



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج

Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi - B.B.A.

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الارض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

قسم العلوم البيولوجية

Département des Sciences Biologique



Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Toxicologie

Intitulé

Évaluation des effets de l'herbicide Cossack^(od) sur les paramètres physiologiques de l'escargot « *Helix aspersa* »

Présenté par : DJATITA Ouarda

Soutenu le 16 Sept 2019

Devant le jury :

Présidente :	M ^{me} MOUMENI	Ouissem	M.A.B	Université BBA
Examinatrice :	M ^{me} BENRADIA	Hamida	M.C.B	Université BBA
Encadreur :	M ^r KELLAB	Rabah	M.A.A.	C. Universitaire Mila
Co- encadreur:	M ^r BOUBELLOUTA	Tahar	M.C.A	Université BBA

Année universitaire : 2018/2019

Table des matières

Remerciement	
Dédicaces	
Liste de tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction.....	01

PARTIE1 : Synthèse bibliographique

CHAPITRE 01: I Biologie et physiologie d'*Helix aspersa*

I.1	Morphologie	02
I.1.1	Coquille	02
I.1.2	Corps	02
I.2	Anatomie	04
I.2.1	Appareil digestif	04
I.2.2	Système nerveux	05
I.2.3	Appareils circulatoire et respiratoire	05
I.2.4	Appareil excréteur	06
I.2.5	Appareil génital	06
1.3	Déplacement	06
I.4	Alimentation	07
I.5	Activité saisonnière	07
I.6	Hibernation	08
I.7	Reproduction et cycle biologique	08
I.8	Croissance	10
I.9	Intérêt éco toxicologique de l'escargot	11
I.10	Différentes voies d'exposition aux polluants.....	12

CHAPITRE 02: I Aperçu général sur les pesticides

I.1	Définition	13
I.2	Classification	13
I.3	Problème de la pollution diffuse de contamination	13

I.4	Devenir des produits phytosanitaires dans l'environnement.....	13
CHAPITRE 03 : I. Les différentes familles des herbicides		
I.1	Définition.....	15
I.2	Classification des herbicides.....	15
II	L'herbicide étudié.....	17
II.1	Structure chimique et activité d'herbicides des sulfonylurées.....	17
II.2	Propriétés physicochimiques des sulfonylurées.....	17
II.3	Le Cossack ^(OD)	19
II.3.1	L'iodosulfuron - méthyle sodium (ISMS).....	19
II.3.2	Le mesosulfuron-méthyle (MSM).....	19

PARTIE N° 02 : Partie expérimentale

I	Matériel et méthodes	20
I.1	Matériel.....	20
I.1.1	Matériel Biologique	20
I.1.1.1	Zone d'échantillonnage d' <i>Helix aspersa</i>	20
I.1.1.2	Elevage.....	20
I.1.1.3	Classification phylogénique de <i>Helix aspersa</i>	21
I.1.2	Matériel chimique	22
I.2	Méthodes	22
I.2.1	Répartition des animaux.....	22
I.2.2	Condition d'élevage	23
I.2.3	Mode de traitement	23
I.2.4	Préparation et sacrifice des animaux	23
I.3	Paramètres étudiés	24
I.3.1	Effets comportementaux	24
I.3.2	Paramètres physiologiques	24
I.3.2.1	Le poids frais de l'escargot (tissu mou + coquille).....	24
I.3.2.2	Le diamètre de coquille.....	25
I.3.2.3	Le poids frais de la coquille et le poids frais de l'hépatopancréas	25

I.4	Analyse statistique.....	25
II	Résultats et interprétations.....	27
II.1	Estimation du taux d'alimentation	27
II.2	Effets sur le comportement	27
II.3	Effets de l'herbicide Cossack ^(OD) sur l'évolution du poids frais des escargots	27
II.4	Effet de l'herbicide Cossack ^(OD) sur l'évolution du poids frais de la coquille	29
II.5	Effet de l'herbicide Cossack ^(OD) sur l'évolution du diamètre D de la coquille des escargots <i>Helix aspersa</i>	30
II.6	Effet de l'herbicide Cossack ^(OD) sur l'évolution du diamètre L de la coquille des escargots <i>Helix aspersa</i>	32
II.7	Effet de l'herbicide Cossack ^(OD) sur le poids de l'hépatopancréas des escargots <i>Helix aspersa</i>	33
III	Discussion	35
III.1	Effet sur les réponses comportementales	35
III.2	Effet sur les réponses physiologiques	35
III.2.1	Poids des escargots	35
III.2.2	Poids de la coquille	36
III.2.3	Diamètres (D, L) de la coquille des escargots	36
III.2.4	Poids d'hépatopancréas	36
	Conclusion	
	Résumés	
	Références bibliographiques	

Liste des tableaux

Tableau 1	de classification des herbicides selon leur mode d'action (Calvet et al 2005).....	16
Tableau 2	propriétés physicochimique de quelque sulfonylurée.....	18
Tableau 3	effet du l'herbicide Cossack ^(OD) sur l'évolution du poids frais des escargots <i>Helix aspersa</i> pendant une période de 4semaines témoins et traitée (m± SD, n=5).....	28
Tableau 4	effet du l'herbicide Cossack ^(OD) sur l'évolution du poids frais de la coquille des escargots <i>Helix aspersa</i> pendant une période de 4semaines témoins et traitée (m± SD, n=5).....	29
Tableau 5	effet du l'herbicide Cossack ^(OD) sur l'évolution du diamètre D de la coquille des escargots <i>Helix aspersa</i> pendant une période de 4 semaines témoins et traitée (m± SD, n=5).....	30
Tableau 6	effet du l'herbicide Cossack ^(OD) sur l'évolution du diamètre L de la coquille des escargots <i>Helix aspersa</i> pendant une période de 4semaines témoins et traitée (m± SD, n=5).....	32
Tableau 7	effet du l'herbicide Cossack ^(OD) sur l'évolution du poids de l'hépatopancreas des escargots <i>Helix aspersa</i> pendant une période de 4 semaines témoins et traitée (m± SD, n=5).....	33

Liste des figures

Figure 01	L'escargot <i>Helix aspersa</i> (Daguzan,1981).....	03
Figure 02	Les deux paires de tentacules d'un escargot (Dcshmidt,2008)	03
Figure 03	escargot extrait de sa coquille (Photo personnelle).....	04
Figure 04	orifice respiratoire chez l'escargot (pol,2006)	05
Figure 05	Schéma en coupe de l'anatomie d'un escargots (Quibik,2007)	06
Figure 06	Ondes de contraction sur la face ventrale des pieds d'escargots (Pol,2001)..	07
Figure 07	escargot en hibernation avec son épiphragme (grobe,2006)	08
Figure 08	Schéma de l'appareil génitale de l'escargot (Guyard 2009)	09
Figure 09	accouplement de petit gri (buron-mousseau,2014)	09
Figure 10	schéma d'un petit gris en position de ponte (piel 2014)	10
Figure 11	œufs des escargots (Astrid 2011)	10
Figure 12	naissance des escargots (Baqcquet 2012)	10
Figure 13	transferts des polluants dans un écosystème terrestres (Sheifler et al 2002)	12
Figure 14	mécanismes de transferts et de transformations des pesticides dans les milieux de l'environnement (INERIS ,2005)	14
Figure 15	Structure chimique de sulfonylurée (Berger et al 1998).....	17
Figure 16	structure chimique de (a) l'idosulfuron-methyle sodium le mesosulfuronmethyle, Les deux molécules actives de l'herbicide cossack ^(od) (Bayer cropsience, Algérie).....	19
Figure 17	Dissection et prélèvement des organes (l'hépatopancréas).....	24
Figure 18	mesure des deux diamètres D et L de <i>Helix aspersa</i> (Coeurdassier, 2001)	25
Figure 19	schéma du protocole expérimentale	26
Figure 20	effet du l'herbicide Cossack ^(OD) sur l'évolution du poids frais des escargots <i>Helix aspersa</i> pondant une période de 4semaines témoins et traitée (m± SD, n=5).....	28
Figure 21	effet du l'herbicide Cossack ^(OD) sur l'évolution du poids frais de la coquille des escargots <i>Helix aspersa</i> pondant une période de 4semaines témoins et traitée (m± SD, n=5).....	30

Figure 22	effet du l'herbicide Cossack ^(OD) sur l'évolution du diamètre D de la coquille des escargots <i>Helix aspersa</i> pendant une période de 4 semaines témoins et traitée (m± SD, n=5).....	31
Figure 23	effet du l'herbicide Cossack ^(OD) sur l'évolution du diamètre L de la coquille des escargots <i>Helix aspersa</i> pendant une période de 4 semaines témoins et traitée (m± SD, n=5).....	32
Figure 24	effet du l'herbicide Cossack ^(OD) sur l'évolution du poids de l'hépatopancréas des escargots <i>Helix aspersa</i> pendant une période de 4 semaines témoins et traitée (m± SD, n=5).....	34

Liste des abréviations

ACC ase : Acétyl Coa Carboxylase.

ALS : Acétolactate Synthase.

ISMS : Iodosulfuron – Méthyle Sulfonylurées.

MSM : Mésosulfuron – Méthyle.

MTOC : Centre Organisateur de Microtubules.

OPs : Organophosphorés et des Pesticides.

Introduction

Pour répondre aux besoins alimentaires qui prennent de plus en plus de l'ampleur, en raison de la hausse démographique, l'homme fait appel à l'utilisation des produits chimiques dans la lutte contre les ravageurs des cultures. A cet effet, l'usage des produits phytosanitaires s'accompagne d'une contamination terrestre et aquatique entraînant une influence négative sur la biodiversité et s'intègrent facilement aux chaînes trophiques où ils subissent une éventuelle bioamplification. Cependant, la présence d'un polluant dans le sol, n'est pas en soi un danger car le risque n'apparaît que si ce produit est mobilisé et agit sur l'environnement (Flore et Faune) ou sur l'homme (**Dubey et al .., 1993**). Ainsi, la prise des mesures préventives pour éliminer ou limiter l'impact négatif des activités de l'homme sur son environnement s'avère nécessaire.

En effet, en Algérie l'usage des pesticides, en particulier les herbicides, des détergents et autres produits phytosanitaires s'amplifie de plus en plus avec le développement de l'agriculture. Cependant, les pesticides sont signalés comme des produits à haut risque pour la santé de l'homme (cancérogènes, mutagènes, tératogènes...) et pour son environnement. Ils sont en effet fréquemment mis en cause dans la réduction de la biodiversité terrestre constatée dans les zones agricoles. Les herbicides sulfonilurées metsulfuron et, dans une moindre mesure, chlorsulfuron, sont à l'origine d'une réduction de la fertilité du sol et la biodiversité (**Boldt et Jacobsen., 2006**).

Selon Eijsackers., (2010) l'utilisation des animaux invertébrés pour l'évaluation de la pollution des écosystèmes date depuis la nuit des temps dans les milieux aquatiques et terrestre. Ainsi, l'escargot terrestre appartenant à l'espèce *Helix aspersa* est un excellent bio-indicateur de la pollution terrestre et se comporte plus efficacement que le ver de terre *lumbricus terrestris* (**Gomot vaufleury et Pihan., 2000**). Il est aisément contaminé par les divers polluants, en raison de sa sédentarité sur les sols et de son régime herbivore, (**Gomot de vaufleury., 1998**).

Enfin, il faut signaler que le choix de cette espèce fait suite à une longue enquête réalisée sur ses caractéristiques de bio-indicateur de la pollution. Par ailleurs, les recherches de l'espèce restent insuffisamment élucidées, ainsi, des questions restent posées comme :

- ✓ Est-ce que l'usage de l'herbicide Cossack (OD) comme agent influant les paramètres physiologiques de *Helix aspersa* est-il justifié ?
- ✓ Possède-t-il des propriétés de contamination aussi significatives ?
- ✓ Caractérisation et évaluation des effets de l'herbicide cossack^{od} sur les paramètres physiologiques de l'escargot « *helix aspersa* ».

I. Biologie et physiologie d' *Helix aspersa*

I.1. Morphologie

L'escargot *Helix aspersa*, petit-gris est l'un des gastéropodes terrestres les plus fréquents. Il appartient aux Mollusques Pulmonés chez lesquels la cavité palléale joue le rôle d'un poumon et permet de respirer l'oxygène gazeux chez des représentants de ce groupe d'origine marine (**Beammont et cassier., 1998**).

I.1.1. Coquille

Elle a un aspect extérieur de forme globulaire et spiralée, enroulé en spirale autour d'un axe le plus souvent dextre. Cependant, ses tours les plus anciens forment le sommet du cône appelé apex, ensuite les tours s'unissent les uns aux autres pour former un sillon appelé suture, alors que le dernier tour aboutit à l'ouverture limitée par le péristome de la spire (ensemble de tous les autres tours) (**Dallinger et al., 2001**)

Elle est caractérisée par des stries parallèles à l'axe dites stries d'accroissement correspondant aux positions successives du bord du manteau au cours de la croissance. Elle présente, aussi, des bandes colorées qui sont soit parallèles à la spire donc perpendiculaires aux stries d'accroissement (Bandes spirales ou longitudinales) ou encore perpendiculaires à la spire (Bandes verticales).

Elle se compose, chez l'adulte, de 80 à 99 % de calcaire et de 1 à 2 % de matière organique, où le carbonate de calcium peut se trouver sous trois formes à savoir la calcite et le calcaire amorphe, tandis que les jeunes coquilles d' *Helix aspersa* sont riches en phosphate de calcium (**Apia; 2004**)

Le corps de l'escargot est entièrement inclus dans la coquille. Cette rétraction est effectuée grâce à plusieurs muscles ce qui met l'escargot à l'abri des animaux, des chocs, de la chaleur, du froid, du vent, de la lumière (**Michel Rousslet; 1979**)

Ce mollusque gastéropode étant excessivement sensible à l'état hygrométrique ambiant, ainsi, le phénomène d'encapsulation constitue un excellent facteur temporaire pour sa protection, car son degré d'hydratation optimal est à peu près de 86%. A cet effet, si la différence est trop marquée entre ce pourcentage du degré d'hydratation et des conditions favorables de la vie active de l'animal, on observe un affaiblissement des mouvements et des oxydations, alors l'animal ne mange plus, ce qui, en cas extrême, peut entraîner sa mort (**Michel Rousslet; 1979**).

I.1.2. 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.

Dans le cas où l'escargot est en extension non extirpé de sa coquille, il repose sur le sol par son pied, masse musculaire large et épaisse, s'étendant en arrière mais surtout en avant de la coquille. Cette sole pédieuse permet à l'animal de se déplacer par reptation, ce qui reste visible sur une glace. Lorsque

un escargot se déplace les ondes motrices du pied progressent d'arrière en avant avec une période de 15secondes à 20 secondes. Il faut signaler, cependant, que malgré le pied se continue par la tête mais reste moins nette (**Figure 01**).

La tête *Helix aspersa* dispose , généralement, selon **Michel rousselet; (1979)** 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.

✓ Dans la deuxième paire de tentacules il y a 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 coté droit de la tête, cet orifice assure une double fonction sexuelle male et femelle (**Figure 02**).

Alors qu'en position antéro-ventrale, on observe la bouche médiane, entourée de quatre lèvres et pourvue d'une mâchoire supérieure cornée.



Figure 01: Escargot *Helix aspersa* Muller 1774 (**Daguzan ; 1981**)



Figure 02 : Deux paires de tentacules d'un escargot (**Dcshmidt; 2008**)

Tandis que du coté droit, l'orifice génital se trouve un peu en arrière de la bouche et tout le reste de la masse viscérale est contenu dans la coquille mais au bord du manteau ou bourrelet palléal fortement épaissi à ce niveau, se trouve un orifice dit le pneumostome qui donne accès à la cavité palléale où se trouve plaqué le poumon (**Figure 03**). Ainsi, le pneumostome correspond, donc, à l'orifice

respiratoire, et légèrement en dessous de celui-ci se situe l'anus, alors qu'entre les deux se trouve l'orifice urinaire, mais invisible vu sa petite taille.

Alors que la masse viscérale présente deux zones :

✓ Une antérieure recouverte par le manteau, fin et transparent, constitue la cavité palléale dont le plafond richement vascularisé correspond au poumon.

✓ Une postérieure enroulé en spirale appelée masse viscérale, le rein est de couleur jaunâtre alors que l'hépatopancréas est brun verdâtre, cependant, la glande de l'albumine est blanche.

Tandis qu'entre ces deux zones, plus exactement sur le coté gauche se trouve le cœur.



Figure 03 : Photographie d'escargot extrait de sa coquille (**Photo personnelle**)

I.2. Anatomie

I.2.1. Appareil digestif

Le tube digestif est formé d'une boucle par suite à la torsion de 180°, caractéristique des gastéropodes, alors que l'anus se trouve à l'avant. Cependant, la bulbe buccale se forme par le prolongement de la bouche, qui contient la langue musculaire recouverte par une lame cornée ou la radula dont le rôle est de broyer les aliments. Il faut signaler que deux glandes salivaires sont positionnées dans la partie postérieure de la bulbe buccale qui se prolonge par un œsophage puis se ronfle en un estomac, lié à l'intestin. Ce dernier forme une double circonvolution autour d'hépatopancréas et présente un cœcum et se termine par un rectum aboutissant à l'anus situé auprès

du pneu-mostome. L'hépatopancréas est localisé entre l'estomac et l'intestin, volumineux, formé de deux lobes et occupe tout la tortillon, (**Michel Rousslet., 1979**).

I.2.2. Système nerveux

le système nerveux de l'escargot est composé de deux parties :

➤ **Système stomatogastrique ou sympathique**

Il innerve la plus grande partie du tube digestif et comprend une paire de petits ganglions dits ganglions buccaux, placés sous la bulbe buccale et reliés par deux petits cordons nerveux.

➤ **Système nerveux central**

Il comprend les ganglions cérébroïdes, les ganglions pédieux et le système viscéral (**Michel Rousslet., 1979**).

I.2.3. Appareils circulatoire et respiratoire

La respiration de l'escargot est pulmonaire, le poumon est formé par la cavité palléale, espace entre le manteau qui recouvre l'intérieur de la coquille et la masse viscérale (**Figure 04**). Il s'ouvre à l'extérieur par l'orifice respiratoire dont on peut observer les mouvements rythmiques d'ouverture et de fermeture (**Gomot de vaufléury., 1998**).



Figure04 : Orifice respiratoire chez l'escargot (pol., 2006)

Par contre selon **Michel Rousslet; (1979)** l'appareil circulatoire est constitué par le cœur, emballé dans un péricarde, formé d'une oreillette piriforme antérieure et d'un ventricule allongé postérieur à partir duquel deux aortes prennent naissance

- L'une antérieure irriguant le pied et la région céphalique.
- Alors que l'autre postérieure allant au tortillon.

Ainsi, à partir des deux aortes divergent des artères qui irriguent les différents organes, enfin un système de sinus veineux et veines ramène le sang au cœur.

I.2.4.Appareil excréteur

Le rein unique, appelé aussi organe de Bojanus, de couleur gris-jaunâtre est situé entre le cœur et le rectum, de forme triangulaire, il est formé de deux parties, l'une proprement excrétrice, l'autre étant une vessie d'accumulation d'où part un fin canal urinaire aboutissant à l'orifice excréteur situé entre l'anus et le pneumostom (**Popple et Tribune., 2002**)

I.2.5. Appareil génital

L'escargot est hermaphrodite, son appareil génital compliqué occupe une grande partie de la cavité viscérale. Il comprend une partie initiale hermaphrodite, une partie intermédiaire comprenant les voies male et femelle et une partie terminale où ces voies se rejoignent pour former un orifice génitale commun .

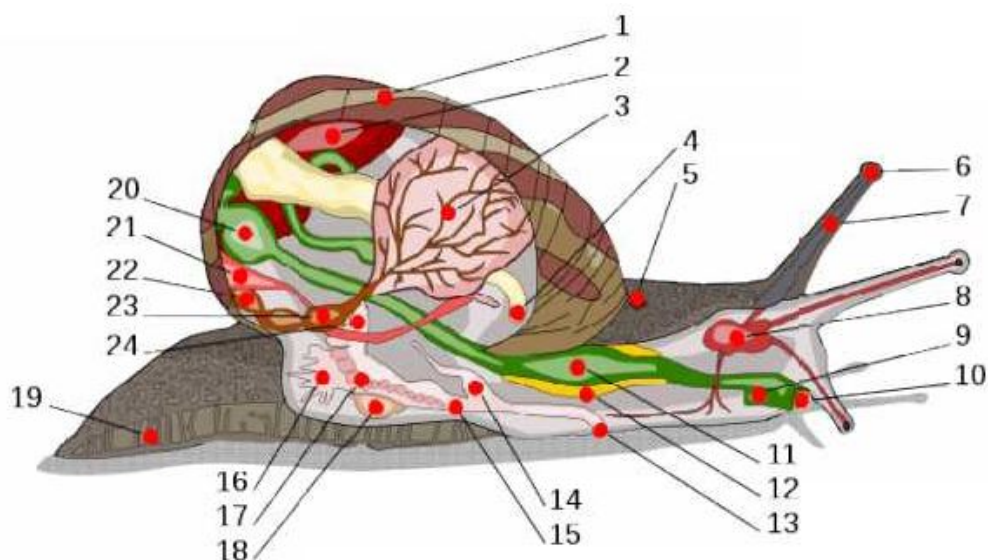


Figure 05 : Schéma en coupe de l'anatomie d'un escargot (Quibik; 2007) 1 :coquille ; 2 : foie ; 3 : poumon ; 4 : anus ; 5 : pore respiratoire ; 6 : œil ; 7 : tentacule ; 8 : cerveau ; 9 : conduit salivaire ; 10 : bouche ; 11 : panse ; 12 : glande salivaire ; 13 : orifice génital ; 14 : pénis ; 15 : vagin ; 16 : glande muqueuse ; 17 : oviducte ; 18 : sac de dards ; 19 : pied ; 20 : estomac ; 21 : rein ; 22 : manteau ; 23 : cœur ; 24 : canal déférent.

1.3. Déplacement

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 06**).

Différents types de mucus sont, cependant, sécrétés par ses glandes muqueuses. Il faut noter que ce produit synthétisé contient plusieurs composés qui lui permettent d'avancer facilement soit par glissement sur les obstacles ou bien par fixation même verticalement sur des parois mais en plus il est utilisé par la pharmacologie, la cosmétique et pour certains compléments alimentaires et pour soigner les maladies de la prostate (**Toja., 2011**).



Figure 06 : Ondes de contraction sur la face ventrale des pieds d'escargots (Pol; 2001)

Alors que 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 07).

I.4. Alimentation

De régime végétarien, le petit-gris consomme de nombreux végétaux, principalement les orties, mais on ne peut ignorer leurs effets sur les plantes cultivées.

Helix aspersa, s'alimente grâce à une langue dentée appelée radula formée d'environ 1500 à 2500 dents, couverte d'aspérités durs, comme la râpe d'un menuisier (figure). Au dessus de la bouche, se trouve une arête dure, ainsi, la nourriture est écrasée entre la radula et cette arête (Beazlez ; 2000).

Cet animal, est phytophage, carphophage, détritivore et par fois cannibale, il peut s'attaquer aux plantes des jardins causant de gros dégâts aux récoltes. D'après Carrier et al; (2006) son intestin héberge une flore bactérienne qui participe à la digestion des végétaux, durant l'estivation ou l'hibernation en se nourrissant du mucus qui est sécrété par l'épithélium intestinal. Parmi les plantes préférées on recense le lierre grimpant *hedera helix* L-Araliaceae le grand plantain ou plantain officinal (*plantago- plantagénaceae*), la centaurée rude (*centaurea aspera* L- astercea) Ain el Bouma, la grande bardane (*Arctium lappa* L.Asteraceae), mais aussi la laitue cultivée ou salade (*lactuca sativa* L. Asteraceae), le chou commun (*Brassica oleracea* L. Brassiceae) ...etc (glesias et castillejo., 1998).

I.5. Activité saisonnière

L'escargot, d'après Daguzan ., (1981) ne peut réguler la température de son corps on dit qu'il est un poïkilotherme, il est adapté aux variations thermiques saisonnières par trois rythmes d'activités annuels selon trois états physiologiques à savoir:

➤ En périodes chaudes et sèches il présente une période de vie ralentie dite estivation ou état de résistance ponctuel qui disparaît lorsque les conditions seront favorables.

➤ Durant les périodes froides un ralentissement du métabolisme est enregistré c'est l'hibernation. Au printemps et en automne, cependant, on remarque une prise de l'activité locomotrice, la reproduction des adultes et la croissance des jeunes.

I.6. Hibernation

Durant l'hibernation le métabolisme de l'animale diminue, donc c'est l'état de vie au ralenti. Dans ce cas l'escargot forme un voile muqueux ou épiphragme afin de couvrir l'ouverture de sa coquille, dont le but de limiter les pertes en eau qui peuvent atteindre jusqu'à 30 % du poids frais de l'escargot (Gomot., 1990) (Figure 07).



Figure 07 : Escargot en hibernation avec son épiphragme (Grobe., 2006)

I.7. Reproduction et cycle biologique

L'escargot est adulte lorsque le bord de la coquille est dure et forme une petite visière, ainsi, dans ce cas il devient capable de se reproduire.

Les escargots forment des couples et copulent en moyenne 4 fois par an dans un contact pouvant duré jusqu'à 10 heures La gestation dure environ 16 jours lorsque chaque partenaire cherche un endroit humide, nettoie la surface et creuse avec la tête de 5 à 10 cm pour pondre. Chacun dépose en moyenne 100 à 300 œufs, de 3 mm environ de taille, selon les espèces (Kerney et Cameron ., 1979) .

L'escargot petit-gris est hermaphrodite comme les autres escargots terrestres à cet effet, selon Aupinel et al; (1990) son appareil génital comporte (Figure08) :

- Un ovotestis, une gonade appelée glande génitale, où se forment les ovules et les spermatozoïdes situés à l'extrémité postérieure de l'hépatopancréas.
- Un canal hermaphrodite pour évacuer les gamètes.
- Une glande de l'albumine pour synthétiser les réserves vétilines de l'œuf.
- Un ovulo-spermiducte qui sert de moyen de transport des spermatozoïdes et des ovules.

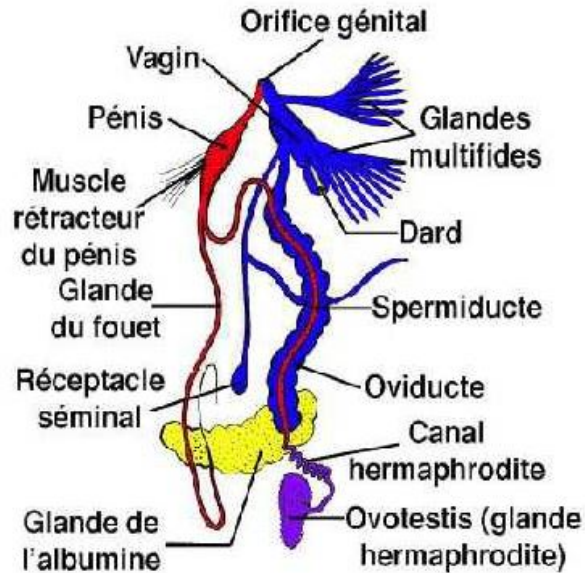


Figure 08 : Schéma de l'appareil génital de l'escargot (Guyard., 2009)

Il faut signaler, à cet effet, que l'accouplement dure de 10^h à 12^h selon les régions où vit l'animal. Il a lieu durant la période d'activité, lorsque l'escargot mature est bordé et âgé de 2 à 3 ans. Ainsi, le mode d'accouplement de deux escargot se fait par le pénis de chacun pénètre dans le vagin de l'autre, et émis les spermatozoïdes sous forme de filaments appelés ou spermatophore (**Figure 09**).



Figure 09 : Accouplement d'*Helix aspersa* (buron-mousseau ., 2014)

Le nombre des œufs pondus est variable, ils sont blancs d'un diamètre d'environ 3 mm (**Figures 10 et 11**) et l'éclosion reste en fonction de la température. Le développement est direct, ce sont donc de petits escargots semblables aux adultes en miniature qui vont éclore.

Ce phénomène peut être répété une fois par mois mais dans des conditions favorables après 2 à 4 semaines, ensuite l'éclosion et les petits escargots apparaissent (**figure12**).



Figure 10 :Schéma d'un escargot de l'espèce *Helix aspersa* pondant ses œufs (Gireaud, 2008)



Figure 11 : Œufs des escargots (Astrid., 2011)



Figure 12 :Naissance des escargots (Baquequet., 2012).

I.8. La Croissance

En milieu naturel, la durée de vie de l'escargot est environ un à quatre ans et sa croissance dure de un à deux ans. Cette dernière correspond à une prise de poids qui peut atteindre quatorze (14)grammes dans des conditions favorables et contrôlées (20 C°, 80 à 90 % de l'humidité, et

photopériode jusqu' à 18h de lumière par 24 h) et la coquille croit en longueur et en épaisseur (**gomot de vaufleury et bispo; 2000**).

Selon la même source la croissance de l'escargot repose sur quatre phases :

- ✓ La 1^{er} phase correspond aux jeunes dont l'âge est d'un mois et un poids de un gramme.
- ✓ La 2^{ème} phase lorsqu'il est juvénile et pèse environ de 5 grammes.
- ✓ La 3^{ème} phase quand il a un poids de 8 à 9 grammes, il est ,ainsi, qualifié de sub-adulte.
- ✓ La 4^{ème} phase lorsqu'après environ quatre mois de croissance en conditions favorables et contrôlés, il atteint la taille adulte on dit alors qu'il se borde (ce phénomène est caractérisé par la formation de bords de la coquille et par l'épaississement du bord du manteau, à ce moment il termine sa maturation sexuelle et devient capable à se reproduire).

I.9. Intérêt éco toxicologique de l'escargot

L'éco-toxicologie a une importance primordiale pour l'évaluation de la qualité des Biomes et écosystème. Elle s'intéresse surtout aux interactions entre les différents produits chimiques répandus dans l'environnement et le biotope dans plusieurs domaines, ainsi, grâce à ses caractéristiques de puissant bio-indicateur et bio-accumulateur, l'escargot *Helix aspersa* est utilisé comme échantillon ou témoin pour vérifier l'éco-toxicité de l'environnement(**Muller; 1774**).

Les différentes espèces d'escargots sont faciles à trouver, à collecter et à identifier, en temps pluvieux, les végétaux et le contact avec le sol superficiel. En effet, l'escargot est en contact permanent avec plusieurs contaminants ou polluants qu'il absorbe par diverses voies respiratoire, digestive ou transcutanée (**Gomot- de vaufleury et pihan; 2000**). Il peut, aussi, accumuler dans sa coquille des métaux toxiques tel que le plomb (**beeby et richmond; 2011**).

L'écologie, la physiologie, la variabilité de l'escargot sont connues, son élevage en conditions de laboratoire est facile mais, cependant, il reste sensible à de nombreux contaminants (**chevalier 1977, Gomot et al 1989, Gomot de vaufleury., 2000**).

La reproduction et la croissance de l'escargot permettent d'évaluer les indices de degré de pollution du sol par les pesticides. Cet animal permet d'évaluer la teneur des pesticides organophosphorée et d'étudier la bioaccumulation des métaux lourds dans la partie du réseau trophique qui le concerne (**Russel et al 1981, Gomot et al., 1989**)

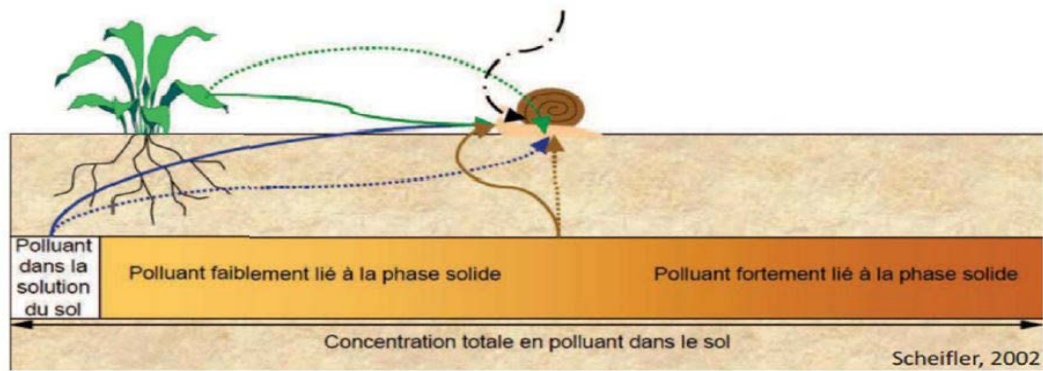
Le genre *Helix*, élevé dans des conditions favorables, peut être utilisé comme bio indicateur de la pollution terrestre, ou il est utilisé aussi comme organisme testeur de la toxicité des métaux (**Gomot et al 1997, de vaufleury et Gomot., 1998**).

Il est un élément des réseaux trafiques capable de transférer les polluants du sol aux des plantes et aux prédateurs (**Beeby., 1985**).

I.10. Différentes voies d'exposition aux polluants

Grâce au contact direct de l'escargot avec le sol, les plantes, l'atmosphère , donc plusieurs sources de contamination peuvent l'affecter par différentes voies d'exposition (**Figure 13**) :

- La voie respiratoire par inhalation des gaz toxiques ou des particules atmosphériques (**Regolie et al., 2006**).
- La voie cutanée est réalisée par diffusion des polluants du sol au travers de l'épithélium du pied (**coeurdassiere et al ., 2002, Gomot de de vaufleury et pihan., 2002**).
- la voie digestive par ingestion de nourriture polluée; plants...etc. (**Gomot et al .,1989**)



Voies d'exposition
 ———— Digestive
 Cutanée
 - - - - - Respiratoire

Sources d'exposition
 Noir : atmosphérique
 Bleu : phase liquide du sol
 Brun : phase solide du sol
 Vert : plante

Figure 13 : Transferts des polluants dans un écosystème terrestre (**Sheifler et al ., 2002**)

I. Aperçu général sur les pesticides

I.1 Définition

Le mot pesticide se compose du suffixe commun cide, du latin caedo, caedere, qui signifie tuer et du mot pestis qui désigne un animal nuisible.

Les pesticides sont des tueurs de parasites, ce terme générique désigne l'ensemble des produits chimiques, naturels ou de synthèse, destinés à détruire les nuisibles microbes, animaux, ou végétaux; durant la production, le stockage ou la commercialisation de produits agricoles de denrées alimentaires. Ils servent à combattre les différents vecteurs de maladies humaines ou animales (**rapport d'information sur les pesticides et leur impacte sur la santé 10/2012**).

On désigne par pesticide toute substance destinée à repousser, à détruire ou à combattre les ravageurs et les espèces indésirables des plantes ou animaux (**Rapport d'information sur les pesticides assemblée nationale 02/06/2009**).

I.2. Classification

Les systèmes de classification sont universels, ainsi, le premier repose sur la nature de cible qu'il vise. Il existe dans ce système trois grandes familles de produits phytosanitaire dont on distingue (**ACTA., 2005**) :

- ✓ Les herbicides pour lutter contre les mauvaises herbes.
- ✓ Les fongicides pour détruire les champignons.
- ✓ Les insecticides pour tuer les insectes.

Le deuxième système est basé sur la nature chimique des substances actives qui composent les produits phytosanitaire, il existe près de 100 familles chimiques de pesticides : organophosphorés, organochlorés, carbamates, pyrethrinoides, triazines, et près de 10.000 formulations commerciales composées de matières actives et d'adjuvants sous diverses formes liquides ou solides (granulée ou poudres).

I.3 Problème de pollution diffuse et de contamination

Les rendements agricoles sont augmentés considérablement par l'utilisation des produits phytosanitaires en réduisant les pertes dues aux ravageurs des cultures. Par la suite différentes études ont montré l'accumulation des organochlorés dans l'environnement et la chaîne alimentaire, ainsi que le transfert des produits phytosanitaires vers les eaux de surface et de profondeur (**Schiavon and jacquin; 1972, Schiavon and jacquin., 1973**).

I.4.. Devenir de produits phytosanitaire dans l'environnement

L'utilisation importante des pesticides a abouti à la contamination de tous les compartiments de l'écosystème qu'il soit terrestre, atmosphérique ou aquatique. Lors de l'application des pesticides en

zones agricole ou urbaine, ils sont ventilés dans l'environnement par divers facteurs bien que leur principale cible soit les végétaux, il est estimé, à cet effet, que seulement 0,1% des quantités appliquées atteignent les cibles visées (Arias- Estevez *et al.*, 2008). Ils peuvent alors être soumis à différents processus comme la photo-dégradation (Marcheterre *et al.*; 1988), ou bien la biodégradation par les micro-organismes présents dans le sol (colin; 2000). Les gouttelettes de pesticides peuvent être transportées par les conditions climatiques vers d'autres compartiments environnementaux. Elles contribuent ainsi, à la contamination des sols directement ou indirectement lorsque la pluie lessive ces gouttelettes non absorbées par les feuilles des végétaux et aussi la volatilisation vers l'atmosphère et le ré-volatilisation à partir du sol et des végétaux vers l'atmosphère d'où pollution de l'air. Enfin le lessivage et le ruissellement jouent un rôle important dans la contamination des eaux de surface (potable ou irrigation) et même les nappes souterraines (INERIS; 2005) (Figure 14) .

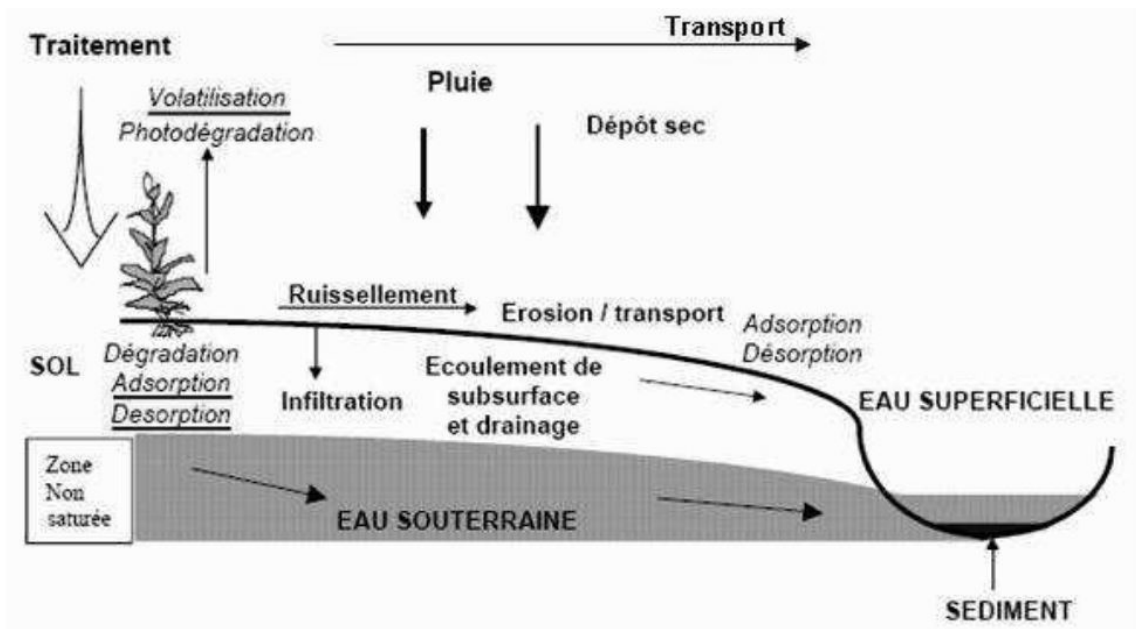


Figure 14 : mécanismes de transferts et de transformations des pesticides dans les milieux de l'environnement (INERIS ., 2005)

I. Les différentes famille des herbicides

I.1. Définition

Les herbicides ou désherbants sont des produits formulés ayant la propriété de tuer ou d'éliminer les mauvaises herbes et de protéger les cultures, donc ces molécules sont d'un usage ubiquitaire (**Calvet *al*; 2005**).

A partir des années 50 le marché des herbicides a reçu un grand nombre de nouvelles molécules (Toluidines, aminosulphonates, triazines) où les molécules synthétiques ont remplacés les substances naturelles tel que les soufre. Cependant, la composition chimique des herbicides de synthèse est très complexe ce qui rend difficile la compréhension de leur danger sur l'environnement et la prévision de leur devenir (**Gaurvrit., 1996**).

I.2. Classification des herbicides

Il existe plusieurs classification des herbicides et restent toutes valables car elles se basent sur leur structure, leur cible, leur formulation.....

Dans le contexte de notre modeste travail, il est choisi la classification selon le mode d'action comme résumé dans le tableau 1 (**Calvet et *al*., 2005**)

Tableau 1 : classification des herbicides selon leur mode d'action (Calvet et al., 2005)

Herbicides		
Mode d'action		Famille chimique
Herbicides affectant la photosynthèse proprement dite	Herbicides agissant par blocage de la protéine D1 du photosystème II	amides benzothiadiazones carbamates pyridazinones hydroxybenzonnitriles 1,3, 5-triazines urées substituée
	Inhibiteurs de photosynthèse par détournement d'électrons à la sortie du photosystème I	bipyridiniums (ammonium quaternaires)
Herbicides inhibiteurs de la synthèse des lipides	Inhibition de l'enzyme ACCase	acides arylphénoxy-propioniques cyclohexanediones oximes
	Inhibition des élongases (enzymes conduisant aux acides gras de plus de 18C, précurseurs des cires et de la subérine)	acides organiques halogénés benzofuranes
	Inhibition des élongases et des enzymes conduisant aux gibbérellines	acétamides chloroacétanilides oxyacétamides thiocarbamates
Herbicides inhibiteurs de la synthèse des acides aminés	Inhibition de l'enzyme conduisant à la synthèse de la glutamine	aminophosphonates acides phosphiniques
	Inhibition de l'enzyme conduisant à la synthèse des acides aminés aromatiques	organophosphorés glycines
	Inhibition de l'enzyme conduisant à la synthèse des acides aminés ramifiés	imidazolines sulfonylurées triazolopyrimidines
Herbicides perturbant la régulation de l'auxine AIA ⁺	Herbicides auxiniques	acides phénoxyalcanoïques acides benzoïques acides pyrimidiques acides quinoléine-carboxyliques
Herbicides inhibiteurs de la division cellulaire à la métaphase	Herbicides bloquant les MTOC et désorganisant les fuseaux achromatiques	carbamates
Herbicides perturbant la croissance	Inhibiteurs de transport auxinique et inversion du géotropisme	acides phtaliques
	Inhibiteurs de la synthèse de la cellulose de la paroi pecto-cellulosique	acides quinoléines carboxyliques benzamides benzonnitriles

II.L'herbicide étudié

Les sulfonylurée ont connu un très grand succès non seulement grâce à leur efficacité sur un très large spectre de mauvaises herbes (des dicotylédones aux vivaces et les graminées) mais aussi à leur dose d'utilisation qui ne dépasse pas 10 à 40 g/h et leur faible toxicité sur l'homme et les mammifères (**Berger et al 1998, Brown 1990**).

II.1.Structure chimique et activité herbicide des sulfonylurée

La structure chimique générale des sulfonylurées est représentée dans la figure (02), ils sont constitués de trois parties distinctes à savoir le groupement aryle, le pont et l'Hétérocycle, dont chacune joue un rôle indispensable dans l'activité de la molécule (**Berger et al 1998**) (**Figure 15**) .

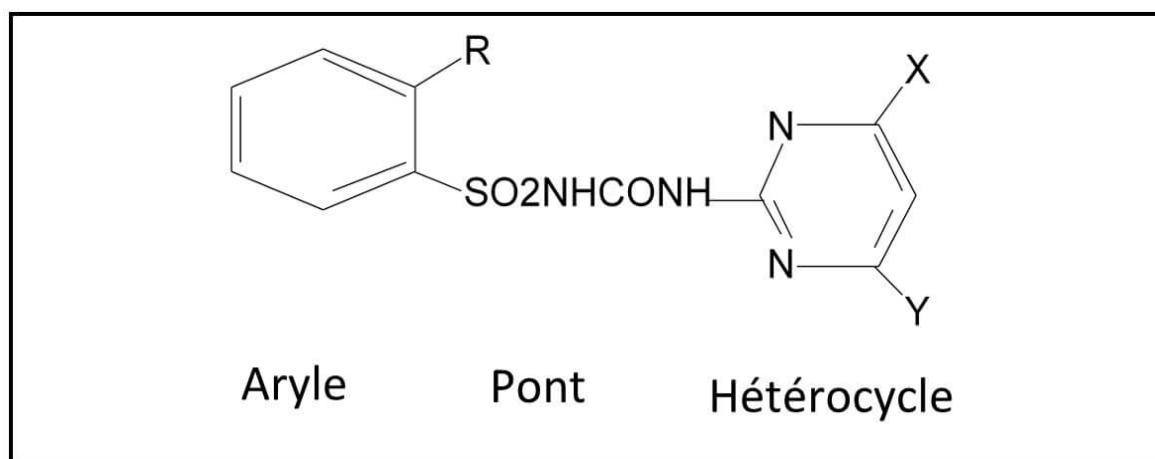
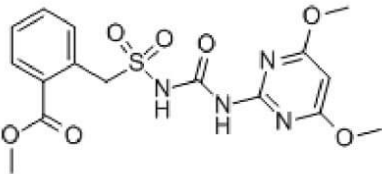
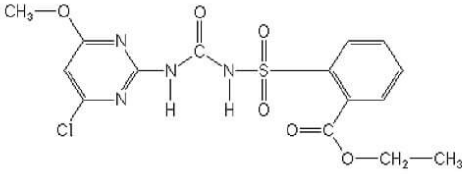
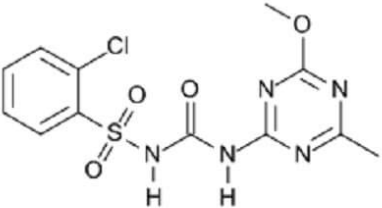
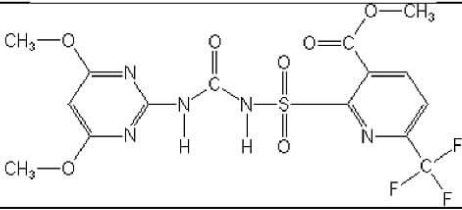
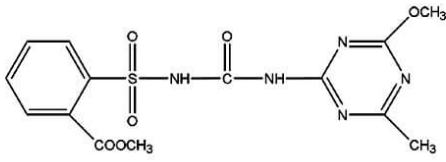
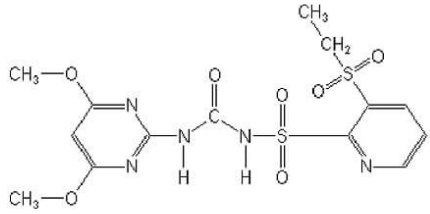
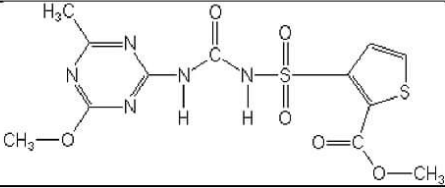


Figure 15 : (Structure chimique de sulfonylurée) (**Berger et al .,1998**).

II.2 Propriétés physicochimiques des sulfonylurées

Les sulfonylurées ont une très faible volatilité et ne sont pas photodégradables (**Sandia et al ., 2013**). Ils ont tous un proton acide adjacent au groupement sulfonyle et se comportent, ainsi, comme des acides faibles avec des valeurs de pka allant de 3 à 5 ce qui rend leur solubilité dans l'eau (pH 7) dix fois plus importante que dans les solvants acides (pH 5) (**Bey et al., 1988**).

Tableau 2 : propriétés physicochimiques de quelques sulfonurées (Bey *et al.*, 1988).

Herbicide	Structure chimique	Propriétés physicochimiques
Bensulfuron-méthyle		PM: 310,4 PF: 185-188°C pKa: 5,2 SE mg/l: 2,9 (pH 5), 12 (pH 6), 120 (pH 7), 1200 (pH 8)
Chlorimuron-éthyle		PM: 414,83 PF: 186(±1)°C pKa: 3,3 SE mg/l: 270 (pH 4,6), 1750 (pH5,4), 9500 (pH 6,1)
Chlorsulfuron		PM: 357,78 PF: 174-178°C pKa: 3,8 SE (mg/l): 60 (pH 5), 7000(pH 7)
Flupyr-sulfuron-méthyle		PM: 487,4 PF: 165-170°C pKa: 4,9 SE (mg/l): 62 (pH5), 603 (pH 6)
Metsulfuron-méthyle		PM: 381,37 PF: 163-166°C pKa: 3,3 SE (mg/l): 270 (pH 4,6), 1750 (pH5, 4), 9500 (pH 6,1)
Rimsulfuron		PM: 431,45 PF: 176-178 pKa: 4,0 SE (mg/l): 135 (pH 5), 7300 (pH 7), 5560 (pH 9)
Thifensulfuron-méthyle		PM: 364,4 PF: 203-205°C pKa: 5,3 SE (mg/l): 10 (pH 5), 70 (pH 7)

II.3 Le Cossack ^(OD)

Il est un herbicide largement utilisé dans la protection des céréales contre différentes mauvaises herbes. Il est constitué de deux molécules actives, l'iodosulfuron - méthyle (ISMS) et le mésosulfuron - méthyle (MSM), qui appartiennent à la famille de sulfonylurées (**Figure 16**). Il faut signaler que, les pourcentages utilisés pour faire une solution de traitement sont de 7,5 % pour chacune des deux molécules actives alors que la troisième molécule est de 22,5 %.

II.3.1. L'iodosulfuron - méthyle sodium

C'est une molécule appartenant à la famille de sulfonylurées. Elle peut être absorbée aussi bien par le feuillage que par les racines des mauvaises herbes et agit en inhibant la synthèse de l'ALS, principalement utilisée pour la protection des céréales.

II.3.2. Le mésosulfuron-méthyle

(méthyle 2-(4,6- diméthoxypyrimidin-2- ylcarbamoyle) sulfamoyl)-a (méthanesulfonamido)-ptoluat).

Cette molécule, seule variante du mésosulfuron commercialisée, est connue sur le marché sous le nom de mesomaxx. Elle appartient à la famille des sulfonylurées et doit sa fonction herbicide à l'inhibition de l'ALS, et reste plus active sur les feuilles que sur les racines.

Cossack.OD. contient une troisième molécule appelée mfenpyr-diéthyle phytoprotecteur, il atténue l'effet des molécules actives sur les céréales et améliore la dégradation de l'herbicide ce qui lui confère une très grande sélectivité (**Bayer cropscience, Algérie**)

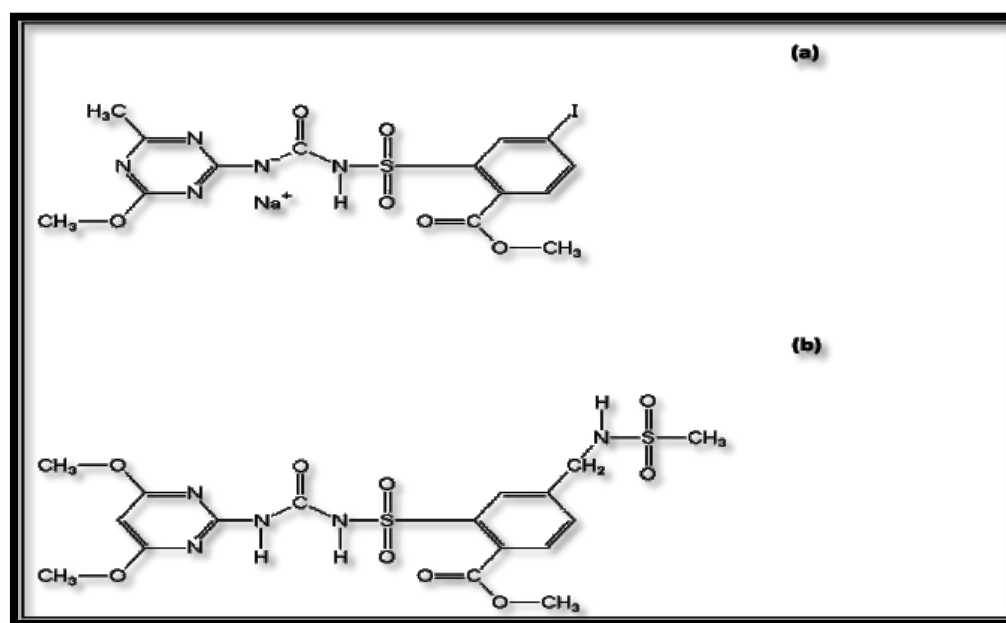


Figure 16 : Structure chimique des deux molécules actives de l'herbicide Cossackod

(a) = l'iodosulfuron-méthyle sodium et (b) = le mésosulfuron-méthyle, (**Bayer cropscience, Algérie**)

Objectif scientifique

Cette étude porte sur un matériel biologique réputé comme un puissant bio-indicateur et bio-accumulateur de polluants écologiques. En effet, il possède des capacités importantes d'indication et d'accumulation de nombreux polluants organiques et métalliques. Ainsi, il s'est avéré nécessaire de suivre certains marqueurs biologiques susceptibles de fournir une réponse précoce sur la toxicité et l'adaptation des escargots *Hilix aspersa* après exposition à des conditions contrôlées de l'herbicide Cossack (OD). Donc c'est une évaluation des effets de l'herbicide cossackod sur les paramètres physiologiques de l'escargot « *helix aspersa* »

I. Matériel et méthodes

Tous les tests bio essais de cette étude sont réalisés au laboratoire de biologie animale, du Centre Universitaire Abdelhafid BOUSSOUF Mila.

I.1. Matériel

I.1.1. Matériel Biologique

I.1.1.1. Zone d'échantillonnage d'*Helix aspersa*

Les escargots qui ont fait l'objet de cette étude, très répandus dans les jardins, les parcs, les bois, les haies, les dunes et caractérisés par une activité essentiellement nocturne, sont ramassés le 15 Mars 2019 dans la région de Boufouh, soit à environ 05 km au Nord- Ouest de la ville de Mila. Ils sont caractérisés par une petite taille, mesurent de 25 à 35 mm sur 25 à 40 mm pour un poids de 7 à 15 g.

Comme les autres escargots terrestres, le petit-gris a des tentacules oculaires avec les yeux à leur extrémité et la coquille calcaire est de couleur brun clair, mais avec des bandes plus sombres longitudinales. Elle est bien ronde, avec 4,5 à 5 tours de spires, alors que l'ouverture (péristome) est large, avec une bordure blanche (**Beaumont et cassier, 1998**).

I.1.1.2. Élevage

Avant l'arrivée des animaux, l'animalerie est lavée à grand eau en plus des désinfectants car elle constitue le lieu d'élevage des mollusques et des mammifères afin d'éviter toute contamination entre les divers sujets d'expérimentation. Afin de mener un élevage à bon escient, une photopériode artificielle « lumière du jour » égale à 12 heures soit de 8h du matin à 20h et 12 heures de nuit soit de 20h à 8h s'avère nécessaire.

Cependant, **Charrier et Daguzan (1980)** signalent que *Hilix aspersa* quelque soit son âge semble préférer des températures moyennes de 10°C-20°C combinées à de fortes humidités de 70% - 100%, ainsi, ces résultats ont motivé le choix de la thermo-hygrométrie du bâtiment d'élevage. Ils sont ensuite nourris abondamment pendant 10 jours, à une température de 15 °C, puis, progressivement, afin d'éviter tout stress éventuel, la température est élevée régulièrement pour atteindre 20 °C au bout de 10 jours.

I.1.1.3. Classification phylogénétique de *Helix aspersa*

a. Étymologie

Avant d'aborder la classification phylogénétique il s'avère nécessaire de donner un aperçu général sur :

****Helix*, en grec, signifie ‘‘hélice’’, ‘‘spirale’’ ou ‘‘vrille’’, désigne le nom du genre en raison de sa coquille enroulée en hélice.

****Helix aspersa* est le nom d'une espèce d'escargot comestible dont il existe deux formes: *Helix aspersa aspersa* Müller, 1774 (Petit-Gris) et *Helix aspersa maxima* Taylor, 1883 (Gros-Gris).

En biologie, d'une manière générale, la classification classique désigne la classification scientifique traditionnelle, fondée sur une analyse comparée des caractères morphologiques des espèces. Alors que la classification phylogénétique (de génétique avec le préfixe phylo-, issu du grec, phylon, «tribu, race»), est un système de classification des êtres qui a pour objectif de rendre compte des degrés de parenté entre les espèces, et qui permet donc de comprendre leur histoire évolutive (ou phylogénie). Elle se base principalement sur la méthode établie par Hennig (1950) qui révolutionna ainsi toute la systématique à partir de la fin des années 1960 et se base également sur les comparaisons de molécules (ADN, protéines) dites homologues, appartenant à différentes espèces.

b. Classification phylogénétique ou «classification dite moderne» du Petit-Gris

Domaine (ou Empire)	Eukaryota	Whittaker & Margulis ; 1978
Sous-domaine	Unikonta	Cavalier-Smith ; 1987
Super-règne	Opisthokonta	Adl & al ; 2005
Règne	Animalia	Linnaeus : 1758
	Zoohomonyme = Metazoa	Haeckel, 1874
Sous-règne	Eumetazoa	Bütschli, 1910
Embranchement	Mollusca	Cuvier, 1795
Classe	Gastropoda	Cuvier, 1797
Sous-classe	Orthogastropoda	Ponder et Lindberg, ; 1996
Ordre	Pulmonata	Cuvier ; 1814
Sous-ordre	Eupulmonata	Haszprunar & Huber ; 1990
Infra-ordre	Stylommatophora	Schmidt, 1856
Super-famille	Helicoidea	Rafinesque; 1815
Famille	Helicidae	Rafinesque; 1815
Genre	<i>Helix</i>	Linnaeus; 1758
Espèce	<i>Helix aspersa</i>	Müller; 1774
(Zoohomonymes)	<i>Cantareus aspersus</i>	Müller ; 1774,
	<i>Cornu aspersum</i>	Müller; 1774
Sous-espèce	<i>Cryptomphalus aspersus</i>	Charpentier; 1837
	<i>Helix aspersa aspersa</i>	Müller; 1774
	Synonyme = <i>Cornu aspersum aspersum</i>	Müller ; 1774

I.1.2. Matériel chimique

Il s'agit d'un herbicide, Cossack ^(OD) à base de deux matières actives l'iodosulfuron-méthyle et le mesosulfuron- méthyle, largement utilisé en agriculture à travers tout le territoire de la Wilaya de Mila sous forme de préparation commerciale avec des concentrations plus faibles soit 7,5g/l pour chacune des deux premières molécules et 22,5 g/l pour .

I.2. Méthodes

I.2.1. Répartition des animaux

Avant de commencer l'élevage, il faut tout d'abord répartir les escargots en lots homogènes pour qu'il n'y ait pas de faux résultats. Ainsi, les sujets sont en premier lieu sélectionnés en fonction de certains paramètres nécessaires pour l'expérimentation comme la taille, le poids, l'état physiologique, l'âge...etc.

Ainsi, ils sont pesés à l'aide d'une balance de précision pour que leur répartition, en quatre (04) lots expérimentaux de 25 sujets chacun, soit homogène, afin d'avoir une ventilation

correcte de la population d'escargots placés dans le bâtiment (animalerie dotée d'un laboratoire de la population d'escargots placés dans le bâtiment (animalerie dotée d'un laboratoire de biologie animale), pour constituer à cet effet, un échantillonnage représentatif.

A cet effet, les animaux répondant aux critères de sélection retenus sont au nombre de 125 sujets répartis en cinq lots de 25 petit-gris chacun, dont quatre expérimentaux et un témoin. Cependant, le poids de chaque animal est de $14,49 \pm 0,2$ g pour que les lots soient tous homogènes, à peu près ayant le même âge et état physiologique.

I.2.2. Conditions d'élevage

Les escargots adultes de *Helix Aspersa* sont collectés sur le site de Boufouh, non traité par les herbicides au Nord-Ouest de la ville de Mila. Ensuite ils sont transférés à l'animalerie du Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf de Mila pour être sélectionnés selon le critère poids homogène soit une masse moyenne de $14,49 \pm 0,2$ g. Ils sont mis dans un autre laboratoire d'élevage spécial pour leur entretien où les conditions sont favorables à leur élevage et contrôlées comme décrites par **gomot (1994)** soit une Température de $20 \pm 2^\circ\text{C}$, une photopériode régulée avec 18 heures de lumière / 24 h et une hygrométrie variant de 80 à 90%. Il faut signaler que la durée d'élevage est de 28 jours qu'ils sont nourris exclusivement de feuilles de laitue fraîche.

I.2.3. Mode de traitement

La toxicité par voie topique du Cossack ^(OD) sur les escargots est évaluée par la méthode de **Radwan et al ; (2008)** qui consiste à appliquer 60 ml de solution préalablement préparée à partir de la matière active de Cossack ^(OD) diluée dans 1 ml d'eau déminéralisée avec respectivement des doses de 25 mg, 50 mg, 100 mg et 150 mg. Ainsi, pour chaque traitement il est choisi cinq (05) animaux, les essais sont répétés trois (03) fois et les solutions préparées sont appliquées une fois par jour sur la surface du corps de l'escargot à l'intérieur de la coquille en utilisant une micropipette alors que les animaux témoins reçoivent 60ml d'eau distillée. Cependant, les trois temps de traitement retenus sont après 7 jours, 14 jours et 28 jours comme préconisés par **Grara (2011)**.

I.2.4. Préparation et sacrifice des animaux

Après traitement, les escargots sont mis à jeun pendant 48 heures afin que le contenu de leur digestion soit rejeté entièrement pour éviter d'éventuelles interférences entre les contaminants présents dans l'aliment ingéré et les quantités réellement accumulées dans les tissus. Les boîtes où ils jeunent sont lavées à l'eau artificielle pour éviter la ré- ingestion des fèces. Les animaux sont ensuite sacrifiés pour être congelés à $- 20^\circ\text{C}$ puis par la suite disséqués. Les coquilles sont enlevées, les hépatopancréas sont excisés et lavés avec l'eau physiologique (**Coeurdassier.M, 2001**)



Figure 17: Dissection et prélèvement des organes (l'hépatopancréas)

I.3. Paramètres étudiés

- Le poids frais de l'escargot (tissu mou + coquille)
- Le diamètre de coquille
- Le poids frais de la coquille et le poids frais de hépatopancréas

I.3.1. Effets comportementaux

L'observation des effets comportementaux est faite lors du changement de la nourriture, ainsi, l'activité des escargots est mentionnée comme suit:

Les boîtes ouvertes et les couvercles retournés sont posés sur la paille, cependant, après quelques minutes des mouvements des escargots sont enregistrés ce qui prouve donc qu'ils sont actifs, alors que ceux qui restent immobiles sont inactifs. A cet effet, l'activité, ainsi observée représente donc plutôt un état de réceptivité et une capacité à réagir à une stimulation mécanique (déplacement et ouverture de la boîte). Il faut noter que les résultats sont exprimés sous forme d'observation hebdomadaire (1, 7, 14 et 28 jours) de chaque comportement vis-à-vis des concentrations de l'herbicide testé par rapport au témoin.

I.3.2. Paramètres physiologiques

I.3.2.1. Le poids frais de l'escargot (tissu mou + coquille)

les escargots sont pesés individuellement avant le traitement et repartis en quatre (04) lots de poids moyen de $14,49 \pm 0,2g$. Le suivi de la variation poids durant le traitement est fait à l'aide d'une balance de précision chaque semaine et ce pendant quatre (04) semaines et les pesées sont toujours réalisées avant le nettoyage de l'enceinte d'essai (**Gomot; 1997**). Ce critère est recommandé pour évaluer de façon hebdomadaire les effets de Cossack^(OD) sur des escargots adultes de *Helix aspersa*.

I.3.2.2. Le diamètre de coquille

Il est mesuré avec un pied à coulisse numérique et ces mesures permettent d'évaluer les perturbations qui sont provoquées après le traitement par Cossack^(OD) pendant quatre (04) semaines.

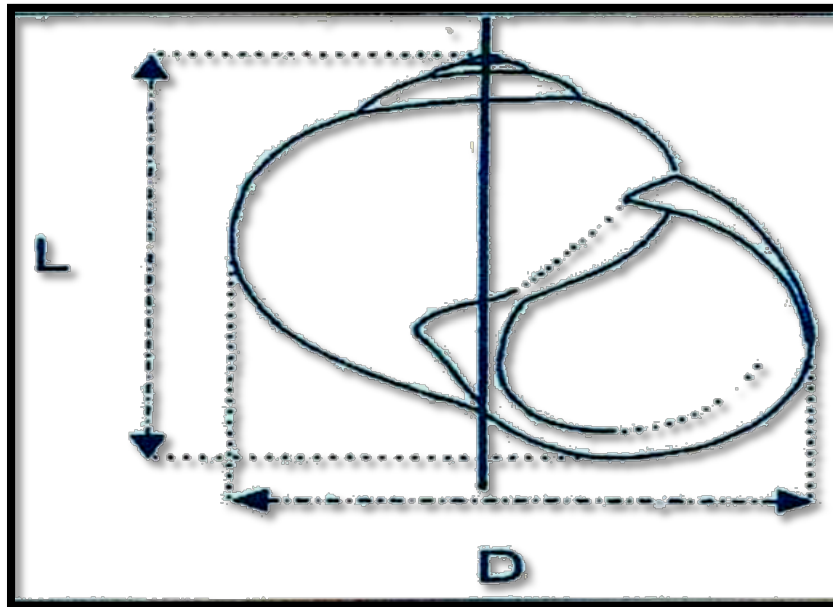


Figure 18: Mesure des deux diamètres D et L de *Helix aspersa* (Coeurdassier, 2001)

I.3.2.3. Le poids frais de la coquille et le poids frais de hépatopancréas

Il ne peut être effectué qu'après le sacrifice des animaux à la fin de chaque période de traitement à l'aide d'une balance de précision (coeurdassier,2001)

I.4. Analyse statistique

Les moyennes \pm déviation standard (DS) avec un niveau significatif de ($P \leq 0,05$), sont calculées pour chaque groupe d'expérience, alors que le test «*t*» de student et l'analyse de la variance à un et deux critères de classification permettent de mettre en évidence les différences entre les groupes pour les paramètres physiologiques étudiés. A cet effet, tous les calculs sont effectués à l'aide du logiciel MiniTAB d'analyse et de traitement des données version (17).

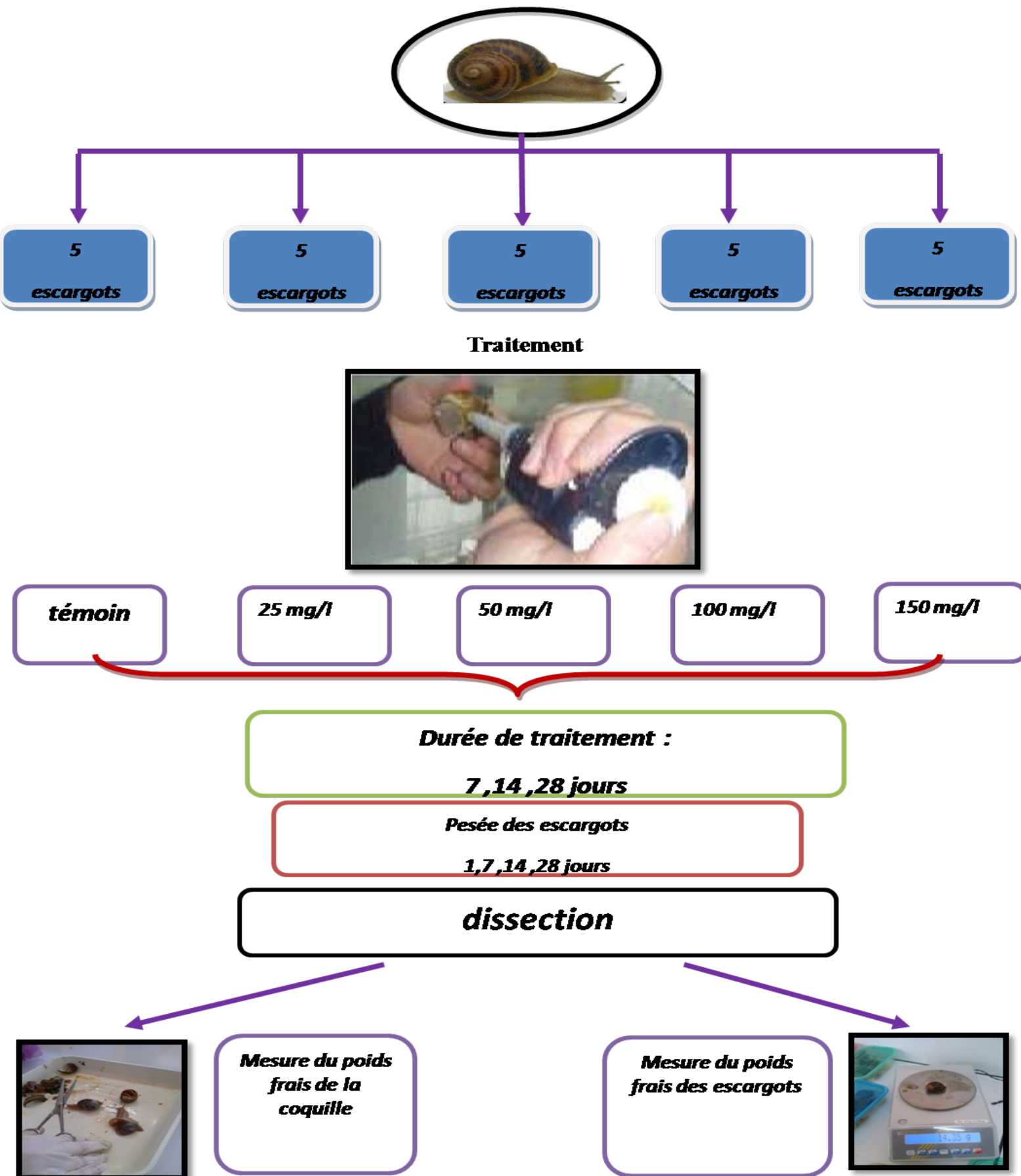


Figure 19 : Protocole expérimental

II. Résultats et interprétations

II.1 Estimation du taux d'alimentation

Il est impossible de mesurer la quantité de feuilles de la laitue consommée par les escargots car elles perdent rapidement leur fraîcheur suite à l'application de l'herbicide sur les mollusques, ce qui implique donc l'impossibilité d'estimer le taux d'alimentation.

II.2. Effets sur le comportement

Durant l'expérience, une série de symptômes est observée sur les escargots exposés à l'herbicide Cossack (OD) et qui se résument en :

- ✓ A des concentrations plus faibles, soit 25 et 50mg/L, les escargots montrent une activité similaire à celle des escargots témoins.
- ✓ Alors qu'à des doses élevées 100 et 150mg/L, la plus part des animaux ne montrent aucune activité locomotrice et nutritionnelle après la première semaine d'exposition.
- ✓ Par contre après trois semaines d'exposition, il est observé que presque tous les escargots exposés aux concentrations élevées de 100 et 150mg/L, refusent carrément de s'alimenter.

II.3. Effets de l'herbicide Cossack ^(OD) sur l'évolution du poids frais des escargots

En effet, au début de l'expérience, le poids initial des escargots est de l'ordre de $14,56 \pm 0,53$ gr, alors qu'après 28 jours de l'expérimentation, il atteint la valeur de $15,47 \pm 0,77$ gr.

Il faut signaler que pendant la première semaine, le poids des escargots ne semble pas être affecté par le traitement de l'herbicide Cossack ^(OD).

Par contre à partir du 14^{ème} jour de traitement, une diminution significative ($P \leq 0,05$) du poids des escargots traités à la concentration de 50 mg /L est enregistrée mais hautement significative ($P \leq 0,01$) chez les séries traitées à la concentration de 100 mg /L, tandis qu'à la concentration de 150 mg /L elle est très hautement significative. Par comparaison aux témoins dont le poids est de $15,14 \pm 0,77$ g à la même période, les valeurs obtenues chez les escargots traités à des concentrations de 50, 100, 150 mg /L sont respectivement de $12,67 \pm 0,31$ g, $12,34 \pm 0,19$ g et $11,46 \pm 0,50$ g.

Après 28 jours, l'application du Cossack ^(OD) se traduit par une diminution significative ($P \leq 0,05$) du poids frais des escargots traités par la concentration de 25 mg /L mais très hautement significative ($P \leq 0,001$) avec les doses de 50, 100 et 150 mg /L. Ainsi, les valeurs obtenues avec ces dernières concentrations ont baissé jusqu'à atteindre respectivement $12,49 \pm 0,25$ g, $11,70 \pm 0,69$ g et $10,72 \pm 0,43$ g par rapport aux témoins au cours de la même période dont le poids est de l'ordre de $15,47 \pm 0,69$ g (**Tableau : 3, Fig. : 20**).

Tableau 3 : Effet de l'herbicide Cossack ^(OD) sur l'évolution du poids frais des escargots *Helix aspersa* pendant une période de 4 semaines témoins et traitée (m± SD, n=5).

Traitements Temps Par jours	Témoins	D1	D2	D3	D4
1 Jour	14,56 ± 0,53	14,49 ± 0,52	14,49 ± 0,53	14,46 ± 0,77	14,47 ± 0,60
7 Jours	14,68 ± 0,51	14,49 ± 0,48	13,20 ± 0,31	12,94 ± 0,32	12,48 ± 0,46
14 Jours	15,14 ± 0,77	13,74 ± 0,59	12,67 ± 0,31	12,34 ± 0,19	11,46 ± 0,50
28 Jours	15,47 ± 0,69	13,39 ± 0,41	12,49 ± 0,25	11,70 ± 0,69	10,72 ± 0,43

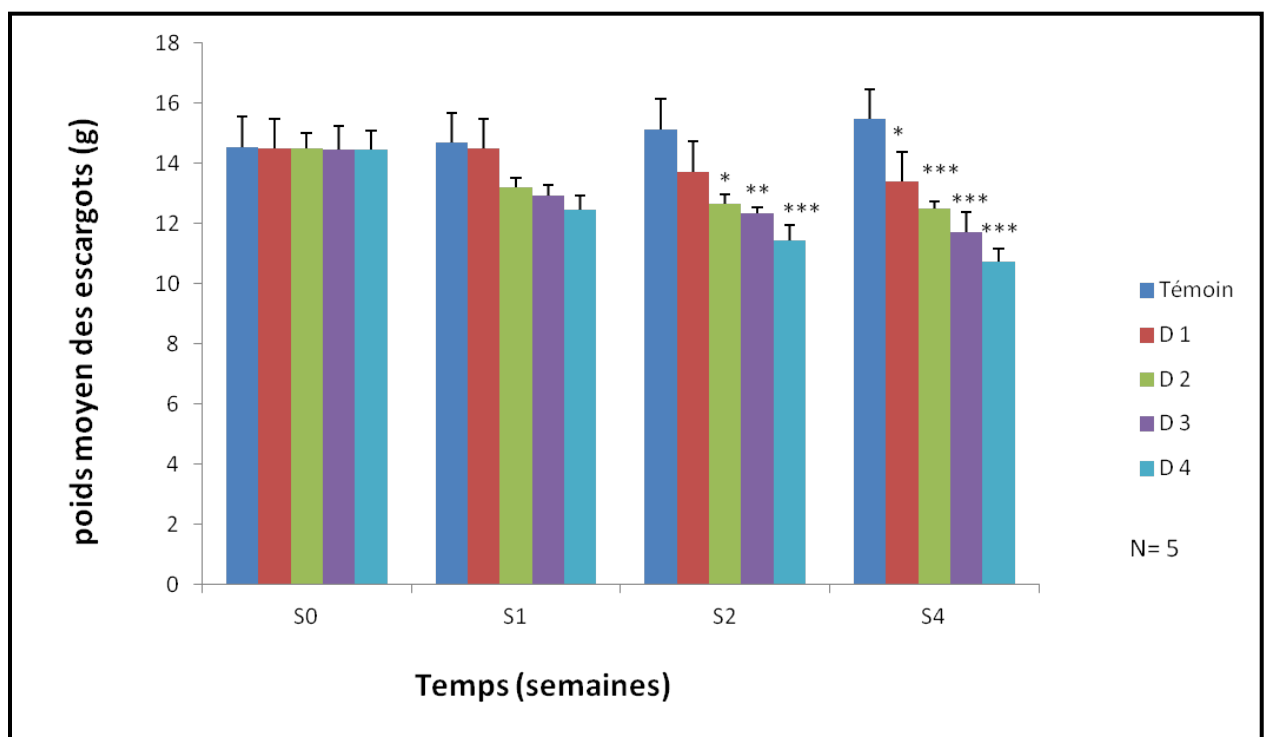


Figure 20 : Effet de l'herbicide Cossack ^(OD) sur l'évolution du poids frais des escargots *Helix aspersa* pendant une période de 4 semaines témoins et traitée (m± SD, n=5).

* Pour (P ≤ 0,05) , ** Pour (P ≤ 0,01) , *** Pour (P ≤ 0,001)

II.4. Effet de l'herbicide Cossack (OD) sur l'évolution du poids frais de la coquille

Le poids frais de la coquille chez les témoins augmente d'une manière significative ($P \leq 0,05$) au cours de la période de traitement. En effet au 7^{ème} jour le poids des coquilles est de $5,09 \pm 0,57$ g puis passe à $5,47 \pm 0,74$ g au 28^{ème} jour.

Chez les traités par Cossack ^(OD), à la première semaine le poids des coquille évolue d'une manier similaire à celle des témoins, par contre au 14^{ème} jour de traitement, une légère diminution du poids de celles-ci est observée chez les escargots traités à des concentrations de 100 et 150 mg/ L. Il faut mentionner que, par comparaison aux témoins à la même période dont le poids frais des coquilles est de $5,25 \pm 0,67$ g, les valeurs obtenues respectives à ces doses sont de l'ordre de $4,48 \pm 0,67$ g et $4,35 \pm 0,76$ g.

Alors qu'après 28 jours, le poids frais des coquilles diminue d'une façon significative ($P \leq 0,05$) chez les sujets traités par les concentrations de 25 et 50 mg/L où il atteint respectivement $4,30 \pm 0,36$ g et $4,28 \pm 0,33$ g mais de façon hautement significative chez les animaux traités par les doses de 100 et 150 mg/L où il est enregistré les valeurs de $4,06 \pm 0,34$ g et $4,05 \pm 0,71$ gr par rapport aux témoins, à la même période, où le poids des coquilles enregistré est de $5,47 \pm 0,74$ g (**Tableau : 4 ; Fig. : 21**)

Tableau 4 : Effet de l'herbicide Cossack ^(OD) sur l'évolution du poids frais de la coquille des escargots *Helix aspersa* pendant une période de 4semaines témoins et traitée ($m \pm SD$, $n=5$).

traitements Temps Par jour	Témoins	D1	D2	D3	D4
7 Jours	$5,09 \pm 0,57$	$5,14 \pm 0,63$	$5,12 \pm 0,61$	$4,49 \pm 0,62$	$4,49 \pm 0,71$
14 Jours	$5,25 \pm 0,67$	$5,12 \pm 0,63$	$4,90 \pm 0,67$	$4,48 \pm 0,67$	$4,35 \pm 0,76$
28 Jours	$5,47 \pm 0,74$	$4,30 \pm 0,36$	$4,28 \pm 0,33$	$4,06 \pm 0,34$	$4,05 \pm 0,71$

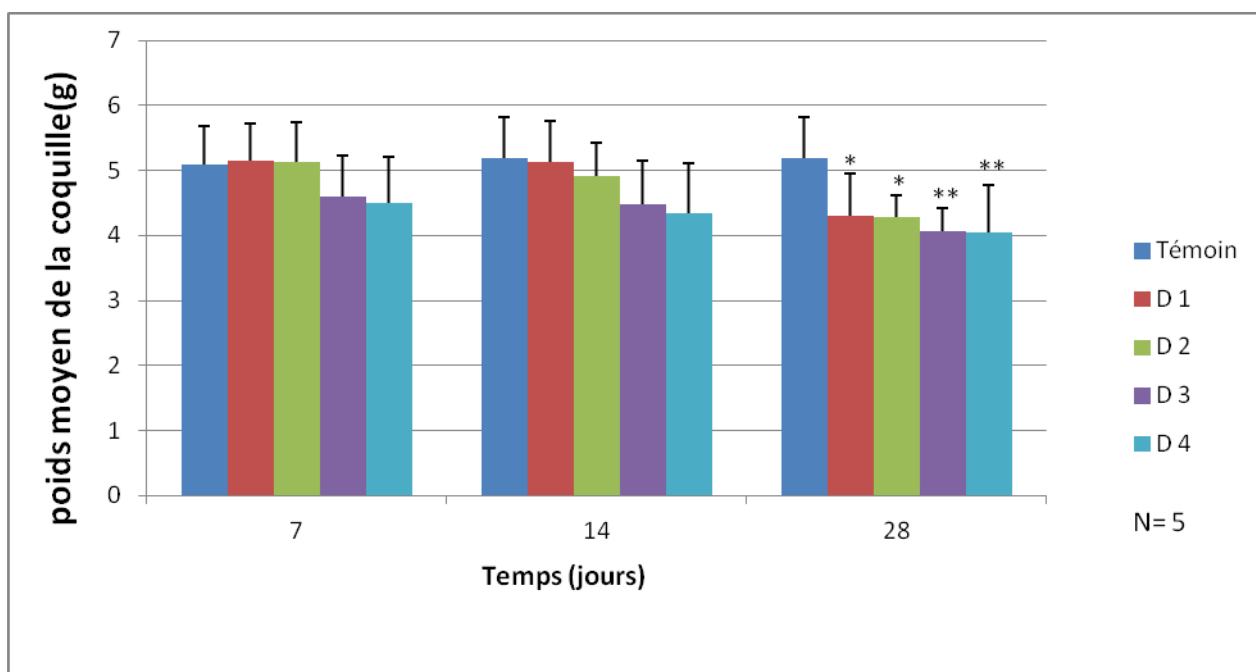


Figure 21 : Effet de l’herbicide Cossack ^(OD) sur l’évolution du poids frais de la coquille des escargots *Helix aspersa* pendant une période de 4 semaines témoins et traitée (m± SD, n=5).

* Pour (P ≤ 0,05) , ** Pour (P ≤ 0,01) , *** Pour (P≤ 0,001)

II.5. Effet de l’herbicide Cossack ^(OD) sur l’évolution du diamètre D de la coquille des escargots *Helix aspersa*

Les résultats de cette évolution sont mentionnés dans le tableau 05 et la figure 22

Tableau 5 : effet de l’herbicide Cossack ^(OD) sur l’évolution du diamètre D de la coquille des escargots *Helix aspersa* pendant une période de 4 semaines témoins et traitée (m± SD, n=5).

traitements temps par jour	Témoins	D1	D2	D3	D4
1 Jour	3,79 ± 0,35	3,78 ± 0,52	3,77 ± 0,48	3,81 ± 0,50	3,73 ± 0,54
7 Jours	3,77 ± 0,43	3,80 ± 0,49	3,76 ± 0,47	3,81 ± 0,48	3,81 ± 0,49
14 Jours	3,80 ± 0,43	3,77 ± 0,53	3,74 ± 0,47	3,78 ± 0,49	3,64 ± 0,44
28 Jours	3,84 ± 0,43	3,73 ± 0,55	3,64 ± 0,53	3,57 ± 0,47	3,57 ± 0,51

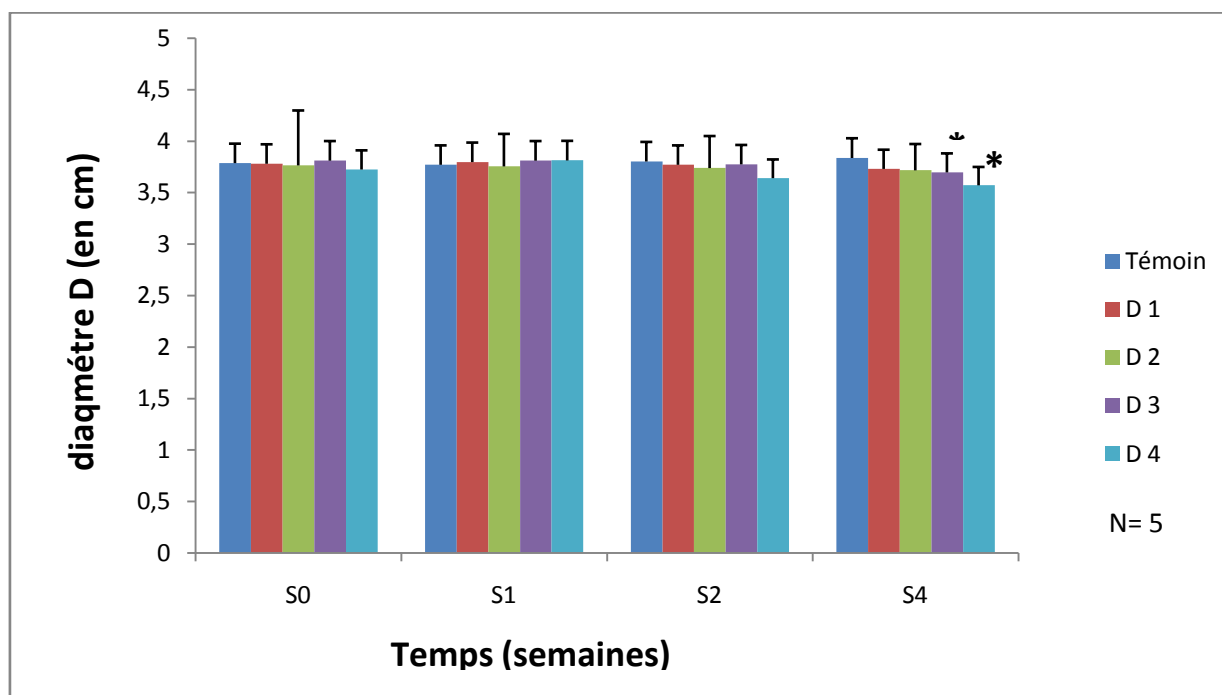


Figure 22 : Effet de l'herbicide Cossack^(OD) sur l'évolution du diamètre D de la coquille des escargots *Helix aspersa* pendant une période de 4 semaines témoins et traitée (m± SD, n=5).

* Pour ($P \leq 0,05$) , ** Pour ($P \leq 0,01$) , *** Pour ($P \leq 0,001$)

La figure (22) met en évidence l'évolution du diamètre D de la coquille des escargots *Helix aspersa* traités par Cossack^(OD) en fonction du temps, chez les sujets traités par différentes concentrations. Il ressort, ainsi qu'une diminution non significative ($P > 0,05$) du diamètre D de la coquille est observée dès la première et la deuxième semaine d'exposition. Ainsi, les valeurs enregistrées diminuent jusqu'à atteindre $3,81 \pm 0,49$ cm à la première semaine et $3,64 \pm 0,44$ cm à la deuxième semaine chez les traités par la plus forte concentration soit 150 mg/L et ce par rapport aux témoins dont les valeurs sont de $3,77 \pm 0,43$ cm à la première semaine et de $3,80 \pm 0,43$ cm à la deuxième semaine. Cette diminution devient significative ($P \leq 0,05$) à la quatrième semaine chez les animaux traités par les concentrations de 100 et 150 mg/L chez lesquels les valeurs obtenues diminuent jusqu'à $3,57 \pm 0,51$ cm comparativement aux témoins avec une valeur de $3,84 \pm 0,43$ cm durant la même période (**Tableau : 5 ; Fig. : 22**).

II.6. Effet de l’herbicide Cossack ^(OD) sur l’évolution du diamètre L de la coquille des escargots *Helix aspersa*

Tableau 6 : Effet de l’herbicide Cossack ^(OD) sur l’évolution du diamètre L de la coquille des escargots *Helix aspersa* pendant une période de 4 semaines témoins et traitée (m± SD, n=5).

traitements temps par jour	Témoins	D1	D2	D3	D4
1 Jour	2,97 ± 0,45	2,97 ± 0,70	2,98 ± 0,55	2,98 ± 0,68	2,94 ± 0,48
7 Jours	2,97 ± 0,43	2,98 ± 0,67	2,96 ± 0,53	2,85 ± 0,64	2,87 ± 0,29
14 Jours	3,00 ± 0,43	2,88 ± 0,70	2,93 ± 0,54	2,81 ± 0,74	2,68 ± 0,40
28 Jours	3,32 ± 0,55	2,87 ± 0,70	2,91 ± 0,55	2,64 ± 0,41	2,50 ± 0,48

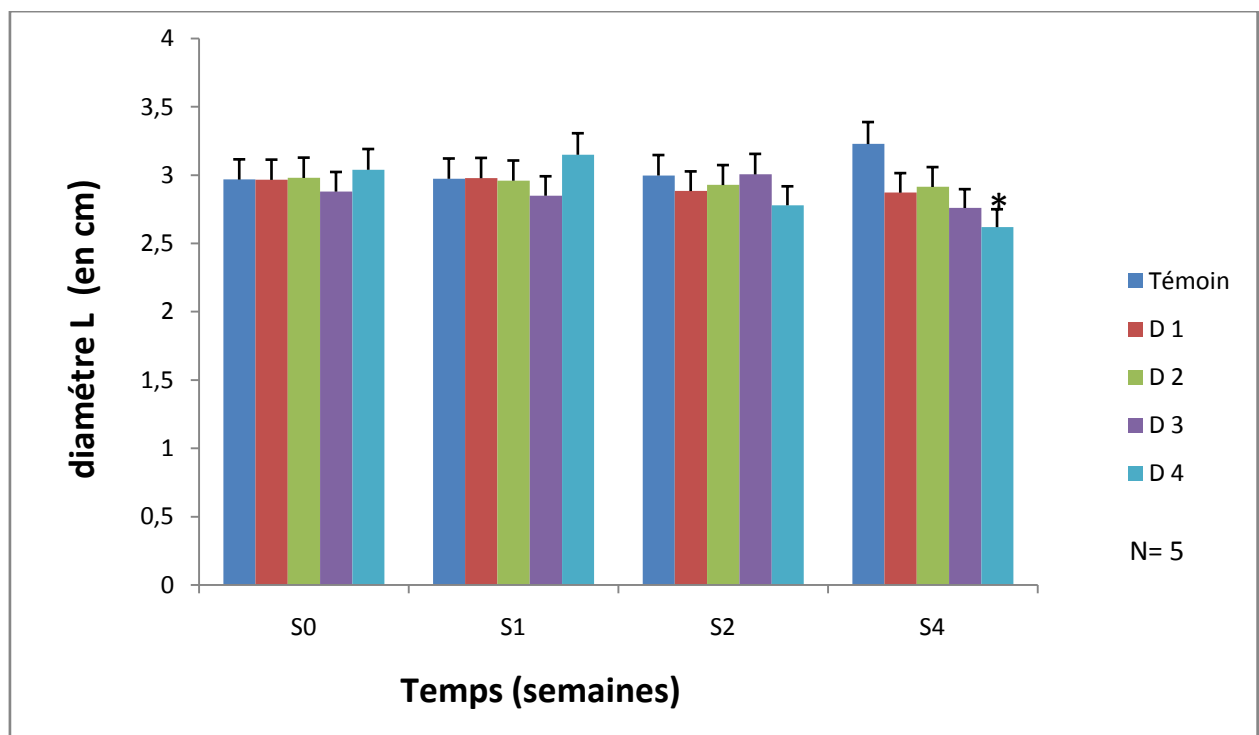


Figure 23 : Effet du l’herbicide Cossack ^(OD) sur l’évolution du diamètre L de la coquille des escargots *Helix aspersa* pendant une période de 4 semaines témoins et traitée(m± SD, n=5).

* Pour (P ≤ 0,05) , ** Pour (P ≤ 0,01) , *** Pour (P ≤ 0,001)

La figure (23) met en évidence l’évolution du diamètre L de la coquille des escargots *Helix aspersa* traités par Cossack ^(OD) en fonction de temps. Chez les séries traitées par les différentes concentrations une diminution non significative (P> 0,05) du diamètre L de la coquille est notée des

la première et la deuxième semaine, les valeurs enregistrées diminuent jusqu'à $2,87 \pm 0,29$ cm à la première semaine et $2,68 \pm 0,40$ cm à la deuxième semaine chez les séries traitées par la plus forte concentration (150 mg/L) par rapport aux témoins avec une valeur de $3,00 \pm 0,43$ cm dans la même période. Cependant, la diminution du diamètre L de la coquille devient significative ($P < 0,05$) à la quatrième semaine chez les séries traitées par la concentration 150 mg/L comparativement aux témoins, où les valeurs obtenues sont de l'ordre de $3,32 \pm 0,55$ cm alors que durant la même période, elles diminuent pour atteindre la valeur $2,50 \pm 0,48$ cm chez les séries traitées par la concentration de 150 mg /L (**Tableau : 6 ; Fig. : 23**).

II.7. Effet de l'herbicide Cossack ^(OD) sur le poids de l'hépatopancréas des escargots *Helix aspersa*

Les résultats de l'effet de l'herbicide Cossack ^(OD) sur le poids de l'hépatopancréas des escargots *Helix aspersa* sont reportés dans le tableau 7 et la figure 23.

Tableau 7 : Effet du l'herbicide Cossack ^(OD) sur l'évolution du poids de l'hépatopancréas des escargots *Helix aspersa* pondant une période de 4 semaines témoins et traitée ($m \pm SD$, $n=5$).

traitements temps par jour	Témoins	D1	D2	D3	D4
7 Jours	$0,894 \pm 0,23$	$0,946 \pm 0,16$	$0,943 \pm 0,16$	$0,912 \pm 0,07$	$0,901 \pm 0,06$
14 Jours	$0,925 \pm 0,21$	$0,856 \pm 0,13$	$0,826 \pm 0,11$	$0,771 \pm 0,13$	$0,514 \pm 0,10$
28 Jours	$0,945 \pm 0,25$	$0,779 \pm 0,14$	$0,625 \pm 0,13$	$0,537 \pm 0,10$	$0,395 \pm 0,08$

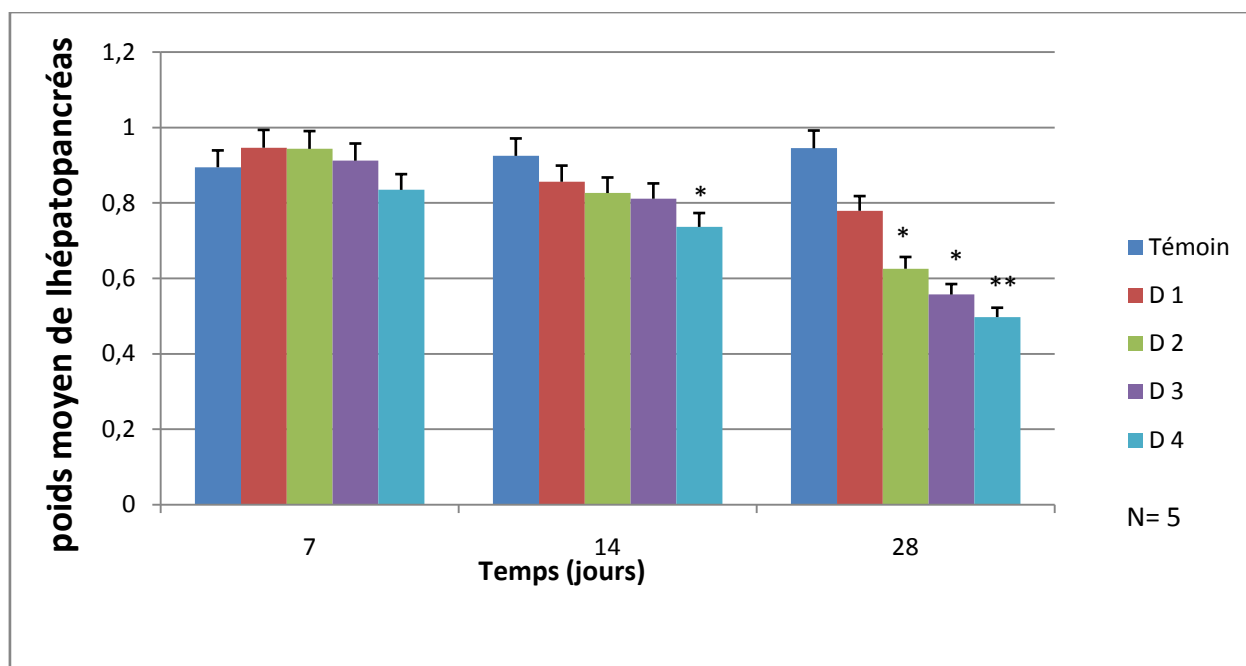


Figure 24 : Effet du l'herbicide Cossack ^(OD) sur l'évolution du poids de l'hépatopancréas des escargots *Helix aspersa* pendant une période de 4 semaines témoins et traitée (m± SD, n=5).

* Pour ($P \leq 0,05$), ** Pour ($P \leq 0,01$), *** Pour ($P \leq 0,001$)

La figure (24) illustre les variations du poids de l'hépatopancréas en présence de concentrations croissantes de l'herbicide Cossack ^(OD). Ainsi, durant les 7 premières jours de traitement, le poids moyen de l'hépatopancréas évolue de manière similaire à celle des témoins, cependant, après 14 jours de traitement une diminution significative ($P \leq 0,05$) du poids de l'hépatopancréas est observée chez les séries traitées par la plus forte concentration 150 mg/L pour atteindre la valeur $0,514 \pm 0,10g$ par apport aux témoins qui enregistrent des valeurs de l'ordre de $0,925 \pm 0,25g$, à la même période.

Après 28 jours de traitement, le poids de l'hépatopancréas diminue d'une façon significative ($P \leq 0,05$) chez les séries traitées par les concentrations de 50 et 100 mg/L pour atteindre les valeurs $0,625 \pm 0,13g$ et $0,537 \pm 0,10g$ et d'une façon hautement significative ($P \leq 0,01$) chez les séries traitées par la plus forte concentration 150 mg/L où la diminution atteint $0,395 \pm 0,08 g$, cependant, durant la même période, le poids de l'hépatopancréas enregistré chez les témoins est de $0,945 \pm 0,25g$ (Tableau : 7 ; Fig. : 24).

III. DISCUSSION

Les herbicides sont émis dans l'environnement lors des applications en zones agricoles (protection des cultures) urbaines (entretien des jardins, parcs...), bien que les principales cibles des herbicides soient les végétaux, cependant, il est estimé que seulement 0,1% des quantités appliquées atteignent leurs cibles (Arias- Estevez et al; 2008). L'utilisation importante des herbicides a abouti à la contamination chronique de tous les compartiments de l'écosystème (air, sol, eau).

A cet effet, ce travail porte sur le modèle biologique, *Helix aspersa*, puissant bio-indicateur et bio-accumulateur, s'avère nécessaire pour évaluer l'impact de contamination sur sa croissance et sa physiologie par l'herbicide Cossack^(OD) (Gomot et kerhoas; 2000).

III.1. Effet sur les réponses comportementales

Les effets inhibiteurs de l'herbicide Cossack^(OD), suite à l'application de fortes concentrations, sur le comportement nutritif et locomoteur des adultes de l'escargot *helix aspersa*, peuvent être supposés liés à un effet neurotoxique. En effet, il faut signaler que des effets léthargiques d'OPs, dont le diméthoate, sont observés chez les juvéniles ainsi que les adultes de *helix aspersa* par Schetema et al; (1994) et coeurdassier et al; (2001). En effet, selon les mêmes sources le diméthoate provoque une inactivité assez marquée pendant les quatre semaines chez les escargots adultes sur lesquels est menée l'expérimentation. Enfin, pour vérifier les résultats enregistrés lors cette étude sur les modifications du comportement du petit-gris, suite à l'application de concentrations élevées de l'herbicide, il serait nécessaire et souhaitable de les rechercher dans les conditions d'un système ouvert comme l'environnement afin d'approfondir cette recherche et avoir des résultats plus fiables.

III.2. Effet sur les réponses physiologiques

III.2.1. Poids des escargots

D'après les résultats obtenus, il est noté en premier lieu, par rapport aux témoins, une diminution du poids frais des escargots accompagnée d'une baisse de poids de la coquille chez les animaux traités par l'herbicide Cossack^(OD) surtout aux plus fortes concentrations. En effet des études montrent que la répulsion de la nourriture et l'inhibition de la synthèse de l'hormone de croissance essentielle à la croissance des escargots, il est enregistré, ainsi, un jeûn prolongé des sujets soumis aux tests. En effet, Bibic et al; (1997) stipulent que dans un environnement pollué, l'animal se met dans un état de jeûn prolongé, ce qui concorde avec les résultats de Gomot Vaufleury et Bispo; (2000) observés sur les effets du pentachlorophénol, du trichlorophénol et du naphthalène sur la croissance du *helix aspersa* et *helix maxima* où est montrée une inhibition de la croissance chez *helix aspersa*.

En plus **cœurdassier et al; (2001)** ont montré une diminution dose dépendante de la croissance et de la survie des escargots est induite par le diméthoate, alors que l'exposition épithéliale induite la plus forte toxicité.

Ainsi, les résultats obtenus par **Schuytema et al; (1994)** montrent que la toxicité de l'aminocarbe, du méthyle parathion et du parquât, est liée à la nature et à la dose du pesticide administré et se répercute sur la réduction significative du poids total des escargots. Les résultats enregistrés lors de cette étude concordent avec ceux des chercheurs suscités.

III.2.2. Poids de la coquille

La diminution constatée du poids moyen de la coquille des escargots traités par l'herbicide Cossack (OD) pourrait s'expliquer par l'inhibition de l'hormone de croissance comme le suggère **Gimbert et al; (2006)** qui ont mis en évidence une diminution de 30 % de la masse de la coquille des escargots exposés à un sol artificiel contaminé par le cadmium. Il faut signaler, cependant, que les résultats obtenus lors de cette étude sont en accord avec ceux de **Grara; (2011)** qui a mis en évidence une diminution dose-dépendante du poids moyen de la coquille des escargots traités par des métaux lourds. Ainsi, ces résultats confirment l'importance de suivi des paramètres physiologiques dans l'évaluation de la contamination d'un milieu.

III.2.3. Diamètres (D,L) de la coquille des escargots

Pour l'évolution des deux paramètres (D, L) de la coquille, il est enregistré une diminution significative ($P \leq 0,05$) pour la dose-dépendante suite à l'effet de ce facteur « l'herbicide Cossack ^(OD) » à la quatrième semaine par comparaison à ceux des témoins. Ces résultats vont dans le sens que ceux de **Cœurdassier et al; (2001)**, qui a mis en évidence une perturbation des diamètres de la coquille des escargots après exposition au diméthoate (pesticide organophosphoré)

III. 2.4. Poids de l'hépatopancréas

L'application de l'herbicide Cossack ^(OD) sur les animaux a induit une perturbation du poids de l'hépatopancréas qui est révélée par comparaison à celui des témoins, ces résultats concordent avec ceux de **Marigonez et al; (1998)** où une réduction de 50% du poids de la glande digestive des escargots en présence des xénobiotiques est mentionnée. Il en est de même pour **Grara et al, (2012)** qui ont mis en évidence une diminution du poids de hépatopancréas en présence des métaux lourds, ou encore **Bauaricha; (2013)** qui a montré une réduction de l hépatopancréas des escargots traités par un bio-pesticide. A cet effet, ces résultats confirment l'importance du suivi des paramètres physiologiques dans l'évaluation de la contamination d'un milieu par divers polluants chimiques ou physiques.

Conclusion

En Algérie, l'usage des herbicides ainsi que d'autres produits phytosanitaires se répand de plus en plus avec le développement de l'agriculture, sans se référer aux redoutables causes néfastes qui se répercutent sur la santé humaine. A cet effet, une récente prise de conscience a permis de montrer la nécessité de l'étude approfondie de leurs propriétés, en particulier en raison des effets biologiques qu'elles peuvent induire. En effet, l'accélération de l'utilisation des pesticides, en général connus par leur particularité d'être cancérigènes, mutagènes, tératogènes..., pourrait être associée à des effets indésirables.

L'escargot *Helix aspersa*, excellent bio-indicateur de divers polluants, largement réparti dans les écosystèmes terrestres, peut nous renseigner sur la qualité de son milieu où il vit. Il reste, à cet effet, exposé à la pollution par plusieurs voies qui impliquent l'ingestion d'aliments souillés ainsi que le contact et l'absorption par l'épithélium du pied depuis des surfaces contaminées. Ainsi, l'évaluation de la toxicité de l'herbicide Cossack^(OD) largement utilisé en agriculture, sur l'*Helix aspersa* qui se caractérise par ses capacités de bio-indicateur / bio accumulateur majeur de la pollution environnementale, a montré une sensibilité de ce mollusque qui s'est traduite par des altérations comportementales comme la diminution de l'activité et la prise alimentaire. Tandis que les paramètres physiologiques (le poids des escargots, de la coquille, ainsi que celui de leurs organes....) montrent que le traitement par l'herbicide Cossack^(OD) pendant une période de quatre semaines révèle une diminution hautement significative des poids des escargots et des coquilles ainsi qu'une baisse significative des deux diamètres (D,L) des coquilles. Il faut signaler qu'il en est de même pour l'hépatopancréas où il est enregistré une diminution hautement significative du poids par rapport aux témoins non traités par le Cossack^(OD).

En fin, d'après les résultats obtenus il s'avère que l'herbicide Cossack^(OD) est toxique pour les escargots *Helix aspersa* qui a induit des perturbations comportementales et physiologiques. Il faut mentionner, à cet effet, que l'utilisation des pesticides, en général, provoque des effets néfastes sur l'écosystème et en particulier l'herbicide Cossack^(OD) testé sur *Helix aspersa* puissant bio-indicateur.

- A cet effet, il serait souhaitable de réétudier et approfondir l'évaluation des effets de l'herbicide Cossack^(OD) en plus d'autres pesticides sur quelques paramètres biochimiques, histologiques ainsi que la reproduction en général et les œufs des escargots en particulier.
- Rechercher le mécanisme moléculaire par lequel les produits phytosanitaires agiraient sur les paramètres suscités.

الملخص

الأكثر استعمالا في (Cossack(OD) كوصاك هذا العمل يتناول تقييم السمية المحتملة لمبيد الأعشاب الضارة الشرق الجزائري (ميلة) .
عرضت الحلزونات إلى تركيزات متصاعدة من كوصاك بواسطة التطبيق خلال 28 يوما من أجل تقييم تأثير هذا المبيد على المعالم الفيزيولوجية عند الحلزون التراي هيليكس أسبيرسا (الوزن المتوسط للحلزون، وزن القوقعة، التغيرات السلوكية,,,,,,), النتائج المتحصل عليها تبين هبوط ملحوظ في وزن الحلزون و خاصة المعرض لتراكيز عالية يرافقه هبوط ملحوظ أيضا في وزن القوقعة إضافة إلى اضطرابات واضحة في سلوك الحلزون مما يبين التأثير السمي للمبيد كوصاك على الحلزون هيليكس أسبيرسا,

الكلمات المفتاحية : هيليكس أسبيرسا، مؤشر حيوي، كوصاك، مبيد الأعشاب الضارة، المبيدات.

Résumé

Ce travail porte sur l'évaluation de la toxicité potentielle d'un herbicide le Cossack (OD), largement utilisé en agriculture dans le Nord-Est d'Algérie (Mila). En effet, les escargots *Helix aspersa*, mollusques puissants bio-indicateurs, sont exposés à des concentrations croissantes de l'herbicide Cossack (OD) par application topique pendant 28 jours. Ainsi, l'évaluation de l'effet de cet herbicide sur les paramètres physiologiques de *Helix aspersa* (poids de l'escargots , poids de la coquille, le comportement) a donné des résultats montrant une diminution hautement significative des poids moyen des escargots et des coquilles ainsi que des perturbations du comportement de ces mollusques « escargots *Helix aspersa* ».

Mot clé : *Helix aspersa*, bio indicateur, Cossack (OD), Herbicide, pesticide.

Abstract

This work concerns the evaluation of the potential toxicity of a herbicide: Cossack (OD), widely used in agriculture in the north-east of Algeria (Mila), using *Helix aspersa* snails that have been exposed to increasing concentrations. of cossack (OD) herbicide by topical application for 28 days, we sought to evaluate the effect of this herbicide on the physiological parameters of *Helix aspersa* (snail weight, shell weight, behavior ...) the results obtained show a highly significant reduction in the average weight of snails and the average weight of the shell as well as disturbances in the behavior of snails *Helix aspersa*.

Key word: *Helix aspersa*, bioindicator, Cossack (OD), Herbicide, pesticide.

Références bibliographiques

- 1 **ACTA, 2005.** Index Phytosanitaire ACTA 2005. 41ème éd. Paris. *Association de Coordination Technique Agricole*. France. 820 p.
- 2 **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.
- 3 **Aupinel P. & 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.
- 4 **Beaumont A., Cassier P., 1998.** Travaux pratiques de biologie animale. Zoologie Embryologie Histologie, Dunod, Paris. 502p.
- 5 **Beazley M., 2000** Encyclopedia of Nature ,360 p.
- 6 **Beeby A. & Richmond L., 2002** Evaluating *Helix aspersa* as a sentinel for mapping metal pollution . *Ecological Indicators* 1(4): 261-270.
- 7 **Beeby A. & Richmond L., 2011.** Magnesium and the deposition of lead in the shell of three population of the garden snail *Cantareus aspersus*. *Environmental pollution*, 159(6): 1667-1672.
- 8 **Berger B. & Dallinger R., 1993.** Terrestrial snails as quantitative indicators of Environmental pollution. *Environmental Monitoring and Assessment*, 25 : 65-84.
- 9 **Charrier M., Fonty G., Gaillard-Martinie B., Ainouche K. & Andant G., 2006.** Isolation and characterization of cultivable fermentative bacteria from the intestine of edible snails *Helix pomatia* and *cornu aspersum* (Gastropoda:Pulmonata).
- 10 **Charrier, M., and J. Daguzan. 1980.** Étude de la consommation alimentaire et de la production de l'escargot "petit gris"*Helix aspersa* Müller (Gastéropode Pulmoné Terrestre) élevé sous abri. *Haliotis* 10 (1): 41-44.
- 11 **Chevalier L., Le Coz-Bouhnik M. & Charrier M., 2003.** Influence of inorganic compounds of food selection by the brown garden snail *Cornu aspersum* Muller (Gastropoda:Pulmonata). *Malacologia*, 45(1): 125-132.
- 12 **Chevalier H., 1977 .** La variabilité de l'escargots Petit-Gris (*Helix aspersa* Muller).
- 13 **Coeurdassier M., Gomot-de Vaufleury A. & 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.

- 14 **Coeurdassier M., Gomot-de Vaufléury A., Lovy C. & 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.
- 15 **Coeurdassier M., Saint-Denis M., Gomot- de Vaufléury A., Ribera D. & 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.
- 16 **Colin F., 2000.** Approche spatiale de la pollution chronique des eaux de surface par les produits phytosanitaires. Cas de l'Atrazine dans le bassin versant de Sousson (Gers, France). *Unité mixte Cemagref-ENGREF. Structure des systèmes spatiaux.* 233 p. *Control and Environmental Science.* 7: 59-70.
- 17 **de Vaufléury A. & Gomot A., 1998.** Use of land snails to monitor environmental pollution. Laboratoire de Biologie et d'Ecophysiologie.
- 18 **Di Giulio R.T., Habig C., Gallagher E.P., 1993.** Effects of black rock harbor sediments on indices of biotransformation, oxidative stress and DNA integrity in channel catfish. *Aquatic Toxicology.* 26: 1-22.
- 19 **Daguzan.J., Bonnet. J.C, Perrin Y., Perrin. E., et Rouet. H.** Contribution à l'élevage de l'escargot Petit-Gris en bâtiment et en conditions thermohygrométriques contrôlées. *Annales de zootechnie, INRA/EDP Sciences, 1981, 30 (2), pp.249-272.* fihal-00888081f
- 20 **Eijsackers H., 2010.** Earthworms as colonizers: Primary colonization of contaminated land, and sediment and soil science of the total Environment. 408: 1759-1769.
- 21 **Gimbert F., de Vaufléury A. Douay F. , Scheifler F., Coeurdassier M. Badot P.M 2006.** Modelling chronic exposure to contaminated soil: A toxicokinetic approach the terrestrial snail (*Helix aspersa*).
- 22 **Gomot A., Gomot L., Boukraa S., 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: 1-7.
- 23 **Gomot A.,** Dose-depandant effect of cadmium on the growth of snails in toxicity.
- 24 **Gomot, de Vaufléury A., 2000.** Standardised growth toxicity testing (Cu, ZN, Pb and pentachlorophenol) on *Helix aspersa*.
- 25 **Grara N., 2011.** Evaluation de toxicité de certain polluants industriels sur un animale bioaccumulateur (gastéropode *Helix aspersa*) :cas des métaux.

- 26 **INRA, 2007** la protection des plantes. Des stratégies de lutte intégrée rapport d'activité des technologie pour le développement Institut Nationale de la recherche Agronomique du royaume du Maroc.
- 27 **Marcheterre L., Choudhry, G., Webster G., 1988.** Environmental Photochemistry of Herbicides. *Reviews of Environmental Contaminations and Toxicology*. 103: 61-126.
- 28 **(Michel Rousslet,1979).**, L'élevage des escargots., Deuxième édition 1979 entièrement revue, complétée et actualisée. 11 : 13-29.
- 29 **Popple I. & Tribune M.G., 2002.** Are snails 'Love Darts' Source of Cupid Lore, *National Geographic News*, 63: 211-243.
- 30 **Radwan M.A., Salama A.K., 1999.** Thiodicarb biotransformation to methyl, toxicities and acetylcholinesterase inhibition in the land snail, *Helix aspersa* (Muller). *The Journal of Pest.*
- 31 **Regoli F., Gorbi S., Fattorini D, Tedesco S., Notti 2006.** Use of land snail *Helix aspersa*.
- 32 **Russell L.K., DeHaven J.I., Botts R.P., 1981.** Toxic effects of cadmium on the garden snail (*Helix aspersa*). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 26: 634- 640.
- 33 **Scheifler R., Gomot de Vaufleury A., Badot P.M., 2002a.** Transfer of cadmium from plant leaves and vegetable flour to the snail *Helix aspersa*: bioaccumulation and effects. *Ecotoxicology and Environment Safety*. 53(1): 148-153.
- 34 **Schiavon M., Jacquin F., 1973.** Studies on the migration of two triazines as influenced by precipitation. *Symposium on Herbicides and the Soil*. 80-90.
- 35 **Schuytema G.S., Nebeker A.V. & Botts R.P., 1994** Effects of dietary exposure to forest pesticides on the broun garden snail *Helix aspersa* Muller. *Archives of Environmental Contamination and toxicology*, 26: 23-28.

Webographies

1. **Astrid, 2011.** OEufs d'escargot. Dans Escargots.

<http://leblogdastrid.canalblog.com/archives/2011/10/27/22492885.html>.

Consulté le 15 juin 2019.

2. **Dcschmidt, 2008** Les deux paires de tentacules d'un escargot..

[http://www.Future-sciences.com/Escargot ≠mediavieWer/Fichier : Brazilian_Snail.jpg](http://www.Future-sciences.com/Escargot%20mediavieWer/Fichier%3ABrazilian_Snail.jpg).

Consulté le 17 juin 2019.

- 3.**Gireaud, O. (2008).** Heliciculture. Consultable sur internet:

<http://www.gireaud.net/heliciculture.htm>

Consultable le 10 juin 2019

4. **Gorbe H., 2006.** Escargot en hibernation avec son épiphragme.

[https://www.futura-sciences.com > planete > dossiers >](https://www.futura-sciences.com/planete/dossiers/)

[org/piphragme ≠mediavieWer/Fichier:Helix_pomatia_operculum_hg.jpg](org/piphragme%20mediavieWer/Fichier:Helix_pomatia_operculum_hg.jpg).

Consulté le 13 juin 2019.

- 5.**Pol D., 2001** Ondes de contraction sur la face ventrale des pieds d'escargots dans biologie animale respiration.

[http:// WWW. Fondation-lamap.org/fr/page/12076/biologie-animale-fonctions-de relation](http://WWW.Fondation-lamap.org/fr/page/12076/biologie-animale-fonctions-de-relation).

Consulté le 15 juin 2019

- 6.**Pol D., 2006** Orifice respiratoire chez l'escargot dans biologie animale respiration

[http:// WWW. Fondation-lamap.org/fr/page/11565/biologie-animale-respiration](http://WWW.Fondation-lamap.org/fr/page/11565/biologie-animale-respiration).

Consulté le 18 juin 2019.

7. **Quibik,2007.** Schéma en coupe de l'anatomie d'un escargot .

[http:// www.ac-caen.fr > circo > IMG > pdf.org/ Escargot≠mediavieWer/Fichier:Schéma_Snail_anat1 Omy-nembers.svg](http://www.ac-caen.fr/circo/IMG/pdf.org/Escargot%20mediavieWer/Fichier:Schéma_Snail_anat1Omy-nembers.svg).

Consulté le 10 juin 2019.

- 8.**Toja O., 2011.** Crème à la bave d'escargot. Dans Elicina crème à la bave d'escargot.

<http://www.elicina.fr/>.

Consulté le 01 juin 2019

