



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE



UNIVERSITE Abbes LAGHROUR Khenchela

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT D'ÉCOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

MEMOIRE DE MASTER ACADEMIQUE

Filière: Sciences Ecologiques

Option: Ecologie Fondamentale et Appliquée

Thème

Evaluation de la pollution atmosphérique (Briqueteries) de quelques biotopes de la wilaya de Khenchela par l'utilisation d'une espèce bioindicatrice *Cantareus aspersus* (Muller 1774).

Présenté par:

M. HAMDI & M. ZERDOUME Sabri

JURY:

Président:	Mme. OUANES. M	MCB. Université Abbes LAGHROUR Khenchela
Encadreur :	M. LARBA. R	MCB. Université Abbes LAGHROUR Khenchela
Examineur:	Mme. MEZHOUD. A	MAA. Université Abbes LAGHROUR Khenchela

Année universitaire: 2020/2021

Liste des tableaux

Tab	Titre	Page
1	localisation géographiques des sites d'échantillonnage	5
2	Tableau des données climatiques	6
3	Echelle de la texture	7
4	Classification des sols d'après leur teneur en matière organique	8
5	La gamme de Ph eau des sols	9
6	Echelle de salinité du sol	9
7	Classification des sols d'après leur teneur en calcaire.	10
8	Réalisation de la gamme d'étalonnage pour la quantification des protéines	21
9	Paramètres physico-chimiques du sol des 4 sites étudiés pendant les mois de Mars, Avril et Mai 2021 (m±s, n=3).	22
10	Evaluation de l'activité de l'acétylcholinestérase (pMol/Min/Mg de protéines) dans la tête de <i>Cantareus aspersus</i> récoltés dans différent sites (m±s ; n=4).	24
11	Evaluation de l'activité de l'acétylcholinestérase (µMol/Min/Mg de protéines), dans la tête de <i>Cantareus aspersus</i> récoltés dans différent sites. Analyse de la variance à deux critères de classification.	25
12	Taux de glutathion S-transférase (µMol/Mg de protéines), dosées dans l'hépatopancréas de <i>Cantareus aspersus</i> récoltés dans différent sites (m±s ; n=4).	26
13	Taux de glutathion S-transférase (µMol/Mg de protéines), dosées dans l'hépatopancréas de <i>Cantareus aspersus</i> récoltés dans différent sites. Analyse de la variance à deux critères de classification.	27

Liste des figures

Fig	Titre	Page
1	Localisation géographique des sites d'échantillonnage (1 : Fais, 2 : Kais, 3 : El-Hamma)	6
2	Morphologie de <i>Cantareus aspersus</i> (Müller, 1774).	11
3	Voies et sources (l'exposition (et de transfert potentiel) des mollusques gastéropodes aux polluants.(sheifler et al. 2002).	13
4	Anatomie externe (A) et interne (B) de l'escargot.(www.google.fr).	15
5	Anatomie interne d'un escargot (www.nature-scientia.com).	16
6	Les différents organes prélevés (la tête et l'hépatopancréas).	18
7	Dosage des protéines et droite de régression exprimant l'absorbance en fonction de la quantité d'albumines (μg).	23
8	Evaluation de l'activité de l'acétylcholinestérase (pMol/Min/Mg de protéines) dans la tête de <i>Cantareus aspersus</i> récoltés dans différent sites ($m \pm s$; n=4).	24
9	Taux de glutathion S-transférase ($\mu\text{Mol/Mg}$ de protéines), dosées dans l'hépatopancréas de <i>Cantareus aspersus</i> récoltés dans différent sites ($m \pm s$; n=4).	26

List d'abréviation

AChE : Acétylcholinestérase

DNTB : dithio bis-2-nitrobenzoate

CO : Concentration de l'homogénat en protéines (mg /g de tissu).

GST : glutathion S-transférase

CDNB : 1-chloro 2,4 dinitrobenzène

GSH : glutathion

BBC : bleu brillant de coomassie

Vt : volume total

BSA : l'albumine de bœuf (Sigma)

SOMMAIRE

Liste des tableaux

Liste des figures

1. INTRODUCTION	1
2. MATERIEL ET METHODES	4
2.1. Présentation des sites	4
2.2. Analyse physico-chimiques du sol.....	5
2.2.1. Technique d'échantillonnage et préparation des sols.....	6
2.2.2. Température	6
2.2.3. Texture.....	6
2.2.4. Matière organique	7
2.2.5. Ph eau	7
2.2.6. Conductivité électrique (salinité)	8
2.2.7. Calcaire	9
2.3. Matériel biologique <i>Hélix aspersa</i>	10
2.3.1. Anatomie de l'escargot.....	13
2.3.2. Cycle de vie.....	14
2.3.3 Rythme d'activité.....	16
2.3.7 Croissance.....	16
2.4. Dissection et prélèvement des organes.....	17
2.5. Extraction et dosage des biomarqueurs	17
2.5.1. Dosage de l'acétylcholinestérase.....	17
2.5.2. Dosage de glutathion S-transférase	19
2.6. Dosage des protéines	20

2.7. Analyses statistiques.....	20
3. RESULTATS.....	22
3.1. Caractéristiques physico-chimiques des sites de prélèvement.....	22
3.2. Analyses biochimiques.....	23
3.2.1. Dosage de protéines.....	23
3.3.2 Dosage de l'acétylcholinestérase.....	23
3.4.2. Dosage de glutathion S-transférase	25
4. DISCUSSION.....	28
4.1. Caractéristiques physico-chimiques des sites de prélèvements	28
4.5. Effets sur les activités enzymatiques.....	29
5. CONCLUSION ET PERSPECTIVES	32
6. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	33
7. Résumés.....	41

1. INTRODUCTION

L'environnement de l'homme est très important, sa protection est donc l'intérêt de tous. C'est après les catastrophes qui sont conscientes des dommages causés par l'homme à l'environnement (Bouffard, 2000). Cependant, dans notre secteur, notre style de vie, notre agriculture, et plus souvent dans notre activité, nous menaçons le monde dans lequel nous vivons. En conséquence, une nouvelle discipline est née en biologie : l'écotoxicologie, qui a souligné l'identification et la lutte contre la pollution de l'environnement naturel. C'est la science qui traite l'impact des composés chimiques dans les écosystèmes. Intégrera chimie, écologie et toxicologie (Truhaut, 1997 ; Pelletier, 2004). Plusieurs travaux publiés depuis les années 90 se sont concentrés sur l'évaluation de l'impact des impuretés des écosystèmes. (Landis et Yu, 1995 ; Wright et Welborn, 2002).

La pollution atmosphérique est devenue l'un des principaux problèmes de notre temps depuis quelques décennies, y compris tous les continents de notre planète. De la nature et de la portée de son impact, le refus d'un grand nombre de polluants dans l'atmosphère représente une menace sérieuse pour la santé humaine, mais aussi pour l'environnement (FOAN, 2012). La pollution atmosphérique peut être définie comme la présence d'impuretés dans l'air pouvant causer un inconfort important pour le confort ou la santé et les dommages causés aux marchandises. Cette pollution peut provenir de gaz, de vapeurs, de particules liquides ou solides ou d'intensation. Il s'agit également d'une modification chimique et physique de l'environnement naturel qui conduit à des effets néfastes pour les êtres humains (Philippe, 2011). Les causes naturelles les plus importantes de la contamination atmosphérique sont : Le transport des particules terrestres et de pollen, d'incendies de forêt et d'émissions volcaniques, de pollution atmosphérique et de possibilité de réchauffement climatique fait partie des projets principaux actuels. (Ramade, 1992).

La qualité d'un sol, (Eijsackers, 1983) peut être définie comme le système de caractéristiques abiotiques et biotiques assurant le fonctionnement de l'écosystème du sol. Ces propriétés doivent donc avoir un certain minimum de laquelle la qualité du sol varie en fonction de la fonction du successeur et du type d'écosystème de sol.

Un sol est considéré comme pollué si la réduction de sa qualité peut affecter la santé humaine ou/et l'environnement. La présence d'un contaminant dans le sol n'est pas un danger. Le risque apparaît dès que ce contaminant peut être mobilisé et agit sur l'environnement (faune, flore) ou chez l'homme (Dubey et Dwividi, 1988). En outre, plusieurs études ont montré que les

sols, y compris ceux trouvés autour de l'infrastructure routière, se comportent comme des systèmes d'accumulateurs d'éléments traces métalliques (Bourrelier et Berthelin, 1998 ; Colinet, 2003 ; Dère, 2006). Par conséquent, plusieurs représentants de la biosurveillance et de la biolamondition de sol contaminé par ces éléments ont été utilisés, tels que : bactéries, mollusques, versons de terre, plantes, etc. (Houda, 2010 ; Kabata-Pendias, 2011 ; Alloway, 2013). L'accumulation de métaux dans les organismes est fonction de l'espèce considérée (e.g., Eisler 1981; Miramand et al. 1999). L'influence des différents facteurs écologiques, physiologiques et physico-chimiques sur l'accumulation de métaux dans les organismes doit être prise en compte avant de mesurer et de comparer les concentrations de métaux dans les tissus des organisations sélectionnées en tant que bioindicateurs (Phillips 1980 ; Cossa 1989).

Les mollusques gastropodiques terrestres reconnaissent comme des indicateurs biologiques appropriés, en raison de sa grande capacité d'accumuler des éléments de suivi métalliques (ou de l'ETM), dont les communs sont des Cd, Cu, Pb et Zn (Berger et Dallinger, 1993 ; Cortet et al., 1999). L'accumulation de métaux est influencée par les facteurs environnementaux (saison, type de sol,) et les paramètres biologiques des escargots (âge, espèces,...) (Beeby & Eaves, 1983).

Un bio indicateur est défini comme "un organisme avec laquelle des niveaux relatifs de la pollution peuvent être quantifiés avec les mesures de concentration de contamination dans leurs tissus" (Phillips, 1990). Il y a dans le monde de 30 000 à 35. 000 espèces de mollusques terrestres. (Tsai, 2004). Malgré sa grande biodiversité, leurs valeurs de développement, géologique, écologique et économique, les gastropodes terrestres sont mal connus, à la fois un point de vue biologique et la distribution d'espèces et la plupart des données proviennent d'études anciennes (Karas, 2009) .

Les biomarqueurs ont l'intention de mettre en évidence une pollution précoce (Van der Oost et al., 2003) ,de la population ou de l'écosystème qui peut être relié à une exposition ou à des effets toxiques des polluants chimiques environnementaux (Lagadic et al., 1997 ; Galloway & Depledge, 2001 ; Van der Oost et al., 2003). Les différents travaux scientifiques réalisés ont permis de classer les biomarqueurs suivant la spécificité de leur réponse à certaines molécules polluantes ou à un type d'effet. Ainsi, classiquement, les auteurs distinguent les biomarqueurs d'expositions et les biomarqueurs d'effet et les biomarqueurs de sensibilité (Lagadic et al., 1997 ; Kammenga et al., 2000) . Ces changements sont plus sensibles que les paramètres mesurés à un niveau supérieur d'organisation biologique tel que l'organe, l'individu ou la

population et sont de meilleurs candidats pour tenter d'établir un lien entre la santé des organismes et les niveaux de pollution. Parmi les biomarqueurs on peut citer l'acétylcholinestérase (Lionetto et al., 2003 ; Abes, 2004 ; Coeurdassier et al., 2001) et le glutathion (RegolietPrincipato, 1995 ; Casni et al., 1999 ; Drarja-Beldi&Soltani, 2003 ;Souissi et al., 2008).

Cantareus aspersus (Müller, 1774) C'est un type organique utilisé dans cette recherche. Cette étude fait partie du programme de biosurveillance de la qualité du sol. On a choisi quatre sites différents par rapport à la proximité ou éloignement des zones industrielles : Fais, Kais et El-Hamma, plus proches de plusieurs Briqueterie. L'escargot *Cantareus aspersus* dont sa biologie et écologie est bien étudié (Barker, 2001) , est un macroconcentrateur de plusieurs métaux lourds (Dallinger, 1993) et est parmi les espèces les plus utilisées au laboratoire dans les expériences d'écotoxicologie (Russell et al., 1981 ; Sheifler et al., 2003 ; Gomot, 1997 ; Gimbert et al., 2006). De plus, plusieurs travaux ont démontré l'existence d'une relation dose- effet chez l'escargot terrestre *Cantareus aspersus* l'égard de plusieurs contaminants (Coeurdassier et al., 2000 ; Vaufling et al., 2006).

Le présent travail vise à évaluer le niveau de pollution dans trois sites : Fais, Kais et El-Hamma. L'étude comprend deux parties:

- La première partie traite l'analyse physico-chimique des sols des 3 sites d'étude : (T°C, pH, salinité (ms /cm), humidité (%), matière organique (%), porosité (%) et calcaire).
- La deuxième partie aborde le dosage de l'acétylcholinestérase l'AChE (dans la tête) et le glutathion (GST) (dans l'hépatopancreas) de l'espèce la plus abondante *Cantareus aspersus*, pour évaluer l'effet de la pollution sur cette espèce sentinelle.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Présentation des sites d'étude :

2.1.1. Kaiss :

Kais est une ville algérienne, située dans le daïra de Kais et la wilaya de Khenchela. La ville compte 34 383 habitants depuis le dernier recensement de la population. Entourée par Remila, El Hamma et Taouzient, Kais est située à 29 km au nord-ouest d'El Mahmal la plus grande ville à proximité. Elle comprend plusieurs Briqueterie. Kais est une daïra à vocation agricole.

2.1.2. Elhamma :

La Daira d'EL Hamma a été créée par le découpage administratif de l'année 1984 d'une superficie de 852 m² répartie sur quatre communes : (Commune d'ELHamma, Commune d'Ensigna , Commune de Baghai, Commune de Tamza) . Le siège de la Daira est distant de 7 km du siège de la wilaya. La Daira d'Elhamma est connue par son caractère agricole par excellence. Ses activités agricoles s'articulent principalement Sur céréaliculture (Baghai et Ensigna) a Daira d'Elhamma est connue par ses stations thermale de Hammam Salhine à Elhamma et Hammam LeKnif à Baghai . Par ailleurs et sur le plan scientifique la commune d'Elhamma abrite le centre universitaire de khenchela.

2.1.3. Fais (Taouzianat) :

La commune de Taouzianat est l'une des commues de la Daïra de Kais .Wilaya Khenchela ; qui est située dans le coté Ouest de la Wilaya et qui est éloignée de 32 km du centre de la Wilaya et de 10 km de la daïra de Kais. Elle comprend plusieurs Briqueterie. est une daïra à vocation agricole. Elle est considérée comme portail d'ouest de la Wilaya à travers la Route Nationale RN 88 reliant Batna – Khenchela.

2.1.4 Informations géographique :

Tableau 01 : localisation géographiques des sites d'échantillonnage (www.google.com).

	Latitude	Longitude	Altitude
Kaiss	35,494	6,924	934 m
El-hamma	35,463	7,082	999 m
Fais	35,515	6,752	912 m

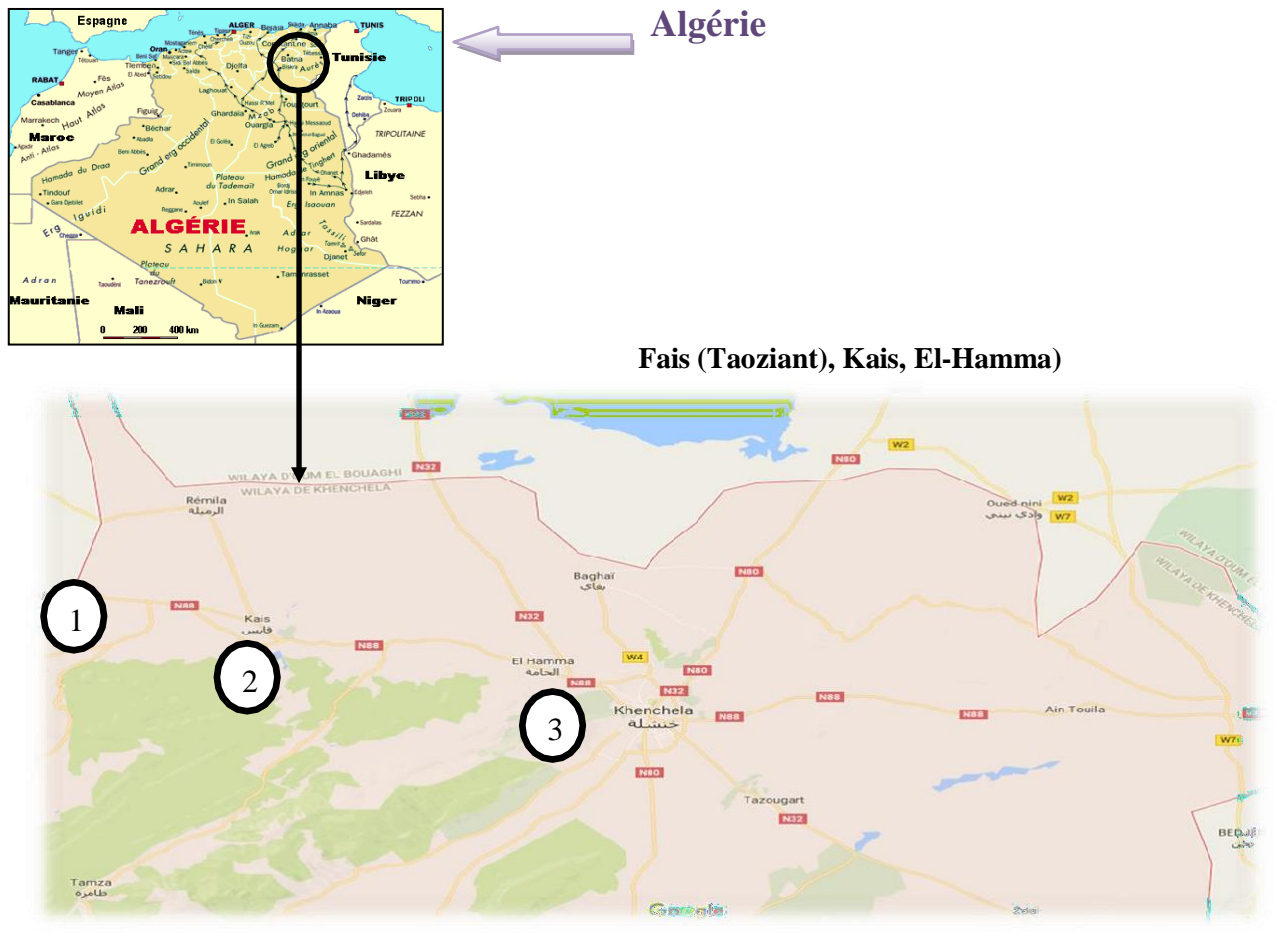


Figure 1 : Localisation géographique des sites d'étude ; 1 : Fais, 2 ; Kais, 3 ; El-Hamma (www.google.com).

2.2. Analyse physico-chimique du sol :

2.2.1. Technique d'échantillonnage et préparation des sols

Les échantillons de sol ont été prélevés manuellement à une profondeur d'environ 0-5 cm à l'aide d'une truelle (Koranteng-Addo *et al*, 2011). Les échantillons ont été prélevés mensuellement de façon aléatoire dans chaque site durant la période de Mars à Mai 2021. Les échantillons de sol ont été conservés dans des sacs en polyéthylène et transportés dans le laboratoire. Les échantillons ont été séchés à l'air libre à l'abri des rayons de soleil dans le laboratoire jusqu'à l'analyse.

2.2.2. Température :

La température du sol doit être mesurée par une méthode manuelle, à l'aide d'un thermomètre.

Tableau 02 : Tableau des données climatiques

	Température (C°)	Vent (km/h)	Pluviométrie (mm)
Mars	18,5	33	20,5
Avril	24,4	25	7
Mai	29	28	40

2.2.3. Texture :

Pour déterminer la texture du sol, nous avons utilisé la méthode par saturation qui consiste à mesurer le pourcentage d'humidité du sol (Y) et à le comparer à une échelle qui détermine la texture lui correspondant (Tableau 2).

La texture est mesurée selon la formule suivante :

$$\mathbf{X1 = P2 - P3 \text{ (poids de l'humidité).}}$$

$$\mathbf{X2 = P3 - P1 \text{ (poids du sol sec).}}$$

P1 : la capsule vide.

P2 : une petite quantité de pate (sol mouille) et la mettre dans la capsule.

P3 : correspond au poids de la capsule vide +le poids du sol sec après la sortie de l'étuve.

Ensuite on applique la règle de trois pour calculer le pourcentage d'humidité :

$$\mathbf{X1 \longrightarrow X2 \text{ g de sol sec}}$$

$$\mathbf{Y \longrightarrow 100 \text{ g de sol sec}}$$

Enfin comparer Y au tableau suivant pour déterminer la texture :

Tableau 3: Echelle de la texture (Jamagne, 1980).

Pourcentage d'humidité (%)	Texture
<12	Sableuse
12-24	Sablo-limoneuse
24-37,5	Limono-sableuse
37,5-45	Limono-argileuse
45-75	Argilo-limoneuse
>75	Argileuse

2.2.4. Matière organique :

Détermine selon la méthode d'Anne (1945), la matière organique est calculée à partir de la relation suivante :

$$C\% = (Y-X) \times 0,615 \text{ mg} \times (100/20) \times (100/P) \times (1/1000)$$

Y : la quantité de sel de Mohr utilisée pour titrer le témoin.

X : la quantité de sel de Mohr utilisée pour l'échantillon à doser.

0,615 : facteur d'équivalence entre le sel de Mohr et le carbone (en mg).

100/20 : on utilise 20 ml à partir de 100 ml.

P : poids du sol sec (en g).

$$\% \text{ matière organique} = \% C \times 1,72$$

Tableau 4: Classification des sols d'après leur teneur en matière organique (Gauchers 1968).

% de la matière organique	Appréciation
<1	Extrêmement faible
1-1,5	Très faible
1,5-2,5	Faible
2,5-3,5	Moyen
3,5-4,5	Moyennement élevé
4,5-5	Elevé
>5	Très élevée

2.2.5. Ph eau :

Pour déterminer le pH ; tamiser le sol d'analyse avec un tamis de 2mm de diamètre, après tamisage de sol de chaque site (Fais, Kais, Elhamma), peser 5g de sol et ajouter 25 ml d'eau distillé et laisser le mélange 2 heures sur un agitateur culbuteur. Enfin on mesure le PH à l'aide d'un PH mètre.

Tableau 5: la gamme de pH des sols (Gauchers & Solter, 1981).

Ph	Désignation des sols
3 - 4,5	Extrêmement acides
4,5 - 5	Très fortement acides
5 - 5,5	Très acides
5,5 - 6	Acides
6 - 6,75	Faiblement acides
6,75 - 7,25	Neutres
7,25 - 8,5	Alcalins
>8,5	Très alcalins

2.2.6. Conductivité électrique (salinité) :

La conductivité électrique c'est la mesure du degré de la salinité du sol étudié.

La détermination de la conductivité électrique se fait sur extrait de sol (rapport sol/eau=1/5) à l'aide d'un conductimètre. Les valeurs sont composées à une étude de salinité.

Tableau 6: échelle de salinité du sol (Delaunois (1976))

Conductivité électrique (ms/cm)	Salure
0 – 0,6	Non salé
0,6 – 1,4	Peu salé
1,4 – 2,4	Salé
2,4 – 6	Très salés

2.2.7. Calcaire

2.2.7.1. Calcaire total

Peser 10 g du sol, le mettre dans un flacon et ajouter 10 ml d'acide sulfurique et 15 ml d'Hcl (0,5 N). Ensuite chauffer le flacon jusqu'à la première goutte de la vapeur et filtrer la solution. On prélève 20 ml de filtra dans un bécher et on ajoute 2 gouttes de phénolphtaléine, titré la mélange par NaOH jusqu'à la couleur rose.

Le calcaire total est calculé selon la formule suivante :

$$\text{CaCo3} = \frac{50 \text{ ml} \times 0,5 \text{ N} - X \text{ ml} \times 0,25}{5 \text{ (poids de sol en g)}} \times 5$$

2.2.7.2. Calcaire actif :

Peser 10 g du sol et le verser dans un flacon avec 250 ml d'oxalate d'ammonium (0,2). Agiter 2 heures à l'agitateur mécanique ; on filtre la solution et on prélève 9 ml du filtra avec 1 ml d'acide sulfurique et on ajoute 10 ml d'eau distillé, puis on titre le mélange par le permanganate de potassium jusqu'à coloration rose.

Le calcaire actif est calculé selon la formule suivante :

$$\% \text{ teneur de calcaire actif} = (N - n) \times 12,5$$

N : quantité de permanganate de potassium nécessaire pour titré le témoin.

n : quantité de permanganate de potassium nécessaire pour titré un échantillon.

Tableau 7: classification des sols d'après leur teneur en calcaire (Duchauffour 1970).

Calcaire en %	Désignation des sols
0 - 5	Peu calcaire
5 - 15	Moyennement calcaire
15 - 30	Calcaire
> 30	Très calcaire

2.3. Matériel Biologique

2.3.1 Présentation et classification de l'espèce bioindicatrice :

Cantareus aspersus ou le petit gris, est un escargot appartient à l'embranchement des Mollusques, animaux à corps mou et dépourvu de squelette, sa masse viscérale présente une torsion de 180° par rapport au pied d'où une asymétrie de certains de ses organes (Bonnet et al., 1990). Il mesure de 28 à 35 mm pour un poids adulte de 7 à 15 g. L'escargot *Cantareus aspersus* possède une coquille spiralée pouvant contenir tout son corps. Lorsqu'il est en extension, seul le pied apparaît, la masse viscérale étant retenue dans la coquille par le muscle columellaire. La coquille est sécrétée par le bord du manteau. A la fin de la croissance, l'escargot est dit bordé. *Cantareus aspersus* est comme tous les escargots a besoin d'une atmosphère humide, en été lorsqu'il fait sec, et en hiver lorsqu'il fait trop froid, cet animal se rétracte à l'intérieur de sa coquille qu'il obture par un voile muqueux (courte inactivité) ou par une fermeture solide nommée épiphragme qui protège l'escargot de la déshydratation en cas d'estivation ou d'hibernation longue. Celui-ci est formé de mucus qui durcit en séchant grâce au calcaire qu'il contient. (Fischer, 1948).



Figure 02 : *Cantareus aspersus* (Bairi, 2018).

Classification :

Cantareus aspersus (Müller, 1774) est un Mollusque gastropode, pulmoné terrestre, aussi nommé *Helix aspersa*, *Cornu aspersum*, *Criptomphalus aspersus* dans la nomenclature récente (Barker, 2001) ou le petit gris.

Selon Bonnet & Vrillon (1990) sa position systématique est la suivante:

Règne : Animalia

Embranchement : Mollusca

Classe : Gastéropoda

Sous classe : Pulmonés

Ordre : Stylommatophora

Super famille : Helicacea

Famille : Hélicidae

Genre : *Helix*

Espèce : *Cantareus*

Sous espèce : *aspersus*

2.3.2 Spécificités des escargots

En milieu terrestre les escargots remplissent les critères précédemment développés et sont reconnus comme des indicateurs écologiques pertinents (Berger et Dallinger, 1993 ; Cortet et al. 1999) car :

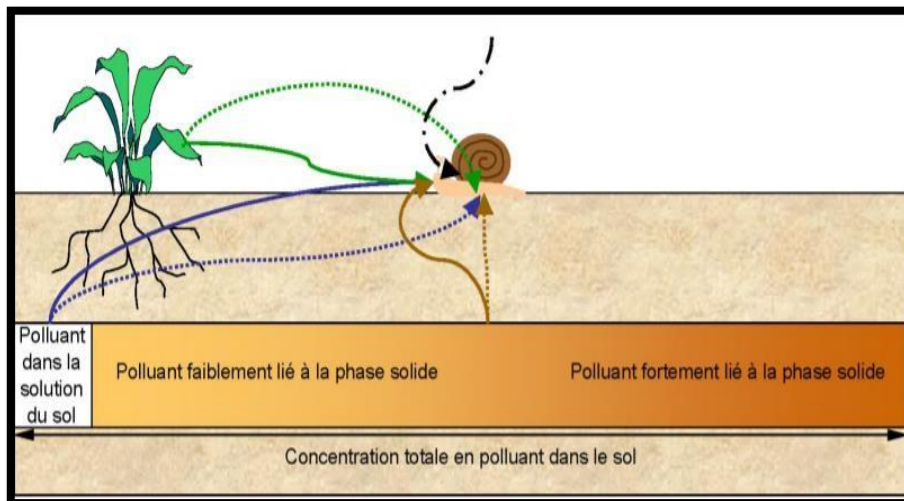
- ils représentent une biomasse significative au sein de la communauté des invertébrés du sol (Dallinger et al. 2001),
- ils occupent une situation privilégiée à l'interface sol-plante-atmosphère (Barker, 2001), - ils intègrent des sources et voies de contamination multiples,
- ils possèdent des capacités de bioaccumulation importantes pour de nombreux polluants métalliques (Dallinger et al. 1984),
- ils présentent des réponses physiologiques : inhibition de croissance, de reproduction, mortalité (Laskowski et al 1996), et biochimique (coeurdassier et al 2001) quand ils sont exposés aux contaminants,

- ils constituent un élément des réseaux trophiques qui contribue au transfert des polluants du sol et/ou des plantes aux prédateurs (Beeby, 1985).

2.3.3 Voies d'exposition

A l'interface sol-plante-atmosphère, l'escargot intègre plusieurs sources de contaminations accessibles via différentes voies d'exposition (fig. 4) :

- Digestive par ingestion de nourriture ; plante mais également particules de sols, (Gomot et al. 1989),
- Cutanée par diffusion des polluants du sol à travers l'épithélium de pied (coeurdassier et al. 2002 ; Gomot-de Vaufleury et Pihan, 2002),
- Respiratoire par inhalation de gaz et/ou de particules atmosphériques (Ismert et al. 2002 ; Regoli et al. 2006)



Légende	
Voies d'exposition	Sources d'exposition
-----Digestive	Noir: atmosphérique
.....Cutanée	Bleu : phase liquide du sol
-----Respiratoire	Brun : phase solide du sol

Figure 03 : Voies et sources d'exposition (et de transfert potentiel) des mollusques gastéropodes aux polluants. (Sheifler et al. 2002).

2.3.4 Distribution géographique

Grâce à ses pouvoirs adaptatifs aux variations climatiques, *Cantareus aspersus* est très commun; se trouve dans ses zones habituelles de répartition : jardins, buissons, haies, champs, rochers, et vignobles, généralement, il est très commun au niveau de la région méditerranéenne, dans le monde. *Cantareus aspersus* distribue selon l'Université de Flauride (2009) comme suit ; En Afrique : Le Nord d'Afrique (Algérie) et l'Afrique du sud ; Dans l'Asie ; Turquie, rives de la mer noire. Le Pacifique : Australie (Queens land, Tasmanie), nouvelle Zélande. En Europe ; Grande-Bretagne (principalement les régions du sud et côtières), Belgique, France, Allemagne, Grèce, Irlande, Italie, Portugal, Espagne. L'Amérique du nord ; Mexique, Etats-Unis et Amérique du sud : Argentine, Chili.

2.3.5 Anatomie générale de l'escargot

2.3.5.1. Anatomie externe de l'escargot

Le corps : est mou, visqueux en raison de la présence du mucus. Il est constitué de trois parties : la tête, le pied et la masse viscérale (Bonnet et al., 1990). (Fig. 2 (A)).

La tête : Elle porte deux paires de tentacules rétractiles, les plus grandes portent les yeux à leurs extrémités, alors que les plus petites ont un rôle tactile. La bouche est localisée sous les tentacules et se compose d'une mâchoire supérieure et d'une langue coiffée d'une lame appelée la radula. Cette dernière est faite d'un ruban souple, portant de multiples rangées transversales de petites dents chitineuses (Cosel, 1992). Du côté droit derrière la tête se situe l'orifice génital (Bonnet, 1990).

Le pied : est musculeux, large et plat, il supporte une coquille calcaire formée d'une seule pièce en forme de spirale. Sa face inférieure, en contact avec le sol, forme une sole de reptation, lorsque l'escargot se déplace, elle laisse une trace brillante formée de mucus (Bonnet, 1990).

La masse viscérale: dont la plus grande partie est enfermée dans la coquille (Chevalier, 1982), contenant presque tous les organes: poumon, glande digestive, cœur...elle est richement vascularisée.

Trois orifices impairs: se sont bien visibles sur le corps de l'animal qui sont: L'orifice génital situé en arrière du tentacule oculaire droit; l'orifice respiratoire, situé sur le coté droit du bourrelet qui sépare la coquille du pied (bourrelet palléal), et qui s'ouvre et se ferme

rythmiquement ; l'anus, situé à proximité de l'orifice respiratoire, qui se révèle par l'apparition d'un petit cordon d'excréments verdâtres. Un quatrième orifice, l'orifice urinaire, situé à proximité de l'anus, est généralement indétectable en raison de sa petite taille (Vallardi, 1971).

La coquille: est une squelette externe secrétée par la face dorsale et le bord libre du manteau, elle est globulaire, spirale, à un enroulement dextre, son ouverture est évasée, descendante; son bord externe est appelé: péristome ; la forme, l'épaisseur et la couleur du péristome ont souvent une grande importance dans l'identification des espèces des gastéropodes. La coquille protège les organes. Elle est composée de:

- une partie organique: trame protéique, représentant 1 à 2% de la coquille.
- une partie minérale: carbonate de calcium sous forme de calcite et d'aragonite représentant 98% de la coquille.

Elle est constituée de trois couches distinctes:

- couche externe appelée: le périostacum.
- couche moyenne appelée : l'ostracum.
- couche interne appelée : l'hypostracum (Vallardi, 1971).



A

B

Figure 04 : Anatomie externe (A) et interne (B) de l'escargot.(www.google.fr).

2.3.5.2 Anatomie interne de l'escargot

Le corps d'un escargot consiste en un pied musculueux, large et plat (Didier, 2006) unique, une tête et une masse viscérale enroulée qui est placée dans la coquille. Les glandes de mucus placées dans la partie antérieure du pied, il y a aussi des glandes de mucus sur le reste du corps protégeant l'escargot contre la perte d'eau. La coquille est sécrétée par un épais pli de peau, appelé le manteau (Gireuad, 2008). Elle est reliée au corps par un puissant muscle qui est attaché à la columelle. La contraction de ce muscle permet à l'escargot de se retirer dans sa coquille. À l'intérieur de la coquille, se trouve une cavité du manteau, qui contient le cœur, le rein et le poumon.

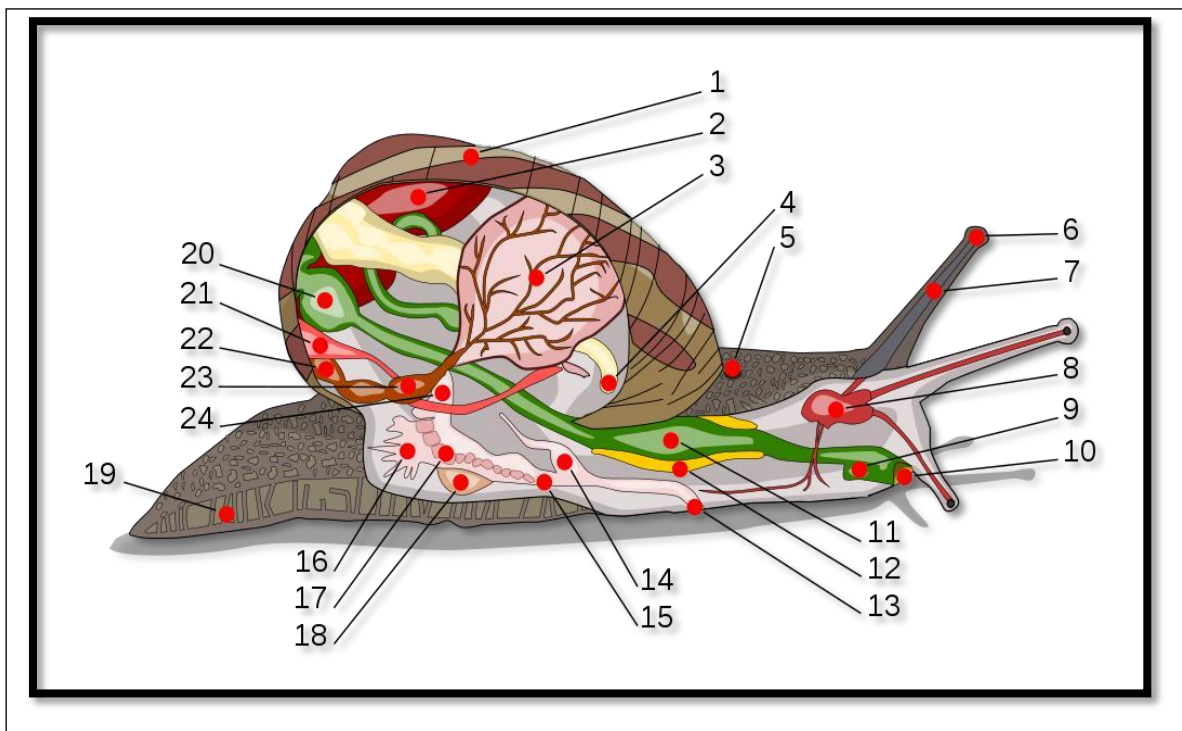


Figure 05 : Anatomie interne d'un escargot (www.nature-scientia.com).

Légende : 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(Gireuad, 2008).

2.3.6 Rythme d'activite

La priorité de l'activité de l'escargot écureuil est l'activité nocturne. Ça et Le cycle de la lumière naturelle commence au coucher du soleil Ceci (Chevallier, 1992). Les trois facteurs qui affectent cette activité sont l'humidité Environnement (air et sol), température et intensité lumineuse (Chevallier, 1982). Escargots Si l'humidité relative de l'air est supérieure à 80% et la température la plus basse, activez Pas inférieur à 9 ° C la nuit.

2.3.7 Croissance

Quatre phases de croissance ont été définies en fonction de la taille et de la masse des animaux mais aussi de leur différenciation sexuelle (Gomot, 1997) :

- ✓ Phase infantile durant laquelle le tractus génital est non-différencié chez des animaux de 0,02 à 0,6 g
- ✓ Dans la phase d'enfance, il est lié à l'organisation des organes génitaux et à la gamétogenèse active. La masse est comprise entre 0,6 et 6,0 grammes.
- ✓ Phase de maturation sexuelle ou phase préadulte durant laquelle les glandes annexes Femelles se développent. Elle concerne des escargots non bordés (absence d'épaississement du péristome) de plus de 6 g.

✓ La phase adulte a croissance nulle durant laquelle les animaux sont aptes à se reproduire. Ils sont alors bordés et pèsent entre 6 et 14 g.

En général, 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 (Chevallier, 1992). Cette croissance se fait par pallier, au rythme des estivations et hibernations. Les facteurs qui influencent la croissance sont la température, l'humidité ambiante, l'éclairement (longueur d'onde, intensité et photopériode) ainsi que la nature du sol et de la nourriture (Gomot, 1997). La durée de vie moyenne d'un escargot en milieu naturel est de 6 à 7 ans (Gomot & Gomot, 1995).

2.3.8 Reproduction

La période de reproduction commence au début du mois de mai et dure jusqu'à la mi-septembre. L'accouplement implique une fécondation réciproque par échange de

spermatophores entre les deux partenaires. Cette règle n'est cependant pas absolue et certains individus se comportent soit comme mâle soit comme femelle. L'autofécondation n'a été que très rarement constatée chez les escargots du genre *Helix* jamais pour *Helix aspersa* (*Cantareus aspersus*). La durée entre l'accouplement et la ponte varie en fonction des conditions du milieu. En conditions optimales, elle est d'une dizaine de jours mais ce délai peut atteindre un voire deux mois suivant les conditions d'environnement. (Daguzan, 1981; Chevallier, 1982). Pour pondre, l'escargot creuse une cavité de quelques centimètres de profondeur dans le sol, y dépose ses oeufs puis rebouche le "nid de ponte". Le nombre moyen d'oeufs par ponte varie de 80 à 130 pour des individus de différentes origines (Madec, 1983).

2.4. Dissection et prélèvement des organes

Dans une cuvette à dissection, placer un escargot et découper la coquille avec les ciseaux en suivant le bord d'enroulement de la coquille (trait pointillé rose).



Figure 6. Les différents organes prélevés (la tête et l'hépatopancréas).

2.5. Extraction et dosage des biomarqueurs :

Les échantillons des gastéropodes destinés à l'étude biochimique ont été prélevés et tenir compte de la taille et de l'âge. Les dosages ont été effectués sur cinq individus vivants de chaque site. L'animal une fois sacrifié, on procède à la dissection et au prélèvement ; de la glande digestive qui servira pour le dosage de l'acétylcholinestérase (AChE), et de la tête qui servira pour le dosage de Glutathion Transférase (GSH).

2.5.1. Activités de l'acétylcholinestérase :

Les fragments de la tête sont homogénéisés pendant quelques secondes dans 1 ml de solution détergente (38 mg éthylène glycol tris-béta-aminoéthyl éther N N N' N' ou EGTA ;

1ml Triton X 100%, 5,845 g Na cl, 80 ml du Tampon tris 10 Mm, PH 7) à l'aide d'un homogénéiser à Ultrason (SONIFER-RB30) puis centrifugés à 5000 tours/min pendant 5 minutes. Le surnageant est alors utilisé immédiatement pour la mesure de l'activité de l'AChE ou peut être conservé pendant plusieurs mois à 85°C. Un dosage de protéines est alors réalisé sur fraction aliquote du surnageant selon la méthode de Bradford (1976).

L'AChE catalyse l'hydrolyse de l'acétylcholine et libère de la thiocholine plus l'acide acétique, la thiocholine libérée agit avec le 5-5'-dithio bis-2-nitrobenzoate (DNTB) pour donner un produit de couleur jaune dont l'intensité de coloration est proportionnelle à la quantité d'enzyme présente dans le milieu. La mise au point d'un réactif spécifique des groupements thiols, l'acide dithio-bis-nitrobenzoïque ou (DNTB) a permis la réalisation d'un protocole qui utilise comme substrat de la réaction un dérivé soufré de l'acétylcholine, l'acétylthiocholine, dont l'hydrolyse libère des groupements sulfhydryques quantifiables par spectrophotométrie.

Cette méthode colorimétrique décrit par Ellman *et al* (1961) est la plus utilisée actuellement sur différents types de tissus et d'organismes. Le principe de la réaction est décrit ci-après :



Le dosage s'est déroulé comme suit : 50 µl du surnageant sont additionnés à 50 µl de DTNB (39,6 mg de DTNB, 15 mg CO₃ Na, dans 10 ml du tris 0,1 M, PH 7) et 850 µl du Tampon Tris (0,1 M, PH 7). 3 à 5 minutes sont nécessaires pour épuiser la réaction spontanée. 50 µl du substrat acétylthiocholine iodide (Sigma R) (118 mg d'acétylthiocholine dans 5ml d'eau distillée) sont ajoutés.

La lecture des variations de densité optique de l'échantillon à 412 nm a été réalisée pendant 20 min toutes les 4 minutes contre un blanc ou l'échantillon a été remplacé par un volume équivalent de solution détergente (50µl). Les résultats obtenus ont été exprimés en µM/min/mg de protéine. L'activité enzymatique est déterminée d'après la formule suivante d'Ellman :

$$X = \frac{\delta \text{ DO/h}}{13,6 \times 10} \times \frac{1}{\frac{\text{Volume de l'homogénat}}{\text{Volume totale de la cuve}}} \times \text{X co}$$

X : Moles de substrat hydrolysé par heure et par mg de tissu.

1,36 x 10 : Coefficient d'extinction molaire du DNTB.

CO : Concentration de l'homogénat en protéines (mg /g de tissu).

Volume de l'homogénat : 100 µl.

Volume totale de cuve : 1000 µl (50 µl homogénat + 50 µl DNTB +850 Tampon Tris + 50 µl d'acétylcholinestérase).

2.6.2. Dosage de la glutathion S-transférase

La mesure de l'activité de la glutathion S-transférase (GST) est déterminée selon la méthode de Habig *et al.* (1974). Elle est basée sur la réaction de conjugaison entre la GST et un substrat, le CDNB (1-chloro 2,4 dinitrobenzène) en présence d'un cofacteur, le glutathion (GSH). La lecture des absorbances est effectuée à une longueur d'onde de 340 nm dans un spectrophotomètre visible/UV (GENESYS TM8).

Les hétopancréas sont homogénéisés dans 1ml de tampon phosphate (0,1 M, pH 6). L'homogénat est centrifugé à 14000 trs/mn pendant 30 min et le surnageant récupéré servira comme source d'enzyme.

Le dosage consiste à faire réagir 0,2 ml du surnageant avec 1,2 ml du mélange CDNB (1mM)/GSH (5 mM) [20,26 mg CDNB, 153,65 mg GSH, 1ml tampon phosphate (0,1M, pH 6). La lecture des absorbances est effectuée toutes les 1 min pendant 5 min à un longueur d'onde de 340nm contre un blanc contenant 0,2 ml d'eau distillée remplaçant la quantité du surnageant. L'activité spécifique est déterminée d'après la formule suivante :

$$\text{GST } (\mu\text{M/min/mg de protéines}) = \frac{\Delta D_0 / \text{mn} \times V_t}{9,6 \times V_s} \Bigg/ \text{mg de protéines}$$

ΔD_0 : pente de la droite de régression obtenue après hydrolyse du substrat en fonction du temps.

V_t : volume total dans la cuve : 1,4 ml [0,2 ml surnageant + 1,2 ml du mélange CDNB/GSH].

$9,6$: coefficient d'extinction molaire du CDNB.

V_s : volume du surnageant dans la cuve : 0,2 ml.

2.7. Dosage des protéines :

Les protéines ont été dosées selon la méthode de Bradford (1976), utilisant le bleu brillant de coomassie (G 250, Merk) comme réactif (100mg BBC+ 50ml d'éthanol absolu + 100 ml d'acide orthophosphorique complété à 1000ml par l'eau distillée) et l'albumine de bœuf (BSA, Sigma) comme standard. La gamme d'étalonnage a été réalisée à partir d'une solution mère de BSA (1 mg/ml) (Tableau 1).

Tableau 8 : Réalisation de la gamme d'étalonnage pour la quantification des protéines

Tubes	1	2	3	4	5	6
BSA	0	20	40	60	80	100
Eau distillée (µl)	100	80	60	40	20	0
BBC (ml)	4	4	4	4	4	4

Les absorbances ont été lues dans un spectrophotomètre Janway 6300 à une longueur d'onde de 595 nm contre un blanc de gamme.

2.8 Analyse statistique :

L'analyse statistique des données est effectuée avec le logiciel MINITAB d'analyse et traitement statistique des données version (Version 18, PA State College, USA)

Les résultats sont présentés en moyenne et en écart type. Les différents tests réalisés sont : analyse de la variance à un deux critère de classification suivi du test de Tukey.

3. RESULTATS**3.1. Paramètre physico-chimiques de sol dans les différents sites d'étude :**

Les résultats des mesures des paramètres physico-chimiques de sol dans les différents sites d'étude sont mentionnés dans le tableau 8. Ces résultats obtenus indiquent que la température dans les quatre sites sont proches, les sols étudiés sont des sols alcalins ($\text{Ph} > 7,5$). Les valeurs de l'humidité sont variées entre 13,11 et 16,74 et ceci explique que les sols sont sablo-limoneuse. Dans les sites d'études on enregistre une salinité inférieure à 0,6 (ms/cm) c'est-à-dire les sols ne sont pas salés. Les sols étudiés sont faibles en matière organique, les valeurs obtenues varient entre 1,125 et 1,745. Les deux types de calcaire mesurés au niveau des sites d'étude montrent que les sols ont un calcaire actif de type calcaire, les valeurs varient entre 19,84 et 20,25 et un calcaire total de type calcaire, tous les sols ont la même valeur 24.

Tableau 9: Paramètres physico-chimiques du sol des 3 sites étudiés pendant les mois de Mars, Avril et Mai 2021 ($m \pm s$, $n=3$).

Sites Paramètres	El-Hamma	Kais	Fais
T°C	$19,9 \pm 0,5$	$20,8 \pm 0,5$	$20,2 \pm 0,5$
Ph eau	$8,21 \pm 0,09$	$7,55 \pm 0,07$	$7,95 \pm 0,14$
Humidité	$13,11 \pm 0,58$	$15,35 \pm 0,95$	$16,74 \pm 0,99$
Salinité	$0,325 \pm 0,012$	$0,311 \pm 0,041$	$0,321 \pm 0,061$
Matière organique	$1,125 \pm 0,68$	$1,958 \pm 0,41$	$1,745 \pm 0,85$
Calcaire actif	$20,25 \pm 0,76$	$19,84 \pm 0,94$	$19,87 \pm 0,883$
Calcaire total	$24,47 \pm 0,36$	$25,22 \pm 0,47$	$24,96 \pm 0,78$

3.2. Analyses biochimiques :

3.2.1. Dosage de protéines :

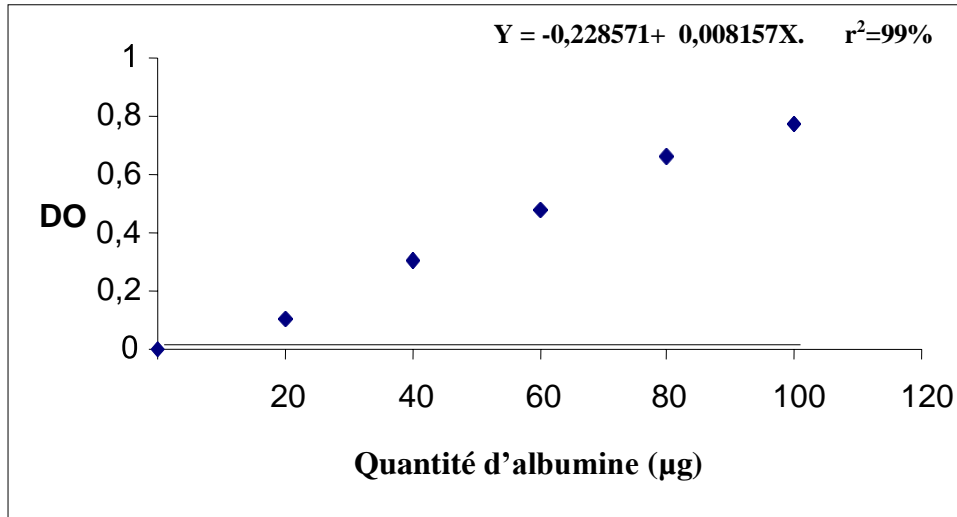


Figure 7. Dosage des protéines et droite de régression exprimant l'absorbance en fonction de la quantité d'albumines (µg).

3.3.2 Dosage de l'acétylcholinestérase :

L'activité de l'AChE (µMol/mn/mg de protéines) dans les têtes d' *Cantareus aspersus* est variable dans chaque site entre les mois (Tab. 9 et Fig 8). L'activité de l'AChE passe de 14,491±1,191 (µMol/mn/mg de protéines) chez la population de Fais en mois d'Avril à 12,507±1,407 (µMol/mn/mg de protéines) chez la population de El-Hamma en mois Mars.

La comparaison de l'activité de l'AChE grâce au test de Tukey (Tab. 10) entre les trois mois indique qu'il existe un seul groupe au niveau de tous les sites.

D'un autre coté le test de Tukey entre les sites d'un même mois montre qu'il existe une seule classe pendant les trois mois.

RESULTATS

Tableau 10: Evaluation de l'activité de l'acétylcholinestérase ($\mu\text{Mol}/\text{mn}/\text{mg}$ de protéines), dans la tête de *Cantareus aspersus* récoltés dans différent sites ($m \pm s$; $n=4$).

	El-Hamma	Kais	Fais
Mars	12,507 \pm 1,407 a A	13,513 \pm 1,513 a A	14,573 \pm 1,273 a A
Avril	13,611 \pm 1,611 a A	14,475 \pm 1,475 a A	14,491 \pm 1,191 a A
Mai	13,472 \pm 1,472 a A	14,462 \pm 0,992 a A	14,453 \pm 1,153 a A

Les lettres en majuscules comparent les moyennes d'un même site entre les mois, tandis que les lettres en minuscules comparent les moyennes d'un même mois entre les sites.

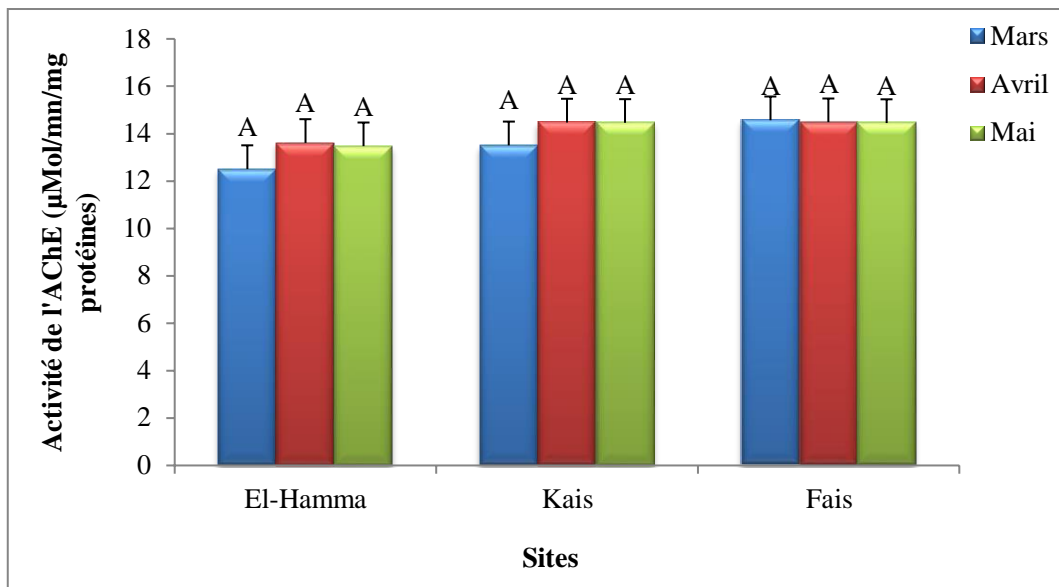


Figure 8. Evaluation de l'activité de l'acétylcholinestérase ($\mu\text{Mol}/\text{mn}/\text{mg}$ de protéines) dans la tête de *Cantareus aspersus* récoltés dans différent sites ($m \pm s$; $n=4$).

Inhibition minimale à Fais alors Inhibition: El-Hamma > Kais > Fais .

Tableau 11. Evaluation de l'activité de l'acétylcholinestérase dans la tête de *Cantareus aspersus* récoltés dans différents sites. Analyse de variance à deux critères de classification.

Source	DL	SC séq	SC ajust	CM ajust	F	P
Site	2	9279,66	9279,66	1855,93	2860,14	0,05*
Mois	2	8873,17	8873,17	806,65	1243,11	NS
Site*mois	4	298,52	298,52	5,43	8,36	0,05*
Erreur	12	140,16	140,16	0,65		
Total	20	18591,51				

NS : non significatif * significatif ($P < 0,05$) ** très significatif ($P < 0,01$) *** hautement significatif ($P < 0,001$)

L'analyse de la variance a un deux critères de classification indique qu'il existe un effet site un effet site*mois ($P < 0,05$) hautement significatif par contre un effet mois non significatif.

3.4.2. Dosage de glutathion S-transférase :

L'effet de la pollution sur le taux de GST hépatopancréatique a été évalué chez *Cantareus aspersus*. la détermination du taux de GST a été réalisé par application de la formule d'Habig *et al.*, (1965). Les résultats obtenus sont présentés dans Le tableau 10 et la figure 9.

Le taux de la GST ($\mu\text{Mol/mn/mg}$ de protéines) dans les hépatopancréas d'*helix aspersa* est variable dans chaque site entre les mois (Tab. 11 et Fig 9). Le taux de la GST passe de $35,573 \pm 1,273$ ($\mu\text{Mol/mn/mg}$ de protéines) chez la population de Fais en mois de Mai à $32,507 \pm 1,407$ ($\mu\text{Mol/mn/mg}$ de protéines) chez la population de El-Hamma en mois Mars.

La comparaison du taux de la GST grâce au test de Tukey (Tab. 10) entre les trois mois indique qu'il existe un seul groupe au niveau de tous les sites.

D'un autre côté le test de Tukey entre les sites d'un même mois montre qu'il existe un seul groupe au niveau de tous les sites.

Tableau 12. Taux de glutathion S-transférase ($\mu\text{Mol}/\text{mn}/\text{mg}$ de protéines), dosées dans l'hépatopancréas de *Cantareus aspersus* récoltés dans différent sites ($m \pm s$; $n=4$).

	El-Hamma	Kais	Fais
Mars	32,507 \pm 1,407 a A	33,513 \pm 1,513 a A	35,573 \pm 1,273 a A
Avril	33,611 \pm 1,611 a A	34,475 \pm 1,475 a A	35,491 \pm 1,191 a A
Mai	33,472 \pm 1,472 a A	34,492 \pm 0,992 a A	35,453 \pm 1,153 a A

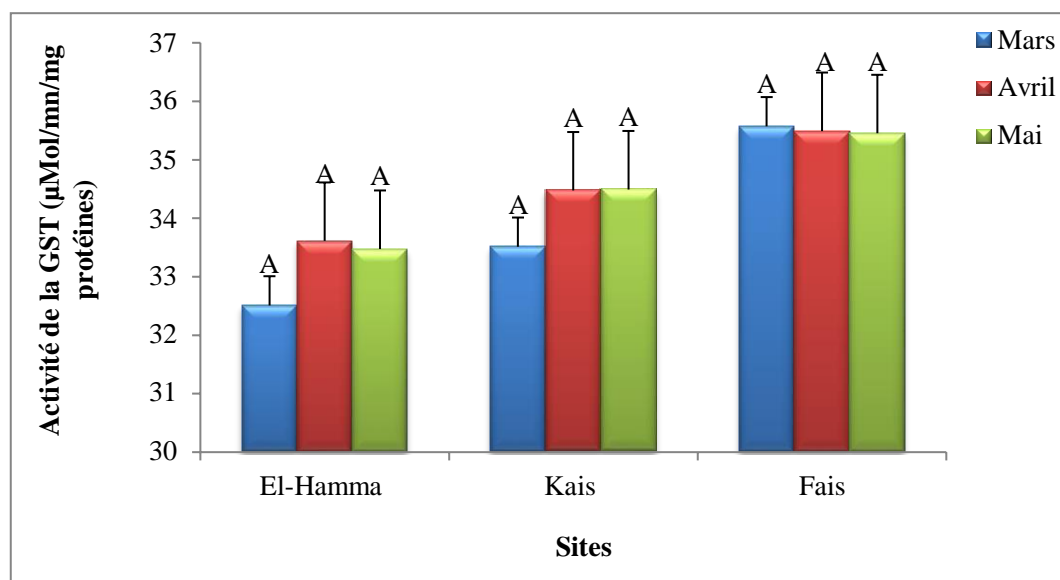


Figure 9: Taux de glutathion S-transférase ($\mu\text{Mol}/\text{mn}/\text{mg}$ de protéines), dosées dans l'hépatopancréas de *Cantareus aspersus* récoltés dans différent sites ($m \pm s$; $n=4$).

Induction minimale à El hamma alors Induction: Fais > Kais > El-Hamma .

Tableau 13. Taux de GST dans l'hépatopancréas de *Cantareus aspersus* récoltés dans différent sites. Analyse de variance à un seul critère de classification

Source	DL	SC séq	SC ajust	CM ajust	F	P
Site	2	8279,66	8974,66	1745,93	2689,14	0,05*
Mois	2	7873,17	8521,17	785,65	1187,11	NS
Site*mois	4	312,52	312,52	5,43	8,36	0,05*
Erreur	12	138,16	140,16	0,65		
Total	20	8591,51				

NS : non significatif * significatif ($P < 0,05$) ** très significatif ($P < 0,01$) *** hautement significatif ($P < 0,001$)

L'analyse de la variance a un deux critère de classification indique qu'il existe un effet site un effet site*mois ($P < 0,05$) hautement significatif par contre un effet mois non significatif.

4. DISCUSSION

4.1. Paramètres physico-chimiques

Le sol est la partie superficielle de la croûte terrestre à l'échelle de la planète. Il constitue l'habitat permanent d'une multitude d'être vivant (Davet, 1996) il est composé de matière minérale (inorganique) provenant de l'érosion des roches, et de matière organique ou Humus que contient des produits de décomposition partielle des végétaux (peut dégradables dites réfractaires). La composition du sol et sa fertilité varient en fonction des climats, géologiques et de la végétation (Prescott *et Al.*, 1995). Pendant des décennies, la pédologie s'est beaucoup construite au tour des questions agricoles, de fertilité, de spécialisation, aujourd'hui elle se tourne vers des problèmes de pollution des sols et de l'eau, d'érosion de désertification..., tous les problèmes écologiques de grande actualité qui ont fini par reconnaître que « les sols constituent le fondement de la vie des hommes, des animaux et des plantes, ainsi que le lieu d'une intense activité biologique » (Bonin, 2006). Les résultats d'analyse montrent bien la qualité de sol des 4 sites étudiés aussi bien du point de vue physico-chimique, les normes sont respectées avec cependant une légère augmentation ou diminution dans la valeur du sol étudié.

Les paramètres physico-chimiques analysés dans ce travail peuvent être considérés comme des indicateurs d'évolution. Les études des paramètres physico-chimiques sont d'une importance majeure dans la dynamique des espèces terrestres. En effet ces facteurs sont suivis plus au moins de Mars qui permet de mettre en évidence l'impact et l'intensité de ces facteurs de l'environnement sur la biologie des espèces dans leur milieu. La température est un facteur écologique fondamental qui joue un rôle important dans le contrôle du métabolisme et de la répartition biogéographique de l'ensemble des espèces, directement ou en relation avec d'autres facteurs écologiques comme : la salinité, l'humidité, et le pH. Nos résultats révèlent des variations des valeurs de température du sol dans les sites étudiés qui sont variées entre 13 et 15, c'est-à-dire une période froide du moins de Février (Vincke, 1982). Le pH_{eau} indique la concentration en ions H^+ présentes dans l'eau (Permo, 1981). Nos résultats ont montré que les valeurs obtenues en pH_{eau} au niveau des sites étudiés sont basiques $pH > 7,5$, donc on a un sol basique. Ils sont soit agricoles ou urbains ou reconstitués, mais tous se caractérisent par une teneur importante (>20%) de calcaire.

L'humidité hygroscopique représente la quantité d'eau que peut retenir un sol soumis aux conditions d'assèchement naturelles. C'est la quantité d'eau retenue à la surface externe des particules du sol et en équilibre avec la pression et l'humidité atmosphérique. Les résultats obtenus montrent que cette humidité est comprise entre 13,11 % et 16,74 %. Ces valeurs sont en relation avec la texture du sol, car les sols sablo-limoneux à texture fine retiennent plus d'eau que les sols sableux à structure particulaire (Benslama, 2006). La salinité est une mesure physico-chimique qui nous donne une idée sur la concentration des électrolytes dans la solution du sol d'une part et du degré de salinisation des sols d'autre part. Les résultats de notre analyse montrent que les sols des sites étudiés ont une conductivité électrique faible à moyenne ($<1000 \mu\text{s/cm}$) ; cela quelque soit la nature du substrat et le type d'utilisation des sites. La matière organique du sol peut être estimée à partir de l'évaluation du carbone organique. À partir de notre résultat, on peut classer les sols d'étude en une seule catégorie ; inférieur à 2%, ce sont des sols pauvres en matière organique : ils sont soit caractérisés par un faible apport ou par une forte activité biologique. C'est dans ces sols que le processus de minéralisation qui domine. La totalité de la matière organique est intégrée dans le sol.

4.5. Effet sur les activités enzymatiques

Après leur pénétration dans les organismes, les polluants organiques subissent le plus souvent des transformations métaboliques, catalysées par différents systèmes enzymatiques capables de prendre en charge des substrats de nature variée. Toutes ces enzymes augmentent l'hydrosolubilité des molécules qu'ils prennent en charge afin d'en faciliter l'élimination de l'organisme. L'activation métabolique de certaines molécules suite à leur métabolisation est cependant possible. Les réactions de biotransformation sont divisées en deux réactions ; phase I et phase II. La première phase (phase I) est assurée par des enzymes qui catalysent l'oxydation et la fonctionnalisation des xénobiotiques. La phase II est réalisée par des enzymes qui catalysent la conjugaison des molécules fonctionnalisées à des substrats endogènes. Le glutathion (GST) tient une place importante parmi les enzymes de la phase II.

Le glutathion est un tripeptide (L- γ -glutamyl-L-Cysteinyl glycine) qui joue un rôle central dans les processus de défense antioxydant intracellulaire (Arrigo, 1999). Il a été isolé et nommé pour la première fois par Hopkins en 1921 à partir de la levure du foie et des

muscles. Ce tripeptide constitue le composé thiol majeur grâce à son groupement thiol de la cystéine (Yo, *et al.*, 1993). De plus, le glutathion est un cofacteur de plusieurs enzymes, catalyse la détoxification et l'excrétion de plusieurs composés toxiques. Parmi ces enzymes la glutathion peroxydase (GPx) réduit les hydroxydes en alcools primaires, la glutathion synthétase intervient dans la biosynthèse du GSH, et enfin la glutathion-S-transférase (GST) intervient dans les réactions de conjugaison des électrophiles (Saint-Denis *et al.*, 1998). Diverses recherches ont montré le rôle du GST dans la détoxification des xénobiotiques (Avciet *et al.*, 2005).

Nos résultats révèlent que le taux de GST augmente dans les sites de Kais et Fais comparativement à celle enregistrées à El-Hamma, cela est peut être dû à une pollution chronique provenant des Briquetrie de ces sites et la direction des vents qui joue un rôle principale dans le transport des polluants.

En accord avec nos résultats l'augmentation du GST à été également observée par Drardja-Beldi & Soltani (2003) dans le corps entier des femelles de *G. affinis* traitées avec le diflubenzuron. L'augmentation du taux de GST à été observée dans l'hépatopancreas des femelles *Gombusia affinis* traitées avec le cadmium (Souissi *et al.*, 2008). La relation entre l'augmentation du taux de GST et le niveau de contamination est rapportée par (Ringwood *et al.*, 1999) chez les juvéniles de la moule, *Crassostrea vrginica*, exposées à un mélange de polluants industriels et par (Cossu *et al.*, 2000) chez le bivalve, *Unio tumidus*, exposé au cuivre. Cependant, quelque études ont montré une augmentation du taux de GST tel qu'il à été observée dans le foie de la truite arc-en-ciel traitée avec le cadmium (Ait-Aissa *et al.*, 2003). Cette augmentation du glutathion correspond à un mécanisme précoce de défense cellulaire et serait suffisant pour prendre en charge les premières atteintes cellulaires, évitant ainsi l'apparition d'un stress oxydant plus important. Le taux de GST augmente ainsi chez les rats traités au méthyl mercure (Woods & Ellis, 1995).

Contrairement au GST, l'acétylcholinestérase ne joue aucun rôle dans la détoxification des xénobiotiques chez les êtres vivants. Cette enzyme est impliquée dans les mécanismes de transmission de l'influx nerveux à travers l'organisme. Dans les jonctions interneuronales et neuromusculaires, la terminaison nerveuse libère un médiateur chimique, l'acétylcholine (ACh), ce qui permet au système de revenir à son état de repos. L'inhibition de l'enzyme par de nombreux toxiques entraîne une accumulation du médiateur chimique dans l'espace synaptique, maintient de ce fait une transmission permanente de l'influx nerveux,

laquelle conduit généralement à la tétanie musculaire et à la mort (Badilla, 1995). Nos résultats révèlent que l'activité de l'AChE diminuée au niveau des sites de Fais, Kais, cette diminution est due à l'effet des polluants préviennent des Briqueterie localisent dans cette zone, et pour le site de El-Hamma en peut expliquer la diminution de l'AChE par le vent qui est le responsable majeur de transport des polluants et aussi par les pesticides préviennent par l'activité agricoles.

La diminution de l'AChE à été observé au niveau de chez *Gambusia affinis* traité avec le cadmuim (Souissi *et al.*, 2008). L'AChE est essentiellement inhibé par deux classes d'insecticides, les organochlorés et les carbamates (Tomita *et al.*, 2001). Cependant, certaines études ont mis en évidence l'inhibition de l'activité de l'AChE par d'autres contaminants environnementaux incluant certains agents sulfactants, les hydrocarbures combustibles et les métaux lourds (Dellali *et al.*, 2001). L'inhibition de l'activité de l'AChE peut avoir des conséquences sur le comportement des êtres vivants ; la recherche de la nourriture, la recherche de partenaire sexuel et soin des jeunes (Khessiba *et al.*, 2001). L'analyse de l'activité de l'AChE dans les différents tissus des organismes aquatiques est considéré comme biomarqueur de la contamination des milieux aquatiques par les pesticides anticholinestérasiques (Dutta & Arends, 2002).

5. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Cette étude s'inscrit dans le but d'évaluer la contamination des sols dans quelques biotopes dans la région de Khenchela par un suivi mensuelle de deux biomarqueurs du stress environnemental (GST, AChE) qui s'étend de Mars à Mai 2021 chez un mollusque gastéropode *Cantareus aspersus* (Müller, 1774).

Les propriétés physico-chimiques des sols étudiés dans ce travail indiquent qu'il y a une similarité entre les sites. Ces résultats indiquent que les sols étudiés sont des sols alcalins. Les résultats de texture montrent que les sols étudiés sont des sols sablo-limoneuse. Tandis que Les valeurs de matière organique montrent que les sols étudiés sont des sols faibles en matière organique. Les sols de notre étude sont riche en calcaire (>30).

La mesure des biomarqueurs montre une variation mensuelle ainsi qu'une différence entre les sites. Une forte contamination a été observée au niveau des sites ; Fais et Kais par une diminution de l'activité de l'AChE et une augmentation de la GST, tandis que la plus faible contamination a été enregistrée à El-Hamma par une augmentation de l'activité de l'AChE et la diminution de la GST. Ce gradient de pollution est en rapport avec les sources de pollution (Briqueterie).

À l'avenir il serait intéressant de :

- ❖ Dosage d'autres biomarqueurs tels que la catalase, la métallothionéine, la glutathion peroxydase.
- ❖ Dosage des métaux lourds dans le sol, ainsi que dans la chaire des escargots.

6. Références bibliographiques

- Alloway, J.B. (2013). Heavy metals in soils: trace metals and metalloids in soils and their bioavailability. 3rd Ed. Springer, New York.
- Arrigo A.P., 1999. Gene expression and the thiol redox state. *Free Rad. Biol. Med.*, 27: 936-944.
- Aït-Aïssa S., 2003. Réponses multi-biomarqueurs chez des poissons exposés à des métaux, seuls ou en mélange. Journée de la SFRP section Environnement, Paris, 15 Septembre 2003. Présentation invitée.
- Avci A., Kacmaz M. et Durak I., 2005. Peroxidation in muscle and liver tissues from fish in a contaminated river due to petroleum refinery industry. *Ecotoxicol. and environm. Safety.*, 60: 101-105.
- Bairi, Y., Sifi, K., et Soltani, N. (2018). Growth and Responses of Biomarkers in the Snail *Helix aspersa* (Mollusca, Gastropoda) Used as Bioindicator of Soil Pollution in Northeast of Algeria. In Euro-Mediterranean Conference for Environmental Integration 3pp. Springer, Cham.
- Badilla S., 1995. Regulation and research issues related to cholinesterase inhibition. *Toxicology*, 102: 105.
- Barker, G.M (Ed), (2001). The Biology of Terrestrial Molluscs. CABI
- Barker, G.M., (2001). The Biology of Terrestrial Molluscs. CAB International, Oxon, Wallingford, UK, 567 p.
- Beeby A. (1985). The role of *Helix aspersa* as a major herbivore in the transfer of lead through a polluted ecosystem. *Journal of Applied Ecology* 22, p. 267-275.
- Beeby, A., Eaves, S.L., (1983). Short-term changes in Ca, Pb, Zn and Cd concentrations of the garden snail *Helix aspersa* Müller from a central London car park. *Environmental pollution*. 30, 233-244.
- Berger B., Dallinger R. (1993). Terrestrial snails as quantitative indicators of environmental metal pollution. *Environmental Monitoring and Assessment* 25, 65-84.
- Berger, B., & Dallinger, R. (1993). Terrestrial snails as quantitative indicators of environmental metal pollution. *Environmental Monitoring and Assessment*, 25(1), 65-84.

- Benslama ; 2006.cours d'écologie, 3^oannée écologie et environnement.
- Bonnet J.C., et Vrillon J.L., (1990). L'escargot *Helix aspersa* biologie – élevage. Edition INRA, 14-15.
- Bonin, S.(2006). Les souhaits des personnes en fin de vie : un inventaire systématique et structuré. Paris
- Bouffard, V., (2000). Milieux humides artificiels pour l'amélioration de l'efficacité de traitement des eaux usées domestiques d'une petite municipalité. p.150.
- Bourrelier, P. H., Berthelin, J., et Pédro, G. (1998).Contamination des sols par les éléments en traces: les risques et leur gestion:[organisé par l'Académie des sciences, 11 mai 1998]. Tec et Doc.
- Bradford M. M., (1976). A rapid and sensitive method for the quantification of microgramquantities of proteinutilizing the principe of protein –dye binding. Anal Biochem., 72 : 248 – 254.
- Chevalier H., (1992). L'élevage des escargots : production et préparation du « Petit-gris » .Ed. Du point vétérinaire. 144 p.
- Chevallier, H., (1982). Facteurs de croissance chez les Gastéropodes Pulmonés Terrestres paléarctiques en élevage, Haliotis. 12, 29-46.
- Coeurdassier M, Gomot-de Vaufleury A, Badot PM. (2000). Dose dependentgrowth inhibition and bioaccumulation of hexavalent chromium in the land snail *Helix aspersa*. Environ ToxicolChem19:2571–2578.
- Coeurdassier, M., Gomot-de Vaufleury, A., Lovy, C., Badot, P.M. (2002). Is the cadmium uptakefromsoil important in bioaccumulation and toxiceffects for snails?Ecotoxicology and EnvironmentalSafety 53, 425-431.
- Coeurdassier, M., Saint-Denis, M., Gomot-de Vaufleury, A., Ribera, D., Badot, P.M., (2001). The gardensnail (*Helix aspersa*.) as bioindicator of organophosphorrusexposure:effects of dimethoate on survival, growth and acetylcholinesterasesactivity. EnvironmentalToxicology and Chemistry. 20, 1951-1957.

- Colinet, G. (2003).Éléments traces métalliques dans les sols-Contribution à la connaissance des déterminants de leur distribution spatiale en région limoneuse belge .Thèse de doctorat, FUSA Gx, Gembloux, 442p.
- Cortet, J., Gomot-De Vaufleury, A., Poinot-Balaguer, N., Gomot, L., Texier, C., et Cluzeau, D. (1999).The use of invertebratesoilfauna in monitoring pollutanteffects. *European Journal of Soil Biology*, 35(3), 115-134.
- Cortet, J., Gomot-De Vaufleury, A., Poinot-Balaguer, N., Gomot, L., Texier, C. et Cluzeau, D. (1999). The use of invertebratesoilfauna in monitoring pollutanteffects.
- Cosel R.V., (1992). Seashells of tropical West Africa.Edition l'ORSTOM, 64p.
- Cossa, D. (1989). A review of the use of *Mytilus*spp as quantitative indicators of cadmium and -mercury contamination in coastal waters. *Oceanologica acta*, 12(4), 417- 432.
- Cossu C., Doyotte A., Babut M., Exinger A. et Vasseur P., 2000. Antioxidative biomarkers in freshwater bivalve *Unio tumidus* in response to different contamination profiles of aquatic sediments. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 45: 106-121.
- Daguzan J.,(1981. Contribution à l'élevage de l'escargot petit-gris : *Helix aspersa* Müller (mollusque gastéropode pulmoné stylommatophore). I. Reproduction et éclosion des jeunes en bâtiment et en conditions thermohygrométriques contrôlées. *Ann. Zootechn* 30,249-272.
- Dallinger , R, (1993): strategies of metaldetoxification in terrestrialinvertebrates. In:Dallinger, R., Rainbow, P. (Eds.), *Ecotoxicology of Metals in invertebrates*. Lewis, Boca Raton, FL, pp.245-289.
- Dallinger R. et Wieser, W., (1984). Patterns of accumulation, distribution and liberation of Zn, Cu, Cd, and Pb in differentorgans of the land snail *Helix pomatia* L. *Comparative Biochemistry and Physiology* 79C, 117-124.
- Dallinger, R., Berger, B., Tribskorn, R., Köhler, H. (2001). Soilbiology and ecotoxicology. In: Barker, G.M. (Ed.). *The biology of terrestrialmolluscs*. CAB International, Oxon, Wallingford, UK, p. 489-525.
- Davet.P,(1996): vie microbienne et production végétale, Ed/ INRA. France.
- Delaunois, A., (1976). Travaux pratiques de pédologie générale. pp. 2-86.

- Dellali M., Barelli M.G., Romeo M. et Aissa P., 2001. The use of acetylcholinestérase activity in *Ruditapes decussatus* and *Mytilus galloprovincialis* in the biomonitoring of Bizart lagoon. *Comp. Biochem. And Physiol. Part C*, 130: 227-235.
- Dère, C. (2006). Mobilité et redistribution à long terme des éléments traces métalliques exogènes dans les sols: Application à des Luvisols pollués par 100 ans d'épandage d'eaux usées brutes dans la plaine de Pierrelaye. Thèse de doctorat de l'ENGREF, 124p.
- Didier, P. (2006). Elevage de l'escargot. Consultable sur internet : <http://www.fondationlamap.org/fr/page/11571/elevage-de-lescargot>
- Drardja-Beldi, H., et Soltani, N., (2003). Laboratory evaluation of dimilin on growth and glutathione activity in mosquitofish, a non-target species. *Comm. Appl. Biol. Sci.*, Ghent University, 68(4a), 299-304.
- Dubey, B.L., et Dwividi, P., (1988). Projective value of somatic Ink blot – series II in case of stammering. *Journal of personality and clinical studies*. 8, 173-176.
- Duchauffour, (1970). Précis de pédologie. Ed Masson et Cie. Paris. pp. 33-212.
- Dutta H.M et Arends D.A., 2002. Brain acetylcholinesterase activity and optomotor behavior in bluegills, *Lepomis macrochirus*, exposed to five different concentrations of diazinon; *Arch. Intern. Physiol. Biochim. Biophys.* 100:331-334.
- Eijsackers, H., (1983). Soil fauna and soil microflora as possible indicators of soil pollution. *Environmental Monitoring and Assessment*. 3, 307-316.
- Eisler, R. (1981). Trace metal concentrations in marine organisms. Pergamon Press.
- Ellman G. L., Courtney K. D., Andres V., & Featherstone R. M., (1961). A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochem. Pharmacol. and Physiol.* 38, 84-90.
- ETruhaut, R., (1977). « Ecotoxicology: Objectives, principles and perspectives », *Ecotoxicology and Environmental Safety*. p. 151-173. uptake from soil important in bioaccumulation and toxic effects for snails? Use of land snail as bioindicator of

- pollution. In: Abstract proceedings, "From basic science to decision-making: The environmental odyssey", 11th SETAC European Meeting, Madrid.
- FOAN, L. (2012). Biosurveillance des retombées atmosphériques à l'aide de bryophytes: suivi des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) à diverses échelles spatiotemporelles. Thèse de doctorat : Sciences des Agroressources. Toulouse : Université de Toulouse, 2012, 337p.
- Galloway, T.S, et Depledge, M.H., (2001). Immunotoxicity in invertebrates: measurement and ecotoxicological relevance. *Ecotoxicology*. 10, 5-23
- Gauchers, (1968). *Traité de pédologie agricole. Le sol et ces caractéristiques agronomiques*. pp. 2-97.
- Gimbert F, de Vaufleury A, Douay F, Coeurdassier M, Scheifler R, Badot PM. (2006). Modelling chronic exposure to contaminated soil: a toxicodynamic approach with the terrestrial snail *Helix aspersa*. submitted for publication.
- Gireaud, O. (2008). *Heliciculture*. Consultable sur internet : <http://www.gireaud.net/heliciculture.htm>
- Gomot A, (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 *bull. Acad. Natl. Méd.* :1997,181 ,n°1,59-75.
- Gomot A., et Gomot L., (1995). Neurohormonal control of body and shell growth of the snail *Helix*. *Bull. Inst. Océa. Monaco*, 14, 141-149.
- Gomot A., et Pihan F., (1997). Comparison of the bioaccumulation capacities of copper and zinc among two snail subspecies (*Helix*). *Ecotox. Environ. Safe.*, 38, 85-94.
- Gomot, A., . (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. Discussion: Pollution des sols et santé de l'homme. *. Bull. Acad. Natl. Méd*, 181, 59-75.
- Gomot-de-Vaufleury 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 route for the stimulating factors. *Journal of Molluscan Studies* 5, 1-7.

- Houda PS. (2010). Trace Elements in Soils. A John Wiley and Sons, Ltd., Chichester, 618p
- Ismert M., Oster T. et Bagrel D. (2002). Effects of atmospheric exposure to naphthalene on xenobiotic-metabolising enzymes in the snail *Helix aspersa*. *Chemosphere* 46, 273- 280.
- Kabata-Pendias, A. (2011). Trace elements in soils and plants/fourth editions. Taylor & Francis; 338-339.
- Kammenga J.E., Dallinger, R., Donker, M.H., Kohler, H.R., Simonsen, V., Triebkorn, R., and Weeks, J.M., (2000). Biomarkers in terrestrial invertebrates for ecotoxicological soil risk assessment. In *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, Vol 164, 93-147.
- Karas, F. (2009). Gastéropodes terrestres, invertébrés continentaux des Pays de la Loire. *Gretia*, 379p.
- Khessiba U.N., Hoarau P., Magnassia B., Aissa P. et Roméo M., 2001. Repence biochimique de la moule *Mytilus galloprovincialis* de Bizerte (Tunisie) à exposition du polluant chimique ; *Eviron. Toxicol. Chem.*, 40 :222-229.
- Lagadic, L., Caquet, T., Amiard, J.C., and Ramade, F., (1997). Biomarqueurs en écotoxicologie. Aspects fondamentaux. Paris, Masson. pp. 21-99
- LANDIS, W.G. et M.H. YU (1995). Introduction to Environmental Toxicology : Impacts of Chemicals upon Ecological Systems, Boca Raton, FL, Lewis Publishers.
- Lionetto, A., (2003). Acetylcholinesterase as biomarkers in environmental biomonitoring. *Caricato, M.E. Gioradamo and T. Schettino Italy* .p .91-92.
- Madec L., (1983). Importance des conditions climatiques et de l'origine des individus pour la reproduction de l'escargot petit-gris en élevage sous bâtiment contrôlé. Session ITAVI, Rennes
- Miramand, P., Pigeot, J., Guyot, T., & Fichet, D. (1999). Ecotoxicologie intégrée: de l'espèce à l'écosystème. *Océanis*, 25(4), 581-608.
- Morel, R., (1986). Les sols cultivés. Lavoisier. 1ère édition. Paris. pp. 21-64.
- P.H. Fischer, (1948). 'Données sur la Résistance et la Vitalité des Mollusques', *Extrait Jour. Conch.*, Vol. LXXXVIII, Paris, pp. 100 – 140.

- Pelletier, E., (2004). Contribution au développement de sondes bioanalytiques pour évaluer la toxicité sous-létale des contaminants en milieu marin. Rapport soumis à la direction de l'environnement, Env. Canada, INRS-Océonologie. 36, 169-182.
- PHILIPPE A. (2011). Climat et pollution. In : L'air ? L'eau ? L'énergie ? La pollution ? LA VIE !. 1er édition, Hermann, Paris, p. 52- 77
- Phillips, D. J. (1980). Quantitative aquatic biological indicators: their use to monitor trace metal and organochlorine pollution. Chapman & Hall, London
- Phillips, D. J. (1990). Use of macroalgae and invertebrates as monitors of metal levels in estuaries and coastal waters. In: Furness RW, Rainbow PS (eds) Heavy metals in the marine environment. CRC Press, Boca Raton, pp 81-99
- PRESCOOTT, Harley, Klein ; 1995 : microbiologie. ED Masson.
- Ramade F., (1992)., Précis d'écotoxicologie. Collection d'Ecologie 22 ; Masson, Paris., PP. 170-171.
- 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 ecotoxicological effects of urban pollution: An integrated approach. *Environmental Health Perspectives* 114, 63-69.
- Regoli, F., Principato, G., (1995). Glutathione, glutathione-dependent and antioxidant enzymes in mussel, *Mytilus galloprovincialis*, exposed to metals in different field and laboratory conditions: implications for a proper use of biochemical biomarkers. *Aquat Toxicol.* 31, 143–164
- Russell L.K., Dehaven J. I and Botts R. P., (1981) ; Toxic effects of cadmium on the garden snail (*Helix aspersa*). *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* : 26,634-640.
- Sait-Denis M., Labrot F., Narbonna J.F. & Rebera D., 1998. Glutathione, glutathione-related enzymes, and catalase activities in the earthworm *Eisenia fetida andrei*. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 35: 602-614.
- Scheifler R., Gomot de Valfleury A., Badot P.M. (2002) 'Transfer of cadmium from plant leaves.

- Souissi, M., Ouali, K., Hadj Moussa, W., Rouachdia, R., Djabourabi, A., & Bensouilah, M., (2008). Proportioning of Biomarkers (GSH, GST, AChE, Catalase) Indicator of pollution at *Gambusia affinis* (Teleostei Fish) Exposed to Cadmium. *Mar. Ecobiol. Lit. Envi.*
- Tomita T., Hidoh O., et Kono Y., 2001. Absence of protein polymorphism attributable to insecticide-sensitivity of acetylcholinesterase in the green rice lephopper, *Nephotellix cincticeps*. *Insect Biochemistry and Molecular Biology.*, 30: 325-333.
- Tsai, C. L. (2004). Introduction of slugs in plant quarantine. Council of Agriculture Plant Protection Series, 5, 113-119.
- Vallardi, F., (1971). La grande encyclopédie du monde animal (poissons, invertébrés). Tome III: 455-459.
- Van der Oost R., Opperhuizen A., Satumalay K., Hcida H., Vermeulon N.P.E., (1996). Biomonitoring aquatic pollution with ferret (Anguilla anguilla). I. Bioaccumulation: bioconcentration ratio of PCBs, OCPs, PCDDs and PCDFs. *Aquat. Toxicol.* 35: 21-46
- Vaufleury A, Coeurdassier M, Pandard P, Scheifler R, Lovy C, Crini N, (2006). How terrestrial snails can be used in risk assessment of soils. *Environ Toxicol Chem*; 25: 797–806.
- Vincke J.F, 1982. Projet regional de developpement de l'aquaculture en Méditerranée.
- Yo C.L., Lui C.L., Tsai C.Y., Sun K.H., Liano T.S., Lin W.M., Chen H.L. & Yo H.S., 1993. Prostaglandin E₂ suppresses phytohemagglutinin-induced immune responses of normal human mononuclear cells by decreasing intracellular glutathione generation, but not due to increased DNA strand breaks or apoptosis. *Agent action.* 40: 191-199.
- WRIGHT, D.A. et P. WELBORN (2002). *Environmental Toxicology*, Cambridge, UK, Cambridge University Press.
- Woods J.S. et Ellis M.P., 1995. Up-regulation of glutathione synthesis in rat kidney by methyl mercury: relationship to mercury-induced oxidative stress. *Biochem. Pharmacol.*, 5: 1719- 1724.

Résumé

Dans cette étude expérimentale nous nous sommes intéressés à l'évaluation de l'impact de la pollution des sols de quelques biotopes de la région de kenhela par l'utilisation d'un bioindicateur, *Cantareus aspersus*, (Mollusca, Gasteropoda), escargot très abondant au niveau de quatre sites étudiés.

L'analyse physico-chimique de sols nous révèlent que nous sommes en présence de sol à texture sablo-limoneuse, légèrement basique (pH > 7,5) non salin (conductivité ,1-0,3 m mohs/cm), qui retiennent peu d'humidité hygroscopique et qui ont un calcaire actif de type calcaire dans les quatre sites d'études.

Le dosage des deux biomarqueurs (AChE et GST) révèle que les sites de Fais et Kais ont le même taux de pollution. Le site de El-Hamma est le site le moins pollué.

Mots clés: *Helix aspersa* ; Biomarqueurs ; Bioindicateur ; Physico-chimie des sols ; AChE ; GST.

Abstract

In this experimental study we were interested in the evaluation of impacts pollution of the grounds of some biotopes of Khenchela by the use of a bioindicator, *Cantareus aspersus*, (Mollusca, Gasteropoda), snail very abundant on the level of four sites study.

The physicochemical analysis of grounds reveals us that we are in the presence of ground with argilo-muddy texture, slightly basic (pH > 7,5) no saline (conductivity, 1-0,3 m mohs/cm), who retain little hygrosopic moisture and who have a rather strong porosity between 10-20% in the four sites of studies.

The proportioning of two biomarqueurs (AChE and GST) reveals that the sites of Fais and Kais. El-Hamma is the site less polluted.

Key words: Helix aspersa; Biomarqueurs; Bioindicator; Physicochemistry of the grounds; AChE, GST.

ملخص

في هذه الدراسة التجريبية اهتمنا بدراسة تأثير تلوث التربة في بعض الأوساط الحيوية على مستوى الشرق الجزائري باستعمال كائن كائنات (سبرسي) رخويات (حلزون متونر بكثرة على مستوى مناطق الدراسة).

نتخلص من التحليل الفيزيوكيميائي للتربة بأن لها ذات تركيب رملي- واعدتها خفيفة ليست مألحة تعتبر التربة متوسطة الرطوبة و لديها مسامات متوسطة ما بين (10-20%) على مستوى المناطق الأربعة.

الكلمات الرئيسية: التنوع البيولوجي ، الرخويات الأرضية ، العلمات الحيوية، التربة

Cantareus aspersus.