

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر وتهيئة الساحل
Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement
du Littoral



Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme
d'Ingénieur en Sciences de la Mer

Option :

Aquaculture

Thème :

**Mise au point d'une technique de dosage de
l'activité des enzymes du stress oxydatif chez la
moule *Perna perna* (Linnaeus 1758).**

Présenté par :

BOUDJEBIEUR Abd el majid

Soutenu le 8 /11/2018 devant le jury composé de :

Mme CHAOU N.	Maître-assistant A - ENSSMAL	Présidente
M. LOURGUIOUI H.	Maître-assistant A - ENSSMAL	Examineur
Mme LAHMER N.	Maître-assistant A - ENSSMAL	Examineur
Mme AMAR I.	Maître-assistant A - ENSSMAL	Promotrice
Mme ALOUACHE S.	Maître-conférence A - ENSSMAL	Co-Promotrice

Année universitaire : 2017 - 2018

REMERCIEMENTS

Il m'est agréable d'exprimer mes plus vifs remerciements à Mme CHAOU N maitre assistante à l'ENSSMAL qui me fait le privilège de présider ce jury.

Mes vifs remerciements vont aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils portent à mon document en acceptant d'examiner mon travail et de l'améliorer par leurs propositions

Je tiens à exprimer à Mme LAHMER N maitre assistante à l'ENSSMAL, toute ma reconnaissance pour avoir bien voulu apporter un jugement sur ce mémoire.

Je tiens également à remercier M. LOURGUIOUI HICHEM, maitre-assistant à l'ENSSMAL qui me fait l'honneur d'examiner ce travail.

*Je suis très heureux d'exprimer ma gratitude et mes remerciements au promoteur, Mme **Amar Imen**, maitre assistante à l'ENSSMAL pour sa disponibilité, ses conseils pour ce travail ; ses directives ont mené ce travail à bon port et ont aussi contribué à développer mon niveau scientifique et professionnel.*

Je tiens aussi à remercier Mme ALOUACHE S, Maître conférence à l'ENSSMAL pour ses suggestions durant ce travail et pour tous les bons moments qu'on a passé ensemble.

J'exprime ma reconnaissance aux ingénieurs des laboratoires et aux responsables de la bibliothèque de l'école pour leur aide.

Je remercie enfin tous ceux qui, d'une manière ou d'une autre, ont contribué à la réalisation de ce travail et qui n'ont pas été cités ici.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I. 1 : Les sept classes des Mollusques (LALLI & GIMER, 1989).....	16
Tableau II. 1: La quantité de chaque réactif.....	33
Tableau III. 1: La croissance relative de la moule P. perna	41
Tableau III. 2 : Variations mensuelles de l'indice de condition ($m \pm s$, $n=10$) chez P. perna récoltée dans le littoral Nord-Est algérien.....	43
Tableau III. 3 : La réaction de spectrophotomètre	
Tableau III. 4 : Présentation de changement de l'absorption par unité de temps dans l'échantillon	44
Tableau III. 5 : Variation des valeur de CAT observée dans d'autres études de biosurveillance utilisant les moules comme espèces sentinelles (individus naturels ou transplantés).....	46

LISTE DES FIGURES

Figure I. 1: Représentation schématique des différents facteurs de stress pouvant être subis par les organismes aquatiques (VAN DER OOST et al., 2003).....	- 5 -
Figure I. 2 : Relation entre les principales catégorie de polluants et les biomarqueurs classiques (NARBONNE & MICHEL, 1992).....	- 10 -
Figure I. 3 : Sources entraînant une augmentation des espèces réactives de l'oxygène dans la cellule et les dommages cellulaires associés et intervention du système antioxydant. (N. KAMEL 2014).....	- 12 -
Figure I. 4 : <i>Perna perna</i> (linne,1758)	- 14 -
Figure I. 5 : Morphologie interne des valves (a) et anatomie du corps mou de la moule (b). .	- 15 -
Figure I. 6: Représentation schématique des facteurs influençant la biologie de la moule et la répartition de l'énergie issue de la nourriture au sein de l'organisme (POUVREAU et al , 2003). SFG (bilan énergétique pour la croissance ou Scope for growth en anglais).	- 18 -
Figure II. 1 : Image satellitaire montrant Le golfe d'Annaba	20
Figure II. 2: carte du golfe d'Annaba et Situation géographique du complexe lacustre d'El Kala. (A.B. DJEBAR et al 2003)	20
Figure II. 3 : Image satellitaire montrant la station I	21
Figure II. 4: Image satellitaire montrant la station II	22
Figure II. 5: Image satellitaire montrant la station III	22
Figure II. 6: Les moules nettoyées et débarrassées de leurs épibiontes	23
Figure II. 7: les paramètres linéaires réalisés	24
Figure II. 8: Synoptique illustrant les opérations de l'étude de la catalase	26
Figure III. 1 Variations spatio-temporelles de la température de l'eau.....	30
Figure III. 2 Variations spatio-temporelles des teneurs en oxygène dissous de l'eau	31
Figure III. 3: Distribution des fréquences de taille des moules récoltées à l'Mellah.....	32
Figure III. 4: Distribution des fréquences de taille des moules récoltées à lac el mellah	33
Figure III. 5: Régression entre la longueur totale et le poids total chez la moule <i>P. perna</i> provenant d'el hnaya	34
Figure III. 6: Régression entre la longueur totale et le poids total chez la moule <i>P. perna</i> provenant d'el mellah.....	34
Figure III. 7: Régression entre la longueur totale et le poids total chez la moule <i>P. perna</i> provenant d'el mellah.....	35

Figure III. 8: Variations spatiotemporelles des valeurs de l'indice de condition des moules récoltées dans le littoral Nord-Est algérienne de l'indice de condition des moules récoltées dans le littoral Nord-Est algérien.....36

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE	- 1 -
PREMIER CHAPITRE : DONNÉES BIBLIOGRAPHIQUES	- 3 -
1. LE RISQUE ENVIRONNEMENTAL	- 4 -
1.1. Introduction	- 4 -
1.2.1. Définition de la biosurveillance marine	- 6 -
1.2.2. Bioindicateurs écologiques de toxicité	- 7 -
1.2.3. Biomarqueurs	- 9 -
1.2.3.1. Caractéristiques des Biomarqueurs	- 9 -
1.2.3.2. Classification des biomarqueurs	- 10 -
1.2.4. Place des biomarqueurs dans l'identification des sources de contaminants	- 11 -
1.2.4.1 Bioessais	- 11 -
1.2.4.1.1. La catalase	- 12 -
2. MODELE BIOLOGIQUE	- 13 -
2.1. Position scientifique et noms usuels de l'espèce	- 13 -
2.2. Anatomie et physiologie de la moule	- 14 -
2.3. Le cycle sexuel de la moule	- 16 -
2.4. Nutrition	- 17 -
2.5. Écologie	- 18 -
DEUXIÈME CHAPITRE : MATERIELS ET MÉTHODES	20
1. Présentation de la zone d'étude	20
1.1. Présentation de la zone extrême Est	20
1.2. Choix des stations étudiées	21
2. Échantillonnage	23
2.1. Stratégie d'échantillonnage	23
2.2. Mesure des paramètres physico-chimique de l'eau	23
2.3. Mesures et pesés de la moule	24

3. Étude de la croissance	24
3.1. Distribution des fréquences de taille	24
3.2. Croissance relative	24
5. Mesure de l'activité catalase :	26
5.1. Préparation de la fraction s9 :	27
5.2. Détermination des protéines	27
5.3. Test catalase	28
TROISIEME CHAPITRE : RESULTATS ET DISCUSSION	30
1. Les paramètres physico-chimiques de l'eau du littoral	30
1.1. La Temperature	30
1.2. L'oxygène dissous	30
2. Etude de la croissance	31
2.1. Distribution des fréquences de taille	31
2.1.1. El Mellah	31
2.1.2. El Hnaya	32
2.1.3. Lac el Mellah	33
3. Etude de la croissance	33
3.1. H`naya	34
3.2. Mellah	34
3.3. Lac el Mellah	35
4. Indice de condition	35
5. Le biomarqueur de stress oxydatif	37
5.1. Dosage des protéines :	37
5.2. Dosage de l'activité enzymatique de la catalase	37
5.2.1.1.1. Dosage	38
5.2.1.1.2. Réactifs à préparer	38
5.2.1.1.3. Calcul	38
6. Discussion	39

6.1. Paramètres physicochimiques	39
6.2. Etude de la croissance	39
6.3. Indice de condition	40
CONCLUSION	44
En perspectives	44
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	47
Annexe	55

Abréviations

°C : Température (en degré Celsius)

H : Heure

BSA : Albumine Bovine Sérique

O₂ : Oxygène dissous

Fig. : Figure

Tab : Tableau

G : Gramme

mg : Milligramme

ml : millilitre

Cm : Centimètre

et al : Et collaborateurs

Pt : Poids total

La : Largeur

Lt : Longueur total

Ep : Epaisseur

µg : Microgramme

µl : microlitre

CAT : Catalase

HAPs : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

P : protéine

PCBs : Polychlorobiphényles

PH : potentiel d'hydrogène

ppm : partie par million

R² : Coefficient de détermination.

R : Coefficient de corrélation

IC : Indice de condition.

M : Male

F : Femelle.

MED POL : Mediterranean pollution program.

EPA : environmental protection agency.

ERO : Espèce Réactive de l'Oxygène

NADPH : Nicotinamide Adénine Dinucléotide Phosphate Hydrogène

GPx : Glutathion peroxidase

SOD : Superoxyde dismutase et TOSC : la capacité oxydante totale

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

L'intensité des activités humaines dans des régions entourant des mers fermées et semi-fermées, telles que la Méditerranée, a toujours à long terme, une forte incidence environnementale se traduisant par la détérioration physique des habitats, la surexploitation des ressources et la pollution (RIVIERE, 1998 ; MEYBECK, 2004)

Le risque environnemental résultant des produits chimiques est de loin le plus préoccupant compte tenu de la présence de nombreux produits potentiellement toxiques dans la nature. Ainsi, pour le milieu marin, la liste des polluants susceptibles d'être présents est longue : hydrocarbures, pesticides, composés divers de synthèse, phosphates, métaux lourds, etc. (MOORE et al. 2004).

La recherche d'une amélioration continue de la protection de l'environnement nécessite une bonne connaissance de la qualité du milieu marin, du devenir des produits qui y sont dispersés et de l'évaluation de leurs impacts sur les écosystèmes.

L'écotoxicologie, ou toxicologie environnementale, est la discipline qui évalue les effets des perturbations physiques et chimiques sur les êtres vivants, les voies de transfert des contaminants et leur action sur l'environnement (TRUHAUT, 1977). Elle regroupe des études physico-chimiques permettant de détecter la présence de contaminants dans le milieu naturel, ainsi que des études biologiques afin de déterminer la réponse biologique des êtres vivants aux polluants (LUOMA, 1990 ; DEPLEDGE, 1994 ; RAINBOW, 1995 ; MOORE et al. 2004).

Les bivalves ont été utilisés pour estimer la qualité des écosystèmes côtiers dans plusieurs programmes de surveillance, tel que le Réseau National d'Observation de la qualité de l'eau (RNO) en France et le Mussel Watch Project aux Etats-Unis (WADE et al., 1998). Ces projets représentent un effort concerté permettant d'analyser les tendances spatiales et temporelles de la contamination chimique de l'environnement marin en utilisant les huîtres et les moules comme espèces indicatrices (LORTEAU et al., 1995).

Depuis quelques années, la communauté scientifique a pris conscience des effets à long terme des composés toxiques et leurs risques potentiels pour les écosystèmes terrestres et aquatiques. La majeure partie des polluants ne sont pas dégradables et ont de longues durées de vie dans les écosystèmes marins. Des polluants toxiques présents dans l'eau ou fixés sur les matières en suspension ou dans les sédiments peuvent pénétrer dans les cellules des organismes exposés et modifier le fonctionnement cellulaire. Des modifications de composition, de concentration ou d'activités de certaines substances peuvent alors être détectées par l'utilisation de biomarqueurs (VAN DER OOST et al. 2003).

Cette étude s'inscrit dans le cadre de la recherche de biomarqueurs de toxicité permettant de détecter l'altération précoce des organismes aquatiques vivant au sein d'écosystèmes contaminés.

Nous nous sommes intéressés aux marqueurs de stress oxydant en commençant par mettre au point le protocole expérimental du dosage de l'activité enzymatique de la catalase et par les indices biotique et statistiques de la population de la moule *Perna Perna* de la côte extrême Est algérienne.

Nous avons choisi de conduire nos recherches sur les bivalves (, qui constituent des organismes sentinelles des écosystèmes hydriques par leur capacité de filtration et d'accumulation des polluants. Leur mobilité réduite rend par ailleurs ces organismes intéressants dans les études d'impact et les opérations de transfert en amont et en aval d'une source de pollution, pour en étudier les effets. (RITTSCOKOF & MCCLELLAN- GREEN, 2005).

La mesure de l'activité enzymatique antioxydante a été réalisée sur les glandes digestives de la moule

L'exposé de cette étude s'articule en différentes parties :

- La première partie passe en revue les connaissances relatives à l'évaluation du risque environnemental, en présentant l'intérêt du choix des biomarqueurs comme outils pour la mise en évidence des effets potentiellement toxiques du stress oxydatif et la description du modèle biologique, la moule, *Perna Perna*
- La deuxième partie consiste en la présentation de la zone d'étude, la méthodologie d'échantillonnage et de traitement des échantillons et la mise au point du dosage de l'activité enzymatique de la catalase comme biomarqueur du stress oxydatif qui représentera le fond même de notre étude.
- La dernière partie consiste d'étalés les résultats obtenus et leur interprétation de dégager un constat conclusif quant au choix et l'intérêt de ces outils biologiques pour l'évaluation spatio-temporelle des impacts de la pollution au niveau de la côte Est algérienne.

PREMIER CHAPITRE
DONNÉES BIBLIOGRAPHIQUES

CHAPITRE PREMIER : DONNÉES BIBLIOGRAPHIQUES

1. LE RISQUE ENVIRONNEMENTAL

1.1. Introduction

La plupart des ressources vivantes de la Terre se situent dans des endroits géographiques spécifiques, tels que l'environnement côtier et les écosystèmes fluviaux (MOORE et al., 2004). Ces écosystèmes sont de plus en plus soumis à de nombreux facteurs de stress. Le stress est considéré comme un état dans lequel l'équilibre dynamique d'un organisme, appelé homéostasie est menacé par les actions de stimuli intrinsèques ou extrinsèques, communément définis comme des facteurs de stress (SELYE, 1973). En plus de la perturbation de l'équilibre homéostatique, ces facteurs stressants provoquent un vaste ensemble de réponses génétiques, métaboliques, physiologiques ou comportementales devant être compensatoires, permettant à l'organisme de maintenir son intégrité (CHROUSOS & GOLD, 1992). Si un animal subit un facteur de stress intense, la réponse peut devenir dysfonctionnelle, ce qui peut résulter en l'apparition de pathologies et la mort (CHROUSOS & GOLD, 1992 ; Wendellar-Bonga, 1997). Les réponses aux facteurs de stress peuvent être observés à différents niveaux d'organisation : cellule, organe, organisme, population et écosystème, l'ensemble étant appelé la réponse intégrée aux facteurs de stress (WENDELLAR-BONGA, 1997).

Le stress que subi les organismes vivants dans le milieu marin peut être provoqué par de multiples facteurs d'agressions physiologiques. Ces facteurs peuvent être de natures multiples : facteurs naturels (radiations UV, variations de la température, de la quantité d'oxygène dissous, de la salinité, de la turbidité) ; diminution des ressources (sur-pêche) ; interactions entre animaux (prédation, parasites, compétition pour l'espace, la nourriture ou les partenaires sexuels) ; pollution (Fig I.1). Parmi les facteurs de stress les contaminations d'origine anthropique apparaissent importantes. L'impact des polluants sur l'écosystème est un problème international qui devient de plus en plus préoccupant avec l'augmentation du nombre de molécules rejetées dans l'environnement (MOORE et al, 2004 ; UNEP/MAP/MED POL, 2004).

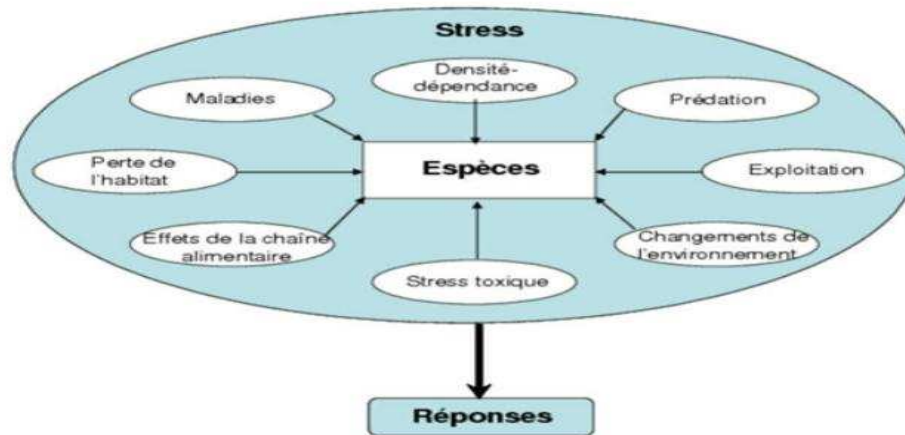


Figure I. 1: Représentation schématique des différents facteurs de stress pouvant être subis par les organismes aquatiques (VAN DER OOST et al., 2003).

1.2. Evaluation du risque environnemental

L'évaluation du risque environnemental est une méthodologie née au début des années quatre-vingt, dans un contexte de gestion des risques pour répondre aux préoccupations croissantes de la société en matière de santé environnementale.

Le processus d'évaluation du risque est une opération systématique pour évaluer et organiser des données, des informations issues de la recherche scientifique, permettant d'évaluer les changements nocifs induits par l'homme sur les écosystèmes, de manière à faciliter la prise de décision environnementale (EPA, 1998).

L'évaluation du risque comprend une analyse du risque et un aspect plus politique du management du risque. L'analyse du risque se base sur l'identification des dangers, l'évaluation de l'exposition et l'évaluation des effets sur des organismes vivants ; il s'agit d'un processus scientifique pouvant impliquer des stressseurs chimiques, physiques et/ou biologiques (EPA, 1998). Le management du risque s'occupe des mesures régulatrices pour gérer le risque (VAN DER OOST et al., 2003).

Plusieurs étapes interviennent dans l'évaluation du risque environnemental (EPA, 1998) :

- 1) Identification des dangers ;
- 2) Evaluation de l'exposition : doses auxquelles les écosystèmes peuvent être exposés ;
- 3) Evaluation des effets : relation entre dose d'exposition et incidence d'un effet ;
- 4) Caractérisation du risque : intégration des trois étapes précédentes afin d'estimer l'incidence des effets délétères sur des récepteurs potentiels dans des conditions variables d'exposition ;
- 5) Classification du risque : savoir si une réduction du risque est nécessaire ;

6) Réduction du risque : mesures prises pour protéger l'écosystème du risque ;

7) Surveillance : observations répétées du risque et des mesures prises.

L'analyse du risque fait intervenir des études écotoxicologiques. Lors de l'étude des relations de cause à effet entre stressseurs et qualité des écosystèmes (incidences sur l'élément biologique), un grand nombre d'indicateurs biologiques, ou bioindicateurs, ont été élaborés comme autant d'outils susceptibles de suivre les modifications de la biodiversité du niveau moléculaire (gène) à celui de l'écosystème (MOORE et al., 2004). Les bioindicateurs ont été défini par BLANDIN (1986) comme des « organismes ou un ensemble d'organismes qui par référence à des variables biochimiques, cytologiques, physiologiques, éthologiques ou écologiques permettent de caractériser aussi précocement l'état d'un écosystème ». Les mollusques bivalves sont les plus utilisés dans l'évaluation du risque en raison de leur large répartition, leur comportement sessile et leur capacité à accumuler les contaminants (tels que les hydrocarbures, les pesticides) dans leurs tissus (MOORE et al., 2004).

Il est de plus en plus reconnu que l'évaluation de l'impact des polluants sur les organismes vivants, requiert la compréhension des effets au travers de la hiérarchie de l'organisation biologique depuis les niveaux moléculaires, cellulaires jusqu'à ceux de l'organisme, de la population, de la communauté et de l'écosystème (MOORE et al., 2004). Cependant, bien que les changements induits par les polluants au niveaux de la population/communauté/écosystème/santé humaine, soient importants à étudier, ces niveaux sont généralement trop complexes pour servir au développement d'outils pour la détection précoce et la prédiction des conséquences du risque environnemental (MOORE et al., 2004). Il faut donc tenter de détecter ces signaux de détresse au niveau moléculaire, cellulaire, physiologique et/ou comportemental dans le but de les lier aux conséquences possibles au niveau d'organisations plus élevées (MOORE, 1991).

1.2.1. Définition de la biosurveillance marine

L'émergence de la Biosurveillance comme domaine scientifique remonte aux années 1970. On peut retracer son origine à partir de la découverte, pendant la décennie précédente, de la persistance dans l'environnement des pesticides organochlorés et la mise en évidence de leurs effets insidieux sur des espèces non ciblées (CARSON, 1962).

La biosurveillance est l'utilisation d'un organisme ou d'un ensemble d'organismes (ou bioindicateurs) à tous les niveaux d'organisation biologique moléculaire, biochimique, cellulaire, physiologique, tissulaire, morphologique et écologique afin de prévoir et révéler une altération de l'environnement et pour en suivre l'évolution (GARREC & VAN HALUWYN, 2002).

1.2.2. Bioindicateurs écologiques de toxicité

L'utilisation de bioindicateurs écologiques de toxicité repose sur le principe de sélection des organismes aquatiques résistants aux pollutions au détriment des organismes sensibles. En effet, à l'échelle d'un peuplement, les individus ou les espèces les plus faibles vont disparaître sous la pression du polluant (mort ou fuite), laissant la possibilité aux espèces résistantes de se développer davantage. Ce phénomène entraîne l'établissement de peuplements dont la structure reflète la qualité de l'eau, notamment au travers de l'analyse des présences/absences (BOUCHESEICHE et al., 2002).

Afin de refléter l'intensité des expositions, intégrer les différents paramètres de l'environnement, et pouvoir déterminer les effets d'une exposition de faible intensité mais pendant une longue période, les organismes sentinelles prélevés dans un milieu doivent être représentatifs de ce milieu et remplir plusieurs conditions. Toutefois, dans certains cas, des individus peuvent aussi être transplantés et maintenus sur le site dans des enclos (biosurveillance active) afin de suivre l'évolution d'une contamination ou d'une décontamination, et leurs impacts sur les individus, en limitant les effets des facteurs biotiques (AMIARD et al., 2008).

Les bioindicateurs peuvent être utilisés dans des programmes de surveillance des milieux aquatiques pour (PEREZ et al., 2000) :

- émettre des signaux précoces de problèmes environnementaux ;
- identifier les relations de cause à effet entre les facteurs d'altération et les effets biologiques ;
- évaluer l'état de stress global de l'environnement à travers différentes réponses d'organismes indicateurs ;
- évaluer l'efficacité de mesures réparatrices sur la santé des systèmes biologiques.

1.2.2.1. Critères de sélection des espèces sentinelles

Les espèces sentinelles ont été recherchées dans tous les milieux. De nombreux auteurs (RAND, 1985 ; RIVIERE, 1993, WHITE, 2004) ont dressé des listes des caractéristiques à privilégier chez ces espèces, mais des différences peuvent être rencontrées, en particulier en fonction du sens accordé à la notion de sentinelles et du type d'exposition (en laboratoire ou en nature). Les caractéristiques les plus couramment citées sont discutées ci-dessous (AMIARD et al., 2008) :

Leur sédentarité sur la zone d'étude afin que l'état des individus puisse être directement corrélé avec le niveau de pollution du site. Des animaux se déplaçant sur de grandes distances ou ne visitant les sites étudiés qu'occasionnellement ne peuvent en effet être le reflet du

niveau de contamination du lieu où ils auront été capturés. A cet égard, les animaux sessiles ou faiblement mobiles sont donc privilégiés ;

Leur facilité d'identification, de capture ou de récolte tout au long de l'année, ce qui nécessite une bonne connaissance de l'écologie de l'espèce comme ses réponses adaptatives aux variations spatiotemporelles des facteurs environnementaux en zone estuarienne et côtière (température, salinité..) ou ses migrations liées à la reproduction ;

Une taille de la population suffisante car l'impact de prélèvements réguliers sur la structure et la densité de la population doit être négligeable. De plus, l'importance de cette population conditionne la rapidité des prélèvements, et entre ainsi en compte dans l'estimation de la faisabilité et du coût de la surveillance ;

Une aire de dispersion large et continue, ce qui permet les comparaisons entre différents sites, mais augmente également la probabilité de trouver des sites aussi peu impactés que possible par la pollution. Il est toutefois impossible de trouver une espèce totalement cosmopolite et des espèces voisines, autochtones ou allochtones, peuvent alors être utilisées.

Une longévité de plusieurs années et une résistance aux polluants présents, afin que les individus soient au contact des contaminants pendant des périodes suffisantes pour que les changements des biomarqueurs atteignent un niveau mesurable. Cette persistance des individus dans le milieu permet également de suivre l'évolution des paramètres étudiés au cours du temps, et éventuellement d'apprécier la réversibilité des dommages si des mesures sont prises pour réduire le niveau de contamination. Toutefois, la majorité de ces espèces ayant une longévité très inférieure à celle de l'espèce humaine, les désordres occasionnés par les polluants s'y manifestent plus rapidement, éventuellement sans les périodes de latence observées chez les animaux longévifs ;

Des relations dose/effet et cause/effet doivent pouvoir être établies. Tout d'abord l'espèce doit présenter une réponse claire (effet) à une augmentation mesurable du niveau de contaminant (dose). Les espèces sentinelles, bien que résistantes aux contaminants, doivent toutefois présenter une sensibilité suffisante à ces substances pour que des dysfonctionnements apparaissent, et que ceux-ci soient mesurables par des techniques d'utilisation courante. Cette relation est souvent difficile à établir du fait de l'éloignement des sources de xénobiotiques, et des interactions avec d'autres facteurs de stress (relation cause/effet). Par ailleurs, les réponses des organismes à ces polluants doivent être précoces pour repérer la dégradation dès son apparition, afin que des dommages écologiques substantiels soient évités et que la remédiation ne devienne extrêmement problématique ;

La biologie de l'espèce doit être suffisamment connue pour différencier le signal du bruit de fond. En effet, une variabilité intraspécifique des réponses biologiques utilisées comme biomarqueurs a été couramment observée, rendant difficile l'interprétation des données. De plus, il est important de pouvoir disposer en parallèles d'organismes témoins, afin de différencier les changements dus aux contaminants des fluctuations naturelles (saisonniers, interannuelles,...) du paramètre étudié. Enfin, la caractérisation des individus doit être parfaitement maîtrisée si les biomarqueurs qui seront étudiés présentent des variations en fonction du sexe, de l'âge,...

L'intérêt du grand public pour certaines espèces est également un critère parfois pris en compte pour la sélection de ces espèces sentinelles. Sont alors évoquées les notions de valeur économiques (espèces commerciales) et d'espèces protégées.

1.2.3. Biomarqueurs

Les scientifiques ont développé de multiples méthodes de mesure de variables biologiques et écologiques. Par exemple, il est très intéressant de mesurer des marqueurs biochimiques qui détectent une réaction de défense de l'organisme vis-à-vis du polluant toxique (hydrocarbures aromatiques polycycliques, polychlorobiphényles, métaux lourds, produits phytosanitaires...). Ce ne sont ni des dosages chimiques ni des mesures traditionnelles de bioindication, mais ces biomarqueurs quantifient un niveau d'interaction toxique entre l'organisme et un polluant biodisponible et ceci de façon précoce avant que des effets irréversibles n'apparaissent (AMIARD et al., 1998).

Un biomarqueur est un changement observable et/ou mesurable au niveau moléculaire, biochimique, cellulaire, physiologique ou comportemental, qui révèle l'exposition présente ou passée d'un individu à au moins une substance chimique à caractère polluant. La mesure, au sein d'individus provenant du milieu naturel, de paramètres moléculaires, biochimiques, cellulaires ou physiologiques est regroupée sous le terme de biomarqueur (LAGADIC et al., 1997).

1.2.3.1. Caractéristiques des Biomarqueurs

Les biomarqueurs considérés comme efficaces doivent répondre à plusieurs critères (SANCHEZ, 2007) :

- les méthodes de mesure des biomarqueurs doivent être sensibles, précises et simples de mise en œuvre ;
- la réponse des biomarqueurs doit être rapide afin de pouvoir être considérée comme un paramètre d'alerte précoce ;

- les niveaux constitutifs et leurs variations, dues aux effets de facteurs physiologiques ou environnementaux, doivent être définis afin de distinguer la réponse induite par un contaminant de la variabilité naturelle ;
- les mécanismes qui supportent la relation entre la réponse des biomarqueurs et l'exposition aux contaminants doivent être connus. De ce fait, la notion de biomarqueur est appelée à évoluer avec les connaissances scientifiques ;
- la signification toxique des biomarqueurs, qui peut être décrite comme le lien entre la réponse biochimique et les effets sur l'organisme, doit être connue.

1.2.3.2. Classification des biomarqueurs

Les biomarqueurs sont classés en deux classes (AMIARD et al., 2008) :

- Biomarqueurs d'expositions:

Ils mettent en évidence la défense de l'organisme exposé à un contaminant. (Fig I. 3)

Exemples : l'inhibition de l'activité de l'acétylcholinestérase et la fragilisation de la membrane lysosomale.

- Biomarqueurs de dommage ou d'effet :

Ils mettent en évidence la modification directe et néfaste causée par un contaminant à un organisme. (Fig I. 3)

Exemples : l'activité de la catalase et l'activité de la glutathion-s-transphérase.

Les biomarqueurs peuvent être qualifiés selon deux critères (AMIARD et al., 2008) :

- soit d'indices de stress généraux traduisant une réponse de l'organisme à un ensemble de polluants sans permettre de déterminer la nature même de ces polluants.
- soit d'indices de stress spécifiques indiquant une réponse de l'organisme à une famille de polluants.

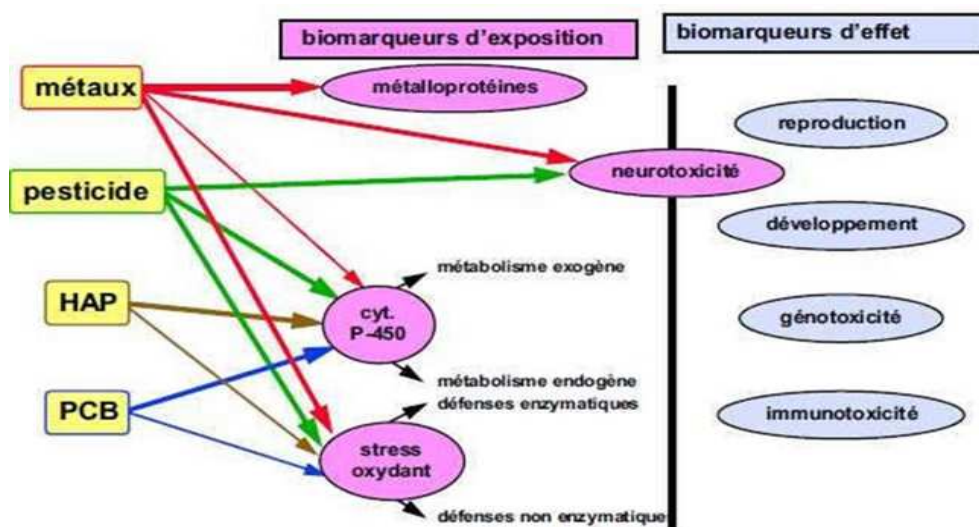


Figure I. 2 : Relation entre les principales catégories de polluants et les biomarqueurs classiques (NARBONNE & MICHEL, 1992).

1.2.4. Place des biomarqueurs dans l'identification des sources de contaminants

Pour identifier les sources de contamination, deux voies sont possibles (PEREZ et al., 2000) :

- les marqueurs spécifiques représentent à la fois un moyen de mesure des effets au niveau infra-individuel et une méthode d'identification de la contamination, peu précise, mais relativement peu onéreuse.
- les dosages de contaminants dans des organismes aquatiques donnent une image précise des niveaux de contamination du compartiment biologique, mais nécessitent des moyens financiers et matériels beaucoup plus importants.

1.2.4.1 Bioessais

Plusieurs contaminants chimiques, ou leurs métabolites, exercent leur toxicité en générant la production des espèces réactive de l'oxygène (ERA) (Fig I.4). Le système antioxydant intervenant dans la protection cellulaire contre ce stress oxydatif induit lors de pollution, plusieurs enzymes antioxydants ont été utilisées en tant que biomarqueur précoce comme la Catalase, la Superoxyde dismutase (SOD) ou la Glutathion peroxidase (GPx) (Stegeman., 1992 ; Filho, 1996). De plus, plusieurs effets biochimiques ont été associés à l'augmentation de flux des ERA qui ont mené au développement de biomarqueurs d'effet oxydatifs comme la peroxydation lipidique (Stegeman., 1992 ; Hageman et al., 1992), la capacité oxydante totale (TOSC) (Winston et al., 1998 ; Regoli et al., 2000) ou l'oxydation de l'ADN (Chipman et al., 1998). Dans ce travail, on va étudier la variation de la catalase et comme biomarqueur de stress oxydatif.

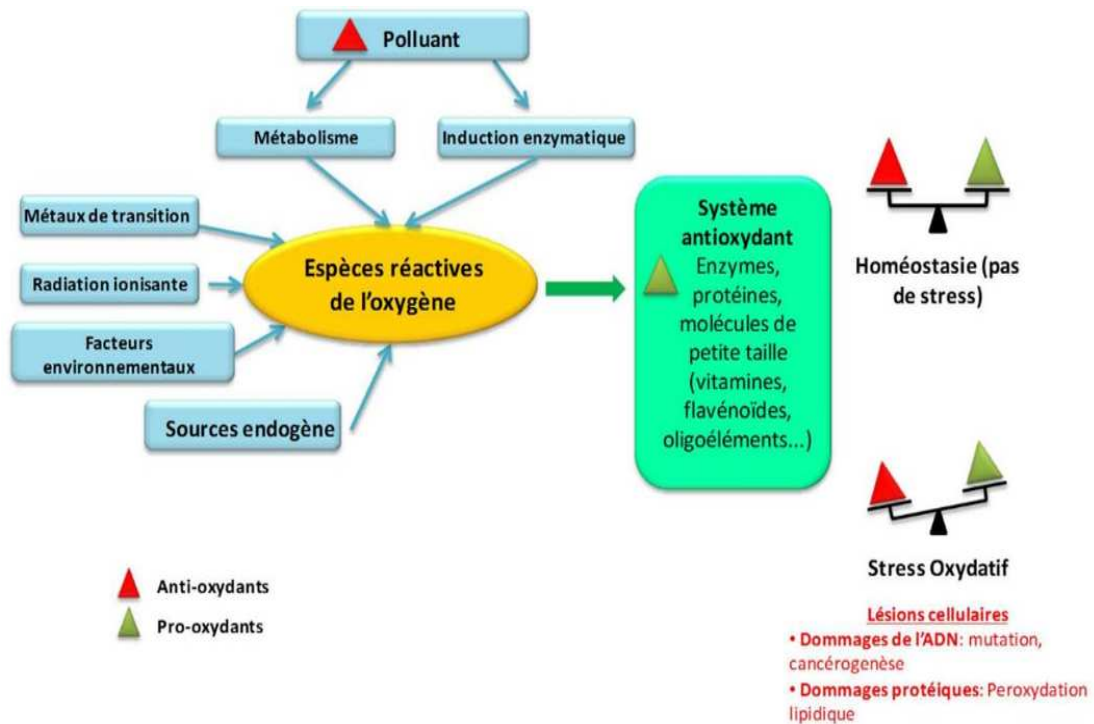
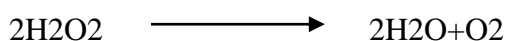
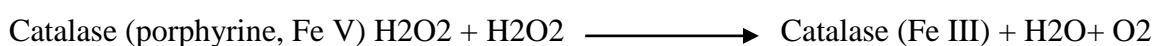
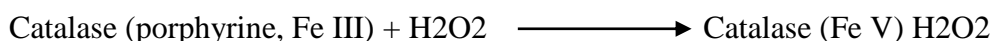


Figure I. 3 : Sources entraînant une augmentation des espèces réactives de l'oxygène dans la cellule et les dommages cellulaires associés et intervention du système antioxydant. (N. KAMEL 2014)

1.2.4.1.1. La catalase

La catalase est une enzyme tétramérique, chaque unité portant un groupement prosthétique (hème) et une molécule de NADPH. Cette enzyme est présente chez tous les organismes aérobies. Chez les eucaryotes elle est principalement située dans le cytosol et dans les peroxysomes où elle catalyse la réduction du peroxyde d'hydrogène en eau et en oxygène moléculaire (Cossu et al., 1997 ; Stegeman , 1992). Au regard de son mode d'action et de sa localisation peroxysomale, la catalase est décrite comme complémentaire de la GPx dans l'élimination du H₂O₂ et la protection contre la peroxydation lipidique. La catalase est sensible à certains contaminants inducteurs de stress oxydatif au niveau des membranes cellulaires, comme les HAPs, les PCBs et certains pesticides (Solé et al., 1995). La réaction catalysée par la catalase se déroule en deux étapes :



L'activité catalase est largement étudiée chez plusieurs espèces et différents groupes

zoologiques (mollusques, insectes, mammifères...) comme un marqueur de stress oxydatif. Elle varie selon l'espèce, les saisons, les conditions abiotiques et la présence de xénobiotiques (Labrot et al., 1996 ; Dellali et al., 2001).

2. MODELE BIOLOGIQUE

2.1. Position scientifique et noms usuels de l'espèce

Les Invertébrés constituent environ 94% des espèces animales connues (BARNES, 1987). On estime que la moitié des espèces d'Invertébrés a été décrites, ce qui représente à peu près un million d'espèces (BARNES, 1987). Après les Arthropodes, les Mollusques constituent le plus grand embranchement du règne animal, avec 180 000 d'espèces décrites dont 130 000 sont vivantes (BRUSCA & BRUSCA, 1990).

Les Bivalves (huître, moule, palourde...) représentent la plus grande classe de Mollusques après les Gastéropodes, avec 20.000 espèces actuelles et plusieurs milliers de formes fossiles. Le groupe est essentiellement marin, avec quelques représentants adaptés à la vie en eau douce. La moule est incontestablement le représentant le plus connu de ce groupe.

La moule africain (*Perna perna*), Mollusque marin sessile fait partie des organismes tests les plus recommandés pour la surveillance biologique de la pollution marine. Elle peut bioaccumuler plusieurs contaminants et répond particulièrement bien aux classes principales de polluants de l'environnement.

Les moules sont des animaux métazoaires (organismes pluricellulaire), protostomiens (bouche formée à partir du blastopore, coelome schizocoelique, système nerveux ventral et squelette externe., triploblastiques (possédant entre l'ectoderme et l'endoderme un troisième feuillet individualisé, le mésoderme), coelomates (possédant un coelome), hyponeuriens (système nerveux ventral) à symétrie bilatérale (JURD, 2000).

Perna perna est un Mollusque (son corps est mou et non segmenté). Elle appartient à la classe des bivalves (sa coquille est faite de deux valves reliées par une charnière) est, à la sous-classe des Ptériomorphes, à l'ordre des Mytiloidés, à la famille des Mytilidés (TURGEON et al., 1998).

Embranchement : mollusque.

Classe : bivalve ou lamellibranche.

Ordre : Mytilida.

Famille : Mytilidae.

Genre : *Perna*

Espèce: *Perna perna* (linne, 1758)



Figure I. 4 : Perna perna (linne,1758)

2.2. Anatomie et physiologie de la moule

La moule comme tous les lamellibranches est caractérisée par : Une coquille bivalve allongée noire, permettant la sauvegarde de la masse viscérale (Fig I. 8). L'anatomie et la fonction physiologique des différents organes de *Mytilus galloprovincialis* sont détaillées ci-dessous :

Le pied et le byssus : Le pied, linguiforme, permet le déplacement et l'enfouissement de l'animal dans le sable. IL peut se replier sous l'action de deux muscles rétracteurs. A sa base se trouve la glande du byssus. Elle synthétise des filaments (byssus) qui fixent la moule à son substrat. Une fois qu'ils sont sécrétés, les filaments se solidifient au contact de l'eau de mer.

Les branchies sont une caractéristique majeure des lamellibranches. Elles consistent en de grands organes en feuillets opérant deux séries de phénomènes, la respiration et la filtration de la nourriture à partir de l'eau. Deux paires de branchies sont localisées sur chaque côté du corps.

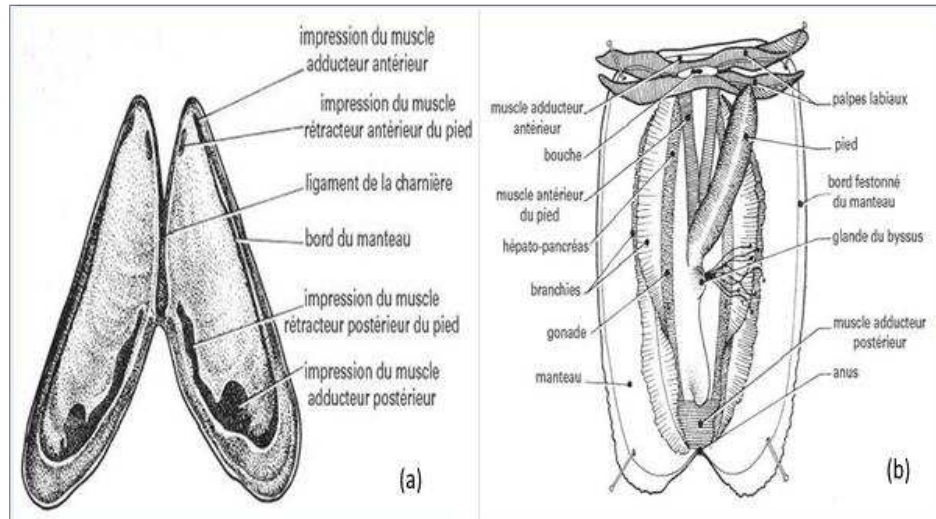


Figure I. 5 : Morphologie interne des valves (a) et anatomie du corps mou de la moule (b).

Le muscle : la fermeture générale des valves est assurée par deux muscles adducteurs (antérieur et postérieur). Ces muscles sont antagonistes du ligament, qui grâce à son élasticité assure l'ouverture de la coquille.

La glande digestive : (ou hépatopancréas) elle assure la digestion et l'absorption des aliments captés par les branchies. Cet organe est encore appelé hépatopancréas car il joue chez cet invertébré un rôle analogue au foie des Vertébrés (Pagliassoti et al, 1994).

Le manteau enveloppe l'ensemble de la masse animale et assumant à la fois la sécrétion de la coquille et le rôle de support des gonades.

L'hémolymphe : c'est l'équivalent du plasma des Vertébrés. Chez la moule, ce compartiment correspond essentiellement du point de vue de sa composition saline à l'eau de mer environnante (Lubet et al , 1969). Il contient aussi quelques protéines et des lipides, circulant sous forme de globules ou de vésicules (Martin et al, 1970).

Les hémocytes : ce sont les cellules circulant dans l'hémolymphe et présentant des caractéristiques de certains leucocytes des Vertébrés. Ce sont des cellules totipotentes, elles interviennent dans les processus de régénération de la coquille et des tissus en cas de blessure et joue un rôle important dans le système immunitaire (immunité non spécifique) en phagocytant de petites particules et des microorganismes (Fisher, 1988).

Le système respiratoire : Les échanges d'oxygène se font par l'intermédiaire des branchies. L'eau chargée en oxygène dissout pénètre dans la cavité palléale via le siphon inhalant. Elle est filtrée par les filaments des deux paires de branchies lamelleuses avant d'être évacuée par

le courant exhalant. L'oxygène ainsi capté pénètre dans l'hémolymph pour être distribué dans tout l'organisme. Lorsque la moule se retrouve à l'air libre, elle ferme sa coquille et passe à une respiration anaérobie (respiration réalisée par certains organismes en l'absence d'oxygène).

Le système circulatoire : L'appareil circulatoire est relativement simple. On y trouve un cœur dorsal (enveloppé par le péricarde) qui comprend deux oreillettes latérales et un ventricule. L'hémolymph (mélange de sang et de lymphe), chassée dans deux aortes, est distribuée aux différentes parties de l'organisme par un réseau de vaisseaux sanguins. Ce système artériel aboutit à des espaces libres sans parois propres : les lacunes. L'hémolymph n'est plus, à ce moment, canalisée en un système de vaisseaux individualisés. Elle gagne ensuite les reins, où elle est purifiée, avant de pénétrer dans les branchies. Dans ces organes, elle s'enrichit alors en oxygène (O₂) et se décharge en gaz carbonique (CO₂). Une fois oxygénée, l'hémolymph rejoint les oreillettes du cœur.

A ce circuit principal se superpose un circuit accessoire. En effet l'hémolymph qui circule dans le manteau a la possibilité de suivre une voie de retour directe au cœur sans passer par les reins ni les branchies. Lors du passage dans le manteau, un échange d'oxygène et de gaz carbonique a lieu également.

Le système nerveux : Le bord du manteau est tapissé de cellules nerveuses sensibles à la température, aux substances chimiques et à la lumière. Le système nerveux central des mytilidés est principalement constitué de ganglions cérébroïdaux, pédieux et viscéraux. Ce système nerveux diffus possède la capacité de sécréter des neurohormones, notamment de nature peptidique. Les cycles de neurosécrétion ont été étudiés chez les Mytilidés ; Lubet (1959) a mis en évidence une corrélation significative entre les étapes du cycle de reproduction et l'activité des cellules neurosécrétrices chez *Mytilus edulis*. L'activité de certaines cellules des ganglions cérébroïdes (cellules dites piriformes) augmente de manière significative lors de la maturation sexuelle et l'ablation de certains ganglions nerveux (cérébroïdes ou viscéraux) peut inhiber la ponte chez *Mytilus edulis* (Lubet, 1959).

2.3. Le cycle sexuel de la moule

La reproduction est reconnue comme un élément essentiel pour le maintien de l'équilibre des communautés dans les écosystèmes. La gamétogenèse chez les mollusques bivalves comprend comme chez tous les métazoaires actuels une ovogénèse et une spermatogénèse dont le déroulement est bien connu.

La moule, *Perna Perna* est itéropare (plusieurs périodes de reproduction possibles la même année et sur plusieurs années) avec des épisodes de croissance de la gonade, de rupture, de

résorption et de recroissance. Les sexes sont séparés, les gonades, qui sont au nombre de deux, sont situées dans la bosse de Polichinelle (ABBADA-BOUDJEMA, 1983). La moule est gonochorique, les gonades ont une activité variable suivant les périodes. On distingue quatre stades :

- le stade 0 est une phase de repos sexuel. Il n'y a pas de produits génitaux. La moule accumule des réserves de lipides et de glucides. Elle est de couleur ivoire ou orangée ;
- le stade 1, la glande sexuelle commence à se développer ;
- le stade 2, se caractérise par l'apparition d'une coloration du manteau suivant le sexe : rouge orangée pour les femelles, jaune-crème pour les mâles ;
- au dernier stade, la maturité sexuelle est atteinte. Les gonoductes s'ouvrent de part et d'autre de la masse viscérale entre le pied et les lamelles branchiales, La glande peut émettre ses produits génitaux, spermatozoïdes ou ovules suivant le sexe, et la fécondation est externe.

La fécondation a lieu au gré des courants. Les œufs issus de la fécondation sont nombreux (500 000 environ) donnent des larves trochophores univalves, puis des larves véligères bivalves ciliées. Ces larves planctoniques tombent ensuite sur le fond et se fixent, puis grâce à leur pied, elles peuvent ramper et trouver un support pour se fixer grâce à leur byssus, et se métamorphoser en jeune moule : le naissain. Les adultes n'entameront la phase de maturation sexuelle qu'après six à huit mois du moment de leur fixation au substrat (GOSLING, 1992).

2.4. Nutrition

La moule, *Perna perna* est un consommateur microphage omnivore. La moule filtre jusqu'à 100 litres d'eau par jour ; elle est capable d'opérer un tri concernant la nature et la taille des particules qui pénètrent dans la cavité palléale dont le diamètre est compris entre 3 et 13 micromètres. Elle se nourrit de phytobenthos (diatomées), de phytoplancton et de débris organiques (UTTING & MILLICAN, 1997).

Comme pour tous les animaux, l'alimentation des mollusques bivalves doit fournir l'ensemble des éléments nutritifs (glucides, lipides, protéines, vitamines, minéraux) nécessaires aux fonctions vitales de l'organisme et au développement des animaux (UTTING & MILLICAN, 1997).

Ces éléments dépendent de la disponibilité en nourriture dans le milieu, elle-même sous l'influence des conditions environnementales du milieu (Fig.8). De manière générale, une fois la nourriture filtrée au niveau des branchies, elle est acheminée vers la bouche en même temps qu'une pellicule de mucus pour y être ingérée, digérée puis assimilées au sein de l'organisme.

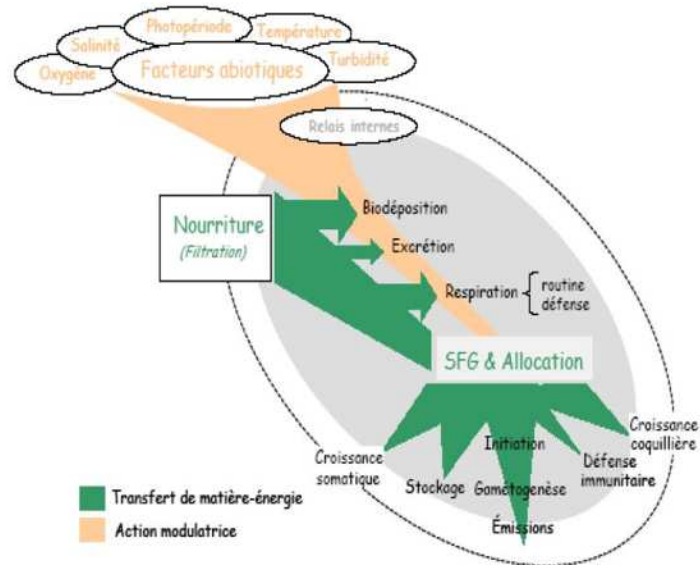


Figure I. 6: Représentation schématique des facteurs influençant la biologie de la moule et la répartition de l'énergie issue de la nourriture au sein de l'organisme (POUVREAU et al , 2003). SFG (bilan énergétique pour la croissance ou Scope for growth en anglais).

2.5. Écologie

La moule est un animal benthique grégaire, colonisant l'étage médiolittoral, fixé aux substrats durs, attaché aux rochers, débris ou autres coquilles de moules. Elle est sensible à la pollution chimique et bactérienne, la moule concentre les polluants et constitue un bon indicateur de la qualité des eaux.

La moule, *Mytilus galloprovincialis* est très utilisée dans le cadre des études de surveillance des polluants du milieu marin comme, par exemple, le programme «mussel watch» aux États-Unis et le RNO en France. En effet, elle remplit tous les critères de choix de l'espèce bioindicatrice (BLANDIN, 1986) :

- sa large distribution géographique permettant des comparaisons des niveaux de présence entre sites éloignés ;
- cette espèce est dite bradictyque, c'est-à-dire est caractérisée par la présence dans les populations naturelles de sujets mûrs toute l'année, ce qui facilite les prélèvements et l'obtention d'échantillons représentatifs ;
- sa capacité à accumuler les contaminants ;
- sa faible capacité à métaboliser les contaminants ; cela tout au moins quand on s'intéresse aux niveaux de présence (il peut en être tout autrement dans le cas de suivis d'effets biologiques).

DEUXIÈME CHAPITRE
MATERIELS ET MÉTHODES

CHAPITRE DEUXIÈME : MATÉRIELS ET MÉTHODES

1. Présentation de la zone d'étude

1.1. Présentation de la zone extrême Est

Le golfe d'Annaba est limité à l'Est par le Cap Rosa ($8^{\circ} 15' E 36^{\circ} 58' N$) et à l'Ouest par le Cap de Garde ($57^{\circ} 16' E$ et $36^{\circ} 58' N$). La distance séparant les deux caps est d'environ 21.5 milles (40 Km).

Le littoral d'El kala est situé à l'extrême nord-est de la côte algérienne, il s'étend de Cap Segleb (la frontière tunisienne) à l'Est au cap Rosa à l'Ouest. fig



Figure II. 1 : Image satellitaire montrant Le golfe d'Annaba

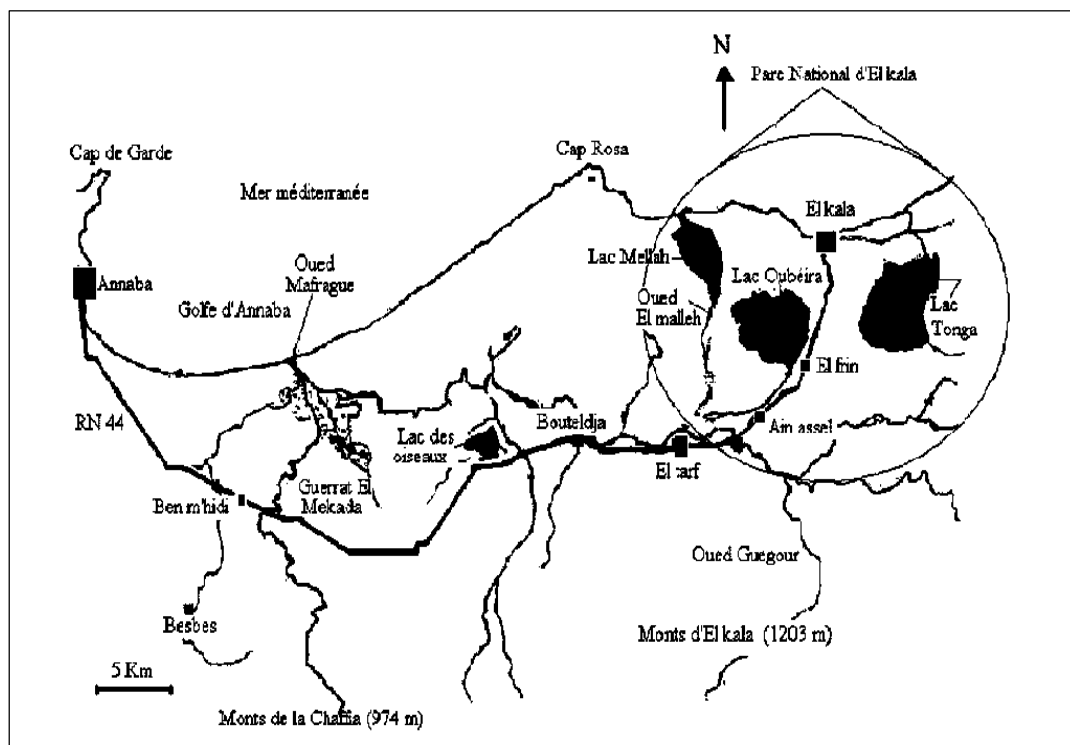


Figure II. 2: carte du golfe d'Annaba et Situation géographique du complexe lacustre d'El Kala. (A.B. DJEBAR et al 2003)

1.2. Choix des stations étudiées

Toutes les moules analysées proviennent de la wilaya d'el Taref à l'extrémité est de littoral algérienne, implantées dans trois station différentes :

- plage el hnaya, station I,
- l'embouchure de lac el mellah, station II,
- lac el mellah, station III,

La station I : se situe à l'Est du Golfe d'Annaba (36°54'44.8''N 8°08'32.0''E), elle est supposé n'être exposé à aucune source de pollution du fait de sa localisation assez éloignée des divers rejets ; il est fréquenté par les pêcheurs et les animaux ainsi que quelques estivants en été.



Figure II. 3 : Image satellitaire montrant la station I

La Station II : se situe à l'ouest de la ville d'el kala 10 km (36°55'05.6''N 8°18'23.7''), cette station est de ce faite sous l'influence des apports en eau saumâtre que le chenal draine lorsque les échanges se font dans le sens lagune – mer



Figure II. 4: Image satellitaire montrant la station II

La Station III : Le Lac Mellah est considéré comme l'unique lagune du pays, couvre une superficie de 865 hectares, cette cuvette reçoit, outre l'eau salée rentrant aux plan mers, les eaux douce des oueds ER-RKIBET, EL6MELLAH et EL-AROUG (benchaira .1999)

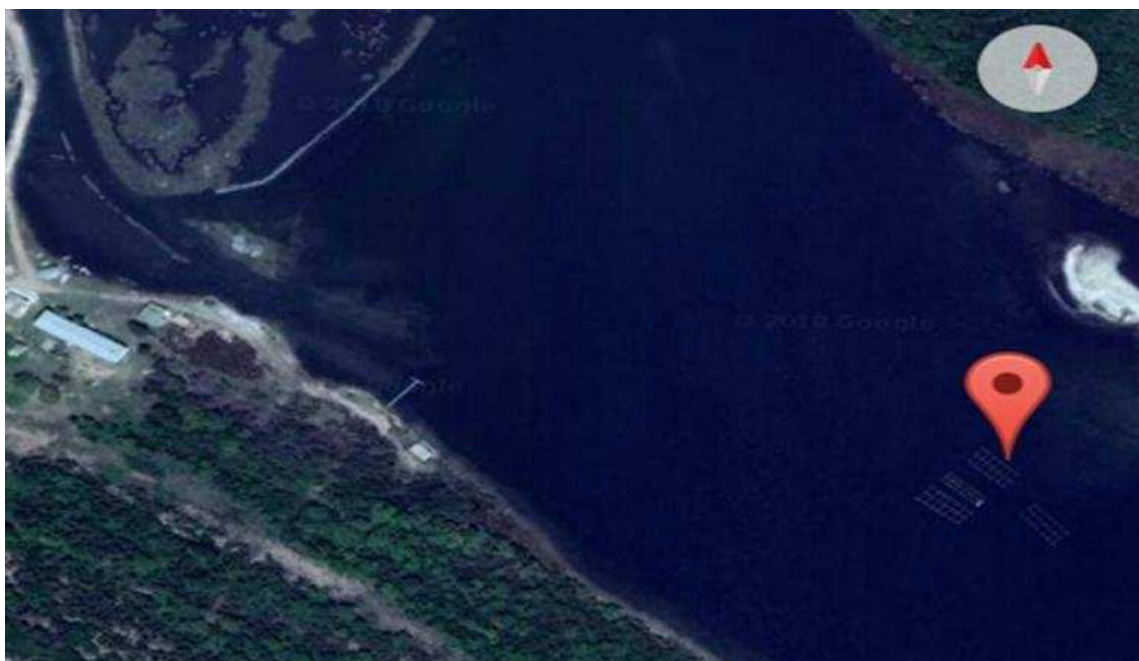


Figure II. 5: Image satellitaire montrant la station III

2. Échantillonnage

2.1. Stratégie d'échantillonnage

Pour la réalisation de cette étude nous avons effectué un échantillonnage aléatoire mensuel d'avril 2018 jusqu'à juin 2018.

Tous les moules étudiés ont été prélevés par nos soins. Elle été arrachées du substrat au hasard à la main d'une façon artisanale (ce pas le cas de la station III on directement prit les pochons). Les moules sont transportées dans un temps réduit avec une glacière maintenue à basse température et stockées dans des sachets en plastique au congélateur maintenu à une température de -21°C .

Au laboratoire elles sont triées, nettoyées et débarrassées de leurs épibiontes et de leur byssus. Ensuite, elles sont pesées et mesurées.



Figure II. 6: Les moules nettoyées et débarrassées de leurs épibiontes

2.2. Mesure des paramètres physico-chimique de l'eau

Les paramètres physico chimiques mesurés sont : la température et l'oxygène dissous.

Les mesures de ces paramètres ont été réalisées «in situ» à l'aide des multi paramètres (oxymètre et PH mètre). Avant chaque mesure, l'appareil doit être calibré. L'utilisation de ces appareils consiste à faire plonger la sonde dans l'eau, ensuite attendre quelques secondes la stabilisation de l'affichage sur l'écran avant de lire le résultat de la mesure sur l'écran.

2.3. Mesures et pesés de la moule

- La mesure des paramètres linéaires a été réalisée à l'aide d'un pied à coulisse à 1/20 mm de précision (fig.5):

- La longueur totale (Lt) correspondant à la plus grande distance ; séparant le bord antérieur du bord postérieur de la coquille ;
- La largeur (La) qui va de charnière dorsale au bord ventral ;
- L'épaisseur maximale (Ep) qui est la largeur maximale de la convexité des deux valves réunies.



Figure II. 7: les paramètres linéaires réalisés

3. Étude de la croissance

3.1. Distribution des fréquences de taille

Afin de déterminer la distribution des fréquences de taille par site, les moules récoltées et mesurées sont regroupées par classe de taille de 5 mm d'intervalle ; ceci a permis de déterminer le nombre d'individu dans chaque classe de taille. Cette même distribution est utilisée pour l'étude des paramètres de croissance de Von Bertalanffy.

3.2. Croissance relative

L'étude de la croissance relative des bivalves a été faite par l'analyse biométrique qui établit la relation existante entre la taille et le poids par la loi d'allométrie simple qui s'exprime par l'équation suivante:

$$Y = a X^b$$

Y: dimension de l'organe ou proportion du corps étudié

X: longueur de l'organe de référence

a: indice à l'origine

b: coefficient d'allométrie

Cette équation peut également être exprimée sous sa forme logarithmique après transformation:

$$\log Y = \log a + b \log X$$

Le coefficient allométrique est exprimé par l'exposant "b" de l'équation linéaire de la régression. Pour déterminer le type d'allométrie, la pente a été comparée à une valeur théorique égale à 3, à l'aide du test t de Student; Selon Trigui, (1995), quand:

- $b = 3$: il y a isométrie, le poids croît proportionnellement au cube de la longueur.

- $b > 3$: l'allométrie est dite majorante, le poids croît plus vite que le cube de la longueur.

- $b < 3$: l'allométrie est dite minorante, le poids croît moins vite que le cube de la longueur.

La croissance d'un paramètre étant alors proportionnellement inférieure ou supérieure à la croissance du paramètre de référence.

Le rapport des paramètres a et b est déterminé par la régression linéaire, tandis que le degré de corrélation entre les variables a été établi par le calcul du coefficient de détermination R².

4. Indice de condition

L'indice de condition (IC), qui est très souvent utilisé pour qualifier l'état physiologique des bivalves, est considéré comme l'un des meilleurs indicateurs de l'état général des organismes pour les études environnementales (Hyotylanen et al., 2002).

L'indice de condition nous donne une idée de l'état physiologique des individus d'une population (Bodoy et Massé, 1979; Bodoy, 1980; Lucas et Beninger, 1985) et permet d'estimer la part de la matière organique émise lors de la reproduction (Bodoy et Massé, 1979). Selon Pellerin–Massicotte (1994) il est aussi un indicateur général de stress et de la santé des organismes.

Dans cette étude, nous avons choisi de suivre l'évolution de l'indice de condition en chair qui laisse présumer qu'il y a eu une croissance lorsqu'il est plus élevé (Pellerin-Massicotte et al, 1989). Il est aussi un indicateur général de stress et de la santé des organismes (Pellerin-Massicotte et al, 1994). De plus, cet indice permet d'évaluer l'état physiologique des organismes en relation avec l'alimentation et la reproduction.

$$IC = (\text{poids de la chair fraîche} / \text{poids total}) \times 100$$

5. Mesure de l'activité catalase :

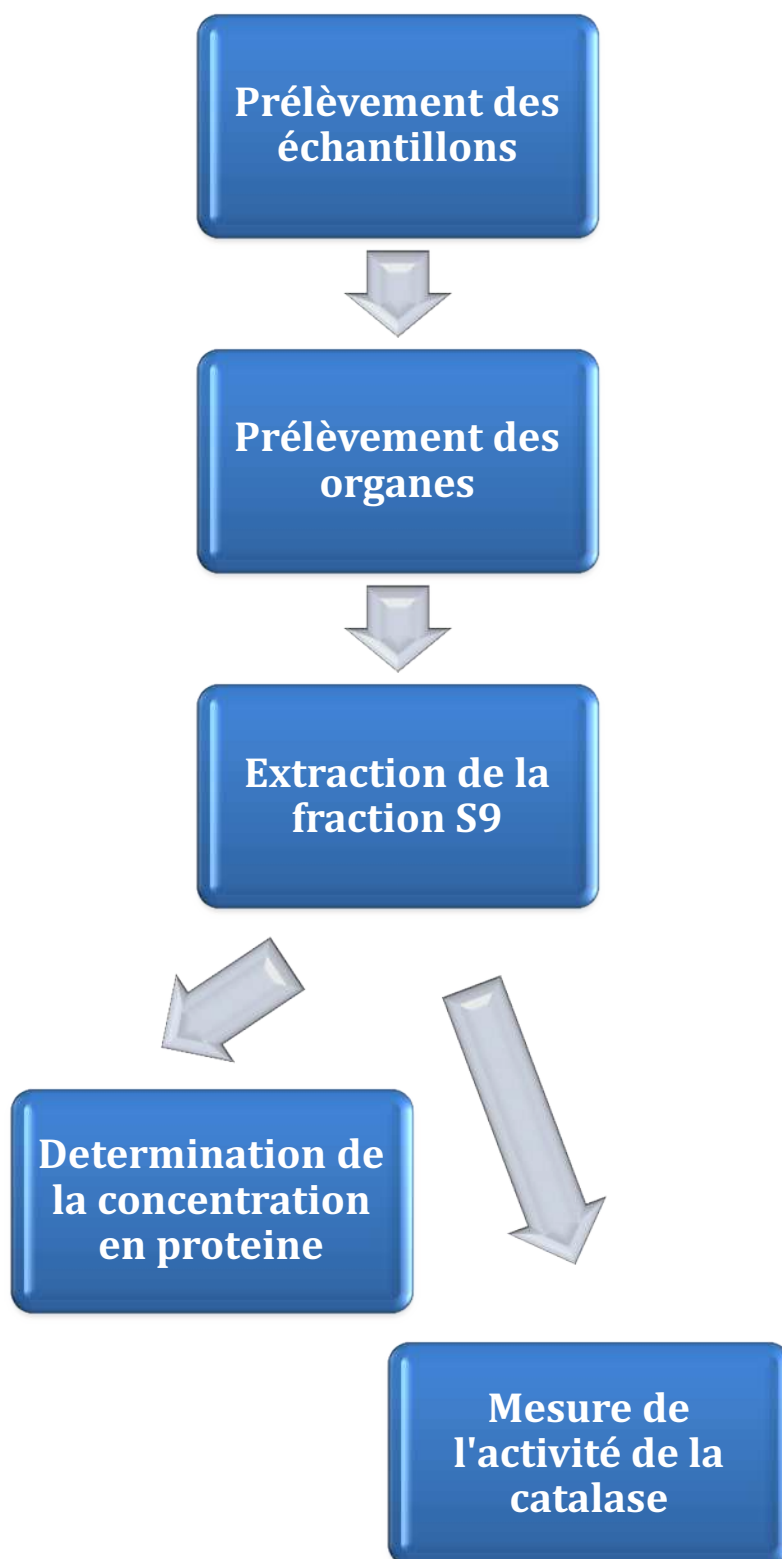


Figure II. 8: Synoptique illustrant les opérations de l'étude de la catalase

5.1. Préparation de la fraction s9 :

- Après le détachement des bivalves de leurs coquilles pour les mesures biométriques on les conserve dans du papier aluminium à -21 °C
- Les glandes digestives sont prélevées et pesées
- 1g de glandes digestives est pris et ajouter à 10 ml de tampon pH7 (obtenu comme suit : 24.4g dihydrogène phosphate de potassium KH₂PO₄ + 25.8g dihydrogène phosphate de sodium et on y ajoute de l'eau distillé jusqu'à 1000ml)
- Le tout a été broyé et homogénéisé à l'aide d'un broyeur moulix 1000w
- L'homogénat obtenu a été centrifugé à 9000tr/min pendant 20min à 4 °C
- Le surnageant (s9) a été ensuite récupéré (il contient le cytosol, le réticulum endoplasmique, l'appareil de golgi et les protéines cytosoliques) pour le dosage des protéines et de l'activité catalase recherchée

5.2. Détermination des protéines

L'activité spécifique d'une enzyme est toujours exprimée par rapport à une quantité de la protéine, pour cette raison il nous a fallu doser la quantité des protéines au niveau de notre échantillon afin de déterminer la concentration des protéines au niveau de notre échantillon, La quantité de la protéine présente dans la solution s9 est déterminée selon la méthode de Bradford 1976 en utilisant le bleu de coomassie comme réactif. Ce dernier réagit avec la protéine en donnant des complexes de couleur bleu qui absorbent la lumière à une longueur d'onde de 595nm, l'intensité de la coloration est proportionnelle à la quantité de protéine présente dans l'échantillon La détermination de la quantité de protéine est faite par dosage chlorométrique basé sur le changement d'absorbance. (La couleur bleu résulte de l'interaction des groupements anioniques du colorant avec les groupements aminés des protéines).

Préparation du réactif:

- 25ml d'Orthophosphate
- 50ml d'éthanol absolu
- 50mg bleu de coomassie (G250, Mreck)
- 425ml d'eau distiller

La couleur bleu doit disparaître après ajout d'eau, le produit final à une couleur gris-brun

La solution préparée doit être filtrée et conservée dans l'obscurité à 4°C

La gamme étalon a été réalisée avec de l'albumine bovine sérique comme protéine standard à des concentrations

Tubes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Quantité de BSA (µl)	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
Quantité d'eau distillée (µl)	450	400	350	300	250	200	150	100	50	0
Quantité du réactif bradford (ml)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5

Tableau II. 1: la gamme d'étalonnage

- Incubation 10min a l'obscurité a temperature ambiante
- Lecture de la densité optique à 595nm
- Traçage de la droite qui passe par l'origine $DO=f([BSA \mu g/ml])$
- Détermination de la concentration de l'échantillon par extrapolation sur la courbe etalon

5.3. Test catalase

Principe : Les catalases sont des enzymes qui interviennent dans la défense de la cellule contre le stress oxydatif en éliminant les espèces réactives de l'oxygène (ERO) et en accélérant la réaction spontanée de dismutation du peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) toxique pour la cellule en eau et en oxygène. La technique utilisée est celle décrite par Clairborne (1985), elle consiste à suivre la disparition de l'eau oxygénée par action de la catalase selon la réaction suivante:

Catalase



Suivi de l'activité enzymatique : Dans une cuve en quartz on introduit dans l'ordre :
On suit la diminution de la densité optique par spectrophotométrie à une longueur d'onde 240 nm.

Détermination de l'activité de la catalase : L'activité spécifique de la catalase est exprimée en nmole. min⁻¹. mg⁻¹ de protéines et est déterminée à l'aide de la formule suivante :

$$\text{Activité Catalase (nmole.min}^{-1}\text{.mg}^{-1}\text{ P)} = (\Delta \text{ DO} / \text{mn} \times 1000) / (\epsilon * \text{V} * \text{P})$$

$\Delta \text{ DO} / \text{mn} = \text{DO essai} - \text{DO blanc}$

V : volume de l'échantillon en ml.

P : mg de protéines par ml de la fraction à doser.

ϵ : Coefficient d'extinction molaire de peroxyde d'hydrogène 0.04 M.cm⁻¹.

TROISIEME CHAPITRE

RESULTATS ET DISCUSSION

CHAPITRE TROISIEME : RESULTATS ET DISCUSSION

1. Les paramètres physico-chimiques de l'eau du littoral

1.1. La Temperature

La température présente des augmentations similaires dans les deux sites. Les valeurs les plus élevées sont enregistrées durant juin avec un maximum à H`naya (25,8) et el mellah (25,5).

Dès le mois d'avril, la température de l'eau entame une augmentation progressive qui se prolonge jusqu'à le mois de juin (fig III.1).

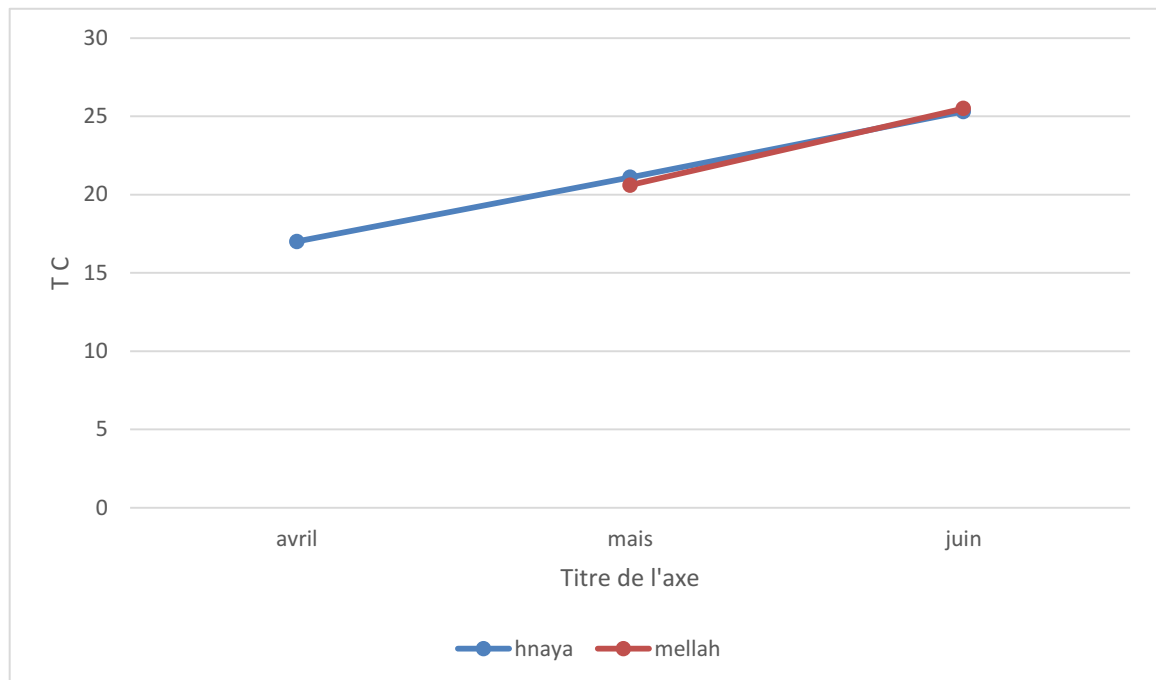


Figure III. 1 Variations spatio-temporelles de la température de l'eau

1.2. L'oxygène dissous

Les teneurs en oxygène dissous montrent des diminutions mensuelles illustrées par des valeurs assez élevées en avril et des valeurs basses en juin (fig. III. 2). Des pics de 10.79 et 9,98 mg/l sont respectivement relevés à L`mellah en mai et H`naya en avril. La teneur minimale (3 mg/l) étant atteinte, dans l'ensemble des sites, au mois juin.

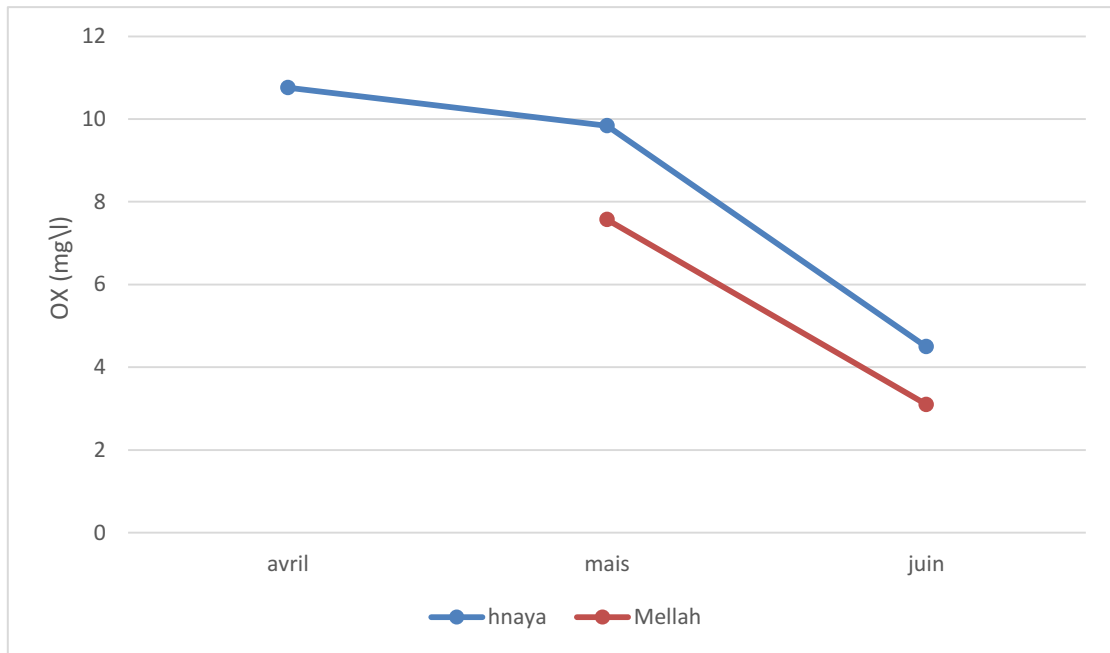


Figure III. 2 Variations spatio-temporelles des teneurs en oxygène dissous de l'eau

2. Etude de la croissance

2.1. Distribution des fréquences de taille

2.1.1. El Mellah

Les individus récoltés dans la moulière (el mellah) 118 individus montrent des tailles variant de 44 à 92 mm. Les effectifs les plus faibles (moins de 10 spécimens) sont enregistrés dans les classes de taille inférieures à 52,5 mm et supérieures à 82,5 mm. Les individus dont la taille est comprise entre 62,5 et 77,5 mm représentent le plus gros des effectifs (de 20 à 25 spécimens/ classe) de la population de moules récoltées dans l'mellah (figIII.3).

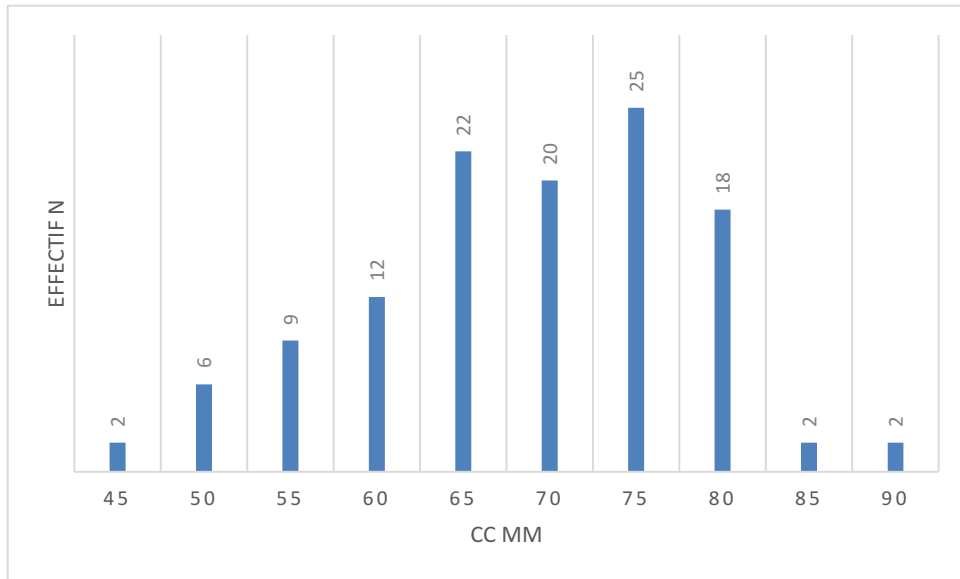


Figure III. 3: Distribution des fréquences de taille des moules récoltées à l’Mellah

2.1.2. El Hnaya

La moulière de H’naya 218 individus abrite des moules présentant une large fréquence de taille ; les tailles relevées sont comprises entre 40 mm et 90 mm (fig.).

Les effectifs les plus faibles (moins de 10 spécimens/classe) sont enregistrés dans les classes de taille inférieures à 50 mm.). Ce sont les classes de taille 50 à 80 mm qui abritent des effectifs de plus de 20 spécimens ; mais les effectifs de plus de 45 spécimens sont, surtout, rencontrés dans les classes de taille variant de 60 à 65 mm.

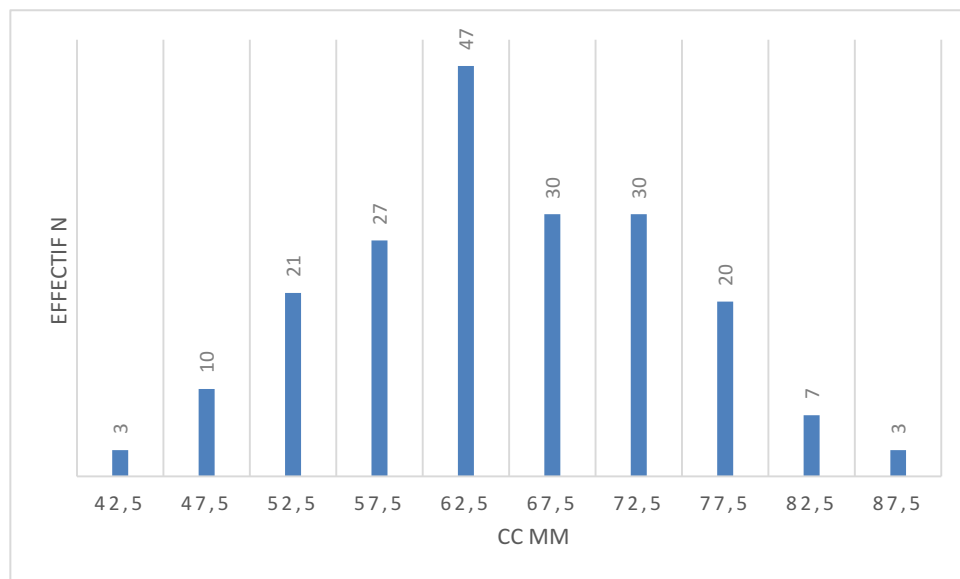


Figure III. 4: Distribution des fréquences de taille des moules récoltées à Hnaya

2.1.3. Lac el Mellah

Les individus récoltés dans la ferme el mellah 30 individus montrent des tailles variant de 49 à 94 mm, les effectifs de plus fréquentes sont, rencontrés dans les classes de taille variant de 70 à 75 mm

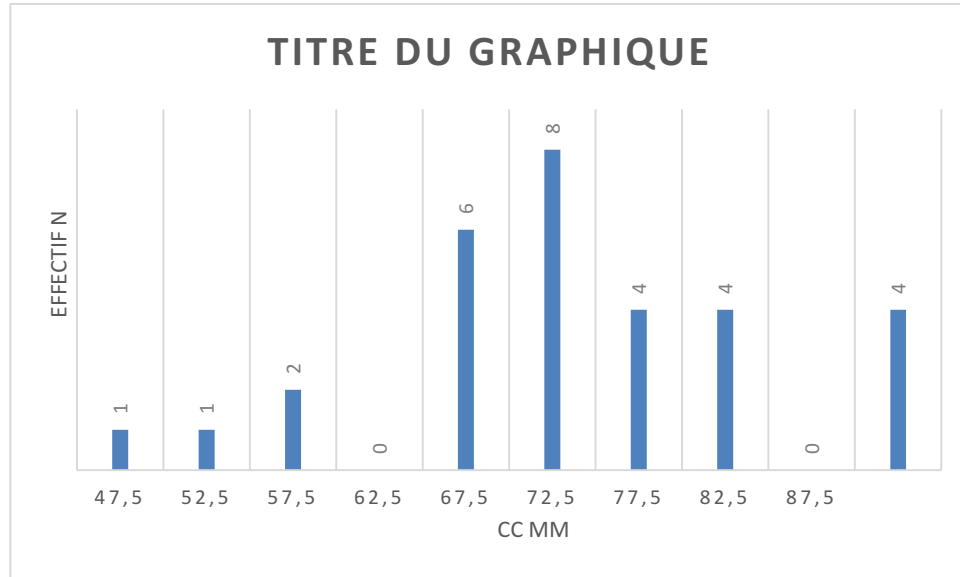


Figure III. 4: Distribution des fréquences de taille des moules récoltées à lac el mellah

3. Etude de la croissance

Les résultats de l'estimation de la croissance relative de la moule *P. perna* par l'application de l'équation allométrique reliant la longueur totale au poids total sont consignés dans le tableau

Tableau III. 1: la croissance relative de la moule *P. perna*

Sites	N	X	Y	Equation biométrique	R ²	Relation biométrique
Hnaya	198	Longueur	Poids	$Pt = 0,0011 Lt^{2,2668}$	84,94	Allométrie négative
Mellah	118	Longueur	Poids	$Pt = 0,0021 Lt^{2,1397}$	85,93	Allométrie négative
Lac mellah	30	Longueur	Poids	$Pt = 0,0003 Lt^{2,2906}$	86,75	Allométrie négative

3.1. H`naya

Chez la moule *P. perna* prélevée à H`naya, la croissance relative estimée par l'équation reliant la longueur totale au poids total, à partir de 198 individus, montre l'existence d'une allométrie

minorante avec un coefficient de détermination R² de 84,94 %. Cette allométrie fait ressortir que chez les bivalves de H`naya le poids croit moins vite que la taille

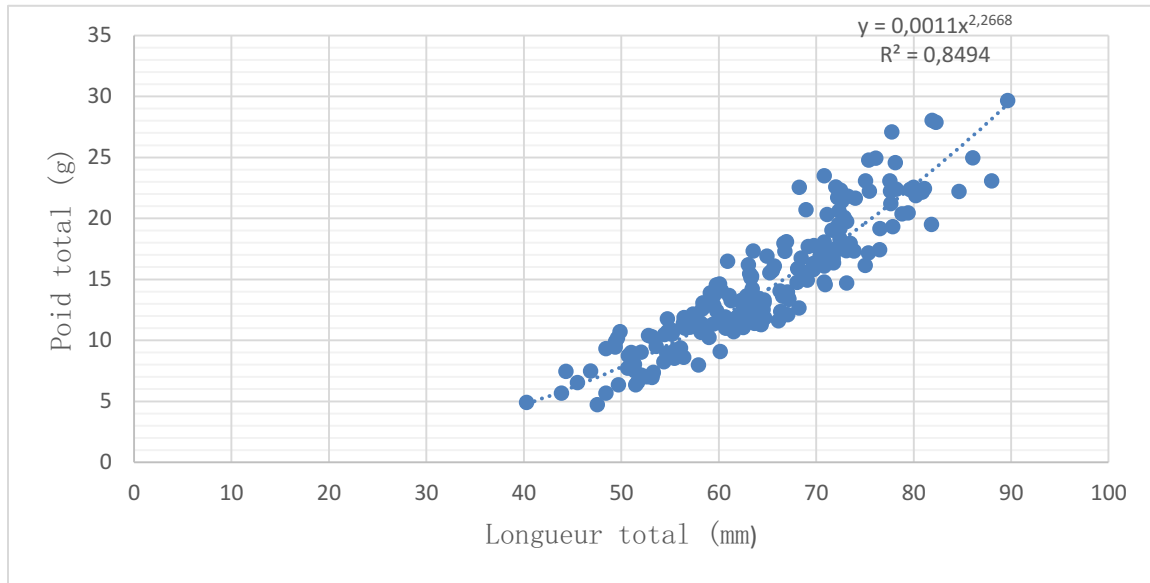


Figure III. 5: Régression entre la longueur totale et le poids total chez la moule *P. perna* provenant d`el hnaya

3.2. Mellah

A l`mellah, l'estimation de la croissance relative, de l'espèce *P. perna*, par l'équation reliant la longueur totale au poids total, à partir de 118 individus, montre l'existence d'une allométrie minorante avec un coefficient de détermination R² de 85,93%. L'allométrie observée fait apparaître que le poids des moules de l`mellah croit moins vite que leur taille.

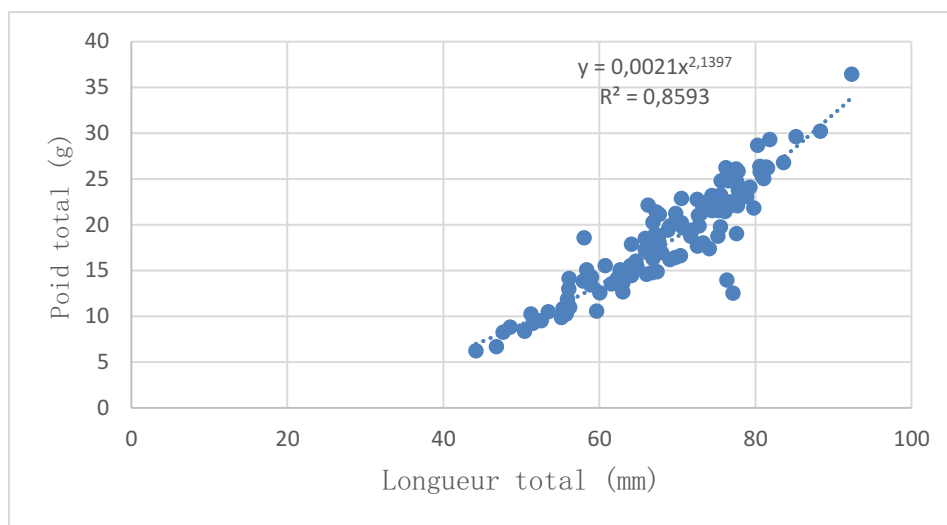


Figure III. 6: Régression entre la longueur totale et le poids total chez la moule *P. perna* provenant d`el mellah

3.3. Lac el Mellah

A l`mellah, l'estimation de la croissance relative, de l'espèce *P. perna*, par l'équation reliant la longueur totale au poids total, à partir de 30 individus, montre l'existence d'une allométrie minorante avec un coefficient de détermination R² de 86,75 %. L'allométrie observée fait apparaître que le poids des moules de l`mellah croit moins vite que leur taille.

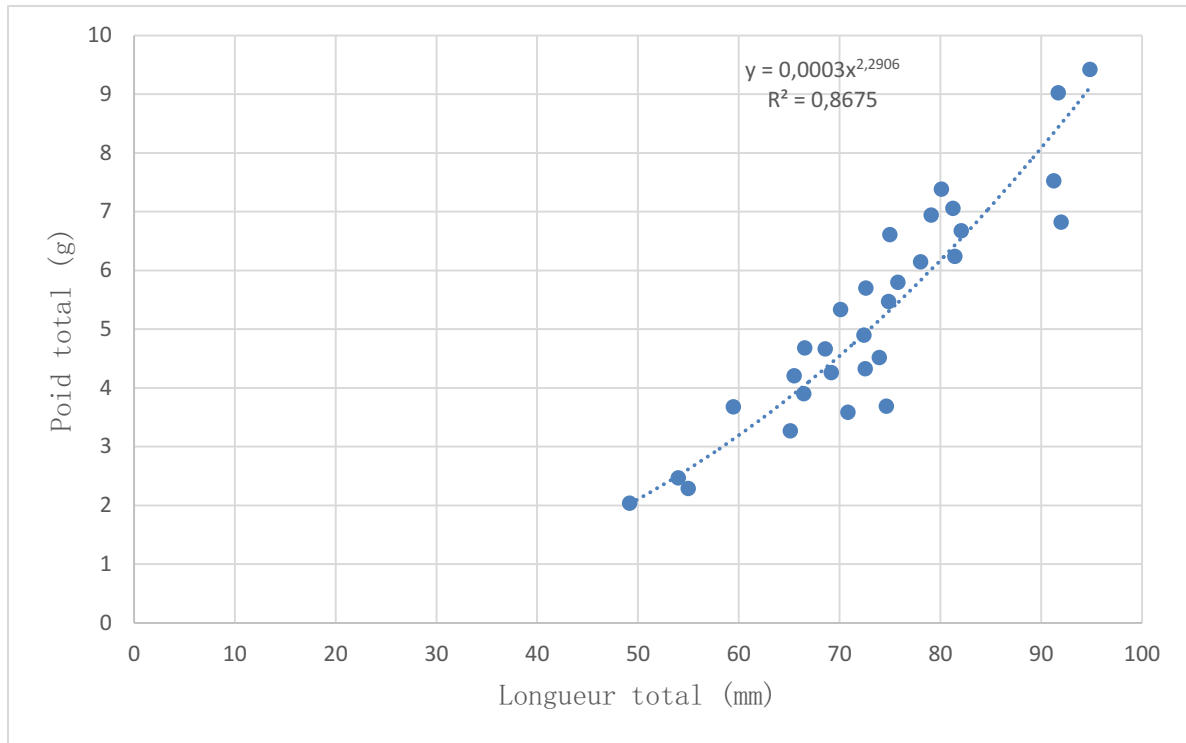


Figure III. 7: Régression entre la longueur totale et le poids total chez la moule *P. perna* provenant d`el mellah

4. Indice de condition

Les valeurs de l'indice de condition des moules provenant des deux sites montrent des fluctuations similaires (tabIII.2) (FigIII.8.) ; elles sont élevées en période estival affichent une baisse atteindre un minimum en mai pour ensuite augmenter en juin.

Nous notons toutefois que les moules du H`naya montrent les valeurs de l'indice de condition les plus élevées (variant de 27 en mai à plus de 29 en juin) ; Ce sont, en revanche, les moules de lac el Mellah qui présentent les valeurs de l'indice de condition les plus faibles 23,98 (mai), les moule de embouchure d`el Mellah qui présentent les valeurs variant de 26,3 (en mai) à 27,2 (en jui

Tableau III. 2 : Variations mensuelles de l'indice de condition ($m \pm s$, $n=10$) chez *P. perna* récoltée dans le littoral Nord-Est algérien.

Mois	Mellah (118 indiv)	Hnaya (318 indiv)	Lac el Mellah (30 indiv)
Avril 2018	---	27,182±4,37	---
Mai 2018	26,14±3,741	26,852±2,73	21,26±6,73
Juin 2018	26,55±1,956	28,61±3,4	---

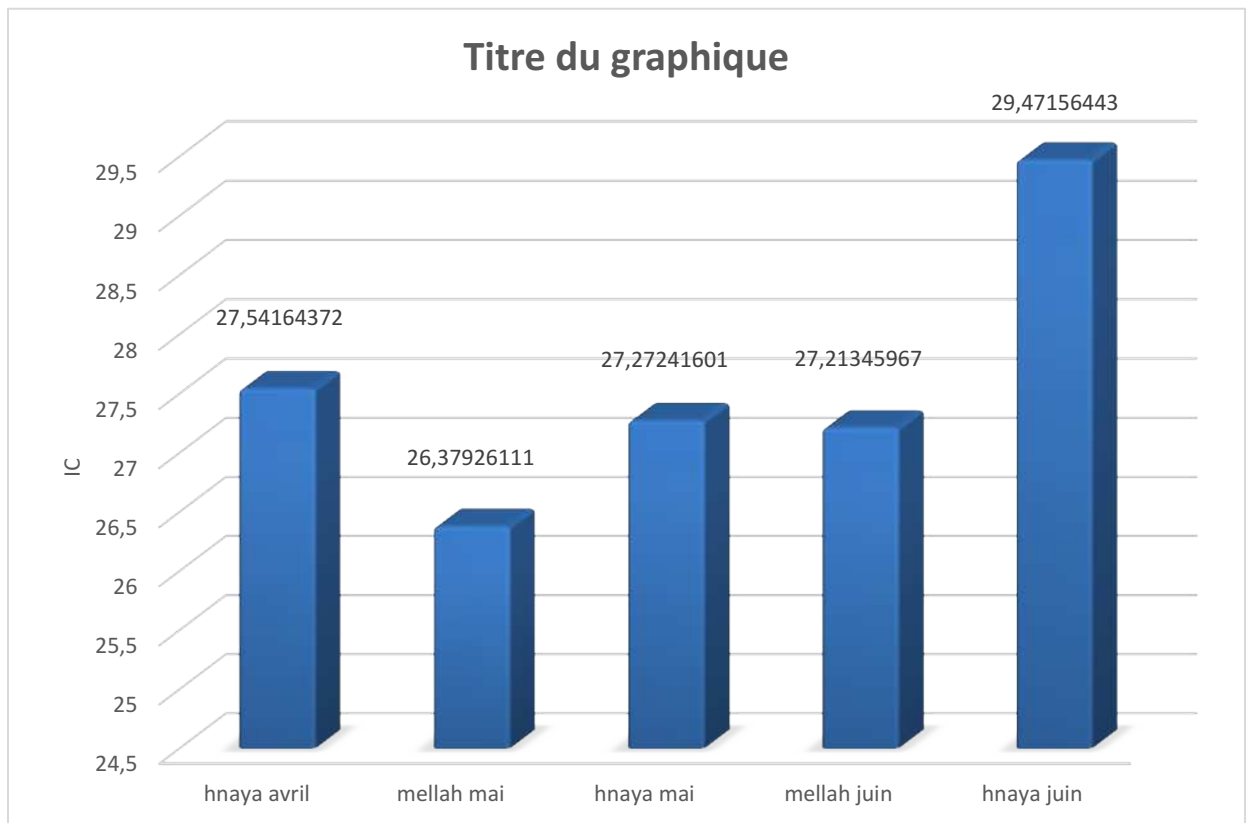


Figure III. 8: Variations spatiotemporelles des valeurs de l'indice de condition des moules récoltées dans le littoral Nord-Est algérienne de l'indice de condition des moules récoltées dans le littoral Nord-Est algérien

5. Le biomarqueur de stress oxydatif

5.1. Dosage des protéines :

L'activité spécifique d'une enzyme est toujours exprimée par rapport une quantité de la protéine, pour cette raison il nous a fallu doser la quantité des protéines au niveau de notre échantillon afin de déterminer la concentration des protéines au niveau de notre échantillon.

(La mesure se fait à 595 nm)

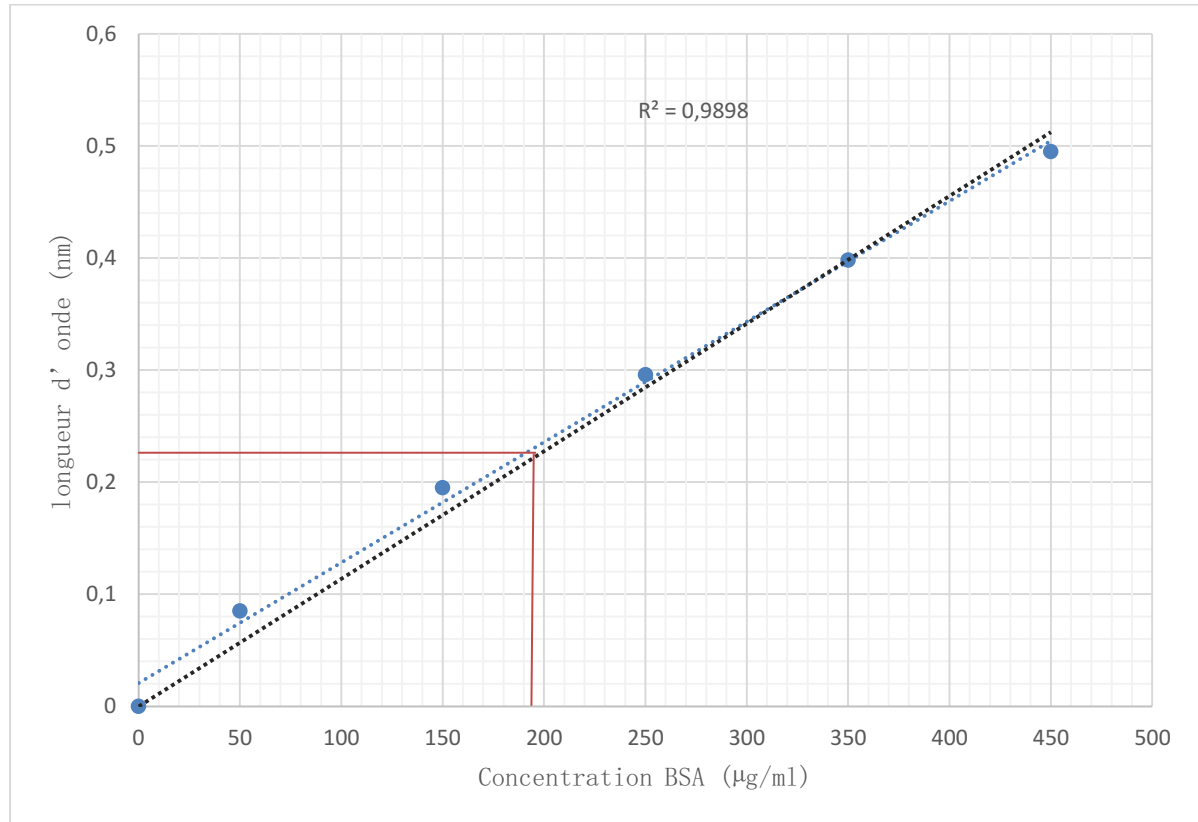


Figure III .9 : la courbe d'étalonnage

5.2. Dosage de l'activité enzymatique de la catalase

Le stress oxydant se manifeste par la formation de nombreuses espèces réactives de l'oxygène potentiellement toxiques (Borg et Schaich, 1984). Dans ce travail, les profils de réponse des antioxydants enzymatiques et non enzymatiques ont été caractérisés par la mesure de l'activité de la catalase (CAT) au niveau de la glande digestive de moule

L'activité enzymatique de la catalase est un paramètre très communément mesurés lors des études de biomonitoring chez les mollusques bivalves

La catalase catalyse la réduction du peroxyde d'hydrogène en eau et en oxygène moléculaire. C'est une enzyme peroxysomale dont le rôle est de prévenir les peroxydations des molécules biologiques induites par l'eau oxygénée.

Cette enzyme est sensible à certains contaminants inducteurs de stress oxydatif au niveau des membranes cellulaires, comme les HAP, PCB, certains pesticides (paraquat) (Livingstone et

al., 1993a) et les métaux (Labrot et al., 1996). La catalase est fréquemment utilisée comme un biomarqueurs de stress oxydatif dans les études écotoxicologiques.

5.2.1.1.1. Dosage

La réaction s'effectue dans une cuve de spectrophotomètre en quartz. Dans la cuve essai placer dans l'ordre :

Tableau III. 3 : la réaction de spectrophotomètre

Dans la cuve (dans l'ordre)	ESSAI	BLANC
Tampon phosphate 100 mM, pH 7.4 à 25°C	750 µl	800 µl
H2O2 500 mM (soit 100 mM dans la cuve)	200 µl	200 µl
S9 (1 à 1.5 mg prot/ml)	50 µl	0 µl

Agiter 3 ou 4 fois et lancer la lecture au spectrophotomètre (réglages préenregistrés).

Température à 25°C.

Longueur d'onde 240 nm.

15 secondes de délai 30 secondes de lecture.

5.2.1.1.2. Réactifs à préparer

Tampon phosphate 100 M pH 7,4.

Eau oxygénée 500 mM (extemporanément).

1.42 ml eau oxygénée à 30 volumes (garder en chambre froide) amener à 25 ml avec tampon phosphate 100 mM pH 7,4.

5.2.1.1.3. Calcul

On utilise le coefficient d'extinction moléculaire de l'eau oxygénée à 240 nm = 0.040 cm-1 .mmole-1.l.

$$\text{Activité CAT} = \frac{? \text{ DO/mn}}{0,040 \text{ X mg protéines dans la cuve}} = \mu\text{mol/mn/mg protéines}$$

[Protéine] = 0,19 mg/ml

Tableau III. 4 : Présentation de changement de l'absorption par unité de temps dans l'échantillon

T0	T30	T60	T90	T120
1,700	1,624	1,577	1,533	1,502

$$\text{DO}\backslash\text{mn} = 1,700 - 1,577$$

$$= 0,123 \text{ nm}\backslash\text{mn}$$

0,123

$$\text{Activité CAT} = \frac{0,123}{0,04 \times 0,19} = 16,184 \text{ umol} \backslash \text{min} \backslash \text{mg Protéine}$$

6. Discussion

6.1. Paramètres physicochimiques

L'analyse des paramètres physicochimiques de l'eau revêt une importance majeure dans l'étude de la croissance et de stress aussi la reproduction de la moule *P. perna* ; mais comme le signale Lubet (1959), la température intervient directement sur le processus biologique du fait que les moules soient poikilotherme. Selon Incze et al. (1980), les variations de température sont insuffisantes pour expliquer les différents phénomènes de stress et de croissance ; de ce fait, les variations mensuelles de ce paramètre doivent être prise en compte (Amiard et al ,1986 ; Cain et Luoma, 1986 ; Longston et Spence,1995).

Les relevés mensuels de la température des eaux des deux sites (Hnaya et el mellah) montrent l'existence d'une augmentation étale du mois de mai à juin ; Cette valeur de température est le reflet du caractère méditerranéen de la région. Des résultats similaires sont rapportés dans le golfe d'Annaba par Chaoui, (1993) et Khati-Hadj Moussa, (2009).

La concentration en oxygène dissous est une variable d'état fondamental, qui intervient dans beaucoup de processus ; C'est également un bon indicateur de la santé d'un écosystème (Bourlange, 2000).

La forte oxygénation du milieu, est due vraisemblablement, aux basses températures et aux agitations mécaniques provoquées par les vents; Les températures sont, selon Autoine & Bowker (1996), des facteurs dominants dans le contrôle de la concentration en oxygène dissous de l'eau. Selon Khattabi (2002), la teneur en oxygène dissous serait la résultante d'un grand nombre de facteurs biotique et abiotique ; elle dépendrait de l'activité biologique du milieu, c'est à dire l'équilibre photosynthèse - respiration, des vents et de la température.

6.2. Etude de la croissance

Il est généralement admis que la croissance est caractérisée par une augmentation de la taille et du poids en fonction du temps et des variables environnementales. Toutefois, chez les mollusques bivalves, et en particulier chez les moules, les processus liées à la reproduction perturbent ce schéma par une accumulation temporaire de réserves importantes qui sont par la suite converties en gamètes puis expulsées lors de la ponte, occasionnant une perte brutale de poids (Lubet .1981).

L'évaluation de l'intensité de la relation entre la longueur totale et le poids total chez la moule *P. perna* provenant dans ensembles des sites, révèle l'existence d'une allométrie minorante

entre ces deux paramètres ($b < 3$) témoignant de l'augmentation de la taille des individus plus rapide que celle du poids. Selon Romeo et al, (1993), ceci serait en relation avec les fluctuations mensuelles de l'état physiologique de l'animal.

Chez les bivalves, plusieurs facteurs tels que l'état physique et nutritionnel du milieu (Askew, 1972 ; Utting, 1986) et les paramètres physiologiques (Bayne et al.1999) auraient une influence sur leur vitesse de croissance linéaire et pondérale.

Le même type de croissance a été rapporté par de nombreux auteurs qui ont étudié la croissance de moules et d'huitres en élevage (Burgeot et Galgani, (1998) ; Grangney, (2001)) ; ces derniers montrent que la croissance en longueur serait en relation avec les variations des facteurs abiotiques tels que la température, l'habitat pélagique et benthique et des facteurs biotiques tels que l'âge, sexe ou encore le stade de maturité des gonades. Ce qui explique la forme allongée de la coquille selon l'axe antéropostérieur.

6.3. Indice de condition

Les résultats de l'évaluation de l'indice de condition des moules *P. perna* montrent que cet indice est bien meilleur en moi de juin ; ces valeurs s'expliquent non seulement par l'apparition probable de blooms phytoplanctoniques et de ce fait par l'abondance de la nourriture mais aussi par l'atteinte probable de la température physiologique optimale qui permettrait ainsi une meilleure métabolisation des produits de la digestion. Selon Romeo et al., (2001), l'indice de condition serait associé à la température de l'eau et correspondrait au taux de remplissage de la coquille par les tissus mous et informerait, de ce fait, sur l'état nutritionnel et physiologique de l'animal.. L'observation de valeurs assez élevées de l'indice en période hivernale s'expliquerait par l'accumulation de réserves dans les gonades qui entrent en phase de maturité sexuelle.

La diminution de l'indice de condition en avril correspond soit à un stress soit à une phase de pontes. Des observations similaires sont rapportées par de nombreux auteurs (Lasiak et Barnard, 1995; Mc Quaid et Lawrie, 2005). D'autres auteurs expliquent la baisse de cet indice soit suite à de mauvaises conditions trophiques soit suite à une ponte qui a engendré un amaigrissement (Dorange et al., (1989) ; Paulet et al., (1992) ; Barille,(1996).

6.4. l'activité enzymatique de la catalase

Le résultat obtenu nous montre une réponse de l'activité catalase chez l'individu de la station 1. Ce résultat témoigne d'une réponse effective de l'enzyme, cette réponse de l'activité catalase est insuffisante pour expliquer les différents phénomènes de stress, du moment où le dosage n'a pas été effectué sur l'ensemble de notre échantillon, toutefois, cette réponse de l'activité catalase traduirait peut-être la lutte de l'organisme contre les espèces réactives de l'oxygène (ROS),

La Comparaison du résultat obtenu avec des résultats d'expériences parallèles (Tab. on trouve que Le nombre obtenu est proche à l'étude de (KAMEL 2014) qui a travaillé sur *Perna perna* en Algérie, on explique la différence avec d'autres études en raison des différents protocoles utilisés, qui ont suivi les changements de la concentration de CAT après exposition à divers polluants.

Nous notons également les conditions de travail qui ne répondent parfois pas aux normes établies.

Tableau III. 5 : variation des valeurs de CAT observée dans des autres études de biosurveillance utilisant les moules comme espèces sentinelles (individus naturels ou transplants)

payeur	Espèce	valeur	unité	Auteur
Brazil	<i>Perna perna</i>	28.5±2.7	µmol.mn- 1.mg-1 P	Wilhelm Filho et al 2001
Brazil	<i>Perna perna</i>	10 to 50	µmol.mn- 1.mg-1 P	Bainy et al 2000
algeria	<i>Perna perna</i>	18-26	µmol.mn- 1.mg-1 P	Kamel Boudjema et al 2014

Nous notons qu'au laboratoire (Bioessais) :

Chez le moule *Perna viridis*, TEJO PRAKASH & JAGANNATHA RAO (1995) ont signalés une augmentation de la catalase suite à une exposition à l'aluminium, au plomb et au cadmium.

Suite à une contamination par le cadmium, l'activité catalase a augmenté significativement chez *Hexaplex (Murex) trunculus* (ROMEO et al., 2005).

A l'inverse, chez la moule *Mytilus galloprovincialis*, l'exposition au cuivre a provoqué une diminution de la catalase (REGOLI & PRINCIPATO, 1995).

REGOLI et al., (1997) ont aussi observé une diminution de la catalase chez *Adamussium colbecki* suite à une exposition au cuivre.

l'augmentation de l'activité catalase a déjà été relevée chez des Poissons et des Bivalves

exposés à des polluants organiques (HAP, PCB, pesticides et engrais chimiques) (RODRIGUEZ-ARIZA *et al.*, 1993; TORREILLES *et al.*, 1996; COSSU *et al.*, 1997b).

Grâce aux résultats concis, nous supposons que Si une augmentation de la CAT est enregistrée, au laboratoire, suite à une contamination par des polluants autres que les métaux lourds, nous considérons, quand même, que le caractère non spécifique de la réponse de la catalase constitue un avantage comme indicateur d'un état de pollution mixte. C'est-à-dire si la CAT répond à plusieurs classes de polluants chez l'espèce, donc elle réagira face à un plus large spectre de pollution, et nous renseignera, de manière globale, sur l'état de pollution du milieu naturel.

CONCLUSION

CONCLUSION

Le travail réalisé dans cette thèse est situé à l'interphase de deux disciplines : l'écologie et la biologie. Cette étude nous a permis de mettre la lumière sur une espèce peu connue et pourtant caractéristique du littoral méditerranéen.

-La température, l'oxygène dissous présentent des fluctuations saisonnières.

-La croissance relative estimée par l'équation reliant la longueur totale au poids total de *Perna perna*, dans les deux sites, montre l'existence d'une allométrie minorante faisant ressortir que chez les bivalves le poids croît moins vite que la taille.

-L'utilisation de la moule comme organisme sentinelle est probablement une des approches la plus simple et la moins coûteuse dans sa mise en œuvre, ce qui constitue un critère important pour la surveillance en méditerranée.

-L'utilisation de l'activité de la catalase comme biomarqueur de stress oxydatif s'avère prometteuse chez *Perna perna*.

Enfin, l'écosystème marin est un milieu complexe dans lequel les effets de facteurs biotiques et abiotiques sur la chaîne trophique se superposent. A cause de cette complexité, l'interprétation des résultats sur les effets biologiques demande de prendre en compte des études complémentaires sur des sites variés. La détermination de seuils d'interprétation constitue ainsi un enjeu majeur pour une interprétation standardisée des données chimiques et biologiques en surveillance de l'ensemble du bassin méditerranée.

En perspectives

- Doser l'activité de la catalase de l'ensemble de notre échantillon (étude comparative complémentaire)
- D'étudier l'impact de certains paramètres physico chimiques (température, salinité, MES, chlorophylle a, matière organique...) sur la croissance des bivalves ;
- D'étudier la dynamique des populations de moules de différentes moulières naturelles ;
- De constituer une base de données sur le cycle sexuel, la croissance, la dynamique des populations, la composition biochimique de la chair afin de pouvoir mieux interpréter les variations pouvant être engendrées par divers contaminants présents dans le milieu.
- De poursuivre ce genre d'étude pour mieux suivre l'évolution de la pollution du littoral ;
- Des études supplémentaires permettant d'évaluer les effets des contaminants en fonction de différentes conditions naturelles (température, pH ou d'oxygénation) et physiologiques (reproduction) permettraient d'appréhender plus précisément l'impact

de tels facteurs sur l'activité de la catalase.

- Détaler ce genre d'étude à d'autres zones du littoral Est algérien
- D'élargir la batterie des biomarqueurs L'ensemble de ces recherches devrait permettre notamment d'une meilleure évaluation de la qualité écologique des habitats.
- De mettre en application l'encagement des moules.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **ABADA-BOUDJEMA, Y.M.** (1983). Etude dynamique de deux populations de moules *Mytilus galloprovincialis* (Lmk) et *Perna perna* (L) de Bordj-El- Kiffan (Baie d'Alger). Thèse Doctorat 3ème cycle, Univ. Sci. et Technol. Houari Boumediène, Alger. 115 p.
- **ADAMS, S.L., SHEPARD, KL. GREELEY, J.R. M., JIMENZ, BD., RYON, M.G., SHUGAR, T L.R., MCCARTHY, J.F.**, 1989- The use of bioindicators of assessing the effects of pollutant stress on fish. *Marine Environmental Research*, 28 : 459-464.
- **Amiard J.C, Caquet T, Lagadic L** (1998) Les biomarqueurs parmi les méthodes d'évaluation de la qualité de l'environnement
- **Amiard,J.Amiard-Triquet,c,Berthet, B.,Metayet, C.**,1986. Contribution to the ecotoxicological study of cadmium,lead ,copper,andzinc in the mussed *Mytilus edulis*.*Mar.Biol.* 90:425-431.
- **Amiard,J-C et Amiard-Triquet,C.**,2008.Les biomarqueurs dans l'évaluation de l'etaecologique des miliytux aquatiques.LavoisierTec & Doc,Paris,375p
- **Askew,CG.(1972).**The growth of *Ostrea edulis* and *Crassostrea gigas* in Ensworth Harbour.*Aquaculture*,1 :273-25.
- **Barillé A.L., 1996.** Contribution à l'étude des potentialités conchylicoles de Prthuis Breton. Thèse de doctorat. Universirté d'Aix-Marseille II, 243 pp.
- **BARNES, R.D.** (1987). *Invertebrate zoology*. Saunders, Philadelphia.
- **Berry, P.F.**1978. Reproduction, croissance, et production de la moule *Perna perna*, sur la côte Est de l'Afrique du Sud. Rapport d'investigation de l'Institut de Recherche d'Océanographie, Durban 48 :1 - 28.
- **BLANDIN, P.** (1986). Bioindicateurs et diagnostic des systèmes écologiques. *Bull. Ecol.*, 4. pp. 215- 307.
- **.Bodoy A., &Massé H.** 1979. Quelques paramètres permettant de suivre la production organique d'un Mollusque Bivalve au cours d'un cycle saisonnier. *Publ. Sci. Tech. CNEXO, Actes Coll.* 7, pp. 753-766.

- **Bodoy A.**, 1980. Croissance et variation de la composition biochimique du bivalve *Spisula subtruncata* (Da Costa) dans le golfe de Marseille (Méditerranée occidentale). *Tethys*, 11 (1) : 57-66
- **BOUCHESEICHE, C., CREMILLE, E., PELTE, T., POJER, K.**, 2002- Guide technique n°7–Pollution toxique et écotoxicologie : Notions de base. Ed. Agence de l’Eau Rhône Méditerranée et Corse, France, 121 p.
- **Bourlange,S.** 2000.Modélisation hydraulique et écologique d’une rivière amont :Le Grand Morin.DEA hydrogéologie , Géostatistique et Géochimie .Université Paris - Sud, Ecole des Mines de Paris & Ecole Nationale du Génie Rural des Eaux et des Forêts. pp : 48.
- **BRADFORD, M.**, 1976- A rapid and sensitive assay of protein utilizing the principle of dye binding. *Analytical Biochemistry*. 772 : 242-264.
- **BRUSCA, R. C. & BRUSCA, G. J.** (1990). *Invertebrates*. Ed Sinauer Associates. Inc. Sunderland. Massachussetts.
- **Burgeot, T et Galgani , F.**1998.Application de l’EROD chez les poissons marins dans un programme pluridisciplinaire :surveillance de la mer du Nord in :Lagadic.,Carquet,T.,Amiard,J C et Ramade,F.(Eds) *Tec et Doc* Lavoisier,Paris.
- **Cain,D..J et Luoma, S.N.**,1986. Effect of seasonnaly changing tissue weight on trace metal concentration in the bivalve *Macoma bathica* in San Ferrancisco bay Mar. *Ecol.*
- **CARSON, R.**, 1962- *Silent Spring*. Ed. Houghton Mifflin, USA, 378 p.
- **Chaoui. L.**1993. Etude de la reproduction de *Perna perna* (L) (Mytilidae) dans le golf de Annaba ; aspects écologique, histologique et biochimique. Thèse de Magistère. Université Annaba.
- **CHROUSOS, G.P. & GOLD, P.W.** (1992). The concepts of stress and stress disorders. Overview of physical and behavioural homeostasis. *J. Am. Med. Assoc.*, 267. pp. 1244-1252.
- **CLAIRBONE, A.**, 1985- Catalase activity. In: Greenwald R.A. Ed. *Handbook of Methods for Oxygen Radical Research*, C.R.C. Press, Boca Raton, Florida, 283-284.
- **COSSU, C., DOYOTTE, A., JACQUIN, M. C., VASSEUR, P.**,1997a- Mécanismes de formation et effets des especes réactives de l’oxygene. In : *Biomarqueurs en ecotoxicologie, aspects fondamentaux*. Ed. Masson, France, 385 p.

- **Dellali M, Roméo M, Aissa P** (2001) Suivi annuel de l'activité catalase chez des moules et des palourdes originaires de la lagune de Bizerte. *Oceanologica*. 24, 263-271.
- **DEPLEDGE, M.H.** (1994). The rational basis for the use of biomarkers as ecological tools. In: *Non destructive biomarkers in vertebrates* (FOSSI, M.C. & LEONZIO, C., eds). Lewis Publishers, Florida. pp. 227-295.
- **Dorange,G.,Paulet,Y.M.,LePnnec,M.,et Cochard,J.C.,1989.** Criteres histologique de la qualite des ovocytes emis par *Pecten maximus*. *C.R.Acad. Sci.Paris 309 serie 3* :113-a
- **Dridi, S.,Romdhane, MS Et Cafsi ,M., 2008.** Croissance et variations saisonieres de la Bizetre,Tunisie. *Belg. J. Zool.*,138(2) :158-169
- **EPA (ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY).** (1998). Guidelines for ecological risk assessment. Washington, DC: Risk Assessment Forum,U.S. Environmental Agency.114p.
- **Ficher. R. W. & Schneider. M. &Bauchot. M. L., 1987.** Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche méditerranée et mer noir. Zone de pêche 37 –Révision 1:Végétaux et invertébrés. Publication préparée par le FAO. (Projet. GCP/JNT/422/EEC) Rome 1987. Vol 7. p317-
- **Fisher WS** (1988) Environmental influence on bivalve hemocyte function. In: Fisher, W.S. (Ed.), *Disease processes in marine bivalve molluscs*. Am. Fish. Soc. Special Publication,pp. 225-237.
- **GARREC, J.P., & VAN HALUWYN, C., 2002-** Biosurveillance végétale de la qualité de l'air. Ed. Tec & Doc, France, 117 p.
- **GARRIGUES, P., NARBONNE, J-F., BUDZINSKI, H., MORIN, B., AUGAGNEUR, S.,MORA, P., CLERANDEAU, C., 2002-** Etude de la contamination chimique de l'estuaire de la seine par l'utilisation de biomarqueurs, de bioessais et couplage avec analyses chimiques.Laboratoire de PhysicoToxicoChimie (LPTC) Université de Bordeaux I, France, 40 p.
- **Gosling E., 1992.** The mussel *Mytilus*. Ecology, physiology, genetics and culture. *Developments in aquaculture and fisheries Science 25*. Elsevier, Amesterdam, 565 pp.

- **Grangnery , A.2001.**Etude et modalisation de la dynamique des population des principaux bivalves en élevage (*Crassostrea gigas* et *Mytilus galloprovincialis*) et des principaux epibiontes des étangs de Thau. Thèse de doctorat,1999-2000.
- **Hyotylanen, T., Karels, A., Oikari, A** (2002) Assessment of bioavailability and effects of chemicals due to remediation actions with caging mussels (*Anodonta anatina*) at a creosote-contaminated lake sediment site. *Water Res.* 36, 4497– 4504
- **JURD, R.D.** (2000). *Instant notes in animal biology.* Scientific Publishers. pp.
- **Khati Hadj moussa ,W** 2009.Etude de la qualité des eaux du golfe d'Annaba par l'utilisation d'un mollusque sentinelle,la moule *Perna perna*:essai in vivo et in situ. Application a la biosurveillance de l'environnement marin. Thèse de doctorat.Univ. Annaba. laboratoire écosystème marins et littoraux.87p
- **Kamel Boudjema, Sidali Kourdali, Nabila Bounakous, Abdellah Meknachi, and Abdelmalek Badi** (2014), **Catalase Activity in Brown Mussels (*Perna perna*) under Acute Cadmium, Lead, and Copper Exposure and Depuration Tests, *Journal of Marine Biology* . P9 .**
- **Khattabi H.2002.** Interets de l`étude des parametres hydrobiologiques pour la comprehension du fonctionnement de la station de traitemem des lixiviats de la dechange d`ordure menagere d`Etueffont (Belfort,France).These de Doctorat 3^{em}Cycle.Universite d`Artois .France,pp :167.
- **LABROT, F., RIBERA, D., SAINT-DENIS, M., NARBONNE, J.F.,** 1996- In vitro and in vivo studies of potential biomarkers of lead and uranium contamination : lipid peroxidation, acetylcolinesterase, catalase and glutathione peroxidase activities in three non-mammalian species. *Biomarkers*, 1 : 21-28.
- **Lagadic L, Caquet T, Amiard JC** (1997) Intérêt d'une approche multiparamétrique pour le suivi de la qualité de l'environnement. In: Lagadic,L., Caquet,T., Amiard, J.C.,Ramade,F. (Eds.), *Biomarqueurs en écotoxicologie. Aspects Fondamentaux.* Masson,Paris,pp.393-401
- **LALLI, C., et GIMER, S.,** 1989- Pelagic Snails, the biology of poloplanktonic gasteropode molluscs. Ed. Standforf university presse, USA, 259 p.
- **LEMEE, R.,** 2002- Les mollusques. www.club-aquabulles.fr/lecoindelabio/mollusques.

- **Linne.**1758.Gulf States Marine Fisheries Commission. Retrieved on 2007-12-15.
- **Longston,w.J. et et Spence S.k** 1995.Biological factors involved in metal concentrations observed in aquatic organisms.Eviron. Sci. Tech 26:407-467.
- **LORTEAU, C., AUFFRET, M. & LE BRIS, H.** (1995). Le système d'immuno-défense des Mollusques bivalves. Recueil de Médecine Vétérinaire., 171. pp. 415-422.
- **Lubet P. and Delongcamp D** (1969) Etude des variations annuelles des constituants Lipidiques chez Mytilus Edulis L. à Luc sur Mer. C.r. Soc. Biol. 163: 1110-1112
- **Lubet, P.** 1959. Recherches sur le cycle sexuel et l'émission des gamètes chez les mytilidés et les pectinidés (Moll. Bival). Rev. Trav. Inst. Pêche Marit. 23, 4, pp. 389-548.
- **Lubet, P.** 1981. Action de la température sur le cycle de reproduction des lamellibranches. *Extrait Bull. Soc.Zool. France* 106, 3, pp. 283-291.
- **Lucas A. et Beninger P.G.,** 1985. the use of physiological condition indices in marine bivalve aquaculture. *Aquaculture*, 44 :187 – 200
- **LUOMA, S.N.** (1990). Processes affecting metal concentrations in estuarine and coastal marine sediments. In: Heavy metals in the marine environment. FURNESS, R.W. & RAINBOW, P.S., eds. CRC Press, Boca Raton. pp. 51-66.
- **Martin M.C, Zwingelstein G, Jouanneteau J** (1970). Composition des lipides de différents tissus de Mytilus galloprovincialis. *Ann. Inst. Michel Pacha* 2: 27-35.
- **McQUAID, CD et lawrie,SM.,2005** . Supply-side ecology of the brown mussel Perna Perna; an investigation of spacial and temporal variation in, and coupling between,goc,Camete release and larval supply.*MarBiol*,147(4):955-936.
- **MOORE, M.N.** (1991). Environmental stress signals: cellular reactions to marine pollution. Fisher Verlag, Stutgard, New York, pp.1-19.
- **MOORE, M.N., DEPLE DGE, M.H., READMAN, J.W. & PAUL LEONARD, D.R.** (2004). An integrated biomarker-based strategy for ecotoxicological evaluation of risk in environmental management. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis.*, 552. pp. 247-268.

- **NARBONNE, JF., & MICHEL, X.,** 1992- Use of biomarkers in assessment of contamination in marine ecosystems. Fundamenal approach and applications. Mediterranean Action Plan. Technical reports Series, 78 : 1-20.
- **Pagliassotti MJ, Davis SN, CherringtonAD** (1994) The role of the liver in maintenin glucose homeostasis : AustinR.G. Landes Company.
- **Paulet, .Y.M.,Dorange,Cochard,J.C.,et Le Pennec .,1992.**Reproduction et recrutement chez Pecten maximus L.Ann.Inst.Oceanogr .Paris.68(1-2) :45-64
- **Pellerin – Massicote J.B., Vincent Y.& Pelletier E.,** 1989. Evaluation de la qualité d'estuaire du saint - laurent. Etudes spatiales. Rapport remis au ministère de l'environnement de Québec, 130 pp.
- **Pellerin-Massicotte J** (1994) Oxidative processes as indicators of chemical stress in marine bivalves. J Aquat Ecosy Heal 3: 101–111
- **PEREZ, T., SARTORETTO, S., SOLTAN, D., CAPO, S., FORT, M., DUTRIEUX, E.,VACELET, J., HARMELIN, J.G., REBOUILLON, P.,** 2000- Etude bibliographique sur les bioindicateurs de l'état du milieu marin. Rapport Agences de l'Eau Rhone Méditerranée et Corse, France, 642 p.
- **POUVREAU, S., ENRIQUEZ-DIAZ, M., LE SOUCHU, P., CONNAN, J.P., LE ROY, B., MINGANT, C.,MOAL, J., DELAPORTE, M., LE COZ, J.R.& SAMAIN, J.F.** (2003). Reproduction, bioénergetic and summer mortality of *Crossostrea gigas* : experimental approch. J. Shellfish Res., 22.351p.
- **RAINBOW, P.S.** (1995). Biomonitoring of heavy metal availability in the marine environment. Mar. Pollut. Bull., 31. pp. 183-192.
- **RAND, G.M.,** 1985- Fundamental of aquatic toxicology : methods and applications. Hemisphere Publishing Corporation, 2 : 221-263.
- **Regoli, F** (2000) Total oxyradical scavenging capacity (TOSC) in polluted and translocated mussels: a predictive biomarker of oxidative stress. Aquatic Toxicology 50, 351-36
- **REGOLI, F. AND PRINCIPATO, G.** (1995), Glutathione, glutathione-dependant and antioxidant enzymes in mussel, *Mytilus galloprovincialis*, exposed to metal under field and laboratory conditions: implications for the use of biochemical biomarkers. Aquatic Toxicology, 31, 143-164.

- **RITTSCOKF, D. & MCCLELLAN-GREEN, P.** (2005). Molluscs as multidisciplinary models in environment toxicology. *Marine Pollution Bulletin.*, 50. pp. 369-373
- **RIVIERE, J.L.**, 1993- Les animaux sentinelles. *Courrier de l'environnement*, 20 : 59-67.
- **Romeo, M., Garcia-Barrelli, J.P., Siddoumou, Z., et Nguyen, P.H. (1993).** Variation spatiotemporelles des concentrations en métaux traces chez le mollusque *Donax rugosus* de la cote mauritanienne. *Bull. Ecol.*, t.24(2-3-4) :83-86
- **Romero, S.M.B. et G.S. Moreira.** 1980. Les effets combine de la salinité et de la température sur la survie des embryons et des larves de viliger de *Perna perna* (Linne, 1758) (Mollucka : Bivalvia). *Bol. Fisiol. Animal*, University de San Paulo 5 : 45-58.
- **Salamao, L. C., Magalhaes, M. De A.R. et J.E. Lunetta.** 1980. Survie de *Perna perna* (Mollucka : Bivalvia) dans différente salinités. *Fisiol. Animal*, University de San Paulo 4:143 – 152.
- **SANCHEZ, W.**, 2007- Approche multibiomarqueurs chez l'Épinoche à trois épines (*Gasterosteus Aculeatus* L.) : un modèle pour la surveillance des écosystèmes aquatiques continentaux. Thèse de Doctorat, Museum national d'histoire naturelle, France, 270 p.
- **Schurink, E. de C., et C. L. Griffiths.** 1990. Moule marines de l'Afrique Australe- leur modèle de distribution, stocks, exploitation, et culture. *Journal de la recherche de mollusques et crustacés* 9 (1) : 75 – 85.
- **SELYE, H.**, 1973. The evolution of the stress concept. *Am. Scientist.*, 61, pp. 692-699.
- **Siddall S. E.**, 1980. A clarification of the genus *Perna* (Mytilidae). *Buil. Mar. Sci.* 30 (4) : 858 – 870.
- **Siddall, S. E.** 1978. Le développement de Hingeline dans les larves tropicales de moule du genre *Perna*. *Démarche de l'association nationale* 68 :86 de mollusques ey crustacés.
- **Siddall, S. E.** 1979. Effets de la température et de la salinité sur la métamorphose de deux moules tropicales. *Démarche de l'association nationale* 69 : 199 de mollusques et crustacés

- **Solé, M., Porte, C., and J. Albaigés** (1995). Seasonal variation in the mixed-function oxygenase system and antioxidant enzymes of the mussel *Mytilus galloprovincialis*. *Environment. Toxic. Chem.* 14, 157-164
- **Stegeman, J** (1992) Nomenclature for hydrocarbon-inducible cytochrome P450 in fish. *Marine Environmental Research*, 34, 133-138
- **TRUHAUT R.** 1977. Ecotoxicology : objectives, principles, and perspectives. *Ecotox Envir Saf.*, 1, pp. 151-173.
- **TURGEON, D. D., QUINN, J. F., BOGAN, A. E., COANE, V., HOCHBERG, F. G., LYON, W. G.** (1998). Noms communs et scientifiques des invertébrés aquatiques des Etats-Unis et du Canada: Mollusques,
- **UNEP/MAP/MED POL.** (2004). Guidelines for the development of ecological status and stress reduction indicators for the Mediterranean region. MAP Technical Reports Series No. 154, UNEP/MAP, Athens, Greece.
- **UTTING, S.D. & MILLICAN, P.F.,** (1997). Techniques for the hatchery conditioning of bivalve broodstocks and the subsequent effect on egg quality and larval viability. *Aquaculture.*, 155. pp. 45- 54.
- **Utting, SD.,1986.** A Preliminary study on growth on *Crassostrea gigas* larvae and spat in relation to dietary protein. *Aquaculture*,56:123-138.
- **Van der Oost, R., Beyer, J., & Vermeulen, N. P. E** (2003) Fish bioaccumulation and biomarkers in environmental risk assessment: a review. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 13, 57- 149
- **WADE, T.L., SERICANO, J.L., GARDINALI, P.R., WOLFF, G. & CHAMBERS, L** (1998). NOAA's 'Mussel Watch' Project : current use organic compounds in bivalves. *Marine Pollution Bulletin.*, 37. pp. 20-26.
- **WENDELLAR-BONGA, S.E.** (1997). The stress reponse in fish. *Physiol. Rev.*, 77. pp. 591-625.
- **WHITE, G.J.,** 2004- Selection of Ecological Indicator for Monitoring Terrestrial Systems. *Environmental Monitoring.* CRC Press, Boca Raton, 263-282.
- **Winston, G.W., Regoli, F., Dugas Jr., A.J., Fong, J.H., Blanchard, K.A** (1998) A rapid gas chromatographic assay for determining oxyradical scavenging capacity of antioxidants and biological fluids. *Free Radicals Biology and Medicine* 24, 480-493



Morphométrie

Annexe

N	longueur total (mm)	Largeur (mm)	epaisseur maximal (mm)	poid total (gr)	poid de la chair (gr)	poid coquille (gr)	IC
1	74,02	29,86	25,22	21,611	6,116	14,256	28,3004
2	80,87	33,09	26,5	22,12	6,922	14,351	31,29295
3	75,38	30,09	20,52	17,122	5,454	10,875	31,85376
4	60,67	24,2	20,68	11,872	2,709	8,518	22,8184
5	64,66	25,5	21,02	13,274	3,724	8,678	28,05484
6	64,3	26,17	21,38	11,269	3,332	7,208	29,56784
7	61,48	24,68	20,22	11,507	2,89	7,888	25,11515
8	65,5	27,74	23,55	15,691	4,716	9,933	30,05545
9	76,12	29,32	27,28	24,892	6,85	16,82	27,51888
10	63,69	24,73	20,89	12,468	3,433	8,983	27,53449
11	67,18	25,29	20,72	13,401	3,815	8,931	28,46802
12	59,02	26,79	19,49	10,204	2,906	6,788	28,47903
13	73,9	27,77	24,71	17,286	4,337	12,256	25,08967
14	72,87	28,81	24,48	20,05	5,932	12,978	29,58603
15	72,44	29,79	24,39	18,286	5,175	12,286	28,30034
16	73,13	27,94	21,2	14,664	4,714	9,297	32,14675
17	70,42	30,5	22,23	16,878	4,914	11,051	29,11482
18	79,72	29,85	27,14	22,332	5,958	15,077	26,6792
19	72,3	27,31	25,28	17,438	4,24	12,124	24,31471
20	68,04	27,06	21,15	14,7009	4,133	9,922	28,11392
21	80,22	28,55	25,79	21,832	6,171	14,328	28,26585
22	67,09	24,8	20,43	12,053	3,437	7,627	28,51572
23	53,28	23,45	18,55	7,339	1,884	5,063	25,67107
24	69,78	30,42	24,17	17,744	4,972	11,509	28,02074
25	66,15	27,39	19,58	11,559	3,623	7,133	31,34354
26	60,71	26,09	20,2	10,962	2,528	7,291	23,06149
27	59,81	23,85	20,81	12,383	3,272	8,105	26,42332
28	58,2	24,35	21,44	10,623	2,948	6,728	27,75111
29	75,06	32,42	24,17	23,034	6,645	15,108	28,84866
30	53,15	25,13	19,28	10,251	2,235	7,263	21,80275
31	60,91	26,71	23,01	16,448	4,222	11,212	25,66877
32	81,83	28,73	24,62	19,471	5,94	12,635	30,50691
33	60,71	24,86	20,8	11,105	2,761	7,44	24,86267
34	59,46	25,58	19,45	11,291	2,892	7,557	25,61332
35	62,44	26,83	20,35	11,828	3,371	7,708	28,50017
36	69,72	26,32	23,12	16,253	4,141	10,44	25,47837
37	71,64	31,02	24,69	18,996	5,234	12,852	27,55317
38	62,93	25,41	20,67	13,499	3,639	9,106	26,95755
39	79,43	30,25	25,78	20,414	3,279	13,743	16,06251
40	64,35	25,73	20,82	11,252	7,165	7,109	63,67757

41	81,12	33,14	24,48	22,405	3,429	13,694	15,30462
42	62,6	24,77	22,36	13,311	5,47	9,133	41,09383
43	77,68	33,37	26,22	21,181	6,452	13,122	30,46126
44	68,68	24,65	21,98	15,339	4,655	9,766	30,34748
45	58,95	24,5	21,2	11,125	2,646	7,552	23,78427
46	59,14	27,83	20,1	13,834	3,682	9,006	26,61558
47	56,44	24,57	20,55	11,826	3,298	9,068	27,88771
48	67,18	25,3	22,24	13,323	3,003	8,097	22,53997
49	61,82	26,13	20,07	11,814	3,736	7,419	31,6235
50	63,44	26,36	22,68	14,178	3,884	9,225	27,39455
51	64,94	29,02	24,83	16,866	3,977	11,253	23,57998
52	76,56	27,32	23,41	19,119	4,812	13,224	25,16868
53	55,57	23,73	17,83	9,174	2,247	6,044	24,49313
54	60,16	23,48	18,77	9,041	1,958	6,027	21,6569
55	58,33	24,25	21,18	12,533	3,254	8,252	25,96346
56	51,35	22,03	17,69	8,003	1,795	5,81	22,42909
57	56,42	23,49	17,18	8,561	1,931	5,882	22,55578
58	64,13	25,55	20,75	11,768	3,347	7,601	28,44154
59	56,71	26,17	17,46	11,009	3,397	6,888	30,85657
60	79,64	30,29	28,21	22,325	6,47	14,149	28,98096
61	52,08	22,43	18,27	7,096	1,552	4,866	21,87148
62	62,42	26,73	21,51	12,081	4,094	7,399	33,88792
63	53,24	22,23	19,52	7,211	1,352	5,534	18,74913
64	51,48	23,38	16,43	6,309	1,52	4,313	24,09257
65	59,78	26,56	24,3	14,508	4,05	9,892	27,91563
66	51,68	21,81	17,08	6,523	1,603	4,461	24,57458
67	57,94	24,45	16,82	7,928	1,72	4,731	21,69526
68	53,17	22,24	16,48	6,914	1,935	5,522	27,98669
69	47,56	22,05	14,75	4,683	1,119	3,164	23,89494
70	54,39	22,56	18,76	8,192	1,784	5,785	21,77734
71	51,38	22,36	17,33	7,458	1,816	4,529	24,34969
72	52,64	21,57	17,75	6,971	1,813	5,941	26,00775
73	54,69	24,03	19,69	8,92	2,313	4,132	25,93049
74	49,73	23,47	18,91	6,323	1,512	5,162	23,9127
75	48,45	22,01	16,37	5,636	1,37	3,708	24,30802
76	50,68	20,35	18,49	7,667	1,883	7,782	24,5598
77	43,86	20,44	16,08	5,631	0,882	6,684	15,66329
78	66,37	28,66	28,69	12,326	3,784	5,825	30,69933
79	57,73	24,75	21,04	9,8	2,664	9,196	27,18367
80	54,77	22,71	19,72	8,536	2,403	5,905	28,15136
81	63,33	27,07	21,78	13,911	3,761	13,24	27,03616
82	53,59	22,08	22,03	13,853	1,689	9,738	12,1923
83	74,31	29,35	23,92	18,143	5,356	5,584	29,52103

84	65,05	27,98	23,38	19,707	3,811	5,365	19,33831
85	57,93	23,43	18,92	14,434	2,221	6,024	15,38728
86	52,37	22,12	18,21	8,613	1,825	5,684	21,1889
87	54,92	24,39	19,69	7,788	1,794	8,117	23,03544
88	54,17	25,36	18,72	8,61	2,114	10,489	24,55285
89	63,21	26,41	21,09	12,06	3,329	9,528	27,60365
90	71,83	28,37	21,83	16,094	4,482	4,773	27,84889
91	50,86	22,71	18,04	6,802	1,35	6,634	19,8471
92	60,44	26,11	18,56	9,406	2,176	9,067	23,13417
93	66,67	25,61	23,98	13,421	3,159	12,235	23,53774
94	69,03	26,65	26,16	16,57	3,691	5,767	22,2752
95	57,21	22,46	22,01	8,278	1,851	6,684	22,36047
96	51,22	22,27	18,49	6,208	1,413	5,825	22,76095
97	57,09	26,21	17,39	9,186	2,606	9,196	28,36926
98	53,08	22,72	18,21	7,045	1,545	5,905	21,93045
99	56,59	25,86	21,83	11,928	2,959	13,24	24,80718
100	70,6	25,9	23,88	14,94	4,128	9,738	27,63052
101	67,22	28,31	21,72	14,629	3,38	5,584	23,10479
102	63,03	25,92	20,06	10,698	2,56	5,365	23,92971
103	56,55	24,93	20,63	10,855	2,444	6,024	22,51497
104	61,09	20,12	26,14	12,598	3,26	5,684	25,87712
105	65,95	27,48	21,44	12,416	3,678	8,117	29,62307
106	51,53	23,31	18,07	8,127	1,736	10,489	21,3609
107	72,31	31,01	21,34	16,924	4,607	9,528	27,2217
108	66,67	28,3	23,03	16,548	4,435	4,773	26,80082
109	58,91	24,3	22,44	12,769	2,964	6,634	23,21247
110	56,57	23,71	22,17	11,057	2,914	9,067	26,35435
111	51,03	21,57	17,46	6,663	1,46	12,235	21,91205
112	47,88	19,72	16,05	5,689	1,116	5,767	19,6168
113	35,91	15,61	11,28	2,473	0,486	6,676	19,65224
114	39,85	15,21	14,6	3,457	0,654	7,239	18,91814
115	37,7	18,63	13	2,986	0,619	3,385	20,73007
116	45,44	19,03	14,34	4,142	0,786	5,419	18,97634
117	52,84	24,04	17,51	7,751	1,714	4,731	22,11328
118	49,92	20,25	17,18	6,375	1,501	9,481	23,5451
119	42,55	18,41	15,19	4,992	1,007	5,76	20,17228
120	37,17	16,63	13,65	3,164	0,966	4,578	30,53097
121	42,74	19,44	14,43	4,622	1,101	9,621	23,82086
122	49,19	21,01	16,91	7,075	1,382	5,332	19,53357
123	50,6	21,37	16,57	5,808	1,324	6,72	22,79614
124	50,97	22,67	16,45	6,414	1,249	11,374	19,47303
125	54,37	25,9	20,71	8,358	1,788	8,955	21,39268
126	34,2	16,12	12,2	2,396	0,519	9,324	21,6611

127	44,81	18,7	15,31	4,53	0,953	5,293	21,03753
128	52,17	23,88	16,66	8,018	1,801	16,82	22,46196
129	47,51	22	16,79	5,26	1,075	8,983	20,43726
130	47,32	22,41	18,82	6,486	1,457	8,931	22,46377
131	48,24	22,11	17,55	7,505	1,626	6,788	21,66556
132	54,17	22,65	15,88	7,138	1,338	12,256	18,74475
133	47,64	21,41	17,76	6,097	1,502	7,888	24,63507
134	49,16	22,08	17,13	6,769	1,847	9,933	27,28616
135	52,53	21,12	18,48	7,993	1,629	5,599	20,38033
136	55,9	24,11	19,07	9,773	2,182	6,529	22,32682
137	55,18	23,95	22,5	9,694	1,82	6,551	18,7745
138	43,56	19,54	14,86	4,474	0,88	3,61	19,6692
139	54,16	24,81	19,03	8,473	1,741	5,475	20,54762
140	57,84	22,6	20,62	9,674	1,581	6,892	16,34277
141	56,06	22,06	19,69	7,754	1,538	5,405	19,83492
142	55,34	22,66	19,21	7,561	1,493	5,358	19,74607
143	57,16	22,08	22,74	10,355	1,556	7,962	15,02656
144	43,49	18,35	15,35	4,546	0,8	3,32	17,59789
145	59,04	26,67	19,14	11,492	3,071	7,46	26,72294
146	42,54	20,59	15,45	4,625	0,809	3,205	17,49189
147	45,95	18,2	16,22	5,458	1,082	3,902	19,82411
148	49,2	20,7	16,54	5,953	1,174	4,14	19,72115
149	50,8	23,07	15,67	6,686	1,041	4,23	15,56985
150	45,63	22,14	15,19	4,547	0,659	3,179	14,49307
151	60,09	24,93	20,11	8,774	1,559	6,234	17,76841
152	62,23	24,94	18,9	8,36	1,595	5,824	19,07895
153	42,34	19,11	16,7	5,2	0,643	3,859	12,36538
154	47,09	22,45	18,31	8,138	1,748	5,65	21,47948
155	61,06	25,85	19,96	9,968	1,778	6,766	17,83708
156	69,21	29,1	26,42	19,017	4,452	13,216	23,41063
157	58	24,46	19,14	8,808	1,813	6,044	20,58356
158	54,51	23,36	19,38	8,767	1,747	6,266	19,927
159	57,79	23,34	20,87	9,911	2,169	6,676	21,88477
160	60,95	24,8	19,58	10,607	2,725	7,239	25,69058
161	45,66	18,88	14,52	4,731	0,795	3,385	16,80406
162	55,27	22,5	19,28	7,599	1,439	5,419	18,9367
163	45,63	20,51	17,5	6,477	1,232	4,731	19,02115
164	63,12	27,07	21,54	13,333	3,124	9,481	23,43059
165	48,51	23,05	19,89	7,883	1,372	5,76	17,40454
166	51,13	20,33	18,22	5,643	1,234	4,578	21,8678
167	61,95	26,3	21,98	12,18	1,642	9,621	13,48112
168	51,35	21,13	18,61	7,568	1,279	5,332	16,90011
169	57,88	24,39	18,8	10,829	2,894	6,72	26,72454

170	64,7	28,21	25,06	17,623	4,602	11,374	26,1136
171	68,67	25,9	23,38	12,977	2,955	8,955	22,77106
172	65,11	26,38	22,69	13,795	3,415	9,324	24,75535
173	52,58	22,86	18,41	7,392	1,435	5,293	19,41288
174	51,34	22,26	16,54	7,327	1,381	5,164	18,8481
175	56,85	21,07	20,33	8,317	1,727	5,836	20,7647
176	55,67	22,23	20,5	10,668	2,379	7,178	22,30034
177	52,6	22,04	17,58	7,034	1,378	4,784	19,59056
178	52,69	19,75	19,12	7,879	1,557	5,435	19,76139
179	52,23	22,47	17,75	7,755	1,907	4,984	24,59059
180	49,76	21,87	17,06	5,609	1,152	3,695	20,53842
181	49,23	19,95	17,01	6,067	1,027	4,354	16,92764
182	52,88	20,9	17,68	5,388	1,102	4,546	20,45286
183	49	19,63	15,9	5,463	1,001	3,831	18,32327
184	53,34	23,62	17,7	8,598	1,941	5,609	22,57502
185	50,1	21,33	19,54	8,098	1,568	5,733	19,36281
186	46,37	19,19	16,5	5,536	0,982	4,056	17,73844
187	53,98	22,33	18,87	8,49	2,048	5,234	24,1225
188	48,95	20,33	16,43	5,82	1,152	4,059	19,79381
189	51,71	20,48	20,21	8,552	2,302	5,756	26,91768
190	54,61	23,6	19,49	8,81	1,093	3,486	12,40636
191	48,34	21,56	15,91	5,328	1,3	4,618	24,3994
192	50,57	21,18	17,39	6,737	1,483	4,987	22,01277
193	54,55	22,46	17,93	7,344	2,049	6,174	27,90033
194	49,95	20	19,1	9,681	1,635	5,311	16,88875
195	44,6	20,9	14,48	4,873	0,942	3,312	19,33101
196	44,11	19,73	16,61	4,798	0,777	3,427	16,19425
197	47,96	20,05	16,86	6,001	1,238	4,111	20,6299
198	46,79	19,26	15,25	5,522	0,975	3,574	17,65665

N	longueur total (mm)	Largeur (mm)	epaisseur maximal (mm)	poid total (gr)	poid de la chair (gr)	poid sec de la chair (gr)	IC
1	63,61	26,86	25,1	13,266	3,726	8,839	28,08684
2	53,59	23,08	18,92	9,472	2,654	6,001	28,01943
3	45,5	22,62	14,82	6,509	1,831	4,17	28,13028
4	59,51	25,59	25,91	13,637	4,01	8,612	29,40529
5	52,8	23,3	21,92	10,367	2,731	7,193	26,3432
6	52,04	24,46	18,38	9,004	2,735	5,82	30,37539
7	71,14	29,01	29,71	20,273	4,714	14,146	23,2526
8	68,95	29,62	28,64	20,662	5,283	13,681	25,56868

9	61,53	24,75	21,25	10,684	3,003	6,923	28,10745
10	63,18	29,45	22,05	15,434	4,155	10,299	26,92108
11	49,87	23,33	20,85	10,662	2,286	7,034	21,44063
12	46,86	22,79	17,37	7,453	2,223	4,508	29,82692
13	66,71	29,39	26,29	17,91	5,037	11,685	28,12395
14	61,07	23,31	29	13,65	3,682	9,081	26,97436
15	54,45	24,43	19,27	10,443	3,044	6,454	29,14871
16	70,83	27,64	25,34	18,014	5,428	11,326	30,13212
17	64,06	26,97	23,23	13,4	3,812	8,898	28,44776
18	65,24	28,46	23,46	15,51	4,436	10,279	28,6009
19	60,11	25,22	25,13	14,576	3,819	9,725	26,2006
20	57,36	24,96	20,32	12,107	3,323	7,571	27,44693
21	57,81	24,3	20,29	11,127	3,141	6,882	28,22863
22	60,28	26,83	25,5	14,043	4,042	8,501	28,78302
23	63,04	24,36	26	16,151	4,465	10,113	27,64535
24	55,21	26,15	19,85	10,454	2,826	7,076	27,03271
25	73,28	29,23	30,8	21,776	5,92	14,16	27,18589
26	55,45	24,59	19,34	8,494	2,32	5,806	27,3134
27	68,48	27,88	26,84	16,7	3,82	12,141	22,87425
28	61,28	27,23	23,38	13,222	3,77	8,591	28,51308
29	77,76	29,23	32,9	27,057	7,544	16,5	27,88188
30	56,54	24,2	19,94	10,951	3,425	6,824	31,27568
31	66,95	27,9	27,4	18,048	5,07	11,776	28,09176
32	40,3	17,07	15,37	4,862	1,257	2,908	25,85356
33	51,02	22,79	17,87	8,953	2,221	5,857	24,80733
34	55,32	27,17	19,84	10,762	3,22	6,787	29,92009
35	65,72	24,81	27,64	16,053	4,3	10,995	26,78627
36	54,76	26,45	20,35	10,697	3,051	6,951	28,52202
37	75,39	31,49	28,91	24,747	6,429	15,495	25,97891
38	72,03	26,64	27,91	22,53	5,399	15,585	23,9636
39	72,63	30,16	25,98	21,373	5,876	13,639	27,49263
40	66,81	30,13	27,47	17,266	5,1	11,115	29,53782
41	57,08	24,89	21,66	11,045	3,197	7,187	28,94522
42	63,31	29,71	21,82	15,092	3,821	10,155	25,31805
43	56,37	22,16	26,84	11,38	2,306	7,989	20,26362
44	49,41	21,72	18,26	9,861	2,34	6,253	23,72984
45	70,84	29,25	29,33	23,46	6,423	14,34	27,37852
46	59,49	28,21	20,67	12,826	4,041	7,831	31,50632
47	57,9	23,36	20,39	11,346	3,118	7,451	27,48105
48	81,9	33,01	29,9	27,986	7,541	18,146	26,94562
49	69,18	28,21	20,92	17,651	4,535	12,201	25,6926
50	72,52	28,93	28,99	22,276	6,229	14,001	27,96283
51	63,39	28,59	24,27	15,225	4,344	9,435	28,53202

52	68,28	30,72	24,82	22,5	5,42	16,283	24,08889
53	50,75	24,53	18,96	8,715	2,724	5,325	31,25645
54	49,63	24,26	19,27	10,143	2,751	6,681	27,12215
55	72,33	30,15	26,18	20,578	5,831	13,171	28,33609
56	54,75	24,68	20,65	11,708	3,124	7,547	26,68261
57	48,42	22,66	19,44	9,29	2,53	5,6	27,23358
58	49,39	23,93	19,1	9,404	2,455	6,075	26,10591
59	72,2	31,84	26,65	21,679	5,539	15,022	25,55007
60	44,33	20,28	17,59	7,418	2,075	4,531	27,9725

N	longueur total (mm)	Largeur (mm)	epaisseur maximal (mm)	poid total (gr)	poid de la chair (gr)	poid coquille (gr)	IC
1	72,29	26,55	22,66	19,44	5,5	13,51	28,29218
2	80	31,87	25,26	22,52	7,8	14,422	34,63588
3	75,47	32,11	24,22	22,2	5,856	15,663	26,37838
4	69,72	28,03	22,95	15,77	4,86	10,4	30,81801
5	63,55	28,22	24,6	17,28	4,564	12,438	26,41204
6	72,23	28,8	26,17	17,6	5,316	12,04	30,20455
7	68,49	28,54	26,28	15,6	5,29	10,49	33,91026
8	68,12	29,85	23,96	15,83	4,676	10,82	29,53885
9	62,46	25,6	23,39	12,886	4,39	8,04	34,06798
10	62,55	25,56	24,81	12,653	3,427	9,14	27,08449
11	71,07	28,84	29,8	17,359	5,405	11,758	31,13659
12	69,08	26,19	25,91	14,891	4,555	9,88	30,58895
13	82,31	32,96	30,2	27,85	8,804	18,671	31,61221
14	77,58	32,1	33,53	23,04	7,578	15,212	32,89063
15	72,46	29,88	26,26	19,128	6,222	12,531	32,52823
16	63,24	25,47	23,38	11,825	3,463	8,12	29,28541
17	58,16	25,69	24,63	11,37	3,857	7,988	33,9226
18	67,04	27,07	26,54	13,56	4,617	10,872	34,04867
19	58,4	26,65	23,4	13,032	4,296	9,562	32,96501
20	78,13	28,77	28,92	24,525	7,065	17,178	28,80734
21	73,1	29,12	24,11	17,315	6,122	11,2	35,35663
22	62,89	28	21,93	13,618	4,547	8,886	33,38963
23	78,22	29,69	27,7	22,346	6,346	15,965	28,39882
24	66,29	25,35	22,61	14,006	4,22	9,277	30,12994
25	70,94	28,28	22,01	14,525	14,788	9,452	101,8107
26	64,74	25,81	21,89	11,81	3,48	8,201	29,46655
27	63,02	27,21	22,13	12,63	3,769	8,674	29,84165
28	68,66	27,26	21,19	15,562	4,364	10,904	28,04267
29	62,52	24,3	21,71	11,017	3,033	7,891	27,53018
30	77,62	27,28	25,05	22,185	7,084	14,484	31,93149
31	89,67	34,17	28,69	29,62	9,487	19,7	32,02903

32	78,81	28,88	23,31	20,32	5,883	14,16	28,95177
33	73,14	29,66	26,03	19,696	5,727	13,798	29,07697
34	71,74	28,01	23,12	16,69	5,162	11,454	30,9287
35	64,66	26,79	22,84	13,072	3,507	9,417	26,82834
36	71,8	27,26	22,85	16,322	4,006	12,258	24,54356
37	70,85	27,82	21,87	14,729	3,88	10,963	26,34259
38	56,09	24,49	20,71	9,329	2,29	7,017	24,54711
39	63,04	26,03	20,57	12,57	2,81	9,722	22,35481
40	72,58	29,43	24,88	17,674	4,357	13,264	24,65203
41	86,08	29,96	31,73	24,919	6,139	18,697	24,63582
42	66,55	28,57	25,25	13,573	3,319	10,177	24,45296
43	77,85	38,52	35,36	19,284	4,447	14,76	23,06057
44	60,28	24,27	22,28	11,488	2,797	8,61	24,34714
45	62,37	21,59	25,67	13,241	3,298	9,898	24,90748
46	63,66	23	21,78	11,348	2,875	8,396	25,33486
47	63,46	24,22	23,98	13,391	3,128	10,222	23,35897
48	67,05	25,86	24,06	13,938	3,534	10,36	25,35514
49	68,24	27,21	22,07	12,62	2,761	9,981	21,87797
50	88,03	30	26,72	23,039	6,154	16,8	26,71123
51	63,56	27,68	21,66	11,879	2,654	9,191	22,34195
52	61,45	25,26	20,55	10,868	2,765	8,061	25,44166
53	76,53	29,19	26,14	17,4	4,519	12,776	25,97126
54	70,83	28,07	22,84	16,05	4,23	11,787	26,35514
55	73,51	30,9	25,65	17,919	4,44	13,386	24,77817
56	60,82	23,68	20,52	10,976	2,648	8,301	24,12536
57	64,56	28,3	21,02	12,483	3,084	9,31	24,7056
58	66,92	26,57	24,54	13,86	3,989	9,824	28,78066
59	84,68	32,96	29,74	22,17	6,258	16,41	28,22733
60	75,03	29,21	24,85	16,103	4,548	11,48	28,24318

N	longueur total (mm)	Largeur (mm)	épaisseur maximal (mm)	poids total (gr)	poids de la chair (gr)	poids coquille (gr)	IC
1	48,57	20,72	18,26	8,781	2,457	5,404	27,98087
2	51,46	21,89	18,97	9,211	2,519	5,842	27,34774
3	66,88	26,3	22,97	16,262	4,459	10,458	27,41975
4	44,15	20,12	15,51	6,197	1,439	4,028	23,22091
5	51,21	23,48	18,45	10,247	2,463	6,796	24,0363
6	47,67	22,02	18,88	8,248	2,444	5,094	29,63143
7	64,81	26,87	23,17	15,406	4,56	9,694	29,59886
8	66,55	28,68	22,17	17,662	4,756	11,886	26,92787
9	70,53	27,38	25,3	20,184	5,301	13,439	26,26338
10	52,53	23,61	18,34	9,494	2,755	6,013	29,01833

11	64,12	27,48	22,21	17,847	4,405	12,001	24,68202
12	56,13	25,52	19,53	14,125	3,403	9,658	24,09204
13	73,28	30,51	24,57	21,435	5,62	14,164	26,2188
14	67,61	24,53	24,36	18,065	4,023	12,978	22,26958
15	62,68	27,81	20,3	15,04	3,888	10,536	25,85106
16	63,38	27,09	24,12	14,954	3,924	10,413	26,24047
17	58,38	26,96	21,44	15,037	3,926	9,938	26,10893
18	68,79	29,26	23,39	19,372	5,277	12,826	27,24035
19	75,6	32,51	26,74	24,766	6,493	15,85	26,21739
20	62,69	28,46	21,91	14,877	3,624	10,31	24,35975
21	76,21	29,44	27,88	26,188	6,205	18,006	23,69406
22	74,07	28,1	25,48	17,373	5,58	10,743	32,11881
23	56,08	26,12	18,08	12,949	3,25	8,351	25,09846
24	60,06	25,7	21,43	12,548	3,795	7,794	30,24386
25	55,75	22,95	18,1	10,218	3,26	6,751	31,90448
26	58,86	27,62	19,68	13,394	3,394	9,006	25,3397
27	63,97	24,11	22,79	15,518	4,099	10,755	26,41449
28	55,13	21,46	19,97	9,841	3,237	6,724	32,893
29	60,73	26,08	23	15,492	4,003	10,783	25,83914
30	55,91	23,75	20,2	11,847	3,249	7,772	27,42466
31	66,24	31,25	23,51	22,108	5,854	14,717	26,4791
32	71,72	28,07	23,62	18,723	4,597	12,249	24,55269
33	77,13	25,13	20,48	12,496	3,235	8,424	25,88828
34	67,16	29,66	23,47	18,925	4,869	13,42	25,72787
35	67,7	30,22	24,7	21,1	5,43	13,868	25,7346
36	65,88	29,62	23,92	18,491	4,754	12,64	25,7098
37	72,51	29,03	24,4	22,739	4,889	16,473	21,50051
38	81,37	31,37	25,68	26,289	6,827	17,006	25,96904
39	63,02	24,67	20,94	12,643	3,584	8,435	28,3477
40	58,02	21,94	27,4	18,558	3,225	12,291	17,37795
41	58,87	25,11	22,04	13,616	3,551	9,016	26,07961
42	50,4	20,61	17	8,354	2,38	4,898	28,48935
43	64,68	22,93	23,78	16,012	3,692	10,827	23,05771
44	62,29	23,81	23,55	14,123	3,406	9,795	24,11669
45	55,34	23,21	18,25	10,824	2,836	7,157	26,20103
46	69,12	29,09	24,94	19,884	5,371	13,467	27,01167
47	46,78	22,36	15,45	6,665	1,947	4,028	29,2123
48	69,02	29,13	21,86	16,157	3,987	11,172	24,67661
49	70,39	26,51	24,5	16,597	4,248	10,997	25,59499
50	67,39	27,01	23,63	14,829	4,425	9,202	29,84018
51	71,73	26,95	28,76	19,339	5,116	13,214	26,45432
52	51,62	19,02	21,66	9,56	2,257	6,43	23,60879
53	59,65	27,17	18,83	10,539	3,46	5,872	32,83044

54	67,55	28,38	23,74	18,6	4,811	12,629	25,86559
55	62,3	24,83	19,74	13,526	3,116	9,18	23,03711
56	56,21	24,09	29,51	10,979	2,871	6,985	26,14992
57	53,43	24,44	19,71	10,493	3,214	6,673	30,62994
58	69,71	25,87	24,34	16,397	3,961	10,607	24,15686

N	longueur total (mm)	Largeur (mm)	epaisseur maximal (mm)	poid total (gr)	poid de la chair (gr)	poid coquille (gr)	IC
1	74,45	29,44	28,43	21,51	5,793	15,237	26,93166
2	81,05	31,64	33,25	25,008	6,533	17,658	26,12364
3	77,7	30,6	30,83	22,051	4,907	16,869	22,25296
4	67,58	27,27	28,31	18,173	4,351	13,329	23,94211
5	74,43	30,95	28,5	21,629	6,865	14,027	31,73979
6	85,22	33,18	29,71	29,606	6,659	22,58	22,49206
7	77,66	32,78	26,73	24,531	7,207	16,543	29,37915
8	72,67	27,08	31,65	20,99	5,398	15,183	25,71701
9	76,53	29,63	33,21	24,777	7,243	17,176	29,23276
10	75,5	27,89	29,01	19,73	6,382	13,358	32,34668
11	77,57	26,7	29,55	24,656	6,244	18,054	25,32446
12	92,36	32,39	35,06	36,405	11,097	24,931	30,48208
13	76,11	28,67	27,83	21,404	5,212	15,777	24,35059
14	61,51	26,55	21,4	13,528	4,235	8,992	31,30544
15	59	27,78	22,89	14,261	3,305	10,62	23,17509
16	64,1	23,62	25,74	14,411	4,271	9,543	29,63708
17	81,57	28,6	34,36	26,164	6,67	18,984	25,49304
18	77,84	30,47	24,31	22,943	6	16,583	26,15177
19	74,4	32,76	29	23,156	7,268	15,392	31,38711
20	77,53	26,84	31,88	26,061	6,573	18,312	25,2216
21	75,27	28,67	30,89	21,525	5,702	18,085	26,49013
22	75,52	27,77	33,42	23,244	5,786	16,9	24,89245
23	76,33	26,49	24,01	13,927	4,08	9,433	29,29561
24	81,82	30,68	30,6	29,27	8,32	20,365	28,42501
25	75,35	29	26,13	22,084	5,614	15,742	25,42112
26	77,77	29,03	31,31	25,81	6,663	18,267	25,81558
27	78,89	27,02	27,59	23,027	5,88	16,505	25,53524
28	79,79	32,08	27,89	21,794	6,772	14,175	31,07277
29	71,82	29,71	26,85	19,351	6,305	12,533	32,5823
30	66,03	29,6	19,85	14,56	4,213	9,933	28,93544
31	69,76	31,35	26,09	21,209	6,278	14,37	29,60064
32	70,5	28,24	27,55	22,857	5,791	16,2	25,33578
33	75,55	27,91	26,38	23,018	5,963	16,78	25,90581
34	66,88	25,8	25,49	20,215	4,847	14,921	23,97724

35	76,75	29,63	28,38	22,476	5,32	16,527	23,66969
36	80,55	32,88	27,33	26,333	7,15	18,186	27,15224
37	83,6	33,44	30,97	26,755	7,87	18,26	29,41506
38	69	31,08	22,68	19,773	4,6	14,667	23,26405
39	67,02	28,84	22,2	17,118	4,37	12,401	25,52868
40	67,67	26,46	24,26	17,01	4,124	12,601	24,24456
41	65,88	27,88	24,42	17,213	5,264	11,447	30,58154
42	66,74	28,75	20,6	14,724	4,315	9,975	29,3059
43	77,56	32,88	25,05	19,004	6,151	12,462	32,36687
44	80,6	30,32	26,57	25,758	6,562	18,442	25,47558
45	63	28,16	22,03	13,63	3,554	9,445	26,07483
46	70,78	27,65	31,09	19,626	6,602	12,923	33,63905
47	73,1	31,22	30,23	22,32	6,08	15,009	27,24014
48	77,82	32,45	27,28	23,715	6,991	16,207	29,47923
49	88,32	29,86	28,91	30,184	7,761	21,233	25,7123
50	79,3	28,79	27,93	24,06	5,665	16,371	23,5453
51	77,02	29,56	27,73	22,107	5,914	15,335	26,75171
52	72,56	28,47	25,69	17,643	5,182	11,717	29,37142
53	73,32	30,79	22,69	18,001	4,609	12,58	25,60413
54	80,28	29,78	32	28,633	6,263	21,624	21,87336
55	75,18	32,19	23,78	18,74	4,996	13,113	26,65955
56	69,93	27,12	29,17	20,316	6,125	13,683	30,14865
57	67,95	30,52	22,5	16,939	4,844	11,286	28,59673
58	67,27	27,47	31,5	21,395	6,179	14,674	28,88058
59	57,92	28,15	20,95	13,815	3,434	9,798	24,85704
60	72,76	31,1	22,96	19,859	5,441	13,706	27,39816

N	longueur total (mm)	Largeur (mm)	epaisseur maximal (mm)	poid total (gr)	poid de la chair (gr)	poid coquille (gr)	IC
1	55,01	25,85	19,58	8,709	2,284	6,425	26,22574
2	49,18	23,38	21,06	8,196	2,031	6,165	24,78038
3	72,62	34,71	29,44	21,047	5,695	15,352	27,05849
4	66,56	29,68	30,67	20,182	4,674	15,508	23,15925
5	65,5	29,46	23,175	16,083	4,205	11,878	26,14562
6	72,56	30,51	25,68	20,213	4,32	15,893	21,37238
7	73,97	30,06	28,46	20,406	4,513	15,893	22,11604
8	74,86	32,57	26,55	22,561	5,468	17,093	24,23651
9	54,01	24,81	21	9,277	2,465	6,812	26,57109
10	70,12	32,34	28,25	22,038	5,33	16,708	24,1855
11	66,46	28,77	28,25	17,76	3,896	13,864	21,93694
12	94,84	36,8	32,45	36,072	9,42	26,652	26,11444
13	75,01	33,37	32,83	25,882	6,607	19,275	25,52739
14	69,18	29,25	25,26	19,78	4,255	15,525	21,51163

15	70,83	30,79	29,72	16,564	3,579	12,985	21,6071
16	78,05	32,42	28,22	23,048	6,142	16,906	26,64873
17	82,1	36,4	29,03	26,838	6,669	20,169	24,84909
18	59,48	28,96	21,03	13,135	3,672	9,463	27,95584
19	75,81	32,56	31,9	23,861	5,796	18,065	24,29068
20	91,98	39,02	29,8	34,989	6,819	28,17	19,48898
21	65,13	32,02	21,57	22,113	3,265	18,848	14,76507
22	91,26	35,2	32,52	30,09	7,52	22,57	24,99169
23	81,44	33,39	33,66	26,235	6,235	20	23,76596
24	74,65	32,93	28,68	19,321	3,687	15,634	19,08286
25	68,59	30,02	30,52	19,145	4,661	14,484	24,34578
26	91,71	37,94	32,46	37,51	9,022	28,488	24,05225
27	81,25	35,83	33,95	27,282	7,052	20,23	25,84854
28	72,42	34,16	25,53	19,862	4,892	14,97	24,62995
29	79,11	35,38	28,52	25,253	6,94	18,313	27,48188
30	80,13	35,89	36,91	29,901	7,378	22,523	24,67476

Résumé :

Cette étude à deux objectifs : (i) Utilisé *Perna Perna* pour estimer la qualité des écosystèmes côtiers marine par indice biotique et statistiques de la population de la moule de la côte extrême Est algérienne. (ii) la mise au point du dosage de l'activité enzymatique de la catalase comme biomarqueur du stress oxydatif. Nous avons procédé à l'analyse biotométrique de l'espèce durant la saison été (2018) et mettre au point le protocole expérimental du dosage de l'activité enzymatique de la catalase dans trois sites sélectionnés selon un gradient de pollution croissant, sur la partie Est du littoral algérien. Les résultats montrent une variation significative des indices de conditions. Sur les trois sites, les valeurs les plus élevées sont enregistrées au mois de juin, et nous montre une réponse de l'activité catalase.

Mots-clés : *Perna Perna* , catalase , biomarqueur , stress oxydatif , écotoxicologie , l'activité enzymatique , littoral El kala .

Abstract :

This two-goal study: (i) Used *Perna Perna* to estimate the quality of marine coastal ecosystems by biotic index and statistical population of the mussel of the easternmost coast of Algeria. (ii) the development of catalase enzymatic activity assays as a biomarker of oxidative stress. We carried out the biometric analysis of the species during summer season (2018) and to develop the experimental protocol for the determination of the catalase enzymatic activity in three sites selected according to a gradient of increasing pollution, on the part East of the Algerian littoral. The results show a significant variation of the condition indices. At the three sites, the highest values are recorded in June, and shows a response of the catalase activity.

Keywords: *Perna Perna* , catalase, biomarker, oxidative stress, ecotoxicology, enzymatic activity, El kala littoral.

نبذة مختصرة :

هذه الدراسة مكونة من هدفين: (1) استخدمت *Perna Perna* لتقدير جودة النظم الإيكولوجية الساحلية من خلال المؤشر الحيوي والإحصاء للصدف من للساحل الشرقي للجزائر. (2) تطور مقايسة النشاط الأنزيمي الكاتلاز كمؤشر بيولوجي للإجهاد التأكسدي أجرينا تحليلاً بيولوجياً لأنواع خلال موسم الصيف ووضع بروتوكول تجريبي لتحديد النشاط الأنزيمي الكاتلاز في ثلاثة مواقع اختياريها وفقاً لتدرج متزايد للتلوث، في الجزء الشرقي من الساحل الجزائري. أظهرت النتائج تغيراً كبيراً فالمؤشرات في المواقع الثلاثة، تم تسجيل أعلى القيم في يونيو، وتظهر استجابة لنشاط الكاتلاز .

الكلمات الدالة: إنزيم الكاتلاز , النشاط الأنزيمي , لإجهاد التأكسدي , ساحل القالة , *Perna Perna* , biomarqueur , écotoxicologie ,