

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Sciences Biologiques de l'Environnement
Filière: Sciences Biologiques
Option: Environnement et Santé Publique



Réf.....

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

**Contribution a l'étude de la variation morpho métrique
chez des individus adultes appartenant a l'espèce *Helix
aspersa* (Gasteropoda : Helicidae) échantillonnés dans
des sites à différents degrés de pollution (Région de
Bejaia)**

Présenté par:

Melle. KAFI Meriem & Melle. MAOUI Ouarda.

Soutenu le : 17 Juin 2017

Devant le jury composé de :

Grade

M^{me}. NATOURI N

MAA

Présidente

M^{me}. TAFUGHALT-BENBELLILE S

MCA

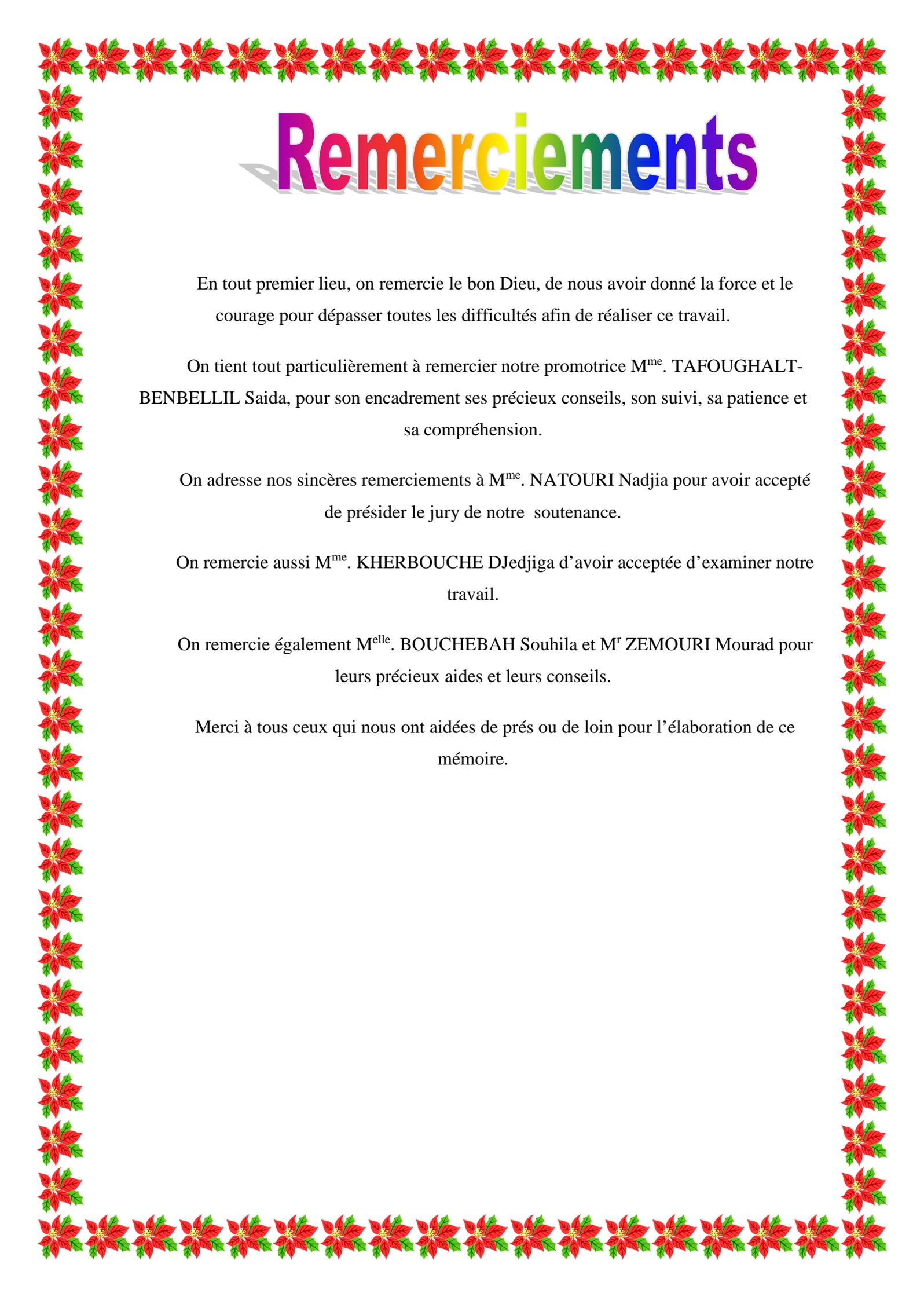
Encadreur

M^{me}. KHERBOUCHE DJ

MCB

Examinatrice

Année universitaire: 2016/2017



Remerciements

En tout premier lieu, on remercie le bon Dieu, de nous avoir donné la force et le courage pour dépasser toutes les difficultés afin de réaliser ce travail.

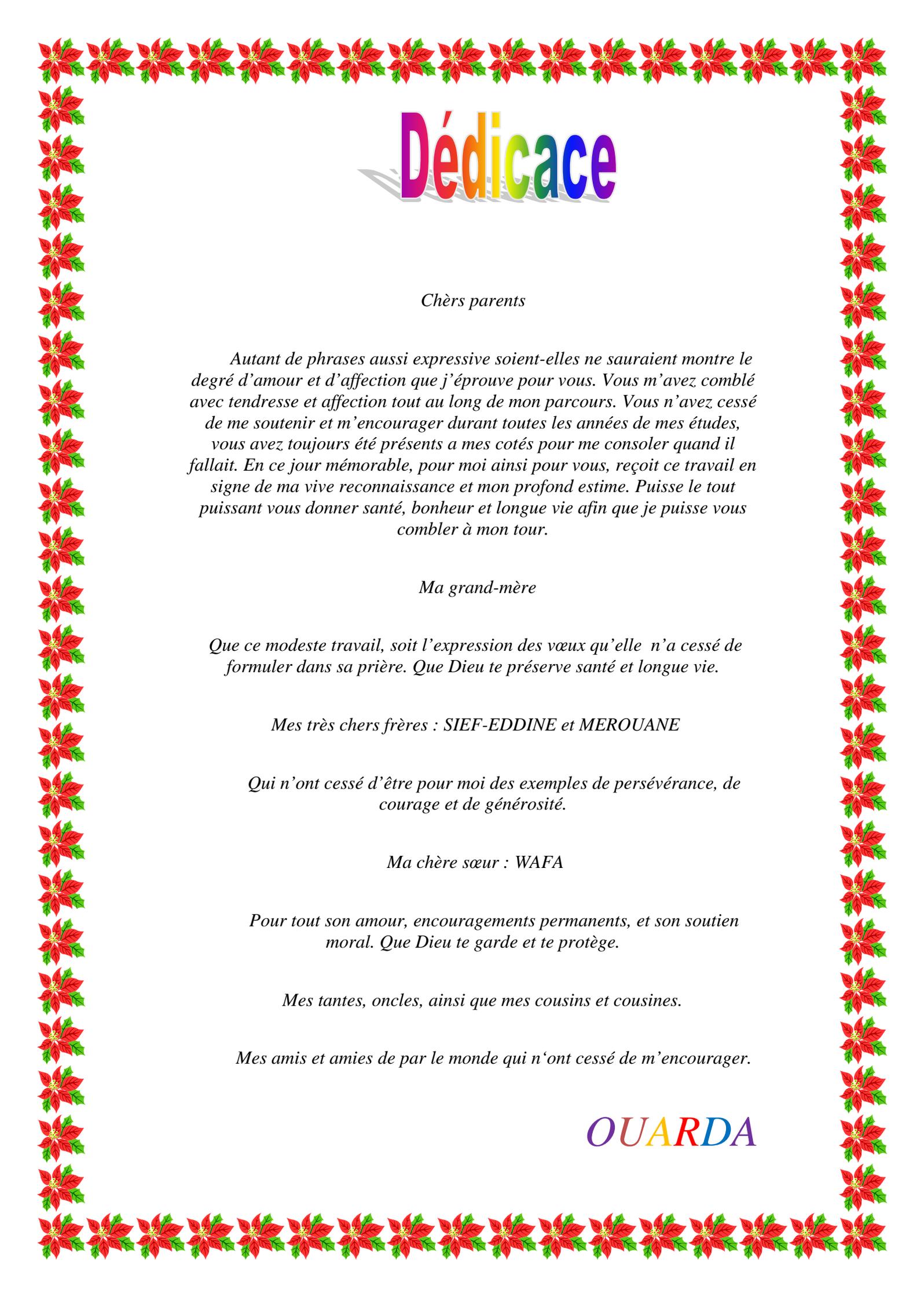
On tient tout particulièrement à remercier notre promotrice M^{me}. TAFOUGHALT-BENBELLIL Saida, pour son encadrement ses précieux conseils, son suivi, sa patience et sa compréhension.

On adresse nos sincères remerciements à M^{me}. NATOURI Nadja pour avoir accepté de présider le jury de notre soutenance.

On remercie aussi M^{me}. KHERBOUCHE DJedjiga d'avoir acceptée d'examiner notre travail.

On remercie également M^{lle}. BOUCHEBAH Souhila et M^r ZEMOURI Mourad pour leurs précieux aides et leurs conseils.

Merci à tous ceux qui nous ont aidées de près ou de loin pour l'élaboration de ce mémoire.



Dédicace

Chers parents

Autant de phrases aussi expressive soient-elles ne sauraient montrer le degré d'amour et d'affection que j'éprouve pour vous. Vous m'avez comblé avec tendresse et affection tout au long de mon parcours. Vous n'avez cessé de me soutenir et m'encourager durant toutes les années de mes études, vous avez toujours été présents à mes côtés pour me consoler quand il fallait. En ce jour mémorable, pour moi ainsi pour vous, reçoit ce travail en signe de ma vive reconnaissance et mon profond estime. Puisse le tout puissant vous donner santé, bonheur et longue vie afin que je puisse vous combler à mon tour.

Ma grand-mère

Que ce modeste travail, soit l'expression des vœux qu'elle n'a cessé de formuler dans sa prière. Que Dieu te préserve santé et longue vie.

Mes très chers frères : SIEF-EDDINE et MEROUANE

Qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité.

Ma chère sœur : Wafa

Pour tout son amour, encouragements permanents, et son soutien moral. Que Dieu te garde et te protège.

Mes tantes, oncles, ainsi que mes cousins et cousines.

Mes amis et amies de par le monde qui n'ont cessé de m'encourager.

OUARDA



Dédicace

A mes chers parents

Pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs vœux formuler dans sa prière tout au long période de mes études,

A mon frère MAZIGH et sa femme FADHILA

Pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral,

A mon frère : SID ALI

Pour tout son amour, encouragements permanents, et son soutien moral, que Dieu le garde et le protège.

A ma sœur adoré KAMILIA et son mari GHANI

Pour leurs conseils et leurs appuis et leurs motivations tout au long de mon travail,

A les petits : SIDRA et ILYANE

A ma binôme OUARDA et tout sa famille

A tout la famille paternelle et toute la famille maternelle YALA

A tout la promotion Environnement et santé publique 2016- 2017.

MERIE M

Liste des figures :

Figure 01 : Schéma en coupe de l'anatomie d'un escargot	10
Figure 02 : Les deux paires de tentacules d'un escargot	11
Figure 03 : Ondes de contraction sur la face ventrale des pieds d'escargots	11
Figure 04 : Orifice respiratoire chez l'escargot.....	12
Figure 05 : Coquilles d' <i>Helix aspersa</i>	13
Figure 06 : Escargot en hibernation avec son épiphragme.....	14
Figure 07 : Accouplement de petit-gris	16
Figure 08 : Œufs d'escargot	16
Figure 09 : Cartographie des différentes stations d'échantillonnage (Google Earth)	20
Figure 10 : Photographie de la balance analytique de précision	21
Figure 11 : Photographie du pied à coulisse numérique.....	21
Figure 12 : Photographie montre la prise du poids de <i>Helix aspersa</i>	22
Figure 13 : Dessin schématique de la coquille d' <i>Helix aspersa</i> . La hauteur (H) et le diamètre (D) ont été définis en positionnant l'axe de torsion de la coquille perpendiculairement par rapport à l'horizon	22
Figure 14 : Photographie montre la mesure de D	23
Figure 15 : Photographie montre à mesure de H.....	23
Figure 16 : Variation du poids moyen des individus d' <i>Helix aspersa</i> selon les stations d'échantillonnages	25
Figure 17 : Variation du diamètre moyen de la coquille des individus <i>Helix aspersa</i> dans les différentes stations étudiées	26
Figure 18 : Variation de la hauteur de la coquille des individus <i>Helix aspersa</i> au sein des huit stations étudiées.....	27

Liste des tableaux :

Tableau 01 : Le nombre d'individus dans chaque station d'échantillonnage	20
Tableau 02 : Variation du poids moyen des individus <i>Helix aspersa</i> dans les différentes stations d'échantillonnages.....	24
Tableau 03 : Variation du diamètre moyen de la coquille d' <i>Helix aspersa</i> dans les différentes stations étudiées.....	26
Tableau 04 : Variation de la hauteur de la coquille des individus <i>Helix aspersa</i> au sein des huit stations étudiées.....	27

Liste des abréviations :

Cd : Cadmium

Zn : Zinc

Cu : Cuivre

Pb : Plomb

ETM : Élément trace métallique

N : Nord

E : East

H : Hauteur

D : Diamètre

St : Station

SOMMAIRE

Remerciements

Dédicaces

Liste des Figures

Liste des Tableaux

Liste des Abréviations

Introduction01

Chapitre I : polluants et pollution

I.1. Définition de la pollution03

I.2. Les différents types de polluants.....03

I.2.1. Les polluants organiques (les pesticides).....03

I.2.2. Les polluants inorganiques (les métaux lourds).....03

I.2.2.1. Définition des métaux lourds03

I.2.2.2. Origine des métaux lourds04

I.2.3. Les éléments traces métalliques (ETM).....04

I.2.3.1. Le cadmium (Cd)04

I.2.3.1.1. Les sources naturelles du cadmium04

I.2.3.1.2. Les sources anthropiques du cadmium04

I.2.3.1.3. Les effets du cadmium sur la sante humaine05

I.2.3.2. Le cuivre (Cu)05

I.2.3.2.1. les sources naturelles du cuivre.....05

I.2.3.2.2. Les sources anthropiques du cuivre06

I.2.3.2.3. Les effets du cuivre sur la santé humaine06

I.2.3.3. Le Zinc (Zn)	06
I.2.3.3.1. Les sources naturelles du zinc.....	06
I.2.3.3.2. Les sources anthropiques du zinc	07
I.2.3.3.3. Les effets du zinc sur la sante humaine	07
I.2.3.4. Le plomb (Pb)	07
I.2.3.4.1. Les sources naturelles du plomb	07
I.2.3.4.2. Les sources anthropiques du plomb	08
I.2.3.4.3. Les effets du plomb sur la sante humaine	08
I.3. Transport et devenir des métaux lourds dans les écosystèmes	08

Chapitre II : Généralité sur l'escargot *Helix aspersa*

II.1. Historique	09
II.2. Systématique.....	09
II.3. Anatomie général d' <i>Helix aspersa</i>	09
II.3.1. Le corps	10
II.3.2. La coquille	12
II.4. Biologie	14
II.4.1. Rythme d'activité	14
II.4.2. Alimentation	14
II.4.3. Hibernation	14
II.4.4. Croissance.....	15
II.4.5.Reproduction	15
II.5. Utilisation des escargots en ecotoxicologie	16

Chapitre III : Matériels et Méthodes

III.1. Récolte des échantillons	18
III.2. Station d'échantillonnage et leurs caractéristiques	18
III.2.1. Draa El gaid (St 01).....	18
III.2.2. Mardj Ouaman (St 02).....	18
III.2.3. Kherrata ville (St 03)	18
III.2.4. Bejaia ville (St 04).....	18
III.2.5. Universite de Tarda Ouzamour (St 05)	19
III.2.6. Aboudaou (St 06)	19
III.2.7. Ferme d'Amizour (St 07)	19
III.2.8. Ferme de Constantine (St 08).....	19
III.3. Matériels utilisés	20
III.4. Méthodologie	21
III.4.1. Pesée les individus d' <i>Helix aspersa</i>	21
III.4.2. Mesurage de la coquille des individus <i>Helix aspersa</i>	22
III.5. Analyse statistique des résultats	23

Chapitre IV : Résultats et Discussion

IV.1. Résultats	24
IV.1.1. Variation du poids moyen des individus <i>Helix aspersa</i> dans les différentes stations d'échantillonnages	24
IV.1.2. Variation du diamètre moyen de la coquille d' <i>Helix aspersa</i> dans les différentes stations étudiées.....	25
IV.1.3. Variation de la hauteur de la coquille des individus <i>Helix aspersa</i> au sein des huit stations étudiées.....	26
IV.2. Discussion	28

Conclusion29

Références bibliographiques

Annexes

INTRODUCTION

Introduction :

Prendre les mesures nécessaires pour supprimer ou limiter l'impact négatif des activités de l'Homme sur son environnement est un sujet d'actualité. En effet, ce dernier génère par ces activités une quantité de plus en plus importante de déchets gazeux, solides et liquides. La pollution peut-être classée selon la nature et le type du polluant, on parle ainsi de pollution physique, chimique, biologique et parfois de simples nuisances (**Popescu et Tuffs, 2009**).

Des centaines de polluants sont déversés chaque jour dans l'environnement. Parmi eux, les métaux lourds sont considérés comme des polluants graves de l'environnement à cause de leur rémanence et de leur tendance à la bioaccumulation dans les organismes vivants (**Harte *et al.*, 1991; Schuurmann et Markert, 1998**). Les métaux lourds peuvent ainsi affecter les organismes directement en s'accumulant dans leurs corps ou indirectement par transfert par le biais de la chaîne alimentaire (**Forstner et Wittman, 1983**).

L'accumulation des métaux lourds dans ces compartiments peut résulter à la suite de sérieux changements écologiques. L'une des causes sérieuses de leur persistance est la bioamplification de ces métaux dans la chaîne alimentaire (**Unlu et Gumgum, 1993**).

Un bioindicateur peut être défini comme une espèce animale, végétale ou fongique qui reflète l'état du milieu dans lequel elle vit. Il doit pour cela répondre à un certain nombre de critères, comme participer activement au fonctionnement de l'écosystème, être sédentaire, largement distribué et facile à identifier, être bioaccumulateur, tolérant ... (**Hopkin, 1989 ; Edward et Slingo, 1996**).

L'utilisation des animaux invertébrés pour l'évaluation des écosystèmes a une longue histoire dans les milieux aquatiques et terrestres (**Eijsackers, 2010**). Les mollusques gastéropodes terrestres pulmonés sont reconnus comme indicateurs biologiques appropriés, par leur grande capacité d'accumulation des éléments-traces métalliques (ou ETM) dont les plus fréquents sont Cd, Cu, Pb et Zn (**Berger et Dallinger, 1993 ; Cortet *et al.*, 1999**).

Cette propriété a été mise à profit pour utiliser les escargots terrestres comme bioindicateurs de la pollution par les ETM (**Coughtrey et Martin, 1976 ; Berger et Dallinger, 1993 ; Gomot-de Vaufleury et Pihan, 2000 ; Beeby et Richmond, 2002 ; Viard *et al.*, 2004 ; Notten *et al.*, 2005**).

De plus, l'effet toxique des substances organiques et inorganiques sur les escargots a été évalué par plusieurs chercheurs (**Viard *et al.*, 2004 ; Regoli *et al.*, 2006 ; Achuba, 2008 ; Godet, 2010 ; Beeby et Richmond, 2011**).

L'escargot terrestre appartenant à l'espèce *Helix aspersa* est un excellent bio-indicateur de pollution terrestre plus efficace que le ver de terre *Lumbricus terrestris* (**Gomot-de Vaufleury et Pihan, 2000**). En raison de sa sédentarité sur les sols et de son régime herbivore, il est aisément contaminé par les divers polluants présents dans l'air, le sol et la flore, d'où l'intérêt de son utilisation comme organisme test pour étudier l'influence des éléments-traces métalliques sur sa croissance (**Berger et Dallinger, 1993 ; Gomot, 1997 ; de Vaufleury et Gomot, 1998 ; Cortet *et al.*, 1999**).

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'effet de la pollution de l'environnement, sur la croissance corporelle des escargots de l'espèce terrestre *Helix aspersa*. Notre travail consiste en une étude morphométrique sur des individus adultes ramassés au niveau de huit stations à degrés de pollution différents.

La structure retenue dans ce manuscrit est la suivante :

- le premier chapitre englobe les différents types des polluants qui induisent à des effets toxiques et leur devenir dans les écosystèmes et les organismes.
- Le deuxième chapitre sera réservé à la présentation générale de l'espèce *Helix aspersa*.
- Le matériel et les méthodes employés afin de réaliser une étude biométrique, sont développés dans le troisième chapitre.
- Le quatrième chapitre représente les résultats obtenus et leurs discussions.
- Enfin, une conclusion générale accompagnée de perspectives termine ce travail.

CHAPITRE I

Polluants et Pollution

I.1. Définition de la pollution :

La législation européenne définit la pollution comme l'introduction directe ou indirecte, par suite de l'activité humaine, de substances ou de chaleur dans l'air, l'eau ou le sol. Cette dernière est susceptible de porter atteinte à la santé humaine ou à la qualité des écosystèmes que ce soit aquatiques ou terrestres (**Directive 2000/60/CE**).

I.2. Les différents types de polluants :

Il existe de nombreuses substances toxiques susceptibles de perturber les systèmes biologiques, des simples ions inorganiques jusqu'aux molécules organiques complexes.

I.2.1. Les polluants organiques (les pesticides) :

Les pesticides sont des substances organiques toxiques utilisées pour éliminer les espèces animales et végétales nuisibles. L'utilisation intensive de ces substances s'accompagne de nuisances qui peuvent conduire à la rupture de l'équilibre écologique et donner naissance à des produits dérivés dont la toxicité peut s'avérer plus accentuée et néfaste pour les êtres vivants (**Fournier, 2012**).

Les pesticides sont des formulations contenant une ou plusieurs substances chimiques, minérales ou organiques, synthétiques ou naturelles (**El Mrabet *et al.*, 2008**).

I.2.2. Les polluants inorganiques (Les métaux lourds) :

Les métaux lourds occupent une place prépondérante dans l'activité économique mondiale. Ils jouent un rôle stratégique dans certaines applications (**Boucheseiche *et al.*, 2002**). A la différence des autres contaminants, les métaux lourds sont des composés inorganiques. Ce sont des minéraux, très toxiques, même à des concentrations faibles (**Bourrinet *et al.*, 2008**). Leur caractère persistant signifie qu'ils ne se dégraderont jamais, ni dans l'environnement, ni lors de la transformation de produits alimentaires, ni dans le corps après ingestion. (**Boucheseiche *et al.*, 2002**).

I.2.2.1. Définition des métaux lourds :

La définition scientifique et technique des métaux lourds évoque leur densité élevée (dépasse 5g/ cm³), leur numéro atomique élevé, en général supérieur à celui du sodium (z=11) et leur pouvoir toxique pour les systèmes biologiques (**Bloundi, 2005 ; Ghali, 2008 ; Ineris, 2006**).

I.2.2.2. Origine des métaux lourds :

Les métaux lourds peuvent provenir de plusieurs sources, d'origines naturelles ou anthropiques. La dernière phase de la circulation d'un polluant dans la biosphère est la contamination des êtres vivants et donc la bioaccumulation dans l'organisme de ces derniers.

- **Origine naturelle :** la présence de métaux dans le milieu est d'origine naturelle, du fait de la nature géochimique des terrains drainés par les cours d'eaux (**Maanan et al., 2004 ; Glasby et al., 2004**).
- **Origine anthropique :** les métaux lourds sont issus des activités variées : l'industrie, le transport, l'agriculture, les exploitations minières, les décharges et les boues urbaines. Les activités anthropiques peuvent conduire à une augmentation des concentrations de métaux lourds dans la nature (**Boucheseiche et al. 2002**).

I.2.3. Les éléments traces métalliques :

I.2.3.1. Cadmium (Cd):

Il fait partie des éléments en trace métallique dits non essentiels (**Tukmen et al. 2005 ; Niquel., 2001**). Le cadmium est de symbole Cd et de numéro atomique 48 (**Annexe 01**). Ce métal se caractérise par une grande résistance à la corrosion et par son point de fusion assez bas. Il est considéré comme un bon conducteur d'électricité et ses produits dérivés ont une bonne résistance aux fortes températures (**Borchardt, 1985**).

I.2.3.1.1. Les sources naturelles du cadmium :

Les origines de cadmium sont multiples. Cet élément métallique est peu répandu dans la croûte terrestre. Il ne se trouve pas à l'état élémentaire dans la nature ; il est généralement présent dans les minerais de zinc ou de plomb. Le cadmium rejeté dans l'atmosphère provient de différentes sources naturelles comme les éruptions volcaniques,..... (**Ineris, 2011**).

I.2.3.1.2. Les sources anthropiques du cadmium :

L'apport de cadmium aux milieux côtiers provient, en partie du compartiment atmosphérique comme la fumée, la poussière, les fonderies des produits de l'incinération des matériaux recouverts de cadmium et peut également provenir des lessivages de terrains agricoles, renfermant des engrais (**Nriagu et Pacyna, 1988**).

D'autres objets incinérés pouvant aussi libérer du cadmium comme les peintures, les pvc (**Rapport 261 au sénat Français 2001**).

I.2.3.1.3. Les effets du cadmium sur la santé humaine :

Un taux élevé de cadmium étant corrélé à la baisse à la fois de la mobilité et de la concentration, il peut aussi provoquer une modification de la morphologie des spermatozoïdes (**Xu et al., 1993, Chia et al., 1994, pant et al., 2003**). Les fumées d'oxydes de cadmium sont considérées comme des irritantes pulmonaires sévères (**pillierre, 2007**).

Il a été démontré qu'une intoxication au cadmium, chez la femme enceinte, peut être à l'origine d'une diminution de la durée de la grossesse et du poids du nouveau-né. D'autres études ont pu démontrer que cette intoxication est liée également au dysfonctionnement du système endocrinien et / ou immunitaire chez l'enfant (**schoeters et al ; 2006**). En 1993, les données de l'évaluation du centre international de recherche du cancer (CIRC), ont conduit à classer le cadmium comme un élément cancérigène de catégorie 1 (cancérigène avéré par l'homme). L'exposition professionnelle au cadmium peut être considérée comme responsable d'une augmentation significative du taux de cancer du poumon et des ostéomalacies (ramollissement généralité des os par résorption diffuse des sels calcaires de la substance osseuse. (**Pillierre, 2007**).

I.2.3.2. Le cuivre (Cu):

Le cuivre est un élément chimique métallique de symbole Cu et de numéro atomique 29 (**Annexe 01**), il est indispensable au métabolisme des êtres vivants. (**Clemens, 2001., munozolivas, 2001**). Le cuivre est un cofacteur essentiel d'un grand nombre de protéine impliqué dans les réaction d'oxydoréduction liée a l'activité de l'oxygène moléculaire (**Moussaoui et al., 1999**).

I.2.3.2.1. Les sources naturelles du cuivre :

La quantité du cuivre dans l'écorce terrestre est de l'ordre de 0,03%, le cuivre est un métal que l'on trouve a l'état natif, on le trouve aussi dans la chalcopryrite (CuFeS_2), la chalcosine- (Cu_2S) , et la cuprite (Cu_2O) (**Anonyme.A, 2000**).

I.2.3.2.2. Les sources anthropiques du cuivre :

Selon **Amirad (2011) et Baruthio(1991)**, le cuivre est utilisé dans plusieurs domaines :

- Industrie : fils électriques, conduit pour les fluides, préservation de bois.
- Agriculture : insecticides, les antifongiques.
- Domaines médicales : antiseptique à usage externe, facteur nutritif pour les animaux (glauconite, glycérate, carbonate basique).

I.2.3.2.3. Les effets du cuivre sur la santé humaine :

Le manque de cuivre cause le syndrome de menke (**Plumlee et Ziegler, 2003**). Des études menées par des scientifiques montrent que des enfants exposés à long terme à des fortes concentrations du cuivre deviennent moins intelligents. elles provoquent aussi la maladie de wilson cette maladie se manifeste quand l'organisme humain reçoit des quantités importantes de cuivre et que le foie devient incapable de stocker son excès qui s'accumule en suite dans le cerveau et dans le cornée de l'œil [(**Karl et al., 2011**)., (**Chris. M et al., 2006**)] .

I.2.3.3. Le zinc (Zn):

Est un métal dit essentiel il est impliqué dans de nombreux processus physiologiques et il est donc indispensable à la vie d'un grand nombre d'organismes (**Hemalatha et al., 2006 ; Lafalrie ,2007**). Selon **Arnaudet Favier (1991)**, le zinc assure le métabolisme des acides nucléiques, des protéines, des glucides, il est indispensable pour certaines fonctions physiologiques telles que la croissance et la circulation ...etc (**Moussaoui et al., 1991**) .

I.2.3.3.1. Les sources naturelles du zinc :

Les sources naturelles dans l'environnement sont l'altération de roches (56%), le volcanisme (22%) et la végétation (**Lantzy et McKenzie, 1979 ; Phelan et al., 1982 ; Horowitz, 1985**) .Cependant, **Nriagu (1991 ; 1996)** a calculé que ces sources naturelles ne représentent qu'environ 7% des émissions totales de cet élément dans l'environnement, étant donné que la production et le traitement de minerai et les activités industrielles représentaient 75% et 18% respectivement, des émissions du Zn dans le milieu naturel.

I.2.3.3.2. Les sources anthropiques du zinc :

L'utilisation du zinc est très diverse. Le zinc est utilisé en industrie comme la métallurgie, constituants de nombreux alliages : oxyde de zinc, sulfate de zinc. il est utilisé en agriculture comme raticide (antifongique) ainsi en médecine comme antispasmodique et topique isolant (**Moussaoui et al., 1991**).

I.2.3.3.3. Les effets du zinc sur la santé humain :

Le zinc est un élément essentiel pour la croissance et la survie du corps humains il est nécessaire pour des nombreux processus métaboliques structural et catalytique. En revanche des fortes concentrations en zinc affectent le métabolisme des lipoprotéines qui augmentent les risques cardiovasculaires des personnes (**Foster et al., 2010**). Il provoque aussi les maladies coronarienne, hématologique et respiratoire (**Gilmour et al., 2006**). Il est aussi responsable de la dégradation de pancréas (**perez-quintanila et al, 2007**). Son axés provoque des effets indésirables chez les enfants et les femmes enceintes (**Johnson et al., 2011**). Dans les poissons la dose létale est comprise entre 0,5 et 5 mg l⁻¹ en Zn (**Moore et Ramamoorthy, 1984**). A la dose de 150 et 650mg, Zn est toxique chez l'homme, mais cette dose descend au- dessous de 6 g, elle est létale. Les troubles physiologiques humains causés par ce type d'intoxication dans un cas primaire, vont comprendre des nausées et des troubles du système respiratoire ainsi que par des affections cutanées Enfin, Zn est soupçonné être cancérigène pour l'homme (**Emsley, 1991 ; Yong et al., 1993**).

I.2.3.4. le plomb (Pb):

Le plomb est un métal gris bleuté, brillant, qui se ternit à l'air. Le plomb est un métal toxique sans rôle biologique (**Moussaoui et al., 1991**) . On peut le trouver à l'état natif, mais aussi et surtout sous forme de minerais comme la galène (PbS), l'anglésite (PbSO₄) (**Anonyme.A, 2000**).

I.2.3.4.1. Les sources naturelles du plomb :

Dans l'air, les émissions provenant de poussières volcaniques véhiculées par le vent sont reconnues importance mineure. (**Marchand et kantin, 1997**). Il se trouve en faible quantité, dans l'écorce terrestre 0,0016% (**Glinka, 1986**).

I.2.3.4.2. Les sources anthropiques du plomb :

Les sources principales étant encore à l'heure actuelle la combustion des carburants automobile ainsi que, les rejets atmosphériques sont principalement anthropique, des alliages divers, des câbles, des produits chimiques (pigments adjuvants de matière plastique), de la verrerie, des revêtements pour l'insonorisation, la radioprotection ou la lutte contre les vibrations (**Rauzy et Danjou ; 1996**).

I.2.3.4.3. Les effets du plomb sur la santé humaine :

Le plomb affecte le système nerveux, en cas d'intoxication massive l'effet neurotoxique du plomb traduit par une encéphalite convulsive pouvant aller jusqu'au décès, mais en cas d'intoxication moins sévère, son effet se traduit par des troubles neuroaux-comportement et les détériorations intellectuelles. Il affecte aussi la moelle osseuse et le sang en bloquant plusieurs enzymes nécessaire à la synthèse de l'hémoglobine, il a un effet sur le système cardiovasculaire, agit d'une part sur la production ou la libération de certaine hormone et d'autre part il exerce un effet toxique directe sur les différents types des cellules des os, son intoxication chronique constitue le saturnisme (**Pierre, 1998**).

I.3. Transport et devenir des métaux lourds dans les écosystèmes :

Lorsqu'ils ont été libérés dans l'environnement, les contaminants sont soumis à des processus de transport et de dispersion complexes à l'intérieur et entre les différents compartiments de la biosphère. La pollution peut alors concerner des sites très localisés, proches de la source de contamination ou alors être dispersée via l'atmosphère ou le milieu terrestre et aquatique. La répartition des contaminants à l'intérieur d'un écosystème donné, dépend des caractéristiques physiques et chimiques du milieu et des propriétés physico – chimiques des substances polluantes. Les propriétés physico – chimiques et la stabilité des composés toxiques. La nature du compartiment contaminé et les rythmes d'apports influencent l'exposition et la contamination des biocénoses. (**Mackay, 1991**).

CHAPITRE II

Généralité sur l'escargot

Helix aspersa

II.1. Historique :

Helix aspersa est un escargot très répandu sur la façade méditerranéenne algérienne, son aire de répartition écobiogéographique s'étend à toute l'Afrique du nord et en Europe ; l'espèce a été décrite par le zoologue Danois Otto Friedrich Müller en 1774.

II.2. Systématique :

Selon **Bonnet et al. (1990)** l'escargot *Helix aspersa* est classé comme suite :

Règne :	Animal
Embranchement :	Mollusques
Classe :	Gastropodes
Sous-classe :	Euthyneurs
Super-ordre :	pulmonés
Ordre :	Stylommatophores
Famille :	Helicidae
Genre :	Hélix
Espèce :	<i>Helix aspersa</i> (Müller, 1774)

II.3. Anatomie générale d'*Hélix aspersa* :

Helix aspersa, plus connu sous le nom d'escargot des jardins ou petit gris, est un mollusque gastéropode pulmoné stylomatophore appartenant à la famille des helicidae, c'est une espèce indigène aux rivages de la méditerranée et peut vivre de 2 jusqu'à 5 ans. 99% de l'activité de l'escargot, y compris ses repas, ont lieu de nuit avec un pic de 2 à 3h après la tombée de la nuit ; la fraîcheur nocturne et la rosée facilitent ses déplacements (**Chase, 1986**).

La taille d'un individu adulte entre 28 et 35mm pour un poids allant de 7g et plus, son corps entier peut loger à l'intérieur de la coquille enroulée en spire (**Duguzan, 1981**) (**Figure. 1**).

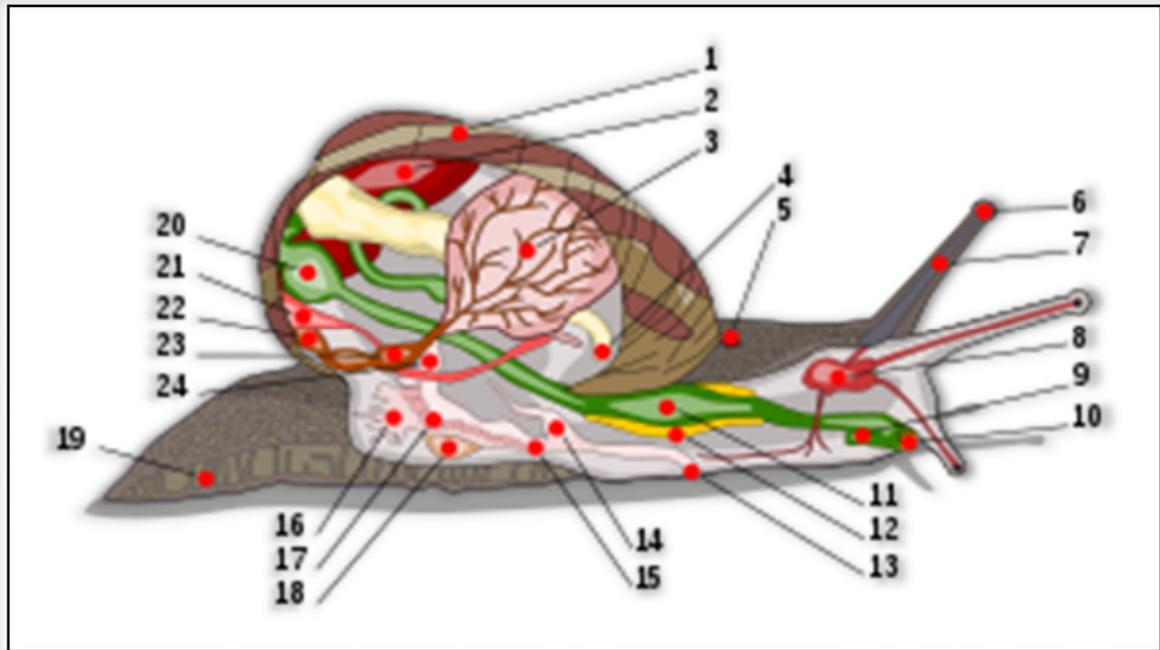


Figure 1 : Schéma en coupe de l'anatomie d'un escargot (**Quibik, 2007**)

1 : coquille ; 2 : foie ; 3 : poumon ; 4 : anus ; 5 : pore respiratoire ; 6 : œil ; 7 : tentacule ; 8 : cerveau ; 9 : conduit salivaire ; 10 : bouche ; 11 : panse ; 12 : glande salivaire ; 13 : orifice génital ; 14 : pénis ; 15 : vagin ; 16 : glande muqueuse ; 17 : oviducte ; 18 : sac de dards ; 19 : pied ; 20 : estomac ; 21 : rein ; 22 : manteau ; 23 : cœur ; 24 : canal déférent.

II.3.1. Le corps :

Le corps d'un escargot est constitué d'un pied unique, d'une tête et d'une masse viscérale enroulée qui est placée à l'intérieur de la coquille.

- **La tête** : *Helix aspersa* dispose de deux paires de tentacules rétractiles, appelées « cornes » ou « antennes » dans le langage familier. Dans la partie supérieure de la tête la première paire de « cornes » abrite les yeux mais la vue est un sens peu utilisé. Ils possèdent surtout un bulbe olfactif sous l'œil et la deuxième paire de tentacules est un organe olfactif et tactile (épithélium) qui est en revanche très utilisé par l'escargot. Son corps comporte un orifice génital impaire situé en arrière des tentacules, sur le côté droit de la tête, cet orifice assure une double fonction sexuelle male et femelle (**Figure.2**).



Figure 2 : Les deux paires de tentacules d'un escargot (Schmidt, 2008).

- **Le pied** : le pied d'*Helix aspersa*, est un organe qui soutient le corps et permet à l'escargot de progresser par reptation. Sa partie inférieure contient des glandes qui secrètent le mucus de façon continue, créant ainsi une trace évidente brillante derrière lui (**Figure. 3**).



Figure 3 : Ondes de contraction sur la face ventrale des pieds d'escargots (Pol, 2001)

Deux ouvertures sont localisées dans la partie supérieure du pied, près du bord de la coquille, ce sont l'ouverture respiratoire et l'anus (Bonnet, 1990) (**Figure. 4**).



Figure 4 : Orifice respiratoire chez l'escargot (Pol, 2006).

- **Le manteau :** c'est une enveloppe de peau qui abrite les viscères de l'escargot. En effet, cette partie du corps comporte le tube digestif, l'appareil circulatoire, les reins et les gonades.

Le manteau secrète dorsalement une coquille calcaire protectrice, il forme un repli postérieur délimitant une cavité palléale qui communique largement avec l'extérieur.

Le manteau abrite également les branchies ou débouchent les orifices extérieurs (Jean Marc Ridet, 1992).

L'importance du manteau est considérable, son rôle est doublé :

- En premier lieu il intervient dans la fabrication de la coquille. En effet, sa face externe est recouverte d'un tissu sécrétant différentes couches d'une substance organique : la conchyoline (Bellono *et al* ; 1971) ou la perlucine (Grégoire, 1961), abondamment imprégnée de sels calcaires ;
- En seconde lieu, la surface interne du manteau délimite avec la surface contigüe du corps, une cavité : la cavité palléale que l'on dénomme aussi parfois la cavité respiratoire.

II.3.2. La coquille :

Chez les Hélicidés, la coquille représente approximativement un tiers du poids total de l'escargot, elle est la clef d'identification des différentes espèces. Elle est souvent très régulière et peut prendre plusieurs formes, soit conique, spiralée ou hélicoïdale (Kiddy, 1999).

La coquille se compose à 99% de matière minérale, elle grossit avec l'escargot durant toute sa phase de croissance (Apia, 2004). La coquille est secrétée par un épais pli de peau qui couvre la masse viscérale. La surface de la coquille montre de nombreux stries de croissance parallèles, qui sont les témoins de différentes étapes de la croissance de l'escargot, elle contient aussi de trois à quatre spirales orientés dans le sens des aiguilles d'une montre (enroulement dextre) et qui part du sommet de la coquille appelée également apex (Désire, 1962) (Figure.5).

Sur une coquille sciée on peut voir un axe plein appelée la columelle autour duquel s'enroule le cône calcaire qui constitue la coquille (Désire, 1962).

La coquille est constituée de trois couches principales qui sont :

- **Le periostracum** : c'est une couche externe de matière protéique mince et composée d'une substance organique spécifique connue sous le nom de CONCHIOLIN, qui est la substance de base de formation de la coquille (Gireaud, 2008).
- **L'ostracum** : elle est beaucoup plus épaisse, formée de carbonate de calcium (CaCO_3) (Gireaud, 2008).
- **La nacre** : appelée aussi l'hypostracum, elle est formée par l'alternance de lamelles de CaCO_3 et de protéines, elle est responsable de la coloration de la coquille (Bonnet, 1990).



Figure 5 : Coquilles d' *Helix aspersa* (Sakho, 2013).

II.4. Biologie :

II.4.1. Rythme d'activité

L'activité des Helicidae est préférentiellement nocturne. Elle se synchronise avec la photopériode naturelle et débute au coucher du soleil. Les trois facteurs qui influencent cette activité est l'hygrométrie du milieu (air et sol), la température et la photopériode. (Tafoughalt-Benbellil, 2009).

II.4.2. Alimentation :

Helix aspersa est phytophage (phyllophage et sacciforme), coprophage (Ou frugivore), détritivore et parfois cannibale. Il peut s'attaquer aux plantes cultivées des jardins, causant parfois de gros dégâts aux récoltes. Il héberge dans son intestin une flore bactérienne qui participe à la digestion des végétaux. Les bactéries se maintiennent en vie durant l'estivation ou l'hibernation, en se nourrissant du mucus qui est sécrété par l'épithélium intestinal (Charrier *et al* ; 2006).

Selon Iglesias et Castillejo (1998), le petit gris s'alimente la nuit et se nourrit tout particulièrement de feuilles de la grande ortie appelée encore ortie dioïque ou ortie commune.

II.4.3. Hibernation :

Helix aspersa est un escargot terrestre, n'est actif que lorsque l'humidité est suffisamment élevée. Dans le cas contraire, l'animal se rétracte à l'intérieur de sa coquille qu'il obture par un voile muqueux (courte inactivité) ou par un *épiphragme*, ce qui lui évite la déshydratation. La photopériode et la température sont des variables saisonnières qui induisent les états d'inactivité. L'hibernation et l'estivation sont donc des réponses à des stress environnementaux prévisibles (Bailey, 1981 ; Aupinel et Daguzan, 1989 ; Aupinel et Bonner, 1996 ; Ansart et Vernon, 2003) (Figure. 6).



Figure 6 : Escargot en hibernation avec son épiphragme (Grobe, 2006)

II.4.4. Croissance :

En générale, la croissance naturelle jusqu'au stade adulte s'étale sur deux ans, si bien que les individus sont le plus souvent considérés comme sexuellement matures à partir du deuxième ou troisième été suivant leur naissance. Les facteurs qui influencent sur la croissance sont la température, l'éclairement (longueur d'onde, intensité et photopériode) (Aupinel et Daguzan, 1989).

La durée de vie moyenne d'un escargot en milieu naturel est de 6 à 7 années. Chez les adultes, l'accroissement du poids total du corps est alors dû presque uniquement à celui de la coquille. Quatre phases de croissance ont été définies en fonction de la taille, mais aussi de la différenciation sexuelle : la phase infantile, la phase juvénile, la phase adulte à croissance nulle et la phase sénile (Gomot et Enée, 1980).

II.4.5. Reproduction :

Helix aspersa est une espèce hermaphrodite protandre, la fécondation croisée étant le mode normal de reproduction de l'espèce (Figure. 7). Les œufs, d'un diamètre moyen de 3 mm, sont déposés dans un nid creusé dans la terre. Le nombre d'œufs par ponte est généralement compris entre 80 et 140 ; l'incubation dure entre 10 et 30 jours (Madec, 1989) (Figure. 8).

La période et le cycle de reproduction sont fonction de la localisation géographique des animaux, et notamment des facteurs température, humidité relative et photopériode. En milieu océanique, la période de reproduction s'étend d'avril à juillet et peut se prolonger de manière facultative en septembre et octobre. Par contre, en milieu méditerranéen « semi-aride », la reproduction se divise en deux périodes, entre octobre et décembre d'une part, et entre février et avril d'autre part (Madec, 1989).



Figure 7 : Accouplement de Petit-gris (Buron-Mousseau, 2014)



Figure 8: Œufs d'escargot (Astrid, 2011).

II.5. Utilisation des escargots en ecotoxicologie:

L'écotoxicologie revêt une importance primordiale pour l'évaluation de la qualité des écosystèmes et des biomes, elle s'intéresse particulièrement aux interactions entre les produits chimiques présents dans l'environnement et le biotope en englobant plusieurs domaines dont la mise au point de bioindicateurs tel que l'escargot *Helix aspersa* (Muller

1774); (Zoohomonymes : *Cantareus aspersus* ; *Cornu aspersum* (Müller, 1774) ; *Cryptomphalus aspersus* (Charpentier 1837)).

Plusieurs espèces d'escargot sont faciles à collecter, à élever, à identifier, et peuvent être trouvées presque partout. À travers la pluie et la rosée, les végétaux et le contact avec le sol superficiel, l'escargot est en contact avec divers contaminants qu'il absorbe par voie transcutanée, digestive ou respiratoire (**Gomot-deVaufleury et Pihan, 2000**).

Il peut accumuler dans sa coquille des minéraux comme le magnésium, des métaux toxiques comme le plomb (**Beeby et Richmond, 2011**) ou des radionucléides qui « mémorisent » ainsi une partie de son exposition passée à certains contaminants. L'escargot terrestre se déplace relativement peu et *bioaccumule* au cours de sa croissance de nombreux contaminants (**Meech et Standen, 1975 ; Coeurdassier et al., 2000 ; Coeurdassier et al., 2002 Gimbert et al., 2006 ; Achuba, 2008 ; Gimbert et al., 2008 ; Abdel Halim et al., 2013**).

La qualité de la croissance et de la reproduction de certains escargots donnent des indices sur le degré de pollution du sol, par des pesticides ou certains éléments-trace métalliques. Il permet par exemple l'évaluation de la teneur en chrome bioassimilable d'un sol ou de pesticides organophosphorés ou encore d'étudier la bioaccumulation de métaux lourds dans la partie du réseau trophique qui le concerne (**Russell et al., 1981 ; Gomot et al., 1989 Berger et Dallinger, 1993 ; Rabitsch, 1996 ; Heim et al., 2000 ; Ismert et al., 2000 ; Coeurdassier et al., 2001 ; Notten et al., 2005 ; Lee et al., 2010 ; Belhaouchet et al., 2012**).

L'accumulation des métaux est influencée par plusieurs facteurs environnementaux (comme la saison, le type de sol, ...) et les paramètres biologiques des escargots (l'espèce, l'âge, ...) (**Marigomez et al., 1986**).

Les escargots du genre *Helix*, élevés dans des conditions standardisées, peuvent être utilisés aussi bien comme organismes tests pour étudier la toxicité des métaux que comme bioindicateurs de la pollution terrestre (**Gomot et al., 1997 ; de Vaufleury et Gomot, 1998 ; Kramarz et al. 2009 ; Druart et al., 2012**).

CHAPITRE III

Matériels et Méthodes

Cette étude morphologique de l'escargot *Helix aspersa* a été réalisée pour comparer la croissance de cette espèce au niveau de sept stations relativement éloignées des sources de pollution.

III.1. Récolte des échantillons :

Des individus adultes (ceux qui ont une coquille bordée) de l'espèce *Hélix aspersa* ont été récoltés au hasard, sans suivre une méthode de prospection précise. La collecte a eu lieu dans différentes stations.

III.2. Stations d'échantillonnage et leurs caractéristiques:

III.2.1. Draa El gaid (St 01):

Le premier site concerné par cette étude est un endroit naturel matorral, loin de toute activité industrielle ou automobile, il est situé dans la commune de Draa el gaid à 9 km au sud-ouest du chef lieu de Kherrata. Cette station est située à 933 m d'altitude (latitude : 36°25'14.66'' N et longitude : 5°13'13.10'' E), elle couvre une superficie de 12016 H soit 120,16 km² caractérisé par un climat méditerranéen avec un été très chaud (classification de Koppen : CSA) et connue par son agriculture active tel que, la culture céréalière, n'utilisant aucun intrant d'origine chimique (**Figure 9**).

III.2.2. Mardj Ouamane (St 02):

Le deuxième échantillon est prélevé dans un espace montagnard (pelouse), situé dans la commune d'Amizour (latitude : 36°38'39'' N, longitude : 4°54'20'' E), ce site est loin de toute activité anthropique ou automobile (**Figure 9**).

III.2.3. Kherrata ville (St 03):

Le troisième site concerné par les prélèvements se situe sur les abords de la route nationale N°9 dans la région de Kherrata (latitude : 36°29'34'' N et longitude : 5°16'39''), cette localité est connue par une forte circulation automobile (**Figure 9**).

III.2.4. Bejaia ville (St 04):

Le quatrième site concerné par cette étude est situé dans la ville de Bejaia, zone tampon Parc National Goraya dont latitude (36°45'22.12''N) et longitude (5°03'47.12''E),

est caractérisé par un climat méditerranéen et un été chaud et une forte circulation automobile (**Figure 9**).

III.2.5. Université de Targa Ouzamour (St 05) :

Le cinquième échantillon est prélevé dans l'Université de A/MIRA de Bejaia (Campus Targa Ouzamour) sise à Bejaia dont latitude ($36^{\circ}45'3.16''N$) et longitude ($5^{\circ}2'6.74''E$) loin de toutes activités industrielles (**Figure 9**).

III.2.6. Aboudaou (St 06):

Le sixième échantillon est prélevé dans un espace vert, situé dans la commune de Tala Hamza à une altitude : $36^{\circ}42'06.14'' N$ et longitude : $5^{\circ}03'07.10''E$, caractérisé par une agriculture des plus intensives avec usage de plusieurs pesticides (**Figure 9**).

III.2.7. Ferme d'Amizour (St 07):

Le septième site concerné par cette étude est un champ Thawra Ziraia situé dans la commune d'Amizour, (latitude : $36^{\circ}41'33'16'' N$ et longitude : $4^{\circ}56'28.90'' E$). c'est un champ d'agrumes réputé à la production des oranges,. Au niveau de cette ferme, plusieurs produits phytosanitaires sont utilisés pour lutter contre les différents ravageurs comme l'ultracide, le Décis, le Thiodon, l'ovipronet le NPK monitorat) (**Figure 9**).

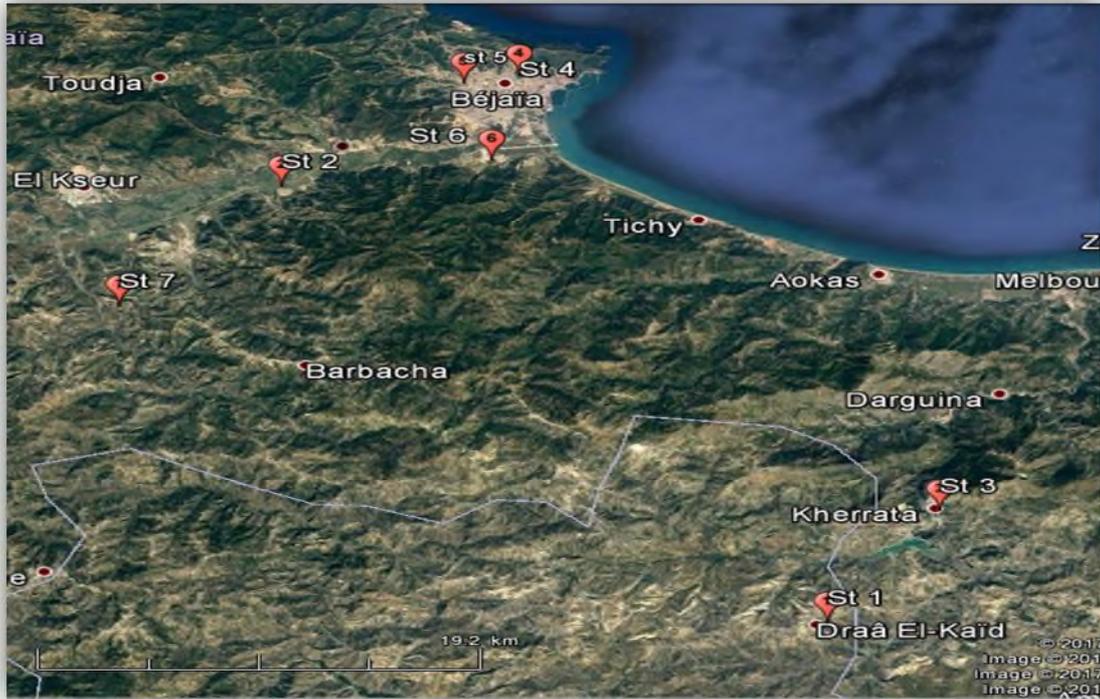


Figure 9: Cartographie des différentes stations d'échantillonnage (Google Earth).

Le nombre d'individus étudiés pour chacune des huit stations d'échantillonnage est résumé dans le tableau suivant (tableau I) :

Tableau 1 : Le nombre d'individus dans chaque station d'échantillonnage

Station	Draa El Gaid	Mardj Ouaman	Kherrata ville	Bejaia Ville	Université de Targa Ouzamour	Aboudaou	Ferme Amizour
Nombre d'individus	19	21	16	16	15	16	25

III.3. Matériels utilisés :

Dans cette étude, nous avons utilisé le matériel suivant :

- Une balance analytique de précision (Max : 600g /d=0,01g)(Figure. 10)
Utilisée pour peser les individus échantillonnés



Figure 10 : photographie de la balance analytique de précision

- **Un pied à coulisse numérique** : Utilisé pour mesurer le diamètre et la hauteur de la coquille des escargots (**Figure. 11**)



Figure 11: photographie du pied à coulisse numérique

III.4. Méthodologie :

Pour chaque individu, on a mesuré le poids de l'organisme, la hauteur (H) et le diamètre (D) de la coquille.

III.4.1. Pesée les individus d'*Helix aspersa*:

L'escargot est d'abord pesé par une balance analytique de précision (**Max : 600g /d=0,01g**) (**Figure. 12**).



Figure 12: photographie montre la prise du poids de *Helix aspersa*.

III.4.2. Mesurage de la coquille des individus *Helix aspersa*:

Van Osselaer et Trusch (2000), on définit que ya deux mesures de la coquille, la hauteur (H) et le diamètre (D) (Figure.13), ont été prises avec un pied a coulisse numérique (Figure.14et 15).

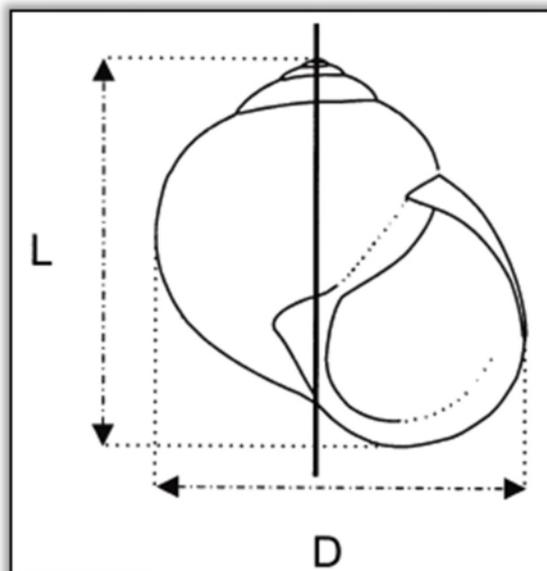


Figure 13 : Dessin schématique de la coquille d'*Helix aspersa*. La hauteur (H) et le diamètre (D) ont été définis en positionnant l'axe de torsion de la coquille perpendiculairement par rapport à l'horizon (Christan, V.O., Bernard, T.2000).



Figure 14: photographie montre la mesure de D



Figure 15: photographie montre la mesure de H

III.5. Analyse statistique des résultats :

Les différents résultats ont été comparé avec le test de student t, à l'aide du logiciel statistica et XLSTAT 2006.

CHAPITRE IV

Résultats

&

Discussion

IV.1. Résultats :

IV.1.1. Variation du poids moyen des individus *Helix aspersa* dans les différentes stations d'échantillonnages :

Les résultats obtenus dans cette étude, montrent clairement que le poids moyen des individus *Helix aspersa* varie au sein des différentes stations concernées par cette étude. En effets, le poids moyen varie entre 10,37 et 16,82g (**Tableau2 et Figure 16**).

La moyenne la plus élevée est enregistré au niveau de la station N°5 (Université de Targa Ouzamour) ou le poids moyen enregistré est de 16,82g. En revanche le poids moyen le plus faible est celui enregistré dans la ferme de Amizour avec un poids de 10,37g (**Tableau 2 et Figure 16**) (**Annexe N°06 et Annexe N°08**).

Les testes statistiques montrent une différence significative entre les escargots provenant des fermes et ceux des autres stations ($p < 0,001$).

Tableau 2 : Variation du poids moyen des individus *Helix aspersa* dans les différentes stations d'échantillonnages

Station	Draa El Gaid	Mardj Ouaman	Kherrata ville	Bejaia ville	Université de Targa Ouzamour	Aboudaou	Ferme Amizour
Poids Moyens (g)	13,86	13,74	12,62	11,66	16,82	10,25	10,37

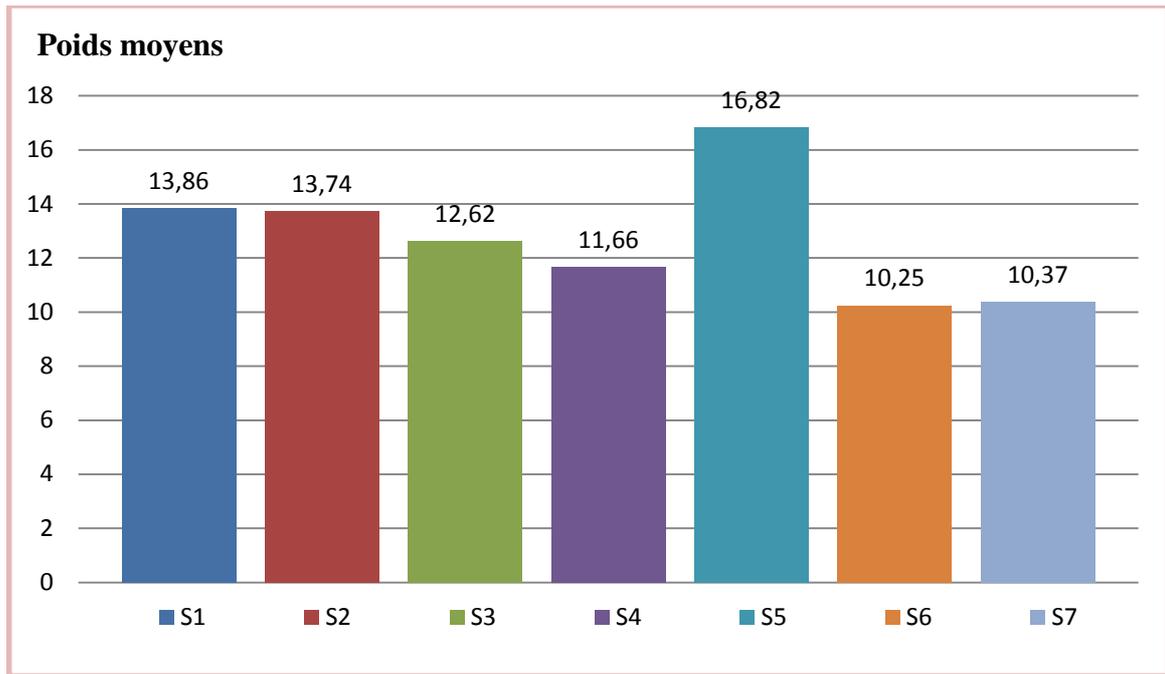


Figure 16 : Variation du poids moyen des individus selon les stations d'échantillonnages.

IV-1-2 : Variation du diamètre moyen de la coquille d'*Helix aspersa* dans les différentes stations étudiées :

Les données obtenues (Tableau 3 et Figure 17), montrent bien que le diamètre moyen de la coquille, diffère considérablement au sein des sept stations étudié. En effet, le diamètre moyen de la coquille varie entre 33,97mm et 41,07mm.

La valeur la plus élevée (41,04 mm) est détectée au niveau de la station N°5 située dans l'Université de Targa Ouzamour. Cependant, la valeur la plus faible est celle détectée au niveau de la ferme d'Amizour (33,97 mm) (Tableau 3 et Figure 17) (Annexe N°06 et Annexe N°08).

Le teste de Student révèle une différence significative entre les escargots provenant des fermes et ceux des autres stations ($p < 0,001$).

Tableau 3 : Variation du diamètre moyen de la coquille d'*Helix aspersa* dans les différentes stations étudiées :

Station	Draa El Gaid	Mardj Ouaman	Kherrata ville	Bejaia ville	Université de Targa Ouzamour	Aboudaou	Ferme amizour
Diamètre moyen (mm)	37,30	36,50	37,09	37,34	41,07	34,02	33,97

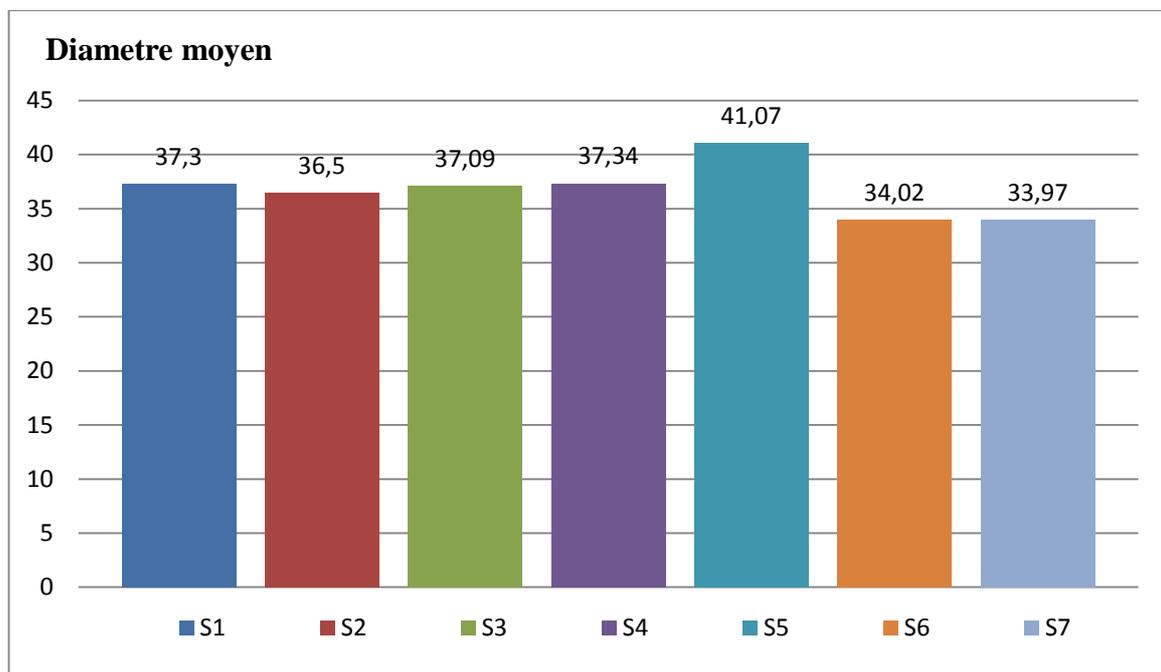


Figure 17 : Variation du diamètre moyen de la coquille des individus d'*Helix aspersa* dans les différentes stations étudiées.

IV-1-3 : Variation de la hauteur de la coquille des individus *Helix aspersa* au sein des septes stations étudiées :

L'ensemble des résultats obtenus, concernant la variation de la hauteur de la coquille au niveau des sept stations étudiées est représenté dans **la Figure 18** ainsi que **le Tableau4**.

Nos données, montrent que la hauteur moyenne de la coquille des escargots diffère au sein des différentes stations concernées par cette étude. La hauteur moyenne la plus élevée (39,48mm) est celle mesurée au niveau de la station N°5, situées dans Université de Targa

Ouzamour. D'un autre coté, la valeur la plus faible (31.87mm) est mesurée au niveau de la ferme de Amizour (**Tableau 4 et Figure 18**) (**Annexe N°06 et Annexe N°08**).

Après les analyses statistiques, une différence significative ($p < 0,001$) est détectée entre les escargots provenant de la ferme et ceux des autres stations.

Tableau 4 : Variation de la hauteur de la coquille des individus *Helix aspesra* au sein des sept stations étudiées

Station	Draa El Gaid	Mardj Ouaman	Kherrata ville	Bejaia ville	Universit de Targa Ouzamour	Aboudaou	Ferme Amizour
Hauteur Moyen (mm)	34,79	35,28	36,33	33,34	39,48	33,30	31,87

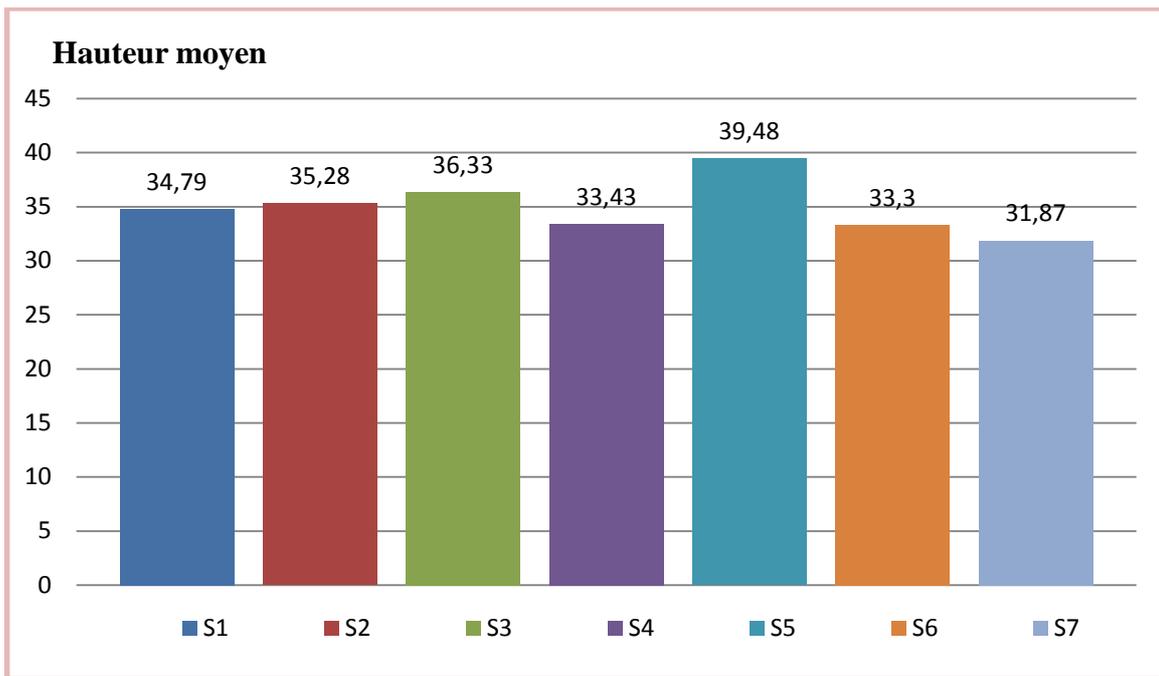


Figure 18 : Variation de la hauteur de la coquille des individus *Helix aspesra* au sein des sept stations étudiées.

IV-2 : Discussion :

Sur le plan biométrique, les résultats obtenus marquent une nette différence entre les mensurations morphométriques des échantillons d'escargots provenant des sept stations avec des tailles et des poids plus élevés chez les spécimens *Helix aspersa* ramassés à Université de Targa Ouazamour.

Nos résultats indiquent bien que le poids moyen et la hauteur (H) et le diamètre (D) moyen des individus *Helix aspersa* ramassés à l'Université de Targa Ouazamour sont largement supérieurs à celle de ferme d'Amizour . Ses résultats sont révélateurs d'une forte incidence de la pollution sur la croissance d'*Helix aspersa* au niveau de la ferme.

Plusieurs auteurs, rapportent que les différences morphométriques entre des escargots appartenant à la même espèce peuvent être dues à la nature des sols, de la végétation et aux effets toxiques des éléments-traces métalliques sur les organismes vivants (Gomot, 1997., Odendaal. et Reinecke, 2004). Il faut souligner qu'au niveau des fermes, l'environnement est continuellement soumis à des dépôts de plusieurs pesticides (Ali-Khodja. et Kebabi , 1998., Marzouki. *et al.*, 2005 ; Grara, 2011., Belhaouchet. *et al.*, 2012).

D'autre part, les poussières métalliques émises par les sources polluantes affectent fortement la plupart des fonctions vitales des végétaux et des animaux (Cooke. *et al.*, 1979., Oosthoek. *et al.*, 2005 ; INRA, 2007., Le Bras, 2007) dont les gastéropodes terrestres. L'escargot *Helix aspersa* est considéré comme l'un des bio-accumulateurs d'éléments-traces métalliques(ETM) les plus efficaces caractérisant les biotopes pollués (De Vaufleury. et Gomot, 1997).

Nous pouvons confirmer, à travers l'ensemble de nos résultats, que le gastéropode *Helix aspersa* connaît une croissance plus importante dans la station de l'Université de Targa Ouazamour qu'au niveau de celui de la ferme où sa croissance et son abondance sont fortement compromises en raison.

CONCLUSION

Conclusion :

Afin de répondre à l'objectif principal de cette étude et d'évaluer l'effet de la pollution de l'environnement, sur la croissance corporelle des escargots de l'espèce terrestre *Helix aspersa*. Notre travail consiste en une étude morphométrique faite sur des individus adultes ramassés au niveau de sept stations différents.

L'étude biométrique d'*Helix aspersa* fait ressortir une différence nette entre les résultats des mensurations des escargots provenant des huit stations échantillonnées avec un avantage de croissance en faveur des escargots provenant des milieux non agricoles. En effet, les résultats les plus faibles sont ceux des animaux échantillonnés au niveau de ferme.

Les résultats obtenus au cours de notre travail, ont permis de mettre en évidence les éléments suivants :

- Des poids et des tailles faibles ont été remarqués chez les individus prélevés dans les terrains agricoles avec une utilisation accrue de produits chimiques comparés à ceux provenant des stations naturelles loin de toute activité anthropique.
- La croissance des individus de l'espèce *Helix aspersa* est influencée par différents facteurs, qui affectent le diamètre (D) et la hauteur (H) de la coquille ainsi que le poids des individus.
- Une telle éventualité permettrait de dresser une carte des niveaux de pollution et d'évaluer les impacts de la pollution sur la flore et la faune à même de projeter des mesures conservatoires de la biodiversité régionale.
- Etudier plus de spécimens provenant de plusieurs localités afin de donner des résultats plus pertinents.
- Appairer l'étude de la variation morphométrique externe avec d'autres études écologiques, afin de donner avec précision les facteurs influençant cette variabilité.
- Effectuer les répétitions concerne les mesures dimensionnelles (D, H) de la coquille, ainsi que le poids de l'escargot, afin de minimiser les erreurs.
- Etablir les lois « sévères » afin de réduire les sources trophique des éléments traces métalliques (ETM) toxique, qui présentent un danger pour la santé publique et environnementale.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques:

1. **Abdel Halim, K.Y., Abo El Saad, A.M., Talha, M.M., Hussein, A.A. et Bakry, N.M. (2013).** Oxidative stress on land snail *Helix aspersa* as a sentinel organism for ecotoxicological effects of urban pollution with heavy metals. *Chemosphere*, 93 (6): 1131.
2. **Achuba, F.I. (2008).** African land snail *Achatina marginatus*, as bioindicator of environmental pollution. *North-Western Journal of Zoology*, 4 (1): 1-5.
3. **Ali-Khodja, H. et Kebabi, B. (1998).** Assessment of wet and dry deposition of SO₂ attributable to a sulfuric acid plant at Annaba, Algeria. *Environment International*, 24 (7): 799-807.
4. **Anonyme, A. (2000).** les oligo-éléments. Consulté en ligne le : 01 juin 2017 à l'url : <http://ademe.fr/partenaire/boues/page/F31.html>.
5. **Ansart, A. Vernon, P. (2003).** Cold hardiness in molluscs. *Acta Oecologica*, 24: 95-102.
6. **APIA (Agence de Promotion des Investissements Agricoles). (2004).** L'élevage d'escargots –Partie monographique. Ministère de l'Agriculture, de l'Environnement et des Ressources Hydrauliques, 108 p.
7. **Arnaud, J et Favier, A. (1999).** Ecotoxicologie (2ème édition) collection d'écologie N°9. P4, 5, 6 et 8.228p.
8. **Astrid, D. (2011).** Œufs d'escargot. Dans Escargots. Consulté en ligne le : 01 juin 2017 à l'url : <http://leblogdastrid.canalblog.com/archives/2011/10/27/22492885.html>.
9. **Aupinel, P. et Bonner, J.C. (1996).** Influence de la photopériode sur l'activité saisonnière de l'escargot Petit-Gris (*Helix aspersa* Müller). Effet spécifique sur la croissance et la reproduction. INRA (*Institut National de la Recherche Agronomique*) *Production Animale*, 9(1): 79-83.
10. **Aupinel, P., et Daguzan, J. (1989).** Étude du rôle de la photopériode sur l'activité métabolique des jeunes escargots « petits-gris » (*Helix aspersa* Müller) et mise en évidence de l'existence d'une phase photosensible. *Haliotis*, 19: 4755.
11. **Aupinel, P., Vrillon, L. et Bonnet., J.C. (1990).** L'escargot *Helix aspersa* (Biologie, élevage), INRA Éd., Collec. Du Laboratoire au terrain, 365 p.

12. **Bailey, S.E.R. (1981).** Circannual and circadian rhythms in the snail *Helix aspersa* Müller and the photoperiodic control of annual activity and reproduction. *Journal of Comparative Physiology*, 142: 89-94.
13. **Baruthio, F. (1991).** Toxicologie des éléments Tracés essentiels, in : Les oligo-éléments en médecine et en biologie. (partie, Ed, Lavoisier-Tec et doc) ; 281-299.
14. **Beeby, A. et Richmond, L. (2002).** Evaluating *Helix aspersa* as a sentinel for mapping metal pollution. *Ecological Indicators*, 1 (4): 261-270.
15. **Beeby, A. et Richmond, L. (2011).** Magnesium and the deposition of lead in the shell of three populations of the garden snail *Cantareus aspersus*. *Environmental Pollution*, 159 (6): 1667-1672.
16. **Belhaouchet, N., Djebbar, M.R., Meksem, L., Grara, N., Zeriri, I. et Berrebbah, H. (2012).** Evaluation of the biomarkers of the oxidative stress induced by a biopesticide : The Spinosad on an alternat model : *Helix aspersa*. *Journal of Applied Sciences Research*, 8 (8): 4199-4206.
17. **Bellono, E., Camusso, L. et De Stefani, A. (1971).** Encyclopédie du monde animale (Poissons – Invertébrés). Tome III. Librairie Aristide Quillait. Paris e(VII), pp.421-465.
18. **Berger, B. et Dallinger, R. (1993).** Terrestrial snails as quantitative indicators of environmental pollution. *Environmental Monitoring and Assessment*, 25: 6584.
19. **Bloundi, M.K. (2005).** Etude géochimique de la lagune de Nador (Maroc oriental) : Impacts des facteurs anthropiques. Thèse de Doctorat. Université Mohamed V, 238p.
20. **Bonnet, J.G., Aupinel, P. et Vrillon, J. L. (1990).** L'escargot *Helix aspersa*, biologie-élevage ; Institut National de l'Agronomi, paris, 124p.
21. **Borchardt, T. (1985).** Relationship between carbon and cadmium up take in *Mytilus* 11.edulis. *Mar. Biol* 85, 233-244.
22. **Boucheseiche, C., Crémille, E., Pelte, T., Pojer, K. (2002).** Pollution toxique et écotoxicologie : Notions de base. Guide technique N°7 du SDAGE Rhône-Méditerranée-Corse, 83p.
23. **Bouchet, P., Rocroi, J.P., Frýda, J., Hausdorf, B., Ponder, W., Valdes, A. et Warén, A. (2005).** Classification and nomenclator of gastropod families. *Malacologia: International Journal of Malacology, Conch Books: Hackenheim, Germany*, 47 (1, 2): 1-397.
24. **Bourrinet, P., Ramade, F., Remond-Gouilloud, M. (2008).** Pollution. cbhg.org/wp-content/uploads/2008/06/pollution-eu.pdf.

25. **Buron-Mousseau, F. (2014).** Accouplement de Petits-Gris. Dans Zoologie. Consulté en ligne le : 01 juin 2017 à l'url : <http://www2.aclyon.fr/enseigne/biologie/photosql/photos.php?RollID=images&FrameID=escargot1>.
26. **Charrier, M., Fonty, G., Gaillard-Martinie, B., Ainouche, K. et Andant, G. (2006).** Isolation and characterization of cultivable fermentative bacteria from the intestine of two edible snails *Helix pomatia* and *Cornu aspersum* (Gastropoda: Pulmonata). *Biological Research*, 39(4): 669-81.
27. **Chase, R. (1986).** Lessons from Snail Tentacles, *Chemical Senses*, 11 (4): 411-426.
28. **Chevalier, H. (1982).** Facteurs de croissance chez les Gastéropodes Pulmonés terrestres paléarctiques en élevage. *Haliotis*, 12: 29-46.
29. **Chia, R. C., Wuensch, K.L., Childers, J, chang, C., Cheng, B., Cesar-Romero, J., et Nava, S.A. (1994).** Comparison of family value among Chinese, Mexican, and American college students. *Journal of social behavior and personality*, 9, 249-258.
30. **Chris, M., Cater Michael, A., Mercer Julian, F.B., Sharon la fontaine. (2006).** Copper. Dependent interaction of glutaredoxin with the N-termini of the copper-ATPases (ATP7A and ATP7B) defective in Menkes and Wilson diseases. *Biochemical and biophysical research communication* volume 348, issue, 222.p 428-436.
31. **Christian, V.O. et Benrhard, T. (2000).** Variability of the genital system of *Helix pomatia* L., 1758 and *H. Lucorum* L., 1758 (Gastropoda: Stylommaphora), *The Malacological Society of London. J. Moll. Stud*, 66, 499-515.
32. **Clemens, R. (2001).** Molecular mechanisms of plant metal tolerance and homeostasis. P 475-486.
33. **Coeurdassier, M., Gomot-de Vaufléury, A. et Badot, P.M. (2000).** Dose dependent growth inhibition and bioaccumulation of hexavalent chromium in the land snail (*Helix aspersa aspersa*). *Environmental Toxicology and Chemistry*, 19 (10): 2571-2578.
34. **Coeurdassier, M., Gomot-de Vaufléury, A., Lovy, C. et Badot, P.M. (2002).** Is the epithelial cadmium uptake from soil important in bioaccumulation and toxic effects for snails. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 53: 425-431.
35. **Coeurdassier, M., Saint-Denis, M., Gomot-de Vaufléury, A., Ribera, D. et Badot, P.M. (2001).** The garden snail (*Helix aspersa*) as bioindicator of organophosphorus exposure: effects of dimethoate on survival, growth and

acetylcholinesterases activity. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 20:1951-1957.

36. **Cooke, M., Jackson, A., Nickless, G. et Roberts, D.J. (1979).** Distribution and speciation of cadmium in the terrestrial snail *Helix aspersa*. *Newsletter of Environmental Contamination and Toxicology*, 23(4, 5): 445-451.
37. **Cortet, J., Gomot de Vaufleury, A., Poinso-Balaguer, N., Gomot, L., Texier, C. et Cluzeau, D. (1999).** The use of invertebrate soil fauna in monitoring pollutant effects. *European Journal of Soil Biology*, 35 (3): 115-134.
38. **Coughtrey, P.J. et Martin, M.H. (1976).** The distribution of Pb, Zn, Cd and Cu within the pulmonate mollusc (*Helix aspersa* Müller), *Oecologia*, 23(4): 315-322.
39. **Daguzan, J. (1981).** Contribution à l'élevage de l'escargot petit-gris ; *Helix aspersa* Muller (mollusque gastéropode pulmoné stylommatophor). La reproduction et éclosion des jeunes en bâtiment et en condition thermo hygrométrique contrôlées. *Ann. Zootechnie*. 30, 249, 272.
40. **De Vaufleury, A. et Gomot, A. (1998).** Use of land snails to monitor environmental pollution. Laboratoire de Biologie et d'Écophysiologie, Besançon, France et Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie, Paris, France, 86 p.
41. **Désir, CH. et villeneuve, F. (1962).** L'escargot petit gris, livre de zoologie édition Bordas, paris, p 62,68.
42. **Directive 2000/60/CE.** Du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. Mis en ligne le 22 décembre 2000, consulte le 08 janvier 2009.
43. **Druart, C., Scheifler, R., Millet, M. et de Vaufleury, A. (2012).** Land snail eggs bioassays: a new tool to assess embryo toxicity of contaminants in the solid, liquid or gaseous phase of soil. *Applied Soil Ecology*, 53: 56-64.
44. **Edwards, J.M. et Slingo, A. (1996).** Studies with a flexible new radiation code I: choosing a configuration for a large-scale model. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 122: 689-719.
45. **Eijsackers, H. (2010).** Earthworms as colonisers: Primary colonisation of contaminated land and sediment and soil waste deposits. *Science of the Total Environment*. 408: 1759-1769.
46. **El Mrabet, Kh., Charlet, P. et Lalere, B. (2008).** Les pesticides. Laboratoire national de métrologie et d'essai. P2-7.

47. **Emsley, C. (1991).** The elements. Oxford University press-clarendon press, New York, 264pp.
48. **Forstner, U., Wittmann, G.T.W. (1983).** Metal Pollution in Aquatic Environment. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, 486.
49. **Foster, M., Petocz, p., Samman, S. (2010).** Effects of Zinc on plasma lipoprotein cholesterol concentration in humans. A meta-analysis of randomized controlled trials. *Atherosclerosis* 2010, 344-352.
50. **Fournier, J. (2012).** Pesticides : Fonctions et premiers développement, Edition technique de l'ingenieur.P2.
51. **Ghali, S. (2008).** *Étude de la carbonisation d'un précurseur végétal, les noyaux d'olives. Utilisations dans le traitement des eaux.* Mémoire de Magister. République Algérienne démocratique et populaire Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique. Université de 20 août 55-SKIKDA.
52. **Gimbert, F., de Vaufleury, A., Douay, F., Scheifler, F., Coeurdassier, M. et Badot, P.M., (2006).** Modelling chronic exposure to contaminated soil: A toxicokinetic approach with the terrestrial snail *Helix aspersa*. *Science Direct, Environmental Pollution*, 32: 866-875.
53. **Gimbert, F., Mench, M., Coeurdassier, M., Badot, P.M. et de Vaufleury, A. (2008).** Kinetic and dynamic aspects of soil-plant-snail transfer of cadmium in the field. *Science Direct, Environmental Pollution*, 152: 736-745.
54. **Gireaud, O. (2008).** Heliciculture. Consultable sur internet le 01 juin 2017 : <http://www.gireaud.net/heliciculture.htm>.
55. **Glasby, G.P., Szefer, P., Geldon, J., Warzocha, J., (2004).** Heavy-metal pollution of sediments from Szczecin Lagoon and the Gdansk Basin, Poland. *Science of the Total Environment* 330 (2004) 249–269.
56. **Glinka, N. (1986).** Chimie générale, Mouscou, Ed.Mir, 184-186.
57. **Godet, J.P. (2010).** *Intérêt des isopodes terrestres dans l'évaluation de la qualité des sols: recherche de paramètres indicateurs de la pollution par des éléments traces métalliques et contribution à la mise au point d'un outil écotoxicologique de terrain.* Thèse de Doctorat. Université de Lille 1, Sciences et Technologie, Discipline Écologie, 231 p.
58. **Gomot, A., Rerat, A., Nordmann, R. et Boudène, C. (1997).** Effets des métaux lourds sur le développement des escargots. Utilisation des escargots comme bio-

indicateurs de pollution par les métaux lourds pour la préservation de la santé de l'homme. *Bulletin de l'Académie nationale de médecine*, 181(1): 59-75.

59. **Gomot, A. (1997).** Dose-dependent effects of cadmium on the growth of snails in toxicity bioassays. *Archives Environmental Contamination and Toxicology*, 33: 209-216.
60. **Gomot, A., Gomot, L., Boukraa, S. et Bruckert, S.(1989).** Influence of soil on the growth of the land snail *Helix aspersa*. An experimental study of the absorption route for the stimulating factors. *Journal of Molluscan Studies*, 55: 1-8.
61. **Gomot, L. et Enée, J. (1980).** Biologie de la reproduction de l'escargot *Helix aspersa* Muller: la phase de croissance et de différenciation sexuelle. *Atti. Accad. Fisiocrit sienna*, 37; 73-85.
62. **Gomot-de Vaufleury, A. et Pihan, F. (2000).** Growing snails used as sentinels to evaluate terrestrial environment contamination by trace elements. *Chemosphere*, 40 (3): 275-284.
63. **Grara, N. (2011).** *Évaluation de la toxicité de certains polluants industriels sur un animal bioaccumulateur (gastéropode Helix aspersa): cas des métaux*. Thèse de Doctorat. Université Badji Mokhtar-Annaba, 280 p.
64. **Grégoire, C. (1961).** Structure of Conchiolin Cases of the Prisms in *Mytilus edulis* Linné. The Rockefeller University Press. *Journal of Biophysical and Biochemical Cytology*, 9: 395-400.
65. **Grobe, H. (2006).** Escargot en hibernation avec son épiphragme. Dans Wikipédia. Consulté en ligne le : 01 juin 2017 à l'url : http://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89piphragme#mediaviewer/Fichier:Helix_pomati_a_opercuum_hg.jpg.
66. **Harte, J., Holdren, C., Schneider, R., Shirley, C. (1991).** *Toxics A to Z, A Guide to Everyday Pollution Hazards*. University of California Press, Oxford, England, p. 478.
67. **Heim, M., Oehlmann, J. et Market, B. (2000).** Use of snails for soil quality assessment. *Global Environmental. Issues in the 21st Century: Problems, Causes and Solutions*, 3rd *Society of Environmental Toxicology and Chemistry World Congress*, 21-25 May, Brighton, Royaume-Uni.
68. **Hemalatha, S., Platel, K., Srinivasan, K. (2006).** Influence of heat processing on the bioaccessibility of zinc and iron from cereals and pulses consumed in India. *J Trace Elem Med Biol*; 21:1–7. doi: 10.1016/j.jtemb.2006.10.002.

69. **Hopkin, S.P. (1989).** Ecophysiology of metals in terrestrial invertebrates. Elsevier Applied Science, London, 245 p.
70. **Horowitz, A. (1985).** A primer on Trace Metal Sediment Chemistry, United States Geological Survey.
71. **Iglesias, J. et Castillejo, J. (1998).** Field observations on feeding of the land snail *Helix aspersa* Müller. Department of Animal Biology, Faculty of Biology, University of Santiago de Compostela, 15706 Santiago de Compostela, Spain. *Oxford Journals, Life Sciences, Journal of Molluscan Studies*, 65: 411-423.
72. **Ineris. (2011).** Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques : Cadmium et ses dérivés. Ineris-DRC-01-25590-V1, Version N°3.2-septembre.
73. **Ineris. (2006).** Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques, Arsenic et ses dérivés inorganiques. Institut national de l'environnement industriel et des risques, Paris.
74. **Inra. (2007).** La protection des plantes. Des stratégies de lutte intégrée. Rapport d'activité des technologies pour le développement, Institut National de la Recherche Agronomique du royaume du Maroc, 74 p.
75. **Ismert, M., Guillemain, C., Oster, T. et Bagrel, D. (2000).** Phase I and phase II enzyme activities in snail (*Helix aspersa*): sensitivity to atmospheric contamination by naphthalene. 17th International Symposium on Polycyclic Aromatic Compounds, Bordeaux, France.
76. **Jean-Marc, R., Roland, P., François, J. M. (1992).** Zoologie les protozoaires aux Metazoaires. Ellipses p 168, p 224.
77. **Johnson, F.O., Gilbreath, E.T., Ogden, L., Graham, T.C., Gorham, S. (2011).** Reproductive and developmental toxicities of zinc supplemented rats. *Reproductive toxicology* 31,134-143.
78. **Karl, H., Sumnera, J. L., Nathan, B.M. (2011).** The biogenic methanobactin is an affective chelator for copper in a rat model for Wilson disease. *Journal of trace element in medicine and biology*.25, 36-41.
79. **Kiddy, H. (1999).** Tout au sujet des escargots, p 36 ,38.
80. **Kramarz, P., De Vaufleury, A., Gimbert, F., Cortet, J., Tabone, E., Neumann, A.M., Krogh, P.H. (2009).** Effects of Bt-maize material on the life cycle of the land snail *Cantareus aspersus*. *Applied Soil Ecology*, 42: 236-242.

81. **Lafabrie, C. (2007).** Utilisation de *Posidonia oceanica*(L) Delile comme bio-indicateur de la contamination métallique. Thèse de Doctorat en écologie marine. Université De Corse 158p.
82. **Lantzy, R.J. et Mc Kenzie, F.T. (1979).** Atmospheric trace metals: global cycles and assessment of man's impact. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 43: 511-523.
83. **Le Bras, G. J. (2007).** Ecotoxicologie et Méthodes d'Investigation : les Bioindicateurs; version 2000 - 2007. Enseignement MI - ISA et Université Catholique de Lille, 87 p.
84. **Lee, L.E.J., Stassen, J., Mc Donald, A., Culshaw, C., Venosa, A.D. et Lee, K. (2002).** Snails as Biomonitors of Oil-Spill and Bioremediation Strategies. *Bioremediation Journal*, 6: 373-386.
85. **Maanan, M., Zourarah, B., Carruesco, C., Aajjane, A., Naud, J. (2004).** The distribution of heavy metals in the Sidi Moussa lagoon sediments (Atlantic Moroccan Coast). *Journal of African Earth Sciences* 39. 473–483.
86. **Mackay, D. (1991).** Multimedia environmental models the fugacity approach. Lewis publisher, chelsea.
87. **Madec, L. (1989).** *Etude de la différenciation de quelques populations géographiquement séparées de l'espèce Helix aspersa (Mollusque Gastéropode Pulmoné) : aspect morphologique, ecophysiologiques et biochimiques.* Thèse de 3^{ème} cycle. Université de Rennes I.
88. **Marchand, M. et Kantin, R. (1997).** Les métaux traces en milieu aquatique. *Océanis*. 23(4): 595-629.
89. **Marigomez, J.A., Angulo, E. et Saez, V. (1986).** Feeding and growth responses to copper, zinc, mercury and lead in the terrestrial gastropod *Arion ater* (Linnaeus), *Journal of Molluscan Studies*, 52: 68-78.
90. **Marzouki, L., Medjeldi, S., Aouai, E. et Amri, M. (2005).** Évaluation des conséquences sanitaires de la pollution industrielle engendrée par un site sidérurgique en Algérie. *Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement*, 66(3): 219–225.
91. **Meech, R.W. et Standen, N.B. (1975).** Potassium activation in *Helix aspersa* neurones under voltage clamp: A component mediated by calcium influx. *Journal of Physiology*, 249(2): 211–239.

92. **Miquel, M. (2001).** Les effets des métaux lourds sur l'Environnement et la Santé. Rapport office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques. Rapport Sénat N°261 : 360p.
93. **Moore, J.W. et Ramamoorthy, S. (1984).** *Metals in water, sediment and soilsystems.* Sprianger.Verlag, New York, 125.
94. **Müller, O.F. (1774).** *Vermium terrestrium et fluviatilium, seu animalium infusoriorum, helminthicorum, et testaceorum, non marinorum, succinct historia. Volumen alterum.* - pp. I-XXXVI [= 1-36], 1-214, [1-10]. *Havniæ & Lipsiæ.* Heineck et Faber, p. 59.
95. **Munoz, O. (2001).** Speciation related to humanhealth. In: Trace element speciation for environment, food and health, ebdon, L., L. Pitts, R. Cornelis, H. Crews, O.F. X. Donard and P. Quevauviller (Eds.). The Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK, pp: 331-353.
96. **Notten, M.J.M., Oosthoek, A.J., Rozema, J. et Aerts, R. (2005).** Heavy metal concentrations in a soil-plant-snail food chain along a terrestrial soil pollution gradient. *Environmental Pollution*, 138: 178-190.
97. **Nriagu, J. O., Pacyna, J. (1988).** Quantitative assessment of worldwide contamination of air, water and soils by trace metals. *Nature* 333: 134-139
98. **Nriagu, J.O. (1991, 1996).** Human influence on the global cyclingof traces metals. In: J.D. Farmer (Ed.), *Heavy Metals in the Environment.* CEP Consultants, Edinburgh, pp. 1-5.
99. **Odendaal, J.P. et Reinecke, A.J. (2004).** Effect of Metal Mixtures (Cd and Zn) on Body Weight in Terrestrial Isopods. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 46: 377-384.
100. **Oosthoek, A.J.P., Rozema, J. et Aerts, R. (2005).** Heavy metal pollution affects consumption and reproduction of the landsnail *Cepaea nemoralis* fed on naturally polluted *Urtica dioica* leaves. *in: Origin, transfer and effects of heavy metals in a soil plant-snail food chain in polluted ecosystems of Biesbosch National Park.* Martje, J.M. Notten Editor, Amsterdam, the Netherlands, pp. 100-118.
101. **Pant, H.K., Rechcigl, J. E., Adjei, M. B. (2003).** Carbonsequestration in wethandis. Concept and estimation, the food Agric. Environ., 1(2). Pp.308-313.
102. **Perez-Quintanilla, D., Sanchez, A., Del Hierro, L., Fajardo, M., Sierra, L. (2007).** Preparation, characterization, and Zn (2+) adsorption behavior of chemically

modified MCM-41 with 5-mercapto-1-methyltetrazole. *J Colloid interface Sci.* 313(2), 551-562.

103. **Phelan, J.M., Finnegan, D.L., Ballantine, D.S., Zoller, W.H., Hart, M.A. et Moyers, J. (1982).** Airborne aerosols measurements in the quiescent plume of Mount St. Helen in September, 1980. *Journal of Geophysics Research*, 90(1093-1096).
104. **Pierre, D. (1998).** Les métaux lourds : Centre universitaire de formation sur l'environnement France. P1, 2.2p.
105. **Pillière, F. (2007).** Département Etudes et assistance médicales, INRS. Tableaux de maladies professionnelles. *Journal Officiel* n° 291 du 15 December 2007.
106. **Plumlee, G.S. et Ziegler, T.L. (2003).** The medical geochemistry of dust, soils and other earth materials in : B.S. Lollar (Ed) *Environmental Geochemistry treatise on geochemistry*. Elsevier. Pergamon, Oxford, p.264-310.
107. **Pol, D. (2001).** Ondes de contraction sur la face ventrale des pieds d'escargots. Dans *Biologie animale : Locomotion*. Consulté en ligne le : 01 juin 2017 à l'url : <http://www.fondationlamap.org/fr/page/12076/biologie-animale-fonctions-de-relation>.
108. **Pol, D. (2006).** Orifice respiratoire chez l'escargot. Dans *Biologie animale Respiration*. Consulté en ligne le : 03 juin 2016 à l'url : <http://www.fondationlamap.org/fr/page/11565/respiration>.
109. **Quibik, C. (2007).** Schéma en coupe de l'anatomie d'un escargot. Dans Wikipédia. Consulté en ligne le : 01 juin 2017 à l'url : http://fr.wikipedia.org/wiki/Escargot#mediaviewer/Fichier:Scheme_snail_anatomy_numbers.svg.
110. **Popescu, C.C. et Tuffs, R.J. (2009).** Modelling the SEDs of spiral galaxies. *European Astronomical Society Publications Series*, 34: 247-256.
111. **Rabitsch, W.B. (1996).** Metal accumulation in terrestrial pulmonates at a lead/zinc smelter site in Arnoldstein, Austria. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 56(3): 475-482.
112. **Rapport N°261 du Sénat français. (2001).** Déposé le 5 avril 2001. Rapport N°2979, Assemblée nationale.
113. **Razys, S. et Dandjouj. (1996).** le plomb dans les eaux douces, eaux naturelles superficielles et eaux souterraines- in : aspect analytique du plomb dans l'environnement. (Paris, Ed, Lavoisier, Tech et Doc) ; 57-58.

114. **Regoli, F., Gorbi, S., Fattorini, D., Tedesco, S., Notti, A., Machella, N., Bocchetti, R., Benedetti, M. et Piva, F. (2006).** Use of the Land Snail *Helix aspersa* as Sentinel Organism for Monitoring Ecotoxicologic Effect of Urban Pollution: An Integrated Approach. *Environnemental Health Perspectives*, 114: 63-69.
115. **Russell, L.K., Haven de, J.J. et Botts, R.P. (1981).** Toxic effects of cadmium on the garden snail (*Helix aspersa*). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 26: 634-640.
116. **Sakho, N. (2013).** Coquilles de Petits-gris. Dans MissAchatine et ses coquilles. Consulté en ligne le : 03 juin 2016 à l'url : <http://missachatine.blogspot.com> .
117. **Schmidt, D.C. (2008).** Les deux paires de tentacules d'un escargot. Dans Wikipédia. Consulté en ligne le : 01 juin 2017 à l'url : http://fr.wikipedia.org/wiki/Escargot#mediaviewer/Fichier:Brazilian_Snail.jpg.
118. **Schoeters, G., Den Hond, E., Zuurbier, M., Naginiene, R., Van den Hazel, P., Stilianakis, N., Ronchetti, R., Koppe, J.G. (2006).** Cadmium and children: exposure and health effects. *Acta Paediatr.* 95 (Suppl.), 50–54.
119. **Schuurmann, G., Markert, B. (1998).** Ecotoxicology, Ecological Fundamentals, Chemical Exposure and Biological Effects. John Wiley & Sons Inc. and Spektrum Akademischer Verlag, 900.
120. **Tafoughalt-Benbellil, S. et Moussaoui, A. (1999).** contribution à l'étude de l'accumulation des métaux lourds (Zn, Cu, Pb, Cd) par la sardine, *sardina pilchard (walbonni, 1972) du Golf de Bejaia*, Mémoire de magister, Université de Bejaia, p3, 4, 5,6.
121. **Tafoughalt-Benbellil, S. (2009).** Etude de l'influence de la durée de la photopériode et de la température sur la croissance et la reproduction des escargots de l'espèce *Helix aperta Born (Gasteropoda : Helicidae)*. Thèse de doctoral. Université de Bejaia.
122. **Turkmen, A., Turkmen, M., Tepe, Y., Akyurt, I. (2005).** Heavy metals in three commercially valuable fish species from Iskenderun Bay, Northern East Mediterranean Sea, Turkey. *Food Chemistry* 91: 167-172.
123. **Unlu, E., Gumgum, B. (1993).** Concentrations of copper and zinc in fish and sediments from the Tigris River in Turkey. *Chemosphere*, 26 (11): 2055–2061.
124. **Van Osselaer, C.H., Tursch, B. (2000).** Variability of the genital system of *Helix pomatia L., 1758* and *Helix lucorum L., 1758*(Gasteropoda: Stylommatophora). *J. Moll.Stud.* (2000). 66, 499-515.

125. **Viard, B., Maul, A. et Pihan, J.C. (2004).** Standard use conditions of terrestrial gastropods in active bio-monitoring of soil contamination. *Journal of Environmental Monitoring*, 6: 103-107.
126. **Xu, K., Tang, Y., Grifo, J. A., Rosenwaks, Z., Cohen, J. (1993).** In: primer extension preamplification for detection of multiple genetic loci from single human blastomeres, *doc*; 8(12):22 p 06-10.
127. **Young, P.E. Richman, A.M., Ketchum, A.S., Kiehart, D.P. (1993).** Morphogenesis in *Drosophila* requires no muscle myosin heavy chain function. *Genes. Dev* 7(1): 29-41.

ANNEXES

Annexe N 01

Tableau périodique

Cu,Zn,Cd et Pb

1A																	VIIA	He						
1	2											3	4	5	6	7	8	9	10					
H	Li	Be																	B	C	N	O	F	Ne
3	4																	5	6	7	8	9	10	
Na	Mg																	Al	Si	P	S	Cl	Ar	
11	12																	13	14	15	16	17	18	
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr							
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36							
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe							
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54							
Cs	Ba	*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn							
55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86							
Fr	Ra	**	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Fl	Uup	Lv	Uus	Uuo							
87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118							
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106							
* Lanthanides	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu									
** Actinides	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr									

Annexe N°02

Résultats des mesures de différents paramètres étudiés au niveau de la station N°01 Draa
El gaid

ECHANTION	POID	DIAMETRE	LONGEUR
1	12,25	33,82	34,34
2	11,85	33,05	34,02
3	12,33	33,6	33,65
4	15,91	38,38	36,68
5	13,32	37,33	35,08
6	16,29	41,36	40,49
7	13,68	38,38	33,59
8	15,83	40,18	37,28
9	12,17	35,96	35,02
10	13,02	37,34	36,05
11	16,65	40,4	37,4
12	15,86	38,15	36,41
13	14,11	35,99	34,03
14	15,89	35,43	32,4
15	12	36,91	32,55
16	12,22	38,88	32,42
17	12,89	36,62	32,32
18	12,04	40,98	33,85
19	14,98	35,9	33,44
TOTAL	263,29	708,66	661,02

Annexe N°03

Résultats des mesures de différents paramètres étudiés au niveau de la station N° 02 Mardj
Ouaman

ECHANTION	POID	DIAMETRE	LONGEUR
1	11,16	36,37	36,5
2	11,25	32,66	33,45
3	12,37	35,54	34,14
4	15,45	38,43	35,72
5	12,37	36,47	32,76
6	16,69	38,98	37,13
7	16,01	37,88	37,58
8	15,95	37,98	36,02
9	14,55	37,62	35,01
10	16,71	39,26	38,1
11	13,42	36,73	36,01
12	14,38	37,02	36,44
13	16,11	37,87	36,58
14	11,99	36,01	35,14
15	11,9	35,56	33,54
16	11,86	37,33	33,85
17	10,91	36,63	35,23
18	12,71	36,59	32,32
19	14,91	38,52	37,11
20	13,83	37,84	33,35
21	14,09	35,16	34,9
TOTAL	288,62	776,45	740,88

Annexe N°04

Résultats des mesures de différents paramètres étudiés au niveau de la station N°3 Kherrata ville

ECHANTION	POID	DIAMETRE	LONGEUR
1	11,41	38,71	37,9
2	10,62	31,41	32,6
3	13,87	37,37	36,08
4	10,88	31,15	33
5	12,24	33,16	32,1
6	14,17	38,53	37
7	17,81	40,51	39,76
8	14,52	40,31	41,1
9	11,32	39,25	38,77
10	14,18	39,74	39,91
11	10,67	37,5	36,15
12	15,44	39,66	38,01
13	11,33	38,49	35,4
14	13,02	36,46	36,15
15	10,14	34,14	33,51
16	10,29	37,15	33,83
TOTAL	201,91	593,54	581,27

Annexe N°05

Résultats des mesures de différents paramètres étudiés au niveau de la station N° 04 Bejaia ville

ECHANTION	POID	DIAMETRE	LONGEUR
1	10,29	37,15	33,83
2	9,06	33,94	33
3	12,18	39,66	35,24
4	11,98	39,06	37,17
5	14,28	38,01	37,28
6	9,45	36,7	35,85
7	10,44	33,64	32,26
8	11,94	33,01	32,74
9	10,39	34,88	33,13
10	12,92	39,19	36,5
11	9,76	37,28	34,74
12	11,73	39,46	36,79
13	11,51	33,54	32,56
14	13,88	37,85	36,28
15	12,58	37,65	36,11
16	14,28	46,48	45,24
TOTAL	186,67	597,5	534,89

Annexe N°06

Résultats des mesures de différents paramètres étudiés au niveau de la station N°05
Université de Targa Ouzamour

ECHANTION	POID	DIAMETRE	LONGEUR
1	22,8	40,5	42,3
2	14,25	37,14	30,6
3	17,1	40,88	38,85
4	24,53	47,26	46,56
5	13,1	41,69	38,03
6	16,55	42,96	38,07
7	22,72	46,91	43,4
8	19,96	43,33	40,4
9	19,2	44,41	43,58
10	17,14	41,98	42,77
11	12,52	40,16	37,76
12	16,32	40,79	39,13
13	10,04	34,6	37,02
14	11,54	35,72	37,37
15	14,44	37,68	36,32
TOTAL	252,21	616,01	592,16

Annexe N°07

Résultats des mesures de différents paramètres étudiés au niveau de la station N° 06
Aboudaou

ECHANTION	POID	DIAMETRE	LONGEUR
1	11,58	35,41	35,35
2	10,93	35,07	34,16
3	11,46	35,74	35,94
4	15,04	36,83	37,09
5	12,85	36,13	37,1
6	9,32	32,93	30,47
7	9,45	33,77	31,89
8	9,61	34,13	32,81
9	8,31	30,72	30,31
10	8,28	29,43	30,74
11	9,5	33,33	33,18
12	8,54	33,92	33,02
13	12,04	36,04	34,03
14	10,67	35,15	32,82
15	8,88	33,02	32,33
16	7,52	32,72	31,53
TOTAL	163,98	544,34	532,77

Annexes N°08

Résultats des mesures de différents paramètres étudiés au niveau de la station N° 07 Ferme d'Amizour

ECHANTION	POID	DIAMETRE	LONGEUR
1	10,77	35,17	32,12
2	11,9	32,36	33,15
3	10,17	34,08	29
4	11,36	37,27	35,6
5	11,01	36,65	34,09
6	7,78	31,8	28,78
7	10,28	34,08	34,27
8	11,5	34,22	33,04
9	7,22	32,05	28,62
10	8,61	37,65	29,75
11	12,33	36,53	33,91
12	8,82	31,99	32,48
13	7,03	30,7	31,31
14	8,88	31,36	28,73
15	12,27	35,4	33,48
16	11,55	32,36	30,08
17	11,11	33,29	31,93
18	12,08	39,4	37,97
19	12,09	36,34	34,71
20	11,68	32,28	31,84
21	11,23	34,66	32,66
22	9,44	30,71	28,85
23	9,49	35,67	31,52
24	9,09	31,13	26,49
25	11,65	32,12	32,39
TOTAL	259,34	849,27	796,77

Annexe N°09

Résultats des mesures de différents paramètres étudiés au niveau de la station N°08 Ferme de Constantine

ECHANTION	POID	DIAMETRE	LONGEUR
1	9,95	30,04	29,9
2	10,9	32,46	34,13
3	8,28	38,85	32,06
4	9,48	36,8	35,12
5	7,83	29,15	27,3
6	10,04	33,53	30
7	10,53	35,04	32
8	9,08	34,36	33,37
9	8,19	31	28,62
10	7,85	30,46	27,58
11	9,63	34,36	33,31
12	10,43	33,53	35,33
13	8,8	30,56	29,45
14	12,06	30,7	30,69
15	7,89	29,6	27,77
16	8,74	30,07	29,1
17	8,02	31,45	30,07
18	6,83	27,89	26,95
19	11,69	35	32,3
20	12,9	32,42	32,42
TOTAL	179,17	614,85	617,47

Résumé :

Notre travail a pour objectif, d'évaluer l'effet de la pollution de l'environnement, par les métaux lourds, sur la croissance corporelle des escargots de l'espèce terrestre *Helix aspersa*. Notre travail consiste en une étude morphométrique faite sur des individus adultes ramassés au niveau de huit stations différents.

L'étude biométrique d'*Helix aspersa* fait ressortir une différence nette entre les résultats des mensurations des escargots provenant des huit stations échantillonnées avec un avantage de croissance en faveur des escargots provenant des milieux non agricoles. En effet, les résultats les plus faibles sont ceux des animaux échantillonnés au niveau des deux fermes.

Mots-clés :

Helix aspersa, croissance, pollution, métaux lourds, étude morphométrique.

Abstract:

Our work aims to evaluate the effect of environmental pollution by heavy metals on the body growth of snails of the terrestrial species *Helix aspersa*. Our work consists of a morphometric study carried out on adult individuals collected at the level of eight different stations.

The biometric study of *Helix aspersa* revealed a clear difference between the results of snail measurements from the eight stations sampled with a growth advantage in favor of snails from non-farming environments. Indeed, the lowest results are those of the animals sampled at the level of the two farms.

Keywords:

Helix aspersa, growth, pollution, heavy metals, morphometric study