبِيٍّ مَرْحَلَةِ الْبُشُورِ غَرِيْبِ الضَّرْبِ

لِجَسَدِي الْبَائِيٍّ نَبِيٍّ لِعُوْرُوعِ الْبُؤُوثِ.

الكلمات المفتاحية: Paracentrotus lividus ، جِزَاءُ السُّؤَالِ ، سِنْتِيَا ، الْبَيْسَةُ الْحَيَّةُ ، xenobiotics ، الْبُشُورِ الْبَائِيٍّ

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Résumé

Introduction 1

Partie I : Synthèse des connaissances sur la biologie et l'écologie de l'oursin commun *Paracentrotus lividus*

1- Biologie 3

1-1-Présentation de l'espèce de *Paracentrotus lividus* 3

1-2-Position systématique 4

1-3-Distribution géographique et habitat 5

2- Caractères morphologiques 6

2-1- Morphologie externe 6

a-Le test 6

b- Le péristome 8

c- Les tubercules et piquants 8

d-Les podias 8

e-Périprocte 9

2-2- Morphologie interne 10

a-Étude de l'hémisphère inférieure 10

a-1-L'appareil masticateur 10

a-2-Appareil aquifère 12

b-Étude de l'hémisphère supérieur 12

b-1-système respiratoire 13

b-2-Les plaques du test	13
b-3-Plaques des aires ambulacraires	14
2-3-Reproduction, ponte et développement larvaire	14
2-3-1-Attraction du spermatozoïde	15
2-3-2-Réaction acrosomique	16
2-3-3-Adhésion du spermatozoïde	17
2-3-4-Activation de l'œuf (blocage précoce de la polyspermie)	17
a-Segmentation	18
b-Stade Blastula	20
c-Gastrulation	21
d-développement larvaire	21
3-Ecologie	22
3-1-Habitat	22
3-2-Alimentation	23

Partie II : Biosurveillance par les bioessais

I -Surveillance par les bio-essais	27
I-1- concentration des polluants	27

I-1-1-La bioaccumulation	27
I-1-2-Bioconcentration	28
I-1-3-La bioamplification	28
I-2- Les différentes approches en biosurveillance	29
I-2-1 Où utiliser les bioessais marins	30
I-2-2 Utilisation des bioessais	31
1-3-biomarqueurs	31
II -Pourquoi étudier la perturbation de la fécondation chez des bioindicateurs	32
II-1-Utilisation des bio-indicateurs	33
III-Avantages et limites des bioessais	33
IV- l'oursin et son rôle dans la biosurveillance	34

Partie III: secteur d'étude

1-Données générales sur la wilaya de Mostaganem	36
1-1-Salinité	37
1-2-Vents	37
2- Présentation des sites d'étude	38
2-1-Le port de Salamandre	38

2-2-Stidia	39
------------	----

Partie IV: Matériel et méthodes

1-Technique d'échantillonnage	41
--------------------------------------	----

1-1-Prélèvement	41
-----------------	----

1-2-Traitement au laboratoire	42
-------------------------------	----

1-2-1. Frai et fertilisation	42
------------------------------	----

1-2-2 Libération des gamètes	43
------------------------------	----

Partie V:Résultat et discussion

I-Réalisation de la fécondation	46
--	----

II-Présentation des différents stades de développement embryonnaire des deux sites d'études	47
--	----

III-Discussion des résultats similaires	52
--	----

Conclusion	55
-------------------	----

Référence bibliographiques	57
-----------------------------------	----

Liste des figures

N°	Titre des figures	Page
1	Les cinq classes d'échinodermes (d'après Néraudeau)	3
2	Oursin brun et violet <i>Paracentrotus lividus</i>	4
3	Distribution géographique (trait rouge) de <i>P. lividus</i> (Soualili ,2008).	5
4	Morphologie externe de l'oursin commun <i>Paracentrotus lividus</i> A : Face orale et B : Face aborale (Beaumont ,1998)	6
5	Le test de l'oursin commun (Ghali et Dria., 2019).	7
6	Morphologie de plusieurs tests nues	7
7	Piquant primaire, Piquant secondaire, podia, pédicellaire tridenté, pédicellaire ophiocéphale , pédicellaires trifolié , pédicellaires globifère (DeRidder, 1986).	8
8	Exemple illustratifs de différentes tailles des deux pied ambulacraire (podia) (Coudre 1999)	9
9	Une coupe transversale d'un oursin montrant les pores génitaux du côté contra ventral. (<u>Didier Néraudeau</u> ;2009)	9
10	Anatomie interne de l'oursin régulier <i>P. lividus</i> 1. Piquants 2. plaque madreporique 3. Anus 4. pied ambulacraire 5. nerf radiaire 6. canal ambulacraire 7. canal radiaire 8. Pédicellaire 9. Bouche 10.dent 11. Branchies 12. Épiderme 13. appareil masticateur ou "lanterne d'Aristote" 14. Intestin15,lande génitale (Histoire de France 199)	10
11	Représentation de la Lanterne d'Aristote pentaradiée de <i>P.lividus</i> (<u>Yoland Savriama</u> 2018).	11
12	Système aquifère (Amir, 2013 biologie et multimédia Université de Sorbonne -UFR de science de la vie)	12

13	Oursin ouvert suivant l'équateur pour montrer : D, tube digestif, fixé au test par des brides ; G, organes génitaux; T, plaques interraciales	13
14	Test nu de Cidaris mettant en évidence les plaques	13
15	Echinus melo en encadré, une plaque à trois doublets de pores ambulacraires	14
16	Disposition pentaradiaire des gonades de l'oursin commun <i>P. lividus</i>	15
17	Mise en évidence de l'attraction des spermatozoïdes par une molécule chimiotactique. (jussieu.fr)	16
18	Contact et accolement du spermatozoïde avec la gangue de l'ovotide suivi de la pénétration de la tête spermatique.	17
19	Développement embryonnaire chez <i>P. lividus</i> (houillon, 1974)	18
20	Les différents stades de la segmentation.	19
21	Jeune blastula	20
22	Carte des territoires présomptifs de la blastula d'oursin.	21
23	Evolution de la larve d'oursin du stade dipleurula (à gauche) au stade pluteus (à droite).	22
24	Profil topographique des quatre étages aquatique selon leur profondeur	23
25	Transferts trophique des polluants chez les organismes vivants (ownwork septembre 2012)	29
26	Les différents domaines d'utilisations des bioessais (Oulad brahim <i>Et</i> Sadouki Ladjale 2022)	31
27	Présentation des différents types de biomarqueurs	32
28	Localisation de la zone d'étude ; la Wilaya de Mostaganem (MICHELIN 2023).	37

29	Position géographique du premier site d'étude (Port de salamandre)	39
30	Position géographique du deuxième site (stidia)	40
31	la zone de prélèvement des spécimens d'oursins.	41
32	Le transport des échantillons	41
33	Injection du KCL	42
34	Libération des gamètes male et femelles (oranges et blanches)	43
35	Application testant le développement des larves d'oursins.	44
36	Mettre les boîtes de pétrie sous éclairage.	44
37	Observation microscopique des ovocytes (x40).	45
38	Réalisation de la fécondation entre les gamètes mâles et femelles	46
39	Les différentes anomalies embryonnaires et larvaires chez <i>Paracentrotus lividus</i> (d'après Klockner et al, 1985). (a) : développement retardé ; (b) : développement normal. (c): longueur inégale des baguettes somatiques ; (d) baguette antéro latérale tordue ; (e) : une baguette somatique plus courte dédoublement d'une baguette somatique ; (g) : surnombre des baguettes somatiques et (h) : chevauchement des baguettes somatiques.	52

Liste des tableaux :

1	Systematique de l'oursin commun <i>P.lividus</i>	4
2	Période et nombre de pontes par an de <i>Paracentrotus lividus</i> selon quelques références. (Ait Mohamed Amer., 2010)	24
3	Avantages et limites des bioessais (Vivien Lecomte, mis à jour le 6 janvier 2022 – Ecotoxicologie.fr)	33
4	Climat annuel de Mostaganem Oulad brahim <i>et</i> Sadouki Ladjale 2022	36
5	Illustration des différents stades de clivage observés sur les deux sites d'étude (Grx40)	47

Liste des abréviations

Km	Kilomètre
µm	Micromètre
la PNEC	Plan national énergie - climat
la NQE	Normes de qualité environnementale
NaCl	Composé de Na et de Cl. (Sodium et Chlore)
Na	Sodium
k	Potassium
Mg	Milligramme.
Ca	Calcium
kcl	Chlorure de Potassium.
(EMF).	Système de filtration par pompe péristaltique
DDT	D'insecticide organochloré
<i>P. lividus</i>	<i>Paracentrotus lividus</i>
mm	Millimètre

INTRODUCTION

INTRODUCTION

La mer méditerranéenne présente un intérêt écologique majeur par rapport aux autres zones biogéographiques de la biosphère. Ils possèdent, en particulier, une richesse spécifique qui les place immédiatement après les écosystèmes tropicaux, en termes de biodiversité (**Krakimel, 2003**). Le bassin méditerranéen, zone marine à plus haute concentration des routes commerciales, connaît depuis fort longtemps de graves problèmes environnementaux (pollution, dégradation des ressources marines, des sols...) (**Doglioli, 2010**), ces polluants menacent la santé publique (**Kebir, 1996**).

Les écosystèmes marins côtiers sont des milieux de plus en plus affectés par cette activité humaine. L'industrialisation et le développement des villes et des sociétés humaines en zone côtière, sont les principales causes de l'augmentation de la pression écologique exercée sur ces milieux (**Ghodbani et Semmoud, 2010**).

Les oursins sont reconnus pour être très sensibles aux modifications des conditions environnementales. Leur plasticité face aux conditions du milieu et leur mode de vie en font de bons indicateurs biologiques de pollution marine (**Augier, 1987 ; Kobayashi, 1971**). D'ailleurs, depuis plus d'une vingtaine d'années, gamètes, embryons et larves d'oursins constituent un matériel de base dans les domaines de la pharmacologie, toxicologie ou Eco toxicologie (**Hagstrom et Lonning, 1974 ; Bougis, 1981 ; Dinnel et al, 1987 ; Pagano et Romafia, 1991**). Leur sensibilité aux conditions du milieu se manifeste par des perturbations du cycle de reproduction, des baisses de fécondité ou des troubles du développement larvaire et les effets observés en zones perturbées sur les populations d'oursins ont été souvent décrits (**Harmelin et al, 1981 ; Delmas & Régis, 1984**).

Plusieurs études analysent la reproduction de *Paracentrotus lividus* dans le nord de la Méditerranée et l'océan Atlantique (**Fenaux, 1968, Crapp et Willis, 1975; Byrne, 1990; Lozano et al., 1995; Fernandez et Boudouresque, 1997; Sanchez-Espana et al. , 2004**) localement abondantes aussi (**Semroud et Kada, 1987; Guettaf et al., 2000, Sellem et al, 2001, Soualili 2008, Dermeche 2009, Ait Mohamed Amer 2011**). L'attention portée à cette espèce est due à son abondance au niveau semi-côtier et à l'effet de son comportement nutritionnel sur la plante marine car elle est considérée comme une espèce majeure (**Verlaque et Nedelec, 1983**).

Ces indications ont motivé le choix de *Paracentrotus lividus*, très commun dans la cote de Mostaganem, et dont la biologie est par ailleurs bien connue (**Fenaux, 1972 ; Semroud, 1993 ; Guillou et Michel 1993 ; Soualili, 2008**), comme bio indicateur de la qualité du milieu

INTRODUCTION

L'objectif principale de cette étude se propose donc dans la région de Mostaganem, Notre sujet de recherche s'intéresse à la surveillance du milieu marin côtier et l'étude de la pollution et son impact sur le développement embryonnaire de l'oursin commun *Paracentrotus lividus*.

Le travail se structure en 05 parties :

- 1er chapitre : biologie et écologie de l'espèce *Paracentrotus lividus*
- 2eme chapitre : la Biosurveillance par les bioessais
- 3eme chapitre : zone d'étude
- 4eme chapitre : matériel et méthodes
- 5eme chapitre : résultats et discussion

CHAPITRE 01

BIOLOGIE ET ECOLOGIE

DE Paracentrotus lividus

1- Biologie:

1-1-Présentation de l'espèce de *Paracentrotus lividus* :

L'oursin commun, *Paracentrotus lividus*, ordinaire appartient à la famille des Echinodermata, qui comprend les 7 000 espèces marines. Ce groupe compte cinq taxons (Grasse, 1948) : les échinodermes (oursins), les astérides (étoiles de mer), les holothuries (concombres de mer), les ophiurides (ophiures) et les crinoïdes (nénuphars) (Fig. 1). Les crinoïdes (échinodermes) constituent un groupe de deutérostomes (lors de leur croissance, l'anus est d'abord formé par les foraminifères) et présentent de nombreuses caractéristiques du règne animal, dont la plus importante est l'asymétrie. Les animaux à boyau luminal épithélial, dont le système nerveux est étroitement lié à l'épiderme, car il n'y a pas de concentration de ganglions. Cependant, sa capacité de régénération est très limitée (Wirth, Debelius, 2003).

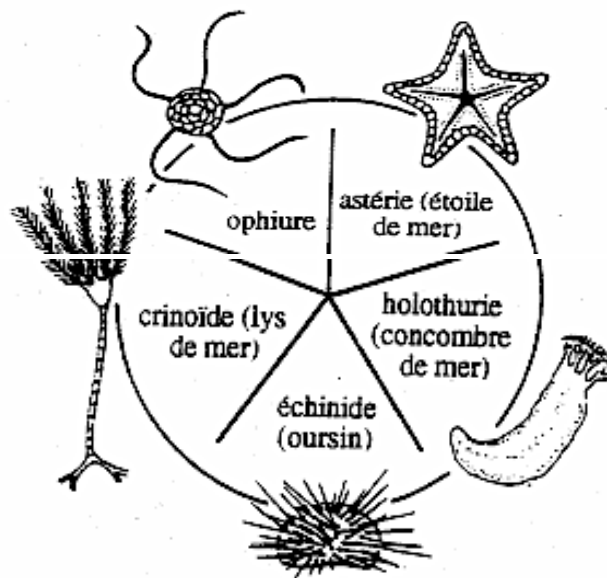


Figure 1 : Les cinq classes d'échinodermes (d'après Néraudeau)

Leur rôle écologique en tant qu'opportunistes est important dans une variété d'écosystèmes. Important dans ces derniers, *Paracentrotus lividus* contrôle localement le mouvement des prairies par le biais des activités de pâturage (Tomas *et al*, 2004).

Oursin comestible *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) Famille (Echinidae), Dans la nature, ils sont représentés par des couleurs différentes. Connu sous le nom de *P.lividus* violet, brun et vert.

BIOLOGIE ET ÉCOLOGIE DE *PARACENTROTUS LIVIDUS*

Il existe de nombreux noms tels que : l'oursin violet, l'oursin comestible, Châtaigne de mer...etc, la taille du test des individus sauvages est moyenne (hors piquants) Généralement 5-8 cm. Arrondi et aplati ventralement.



Figure 2 : Oursin brun et violet *Paracentrotus lividus*.

1-2-Position systématique:

La position systématique de *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) est la suivante, selon (Tortonese 1965) et (Tortonese et Vadon 1987) :

Tableau 1 : Systématique de l'oursin commun *P.lividus*

Classification	Appellation
Embranchement	Echinodermata
Sous-embranchement	Echinozoa
Classe	Echinoidea
Sous-classe	Regularia
Ordre	Diadematoidea
Sous-ordre	Camarodonta
Famille	Echinidae
Genre	Paracentrotus
Espèce	<i>Paracentrotus lividus</i> (Lamarck, 1816).

1-3-Distribution géographique et habitat:

L'oursin commun *Paracentrotus lividus* a une large distribution s'étendant de la côte nord-est de l'Irlande jusqu'à la côte atlantique du Maroc et la côte algérienne. en Méditerranée à l'ouest, cet oursin est abondant, comme dans l'Adriatique ; ça devient moins riche dans la partie la plus orientale du bassin méditerranéen (**Tortonese et Vadon, 1987**). *P.lividus* est largement distribué dans toute la mer Méditerranée (**Boudouresque et al 2013**).

Le présent travail a été réalisé sur la côte de la wilaya de Mostaganem qui est une ville portuaire de la Méditerranée, riche de *Paracentrotus lividus* située au nord-ouest de l'Algérie, Bordé par l'est d'Oran et l'ouest d'Alger.

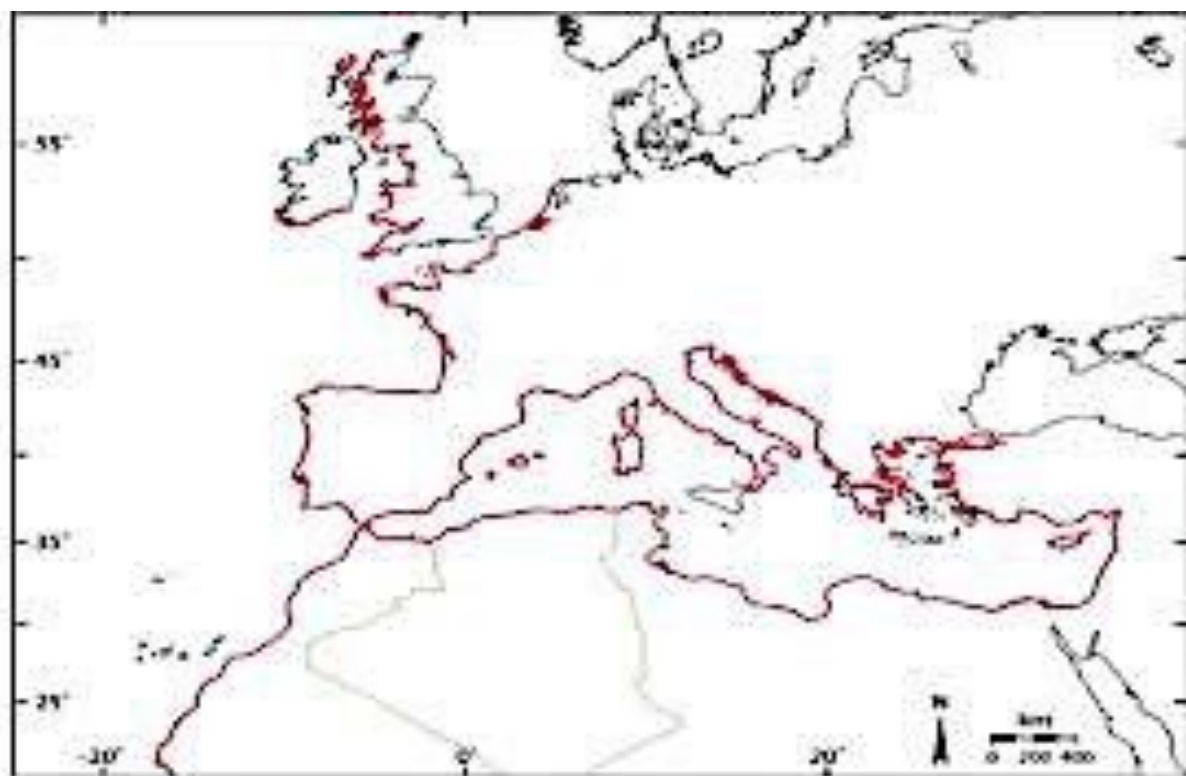


Figure 3 : Distribution géographique (trait rouge) de *P. lividus* (**Soualili ,2008**).

2- Caractères morphologiques :

2-1- Morphologie externe :

Les oursins sont caractérisés par une symétrie pentagonale : 5 régions de pieds et 5 régions inter pieds où se trouvent des épines. Chacune de ces régions est formée par des rangées de doubles squelettes de nature calcaire. (**Fig. 4**)

BIOLOGIE ET ÉCOLOGIE DE *PARACENTRUS LIVIDUS*

Les deux pôles de la sphère étant plus ou moins aplatis (**Fischer *et al.*, 1987**). Selon (**Grosjean 2001**), le pôle inférieur dirigé vers le substrat comprend la bouche et les lèvres fermées par la membrane entourée de dents de la lanterne d'Aristote, cette dernière reste au fond de l'océan, tandis que le pôle supérieur comprend l'anus fermé par la membrane, composé de 10 plaques intradermiques calcifiées juxtaposées périphériques étroitement formées.

Le squelette d'un oursin s'appelle un **test** et on peut mieux voir ses composants si on le nettoie et on le sèche. Il ressemble à un dôme géodésique, composé de rangées de panneaux hexagonaux imbriqués.

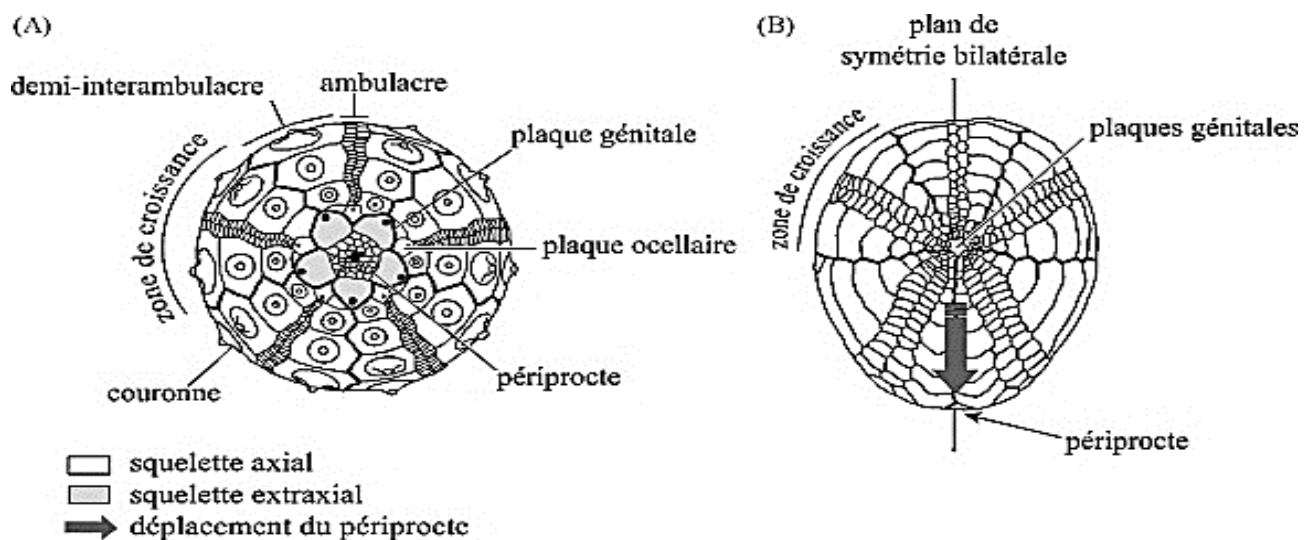


Figure 04: Morphologie externe de l'oursin commun *Paracentrotus lividus*

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

a-Le test:

Les oursins ont un "**test** ", qui est un squelette fusionné de plaques calcaires continues. Ils sont ronds (circulaires) dans leur contour, pas très hauts, aplatis ventralement, hérissés, avec une taille moyenne (sans les épines) des individus dans des conditions naturelles généralement 5-8 cm (**Wirth et Debelius, 2003**), avec une variété d'appendices, c'est-à-dire des épines, des gousses et des colonnes pédicellaires.

Sur la surface du **test**, il y a cinq zones ambulacraires étroites qui contiennent chacune deux rangées de pieds ou "podes", et cinq zones intermédiaires plus larges (**Fig 5**).

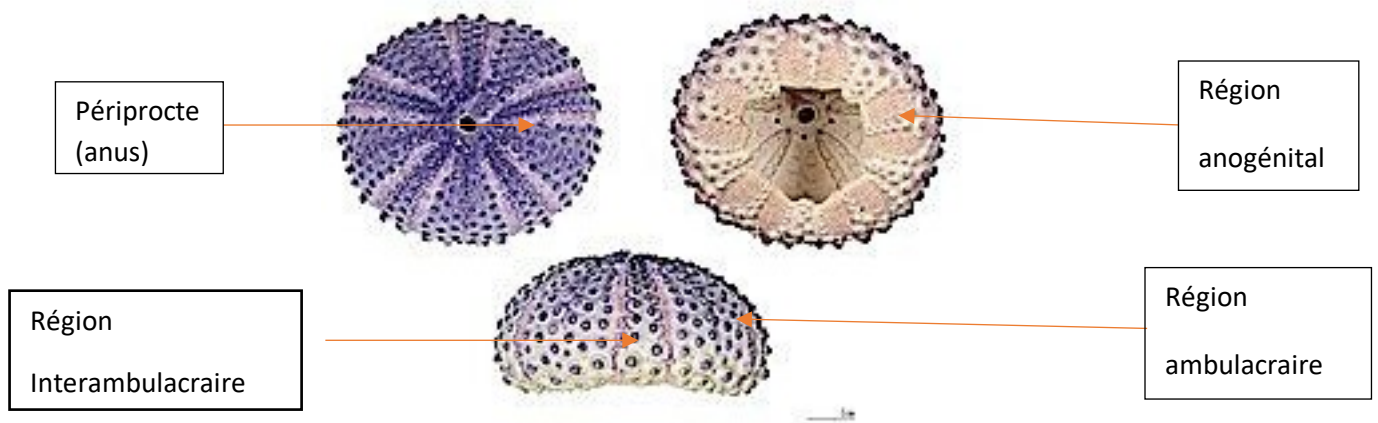


Figure 5: Le test de l'oursin commun (In Ghali et Dria., 2019).

Ci-contre, différentes formes du test (**Fig 6**):

- L'Oursin commun *en vert*
- L'Oursin noir *en brun*
- L'Oursin granuleux *en mauve*



Figure 6: Morphologie de plusieurs tests nues

b-Le péristome:

Du côté oral, la bouche est équipée d'un puissant masticateur en forme de pyramide pentagonale, appelée lanterne d'Aristote, avec cinq paires de gaines déformées disposées en cercle près de la bouche (**Fig. 9**) (Boue et Chamton, 1978 ; Ghyoot, 1997).

c-Les tubercules et piquants:

Les tubercules sont répartis sur tout le corps. Ils sont non perforés et lisses ce sont des appendices calcifiés répartis sur la surface du test, notamment dans la région interambulacraire de la couronne. Selon leur taille, des épines et des tubercules, distincts sur eux, sont dits primaires (grands), secondaires (petits), tertiaires ou miliars (très petits).

Vers la base, la tige (qui forme la majeure partie du piquant), un bord surélevé et une base concave vers le bas (Smith, 1980 ; De Ridder, 1986) Comprend la base du mamelon et une zone annulaire périphérique légèrement déprimée, aréole (Fig 7).

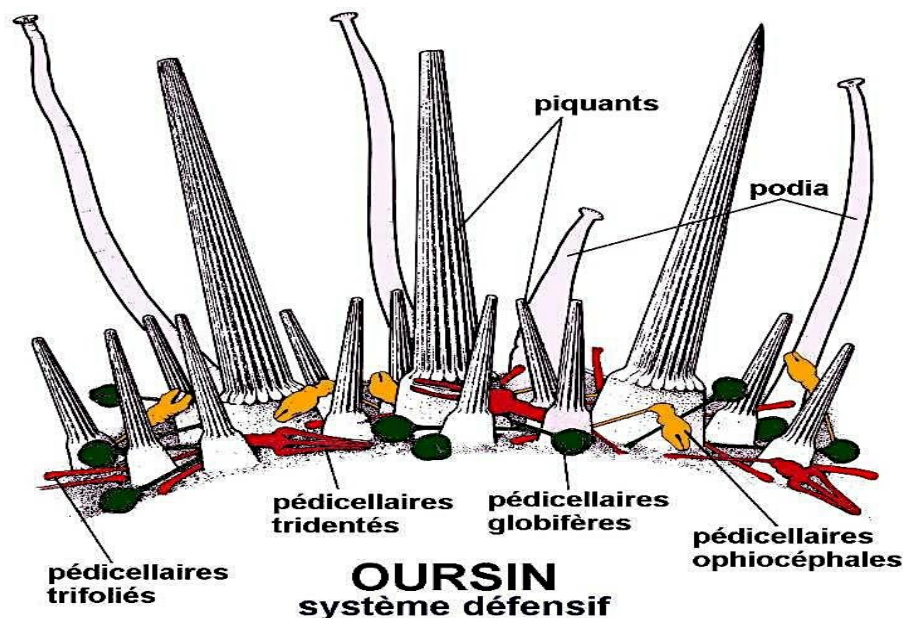


Figure 7: Piquant primaire, Piquant secondaire, podia, pédicellaire tridenté, pédicellaire ophiocéphalidés , pédicellaires trifolié , pédicellaires plombifère (DeRidder, 1986).

d-Les podias:

Aussi connus sous le nom de pieds umbral, ils peuvent s'étendre et se contracter et se terminent généralement par des ventouses. Leurs principales fonctions sont la locomotion, la respiration, l'immobilisation et la rétention de nourriture. Le piquant participe à la locomotion du pied et ancre l'échinoïde à son substrat. Ils ont également des fonctions de protection contre les prédateurs (Barnes, 1987)



Figure 8 : Exemple illustratifs de différentes tailles des deux pied ambulacraire (podia) (Coudre 1999).

e-Périprocte:

Du côté anal, l'anus est centré sur une membrane appelée périprocte. Ce dernier est entouré de cinq plaques génitales l'une étant plus grande, d'où son nom plaque madréporique en position interradiale, chacune étant perforée d'un pore. Permettent l'évacuation les produits génitaux et prévoir 5 petites plaques ocre (Boue et Chamton, 1978 ; Ghyoot, 1997). (Fig 9)

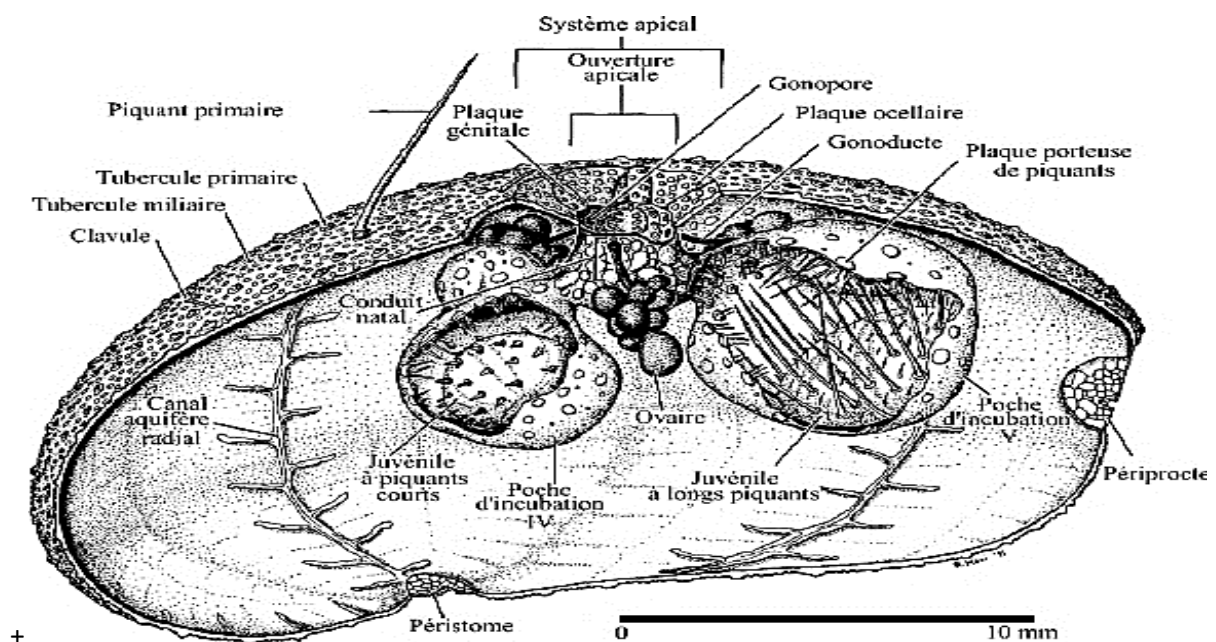


Figure 9: Une coupe transversale d'un oursin montrant les pores génitaux du côté contra ventral. (Didier Néraudeau ;2009)

2-2- Morphologie interne:

Intérieurement, le tractus gastro-intestinal a une bouche au milieu de la face inférieure du test suivie d'un œsophage entouré d'un puissant appareil de lanterne aristotélicienne formé

de cinq ensembles complexes ou mâchoires. Chaque mâchoire contient des dents, une rotule et un compas (Legall, 1987) (Fig. 10). Les lanternes aristotéliennes sont attachées au corps par des fibres conjonctives et des muscles auriculaires.

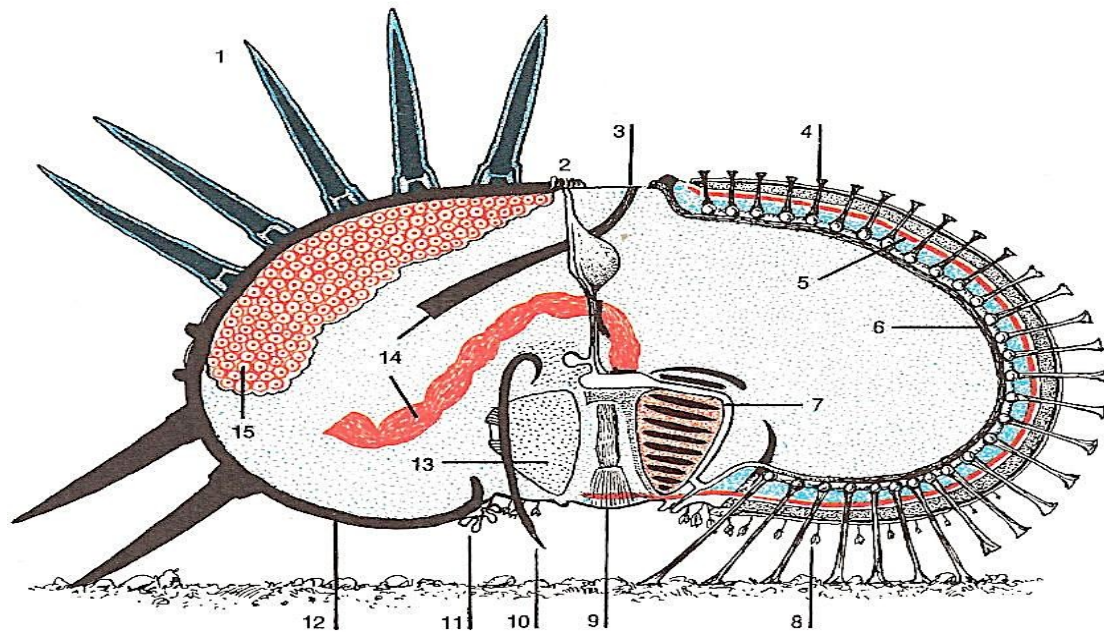


Figure 10: Anatomie interne de l'oursin régulier *P. lividus* 1. Piquants 2. plaque madréporique 3. Anus 4. pied ambulacraire 5. nerf radiaire 6. canal ambulacraire 7. canal radiaire 8. Pédicellaire 9. Bouche 10.dent 11. Branchies 12. Épiderme 13. appareil masticateur ou "lanterne d'Aristote" 14. Intestin,15.lande génitale (**Histoire de France 199**)

a- Étude de l'hémisphère inférieure :

a-1-L'appareil masticateur :

Il y a une bouche au centre de la base de l'oursin. 5 dents ou "Mandibules" (Fig. 11), capables de ronger la nourriture et même de s'attaquer aux rochers. Ces dents sont soutenues par des débris calcaires et maintenues par des fibres.

Cet ensemble est appelé "Lanterne d'Aristote" en raison de sa forme. Tube Le système digestif relie la bouche à l'anus du côté opposé, au milieu du sommet procès. L'anus est entouré de cinq plaques génitales séparées par cinq plaques plus petites. Les rayons dans leur ensemble sont appelés l'appareil apical.

L'appareil à mâcher est actionné par un système de muscles et de ligaments. L'un est attaché aux mâchoires et l'autre au système de disque. Processus situé sur le bord interne du disque périauriculaire (**Fig. 11**).

Les lanternes aristotéliennes sont attachées au corps par une série de fibres conjonctives, muscle, qui entoure le tube digestif et l'œsophage, ce dernier et le rectum étant axial, Bien que linéaires, l'estomac et les intestins décrivent cinq boucles qui se chevauchent. Biologie et écologie de *Paracentrotus lividus* 14 Un œsophage puissant avec un siphon à travers lequel l'eau et les aliments circulent L'intestin masticateur est tapissé d'épithélium cylindrique (**Soualili, 2008**).

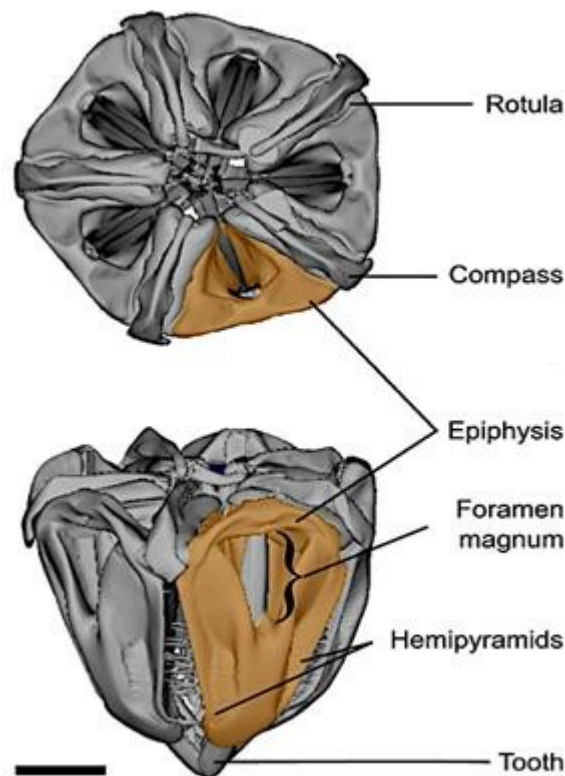
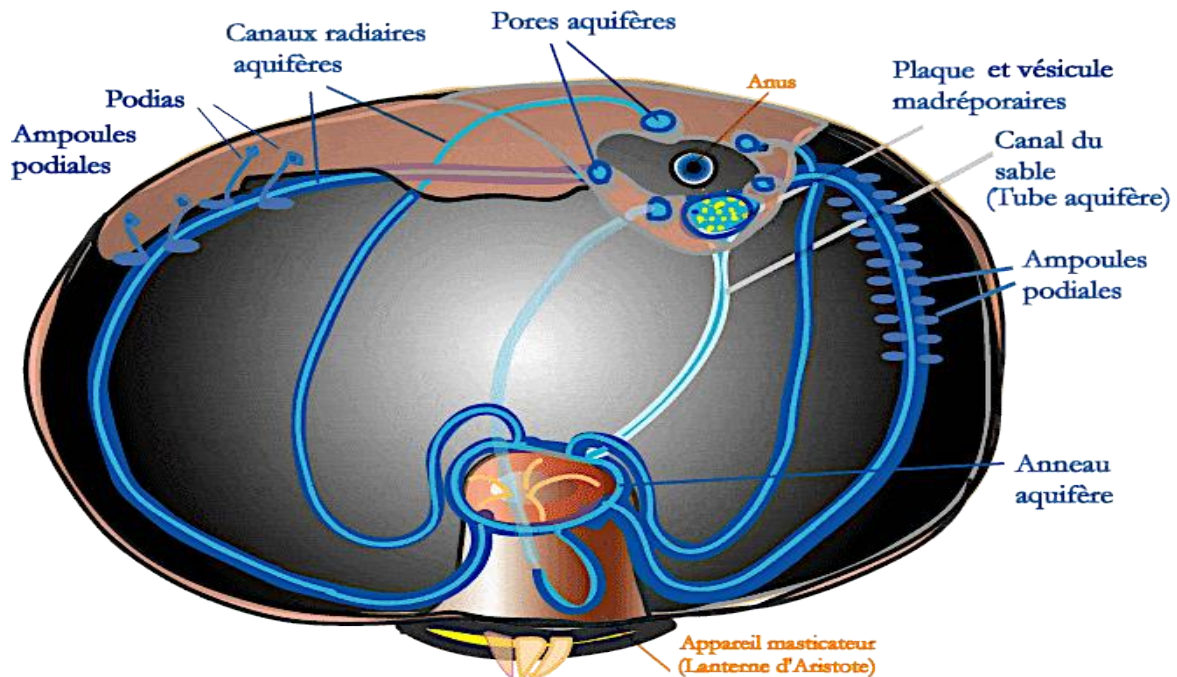


Figure 11: Représentation de la Lanterne d'Aristote pentaradiée de *P.lividus* (**Yoland Savriama 2018**).

a-2-Appareil aquifère :

Chaque région ombracrale est traversée par des tubes radiaux ou bras sur toute sa longueur. 05 branches commencent par un anneau autour de l'oesophage au dessus de la lanterne Canaux hydrophobes aboutissant à des plaques madréporiques. tous les pieds qui marchent Communiquent avec le tube de marche.

Les systèmes aquifères (ou cavités d'eau) sont reliés au milieu extérieur par des pores. L'aquifère d'un côté et le pied de marche (pod) et le système à l'extérieur. D'autre part, le périvasculaire (ou sinus) qui entoure le système sanguin. (corps de Tidderman) et Partie axiale du système aquifère.



LE SYSTEME AQUIFERE

Figure 12: Système aquifère (Amir, 2013 biologie et multimédia Université de Sorbonne -UFR de science de la vie)

b-Étude de l'hémisphère supérieur :

Paracentrotus lividus a une cavité corporelle protégée par des tests. Comprenant les organes digestifs, nerveux, sanguins et reproducteurs. Le tube digestif est constitué de la bouche et son squelette (phare d'Aristote), l'estomac, le siphon, les intestins et l'anus, L'environnement interne des échinodermes est isotonique et peut différer de l'eau de mer (Fischer *et al* 1987).

Le système digestif est constitué de la bouche et de son squelette (lanterne d'Aristote), L'œsophage suit le tube digestif tortueux et fragile et se forme lorsqu'il est rempli de terre et de sable (Double cercle) en test (Beaumont *et* Cassier, 1978), et estomac, siphon mène à l'anus.

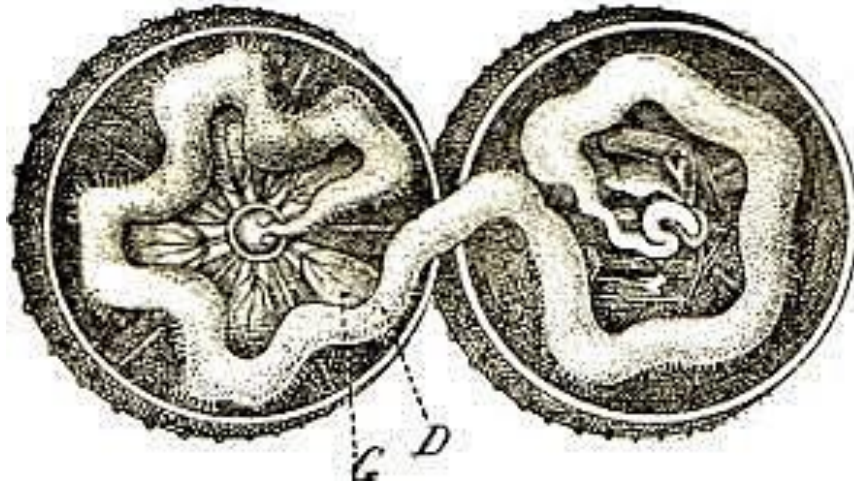


Figure 13: Oursin ouvert suivant l'équateur pour montrer : D, tube digestif, fixé au test par des brides; G, organes génitaux; T, plaques interrassiale

b-1-système respiratoire :

Le système respiratoire des oursins primitifs est déjà ouvert à l'eau de mer, les oursins ordinaires vivent généralement dans un environnement turbulent et riche en oxygène. L'échange respiratoire se fait très facilement sur toutes les surfaces, certaines orales. Cependant, il semble avoir une fonction respiratoire plus importante. quelques pieds ne se distinguent pas des ventouses en phase terminale, La fixation n'a aucun rôle. De plus, il y a 10 branchies dans le cercle de la bouche, Correspond à une extension plus ou moins ramifiée des cavités environnantes (Partie antérieure du tube digestif) (Barnabé, 1989) .

b-2-Les plaques du test :



Figure 14: Test nu de *Cidaris* mettant en évidence les plaques.

b-3-Plaques des aires ambulacraires:

- Percée des pores podiacaux passants
- Un tube reliant la vésicule podiale aux podia
- La plaque intercornée présente généralement un gros tubercule articulaire de l'articulation radio principale. Plusieurs plaques sont attachées à chaque plaque ambulacraire.
- Les plaques de chaque type sont assemblées en colonnes qui forment des régions inter ambulacraire.

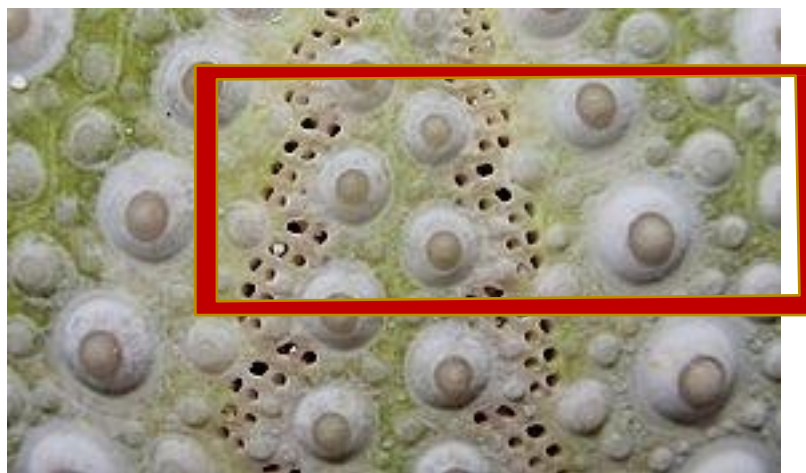


Figure 15: 1, Echinus melo en encadré une plaque à trois doublets de pores ambulacraire

2-3-Reproduction, ponte et développement larvaire :

Paracentrotus lividus a une fécondation externe, Sexe séparé, la variation du cycle de reproduction de *P. lividus* est due à de nombreux facteurs influencé principalement par la profondeur, la photopériode et la température hivernale (Byrne, 1991). En général, la taille des gonades et le nombre de gamètes produits sont très variables influencé par la quantité et la qualité des aliments; (Dix, 1970); (Gonor, 1973); (Vadas, 1977); (Lawrence et Lane, 1982); (Lawrence et al; 1987), pour les algues, leur nourriture est généralement préférentiel (Fuji, 1967) ; (Gonor 1972), (Régis, 1980) ; (Keats et al., 1984) déclenchant l'excrétion des gamétophytes dans un environnement déterminé par la température de Eau. La fécondation a été réalisée par hasard en eau de mer (Boukhelf, 2012).

Il lui faut environ 3 ans pour arriver à maturité. C'est-à-dire que le diamètre moyen non coupé est de 3 cm (Grosjean, 2001). Son cycle de reproduction est annuel, les gonades

mûrissant au printemps. Les mâles sont jaune pâle et les femelles ont des gonades orange vif (Riddet *et al*, 1992) (Fig 16).

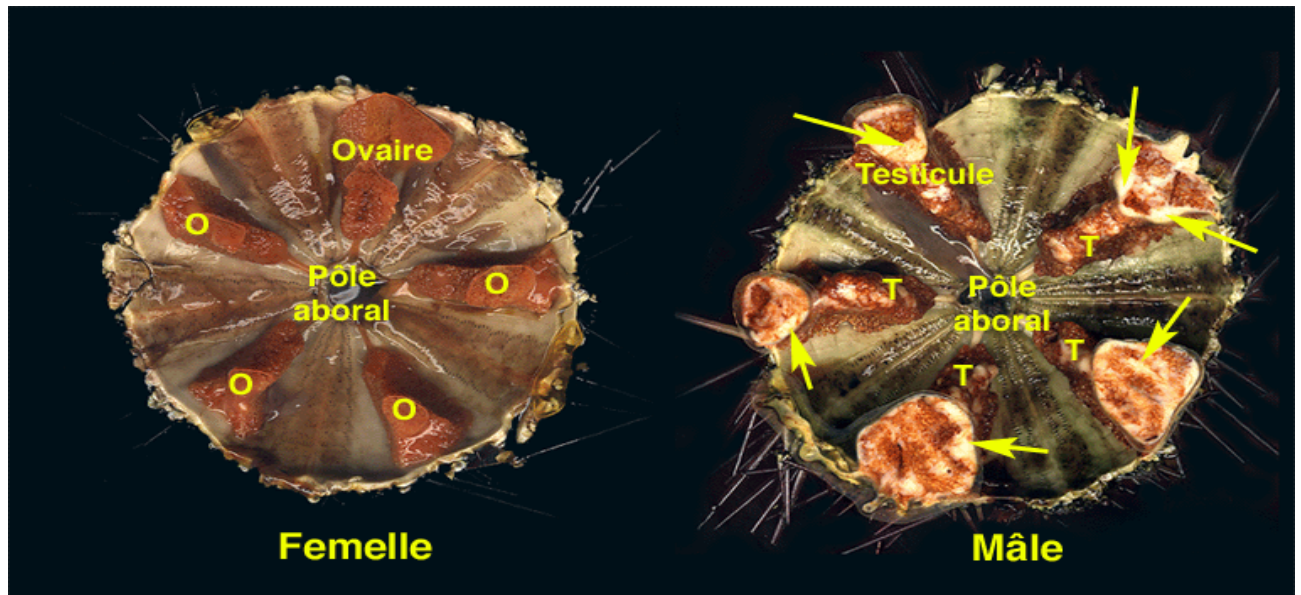


Figure 16: Disposition pentaradiaire des gonades de l'oursin commun *P. lividus*

P. lividus produit plus de 107 œufs par femelle des milliards d'ovocytes et de spermatozoïdes sont libérés. Les mouvements d'eau de mer et les courants contribuent au brassage des gamètes et favorisent leur rencontre ; de plus, des mécanismes moléculaires spécifiques d'attraction des spermatozoïdes (chimiotactisme) et d'interaction cellulaire (adhésion du spermatozoïde) rentrent en action.

La variabilité du frai varie d'un site à l'autre et dépend de facteurs environnementaux Principalement profondeur, photopériode, qualité des aliments, matières fécales (brûlure, 1990, Saint-Martin, 1995).

La fécondation apparaît comme une cascade d'événements cellulaires qui concernent d'abord le spermatozoïde puis l'ovocyte, soit dans l'ordre de plusieurs étapes:

2-3-1-Attraction du spermatozoïde :

La diffusion des ovocytes dans l'eau de mer crée un gradient concentration guide le sperme vers l'ovule. Diaphragme Le plasma de spermatozoïde contient des protéines transmembranaires récepteur ovocytaire (Horstadius; 1973).

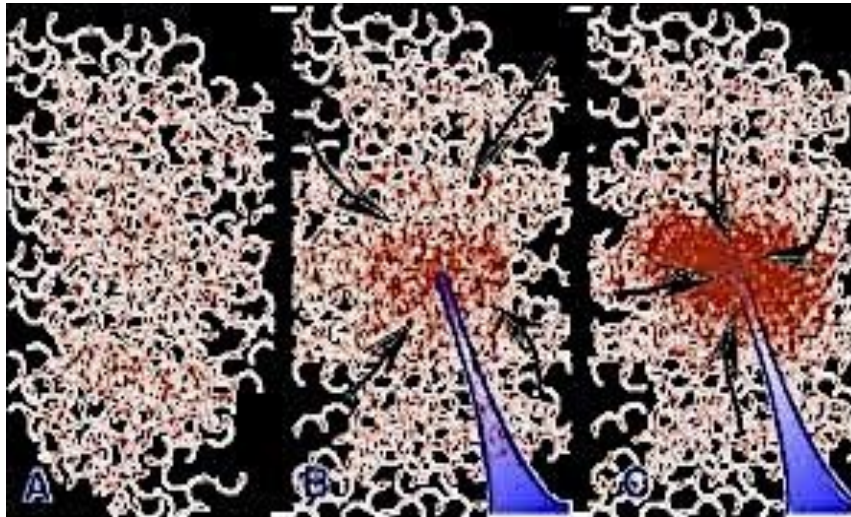


Figure 17: Mise en évidence de l'attraction des spermatozoïdes par une molécule chimiotactique.
(jussieu.fr)

2-3-2-Réaction acrosomique :

Une fois au contact de la gangue, le spermatozoïde subit une seconde activation, ce processus libère des enzymes (hydrolases) qui lysent la gangue de la tête du spermatozoïde. De cette façon, à mesure qu'il progresse vers l'ovotide, le spermatozoïde se fraye un chemin à travers l'épaisseur de la gangue (Ait Mohamed Amer. L 2010) (Fig 18).

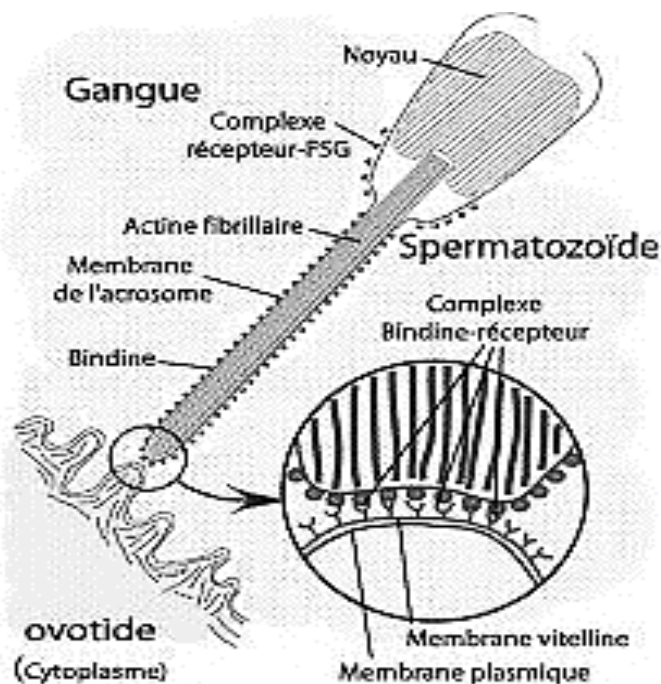


Figure 18 : Contact et accolement du spermatozoïde avec la gangue de l'ovotide suivi de la pénétration de la tête spermatique.

Après le début de la dégénérescence nerveuse, la vésicule muqueuse sera poussée vers l'avant en polymérisant les filaments d'actine présents dans le complexe semi-acromial, en raison de la présence d'ions calcium. En fait, le calcium provoquera une polymérisation très rapide des filaments d'actine présents dans ce composé. (**Suzuki *et al* ; 1995**).

2-3-3-Adhésion du spermatozoïde :

À la surface de ce qui entait la membrane de l'acrosome, une protéine, la BINDINE, permet l'accrochage de cette protubérance à la membrane vitelline. Cela est dû à la présence de récepteurs de la BINDINE sur cette membrane. Les membranes cytoplasmiques fusionnent à ce point. Ensuite, il y a l'entrée du noyau de spermatozoïde dans le cytoplasme (**Cherr *et al*, 1990**).

Des interactions avec les récepteurs de liaison sont nécessaires pour la fixation des spermatozoïdes Membrane vitelline. De plus, la spécificité d'espèce de ces interactions représente une barrière Aide à prévenir la fertilisation interspécifique et à maintenir la séparation naturelle entre différentes espèces

La dissolution de la membrane vitelline est réalisée par des enzymes hydrolytiques présentes à la surface de la vitelline Membrane plasmique du processus acrosomique (enzyme transmembranaire). Les deux membranes plasmiques du sperme et de l'ovule entrent en contact. La membrane plasmique (l'ovotide) contient des microvillosités qui s'allongent pour retour de la tête de sperme. C'est la formation du cône de fécondation. (**Cherr *et al*, 1990**)

Les membranes plasmiques des deux partenaires fusionnent et le noyau spermatique ainsi que le contenu de la pièce intermédiaire puis le flagelle sont englobés dans le cytoplasme de l'œuf fécondé. Dès que le contact des membranes plasmiques a lieu, l'œuf entame une cascade d'événements moléculaires qui constituent l'activation du cytoplasme et mettent en place les polysperme (**Cherr *et al*, 1990**)

2-3-4-Activation de l'œuf (blocage précoce de la polyspermie) :

La fécondation est le produit de la fusion de deux gamètes haploïdes (noyau n chromosomes); par conséquent, le noyau ou zygote de fécondation est diploïde ($2n$ chromosomes), la fécondation restaure les diploïdes en un nombre de Chromosomes spécifique à l'espèce.

Les œufs sont recouverts d'un gel qui contient certaines molécules. Lorsque ces spermatozoïdes entrent en contact les uns avec les autres, le sac au-dessus du sperme sécrète son contenu. La réaction acrosomique libère de l'hydrolase à travers le tubule acrosomique tout en s'étendant à travers l'enrobage gélatineux de l'œuf. Un développement ultérieur peut avoir lieu et l'œuf fécondé commencera une série de processus de division rapides. C'est la phase de division (fragmentation) qui conduit à la phase d'explosion (**Fig. 19**) (Houillon, 1974 ; khouadri, 2014).

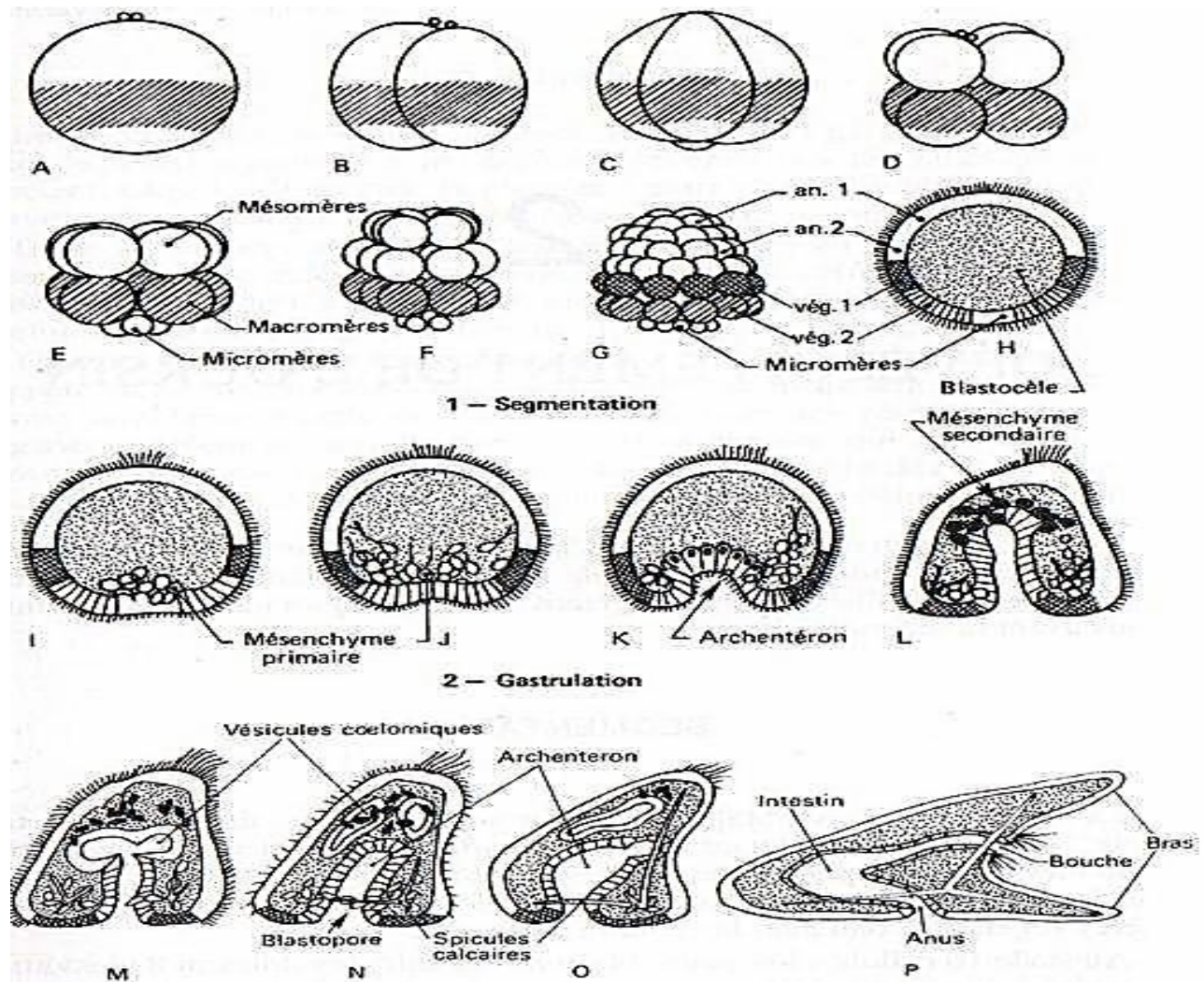


Figure 19 : Développement embryonnaire chez *P. lividus* (houillon, 1974)

a-Segmentation :

La segmentation est totale radiaire et subégale, Le premier sillon de clivage apparaît environ une heure trente après la fécondation, les différences de taille

entre les blastomères n'étant jamais importantes (Fig. 20). (Sadouki *et Mansouri* 2020)

-Les deux premiers plans sont méridiens, perpendiculaires et séparent quatre blastomères égaux.

-Le troisième plan équatorial sépare quatre blastomères animaux et quatre blastomères Végétatifs contenant la ceinture pigmentée.

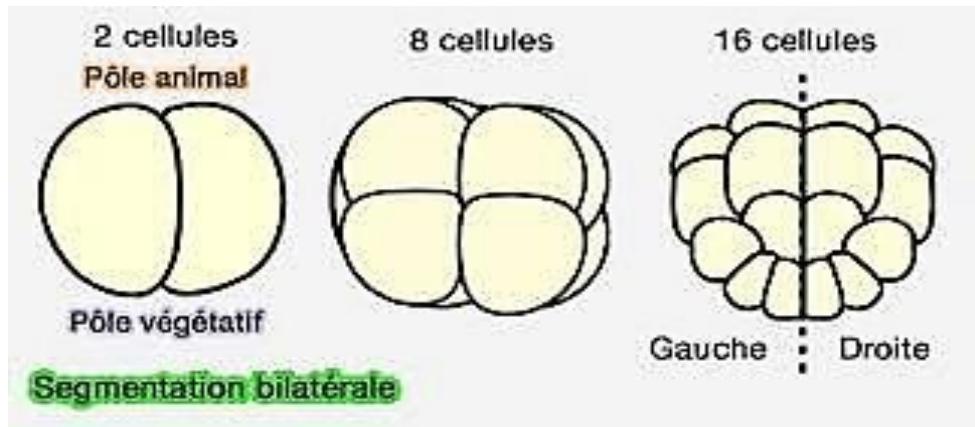


Figure 20 : les différents stades de la segmentation.

Au stade 16 cellules, 4 blastomères animaux forment 8 blastomères organisés le long d'un plan radial (mésomères), tandis que les blastomères végétatifs se divisent le long un plan sous-équatorial en 4 cellules contenant pigmenté, macro-mère et 4 petites cellules au pôle végétatif. (Mc Clay *et al* ; 2000).

Les micromères. Au cours des deux prochains cycles de division, les plans de Le processus de segmentation divise l'œuf de sorte qu'il se compose de cinq couches de blastomères. 8 Les blastomères animaux se divisent d'abord suivant un plan latitudinal, puis suivant un méridien, et forment deux couches de 16 blastomères (an. 1, an. 2). 4 macro-mères divisions successives selon un plan méridien, puis un plan de latitude, et forment deux couches huit blastomères (vég 1, vég 2). Après 2 cycles de division, les 16 micromères formés restent au pôle végétatif en un seul processus, la différence en taille décroissante. En fin de segmentation, la blastula est creusée d'une cavité, blastocœle, émergeant du stade 8, les cellules embryonnaires organisées en une seule couche autour de cette cavité. Ce sont des ciliées, avec une touffe apicale. Les larves nagent après 24 heures. (Mc Clay *et al* ; 2000).

b-Stade Blastula :

A partir du stade 32 blastomères, la segmentation inégale s'estompe. C'est ça lorsqu'une cavité de segmentation centrale de blastocœle, apparaît. Au stade 128 cellules, blastomères formés par un épithélium sphérique et non stratifié. Il entouré d'une membrane basale interne et d'une couche hyaline externe. (Ait Mohamed Amer.L., 2010).

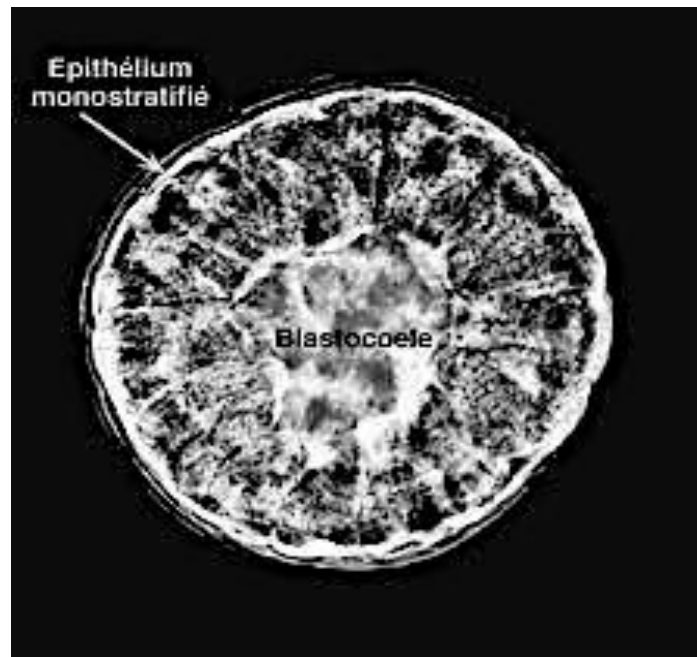


Figure 21: Jeune blastula

A la fin de la segmentation, la blastula est entièrement ciliée. Le pôle animal porte une touffe de cils plus longs, l'embryon éclos dans le milieu marin, devient libre, se déplace dans le plancton grâce à sa ciliature. L'embryon sphérique présente un épithélium unistratifié autour d'une large cavité de segmentation, le blastocœle.

Les œufs d'oursin ne sont pas de qualité uniforme. En morphologie externe, nous savons déjà que distribution du pigment cortical orange ainsi que des différences de taille entre les blastomères du stade 16 cellules est une indication de cette hétérogénéité. En fin de segmentation, blastula est formé d'une mosaïque de cinq territoires hypothétiques disposés de telle manière concentrique autour de l'axe pôle animal - pôle végétatif (**Figure 21**).

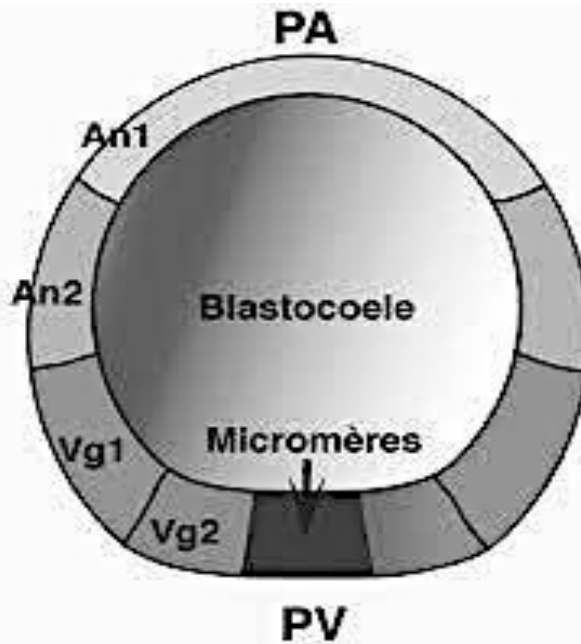


Figure 22: Carte des territoires présomptifs de la blastula d'oursin.

c-Gastrulation:

La gastrulation est l'ensemble des processus morphologiques mettant en place les feuilletts fondamentaux des métazoaires. Elle est caractérisée par l'apparition des mouvements cellulaires coordonnés (mouvements morphogénétiques, invagination et migration) (**Fig. 19**), la ségrégation des trois tissus fondamentaux : l'ectoderme, à l'origine de l'épiderme, le mésoderme à l'origine des mésenchymes primaire et secondaire, et l'endoderme à l'origine du tube digestif, l'apparition d'une cavité secondaire digestive, l'archentéron et le ralentissement du rythme mitotique (**Fig. 19**). La gastrula âgée comprend trois feuilletts, le revêtement externe, ou ectoblaste, issu des pôles animal 1, animal 2 et végétatif 1 ; le revêtement interne, ou endoblaste, tapissant l'archentéron provient du végétatif 2 ; le mésoblaste, correspond d'une part au mésenchyme primaire provenant des micromères et d'autre part au mésenchyme secondaire et aux vésicules entérocéliennes issus de végétatif 2. A partir des micromères s'amorce déjà le squelette larvaire (**khouadri, 2014**).

d-développement larvaire:

A la fin de la gastrulation, l'œuf s'aplatit d'un côté qui marquera la face ventrale de la larve définitive, ou *P. lividus* (**Fig22**). Le blastopore se déplace légèrement vers ce côté et devient anus. Le blastopore se déplace légèrement vers ce côté et devient anus. Le fond de

l'achète, qui a libéré les vésicules entérocéliennes, se courbe vers une dépression de la face ventrale, le côté opposé à cette face s'allonge, ce qui déporte latéralement la touffe apicale. Les spicules, apparus précédemment se développent, la dépression ventrale, le côté opposé à cette face s'allonge, ce qui déporte latéralement la touffe apicale. Les spicules, apparus précédemment se développent, la dépression ventrale se met en communication avec le fond de l'archentéron pour constituer la bouche (**Fig22**)

La larve pluteus est caractéristique du groupe des échinides mais aussi des ophiurides. Par contre la morphologie des larves d'astérides et d'holothurides est sensiblement différente de celle de la larve pluteus (**Fig 23**).



Figure 23 : Evolution de la larve d'oursin du stade dipleurula (à gauche) au stade pluteus (à droite).

3-Ecologie :

3-1-Habitat :

En Méditerranée, *Paracentrotus lividus* se rencontre principalement au stade infralittoral (**Mortensen, 1927**). Trouvé principalement dans les habitats de substrat solide (roche ou gravier avec une position d'algues photophiles) et dans l'herbier *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile, préfèrent se nourrir d'algues denses, souvent trouvées dans les fissures (**Kempf, 1962**), le dessous des roches et des pentes douces, qui est parfois soumis à l'hydrodynamique (**Kempf, 1962; Regis, 1978; Azzolina, 1988**).

Semroud (**1993**) indique que le maximum de densité d'oursins se trouve dans les premiers mètres d'eaux mais il n'est pas rare de le rencontrer en groupe dans les mares

rocheuses jusqu'à 30 m de profondeur (Fig 24) (Mortensen, 1927), et plus rarement jusqu'à 80m (Tortonese,1965)

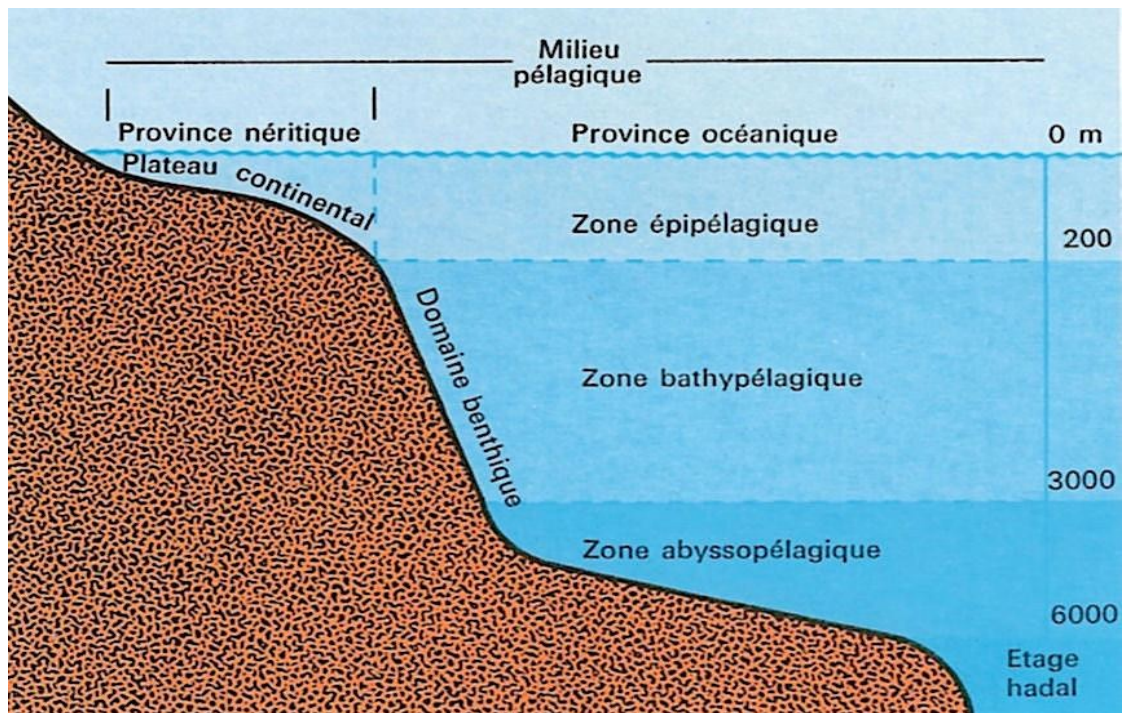


Figure 24: Profil topographique des quatre étages aquatique selon leur profondeur

3-2-Alimentation :

Paracentrotus lividus est essentiellement un herbivore mais dans certaines conditions, il peut être omnivore (Regis 1978). On peut trouver dans son contenu digeste des particules plus végétales qu'animale, y compris les foraminifères, les éponges et bryozoaires, ainsi que des crustacés (Verlaque, 1987). L'Analyse de la composition digestive de cet oursin suggère qu'il s'agit d'un herbivore opportuniste comme de nombreux Echinoides réguliers (DeRedder et al. 1986).

Paracentrotus lividus se nourrit principalement d'algues photophiles du genre *Podia. pavonica* et *Cystoseira buliarica* Regis, 1978). Il montre une certaine sélectivité (*Posidonia*) (Verlaque, 1987). Cette sélectivité dans l'alimentation varie avec sa taille. Ainsi, il est passé de la consommation d'organismes de la strate encroûtante épiphyte de rhizomes et feuilles (faune sessile) chez les juvéniles aux feuilles et leurs épiphytes chez les individus de plus de 20 mm de diamètre sans les radioles (Verlaque, 1987), et enfin se nourrissent préférentiellement de la partie la plus épiphyte de la feuille (Verlaque, Nedelec,1983).

BIOLOGIE ET ÉCOLOGIE DE *PARACENTRUS LIVIDUS*

Chez *P. lividus* (Lamarck, 1816), il existe une alternance de phase de nutrition et de phase de repos alimentaire (Verlaque, Nedelec, 1983). Ces deux phases ont été signalées, chez la même espèce des côtes algériennes par Semroud et Kada (1987). En période active, la vitesse d'alimentation est constante pour tous les individus (Verlaque, Nedelec, 1983). Selon Zanoun 1987 in Sahnoun, 2009, la période de jeûne ou la faible consommation serait liée à une maturation des gonades précédant la ponte.

Cet invertébré marin peut apparemment utiliser la matière organique pour l'énergie très soluble dans l'eau par ses piquants. Regis (1979) et Rico (1989) montrent que les mouvements des radioles sont liée à l'alimentation alternative. Ce complément alimentaire devient important à mesure que les macrophages deviennent rares (Sahnoun, 2009).

L'oursin comestible *P.lividus* (Lamarck, 1816) est une des espèces les plus importantes du benthos littoral de la méditerranée, tant par le nombre de ses individus que par son impact sur les peuplements superficiels des macrophytes benthiques en Méditerranée (Nedelec, 1982; Verlaque, Nedelec, 1983)

Tableau 2 : Période et nombre de pontes par an de *Paracentrotus lividus* selon quelques références. (Ait Mohamed Amer., 2010)

Référence et région	Période de ponte	Type de substrat
Méditerrané Nord occidentale FENAUX(1968) France (VilleFranche-mer) REGIS (1979) France (Marseille)	2 périodes de ponte juin et sept à novembre mai à juin et août à octobre	Herbier à Posidonia ocanica Herbier à Cymodocea nodosa
BYRNE (1990) Irlande	1 seule période de ponte mai à juillet et juin à juillet	roches avec Macrophytes
Méditerranée nord occidentale Lozano <i>et al</i> (1995) Espagne	Février à Juin	Roche avec Macrophytes
Méditerrané Sud occidentale GUETTAF <i>et al</i> (2000) Algérie (Ain Tagourait)	Février à Mars	Roches avec Macrophytes herbier à Posidonia ocanica
Méditerrané Sud occidentale Guettaf <i>et al</i> (2000) Algérie (Alger plage) Algérie (El Marsa)	Avril et Mai/Août Septembre Avril à Juin/Octobre à Décembre	Avril et Mai/Août Septembre Avril à Juin/Octobre à Décembre

BIOLOGIE ET ÉCOLOGIE DE *PARACENTRUS LIVIDUS*

Algérie (El Marsa)	Avril à Juin/Octobre à Décembre	Avril à Juin/Octobre à Décembre
Leoni <i>et al</i> (2000) France (Corse) in Soualili 2008	juillet à novembre	roches avec Macrophytes
Sanchez <i>et al</i> (2004) Espagne	Mai à Aout Mars à Août ou Septembre	Roches avec Macrophytes Herbier à Zostera et à algue(Ulva)
Jacquin <i>et al</i> (2006) France (Bretagne)	Mai à Juillet	Roches avec Macrophytes
Bayed <i>et al</i> (2005) Maroc	Mars à Mai	Cuvette rocheuse avec Macrophytes
Sellem <i>et Guillou</i> (2007) Tunisie (Baie de Tunis)	Avril à Juillet	Roches avec Macrophytes herbier à Posidonia ocanica
Soualili (2008) Algérie (Alger plage) (Sidi Fredj) (Tamentfoust)	Juin à Septembre Juillet à Décembre Avril à Décembre	Roches avec Macrophytes Herbier à Posidonia ocanica Roches avec Macrophytes et Posidonia ocanica
Adda Neggaz (2008) Algérie (Mostaganem)	Novembre et Décembre/ Jan à Mai	Algues photophiles
Sahnoun (2009) Algérie (Mostaganem)	De Novembre à Juin	Roches avec Macrophytes
Belkhedim (2009) Algérie (Ain Franin-Oran)	De Novembre à Juin	Roches avec Macrophytes
Dermeche (2010) Algérie (Mostaganem et Madagh)	Février à Mars	Algues photophiles et prairie de Posidonie

CHAPITRE 02

BIOSURVEILLANCE PAR LES BIOESSAIS

I -) Surveillance par les bio-essais :

La biosurveillance (ou biomonitoring) est définie comme un ensemble de méthodes utilisées pour détecter et mesurer la concentration des polluants ou de leurs métabolites (composés de dégradation) au sein des différents niveaux de l'organisation biologique. Parmi les approches utilisées en bio-surveillance, les bio-essais, la bioaccumulation et l'étude des réponses physiologiques chez des organismes bio-indicateurs sont les méthodes les plus employées et les mieux décrites. **(Forbes and Forbes 1997).**

Les bioessais sont des méthodes biologiques *in vivo* ou *in vitro* qui permettent de mesurer la toxicité d'un polluant, d'un mélange de polluants ou encore d'échantillons environnementaux aux échelles cellulaires ou individuelles. Les bioessais *in vitro*, largement utilisés pour mesurer des effets toxiques subcellulaires (activation de récepteurs, dommages à l'ADN) **(Connon et al. 2012)**, sont de plus en plus utilisés pour des raisons éthiques car ils présentent un avantage certain dans la réduction de l'utilisation d'animaux lors de campagnes de biosurveillance. Ils permettent également l'analyse d'une multitude de matrices différentes (échantillons environnementaux, extraits de capteurs passifs) et ne nécessitent qu'une petite quantité d'échantillon. Ces tests sont considérés comme très sensibles et sont mesurés à un très faible niveau d'organisation. Ils sont particulièrement utilisés en complément d'analyses chimiques pour détecter par exemple des activités dans les milieux (œstrogène, androgène, dioxin-like). Ils peuvent également être utilisés dans des approches en « analyse dirigée par l'effet » (EDA). Les bioessais *in vivo* sont des tests de toxicité qui utilisent des organismes vivants entiers. La mortalité, l'immobilisation, le taux de fécondation, le succès d'éclosion, le développement embryonnaire, la croissance ou l'activité de nage figurent parmi les effets toxiques les plus étudiés. Tous ces bioessais (*in vivo* et *in vitro*) permettent de comparer la toxicité relative de produits chimiques ou d'échantillons environnementaux spécifiques. **(Wernersson et al. 2015)**

I-1- concentration des polluants :

I-1-1-La bioaccumulation :

La bioaccumulation se définit comme l'accumulation d'un contaminant dans les tissus d'un organisme vivant à la suite de son absorption à partir de son milieu de vie ou de sa consommation de proies contaminées. Et Consiste à mesurer les concentrations de molécules

chimiques ciblées dans des tissus biologiques d'une espèce exposée à une contamination ambiante. Cette approche présente l'avantage de prendre en compte la disponibilité réelle des contaminants dans le compartiment biologique. Cependant, aucune information ne peut être déduite quant au réel impact de ces molécules sur les individus. De plus, des mécanismes de détoxification existent au sein des organismes et permettent l'élimination de certains types de substances chimiques non bio accumulables **(Depledge and Fossi 1994)**

I-1-2-Bioconcentration :

La bioconcentration est un phénomène environnemental lié à la présence de polluants dans les milieux aquatiques. Elle se caractérise par l'accumulation progressive d'une substance chimique au sein des organismes vivant dans ces milieux, tels que les poissons ou les crustacés. **(Matthieu Ricard. 2012)**

Il y a bioconcentration quand pour un organisme ou une population associée à un milieu (biocénose), l'absorption et rétention de contaminants prélevés dans le milieu est supérieure à l'élimination naturelle. Avec dilution dans le milieu ou adsorption sur le substrat minéral ou organique non-vivant (tourbe, charbon.) **(Marigómez, in Encyclopedia of Toxicology (Third Edition), 2014)**

Le milieu considéré est généralement l'air (qui contamine par exemple les lichens, considérés pour cette raison comme bioindicateurs), l'eau, les sols et sédiments, mais la nécromasse (ex : biocontamination par les nécrophages ou organismes du bois-mort...) ou le système digestif (et son microbiote) sont aussi des milieux où le phénomène debioconcentration actif **(Walter Vetter, in The Alkaloids: Chemistry and Biology, 2012)**

I-1-3-La bioamplification :

C'est un Phénomène par lequel une substance naturelle ou un contaminant présent dans un biotope connaît un accroissement de sa concentration au fur et à mesure qu'il circule vers les maillons supérieurs d'un réseau trophique, précédent. La bioamplification est une forme de bioaccumulation indirecte l'absorption des contaminants se fait par la présence d'intermédiaires. Lorsque des organismes contaminés de niveaux trophiques inférieurs sont mangés, ils vont passer les contaminants à leur prédateur. Il en résulte ainsi une augmentation de la concentration des contaminants au fur et à mesure que l'on monte dans les niveaux trophiques **(Hunt, E.G & Bischoff 1960)** Ainsi, dans un environnement contaminé, tous les niveaux trophiques sont affectés. Les producteurs (premier niveau), qui aspirent les nutriments

nécessaires à la conversion de la matière inorganique en matière organique, accumulent les contaminants présents dans leur environnement. (Nieff, 2002). Les consommateurs primaires (deuxième niveau), en plus d'absorber les contaminants en vivant dans un milieu pollué, vont aussi accumuler les polluants que les producteurs avaient eux-mêmes absorbés (DeForest DK, Brix KV, Adams WJ (2007)).

Il en va de même pour les consommateurs secondaires et tertiaires (niveaux supérieurs), tous accumulant les contaminants absorbés précédemment par leurs proies. Ce phénomène fait que souvent les individus au sommet de la chaîne alimentaire, comme les gros poissons, les oiseaux de proie et les mammifères carnivores (béluga, être humain, etc.), possèdent une concentration de contaminants qui dépasse le seuil de toxicité. (Adams WJ, Green A., 2003).

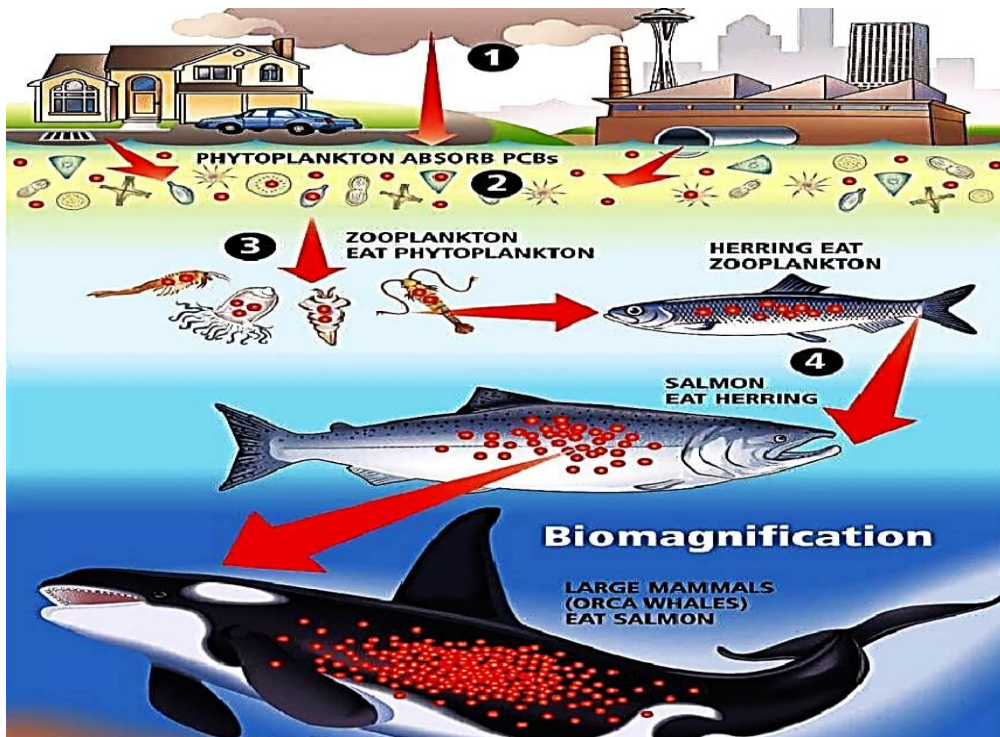


Figure25 : Transferts trophique des polluants chez les organismes vivants

(ownwork septembre 2012)

I-2- Les différentes approches en biosurveillance :

La biosurveillance est divisée en deux types d'approches : la biosurveillance passive, basée sur des analyses issues d'organismes autochtones, et la biosurveillance active basée sur

la transplantation de l'espèce d'intérêt sur le site d'étude, via par exemple, des dispositifs d'encagement (**Vieira et al. 2017**).

Les organismes peuvent être utilisées en biosurveillance pour évaluer l'accumulation des molécules chimiques dans les tissus (bioaccumulation) et les niveaux de réponses des biomarqueurs. Ces deux types d'analyses permettent respectivement de déterminer leur niveau d'exposition et leur état de santé. (**Le Guernic et al. 2016a; Dey et al. 2016**).

I-2-1 Où utiliser les bioessais marins :

Les bioessais sont l'évaluation de la toxicité d'une substance par l'observation au laboratoire de ses effets sur les organismes vivants. C'est la détermination de l'effet de tout matériau sur les organismes vivants en le testant dans des conditions standard. Par exemple, une évaluation de la qualité de l'eau serait effectuée à l'aide de poissons vivants pour déterminer si l'eau convient à une utilisation en pisciculture. (**Angerville, 2009**).

Dans le cadre d'une évaluation du risque environnemental le programme de biosurveillance est parfaitement adapté à l'évaluation de la toxicité (ou « écotoxicité ») intrinsèque d'une substance chimique. De ce fait, il est largement utilisé par la réglementation européenne, notamment pour évaluer le danger (toxicité) et le risque environnemental relatifs à une substance ayant fait d'objet d'une demande d'autorisation de mise sur le marché (pesticide, détergent, médicament, etc.) (**Vivien Lecomte 2022**).

Pour étudier les effets des polluants sur les rivières, on peut combiner des tests biologiques sur les algues, les daphnies et les poissons. Sur la base des résultats obtenus, la plus faible concentration d'effet (CE50 ou CSEO) des bioessais réalisés, correspondant à l'espèce la plus sensible, (**Boillot, 2009**).

En alternative ou en complément à une large gamme de bioessais, il est possible de faire une étude dans le monde microcosme: on parle de « bioessai plurispécifique » (= plusieurs espèces). Si nous reprenons l'exemple précédent de la rivière, il pourrait s'agir d'un aquarium expérimental contenant des algues, des daphnies et des poissons. (**J. Cachot et O. Geffard, Echibioteb, 2015**).

I-2-2 Utilisation des bioessai

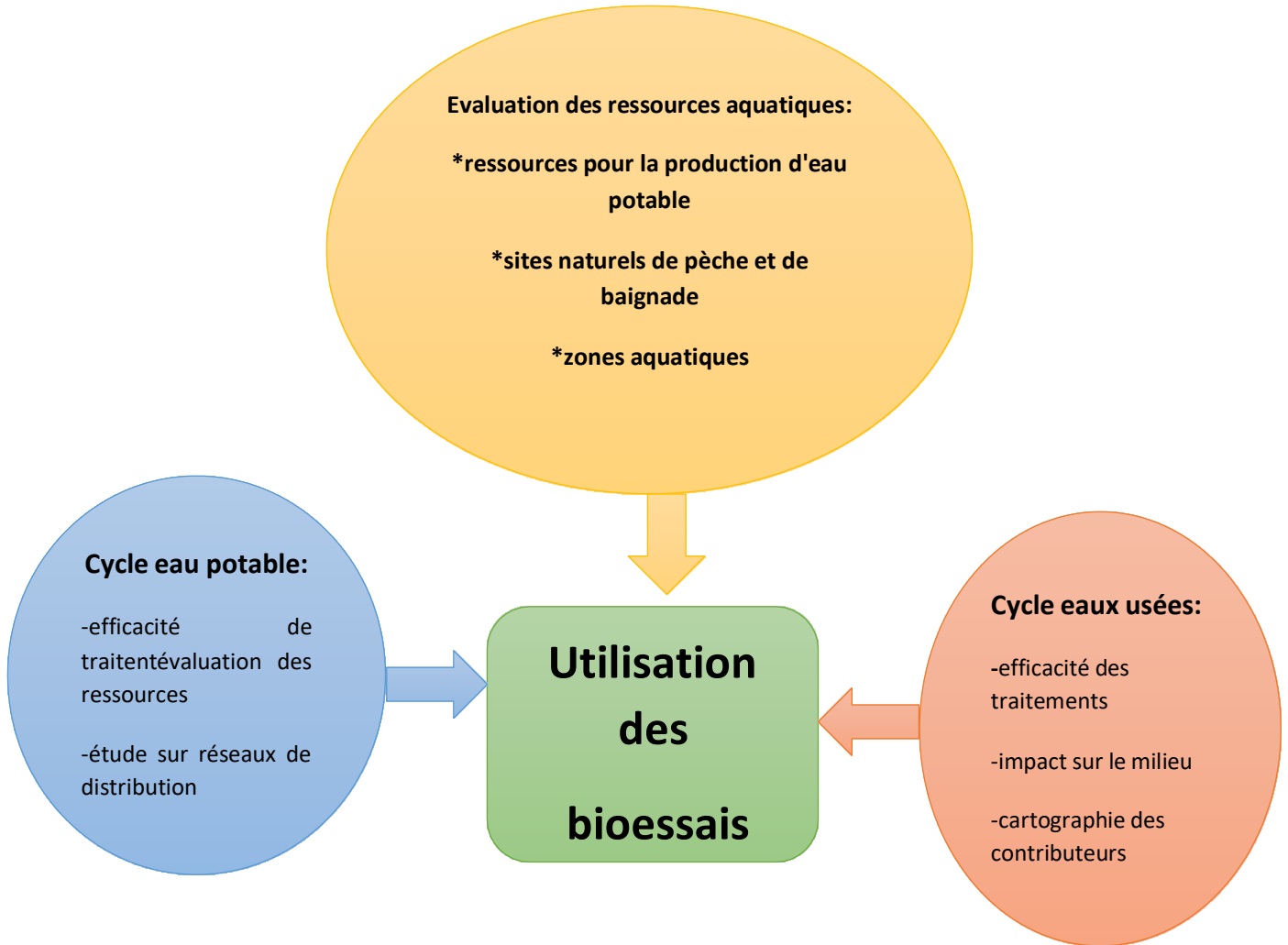


Figure 26: les différents domaines d'utilisations des bioessais

(Oulad brahim *Et* Sadouki Ladjale 2022)

1-3-biomarqueurs :

Un biomarqueur est un paramètre biologique observable à un niveau inférieur à celui de l'organisme entier et qui permet d'obtenir des informations quant au degré d'exposition présent ou passé et à l'effet d'un contaminant sur un organisme (Key *et al.*, 2006; Stagg, 1998). Il peut s'agir de paramètres génétiques, enzymatiques, physiologiques, morphologiques, moléculaires, cellulaires, biochimiques, etc. (Kaiser, 2001; Markert *et al.*, 2003). Dans certains cas, les altérations provoquées par les polluants sur ces paramètres biologiques peuvent engendrer des

changements au niveau comportemental chez les organismes et c'est pourquoi ces changements comportementaux sont alors considérés comme un type particulier de biomarqueurs (**Kaiser, 2001**). Par conséquent, un biomarqueur peut permettre de détecter les pressions environnementales dans un milieu donné avant même que les effets néfastes se fassent sentir au niveau des organismes. On peut ainsi prédire les dommages potentiels pouvant menacer un écosystème et prendre des mesures nécessaires pour remédier à la situation avant que celle-ci ne devienne trop critique (**David Bélanger 2009**) (**Van der Oost et al. 2003**).

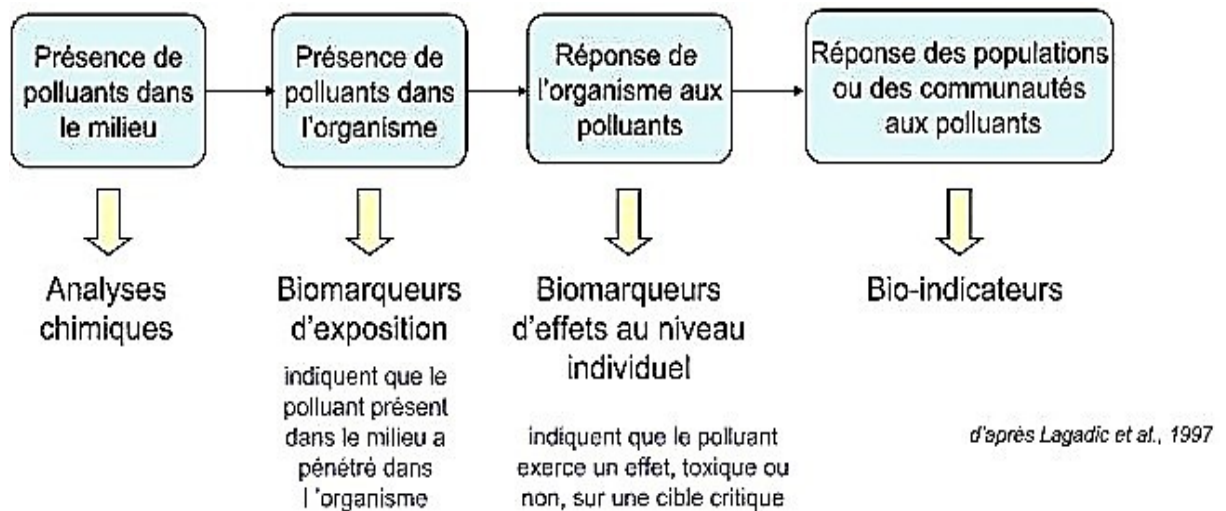


Figure 27: Présentation des différents types de biomarqueurs

II - Pourquoi étudier la perturbation de la fécondation chez des bioindicateurs :

La conservation de la qualité de l'eau est un enjeu environnemental, économique et socio-politique très important. Par conséquent, il est extrêmement important de surveiller l'environnement des écosystèmes aquatiques, pour cela, il est important d'utiliser des indicateurs environnementaux fiables et complets. Le principal avantage des bioindicateurs est qu'ils permettent d'évaluer l'impact de diverses perturbations sur la flore et la faune aquatiques, contrairement aux indicateurs physico-chimiques qui ne permettent que de diagnostiquer les perturbations. À ce jour, il n'existe pas de lignes directrices pour la sélection des indicateurs biologiques. Par conséquent, l'objectif global de cet essai est de fournir aux régulateurs un cadre normatif pour standardiser le processus de sélection des bioindicateurs de la qualité de l'eau et ainsi assurer une gestion adéquate de ces bioindicateurs de ce milieu. (**Laperche, 2014**).

II-1-Utilisation des bio-indicateurs :

Les bio-indicateurs permettent de détecter les modifications de l'environnement et la présence de pollutions, de mesurer l'impact de ces perturbations sur les écosystèmes et de suivre l'amélioration de la qualité de l'environnement en prenant des mesures correctives. **(Harrag, 2012; Banaru et Perez, 2010).**

La surveillance de la qualité de l'environnement basé uniquement sur le suivi des paramètres physico-chimiques ne permet pas de tirer des conclusions sur la santé de l'écosystème, car il ne renseigne pas sur la qualité de l'habitat et ne fait que limiter la qualité de l'environnement dans l'étude des contaminants présents à des concentrations au-dessus de la limite de détection des méthodes analytiques **(MDDEP, 2008)**. De plus, cette méthode ne permet pas l'intégration d'effets additifs, synergiques ou antagonistes des divers polluants sur les organismes. Pas efficace pour détecter les molécules hydrophobes, qui se retrouvent principalement dans les lipides des organismes vivants **(Laperche, 2014)** La bio-indication est donc un outil indispensable pour évaluer la santé des écosystèmes de mesure. **(Environmental Protection Agency (EPA), 2002).**

III- Avantages et limites des bioessais :

Tableau03 : Avantages et limites des bioessais (Vivien Lecomte, mis à jour le 6 janvier 2022 – Ecotoxicologie.fr)

AVANTAGES	LIMITES
Les protocoles normalisés (pour une partie des tests) et les conditions d'exposition contrôlées permettent de comparer la toxicité de plusieurs substances/échantillons, même si les tests n'ont pas été réalisés au même moment ou par le même laboratoire.	Faible réalisme environnemental en raison : -de l'utilisation d'organismes d'élevage -de l'exposition en conditions contrôlées de laboratoire qui sont très différentes des conditions de terrain.
En cas d'exposition à un échantillon environnemental, les bioessais renseignent	Il est nécessaire de mettre en œuvre une batterie de bioessais (= plusieurs bioessais différents) afin de disposer des informations

sur la fraction biodisponible et active du ou des contaminant(s).	suffisantes à l'évaluation de la toxicité d'une substance ou d'un échantillon.
L'exposition à un mélange de substances ou à un échantillon environnemental permet de prendre en compte les interactions entre contaminants (effets additifs, synergiques ou antagonistes).	En cas d'exposition à un échantillon environnemental, ils ne permettent pas à eux d'identifier la ou les molécule(s) responsables des effets observés.
Certains bioessais (bioessais <i>in vitro</i>) permettent de décrire les mécanismes toxicologiques en jeu.	Les bioessais de laboratoire ne prennent pas en compte les effets indirects des substances toxiques tels que les interactions entre espèces ou les effets trophiques (sauf dans les microcosmes).
Les valeurs de référence (CE50, CSEO, etc.) permettent d'établir des valeurs seuils utilisées dans la réglementation, telles que la PNEC (ex. : réglementation REACH) ou la NQE (Directive Cadre sur l'Eau).	En cas d'analyse d'échantillons environnementaux (ex. : eau de rivière), le prélèvement et le stockage des échantillons peuvent « fausser » la mobilité et la biodisponibilité des polluants présents.

IV- l'oursin et son rôle dans la biosurveillance :

L'oursin, *Paracentrotus lividus*, joue un rôle important dans la structure et l'évolution de la phytocénose benthique (Nedelec, 1982 ; Nedelec et Verlaque, 1984), d'où tout changement de densité ou de composition (Delmas et Regis, 1984 ; 1985).

P. lividus joue également un rôle important en tant que bioindicateur et bioaccumulateur de l'évaluation des polluants et de la qualité de l'environnement marin côtier de Mostaganem pour plusieurs raisons :

- le fait qu'il joue un rôle important dans l'écosystème méditerranéen (en particulier l'herbier de posidonie) (**Boudouresque et Verlaque, 2001**)

- Sa large répartition en Méditerranée et notamment sur la côte rocheuse de Mostaganem (**Guendouzi, 2011**).

En effet, selon (**Demnati et al.2002**) les oursins, grâce à leur forte concentration des métaux, leur capacité à survivre dans des conditions où d'autres organismes seraient éliminés, et par leur large distribution, représentent d'excellents sinon les meilleurs biomarqueurs.

CHAPITRE 03

ZONE D'ÉTUDE

1-Données générales sur la wilaya de Mostaganem :

Mostaganem est la 27ème wilaya dans l'administration territoriale Algérienne. Elle se trouve au Nord Ouest de l'Algérie sur la méditerranée (Afrique du Nord), à 350 Km à l'Ouest d'Alger (La capitale) et à 80 Km à l'Est d'Oran (2ème ville d'Algérie). Les wilayas limitrophes de Mostaganem : A l'Est la Wilaya de Chlef, au Sud-Est la Wilaya de Relizane, à l'Ouest la Wilaya d'Oran, au Sud-Ouest la Wilaya de Mascara. (SRAT 2020)

Le climat de Mostaganem se caractérise par un climat semi-aride en hiver tempéré et une pluviométrie qui varie entre 350 mm sur le plateau et 400 mm sur les piémonts du Dahra. (Megherbi .W; 2015)

Tableau 04 : Climat annuel de Mostaganem (Oulad brahim et Sadouki Ladjale 2022)

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Température moyenne (°C)	10.9	11.4	13.6	16.1	18.4	23.5	26.3	26.9	24	20.6	15.1	12.1
Température minimale moyenne (°C)	7.2	7.5	9.5	11.8	15	18.7	21.5	22.3	20	16.6	11.6	8.6
Température maximale (°C)	15	15.7	18.3	20.8	24.1	28.6	31.7	32.2	28.8	25.3	19	16.1
Précipitations (mm)	56	45	44	38	24	4	1	3	15	34	74	49
Humidité(%)	78%	75%	74%	70%	68%	63%	62%	64%	67%	71%	74%	77%
Jours de pluie (jée)	6	5	5	5	3	1	0	0	2	4	7	6
Heures de soleil (h)	7.3	8.1	9.0	10.1	11.1	11.9	11.9	11.1	10.1	9.0	7.6	7.1

Le territoire de Mostaganem s'étend sur une superficie de 2 269 km² avec 124 km de côtes et la wilaya possède un large littoral avec d'excellentes plages et un potentiel touristique diversifié.

Le littoral est composé de plages, plus accessibles à l'ouest qu'à l'est, cela a incité les autorités à y identifier une quinzaine de zones d'expansion touristiques, dont certaines sont aujourd'hui en partie exploitées (Boukhlef, 2007).



Figure 28 : Localisation de la zone d'étude ; la Wilaya de Mostaganem (MICHELIN 2023).

1-1-Salinité :

La salinité traduit le caractère salin de l'eau. Les solides totaux dissous traduisent l'ensemble de solides dissous dans une eau. La mesure de tous ces paramètres a été faite à l'aide du TDS /conductimètre (Benhenda–Cherit 2020), et dans mon étude la salinité de la région de Mostaganem est de 35‰, dont 27‰ de NaCl, et les cations les plus abondants sont: Na, K, Mg et Ca (Bennaceur et Boukhorissa 2020)

1-2-Vents :

Il existe deux types de vents dans la baie de Mostaganem (Millot, 1985 à Korichi, 1988) :

- Vent d'ouest avec une vitesse de 2 m/s dans la période de novembre à avril.
- Vent d'est avec une vitesse moyenne supérieure à 2 m/s à 15 à 20 m/s pendant 3 mois consécutifs de mai à octobre, le vent d'ouest provoque souvent des phénomènes météorologiques violents (Rouane-Hacene, O ; 2013)

2- Présentation des sites d'étude :

Deux sites ont été choisis pour ce travail. Sélectionnés selon plusieurs critères, notamment l'état de santé du site en termes de contamination, les différences de localisation géographique et pour des raisons pratiques telles que l'accès facile aux sites sans avoir à recourir à un bateau et la nature de la localisation biologique du site.

Des prélèvements ont été effectués à deux stations au niveau de la Wilaya de Mostaganem. à savoir, le « Port de Salamandre », qui a été considéré comme un site contaminé dans cette étude, et le site « Stidia », qui a été utilisé comme site de référentiel.

2-1-Le port de Salamandre :

Le point d'échantillonnage exacte des spécimens étudiés depuis le site pollué se positionne à ($35^{\circ} 92' 39.65''N$; $0^{\circ} 05' 83.74''E$), à une distance de 2.81 Km à l'ouest du centre de la ville de Mostaganem (Fig. 28).

Le secteur de la pêche dispose pour son activité d'une seule partie du bassin sud-ouest où se trouvent les infrastructures de pêche. Il comprend un quai de 250 m de long et une jetée droite de 92 m de long destinée à l'accostage d'une petite entreprise (Mostaganem Port Company) (KHEDIMI F, BACHKET.E, 2020).

Le choix de ce site était fondamental car il représente un lieu lointain du quai de débarquement (lieu dissimulé du contrôle), les navires effectuent leur dégazage la majorité du temps dans cette partie du port l'opération peut être nocive et polluante. (Oulad brahim M Et Sadouki L 2022)



Figure 29: Position géographique du premier site d'étude (Port de salamandre)

2-2-Stidia :

Se situe 20 km à l'ouest de Mostaganem sur la route d'Oran entre cap Carbon d'Oran et cap de salamandre, de superficie 55km². Les coordonnées géographiques se présentent comme suit : **Latitude: 35 °82'74"72N ; Longitude: 0 °02'54"90E**. Notre choix s'est porté sur cette zone comme étant référentielle pour plusieurs raisons, notamment le fait qu'elle se positionne loin du port et de toute source de pollution dans toutes ses nature (agricole, industrielle,...etc), mais aussi humaine.

Stidia a un substrat rocheux. Ainsi, cet emplacement de baie de carte postale et méridien de Greenwich a une riche diversifié d'animaux et de plantes mais c'est aussi un endroit idéal pour les amateurs de pêche et de plongée. De plus, ce site connaît des projets aquacoles comme la ferme ostréicole.

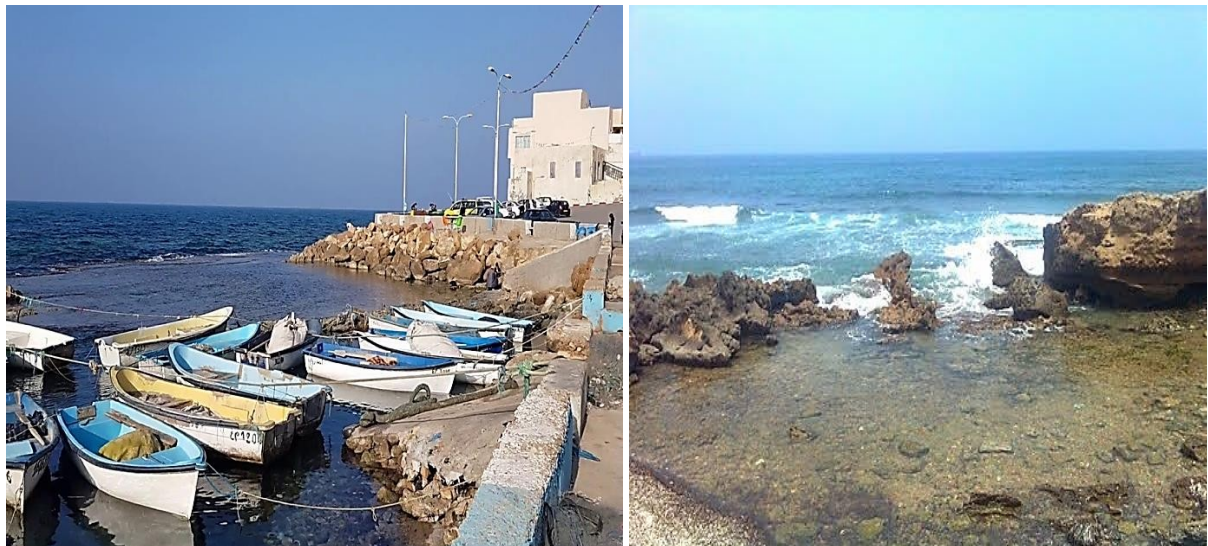


Figure 30 : Position géographique du deuxième site (stidia)

CHAPITRE 04

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1-Technique d'échantillonnage

1-1-Prélèvement :

Le protocole d'échantillonnage qui consiste en une cueillette mensuelle d'une dizaine d'individus (10) a été réalisée pendant la période de trois mois (Février, mars, et avril 2023), en zone intertidale, et à une profondeur comprise entre 1 et 3m, dans les sites choisis pour cette expérience (port de Salamandre –Stidia plage). Les échantillons sont prélevés en une sortie entre 9h et 11h, ces derniers sont transportés dans une glacière qui contient l'eau de mer du milieu de prélèvement pour maintenir les conditions environnementales stables, puis traités le même jour au laboratoire.



Figure 31: la zone de prélèvement des spécimens d'oursins.



Figure 32 :Le transport des échantillons

1-2-Traitement au laboratoire :

Au laboratoire, les échantillons sont nettoyés et disposés sur la paillasse, Il suffit alors de placer les oursins sur un récipient (un Bécher) rempli à ras bord d'eau de mer, le pôle aboral vers le bas de façon à ce qu'il soit immergé. On ne tarde pas, alors, à observer la lente descente des produits génitaux vers le fond du récipient où ils s'accroissent (Fig 2). L'eau de mer utilisée lors des tests biologiques provient de la même zone d'échantillonnage, dans ces tests biologiques, seuls les individus matures sont concernés et l'expérimentation se déroule en deux parties qui ressemblent comme suit:

1-2-1. Frai et fertilisation :

L'eau de mer des sites "Port de Salamandre" et "Stidia plage" a été filtré à l'aide d'un système de filtration par pompe péristaltique utilisant un filtre millipore de 0,45 μm pour éliminer les débris et les micro-organismes (EMF). Trente oursins adultes ont été lavés avec cette même eau de mer filtrée, puis la ponte a été stimulée en injectant 0,5 ml d'une solution de kcl 0,5 M dans la cavité cœlomique. (**Fig. 31**).

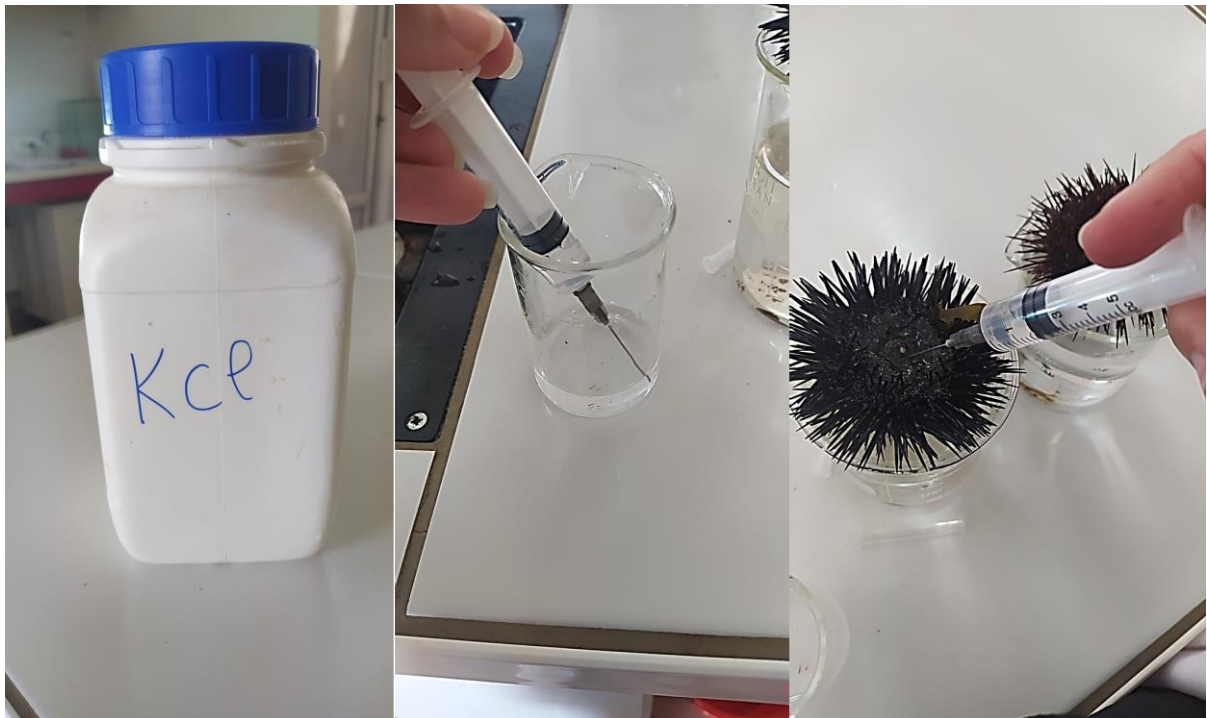


Figure 33: Injection du KCL

1-2-2. Libération des gamètes :

Après quelques minutes de l'induction du kcl les gamètes des oursins mâles (fil blanchâtre) et femelles (fil orangé), ont été libérés dans le bécher qui contient l'eau de mer et se décomptes au fond (**Fig34**)

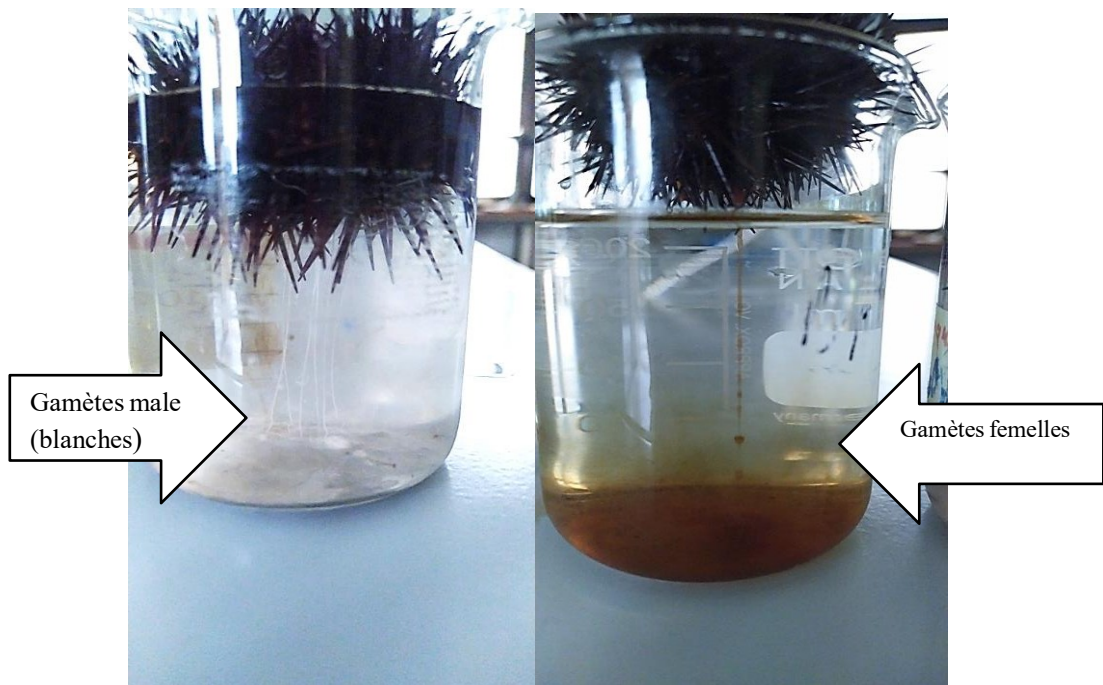
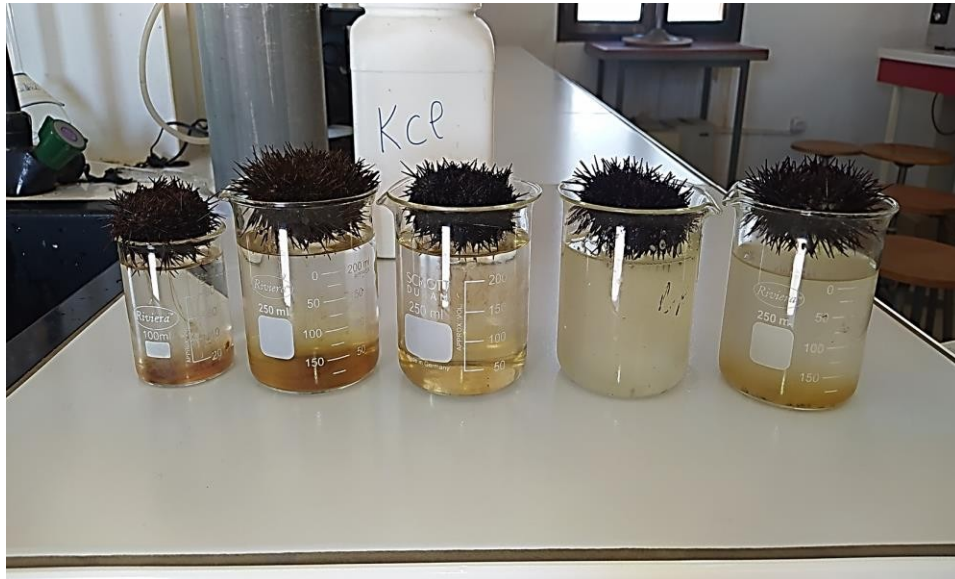


Figure 34: Libération des gamètes male et femelles (oranges et blanches)

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Dans cette expérience, on a réalisé la fécondation des œufs de 3 femelles (oranges) individuellement par le sperme poolé de 2 mâles (blanches). Suite à cela on remplit les boîtes de pétrie par de l'eau de mer filtrée (10 ml). Et Dans chaque boîte, on a ajouté 300 μ l de gamètes femelles avec environ 60 μ l de sperme poolé (**Fig33**)



Figure 35 : Application testant le développement des larves d'oursins.

Après un certain temps de contact (40min) avec son placement sous la lumière (éclairage) la qualité et le succès de la fécondation ont été vérifiés au microscope optique inversé en observant le soulèvement de la membrane de fécondation.

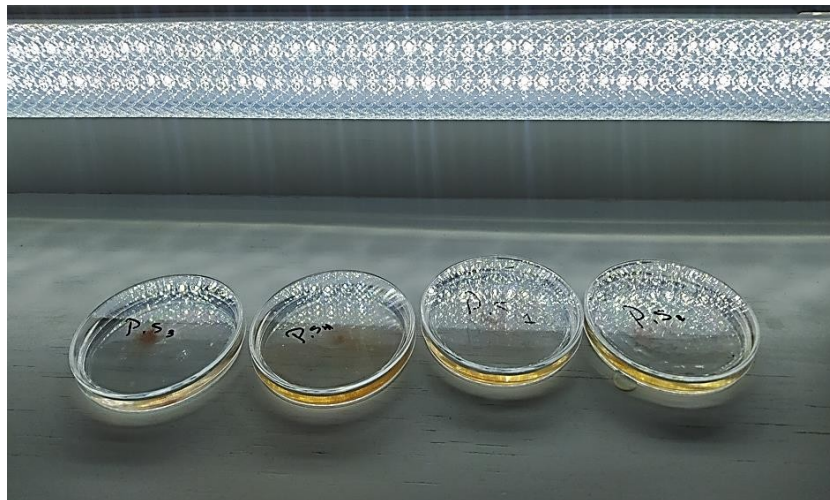


Figure 36 : Boîtes de pétrie sous éclairage.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Alors que 74 heures sont passées, les larves sont fixées au formol dilué à 8% (4 à 5 gouttes par puits). Ensuite, les boîtes sont mises de côté. Le nombre des différents stades de développement embryonnaire est donc observé (*Pluteus* compris), au niveau de chaque boîte de pétrie.

Les différents stades ont été distingués et dénombrés au microscope optique inversé (Figure 28) selon des critères morphologiques adaptés de **Warnau et Pagano (1994)**

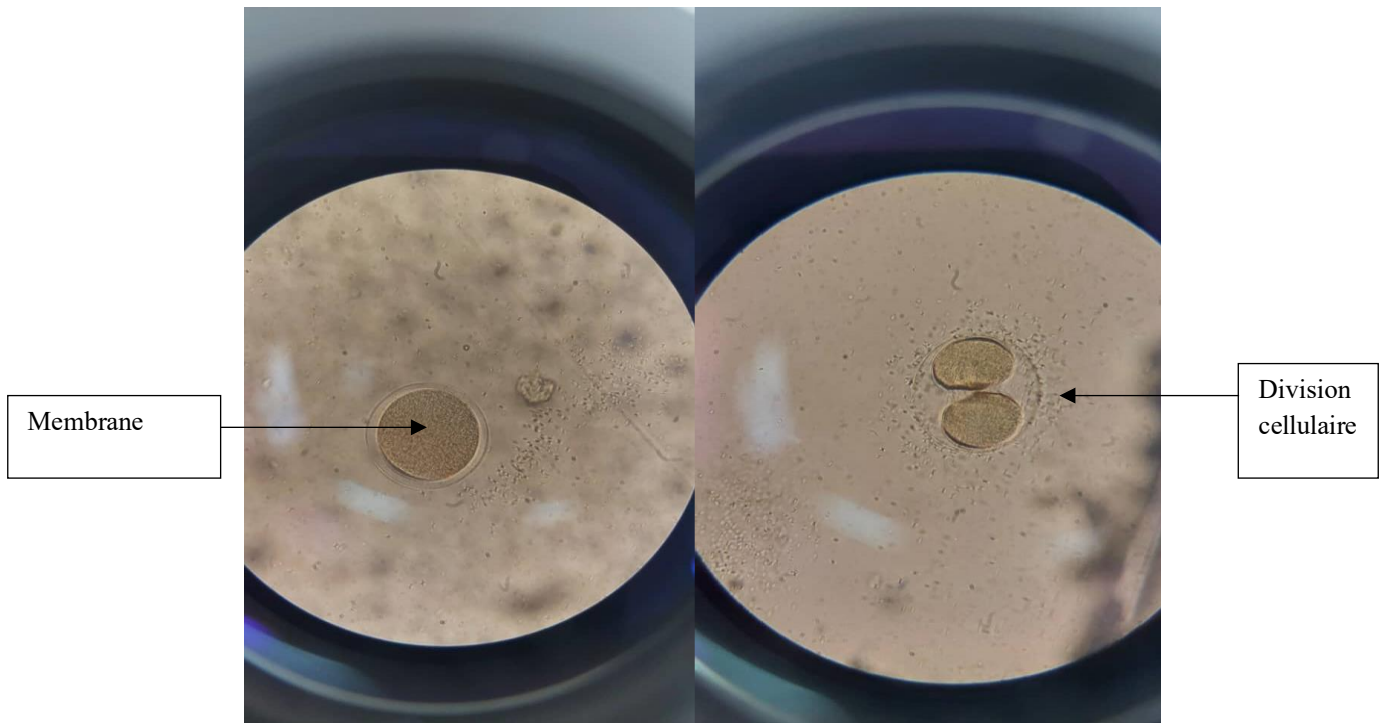


Figure 37 : Observation microscopique des ovocytes (x40).

CHAPITRE 05

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les systèmes aquatiques continentaux et marins représentent un mélange de tous les contaminants, à transmission directe et indirectement (Peijnenburg et *al.*, 1997); Dans cette section, l'étude du fonctionnement des polluants sur le développement des œufs d'oursins constituent un facteur important contribuant à l'avancement de nos connaissances dans le domaine identifié .

I-Réalisation de la fécondation :

Depuis longtemps, l'oursin est un modèle privilégié pour les recherches sur le développement, de plus la fécondation et la croissance externe des embryons, Chez *Paracentrotus lividus*, les premiers stades de l'embryon suivent une chronologie accélérée, comparée aux espèces habituellement étudiées, qui en plus se fait de manière très synchronisée, pour les millions d'ovocytes fécondés en même temps : ils passent tous ensemble d'un stade embryonnaire à l'autre. Un parfait sujet d'étude, abondamment utilisé dans la recherche comme le domaine de l'écotoxicologie (Quinlou et *al* 1997; Mathieu Llorens 2022).

Les bio tests permettent d'évaluer l'impact des polluants. Ils fournissent une réponse globale au développement larvaire lorsqu'ils sont exposés à une variété de polluants chimiques. Après la réalisation de la fécondation entre les ovules et les spermatozoïdes (Figure 29), les malformations larvaires ont été déterminées par un balayage des lames au microscope optique sur un certain nombre d'œufs naturels hautement contaminés du port d'étude sélectionné.

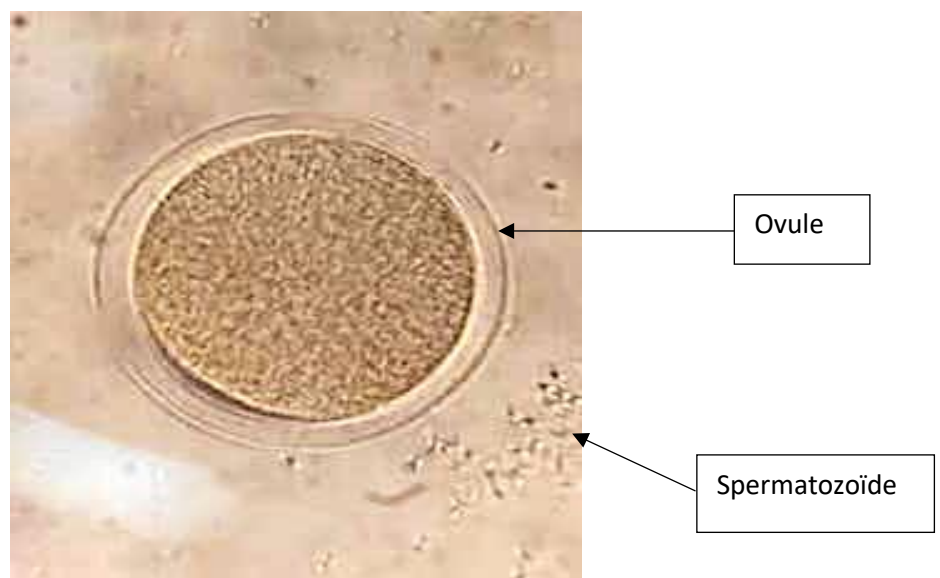


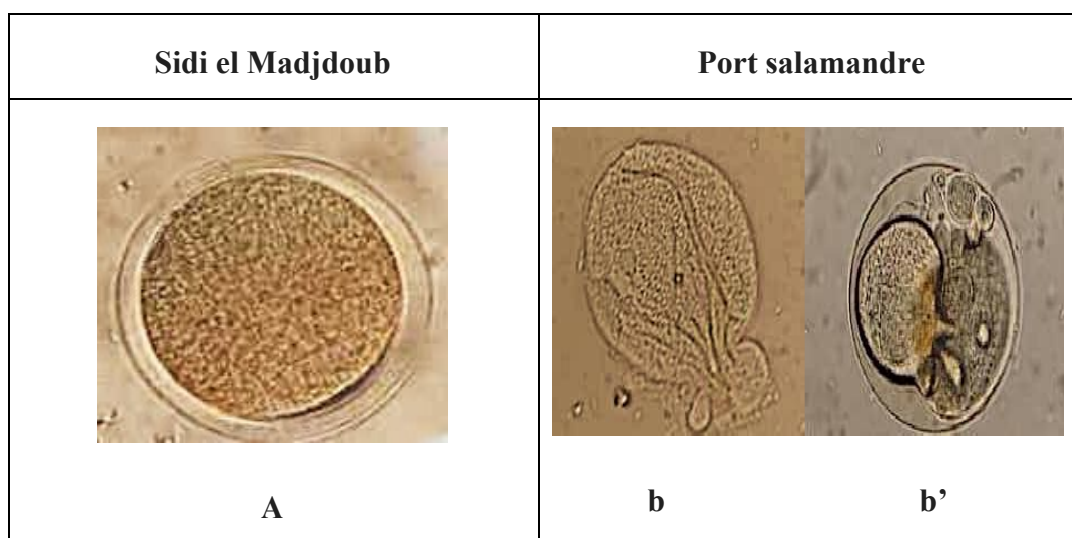
Figure 38: Réalisation de la fécondation entre les gamètes mâles et femelles

II- Présentation des différents stades de développement embryonnaire des deux sites d'études :

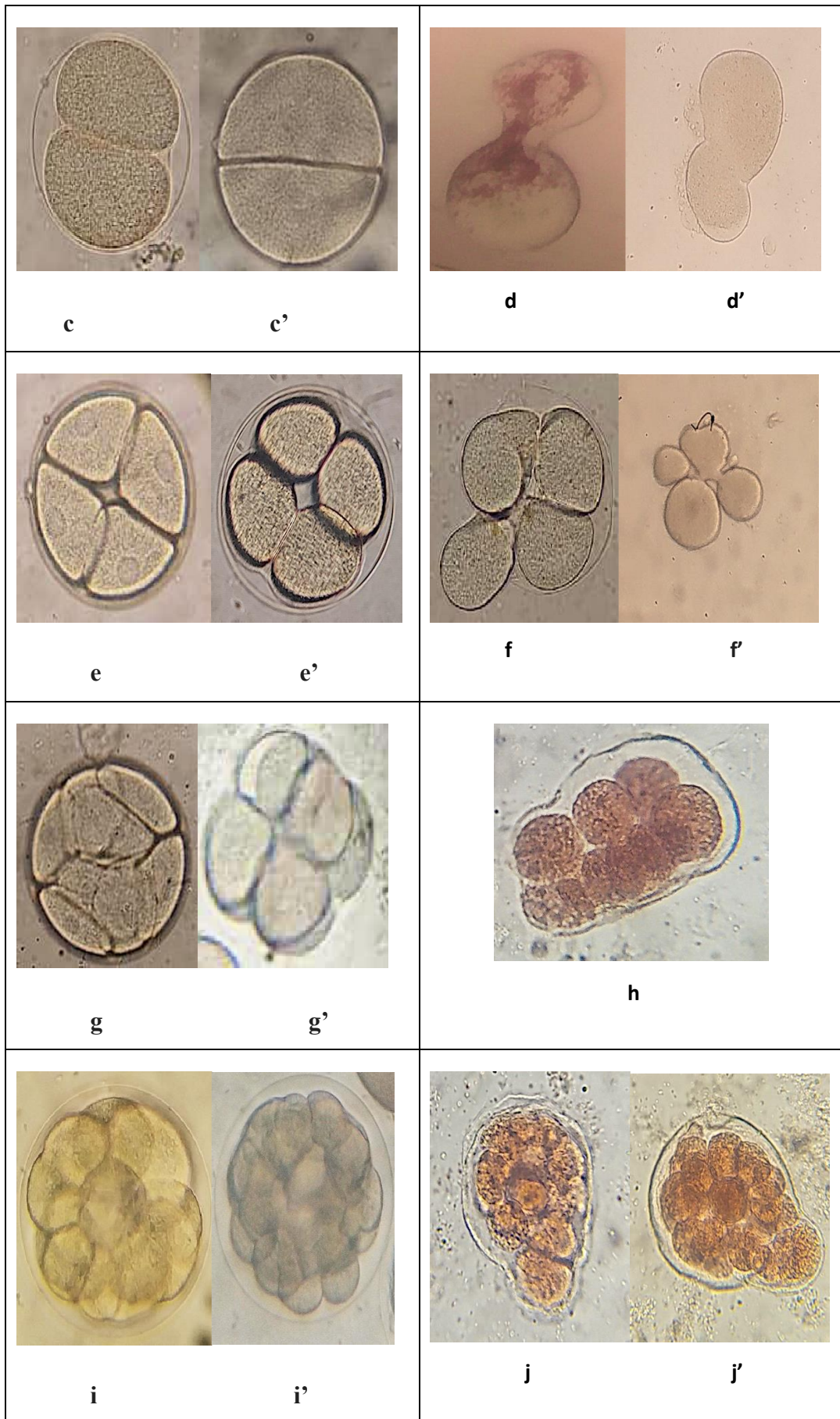
Plusieurs études analysent la reproduction de *Paracentrotus lividus* dans le nord de la Méditerranée et l'océan Atlantique (Soualili et al. 2008) ont étudié l'évaluation de la présence et l'impact de contaminants métalliques dans les eaux côtières algéroises sur le vivant à travers *P. lividus* comme bio-indicateur, (Boudouresque & Verlaque, 2001). C'est une espèce d'importance environnementale et commerciale. L'activité herbacée est connue pour affecter la structure et la grande biomasse, localement abondantes aussi (Semroud et Kada, 1987; Guettaf et al., 2000, Sellem et al., 2001, Dermeche 2009, Ait Mohamed Amer 2011), d'où notre choix pour cette espèce en espérant apporter une continuité aux études précédemment réalisées.

L'impact des polluants existants dans le milieu étudié dans des natures et des concentrations très différentes marque des malformations et l'arrêt de la croissance et de la division à tous les stades (de l'œuf fécondé au stade Pluteus) on constate ainsi que la théorie de la caractéristique de l'excellence du bio-indicateur à nous renseigner de la qualité des eaux est bel et bien confirmée.

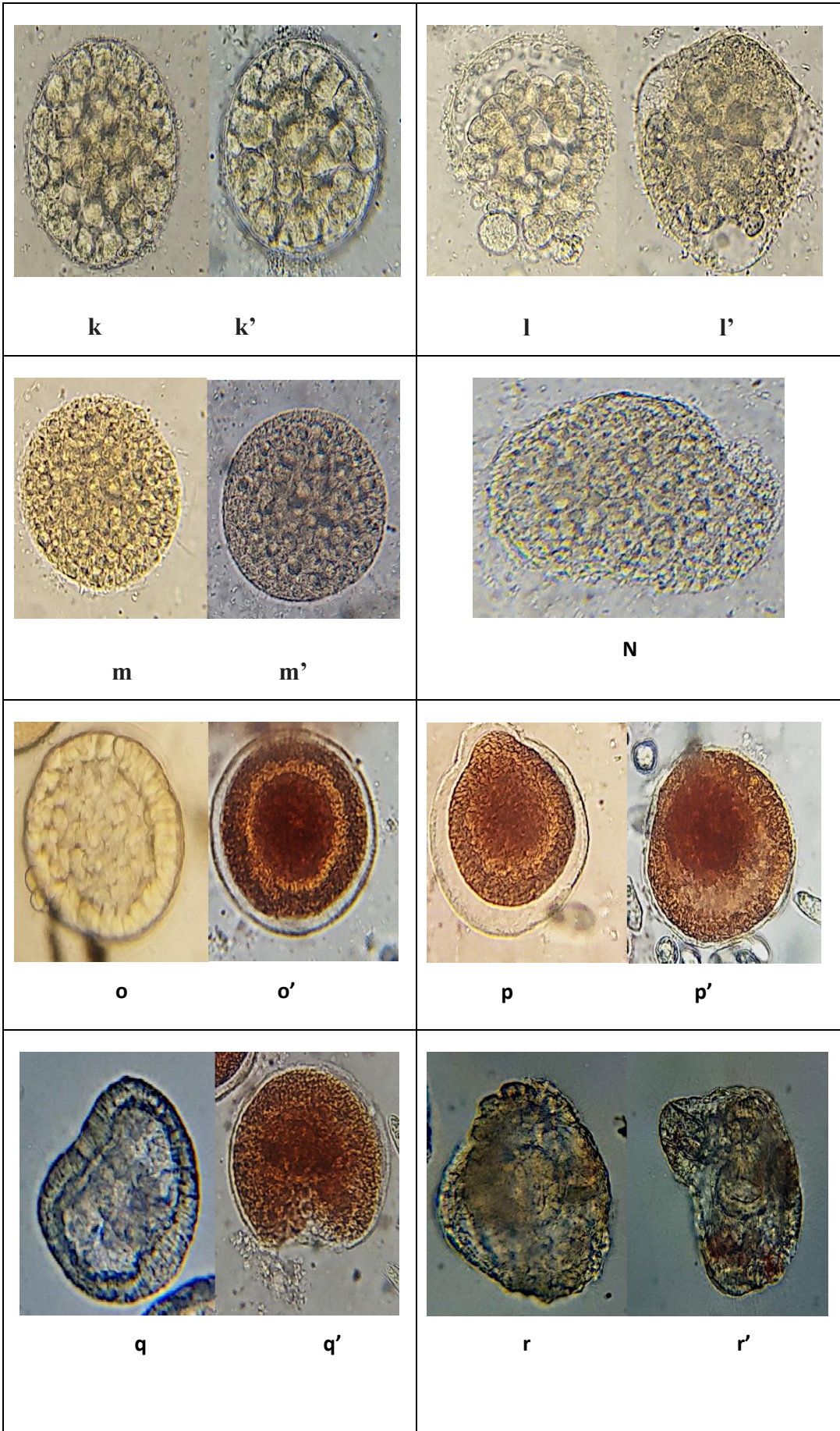
Tableau 5: illustration des différents stades de clivage observés sur les deux sites d'étude (Grx40)

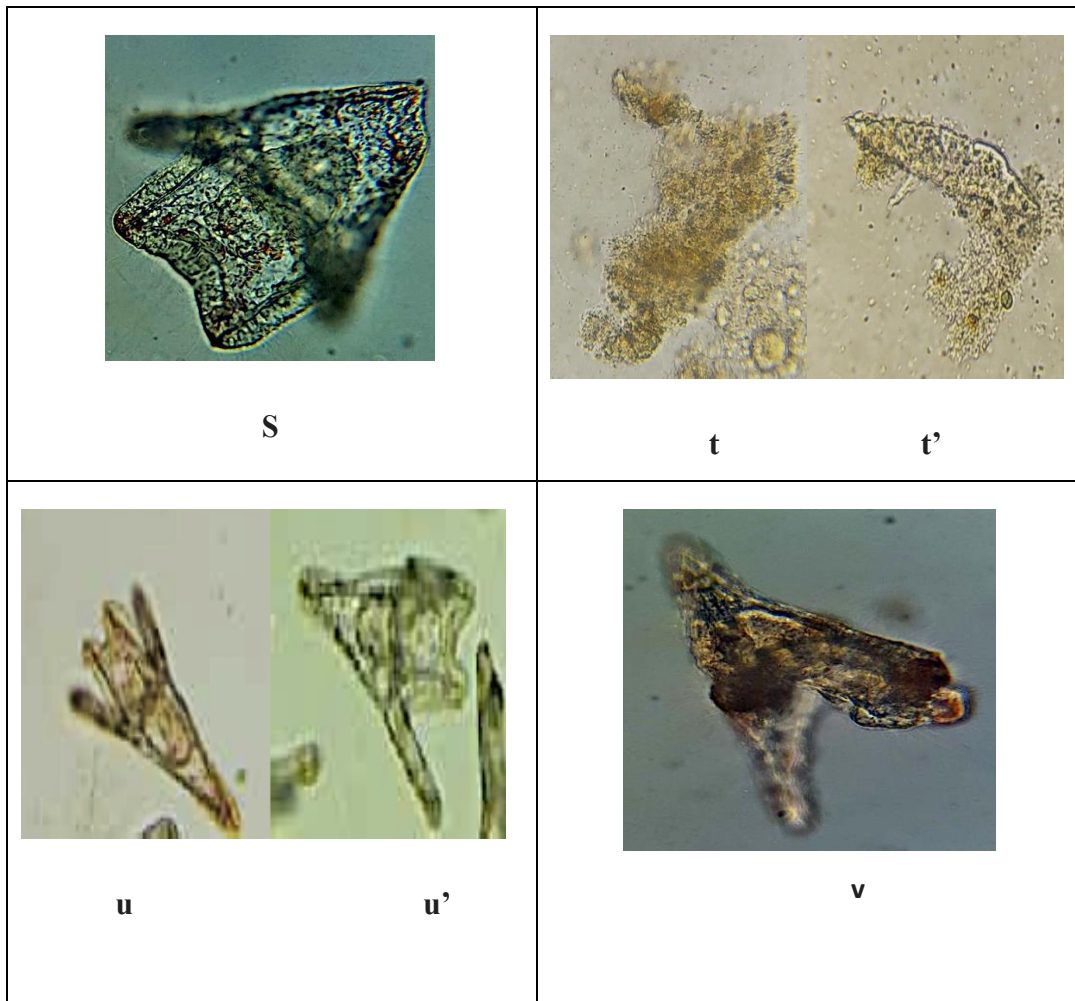


RÉSULTATS ETDISCUSSION



RÉSULTATS ETDISCUSSION





Pendant le développement embryonnaire chez *Paracentrotus lividus* passent par plusieurs stades. Lorsqu'un ovule est fécondé par un spermatozoïde, son enveloppe grossit, se divise en deux, puis quatre, puis huit cellules et ainsi de suite.

Le tableau 5 montrent les premiers sillons de clivage ainsi que la formation du pluteus de l'oursin.

Au tout début nous nous retrouvons avec le stade **un** blastomère (œuf fécondé) de la fécondation qui a été réalisé sur des spécimens issus du site plus au moins propre (**a**) contre un œufs fécondé en complète décomposition à la figure (**b,b'**) du site pollué. Le déversement cytoplasmique ainsi que des anomalies de la membrane de fécondation sont parfaitement visibles.

Le premier stade de clivage nous conduit du stade **UN** blastomères au stade **deux** blastomères. Au site de Stidia on remarque que le stade **DEUX (c,c')** blastomères est parfaitement formé par contre le site du port de Salamandre (**d,d'**) présente des malformations

et des arrêts de développement et de division, en raison de la pollution existante à ce niveau.

L'observation microscopique (Grx40) du stade **QUATRE (e,e')** ont révélé la perfection de leur division face à des blastomères inégaux au niveau du site contaminé (**f, f'**). La même observation a été faite dans le stade **8,16** ainsi que **MORULA ((g, g'), (h, h'), (i,i'), (j,j'))**.

Au stade **Jeune BLASTULA (k, k')** (32 blastomères), la segmentation inégale s'estompe, et apparaît une cavité de segmentation centrale (le blastocoele). Au stade 128 cellules (**m,m'**) la blastula est formée par un épithélium unistratifié et sphérique, on peut voir que le développement est sans aucun défaut à l'inverse, on observe un arrêt de division à la figure (**l**) ainsi que des malformations aux figures (**n**)(**l'**).

On observe au stade **BLASTULA avancée (o,o')** le développement est sans aucun défaut, et le blastocoele devient de plus en plus volumineux, une centaine de cellules forment une monocouche autour du blastocoele, par contre on voit une nette malformation à la figure (**p,p'**). A ce stade toujours (**q, q'**), l'invagination de l'Archentéron et la cavité gastrique sont parfaitement observables. A l'inverse (**r,r'**) on retrouve des malformations illustrées par un arrêt de développement.

Le stade **PRISME (s,s')** est très bien visible, marquant le début de formation des quatre bras somatiques, 2 bras oraux au niveau de la bouche et 2 bras anaux au niveau de l'anus. Sur la figure (**p,p'**), on remarque que la contamination du site peut avoir affecté la croissance régulière de **PRISME**, à contrario sur la malformation on peut voir que le deuxième bras somatique n'est absolument pas visible (**t**) ainsi qu'aucun passage au stade **Pluteus** n'a été signalé (**t'**).

Enfin dans le dernier stade du développement embryonnaire (**Pluteus**) qui est représenté aux figures (**u, u'**), on observe la face ventrale, montrant les quatre bras encadrant la dépression dipleuruléenne. A ce stade, la transparence de la larve permet de voir les différentes régions du tube digestif, démontre la succession parfaite de la division cellulaire du stade **UN** jusqu'à ce dernier à la station de stadia. Sur le site du port de Salamander, le stade **Pluteus** présente de nombreuses malformations avec une inégalité des bras somatiques, ainsi qu'une cavité centrale irrégulière.

Les anomalies morphologiques affectant les larves de *Pluteus* de *Paracentrotus lividus* auxquelles on s'est référé sont résumées par **klockner et al (1985)** dans la **figure 38**. Dans notre expérience, deux anomalies ont été observées, dont l'anomalie la première est illustrée par le chevauchement des tiges végétatives (**v**), et la seconde est la cavité centrale gastrique

irrégulière (v').

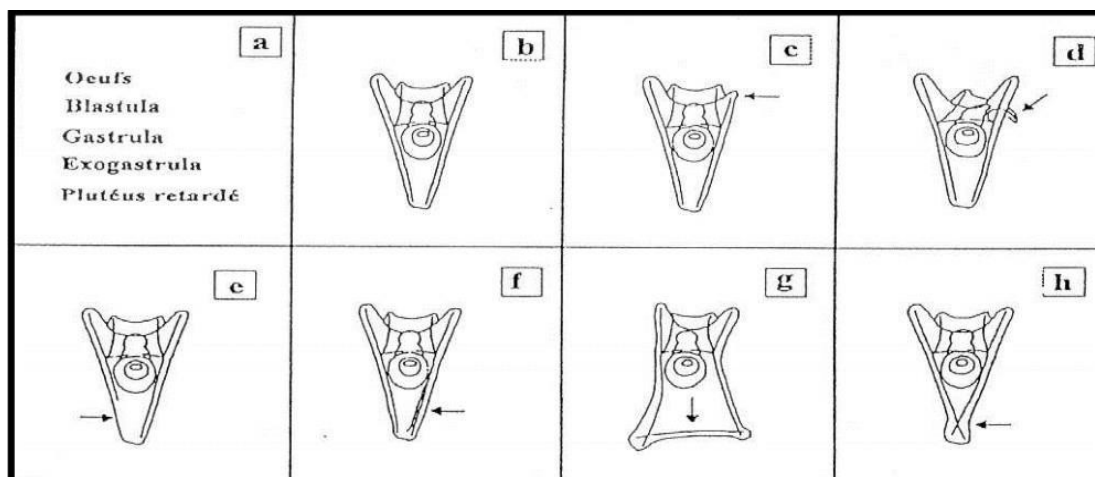


Figure 39: Les différentes anomalies embryonnaires et larvaires chez *Paracentrotus lividus* (d'après Klockner et al, 1985). (a) : développement retardé ; (b) : développement normal. (c): longueur inégale des baguettes somatiques ; (d) baguette antéro latérale tordue ; (e) : une baguette somatique plus courte dédoublement d'une baguette somatique ; (g) : surnombre des baguettes somatiques et (h) : chevauchement des baguettes somatiques.

III- Discussion des résultats similaires :

Hall et Golding, 1998 ; Volpin Ghirardini, 2005 ; His et al, 1999 ; Manzo, 2008 ; Mannaert, 2007 ; ; Chataigné et Bassuyaux, 2009, Pétinay, 2010; ont tous conclu qu'une faible contamination en métaux trace affectée directement le développement embryonnaire en causant des malformations pratiquement à tous les stades.

Nos résultats vont dans le même sens que ceux observés par, Ait Mohamed Amer en 2010 à confirmer par ses résultats aussi notre théorie du fait de la sensibilité de l'oursin commun aux polluants métalliques du point de vu de la reproduction et les différents stades de clivage abordés

Oulhiz A et al, 2014, a évalué la qualité de l'environnement marin de la côte de Mostaganem en passant par l'oursin violet *Paracentrotus lividus*. Les résultats ont montré que la qualité du développement larvaire de *P. lividus*, révélée a confirmé un état général satisfaisant sur le site de Stidia. Or, le site de Kharouba, montre des signes de dégradation de l'environnement avec le plus faible pourcentage de larves normales (71,2%) contre le pourcentage le plus important au site témoin de Stidia (94,9%).

Elakkermi Mohammed en 2015 a observé un développement gonadique plus fort chez les populations d'oursins de Salamandre contre ceux de Stidia où les conditions trophiques sont meilleures, témoigne que les oursins de Salamandre utilisent une stratégie différente de reproduction. La richesse en matière organique de ce site est l'explication de ce meilleur rendement gamétogénique, et la conséquence directe d'une croissance somatique plus importante, où les oursins acquièrent des tailles meilleures avec un allongement avantageux des piquants.

De nombreux chercheurs comme (**Sylvain Couvray 2016**) ont fait leurs preuves après plusieurs essais et études, que la sensibilité des larves et des juvéniles est beaucoup plus élevée que celle des adultes. De nombreuses larves ont montré une déformation squelettique à cause la pollution et aux changements environnementaux, comme une toxicité accrue des éléments minéraux (**Emeline Férard 2019**) ce qui explique les résultats obtenus.

Latfaoui Hafsa en 2017, a pu démontrer que l'oursin commun récolté sur la baie du Béni-Saf ne laissent aucun doute quant à la concentration des polluants d'insecticide organochloré lindane, et une absence totale d'insecticide organochloré DDT. Ce qui influe directement sa reproduction ainsi que la qualité de sa gamétogénèse.

Omar Rouane_Hacen et al 2018 qui eux ont pu observer qu'une contamination significative en polluant métallique sur l'oursin issu de la côte ouest algérienne atteint directement leur développement et altère leur capacité physiologique.

Bennaceur Mansouria en 2020, au terme de ce travail on peut dire que l'espèce *Paracentrotus lividus* est bel et bien une espèce bioindicatrice et surtout résistante et tolérante à différents niveaux de pollution de la côte de Mostaganem.

Bilil Rachida et Benmissoum en 2020 ont conclu que Les oursins sont reconnus pour être très sensibles aux modifications des conditions environnementales. Alors que, les embryons d'oursins exposés au sédiment et à l'eau de mer filtrée du site d'Alger plage ont présentés la valeur la plus basse de larves normales avec un taux très élevés de larves retardés et des malformations importantes au niveaux des pluteus développés.

Emeline Férard en 2021, il a confirmé que l'impact de la pollution plastique sur le développement de certains oursins. Ils ont constaté que les substances chimiques issues du

plastique peut causer différentes malformations chez les oursins *Paracentrotus lividus*.

Oulad brahim Mansour Mohamed El Amine Et Sadouki Ladjale en 2022, Utilisation de la biosurveillance par un Echinoderme *Paracentrotus lividus* pour l'évaluation de la qualité des eaux de la côte mostaganémoise pp 47

CONCLUSION

Le littoral, avec le temps est devenu plus fragile, touché par de multiples sources de nuisances (pollution, aménagements littoraux, érosion...) qui perturbe la stabilité des écosystèmes littoraux.

L'objectif principal de cette étude était d'essayer de trouver l'action des polluant sur le développement embryonnaire d'un bio-indicateur très utilisé dans le domaine de la surveillance biologique et de l'écotoxicologique.

Entre les différents stades de développement chez *P. lividus*, les embryons et les larves se sont révélés les plus sensibles et les mieux adaptés (développement embryonnaire rapide) pour étudier la toxicité des polluants.

La distance géographique entre les stations a joué un rôle important dans notre étude, notamment entre station de Stidia qui a un site référentiel et stations du porte de Salamandre c'est un site contaminé, Cette distance géographique crée une différence entre la qualité de l'eau de mer

Dans ce travail, il a été possible de démontrer que le test d'embryotoxicité de *P. lividus* permet d'évaluer le risque posé par plusieurs types de contaminants pour cette espèce benthique.

Les résultats montrent un arrêt du développement embryonnaire ainsi que des malformations sur le site de la Porte de Salamander, cela est sans doute dû aux molécules chimiques que l'on retrouve à l'état sauvage dans ce milieu. L'insémination réalisée sur des spécimens du site d'essai de Stidia a suivi le cheminement idéal des plans de clivage, du deuxième stade au stade Pluteus, témoignant ainsi du développement des oursins vivant dans ce milieu.

Il est donc urgent d'envisager d'autres recherches et une stratégie scientifique appropriée qui conduira à la gestion des questions liées aux sources nocives de pollution. La surveillance de la pollution côtière par les échinodermes est, à ce jour, un excellent moyen de mettre en évidence la pollution côtière.

Ce qui nous permet de poser des recommandations :

- Identifier les polluants et leur nature dans les milieux contaminés
- Rechercher l'interaction entre les polluants avec des barrières biologiques et la bioaccumulation dans la chaîne alimentaire.
- Utiliser d'autres indicateurs biologiques de l'Echinacée et évaluer leur sensibilité ou leur résistance aux polluants.

RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Adams wj, green a. 2003. Inverse relationship between bioconcentration factor and exposure concentration for metals: implications for hazard assessment of metals in the aquatic environment. *Environ Toxicol Chem* 22:1017-1037

Adda neggaz, h 2008 - Contribution à l'étude préliminaire de l'évolution des indices physiologiques (IR-IG) de deux classes de taille de l'oursin commun *P.lividus* de la région de Mostaganem. Mémoire D.E.S. Dépt. De Biologie, Faculté des Sciences, Université d'Ora .

Agnetta d., badalamenti f, ceccherelli g, di trapani f, bonaviri c. Et gianguzza p. 2015. Role of two co-occurring Mediterranean sea urchins in the formation of barren from *Cystoseira* canopy. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 152: 73-77.

Ait Mohamed Amer ,2010. Utilisation de bioessais pour l'évaluation de l'impact anthropique sur l'oursin comestible *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) de la cote orientale oranaise.

Algérienne n° 70. 20 Rabie El Aouel 1440. 28 novembre 2018. 4. Décret présidentiel n° 18-287 du 9 Rabie El Aouel 1440. (O.F.Muller), in relation to the nature and availability of food. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 12 pages (1816) Thèse PhD., U.L.B., Belgique. 80:77-91.

Allain, J.Y., 1975- Structure des populations de *Paracentrotus lividus* (Lmk) (Echinodermata, Echinoidea) soumises à la pêche sur les côtes Nord de Bretagne. *Rev. Trav. Inst. Pêches marine*, Fr., 39,2 : 171-172p.

Allain, J.Y., 1978. Age et croissance de *Paracentrotus lividus* (Lmk) et de *Psammechinus miliaris* (Gmelin) des côtes Nord de Bretagne (Echinoidea). *Cah.Biol.Mar.*, Fr., 19,1 : 11-21.

Ameur. A et belkhira.m,2018. Étude orthométrique basée sur les points homologues du Crabe marbré *Pachygrapsus marmoratus* (Fabricius, 1787) au niveau de la côte de Mostaganem, thèse master, option bio ressources marines, p89.

Azzolina, 1988. Evolution à long terme des populations de l'oursin comestible *Paracentrotus lividus* dans la baie de Port-Cros (Var, France), in : Colloque International Sur *Paracentrotus Lividus* et Les Oursins Comestibles. GIS Posidonie publ., Marseille, France, pp. 257–269.30p.

Becker (2008). Characterization of the bacterial communities associated with the bald sea urchin disease of the echinoid *Paracentrotus lividus*. *J. Invertebr. Pathol.* 98: 136–147

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Benamar Fatima Zohra 2021, Contribution à l'étude de quelques paramètres biométriques chez deux espèces d'échinodermes du littoral de Honaine (W.Tlemcen) Pp 40.

Benbachir Mohammed 2017, Etude morphométrique de deux espèces d'oursins réguliers, *Paracentrotus lividus* (Lamarck 1816) et *Arbacia lixula* (Linnaeus 1758), prélevées dans deux étagements paraliques de la côte de Mostaganem. Pp 80.

Bennaceur Mansouria Boukhorissa Ahlam 2020, Contribution à l'étude biométrique de l'oursin commun *Paracentrotus lividus* de la côte de Mostaganem pp 56.

Boudouresque, C.-F., Verlaque, M., (2007). Ecology of *Paracentrotus lividus*, in: Edible Sea Urchins: Biology and Ecology. *John Miller Lawrence*, pp 243–285.

Boudouresque, C.-F., Verlaque, M., (2007). Ecology of *Paracentrotus lividus*, in: Edible Sea Urchins: Biology and Ecology. *John Miller Lawrence*, pp 243–285.

Boukhlef, k ,2012-Données biométriques, indices physiologiques et dosages des métaux lourds chez l'oursin comestible *paracentrotus lividus* (lamark,1816) dans la région de Mostaganem (Algerie).mem.mag.univ .

Byrne, M., (1990). Annual reproductive cycles of commercial sea urchin *Paracentrotus lividus* from an exposed intertidal and sheltered subtidal habitat on west coast of Island. *Mar. Biol. Germ.*, 104 pp 275-289.

Casamajor, Jérémy M, Noëlle B, et Nathalie C., (2014) Analyse des ressources et des caractéristiques individuelles du stock d'oursin *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) du territoire p 12 et 64.

Crise Alben, J., Berelta, J., Crispi ,G., Mosetti ,R et Solidoro., (1999). the Mediterranean pelage ecosystem.

D-Ait Mohammed Amer Lilia).33-118 DeForest, D. K. & Schlekat, C. E. (2013). Species sensitivity distribution evaluation for chronic nickel toxicity to marine organisms. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 9, 580-589

Dermache, S, 2010 : Indices physiologiques, métaux lourds et Bioessais chez l'oursin commun *Paracentrotus lividus* (Lm 1816) de la cote Oranaise (Algérie Ouest).picale, ORSTOM ,Pris. différents localities, 1. *General N.Z Mar.Freshwat.Res.*, 4 (2), 91-116.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Dix, T.G., 1970 - Biology of *Erechinus chloroticus* (Echinoidea: Echinodermata) from.

Doglioli, A.M., (2014), Notes sur la Circulation Générale en Méditerranée pour le cours d'Océanographie Générale, Université d'Aix-Marseille, Marseille, France. 64p.

Gago, J., Range P., et Luís O., (2001). Growth, reproductive biology and habitat selection of the sea urchin *Paracentrotus lividus* in the coastal waters of Cascais, Portugal. Echinoderm Research, pp 269-276.

Ghali leila et dria Fatima Zohra 2019, Contribution à l'étude biométrique de l'oursin commun *Paracentrotus lividus* (Lmk, 1816) de la côte de Mostaganem.

Grasse, P.P., Poisson R. A., Tuzet O., (1970). Zoologie I. Invertébrés. Edit. Masson. Paris, 935p. **Grimes, S., Boutiba, Z., Bakalem, A., Bouderbala, M., Boudjllal, B., Boumaza, S., Boutiba, M., Guedioura, A., Hafferssas, A., Hemida, F., Kaidi, N., Khelifi, H., Kerzabi, F., Merzoug, A., Nouara, A., Sellali, B., Sellali, M.H., Samroud, R., Seridi, H., Taleb, M.Z., et Touahria, T., (2004)**. Biodiversité Marine et littorale Algérienne. *Eds Diwan, Alger, 400p*

Guettaf., (1997). Contribution a l'étude de la variabilité du cycle reproductif (indice gonadique et histologique des gonades) chez *Paracentrotus lividus* (Echinodermata : Echinoidea) en méditerranée Sud Occidentale (Algérie). These. Doct. Océanol. Univer. D'Aix-Marseille II. France., 1-132p.

Hereu, B, Linares C, Diaz D, Dantart L, Garrabou J, et Sala E, (2005). Indicateur de diversité en milieu marin: les échinodermes; Fluctuations temporelles des peuplements d'échinodermes à Port-Cros 1982-2003. Port-Cros . 29 p .

Hermas Jamila et al 2018, L'oursin comestible *Paracentrotus lividus* (Lamarck.1816) au niveau de la baie d'Agadir: Biotopes et Biométrie pp08.

Karine Lebaron 2020, étude de l'occurrence et de l'impact des sous- produits de chloration du golfe de Fos pp 172.

Keats d w, steele d.h., south g.r.,1984 a –depth. Recherche d'écologie comparée sur *Paracentrotus lividus* (Lamarck.) et *Arbacia lixula*(L.).Rec. Trav.Stnmar. Endoume.Fr.25 (39).47-116.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Kherbiche mohammed et meliani Zahira 2019, Etude morfo-géométrique par la technique des points homologues de l'oursin *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) au niveau de quelques stations de la côte de Mostaganem pp 60.

L'ont algérien 20 novembre 2018). Journal officiel de la republique

Lakehale zahra et ferhaoui el batoul amal 2017, Etude morphométrique géométrique sur l'oursin *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) par la technique des contours de Fourier au niveau de la côte de Mostaganem pp 53.

Marigómez, in Encyclopedia of Toxicology (Third Edition), 2014. Pollutant-specific and general lysosomal responses in digestive cells of mussels exposed to model organic chemicals. *Aquatic Toxicology*, 64, 235-257. Marseille Fr., : 221 p+I-VI+12 pl.h.t.

McClay DR, Peterson RE, Range RC., 2000- A micromere induction signal is activated by beta-catenin and acts through notch to initiate specification of secondary mesenchyme cells in the sea urchin embryo. *Development*; 127: 5113-22.

Miller, B.S., Pine.D.J., et Redshaw., C.J., 2000- An assessment of the contamination and toxicity of marine sediments in the Holy Lock, Scotland. *Mar.Pollut.Bull.* 40: 22-34.

Miquel, M. 2001- Les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé. Rapport Office Parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (Dir). *Rapport Sénat* n° 261 : 360.

Omar R.H., (2013). Biosurveillance de la qualité des eaux cotières du littoral occidental Algérien, par le suivi des indices biologiques, de la biodisponibilité et la bioaccumulation des métaux lourds (Zn, Cu, Pb et Cd) chez la moule *Mytilus galloprovincialis* et l'oursin *Paracentrotus lividus*. Doc en science de l'environnement. Département de biologie. Univ d'Oran. 208p.

Ouendi, (2006). Biométrie et indices physiologiques de deux populations a *Paracentrotus lividus* dans la région d'Alger. *Mém, Ing, Sciences de la mer . INSMAL . Alger* p 40 .

Oulad brahim Mansour Mohamed El Amine Et Sadouki Ladjale 2022, Utilisation de la biosurveillance par un Echinoderme *Paracentrotus lividus* pour l'évaluation de la qualité des eaux de la côte mostaganémoise pp 47.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Patrissi M., Astrou A., Pere A., et Pelaprat C., (2014). Réalisation d'une étude biologique et halieutique sur l'oursin *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) en Corse. STARESO, 75 p.

Pétinay S., Chataigner.C et Basuyaux., O., 2010 – Standardisation du développement larvaire de l'oursin, *Paracentrotus lividus*, pour l'évaluation de la qualité d'une eau de mer. *Acad.Sci.Sciences Direct.Elsevier Masson SAS* p21.

Quiniou., F., Judas, A., et Lesquer-André E., 1997- Toxicité potentielle des eaux et des sédiments des principaux estuaires de la rade de Brest évaluées par les deux bioessais. *Ann. Inst. Oceano.Paris.*

Refes W., 2011. Diversité et écologie des raies (Chondrichthyens–Rajidae) de la côte algérienne. Troisième congrès Franco-tunisien de zoologie (Tabarka – Tunisie, 3 – 7 novembre 2011): 49. Regis M. B., 1978. Croissance de deux Échinides du Golfe de Marseille *Paracentrotus lividus* (Lmck) Aspects écologiques de la microstructure du squelette et de l'évolution des indices physiologique. Thèse de Doctorat d'état, Univ. Aix- Marseille III, Marseille Fr., : 221 p+I-VI+12 pl.h.t.

Sahnoun Z. 2009. Etude préliminaire des indices physiologiques (Indice de Réplétion, Indice Gonadique) et dosage des métaux lourds chez l'oursin commun *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) dans la région de Mostaganem. Mémoire de Magister en Sciences de l'Environnement, option : Biologie et Pollution marines, université d'Oran.

Sahnoun, Z., (2009). étude préliminaire des indices physiologiques (Indice de Réplétion , Indice Gonadique) et dosage des métaux lourds chez l'oursin commun *Paracentrotus lividus* (Lamarck), 1816) pêché sur le littoral mostaganémois .memoire de magister . science de l'Env.Univ. d'Oran Es-senia, 105p.

Sahnoun, Z., (2009). étude préliminaire des indices physiologiques (Indice de Réplétion , Indice Gonadique) et dosage des métaux lourds chez l'oursin commun *Paracentrotus lividus* (Lamarck), 1816) pêché sur le littoral mostaganémois .memoire de magister . science de l'Env.Univ. d'Oran Es-senia, 105p.

Sellem F, et Guillou M, 2007 -Reproductive biology of *Paracentrotus lividus* (Echinodermata; Echinoidea) in two contrasting habitats of northern Tunisia (south- east Mediterranean).*J.Mar.Biol.Asso.U.K.* 87: 763-767.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Sellem, F., Langar, H. et El Abed, A., 2001. Ecobiology and sustainable management of sea urchin in the southeast of the gulf of Tunis. In *Proceedings of the Fifth International Conference on the Mediterranean Coastal Environment, MEDCOAST 01*, Hammamet, Tunisia, 23-27 octobre 2001 (ed. E. Ozhan), vol.2 , pp. 833- 837.

Semroud R. et Kada H. 1987. Contribution à l'étude de l'oursin *Paracentrotus lividus* (Lmk) dans la région d'Alger (Algérie) : indice de réplétion et indice gonadique. Colloque.

Semroud R. et Kada H. 1987. Contribution à l'étude de l'oursin *Paracentrotus lividus* (Lmk) dans la région d'Alger (Algérie) : indice de réplétion et indice gonadique.

Smaini farida, takabecht Zahia 2017, Contribution à l'étude de la biologie de l'oursin régulier *Paracentrotus lividus* (Lmek 1816), dans deux stations de la côte de Bejaia pp 96.

Soualili D.L., 2008. . Les populations naturelles d'oursins : un outil évaluateur de l'état de santé de la baie d'Alger. Thèse de Doctorat. Université d'Alger, 130p.

Soualili D.L., 2008. Les populations naturelles d'oursins : un outil évaluateur de l'état de santé de la baie d'Alger. Thèse de Doctorat en Océanographie, option Écologie marine. Université Houari Boumedienne (USTHB), Alger. pp 147.

Souidi. H, 2008 – Evaluation du niveau de la pollution bactériologique chez un échinoderme l'oursin *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) dans la cote oranaise orientale. Mémoire de Magister, université d'Oran, 111p.

Taleb, M. Z., Benghali, S. Kaddour, A. et Boutiba, Z., 2007– *Monitoring of pollution biological effects using the mussels *Mytilus galloprovincialis* in the Algerian west coast.* Oceanologia, Polish Academy of Sciences, 49, 4: 543-564.

Tomas, F., Romero, J., Turon, X., 2004. Settlement and recruitment of the sea urchin *Paracentrotus lividus* in two contrasting habitats in the Mediterranean. Mar. Ecol. Prog. Ser. 282, 173–184.

Verlaque M. 1987: Relations entre *Paracentrotus lividus* (Lamarck) et le phytobenthos de Méditerranée occidentale in: Colloque International Sur *Paracentrotus Lividus* et Les Oursins Comestibles. GIS Posidonie Publ, Marseille, pp 5-36.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Vlad Costache 2012, Régulation traductionnelle en réponse à la fécondation et en conditions perturbées dans l'embryon d'oursin pp 194.

Warnau ET Pagano (1994): Developmental toxicity of PbCl₂ in the echinoid *Paracentrotus lividus* (Echinodermata). *Bulletin Environmental Contamination and Toxicology*, 53-434+-441.