

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد الصديق بن يحيى - جيجل -

Université Mohammed Seddik Ben Yahia -Jijel-

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences de l'Environnement
et des Sciences Agronomiques



كلية علوم الطبيعة و الحياة

قسم علوم المحيط و العلوم الفلاحية

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme: **Master Académique en Biologie**

Option : Toxicologie Fondamentale et Appliquée

Thème

*Evaluation de la teneur en ETM (Cd, Zn, Cu) et le taux de
certains paramètres hématologiques chez la chèvre*

Étude de cas: région de Kaous

Membres de Jury :

Président: Dr Far Z.

Examinatrice: Dr Balli N.

Encadrant: Dr Ouanas I.

Présenté par :

GUEMBOUR Widad

TALEB Moufida

Session :juillet 2018

Numéro d'ordre : ... /...

Année Universitaire: 2017-2018

Remerciements

« Louange à l'unique Dieu, Lumière des cieux et de la terre, qui aide et qui guide »

Tout d'abord, nous tenons à remercier « ALLAH » le tout puissant, notre créateur, de nous avoir donné la force, la volonté, la patience et le courage afin d'accomplir ce modeste travail ;

*Nos remerciements les plus cordiaux s'adressent à notre encadreur **M^{me} Ouanas I** pour tous les efforts qu'elle a consentis tout au long de l'élaboration de ce travail, ses encouragements, ses précieux conseils, ses critiques constructives, et la confiance qu'elle nous a toujours témoignée ;*

Nous tenons également à remercier les membres de jury pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant de siéger à notre soutenance :

*Nous souhaitons exprimer notre gratitude à : **Mme BALLI N**, et à **Mr FAR Z** pour avoir pris le temps d'examiner et d'évaluer ce mémoire. Nous les remercions pour l'intérêt et les précieux conseils et remarques qu'ils ont porté à ce travail ;*

*Nous tenons aussi, à remercier l'ensemble des enseignants qui ont assuré notre formation durant le cursus de formation en **BIOLOGIE**.*

Nous tenons enfin, à remercier tous ceux qui ont participé de près ou de loin dans l'élaboration de ce travail.

Merci à tous....

WIDAD , MOUFIDA

Titre	page
Liste des tableaux	iv
Liste des figures	v
Liste des photos	vi
Liste des abréviations	vii
Introduction	01

1^{ère} Partie : Synthèse bibliographique

Chapitre I : Les éléments trace métalliques (ETM)

I.1. Définition des Eléments Trace Métalliques (ETM)	03
I.2. La classification des Eléments Trace Métalliques (ETM) et de leur toxicité	04
I.2.1. Les éléments traces essentiels	04
I.2.2. Les éléments traces toxiques	04
I.3. Sources de pollution par les Eléments Trace Métalliques (ETM)	05
I.3.1. Sources naturelles	05
I.3.2. Sources anthropiques	05
I.4. Transfert des Eléments Traces Métalliques (ETM) aux animaux	05
I.5. Les éléments traces métallique étudiés	06
I.5.1. Le cadmium (Cd)	06
I.5.1.1. Propriétés physico-chimiques	07
I.5.1.2. Sources du cadmium	08
I.5.1.3. Utilisations du cadmium	08
I.5.1.4. Toxicités du cadmium	09
I.5.1.5. Mécanismes d'action du cadmium	10
I.5.1.6. Toxicocinétique	10
I.5.2. Le cuivre	11
I.5.2.1. Propriétés physico-chimiques du cuivre	11
I.5.2.2. Propriétés biologique	11
I.5.2.3. Sources naturelles et anthropiques	12
I.5.2.4. Utilisations	12
I.5.2.5. Devenir dans l'organisme	12
I.5.2.6. La surcharge en cuivre	13
I.5.2.7. La carence en cuivre	13
I.5.3. Le zinc	13
I.5.3.1. Propriétés physico-chimiques	14

I.5.3.2. Anomalies du métabolisme du zinc	14
---	----

Chapitre II : Les caprins

II.1. Classification scientifique des chèvres	16
II.2. L'élevage des chèvres en Algérie	16
II.3. Cheptel caprin en Algérie	16
II.3.1. Évolution des effectifs caprin en Algérie	16
II.3.2. Répartition géographique des chèvres	17
II.3.3. L'effectif des caprins dans la wilaya de Jijel	17
II.4. Les races caprines en Algérie	18
II.4.1. Population locale	18
II.4.1.1. Race arabe (arbia)	18
II.4.1.2. Race kabyle	19
II.4.1.3. Chèvre de M'zab	19
II.4.1.4. Le type Makatia	19
II.4.2. Population introduite	19
II.5. Importance de l'élevage des chèvres dans l'économie Algérienne	20

2^{ème} Partie : Partie expérimental

Chapitre I : Matériel et méthodes

I.1. Présentation de la zone d'étude	21
I.2. Les caractères climatiques de la wilaya de Jijel	21
I.3. Situation géographique de site d'étude	21
I.4. Collecte des échantillons	22
I.4.1. Choix des classes d'âge	22
I.4.2. Description de la race étudiée	22
I.4.3. Prélèvement sanguin	22
I.4.4. Dosages	23
I.5. Analyses effectuées	23
I.5.1. Paramètres hématologique (FNS)	23
1.5.1.1. Principe de l'automate	24
1.5.1.2. Mode opératoire	25
1.5.1.3. Calcule	25
I.5.2. Paramètres biochimiques	26

I.5.2.1. Protéine totale	26
I.5.2.2. La bilirubine T	26
I.5.3. L`analyse des métaux	27
I.5.3.1. Préparation des échantillons (minéralisation)	27
I.5.3.2. Dosage des Eléments Trace Métalliques (ETM)	28
I.6. Analyse statistique	30
I.6.1. Le seuil de signification	30

Chapitre II : Résultats

II. Résultats	31
II.1. Paramètres hématologiques	31
II.1.1. Globules rouges (GR)	31
II.1.2. Globules blancs (GB)	32
II.1.3. Hémoglobine (HGB)	32
II.1.4. Volume globulaire moyen (VGM)	33
II.1.5. Hématocrite (HCT)	34
II.1.6. lymphocytes	35
II.2. Paramètres biochimiques	35
II.2.1. Bilirubine totale	36
II.2.2. Protéine totale	36
II.3. Eléments traces métallique (ETM)	37
II.3.1. Cadmium	37
II.3.2. Zinc	38
II.3.3. Cuivre	38

Chapitre III : Discussion

Discussion	39
Conclusion	47
Références bibliographiques	49
Annexe 1	I
Annexe 2	II
Annexe 3	III

Tableau	Titre	Page
Tableau 01	Valeurs moyennes ($X \pm SD$) des paramètres hématologiques (GR, GB, HGB) des trois classes d'âge de chèvres, (p : seuil signification).	31
Tableau 02	Valeurs moyennes ($X \pm SD$) des paramètres hématologiques (VGM, HCT) des trois classes d'âge de chèvres, (p : seuil signification).	33
Tableau 03	Valeurs moyennes ($X \pm SD$) de paramètres hématologique (LYM) des trois classes d'âge de chèvres, (p : seuil signification).	34
Tableau 04	Valeurs moyennes ($X \pm SD$) des paramètres biochimiques (Bilirubine et Protéine totale) des trois classes d'âge de chèvres, (p : seuil signification).	35
Tableau 05	Valeurs moyennes ($X \pm SD$) des éléments traces métallique (Cd, Zn, Cu) des trois classes d'âge de chèvres, (p : seuil signification).	37

Figure	Titre	Page
Figure 01	Cycle simplifié des éléments traces métalliques depuis les émissions jusqu'à l'exposition humaine	06
Figure 02	Aspect du Cadmium	07
Figure 03	Évolution des effectifs du cheptel caprin en Algérie en Million têtes	17
Figure 04	Cheptel animalier dans la wilaya de Jijel	18
Figure 05	Situation géographique de la zone d'étude	21
Figure 06	Chemin suivi par la solution à analyser	29
Figure 07	Variations des globules rouges ($10^{12}/l$) chez les trois classes des chèvres	31
Figure 08	Variations des globules blancs ($10^9/l$) chez les trois classes des chèvres.	32
Figure 09	Concentration d'hémoglobine (g/dl) chez les trois classes des chèvres.	32
Figure 10	Le volume globulaire moyen ($10^9/l$) chez les trois classes des chèvres.	33
Figure 11	Le taux d'hématocrite (%) chez les trois classes de chèvres.	34
Figure 12	La concentration des lymphocytes ($10^9/l$) chez les trois classes des chèvres.	35
Figure 13	Concentration de bilirubine totale (mg/dl) chez les trois classes des chèvres.	36
Figure 14	Concentration de protéine totale (g/dl) chez les trois classes de chèvres.	36
Figure 15	Concentration de Cadmium (ppm) chez les trois classes des chèvres	37
Figure 16	Concentration de zinc (ppb) chez les trois classes des chèvres.	38
Figure 17	Concentration de cuivre (ppm) chez les trois classes des chèvres.	38

Photo	Titre	page
Photo 1	Le prélèvement sanguin au niveau de la veine jugulaire.	22
Photo 2	Analyseur d'hématologie automatique standard Swelab Alfa.	23
Photo 3	Les échantillons du sang après minéralisation	24
Photo 4	L'appareil de spectrophotométrie d'absorption atomique (SAA)	28

Introduction

Introduction

Les pollutions d'origine métallique constituent un des risques majeurs dans le monde actuel. C'est un problème d'actualité qui préoccupe toutes les régions soucieuses de maintenir leur patrimoine à un haut degré de qualité (**Ben Bouih et al., 2000**).

Les métaux sont présents à l'état naturel dans les roches, l'eau, l'air et le sol ; ils sont également produits par les activités humaines, notamment les activités industrielles et minières (**IBGE, 2002**).

Les enjeux soulevés par les émissions des éléments traces métalliques sont principalement sanitaires et sont liés à leur persistance dans le milieu naturel, à leur caractère bio-accumulateur dans l'environnement et à leurs effets sur la santé (**SETRA, 2004**).

Un grand nombre de contaminants d'origine et de nature aussi variées que diverses peuvent contaminer les sols, l'environnement et être captés par la chaîne alimentaire. Une fois transférés à l'être humain par la voie digestive, ils se combinent aux composés organiques soufrés de notre organisme pour engendrer de graves troubles, y compris au niveau cérébral (**Picot, 2003**).

En l'absence de toute source spécifique d'exposition, l'alimentation constitue la voie principale d'exposition aux métaux. Ainsi, les crises alimentaires induites par la pollution environnementale ont généré la revendication de la part des consommateurs, un droit à la sécurité alimentaire (**Claire et al., 2005**). En conséquence, évaluer le niveau de contamination de ces métaux dans les organismes terrestres permet-elle de rendre compte de la qualité chimique du milieu et des aliments. Lorsque ces éléments existent dans l'alimentation des ruminants ils sont accumulés dans les reins et foies de ces animaux (**EFSA, 2009 ; 2010**). Ces organes représentent de ce fait, une source non négligeable d'apport exogène d'origine alimentaire (**Boumehres, 2010**) de ces métaux, dès lors qu'ils sont consommés par les humains.

Les relations entre l'élevage des ruminants et l'environnement font depuis quelques années l'objet d'une attention croissante tant de la part des citoyens, soucieux d'une meilleure préservation des ressources naturelles, que des pouvoirs publics, soucieux de mieux prendre en compte la dimension environnementale dans les mécanismes de politique agricole (**El Bouyahiaoui, 2014**).

L'élevage des petits ruminants, compte parmi les activités stratégiques les plus traditionnelles en Algérie, il joue un rôle relativement important aussi bien dans l'économie agricole nationale que pour les éleveurs offrant ainsi une réserve financière considérable. L'ovin et le caprin sont les

principales espèces constituant cet élevage, essentiellement des populations locales autochtones rustiques, telles Ouled Djellal, Hamra, Rembi, Makatia, Arabia, etc., largement répartis sur l'ensemble du territoire national. C'est un élevage à triple fin : viande, laine et de moindre importance le lait de chèvre, qui représente une part négligeable dans la production nationale de lait (**El Bouyahiaoui, 2014**).

Ce travail a été réalisé dans l'optique de mettre en évidence l'état de santé des chèvres de race locale croisées à partir de l'évaluation de la teneur des éléments en traces métalliques (Cd, Zn, Cu) et quelques paramètres hématologiques.

Ce travail s'articule sur deux grandes parties :

- ✓ Une partie synthèse bibliographique où nous rappelant l'état des connaissances sur le cadmium, le cuivre et le zinc, ainsi que les chèvres en Algérie.
- ✓ Une deuxième partie qui se focalise sur le côté pratique du travail, le choix de site, d'échantillonnage ; la conservation des échantillons et les méthodes d'analyse adoptées, suivit par une interprétation et discussion des résultats obtenues.
- ✓ Enfin, ce travail est parachevé par une conclusion générale.

1^{ère} partie

Synthèse

bibliographique

Chapitre I

Eléments Traces

Métalliques

Chapitre I : Les éléments trace métalliques (ETM)

En sciences de la terre, les ETM sont définis comme les éléments chimiques dont la teneur dans la croûte terrestre est inférieure à 0,1%. En sciences de la vie, leur concentration, par rapport à la matière sèche (MS) de l'organisme, est en dessous de 0,01%. Beaucoup d'ETM (Fe, Mn, Zn, Cu, Cr, Co, Se¹, etc.) ont une fonction essentielle pour la santé de l'homme et de tous les organismes vivants (**Académie des Sciences, 1998**). Et certains n'ont pas de fonction biologique reconnue et sont même des poisons, comme le cadmium, le mercure, le plomb (**Henri et Jacque, 1998**).

Les besoins de ces organismes en oligo-éléments s'inscrivent dans des intervalles compris entre un seuil de carence et un seuil de toxicité (**Anonyme, 2002**).

Les aliments d'origine végétale contribuent à l'imprégnation (diffusion dans un organisme de substances étrangères potentiellement dangereuses) des animaux et de l'homme par ces ET. L'exposition (contact d'un être vivant avec un agent physique ou chimique potentiellement dangereux) excessive à un ET peut conduire à des effets néfastes étudiés par les toxicologues (**Bloch, 1998**).

I.1. Définition des éléments trace métalliques (ETM)

Un métal est un élément chimique issu le plus souvent d'un minerai doté d'un éclat particulier, bon conducteur de chaleur et d'électricité, ayant des caractéristiques de dureté et de malléabilité, se combinant ainsi aisément avec d'autres éléments pour former des alliages utilisés par l'homme depuis l'Antiquité. Les métaux lourds font partie des composants élémentaires de la lithosphère et ils ne peuvent pas être désignés a priori comme des substances polluantes (**Baize, 1997**).

Les ETM sont considérés comme des polluants bio-accumulables d'origine naturelle ou anthropique (**Pierre et al., 1998**) ; l'industrialisation, et l'utilisation aveugle des produits chimiques, les engrais et les agents de contrôle des parasites, sont la source primaire d'une contamination des sols agricoles par les ETM . En plus, ils sont souvent considérés comme toxiques pour l'homme et les animaux à l'image du plomb, du mercure, de l'arsenic et du cadmium. D'autres comme le cuivre, le zinc, le chrome, pourtant nécessaires à l'organisme en petites quantités, peuvent devenir toxiques à doses plus importantes. Il n'existe pas de définition internationalement reconnue, chaque discipline scientifique développant une approche propre (**Boulkrah, 2008**).

I.2. La classification des ETM et de leur toxicité

La classification en métaux lourds, est souvent discutée car certains métaux toxiques ne sont pas particulièrement « lourds » (ex : le zinc), tandis que certains éléments toxiques ne sont pas des métaux mais des métalloïdes (ex : l'arsenic). Pour ces différentes raisons, la plupart des scientifiques préfère à l'appellation métaux lourds, l'appellation «Eléments en traces Métalliques» (ETM) ou par extension « éléments traces » (ET) (Miquel, 2001).

I.2.1. Les éléments traces essentiels

Beaucoup d'éléments traces ont une fonction essentielle pour la santé de l'homme et de tous les organismes vivants (Michel et Baize, 2004). Parmi ces éléments qui sont essentiels (micronutriments), indispensables au déroulement des processus biologiques mais à de très faibles quantités et dont l'absence entrave le fonctionnement ou empêche le développement d'un organisme, on trouve Fe, Mn, Zn et Cu pour les plantes et les animaux. Par ailleurs, Co, Cr et Se sont essentiels seulement pour les animaux, alors que Mo est un micronutriment pour les végétaux. Ces éléments constituent des enzymes et protéines qui sont très importantes dans les processus métaboliques des organismes (Alloway et Ayres, 1997). Toutefois, si ces éléments essentiels se trouvent être en fortes concentrations, ils peuvent devenir toxiques pour les organismes (Underwood et Suttle, 1999).

I.2.2. Les éléments traces toxiques

Ils n'ont pas de rôle biologique connu ; Ces derniers sont nommés toxiques tels que le plomb (Pb), le cadmium (Cd), le mercure (Hg). Ces éléments traces sont des micropolluants de nature à entraîner des nuisances, même quand ils sont rejetés en quantités très faibles. Leurs toxicités se développent par bioaccumulation le long de la chaîne alimentaire. Ces derniers se sont fortement accumulés depuis la période industrielle que ce soit dans les sols, dans la mer voire même chez les êtres vivants. La toxicité des métaux varie aussi selon la dose et la durée d'exposition (Chiffolleau et al., 2001).

Une exposition de courte durée à des concentrations élevées cause des syndromes aigus, alors que l'exposition de longue durée à de faibles concentrations provoque des troubles chroniques. La gastroentérite, la pneumonie et l'insuffisance rénale et hépatique sont les troubles les plus fréquemment observés en cas d'exposition de longue durée à un certain nombre de métaux (cadmium, cuivre, plomb et zinc). Certains éléments peuvent entraîner un effet cancérogène (Chiffolleau et al., 2001).

I.3. Sources de pollution par les ETM

I.3.1. Sources naturelles

Les métaux lourds sont présents dans l'eau, l'air et les sols. Comme tous les minerais, ils sont présents dans les roches. Ces réserves naturelles ne constituent pas en elles-mêmes un danger mais l'exploitation des gisements, l'érosion, les incendies de forêts, les prélèvements d'eau ou les éruptions volcaniques, vont répandre des traces de ces éléments dans l'environnement. Ils peuvent alors devenir toxiques s'ils se retrouvent en quantités suffisantes dans les organismes vivants (Miquel, 2001).

I.3.2. Sources anthropiques

Outres ces phénomènes naturels, l'activité humaine, même si elle ne crée pas de métaux lourds, participe à leur diffusion dans l'environnement :

- Les effluents d'extractions minières.
- Les effluents industriels.
- Les effluents domestiques et ruissellement orageux urbain.
- Lessivage des métaux provenant de décharges d'ordures ménagères et de résidus solides.
- Apports de métaux provenant de zones rurales, par exemple les métaux contenus dans les pesticides.
- Sources atmosphériques, par exemple combustion de carburants fossiles, incinération des déchets et émissions industrielles.
- Fertilisation phosphatée (source principale d'apport de cadmium) (Petit, 2007).

I.4. Transfert des éléments traces métalliques aux animaux

Le transfert éventuel des éléments traces métalliques aux animaux se fera lors de consommation d'eau contaminée, de productions végétales contaminées (fourrage, céréales), ou lors d'ingestion de terre contaminée (lorsque les animaux sont au pâturage) (Figure 1). On estime que la consommation de terre correspond en moyenne à 6 % de la ration des bovins et peut aller jusqu'à 14 % de cette même ration. Dans le cas d'une exposition forte et à court terme des animaux à un ETM, les manifestations d'intoxication finissent par apparaître. Mais dans le cas d'exposition basse et donc d'intoxication chronique, les signes d'intoxication sont variés et peu

spécifiques (effets sur la reproduction ou sur la cancérogenèse) (**Petit, 2007**). Les effets toxiques seront observés au-delà d'une charge corporelle et/ou d'une concentration « critique » dans les organes cibles (**Petit, 2007**).

Chez les animaux, la rémanence varie selon l'élément et l'espèce animale. Pour le plomb et le cadmium, l'accumulation a lieu préférentiellement dans le foie et le rein alors que la concentration dans les muscles est le plus souvent inférieure à 0,1 mg/kg. La contamination des abats dépendant de l'âge. La faible biodisponibilité des métaux après ingestion chez les animaux constitue un facteur de protection pour le consommateur (**Petit, 2007**).

Les intoxications des ruminants ne sont pas très courantes mais il ne faut pas les oublier, surtout en période de sécheresse. En effet, les animaux ont tendance à manger n'importe quoi quand la bonne herbe vient à manquer. Il est alors possible que des bêtes s'intoxiquent en ingérant des plantes ou en ingérant toute autre substance nocive. Les principaux polluants rencontrés dans les intoxications chez les ruminants sont les métaux: plomb, cadmium et cuivre généralement (**Anonyme, 1999**).

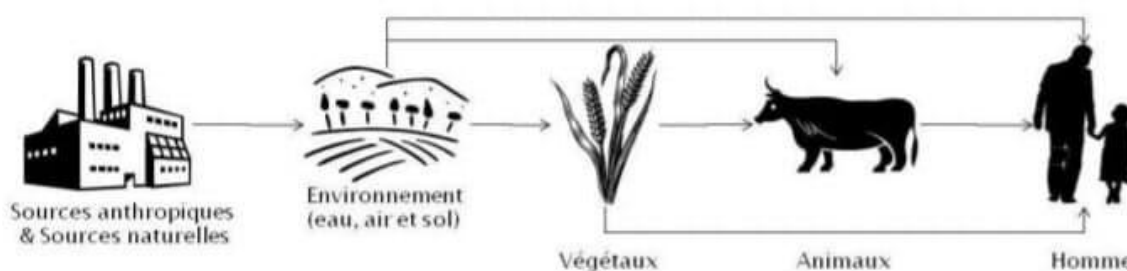


Figure 1 : Cycle simplifié des éléments traces métalliques depuis les émissions jusqu'à exposition humaine (**Aurélien et Géraldine, 2008**).

I.5. Les éléments traces métallique étudiés

I.5.1. Le cadmium (Cd)

Le Cd est un métal blanc argenté, légèrement bleuté, très malléable et ductile (**Figure2**) largement utilisé dans les pays industrialisés, relativement rare (**Behrouze, 1995 ; Martineau, 2008**), appartenant à la famille de métaux de transition. Il se trouve souvent associé dans les roches aux éléments du même groupe, comme le zinc et le mercure. Il n'est pas essentiel au développement des organismes animaux ou végétaux (**Zorrig, 2010**).



Figure2: Aspect du Cadmium (Arris, 2008).

I.5.1.1. Propriétés physico-chimiques

a. Propriétés physiques

Il fond à 320.9°C et bout à 767°C. Lors de l'ébullition du cadmium, il se dégage des vapeurs jaunes toxiques. Sa masse spécifique (densité) est de 8 650 kg/m³. Il est ductile (résistance à l'étirement), malléable (résistance à l'aplatissement) et résiste à la corrosion atmosphérique, ce qui en fait un revêtement de protection pour les métaux ferreux (Andujar et al., 2010).

b. Propriétés chimiques

Les propriétés chimiques du cadmium sont semblables à celles du zinc. L'ion cadmium est déplacé par le zinc métallique en solution. Il s'oxyde très peu à la température ambiante et brûle dans l'air en donnant de l'oxyde anhydre CdO, insoluble dans un excès d'hydroxyde de sodium (Miquel, 2001). À la forte température; il présente des caractéristiques chimiques proches de celles du calcium, en particulier le rayon ionique, facilitant ainsi sa pénétration dans les organismes (Bouchardt, 1985).

Il réagit avec les acides et les bases. Le cadmium est soluble dans l'acide nitrique dilué et dans les acides chlorhydrique et sulfurique concentrés et chauds. La masse molaire atomique du cadmium est de 112.4 g/mol (Miquel, 2001). Il a une bonne conductivité électrique, ses produits dérivés ont une bonne résistance (Bouchardt, 1985).

Sous sa forme métallique (Cd⁰), observable principalement après raffinage, le cadmium est insoluble dans l'eau, comme la plupart des métaux, il possède une faible pression de vapeur et est donc une substance considérée comme pratiquement non volatile (Barbalace, 2012).

c. Propriétés biologiques

Le cadmium ne semble pas biologiquement bénéfique au métabolisme cellulaire (**Chiffolleau et al., 1999**). En revanche, ses propriétés physiques et chimiques, proches de celles du calcium, lui permettent de traverser les barrières biologiques et de s'accumuler dans les tissus. Il remplace parfois le Zn dans des systèmes enzymatiques carencés en Zn (**Lane et Morel, 2000**).

I.5.1.2. Source du cadmium

Le cadmium (stable) est un élément relativement rare présent dans l'écorce terrestre à des concentrations faibles. La source de dispersion naturelle du cadmium dans l'atmosphère est principalement liée à l'activité volcanique. L'enrichissement en cadmium des sols et des systèmes aquatiques résulte de l'altération des matériaux de la croûte terrestre et des retombes atmosphériques (**Garin et Simon, 2004**).

Le cadmium peut être présent dans l'eau naturelle par contact avec des roches et des minéraux dissous. Les activités industrielles telles que le raffinage des métaux non ferreux, la combustion du charbon et des produits pétroliers, les incinérateurs d'ordures ménagères et la métallurgie de l'acier constituent les principales sources de rejet du Cadmium dans l'atmosphère (**Casas, 2005**).

I.5.1.3. Utilisation du cadmium

Le cadmium sert surtout en électroplastie pour la protection d'autres métaux ou alliages contre la corrosion. Il est largement employé dans la fabrication d'alliages à bas point de fusion, de cuivre à faible teneur en cadmium et comme composant des baguettes de soudage ou de brassage (**Matias, 2008**), on utilise aussi le cadmium dans la fabrication des piles (nickel-Cd), dans la préparation par galvanisation de couches protectrices de fer bien malléables. De plus, on utilise les composés de Cd comme pigments de peintures résistants à de hautes températures (**Bliefert et Perraud, 2004**). Parmi les produits nécessitant un apport moindre en cadmium, on cite : les fongicides pour pelouses de golf, les barres de commande et les écrans de protection des réacteurs nucléaires, les luminophores des écrans de télévision, les accumulateurs au nickel-cadmium, les huiles à moteur et les activateurs pour la vulcanisation du caoutchouc. Il est également présent dans les engrais et les boues de stations d'épuration (**Quevauviller, 2006**).

Une analyse signale que l'emploi des produits à base de cadmium a augmenté de 5 à 10 % au cours de ces dernières années, et que le potentiel de croissance est très élevé (**Matias, 2008**).

I.5.1.4. Toxicité du cadmium

L'intoxication au cadmium peut se faire de manière aiguë ou chronique, avec des lésions essentiellement pulmonaires, osseuses et rénales (**Andujar et al., 2010**). Sa toxicité est connue depuis les années 50 ; très toxique sous toutes ses formes (métal, vapeur, sels, composés organiques), le cadmium est l'un des rares éléments n'ayant aucune fonction connue dans le corps humain ou chez l'animal. Il faut éviter son contact avec des aliments. Les effets toxiques du Cd ne sont pas seulement pour l'homme, mais aussi pour les végétaux et les animaux (**Benito et al., 1999**).

Le cadmium est considéré comme le métal le plus apte à s'accumuler dans les chaînes alimentaires (**Milhaud et al., 1998**). Dans le biotope terrestre il existe une corrélation positive entre la teneur du sol en Cd et celle des végétaux, influencée par la nature du sol, son pH, l'espèce végétale ou la partie de la plante considérée (**Burgat Sacaze et al., 1996**). Chez les animaux de rente, la teneur des abats en Cd reflète parfaitement le Cd que l'animal trouve dans son alimentation et son environnement ; ainsi l'influence des amendements par des boues résiduelles est à prendre en compte (**Burgat Sacaze et al., 1996**). Seul le cadmium libre est à l'origine des effets toxiques observés (**Pichard, 2005**).

a. Effets aigus

Les symptômes de toxicité du cadmium à la suite d'une exposition aiguë incluent une gastroentérite avec crampes épigastriques, des vomissements, des diarrhées et des myalgies. L'effet émétique du cadmium est un facteur pouvant expliquer la faible mortalité par cette voie (**Andujar et al., 2010**). La dose orale aiguë estimée de cadmium pour les humains est de l'ordre de 5 à 500 mg/kg de masse corporelle (**USEPA, 1988**). Chez les animaux, l'administration de fortes doses de cadmium (essentiellement par voie parentérale) peut provoquer des effets toxiques au niveau de nombreux organes : les reins, le foie, les testicules, les ovaires, le système nerveux, le pancréas, l'appareil cardio-vasculaire et le placenta. On observe aussi des sarcomes aux points d'injection et des effets tératogènes (**OMS, 1980**).

b. Effets chroniques

Les principaux effets toxiques lors d'une exposition prolongée au cadmium sont une dysfonction rénale et une atteinte pulmonaire. Parmi les autres altérations toxiques signalées, on peut citer des altérations osseuses et une légère anémie. L'administration parentérale de cadmium peut provoquer chez le rat un cancer au point d'injection et l'apparition de tumeurs des cellules interstitielles des testicules (**OMS, 1980**). **Jumarie (2005)**, a mentionné qu'à l'heure

actuelle, on reconnaît que le cadmium ingéré cause des problèmes d'insuffisance rénale et de fragilité osseuse. Le cadmium inhalé est corrèle avec des maladies comme l'emphysème et le cancer du poumon. Effectivement, l'intoxication au cadmium provoque des accumulations de liquide alvéolaire dans les poumons, ce qui diminue l'efficacité des échanges respiratoires.

I.5.1.5. Mécanismes d'action du cadmium

Dans le cas d'une intoxication par le cadmium, certaines réactions enzymatiques sont perturbées par le fait que ce métal peut par sa grande affinité, remplacer le zinc et le cuivre cofacteurs de certaines enzymes. Il interfère notamment avec les complexes protéines-zinc qui contrôlent la transcription de l'ADN, entraînant ainsi la mort cellulaire (**Baptiste, 2007**). Il exerce aussi une action compétitive vis-à-vis du fer et du cuivre comme cofacteur des monoamines oxydases et diminue l'activité de ces systèmes enzymatiques (**Rouabah, 2002**).

I.5.1.6. Toxicocinétique

a. Absorption

La population générale est très majoritairement exposée par voie orale (alimentation) (**Aranguren, 2008**). Lors d'une exposition par inhalation, une fraction du cadmium se dépose le long du tractus respiratoire. 64% du cadmium déposé dans les poumons sont absorbés (**CE, 2007**). Selon sa forme, le Cd peut être inhalé par les poumons, dont la biodisponibilité avoisine les 25%, lui permet de traverser la barrière alvéolo-capillaire et de court-circuiter le système hépatique, provoquant un plus lourd fardeau sanguin que lorsque ingéré par le tractus gastro-intestinal, la biodisponibilité orale étant de 35%. (**Kim et Sharma, 2004**). Les formes solubles de cadmium puissent être absorbées partiellement au niveau de l'arbre bronchique, les alvéoles sont le lieu privilégié de l'absorption du Cd inhalé (**ATSDR, 2008**).

b. Distribution

Le cadmium systémique est largement distribué dans l'organisme, mais avec un tropisme particulier pour le foie et les reins (**ATSDR, 2008**). Le cadmium est transporté dans le sang fixe à l'hémoglobine ou aux métallothioneines, Il est également retrouvé dans les os, le pancréas, la glande thyroïde, les testicules et les glandes salivaires (**Bisson et Houeix, 2014**). Les animaux et l'homme semblent montrer des modes de distribution comparables, indépendants de la voie, mais liés à la durée d'exposition (**ATSDR, 2008**).

c. Elimination

Le cadmium sous forme de cation divalent (Cd^{2+}) présente la propriété de se lier facilement à des groupes anioniques, ainsi qu'aux groupements sulfhydriles des protéines ou d'autres molécules à groupement thiols ou mercaptans, et cette dernière propriété est déterminante dans le métabolisme du cadmium. Ainsi, les complexants privilégiés du cadmium sont les métallothionéines (MT). Le transport du cadmium dans le sang s'effectue sous forme liée à des MT, à l'albumine ou dans les érythrocytes. Dans les reins, la faible dimension du complexe Cd-MT facilite son passage à travers les glomérules vers les tubules rénaux où il pénètre facilement par pinocytose dans les cellules tubulaires où il est dissocié puis réabsorbé par les cellules du tubule proximal jusqu'à une dose critique. En se liant notamment à la mégaline et à la cubiline apicales. Les vacuoles de pinocytose fusionnent avec les lysosomes dont les enzymes dégradent les MT et libèrent ainsi le cadmium. Lorsque la concentration critique est dépassée, des atteintes tubulaires surviennent correspondant à une enzymurie, protéinurie de bas poids moléculaire, une augmentation de l'excrétion urinaire de cadmium sous la forme complexée aux métallothionéines ou libre (EFSA, 2009).

d. Excrétion

Après ingestion de cadmium, une grande partie (90 % ou plus) est retrouvée dans les fèces, eu égard au faible taux d'absorption du cadmium par la voie orale. L'élimination intestinale de cadmium marqué ingéré s'étale sur plusieurs jours, voire plusieurs semaines ou mois indiquant une rétention du Cd dans les cellules de la muqueuse intestinale évacuées graduellement par voie fécale (Oehha, 2006).

I.5.2. Le cuivre

I.5.2.1. Propriétés physico-chimiques du cuivre

C'est un métal de couleur rougeâtre, de symbole Cu et numéro atomique 29 il possède une haute conductivité thermique et électrique. Moyennement abondant dans la croûte terrestre, le cuivre est inégalement réparti à la surface du globe et la plupart des gisements sont situés dans l'hémisphère sud. Le cuivre existe à l'état natif ou combiné à d'autre corps, comme le soufre (OMS, 1998).

I.5.2.2. Propriétés biologique

A très faible dose, Le cuivre est un élément essentiel chez l'homme et l'animal, impliqué dans de nombreuses voies métaboliques, notamment pour la formation d'hémoglobine et la

maturation des polynucléaires neutrophiles. De plus, il est un co-facteur spécifique de nombreuses enzymes et métalloprotéines de structure (OMS, 1998).

Les rôles biologiques du cuivre sont nombreux, incluant des fonctions de transfert d'électrons comme dans le cas du cytochrome C oxydase, le transport de l'oxygène dans celui des hémocyanines ou encore de l'oxydation de substrat. Néanmoins, sa grande réactivité, qui fait du cuivre un partenaire privilégié des réactions enzymatiques, est également un danger majeur pour la cellule. Le cuivre est donc un oligoélément dont la concentration est finement régulée par la cellule (Linder et al., 1998).

I.5.2.3. Sources naturelles et anthropiques

Le cuivre est présent dans l'environnement de manière ubiquiste. Sa concentration dans l'écorce terrestre est estimée à environ 70 mg/kg . Le transport par le vent des poussières de sol, les éruptions volcaniques, les décompositions végétales, les feux de forêts et les aérosols marins constituent les principales sources naturelles d'exposition. Les principales sources anthropiques sont l'industrie du cuivre et des métaux en général, l'industrie du bois, l'incinération des ordures ménagères, la combustion du charbon, d'huile et d'essence et la fabrication de fertilisants (phosphate) ,dans la fabrication de matériels électriques, dans la plomberie, dans les équipements industriels, dans l'automobile en chaudronnerie (Nakib, 2010).

I.5.2.4. Utilisation

Le cuivre est l'un des métaux les plus employés à cause de ses propriétés physiques et de sa conductibilité électrique et thermique. A l'état métal, le cuivre est principalement employé en électricité, en métallurgie pour la composition d'alliage. Sous forme de sels cuivreux ou cuivrique, on l'utilise dans l'industrie, en agriculture ou enfin en pharmaceutique (Cassereau, 2001). Dans le domaine industriel, le cuivre peut servir de catalyseur, comme stabilisant chimique ou en électrolyse, il peut entrer dans la composition de pigments, sert en photographie, enfin, il peut être un agent antirouille ou de préservation du bois En agriculture, le cuivre entre dans la composition de produits tel que les fongicides ou insecticides (Cassereau, 2001).

I.5.2.5. Devenir dans l'organisme

a. Absorption

Le cuivre d'origine alimentaire est absorbé au niveau de l'estomac et l'intestin, la captation du cuivre se fait après sa complexation sur les acides aminés (Cassereau, 2001).

b. Distribution

Le cuivre est stocké principalement dans le foie avec des concentrations allant de 10 à 50 ppm poids sec en générale (exception faite des ruminants et de certains poissons dont les concentrations hépatiques en cuivre varient de 100 à 400 ppm poids sec) (Cassereau, 2001).

c. Excrétion

La principale voie d'élimination du cuivre est la bile, l'élimination urinaire étant faible. Le cuivre complexé est moins toxique que le cuivre à l'état ionique (Cassereau, 2001).

I.5.2.6. La surcharge en cuivre

Chez l'homme, l'empoisonnement par le cuivre est rare et provient surtout de la contamination d'aliments ou de boissons par des ustensiles en cuivre ou par ingestion accidentelle ou voulue de grandes quantités de sels de cuivre. Les premiers signes cliniques sont une salivation importante, des nausées, des vomissements et diarrhées. Ensuite, elle peut être associée à des troubles hormonaux, hépatiques, inflammatoires ou hématologiques (quand la consommation en cuivre est supérieure à 35 mg/j). Les catécholamines, les œstrogènes, les androgènes, les hormones thyroïdiennes sont hypercuprémiantes (Trocello et al., 2010).

I.5.2.7. La carence en cuivre

Les carences sont très rares, mais si elles existent, elles se traduisent par une diminution de la concentration plasmatique en céruloplasmine et donc par une mauvaise utilisation du fer et des enzymes à cuivre. On peut alors noter l'apparition d'anémie résistante au traitement par le fer, d'arthrite, de cancers, de maladies cardio-vasculaires, d'épilepsie, de syndrome métabolique, d'une diminution des fonctions immunes, de maladies inflammatoires, d'ostéoporose.... Une hypocéruloplasminémie est retrouvée lors d'un syndrome néphrotique ou d'une malnutrition extrême. Un apport alimentaire faible, une absence des protéines de transport et de stockage, un traitement corticoïde au long cours (augmentation de l'excrétion en cuivre) sont des facteurs responsables d'une carence en cuivre (Trocello et al., 2010).

I.5.3. Le zinc

Le zinc est l'un des éléments les plus abondants dans la croûte terrestre. Il est présent dans l'air, le sol et l'eau et est présent dans tous les aliments (Beliles, 1994).

I.5.3.1. Propriétés physico-chimiques

Le zinc prend l'aspect d'un métal brillant, de couleur blanc bleuâtre (ATSDR, 1990), de symbole Zn, de numéro atomique 30 il appartient à la famille de métaux de transition (Lenntech, 2007), le zinc est un métal essentiel, cofacteur de nombreuses métallo-enzymes (Favier, 1992). À l'état de poudre, le zinc est un explosif susceptible de prendre feu subitement s'il est stocké à l'humidité (Mahan, 1987).

Le zinc peut se lier avec d'autres éléments, et en particulier au chlore, à l'oxygène et au soufre, pour former des composés de zinc (ATSDR, 1990).

I.5.3.2. Anomalies du métabolisme du zinc

a. La surcharge en zinc

Les cas d'intoxications aiguës ou chroniques sont rares. La limite supérieure de sécurité européenne d'apport en zinc est de 25 mg par jour, voire 30 mg par jour. Un apport de 30 mg par jour sur une longue période n'est pas recommandé car des perturbations du métabolisme du fer, du cuivre, des baisses de cholestérol HDL, et des augmentations des lipoperoxydes avec un effet négatif sur l'immunité apparaissent (Seve, 2002 ; Roussel, 2009).

Le zinc peut devenir très toxique à des doses supérieures à 150 mg/jour. De plus, l'administration de zinc par voie orale même à des doses faibles est souvent responsable d'un goût métallique et amer et de troubles gastriques (nausées et vomissements, dyspepsie, brûlures gastriques et diarrhées). Ces troubles sont plus fréquents quand le zinc est administré sous forme de sels, plutôt que sous forme chélatée (Chappuis, 1991).

b. La carence en zinc

Elle est retrouvée chez environ deux milliards de personnes : notamment, dans les pays du tiers monde où les céréales sont la principale source de nourriture, mais également dans nos sociétés modernes en raison des habitudes alimentaires. De plus, il n'est pas facile de consommer la quantité suffisante de zinc dans notre alimentation : nous n'absorbons que 20 à 40% de zinc dans les aliments (soit 8 à 10 mg par jour) et de nombreuses associations interfèrent au niveau de l'absorption (calcium, phosphore, cuivre et fer) (Seve, 2002).

Un apport insuffisant, un défaut d'absorption (pancréatites, Maladie de Crohn, résections intestinales, alcoolisme), une excrétion accrue de zinc (pathologies post-traumatiques, syndromes infectieux), une cause iatrogène ou des prédispositions génétiques sont les étiologies

les plus fréquentes. Les signes d'une carence sont une hypoguesie (diminution de la sensibilité gustative), une hypoosmie (diminution de l'olfaction) ou des troubles cutanéomuqueux avec retard de cicatrisation. Des troubles endocriniens, un retard de croissance, une anorexie, une baisse de l'immunité peuvent être aussi retrouvés (**Apflebaum, 2009**).

Chapitre II

Les caprins

II.1. Classification des chèvres

Selon **Holmes-pegler (1966)**, **Babo (2000)** et **Fournier (2006)**, la chèvre dont le nom scientifique *Capra* appartient à:

Règne: Animal

Embranchement: Vertébrés

Classe: Mammifères

Sous-classe: Placentaires

Ordre: Artiodactyles

Sous-ordre: Ruminants

Famille: Bovidés

Sous-famille: Caprinées

Genre : *Capra*

Espèce : *capra hircus*

II.2. L'élevage caprin en Algérie

En Algérie, l'élevage caprin compte parmi les activités agricoles les plus traditionnelles, associé toujours à l'élevage ovin, et localisé essentiellement dans les régions d'accès difficile. L'élevage en Algérie se caractérise par des pratiques et des systèmes de production extensifs des cultures fourragères peu développées et l'utilisation d'un matériel biologique local (bovin, caprin, ovin). Le développement de l'élevage s'impose comme une nécessité on égard à une demande de plus accrue de la part d'une population en plein essor démographique et en plus soumise aux transformations, telles que l'industrialisation et l'urbanisation qu'accompagnent des exigences alimentaires (**Feknous , 1991**). La conduite du troupeau est traditionnelle, dans les conditions optimales, la charge pastorale en caprin est généralement de 4 à 5 têtes par ha (**Moustari, 2008**).

L'élevage caprin se concentre essentiellement dans les zones montagneuses, steppiques et subdésertiques où il constitue une activité économique importante. Le cheptel caprin algérien présente une extraordinaire diversité génétique mais n'a fait l'objet, à ce jour, que de peu de description de ses populations (**Moula, 2003**).

II.3. Cheptel caprin en Algérie

II.3.1. Évolution des effectifs caprins en Algérie

Au niveau national, le cheptel caprin a été estimé par la FAO à 5 129 839 têtes en 2014 (**FAO, 2014**). L'évolution du cheptel caprin est représentée dans la figure 01.

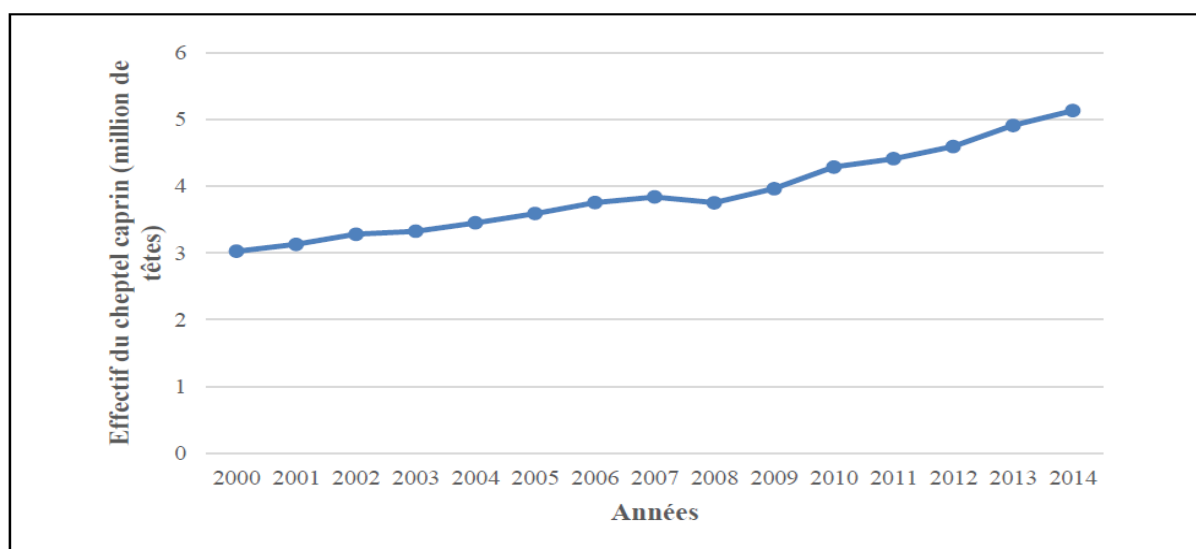


Figure 03: Évolution des effectifs du cheptel caprin en Algérie en Million de têtes (FAO, 2014).

Ce cheptel a marqué une légère évolution dans les dernières années, qui, est liée essentiellement aux essais d'intensification par l'introduction des races améliorées en particulier l'Alpine et la Saanen.

II.3.2. Répartition géographique des caprin

La répartition de ce cheptel caprin à travers le territoire national dépend de la nature de la région, du mode d'élevage, et de l'importance donnée à la chèvre (Hafid, 2006), la plus grande partie de l'effectif caprin est dans les zones steppiques et sahariennes, puis dans les zones montagneuses, par contre l'effectif est faible au niveau du littoral.

Selon Khemici et al., (1993), la population caprine d'Algérie est localisée dans la steppe avec 41,1 %, aux zones montagneuses 28,8 % et au sud 22,5 %.

II.3.3. L'effectif des caprin dans la wilaya de Jijel

L'activité agricole est orientée essentiellement vers la pratique des cultures maraîchères de plein champ et sous serres en zone de plaines et l'arboriculture avec prédominance de l'oléiculture en zone de montagne, soutenu par l'élevage bovins, ovins, caprins et les petits élevages.

L'effectif du cheptel caprin qui est estimé à 62.292 (soit 24 %) est localisé essentiellement dans les communes d'Erraguene, Ghebala et Ouled Rabah (AEW, 2017)(Figure3)

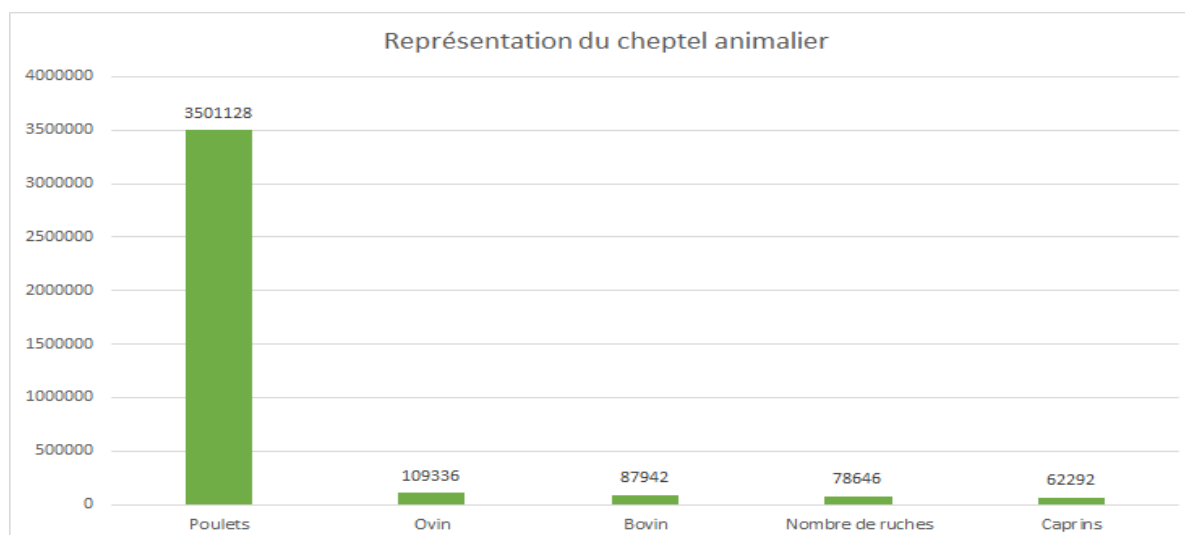


Figure 04 : Cheptel animalier dans la wilaya de Jijel(AEW, 2017).

II.4. Les races caprines en Algérie

Le cheptel caprin Algérien est très hétérogène et composé d'animaux de population locale, et de population croisée. (Bey et Laloui, 2005).

II.4.1. Population locale

Elle représente le rameau Nord Africain. Les animaux se caractérisent par de longs poils, le plus souvent de couleur noire ou gris foncé, et par sa rusticité et son adaptation à la diversité pédoclimatique algérienne. Ce groupe comprend la race Arbia, la race Kabyle, occupant les montagnes de Kabylie; la race Makatia, et enfin la race M'Zabia. L'élevage de ces races adaptées est orienté vers une production mixte (viande et lait) (Moula, 2003).

II.4.1.1. Race arabe (arbia)

C'est le plus dominant des populations caprines en Algérie. Dite aussi Arbiya, elle se localise principalement, d'est en ouest, entre l'Atlas tellien et l'Atlas saharien. Mais il existe aussi un sous type de l'Arabia dans les zones sub-désertiques, notamment sur l'axe Biskra-Laghouat. Dans ces provinces pastorales, elle est surtout élevée pour la viande de chevreaux (J'dey), au vu de la valeur marchande de l'agneau. Sa production laitière, qui est de 1.5 litres/j en moyenne, sert à nourrir plusieurs foyers ruraux. La chèvre Arabia est parfaitement adaptée aux parcours steppiques (Moula, 2003).

Elle se caractérise par une taille basse de 50 -70cm, une tête pourvue de cornes avec des oreilles longues et pendantes, sa robe est multicolore (noire, gris marron) à poils longs de 12 à 15cm (Bey et Laloui, 2005).

II.4.1.2. Race kabyle

Race caprine à part entière, c'est la chèvre autochtone. Elle peuple les massifs montagneux, notamment de la Kabylie, de l'Atlas blidéen et du Dahra. On la retrouve aussi dans les massifs de l'Aurès et les monts des Nememcha. Petite de taille mais plus massive que les autres types, elle est surtout appréciée pour sa viande qui est d'une très bonne qualité, ceci contrairement à sa production laitière qui est médiocre et parfois très faible. Néanmoins, en plus de sa production carnée, son point fort est la longueur de son pelage qui offre un poil pur, généralement de couleur brun à noir. D'ailleurs, la toison de cette chèvre de montagne est un véritable patrimoine, fortifié par l'outré des Aurès (El guerba) qui demeure dans plusieurs contrées le bon moyen pour se rafraîchir. Mais cette chèvre a surtout fait la réputation des femmes kabyles et aurésiennes dans les métiers de l'artisanat, notamment le tissage et la tapisserie (Moula, 2003).

II.4.1.3. Chèvre de M'zab

Dénommée aussi la chèvre rouge des oasis (Bey et Laloui, 2005). Comme son nom l'indique, elle peuple la vallée du M'zab ainsi que la partie septentrionale du Sahara où l'on compte un grand effectif de cette chèvre du côté de Metlili et Touggourt. Pouvant produire jusqu'à 4 litres/j de lait, elle se caractérise par une volumineuse mamelle frôlant parfois le sol lorsqu'elle est gorgée de lait (Moula, 2003) et se caractérise par une taille moyenne de 60 – 65cm. La robe est de poils courts, et de trois couleurs (chamois, noir et blanc). Le chamois est le plus dominant, le noir forme une ligne régulière sur l'échine alors que le ventre est tacheté par le blanc et noir (Bey et Laloui, 2005).

II.4.1.4. Le type Makatia

Dite aussi Beldia, cette chèvre de grand format serait issue de multiples croisements avec d'autres races, notamment les chèvres de race maltaise, d'où ses caractères phénotypiques très hétérogènes, comme sa robe aux poils courts qui varie du gris au beige. Le plus grand nombre de ce type se localise au nord de l'Atlas saharien où l'isohyète est généralement très faible, mais on retrouve aussi de bons effectifs de la Beldia du côté de Tlemcen où elle est très appréciée pour sa viande et surtout pour sa production laitière qui est nettement supérieure à l'Arabia, puisqu'elle peut donner jusqu'à 2.5 litres/j (Moula, 2003).

II.4.2. Population introduite

Plusieurs races performantes ont été introduites en Algérie pour des essais d'adaptation ou pour l'amélioration des populations locales par croisement. De petits contingents de diverses

rares complètent le cheptel caprin national. Il s'agit notamment des races andalouses d'Espagne, de l'Alpine, une race chamoisée du massif alpin franco-suisse et de la «Saanan», une toute blanche dont le berceau est en Suisse. Cette dernière est actuellement la plus recherchée en Algérie par les éleveurs fromagers en raison de sa parfaite adaptation à la fois au mode d'élevage en stabulation et aux différents régimes alimentaires (**Moula, 2003**).

II.5. Importance de l'élevage des caprins dans l'économie Algérienne

L'analyse de la filière au niveau national fait ressortir des atouts mais aussi des contraintes qui entravent son développement dont les plus importants sont: une augmentation croissante des effectifs : de 1999 à 2012, le cheptel ovin et caprin est passé de 21 à 29 millions de têtes, soit un taux de croissance de 38 % durant cette période (**MADR, 2013**).

La productivité laitière des chèvres est toujours faible à cause d'une alimentation basée sur des ressources végétales naturelles spontanées fortement tributaires des aléas climatiques ; les systèmes de production sont généralement fragiles car de plus en plus dépendants des apports exogènes et peu intégrés; les races n'ont fait l'objet à ce jour que de peu de sélection et d'amélioration génétique; la conduite des élevages est généralement extensive; la taille moyenne des élevages est faible (15 brebis/éleveur pour les ovins, et 6 chèvres par éleveur pour les élevages caprins). L'insuffisance des ressources fourragères et alimentaires tant aux plans quantitatifs que qualitatifs ; filière mal structurée avec la multiplication des intervenants entre le producteur et le consommateur ; et enfin, l'instabilité de plusieurs programmes de développement agricole (**Moula, 2003**).

Actuellement, l'élevage caprin est très largement pratiqué au sein de la population rurale algérienne. Bien que le rendement en lait des chèvres soit peu élevé (110 litres par chèvre et par an en moyenne), ce lait assure en partie l'alimentation des petits enfants et fournit du lait cru, du lait caillé et du lait fermenté à toute la famille. De plus, au regard de son coût d'investissement, dix fois moindre que celui d'une vache, ce niveau de production garde un intérêt certain. Cet intérêt est renforcé par les qualités du lait de chèvre, très recherché pour sa valeur nutritionnelle supérieure à celle du lait de vache. De même, son aptitude à la transformation, notamment en fromages de qualité, est très recherchée (**Tennah, 2004**).

2^{ème} Partie

Partie expérimentale

Chapitre I

Matériel et méthodes

Chapitre I: Matériel et méthodes

Ce travail a été mené sur des caprins croisés dans la commune de Kaous, wilaya de Jijel pour évaluer la teneur de quelques éléments traces métalliques (Cd, Cu et Zn) et la concentration de certains paramètres hématologiques et biochimiques. Nous avons choisis au cours de ce travail des chèvres saines se nourrissant des pâturages naturels.

I.1. Présentation de la zone d'étude

La wilaya de Jijel est située au Nord-est du pays, avec une façade maritime de 120 Km. elle est limitée au nord par la mer Méditerranée à l'ouest par la wilaya de Bejaïa, à l'Est par la wilaya de Skikda, au sud-ouest la wilaya de Sétif, au sud par la wilaya de Mila et enfin au sud-est par la wilaya de Constantine (CCII, 2014).

Le territoire de la wilaya dispose d'une diversité d'espaces naturels qui s'individualisent en deux grandes unités morphologiques:

- Les zones montagneuses qui s'étalent sur l'ensemble de la partie sud de la wilaya, couvrent les 4/5 de son territoire.
- Les zones de plaines et vallées occupent la frange littorale (denv.jijel, 2015).

I.2. Les caractères climatiques de la wilaya de Jijel

Comme toutes les régions du littoral algérien, la Wilaya de Jijel bénéficie d'un climat tempéré avec un hiver doux caractéristique des zones méditerranéennes et d'une pluviométrie de l'ordre de 1200 mm/an. Elle est classée parmi les régions les plus arrosées d'Algérie. Les vents dominants soufflent généralement de la mer vers le continent (NNW - SSE) (DSA, 2017).

I.3. Situation géographique de site d'étude

Notre étude a été menée dans la commune de Kaous situé à environ 8 km au sud-est de la ville de Jijel (Figure 5).

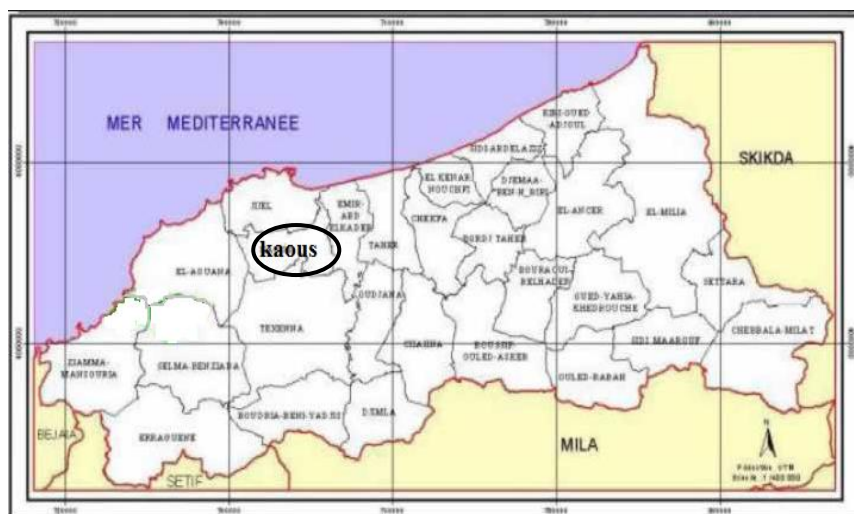


Figure 5 : Situation géographique de la zone d'étude (www.google.dz/search carte de situation de la wilaya de jijel).

I.4. Collecte des échantillons

I.4.1. Choix des classes d'âge

Tous les animaux de notre étude proviennent de la population caprine locale et introduite de Jijel, sous un mode d'élevage extensive.

Notre étude a portée sur un effectif total de 21 chèvres divisées en 3 classes d'âge:

-1 ère classe: de 6 à 12 mois.

-2ème classe: de 20 à 30 mois.

-3ème classe: au delà de 30 mois.

I.4.2. Description de la race étudiée

Race hybride croisée entre des mâles de race **Saanen** et des femelles de race **kabyle** et **Chami** (arbia), caractérisé par des poils denses et soyeux et différentes couleurs (blanche, noir, et marron), avec des oreilles longues et pendantes, et des tailles moyennes (**photos 1**).



Photo 1 : Photo des caprins de la race étudiée.

I.4.3. Prélèvement sanguin

Les prélèvements ont été effectués au printemps le mois d'avril le matin avant le pâturage au niveau d'une ferme a **Kaous**, en présence d'un vétérinaire, il a été effectué au niveau de la veine jugulaire à l'aide d'une seringue jetable.

De chaque chèvre on a prélevé 5ml de sang.

La technique de ponction est simple. Au niveau de la veine jugulaire, on exercera d'abord une compression avec une main proximale au site de ponction, puis l'aiguille est insérée

d'abord perpendiculairement à l'animal afin de percer la peau, puis inclinée selon un angle d'environ 30 degrés lors de la pénétration dans la veine. Si une seringue est utilisée, le piston est alors tiré afin de créer une dépression et le sang recueilli jusqu'au volume souhaité (**Photos 2**).



Photo 2: Le prélèvement sanguin au niveau de la veine jugulaire.

Le sang prélevé a été divisé dans 2 tubes. Préalablement étiqueté la classe d'âge, le sexe et le numéro de chaque animal, le premier tube avec EDTA et le deuxième tube avec héparine.

Les échantillons du sang ont été transportés au laboratoire pour réaliser les analyses hématologiques et biochimiques. Le sang prélevé sur EDTA est réservé pour la réalisation de l'FNS et le dosage des ETM, les tubes avec héparine ont été centrifugés au frais à 4000 tours/min pendant 10 min. Le plasma a été récolté, dans des tubes Eppendorf jusqu'à la réalisation des dosages.

I.4.4. Dosages

Les analyses des paramètres hématologiques ont été réalisées au niveau de laboratoire de l'hôpital Medjdoub Said à Taher. Les dosages biochimiques ont été réalisés dans le laboratoire d'analyse médicales à Jijel.

I.5. Analyses effectuées

I.5.1. Paramètres hématologique (FNS)

La numérotation sanguine a été réalisée par un appareil spécial (**SWELAB Alfa standard**) (**Photo 3**) pour estimer les éléments figurés du sang (globule rouge, globules blancs,

hémoglobine, hématocrite, lymphocyte et VGM). Cette analyse est effectuée sur le sang conservé dans les tubes avec (EDTA).



Photo 3 : Analyseur d'hématologie automatique standard Swelab Alfa.

1.5.1.1. Principe de l'automate

Dans une FNS il existe des paramètres dites mesurés : l'automate du laboratoire va mesurer la quantité en masse par dosage spectrométrique pour l'hémoglobine, il va également compter le nombre de globules blancs, de globules rouges et des plaquettes, VGM, CCMH, TCMH.

Les principes de mesure de l'Alfa de Swelab sont basés sur des principes d'impédance et de spectrophotométrie.

Ces appareils utilisent des mesures de conductivité ou de résistance pour compter et mesurer les cellules. En effet, les cellules sont de faibles conducteurs électriques et c'est cette propriété qui est utilisés.

Le sang est dilué avec un tampon conducteur électrique, puis passe dans une petite ouverture entre deux électrodes. Lors de ce passage, chaque cellule va entraîner un changement dans l'impédance l'électrique ainsi qu'un pic de voltage mesurables. La taille de la cellule est proportionnelle à l'importance du changement de la résistance et à la taille du pic de voltage.

Ensuite le comptage des différents types de cellules a lieu par étapes successives. Les plaquettes sont d'abord séparées des érythrocytes par la taille. Puis la numération érythrocytaire est effectuée. Ensuite les érythrocytes sont lysés par de la saponine et la numération leucocytaire est effectuée.

La quantité de solution passant à chaque instant dans l'ouverture est connue, et quelques centaines de cellules sont comptées et mesurées à chaque seconde, ce qui permet des résultats plus précis que par une méthode manuelle (Smith, 2008).

1.5.1.2. Mode opératoire

Manipulation des échantillons de sang veineux

- Laissez le sang s'adapter à l'EDTA pendant 10 à 15 minutes après l'échantillonnage.
- L'échantillon doit être mélangé correctement et doucement pendant 10 à 15 min avant l'analyse, Il est recommandé d'utiliser un mélangeur. Il doit être maintenu à température ambiante. Puis on suit la procédure suivante :

Etape 1: Sélectionnez Liste, Echantillon ou Menu principal pour commencer l'analyse d'échantillon. L'analyseur doit être dans l'un de ces modes de fonctionnement pour aspirer.

Etape 2: Aspirez l'échantillon en insérant doucement l'aiguille d'aspiration dans le tube échantillon, puis appuyez sur le bouton de démarrage pour le sang total, situé derrière l'aiguille d'aspiration gauche.

Etape 3: Suivez les instructions du menu au moment de retirer le tube d'échantillon. Un bip retentit pour indiquer le retrait de l'échantillon.

Les résultats s'affichent après 45 secondes dans le menu Liste ou Echantillon.

Après l'analyse d'un échantillon, les informations de résultats peuvent être consultées dans l'écran.

1.5.1.3. Calcule

Les paramètres de l'appareil sont mesurés de trois manières différentes

- Directement, comme pour les GB, GR et VGM.
- Par histogramme comme pour les LY(%), Mon(%), Gran (%) et HTC (%).
- Par dérivation à partir de certaines formules comme pour les LY, Mon, Gran, CCMH

Exemple

- Teneur corpusculaire moyenne en concentration corpusculaire moyenne en HB (TCMH): Hb/GB.
- Concentration corpusculaire moyenne en HB(CCMH): Hb /Ht.

I.5.2. Paramètres biochimiques

I.5.2.1. Protéine totale

a. Principe de la méthode

La protéine présente dans l'échantillon réagit avec les ions cuivre au niveau alcalin pour donner un complexe coloré quantifiable par spectrophotométrie (**Gornall et al., 1949**).

b. Réactifs

Réactif A: acétate de cuivre 6mmol/L, iodure de potassium 12mmol/L, hydroxyde de sodium 1.15mol/l, détergent.

Etalon S: étalon de protéine, albumine bovine.

c. Mode opératoire

✓ Pipeter dans des tubes a essais :

	blanc	Etalon	échantillon
Eau distillée	20µl	—	—
Etalon de protéine(S)	—	20µl	—
Echantillon	—	—	20µl
Réactif (A)	1.0 ml	1.0ml	1.0ml

✓ Bien agiter et incuber pendant 10 min a température ambiante.

✓ lire l'absorbance (A) de l'étalon de l'échantillon face au blanc a 545nm. La couleur est stable au moins 2 h.

d. Calcule

$$A \text{ échantillon} / A \text{ étalon} \times C \text{ étalon} = C \text{ échantillon unité}$$

I.5.2.2. La bilirubine T

a. Principe de la méthode

La bilirubine est transformée en azobilirubine colorée par l'acide sulfanilique diazoté et mesurée par voie photométrique à partir des deux fractions présentes dans le sérum.

La bilirubine glucuromide et la bilirubine libre sont faiblement liée à l'albumine, seule la première réagit directement en solution aqueuse (bilirubine directe). Tandis que la bilirubine libre nécessite une solubilisation avec du diméthylsulfure (DMSO) pour réagir (bilirubine

indirecte). Dans la détermination de la bilirubine indirecte, la bilirubine directe est également déterminée, les résultats correspondent à la bilirubine totale.

L'intensité de la couleur formée est proportionnelle à la concentration de bilirubine dans l'échantillon (Kaplan et al., 1984 ; Malloy et al., 1937).

b. Réactifs

R1(D): acide sulfanque 30mmol/L, acide hydrochlorique (HCL) 150mmol/L.

R2(T): acide sulfanque 30mmol/L, acide hydrochlorique (HCL) 50mmol/L, dimethylsulfoxyde (DMSO) 7mol/L.

R3: nitrite de sodium 29mmol/L.

c. Mode opératoire

✓ Condition d'essai :

Longueur d'onde...555nm (530-580).

Cuvette.....chemin de la lumière (1cm).

Température.....15-25°C.

✓ Ajuster l'instrument à zéro avec de l'eau distillée.

	blanc		B total		blanc		B direct
R1 (D) (ml)	—		—		1.5		1.5
R2(T) (ml)	1.5		1.5		—		—
R3 (µl)	—		50		—		50
Echantillon/calibreur(µl)	100		100		100		100

✓ Bien agiter et incuber exactement 5 min a une température entre 15-25°C.

I.5.3. L`analyse des métaux

I.5.3.1. Préparation des échantillons (minéralisation)

Cette méthode consiste à minéraliser l'échantillon par voie humide a l'aide d'acide nitrique concentré.

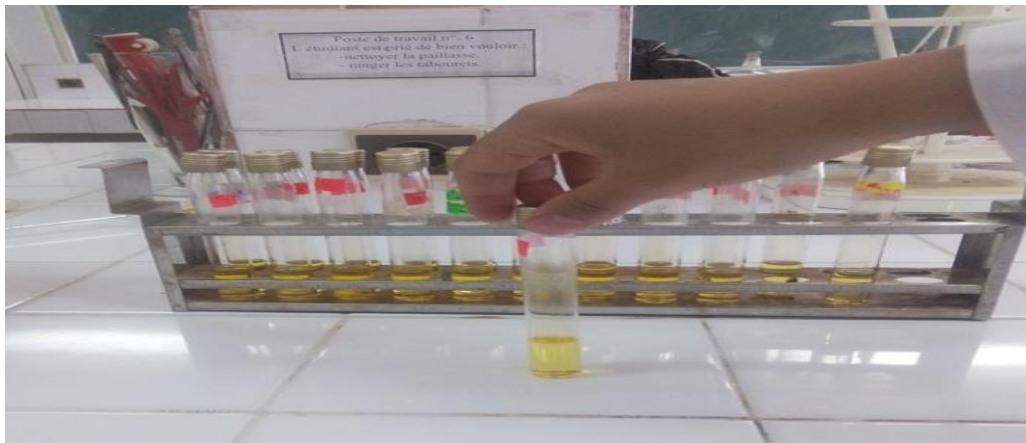
La minéralisation est une étape importante pour la détermination des éléments traces métalliques elle permet de détruire la matière organique et d'obtenir des solutions contenant la teneur totale des éléments présents dans la piste d'essai.

Dans un tube de polypropylène de 50 ml, 1.5 ml de sang total et ajoutez avec 5 ml d'acide nitrique à 65 % puis les tubes sont fermés avec le bouchon à vis.

Après 12h à température ambiante les bouchons des tubes ont été dévissés puis placés dans un bain de sable à 90°C pendant 3h, sous une hotte aspirante jusqu'à ce que le liquide reste jaune clair et que l'atmosphère du tube se remplisse de fumées blanche.

Enfin le volume doit être ajusté avec 20 ml d'eau bi distillée (**Photos 4**).

Tous les échantillons ont été filtrés avec du papier filtre (**OIV, 2003**).



Photos 4 : Les échantillons du sang après minéralisation.

I.5.3.2. Dosage des éléments métalliques

Après la minéralisation, le dosage des éléments traces métalliques dans les spécimens a été effectué à l'aide de spectrophotométrie d'absorption atomique (SAA) qui détermine la concentration des différents métaux étudiés Cd, Zn et Cu.

Les résultats affichés par la SAA sont mesurés par l'unité ($\mu\text{g/ml}$ ou ppm).

I.5.3.3. Principe de la spectrophotométrie d'absorption atomique SAA

La spectrométrie d'absorption atomique permet de quantifier les éléments métalliques en solutions. Chaque élément a un nombre spécifique d'électrons associés à son noyau. La configuration orbitale normale et la plus stable des électrons est appelée état de base. Lorsque qu'une énergie est fournie à un atome, ce dernier l'absorbe et adopte une configuration électronique appelée état d'excitation. Cet état est instable et l'atome retourne immédiatement à son état de base libérant ainsi une énergie lumineuse.

Lors du procédé d'absorption atomique l'énergie fournie à l'atome provient d'une source lumineuse appelée lampe à cathode creuse. L'atome dans son état de base absorbe l'énergie

lumineuse à une longueur d'onde spécifique et passe à un état d'excitation. Un détecteur mesure la quantité de lumière absorbée et un signal électronique est produit en fonction de l'intensité lumineuse. Ce signal est traité et la quantité d'analyte dans l'échantillon est déterminée en fonction de l'absorbance mesurée.

Le contact entre les atomes et la source lumineuse est assuré par la cellule d'absorption. La cellule d'absorption est en fait une flamme générée par la combustion d'acétylène en présence d'oxygène. L'échantillon à analyser est aspiré par l'appareil et transformé en aérosol. La flamme atomise ensuite les éléments contenus dans l'aérosol et les place en travers du faisceau de la lampe à cathode creuse.

La lampe à cathode creuse émet le spectre lumineux spécifique à l'élément analysé. La cathode et l'anode de la lampe sont composées uniquement de l'élément dont le spectre lumineux doit être produit. Un potentiel électrique est appliqué entre l'anode et la cathode, ce qui a pour effet d'ioniser le gaz contenu dans la lampe. Les ions de gaz vont ensuite entrer en collision avec la cathode, ce qui déloge des atomes métallique. Ces atomes vont aussi entrer en collision avec les ions de gaz ce qui les fait passer à un état d'excitation. Ils retournent aussitôt à leur état de base ce qui produit l'énergie lumineuse désirée (OIML, 1991) (Figure 6).

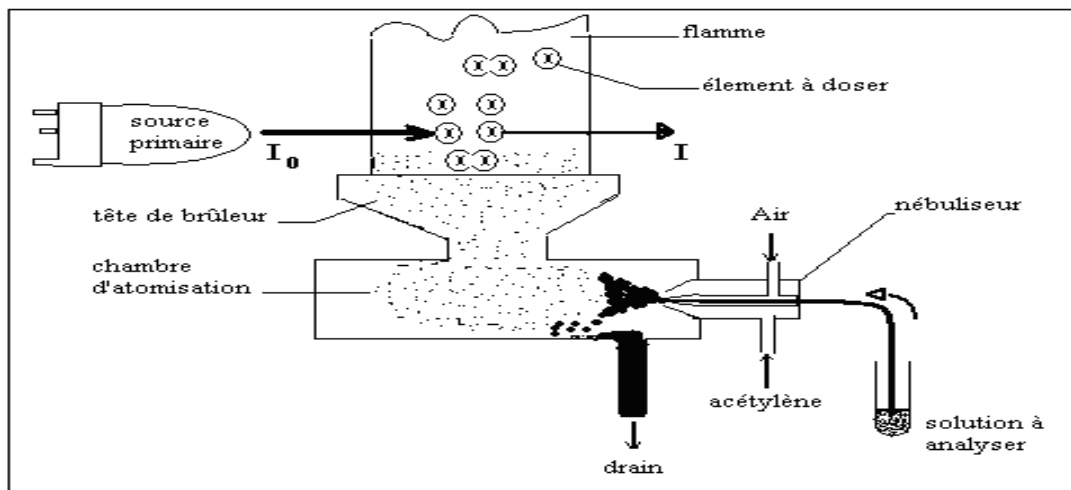


Figure 6: Chemin suivi par la solution à analyser (OIML, 1991).

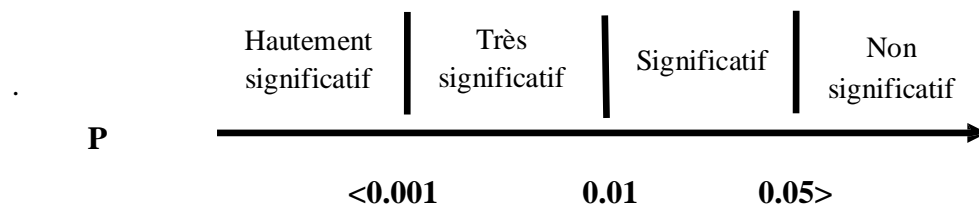
L'appareil utilisé est du modèle AA-6200 (SHIMADZU CORPORATION) caractérisé par une limite de détection (Concentration d'un élément qui donne un signal égal à trois fois l'écart type du bruit de fond) varie de 0,001 à 0,02 ppm avec une exactitude de 1 à 2 % d'erreur relative.

I.6. Analyse statistique des données

La comparaison des valeurs enregistrées entre les trois classes pour étudiée l'effet de l'âge à été réalisé par ANOVA à un facteur.(Excel)

I.6.1. Le seuil de signification

Le seuil de signification est représenté comme suit :



* : Significatif

** : Très significatif

*** : Hautement significatif

Chapitre II

Résultats

II. Résultats

II.1. Paramètres hématologiques

L'effet de l'âge sur les paramètres hématologiques chez les chèvres révèle les résultats suivants (**tableau1**) et représentés graphiquement dans **les figures (7 a 12)**.

Tableau 01 : valeurs moyennes ($X \pm SD$) des paramètres hématologiques (GR, GB, HGB) des trois classes d'âge de chèvres, (p : seuil signification).

Paramètres	Classe 1 (n=7)	Classe 2 (n=7)	Classe 3 (n=7)	P(ANOVA)
GR ($10^{12}/l$)	2.75 \pm 1.23	3.72 \pm 0.82	5.24 \pm 0.97	0.039*
GB ($10^9/l$)	18.48 \pm 5.68	16.42 \pm 5.64	14.74 \pm 4.62	0.439 NS
HGB (g/dl)	8.5 \pm 0.38	8.25 \pm 0.58	7.9 \pm 0.65	0.152 NS

* : $P \leq 0.05$ NS : Non significative.

II.1.1. Globules rouges (GR)

Les résultats obtenus montrent une diminution dans le nombre de globules rouges chez la classe 1 suivit par la classe 2 par rapport a la classe 3, cependant l'analyse de la variance révèle qu'il existe une différence significative ($p \leq 0.05$) entre les trois classe de chèvres.

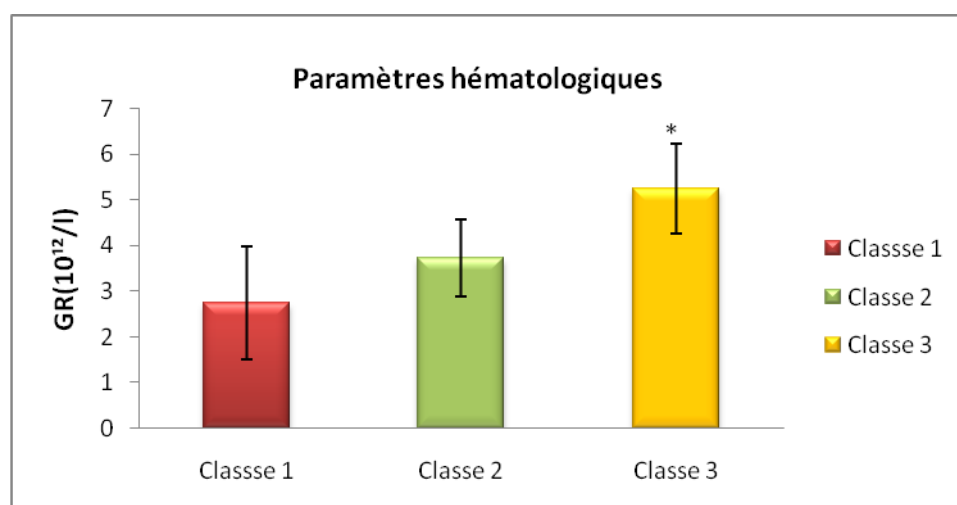


Figure 7 : variations des globules rouges ($10^{12}/l$) chez les trois classes de chèvres

II.1.2. Globules blancs (GB)

Les résultats indiquent qu'il y a une augmentation dans le nombre des globules blancs chez les chèvres de la classe 1 et la classe 2 par rapport à la classe 3. L'ANOVA à un facteur ne signale aucune différence significative entre les trois classes de chèvres.

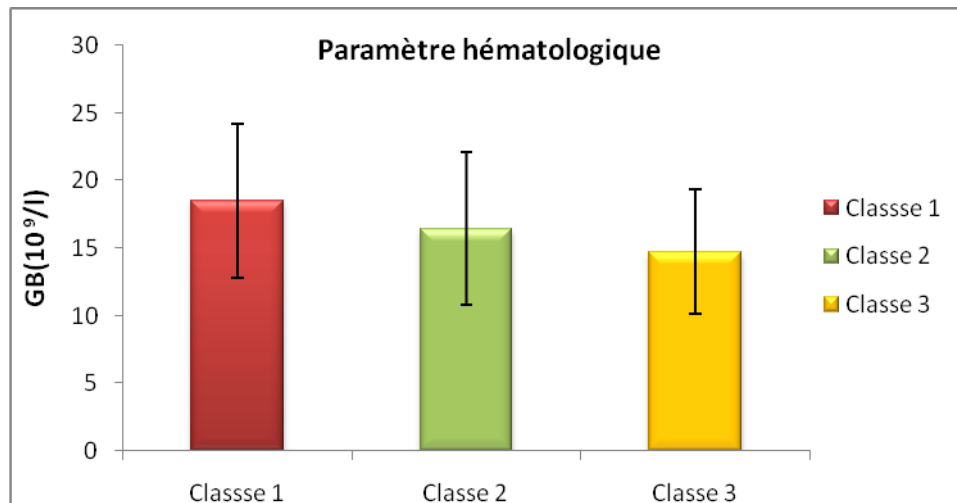


Figure 8 : variations des globules blancs ($10^9/l$) chez les trois classes de chèvres.

II.1.3. Hémoglobine (HGB)

On remarque que la concentration d'hémoglobine est décroissante en fonction de l'âge. Cependant il n'existe aucune différence significative en comparant les trois classes d'âge.

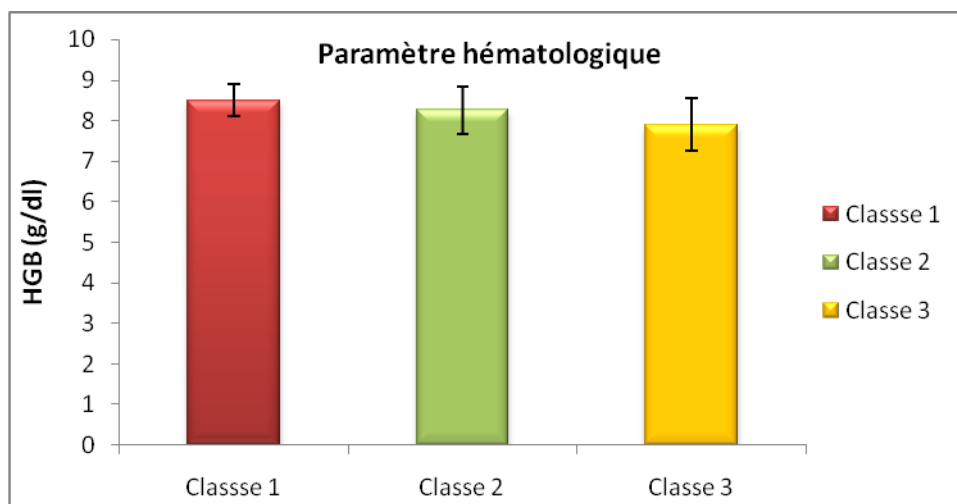


Figure 9 : concentration d'hémoglobine (g/dl) chez les trois classes de chèvres.

Tableau 02 : valeurs moyennes ($X \pm SD$) des paramètres hématologiques (VGM, HCT) des trois classes d'âge de chèvres, (p : seuil signification).

Paramètres	Classe 1 (n=6)	Classe 2 (n=6)	Classe 3 (n=6)	P(ANOVA)
VGM (fl)	40.04±5.71	41.48±4.88	39.2±3.44	0.709 NS
HCT (%)	15±5.32	15.33±2.65	20.5±3.27	0.049*

* : $P \leq 0.05$ NS : Non significative

II.1.4. Volume globulaire moyen (VGM)

Le Volume globulaire moyen est plus élevé chez la classe 2 (41.48 fl), suivi par la classe 1 par un volume de 40.04 fl. Et finalement la classe 3 avec un volume de 39.2 fl. L'ANOVA à un facteur ne signale aucune différence entre les trois classes de chèvres.

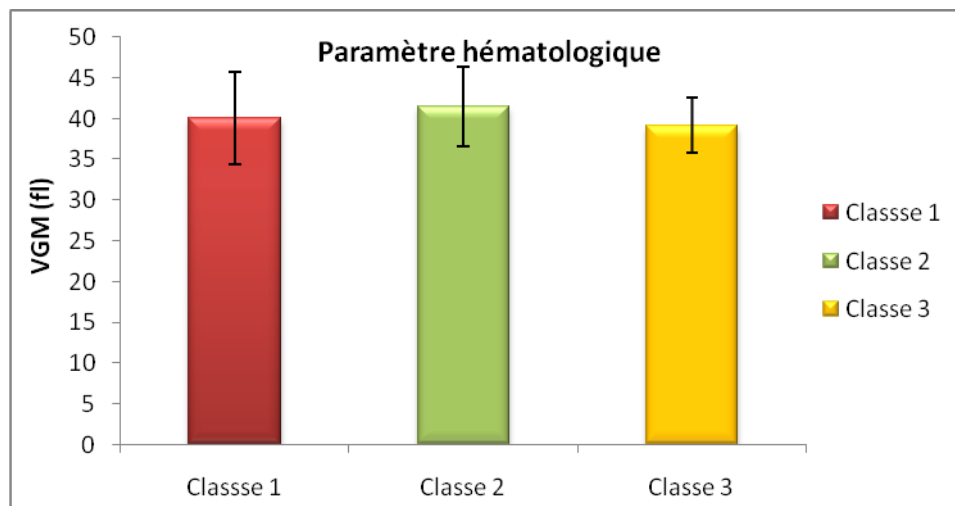


Figure 10 : volume globulaire moyen (fl) chez les trois classes de chèvres.

II.1.5. Hématocrite (HCT)

Les résultats obtenus montrent que le taux d'hématocrite est élevé chez la 3^{ème} classe suivit par la 2^{ème} classe puis la 1^{ère} classe. L'analyse statistique révèle qu'il existe une différence significative ($P \leq 0.05$) en comparant les trois classes d'âge.

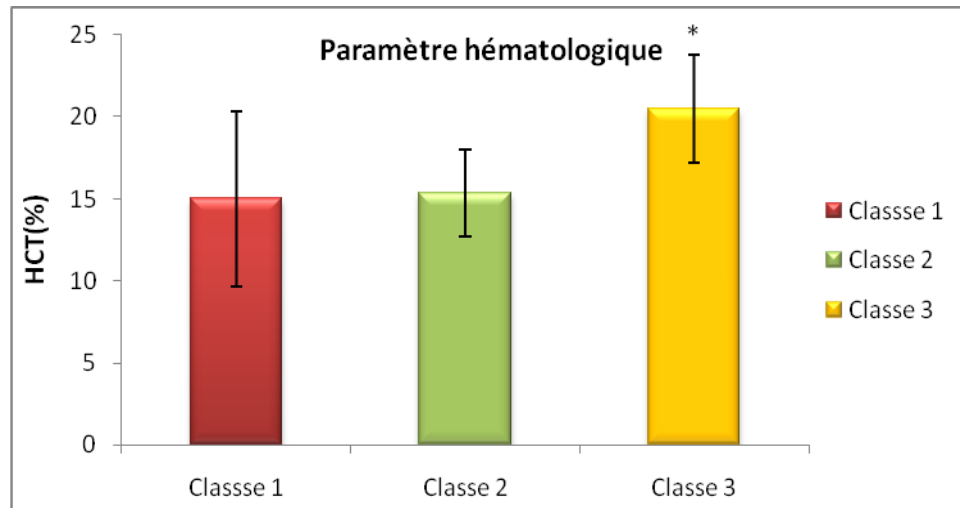


Figure 11 : taux d'hématocrite (%) chez les trois classes de chèvres.

Tableau 03 : valeurs moyennes ($X \pm SD$) de paramètres hématologique (Lym) des trois classes d'âge de chèvres, (p : seuil signification).

Paramètres	Classe 1 (n=5)	Classe 2 (n=5)	Classe 3 (n=5)	P(Anova)
Lym ($10^9/l$)	11.4±4.34	7.92±2.54	5.92±1.31	0.56 *

* $p \leq 0.05$: significative

II.1.6. Lymphocytes :

Les résultats obtenus montrent une augmentation dans la concentration des lymphocytes chez la classe 1 suivie par la classe 2 par rapport à la classe 3, cependant l'ANOVA à un facteur signale une différence significative ($p \leq 0.05$).

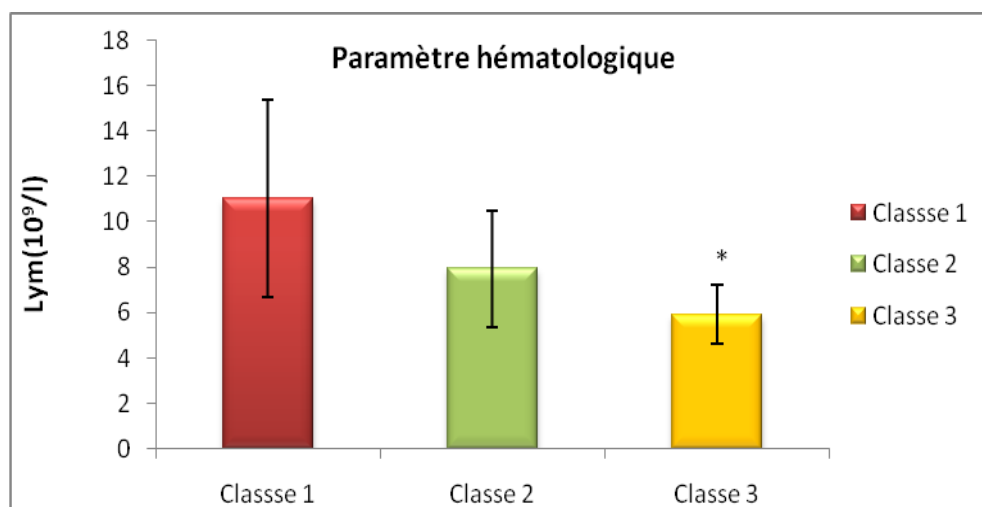


Figure 12 : concentration des lymphocytes ($10^9/l$) chez les trois classes de chèvres.

II.2. Paramètres biochimiques

L'effet de l'âge sur les paramètres biochimiques chez les chèvres révèle les résultats suivants (tableau 4) et représentés graphiquement dans les figures (13 et 14) :

Tableau 04 : valeurs moyennes ($X \pm SD$) des paramètres biochimiques (Bilirubine et Protéine totale) des trois classes d'âge de chèvres, (p : seuil signification).

Paramètres	Classe 1 (n=3)	Classe 2 (n=3)	Classe 3 (n=3)	P(ANOVA)
Bilirubine (mg/dl)	2.61±0.37	1.33±0.25	1.1±0.26	0.011**
Protéine totale (g/dl)	91.66±6.35	85.33±2.88	86±4.58	0.283 NS

** $p \leq 0.01$: hautement significative NS: Non significative

II.2.1. Bilirubine totale

Le résultat enregistré montre que la concentration de bilirubine révèle une diminution avec l'âge. Cependant l'analyse statistique montre qu'il y'a une différence hautement significative ($p \leq 0.01$).

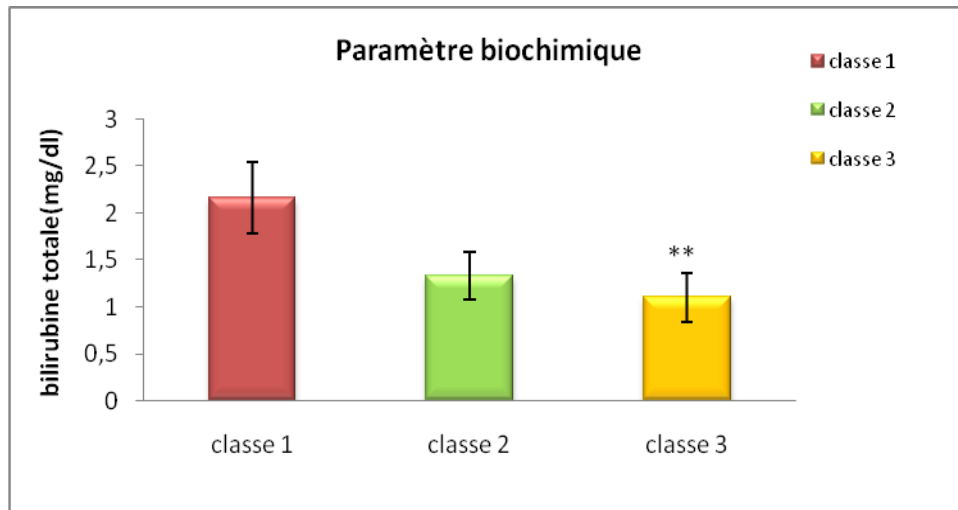


Figure 13 : concentration de bilirubine totale (mg/dl) chez les trois classes de chèvres.

II.2.2. Protéine totale

Les résultats obtenus montrent que la concentration des protéines total révèle des moyennes rapprochés chez la classe 2 et 3. Cependant il est a noté qu'il n'existe pas de différence significative entre les trois classe d'âge.

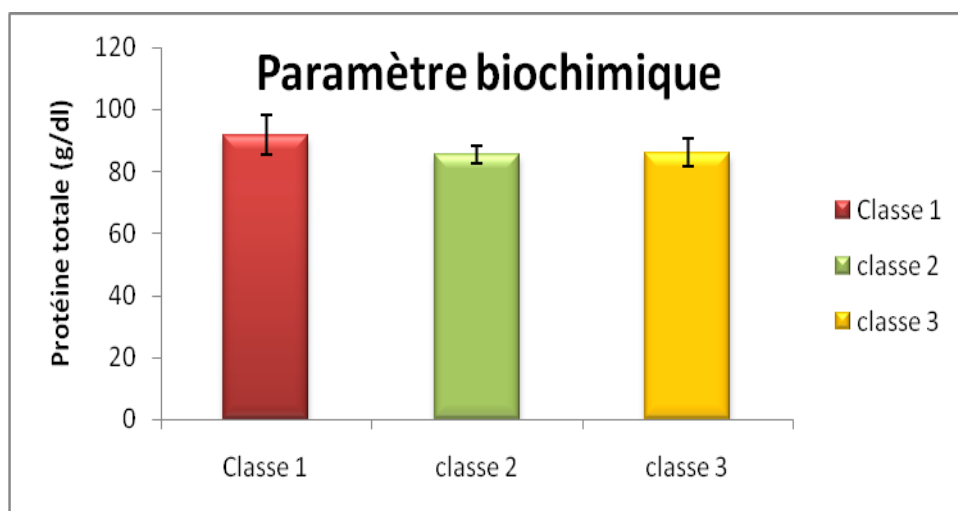


Figure 14 : Concentration de protéine totale (g/dl) chez les trois classes de chèvres.

II.3. Eléments traces métallique (ETM)

L'effet de l'âge sur les éléments traces métallique chez les chèvres révèle les résultats suivants (**tableau5**) et représentés graphiquement dans **les figures (15 et 17)** :

Tableau 05 : valeurs moyennes ($X \pm SD$) des éléments traces métallique (Cd, Zn, Cu) des trois classes d'âge de chèvres, (p : seuil signification).

Paramètres	Classe 1 (n=5)	Classe 2 (n=5)	Classe 3 (n=5)	P(ANOVA)
Cd (ppm)	0.054±0.018	0.047±0.010	0.070±0.012	0.017**
Zn (ppm)	0.244±0.090	0.285±0.194	0.067±0.036	0.039*
Cu (ppm)	0.199±0.017	0.238±0.049	0.222±0.013	0.193 NS

** : $P \leq 0.01$ hautement significative

NS : Non significative.

II.3.1. Cadmium (Cd)

Les résultats obtenus montrent que les concentrations élevées sont enregistrées chez la classe 3 suivie par la classe 1 et enfin la classe 2. L'ANOVA à un facteur montre qu'il y a une différence hautement significative entre les trois classes de chèvres.

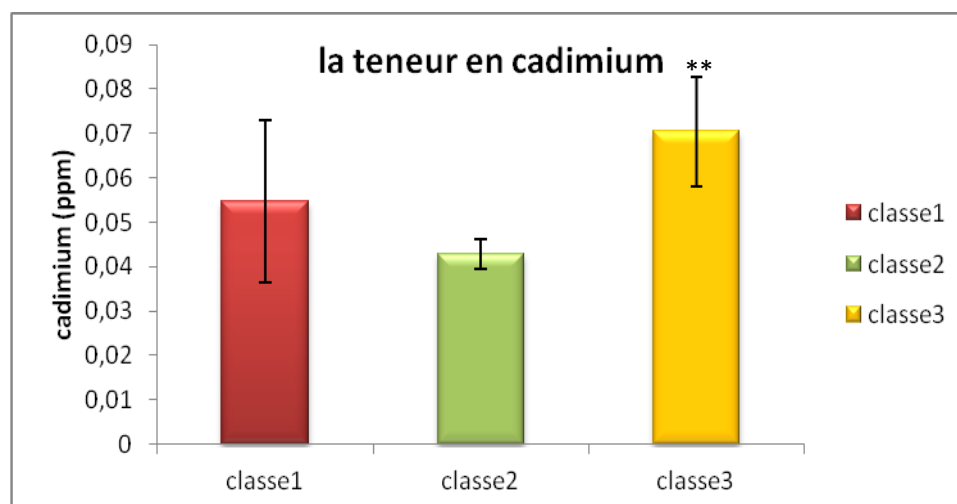


Figure 15 : concentration de Cadmium (ppm) chez les trois classes de chèvres

II.3.2. Zinc (Zn)

Les résultats obtenus de la concentration de zinc montrent une diminution dans la 3^{ème} classe d'âge. Cependant l'analyse de la variance révèle qu'il existe une différence significative ($p \leq 0.05$) entre les trois classes de chèvres.

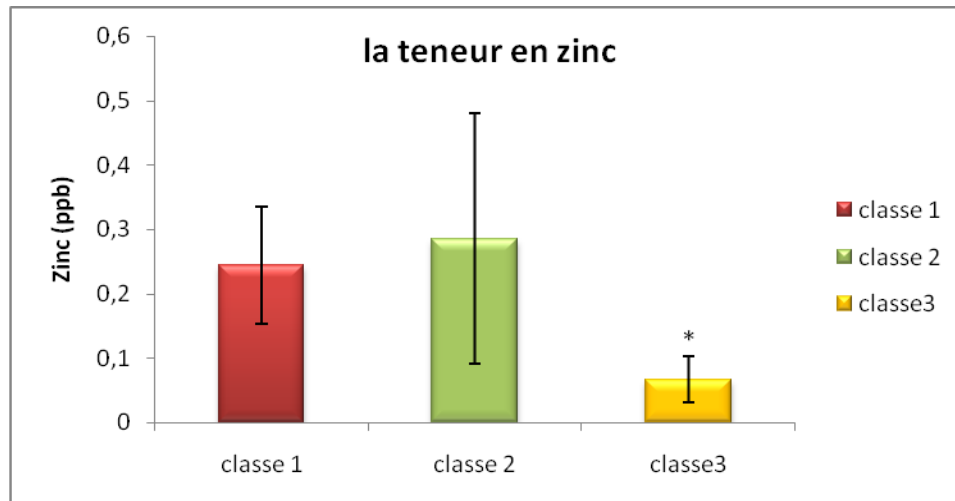


Figure 16 : concentration de zinc (ppm) chez les trois classes de chèvres.

II.3.3. Cuivre (Cu)

On remarque que la concentration de cuivre la plus élevée est marquée chez la 2^{ème} classe d'âge suivit par la classe 3 puis la classe 1. L'analyse statistique ne signale aucune différence significative en comparant les trois classes d'âge.

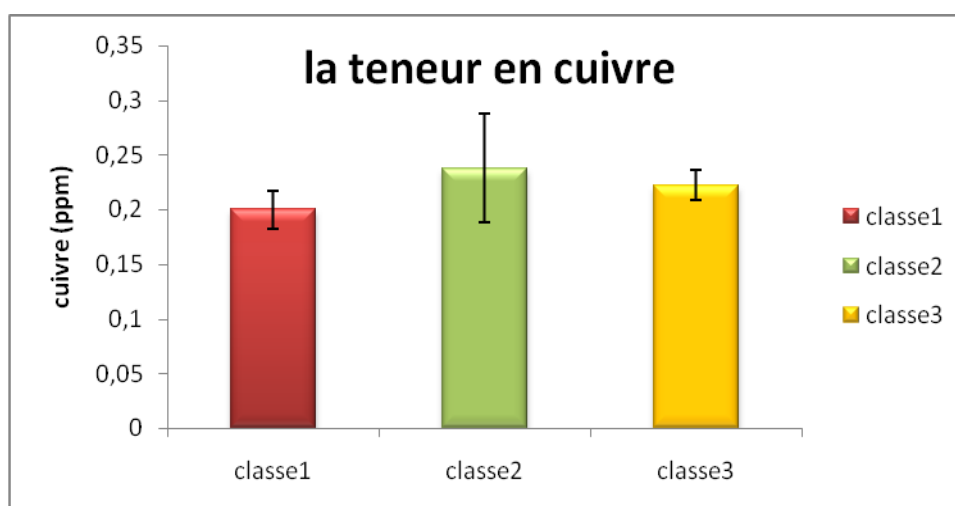


Figure 17 : concentration de cuivre (ppm) chez les trois classes de chèvres

Chapitre III

Discussion

III.1. Paramètres hématologiques

L'appréciation hématologique chez les animaux est d'un intérêt capital pour définir le diagnostic de nombreuses maladies. L'altération des paramètres hématologique (les globules blancs et les globules rouges) est un indicateur d'exposition précoce aux toxiques (**Diaby, 2015**).

La toxicité hématologique n'apparaît que pour des expositions très élevées. L'intoxication par le plomb et le cadmium entraîne des perturbations hématologiques. Les ruminants bio-accumulateurs de ces éléments toxiques sont souvent utilisés comme espèces sentinelles de la contamination métallique (**Boufedda, 2015**).

Nos résultats révèlent une diminution significative des valeurs de globules rouges chez les trois classe de chèvres et surtout dans la 1^{ère} classe ($2.75 \times 10^{12} /l$) par rapport a la norme ($6.88 \times 10^{12}/l$) proposé par (**Ndoutamia et Ganda, 2005**), cette diminution est considérée comme une anémie rapportée par l'existence du cadmium dans le sang des animaux et ces effets sur le système hématologique. Elle pourrait donc s'expliquer par une augmentation de la destruction des globules rouges et en même temps une diminution de leurs synthèse.

En effet, les métaux, en s'accumulant dans la rate, le foie et les reins, inhibent l'activité erythropoïétique en endommageant la synthèse de l'érythropoïétine qui est une hormone secrétée par les reins dont le rôle est la stimulation de la synthèse des globules rouges (**Oluwafemi et al., 2014**). Le cadmium perturbe donc le système hématopoïétique (**Shim et al., 2008 ; Fahim et al., 2012**). **Houkpatin et al., (2013)** ont montré que le cadmium cause des désordres sanguins.

Des études ont montrés que les paramètres hématologiques tendent à augmenter puis à se stabiliser jusqu'à atteindre la valeur minimale de leurs intervalles respectifs de références entre 6 mois et 2 ans d'âge. A l'âge adulte, les paramètres sont stables mais ils semblent diminuer avec le vieillissement de l'animal (**Kenny, 2010**).

Une étude sur les rats montre que le cadmium a entrainé une augmentation des globules blancs, une diminution des globules rouges, de l'hémoglobine et des hématocrites chez les mâles comme chez les femelles par rapport au témoin d'autre études suggèrent que Le cadmium a entrainé une inflammation caractérisée par l'augmentation des globules blancs et une anémie (**Diaby, 2015**).

Fawzia et al., (2014) ont montré une diminution des globules rouges, de l'hémoglobine et des hématocrites de manière significative chez les rats femelles gestante contaminées au chlorure

de cadmium. Cette diminution est considérée comme une anémie rapportée par **Horiguchi, (2007)** l'anémie est une importante expression de la toxicité du cadmium.

La constante érythrocytaire de type VGM est utilisé en clinique pour classer une anémie (**bellier, 2004**).

Pour le Volume globulaire moyen nos résultats révèle des valeurs rapprochées chez les trois classe d'âge entre 39.2 et 42.1 fl. Ces résultats sont très baisse par rapport a une étude montre que les valeurs du volume globulaire moyen (VGM) (rapport de l'hématocrite sur la numération érythrocytaire) ont été significativement plus élevées chez les caprins sahéliens (**86.40 ± 0.5 fl**) (**Ndoutamia et Ganda, 2005**).

Moulin, (2015) rapportent aussi une différence de ce paramètre en fonction de la race.

Une étude sur le cheval (**Bermann, 2009**) note que le VGM est influencé par l'âge.

L'hématocrite C'est le volume occupé par les globules rouges par rapport au volume de sang total. Il est exprimé en pourcentage (%) (**Domart et Bourneuf, 1984**).

Les valeurs de nos résultats montre que le pourcentage d'hématocrite observé chez les chèvres varie selon l'âge avec une augmentation significative ($P \leq 0.05$) dans la classe 3. Les valeurs de notre étude sont inférieures aux normes proposé par (**Weiss et Wardrop, 2010**) de 22 a 38%.

Une étude montre que Les valeurs de l'hématocrite chez les caprins ont varié de 59,4% chez les sahéliens à 27,5% chez les kirdimis (**Ndoutamia et Ganda, 2005**).

L'hémoglobine est une protéine complexe (hétéroprotéine) appelée aussi chromoprotéine. Elle constitue le pigment respiratoire des érythrocytes (**Domart et Bourneuf, 1984**).

Nos résultats révèle des valeurs rapprochées chez les trois classe d'âge et varie ente 7.9 et 8.5 g/dl. Ces résultats sont proche aux norme proposé par **Weiss et Wardrop, (2010) (8-12 g/dl)**. Et baisse par rapport a une étude montre que la concentration en hémoglobine maximale dans l'espèce caprine a été observée chez les chèvres sahéliennes (**120.0 a 130.5 g/L**) (**Ndoutamia et Ganda, 2005**).

Ce paramètre est fortement dépendant de l'effort physique et de l'entraînement, mais également de l'âge et de la race de l'animal (**Parpt, 2011 ; Bermann, 2009**).

L'effet du cadmium constaté n'est pas dose-dépendant. Ce qui s'explique par le fait que le taux d'accumulation des métaux lourds chez les animaux varie en fonction des espèces et en

fonction des individus dans la population. Il dépend du sexe, de l'âge, de la taille et de l'alimentation (**Bedii et Engin, 2005 ; Haki et al., 2005**).

Anju, (2012) suggère une déficience en fer qui pourrait contribuer à l'anémie chez des animaux traités au cadmium. En effet, les résultats obtenus corroborent avec ceux de (**Oluwafemi et al., 2014**) sur le traitement de l'intoxication au cadmium donnant une diminution de l'hémoglobine, de l'hématocrite responsable d'une anémie.

Pour les globules blancs, nos résultats révèlent une augmentation progressivement décroissante des leucocytes en fonction de l'âge. Nos valeurs expérimentales paraissent un peu plus élevées que celles retrouvées par plusieurs auteurs (**Weiss et Wardrop, 2010**) ($4-13 \times 10^9/l$) et de (**Ndoutamia et Ganda, 2005**) ($5.99 \pm 1.06 \times 10^9/L$).

Ce paramètre peu varié d'une race à l'autre chez les ruminants (**Ndoutamia et Ganda, 2005**).

L'augmentation de ces cellules sanguines témoigne d'un état inflammatoire général (**Fahim et al., 2012**).

Indépendamment de l'espèce et de la race, la numération leucocytaire varie peu, excepté chez les caprins chez lesquels elle a été la plus basse (**Aba-adulugba et Joshua, 1990**).

Nos résultats révèlent une augmentation progressivement décroissante des globules blancs en fonction de l'âge. Nos valeurs expérimentales paraissent un peu plus élevées que celles retrouvées par plusieurs auteurs **Weiss et Wardrop, 2010** ($4-13 \times 10^9/L$) ; **Ndoutamia et Ganda, (2005)** ($5.99 \pm 1.06 \times 10^9/L$).

L'augmentation de ces cellules sanguines témoigne d'un état inflammatoire général (**Fahim et al., 2012**).

Ce paramètre peu varié d'une race à l'autre chez les ruminants (**Ndoutamia et Ganda, 2005**).

Indépendamment de l'espèce et de la race, la numération leucocytaire varie peu, excepté chez les caprins chez lesquels elle a été la plus basse (**Aba-adulugba et Joshua, 1990**).

Les résultats des lymphocytes indiquent qu'il y a une diminution significative en fonction de l'âge, la plus forte concentration est remarquée chez la première classe ($11,4 \times 10^9/l$).

Les valeurs obtenues dans la classe 2 et 3 sont dans la fourchette des normes physiologiques ($2-9 \times 10^9/L$) cité par **Weiss et Wardrop, (2010)**. Cependant, les résultats de la classe 1 sont relativement élevés par rapport à celle cité par ces auteurs.

Cette diminution remarquable des lymphocytes en fonction de l'âge dans les classe étudiés, confirme les résultats obtenus précédemment dans le nombre des globules blancs

Les résultats des lymphocytes indiquent qu'il y a une diminution significative en fonction de l'âge, la plus forte concentration est remarquée chez la première classe ($11,4 \times 10^9/l$).

Les valeurs obtenues dans la classe 2 et 3 sont dans la fourchette des normes physiologiques ($2-9 \times 10^9/l$) cité par (Weiss et Wardrop, 2010). Cependant, les résultats de la classe 1 sont relativement élevés par rapport à celle cité par ces auteurs.

Cette diminution remarquable des lymphocytes en fonction de l'âge dans les classe étudiés, confirme les résultats obtenus précédemment dans le nombre des globules blancs.

III.2. Paramètres biochimiques

La concentration des protéines totales reflète généralement la disponibilité en AA provenant des protéines alimentaires et de la biomasse ruminale (Ajala et al., 2000; Chorfi et Girard, 2005).

Les valeurs enregistrées de la protéinémie des trois classes de chèvres sont globalement élevées par rapport au valeurs proposer par Tambuwal et al., (2002) ($44 \pm 15 \text{ g/l}$); Merck, (2002) ($61 - 74.5 \text{ g/l}$) et Daramola et al., (2005) ($63 - 85 \text{ g/l}$) et Weiss et Wardrop, (2010) ($60-75 \text{ g/l}$).

Parmi les paramètres biochimiques sanguins les protéines totales, sont considérés comme d'importants indicateurs de l'activité métabolique chez les ruminants (Karapehliyan et al., 2007).

Chez les ruminants, la concentration des protéines est faible à la naissance et augmente rapidement après la consommation du colostrum, ensuite elle diminue au cours du premier mois de la vie, et cette diminution concerne plus particulièrement les globulines. L'intensité de ces variations dépend du contenu du colostrum, qui dépend à son tour en grande partie de l'alimentation des femelles (Hashemi et al., 2008).

D'après Mbassa et Poulsen, (1991), la protéinémie chez les caprins est influencée par l'âge, cependant Daramola et al., (2005) constate l'effet inverse de ce facteur. Ce qui confirme les résultats de notre étude présenter par une légère augmentation non significative chez les jeunes par rapport au adultes.

La protéinémie élevée selon Antunović et al., (2004), s'expliquerait par la déshydratation des tissus.

Bilirubine totale C'est un pigment biliaire jaune rougeâtre issu de la dégradation de l'hémoglobine du sang (**Hunter, 2006**).

La bilirubine peu hydrosoluble, est liée à l'albumine du sang et véhiculée jusqu'au foie, où elle est, pour l'essentiel, conjuguée avec du glucuronate, le conjugué hépatique est sécrété dans le duodénum via les canalicules biliaires, une petite quantité reste dans le sang et est sécrété par le rein (bilirubine dite directe) (**Gilles et al., 2006**).

L'exposition au Pb et au Cd peut avoir une incidence nuisible sur les paramètres biochimiques (**Bires et al., 1995**).

A partir des résultats obtenus nous remarquons une augmentation importante de la bilirubine total qui dépasse les normes physiologiques cité par **Kaneko et al., 2008 (0 - 0,1 mg/dl)** pour les 3 classes d'âge est surtout dans la classe 1 ce qui confirme les résultats des paramètres hématologiques surtout les globule rouge et l'hémoglobine.

Le Cadmium et le Plomb s'accumulent principalement dans le foie et les reins (**Lopez et al., 2005**).

Selon **Frank et al., (2000)** l'augmentation de la bilirubine sérique constitue un marqueur indiquant clairement le dysfonctionnement hépatique.

Lors de lésion hépatique, des quantités anormalement élevées de bilirubine passent dans le sang et teintent les urines (**Gilles et al., 2006**).

II.3. Eléments traces métalliques

Des études ont montré que les métaux sont capables d'induire plusieurs pathologies. Certains sont purement toxiques pour les êtres vivants comme le cadmium. D'autres sont essentiels à l'organisme et à l'entretien des fonctions biologiques, générant tout de même des effets toxiques passé un certain seuil de concentration (cuivre et zinc) (**Valko et al., 2005**).

Les résultats obtenus montrent l'existence du cadmium dans le sang des chèvres avec des valeurs plus élevées chez les plus âgés sachant que le cadmium comme le plomb est un toxique cumulatif. La principale préoccupation vis-à-vis du cadmium correspond aux possibilités d'expositions prolongées et à de faibles doses.

Parmi les principales causes d'exposition au cadmium l'alimentation d'où l'essentiel du cadmium ingéré provient de végétaux à feuillage vert, salades, choux, épinards et dans une moindre mesure des céréales (**Boumehres, 2010**).

La concentration normale de cadmium dans le sang est de 5 µg/l (**MECV, 2005**).

Alors que les résultats du zinc montrent une proportion opposée avec la concentration du Cd.

Une étude montre que la concentration sérique du Zn chez toutes les espèces de ruminants domestiques est normalement entre 7-12 ppm (**Seboussi et al., 2004**). Cependant nos résultats

ont été inférieurs à la normale chez les trois classes de chèvres avec une diminution significative chez les plus âgées de la troisième classe.

Selon **Courivaud, (2005)** l'absorption de zinc ne varie plus en fonction de l'âge, donc la différence de teneur en zinc résulte d'accumulation plus importante de zinc dans les tissus.

Sarkar et al., (2002) montrent que le Cadmium ayant des propriétés physiques proches de celles du Zn. Alors le cadmium s'accumule dans plusieurs organes tels que la rate, le cerveau, les poumons, le muscle, le sang. La toxicité du cadmium est liée à la perturbation du métabolisme du zinc et secondairement d'autres éléments essentiels tels que le calcium, le fer et le cuivre. Le cadmium est aussi considéré comme un agent carcinogène (**Waalkes, 2000**).

Comme le Cd ne possède aucune voie d'influx qui lui soit propre, il peut utiliser celle du zinc. De plus sa longue demi-vie lui permet d'interférer avec de nombreuses protéines dépendantes de métaux essentiels. Cela est illustré notamment par l'interférence avec le zinc via les métallothionéines sur lesquelles le Cd se fixe ; ou via les facteurs de transcription à doigts de Zn (**Hanas and Gunn, 1996; Huang et al., 2004; Huang et al., 2004**).

Le concept d'interférence entre Zn et Cd via les protéines à Zn est également valable pour le calcium, le fer, le cuivre. Le Cd peut modifier les signaux calciques intracellulaires, apportant un changement du taux calcique avec des conséquences sur les voies de signalisation. Les altérations de l'activité des enzymes seraient dues au remplacement du zinc ou du cuivre par le cadmium (**Pillai et Gupta, 2005**). En raison de leur configuration électronique proche (**Lamand, 1991**).

L'exposition alimentaire au cadmium a des répercussions sur l'absorption des oligo-éléments, en particulier celle du cuivre, dont elle peut provoquer la carence chez les ruminants. A l'inverse, une alimentation équilibrée non carencée en fer et en zinc réduit l'absorption du cadmium chez l'homme et chez l'animal (**GABNA, 2005**).

Le cadmium diminue l'absorption intestinale du cuivre et du zinc. Le zinc diminue l'absorption intestinale et l'excrétion biliaire du cadmium et protège l'organisme contre les effets de ce métal. Le cadmium et le zinc induisent des synthèses de métallothionéines au niveau desquelles ils entrent en concurrence pour le transport ou le stockage tissulaire. Ainsi, l'exposition au cadmium ou au zinc permet d'établir une tolérance vis-à-vis de l'autre métal (**Lauwerys, 2000**).

Huang et al., (2006) ont démontré que le Cd induit une diminution de la teneur en Cu et en Zn de certaines enzymes.

L'absorption par voie digestive est faible (environ 5%) et est facilitée par la carence martiale (**Andersen, 2004**) et par des régimes carencés en fer, en calcium et en zinc (**Oberdorster, 2005**), et diminuée par des régimes riches en fibres. Il est important de noter que le cadmium fixé à des protéines est mal absorbé (**Andersen, 2004**).

L'âge semble être également un facteur important chez les mammifères et l'homme. En effet, un âge inférieur à 40 ans est associé significativement à une augmentation de l'absorption digestive de cadmium (**Horiguchi, 2004**).

Une étude chez les ruminants, montre que l'absorption de zinc chez les jeunes est supérieure à celle des adultes qui ne sont pas en lactation. Ces résultats suggèrent que l'intestin grêle a une plus grande capacité d'absorption du zinc chez les jeunes. Mais, lorsque l'alimentation est carencée en zinc (2ppm), l'absorption ne varie plus en fonction de l'âge ; la différence de teneur en zinc résulte donc aussi d'une accumulation plus importante de zinc dans les tissus en croissance des jeunes animaux. Lorsque la vitesse du transit augmente, l'absorption du zinc diminue (**Lamand, 1986**).

Le cuivre est un élément trace indispensable à la vie et un cofacteur de certaines enzymes intervenant dans l'hématopoïèse, le métabolisme oxydatif, la respiration cellulaire, la pigmentation, il joue donc une importance capitale dans l'entretien des processus biologiques. Une carence prolongée aboutit à des troubles divers ; L'intoxication aiguë ou chronique par le cuivre est observée dans un grand nombre de régions du monde. Les ruminants sont les plus atteints bien que d'autres espèces soient également sensibles (**Susan et Aiello, 2002**). Les ruminants sont sensibles à la carence en cuivre, les signes cliniques ont des degrés variables principalement une anémie qui est due à un trouble de l'hématopoïèse (**Malem, 2007**).

Les résultats obtenus montrent que la concentration du cuivre est faible chez les chèvres des trois classes étudiées par rapport à la norme proposée par **Dennis et al., (1959)** qui oscille entre 5 et 10 ppm.

L'hypocuprémie a été observée dans des cas de toxicose au zinc, possiblement causée par la compétition entre les deux éléments. Ainsi un apport excessif de zinc peut entraîner un déficit en cuivre (**August et al., 2011**).

Si une carence minérale est néfaste pour la santé des animaux ou pour ses performances de production, l'apport en excès de certains minéraux peut s'avérer dangereux voire mortel. D'une espèce à l'autre, la sensibilité varie pour chaque minéral. Concernant les ruminants, le cuivre présente le principal danger (**Bulletin, 2012**).

Le cuivre plasmatique est un bon témoin de l'ingestion par excès d'un élément toxique ou d'une carence. En plus est un bon reflet de l'état nutritionnel de l'animal.

Le taux de Cu dans le plasma est en relation avec les variations de la composition des fourrages **(Maach et al., 2000)**.

Le foie représente l'organe central de l'homéostasie du cuivre chez les ruminants ; les fluctuations de la cuprémie sont régulées soit par stockage (sous forme de métallothionéines) soit par mobilisation des réserves hépatiques. L'hypocuprémie explique que la concentration du cuivre sanguin dépend de la quantité du cuivre stocké dans le foie **(Shen et al., 2005)** ; et signifie un épuisement des réserves hépatiques due aux altérations de la fonction hépatique par ces métaux toxiques cumulatifs puisque le foie c'est l'un des organes cibles pour ces métaux toxiques.

D'autre part l'hypocuprémie est due à la diminution de la biodisponibilité et de résorption de cuivre liée à la présence de certaines substances qui interfèrent avec le cuivre et pouvant diminuer sa biodisponibilité **(Jankovsk, 2012)**. Ainsi que son passage dans la circulation sanguine **(Quiroz-Rocha et al., 2001)**.

Cet effet est nettement évident dans notre étude, où, nous constatons une augmentation significative pour la concentration moyennes du cadmium en fonction de l'âge.

La carence en cuivre se traduit par une anémie modérée microcytaire hypochrome. L'hémolyse est rare et peu importante **(Schalm al., 2000)**. Ce qui confirme nos résultats.

L'absorption du cuivre se fait au niveau de l'estomac et de l'intestin grêle .Il suit la même voie que le zinc au niveau de l'entérocyte, ce qui explique la compétition entre les deux oligo-éléments **(Guiraud et al., 2003)**.

Si le cuivre et le zinc sont en quantité égale a l'état ionique, le cuivre inhibe le zinc car il a une plus grande affinité chimique pour le ligand protéique qu'il va chélater **(Guiraud et al., 2003)**.

Conclusion

Conclusion

Ce travail a été réalisé dans l'objectif de mettre en évidence l'état physiologique et le degré de contamination par les éléments traces métallique (Cd, Zn, Cu) chez les chèvres de race locale a la wilaya de Jijel.

A partir de l'étude des paramètres hématologiques, nous avons enregistré des variations physiologiques particulières dans le taux de certains paramètres qui sont liées a de nombreux facteurs, particulièrement l'âge, ou apparait une faible augmentation significative en fonction de l'âge pour les concentrations des composés a relation avec les hématies telle que les globules rouges et l'hématocrite.

Cela peut être du a l'effet toxique du cadmium sur le système hématologique.

Les valeurs obtenues de l'hémoglobine et de volume globulaire moyenne sont inférieures à la norme, cette diminution est le signe d'une anémie. Peut être expliquée par l'existence du cadmium qui perturbe la fabrication d'hémoglobines.

La concentration des lymphocytes semble élevée d'une manière significative par rapport aux normes, cette élévation pourrait être la conséquence des maladies parasitaires et la nature humide de la région qui favorise ce genre d'infection.

Le dosage des protéines totales ne signale aucune différences significative mais il est très élevé, cela peut être expliqué par l'accumulation du cadmium aux niveaux du foie.

Le dosage de bilirubine signale une différence hautement significative, cela peut être expliqué par l'effet nuisible de cadmium sur les paramètres biochimiques.

Le dosage des éléments traces métalliques montre que la concentration du cadmium augmente avec l'âge par un taux remarquable. La principale préoccupation vis-à-vis du cadmium correspond aux possibilités d'exposition prolongée et a de faibles doses, sachant que ce dernier est un élément métallique peuvent engendrer des intoxications chroniques suite à leurs accumulations dans l'organisme et les organes cibles.

On constate une corrélation négative entre le taux de cuivre et du cadmium, ou le cuivre connu des concentrations basses, possiblement causé par l'accumulation de cadmium dans le foie et tant que la concentration du cuivre sanguin dépend de la quantité du cuivre stocké dans le foie, la carence de ce dernier signifie un épuisement des réserves hépatiques due aux altérations de la fonction hépatique par ce métal toxique cumulatif.

Conclusion

Le zinc a connu des concentrations basse possiblement causé par la compétition entre les 2 éléments métallique (Cd et Zn) et la réduction de l'absorption gastro-intestinale causé par l'existence du cadmium.

En perspective nous pouvons dire que les métaux lourds cadmium, cuivre et zinc constituant une réelle menace qui peut engendrer des intoxications sur la santé et l'environnement et nous souhaitons que notre étude sur l'évaluation de certains paramètres hématologiques et biochimiques liée à la toxicité chronique du cadmium chez les chèvres encourage et pousse à plus d'investigations plus profondes sur la toxicité des métaux lourds avec d'autres dosages complémentaires pour une bonne interprétation des risques.

Références

Bibliographiques

Références bibliographique

-A-

- 1- **Aba-Adulugba E; Joshuq R-A, (1990).** Haematological studies in apparently normal five indigenous breeds of goats in Nigeria. **Bull. Anim. Hlth.Prod. Afr. P38.59-64.**
- 2- **Académie des sciences, (1998).** *Contamination des sols par les éléments traces. les risques et leur gestion* Lavoisier Tec-Doc. Paris. Rapport n°42.p 440.
- 3- **AEW, (2014).** Annuaire économique des wilayas.
<http://www.monographies.caci.dz/index.php?id=2407>
- 4- **Ajala O.O; Oyeyemi M.O; Oke A.O; Alakpa C. O, (2000).** Haematological and
- 5- **Alloway B.J ; Ayres D.C, (1997).** Chemical Principles of Environmental Pollution.Blackie Academic and Professional. an imprint of Chapman and Hall. London. 394 pp. N.V. d'Alfort Paris. p141.
- 6- **Andujar P; Bensefa-Colas L; Descatha A, (2010).** Intoxication aiguë et chronique au cadmium. Acute and chronic cadmium poisoning. La Revue de médecine interne 31 (2010) 107–115.
- 7- **Anju T, (2012).** Effect of Cadmium Acetate On Immuno- Hematological Parameters in White Leg-Horn Chicks. IAAST.P 40-42
- 8- **Anonyme, (1999).** les intoxications des ruminants.
- 9- **Anonyme, (2002).** Le dépistage du saturnisme infantile dans la région Nord-Pas-de-Calais. *Le moniteur des programmes régionaux de santé et du PRASE.* P4.
- 10- **Antunović Z; Peranda M; Steiner Z, (2004).** The influence of age and the reproductive status to the blood indicators of the ewes. Arch. Tierz. Dummerstorf. 47 (3). 265-273.
- 11- **Apfelbaum M; Romon M; DUBUS M, (2009).** *Diététique et nutrition.* 7eme edition, Elsevier-Masson. vol.1. p 516.
- 12- **Aranguren M.M.S, (2008).** Contamination en métaux lourds des eaux de surface et des sédiments du Val de Milluni (Andes Boliviennes) par des déchets miniers. Approches géochimique, minéralogique et hydrochimique, thèse doctorat en Sciences de la Terre et Environnement. Université de Toulouse. P 10-11 et 20-21.
- 13- **Arris sihem épouse chebira, (2008).** Etude Expérimentale de l'Élimination des Polluants Organiques et Inorganiques par Adsorption sur des Sous Produits de Céréales. doctorat en sciences en génie des procédés. p10-11.

- 14- **ATSDR, (1990)**. Toxicological profiles for copper. Agency for toxic substance and disease registry . Atlanta.GA. US department of health and human services. *public health services* .
- 15- **ATSDR, (2008)**. Draft Toxicological Profile for Cadmium. In ATSDR. *Agency for Toxic Substances and Disease Registry*.tp5.
- 16- **August D; J. Morteza J; Vernon RY, (2011)**.Detarmination of zinc and copper absorption at three dietary Zn.Cu ratio by using stable isotope methods in young adult and elderly subject. *Am Clin Nutr* (50). P1457-1463.
- 17- **Aurélien Gouzy, Géraldine Ducos,(2008)**. La connaissance des éléments traces métalliques . un défi pour la gestion de l'environnement. Air pur. P 6-10.

-B-

- 18- **Babo D, (2000)**. Races ovines et caprines françaises. *Edition France Agricole*.1ère édition. p 249-302.
- 19- **Baize D, (1997)**.Teneurs totales en éléments traces métalliques dans les sols (France). Références et stratégies d'interprétations. INRA Éditions. Paris. p409.
- 20- **Baptiste P.J, (2007)**. Les plans de surveillance et de contrôle dans l'analyse du risque alimentaire lié aux métaux lourds en france. thèse doctorat en Vétérinaire.
- 21- **Barbalace J.K, inc, (2012)**. EnvironmentalChemistry.com. Environmental, Chemistry & Hazardous Materials News. Careers & Resources.
- 22- **Bedii C; Kenan E, (2005)**. The Effects of Cadmium on Levels of Glucose in Serum and Glycogen Reserves in the Liver and Muscle Tissues of Cyprinus carpio .*Turk J Vet Anim Sci*. P 113-117
- 23- **Behrouz Eshghi Malayeri, (1995)**. Décontamination des sols contenant des métaux lourds à l'aide de plantes et de microorganismes, thèse en Biologie des Organismes. Université Henri Poincaré. Nancy I. P 6-8 et 17.
- 24- **Beliles R.P, (1994)**. The metals. In: Patty's Industrial Hygiene and Toxicology, Fourth edition. Volume 2. Part C. Edited by Clayton. G.D. and Clayton. F.E. John Wiley & Sons. Inc.
- 25- **Bellier S, (2004)**. Hématologie chez les carnivores domestiques -rappels-.UV de biochimie Clinique. *ENVA*. P5-8-40.
- 26- **Benito V; DevesaV; Munoz O; Suner M.A; Montoro R; Baos R; Hiraldo F; Ferrer M; Fernandez M; Gonzalez M.J, (1999)**. Trace elements in blood collected from birds feeding in the area around Donana National Park affected by the toxic spill from the Aznalcollarmine. *Science of The Total Environment*. 242(1-3). 309-323.

- 27- **Ben Bouih H; Nassali H; Leblans M; Srhiri A, (2005)**. Contamination en métaux traces des sédiments du lac Fouarat (Maroc). *Afrique Science*. 1(1). P 109-125.
- 28- **Bermann F, (2009)**. Valeurs de références. Frédéric bermann.http://www.fbermann.com/Valeurs-de-reference_a25.html (consulté le 4 avril 2016).
- 29- **Bey D ; Laloui S, (2005)**. Les teneurs en cuivre dans les piols et l'alimentation des chèvres dans la région d'El-Kantra (Biskra).Thèse. Doc.Vét. (Batna). P 60.
- 30- Bindels R, (1993). Calcium handling by the mammalian kidney. *J. Exp. Biol.*P 89-104.
- 31- biochemical parameters in West African Dwarf (WAD) bucks fed diets containing *Milletia Thoningii*. *African Journal of Biomedical Research*. Vol. 3. N°2. May. P 121-124.
- 32- **Bires J; Dianovsky ; Bartko P; Juhasova Z, (1995)**. Effects on enzymes and the genetic apparatus of sheep after administration of samples from industrial emissions. *Bio-Metals*1995. 8.53-58.
- 33- **Bisson M. Houeix N, (2014)**. Cadmium et ses derives. **INERIS** .Fiche de donnees toxicologiques et environnementales des substances chimiques.
- 34- **Bliefert C; Perraud R, (2004)**. Chimie de l'environnement. Bruxelles, De Boeck. p477.
- 35- **Bloch P, (1998)**. Salsigne . une très ancienne pollution qui affecte la nature et les hommes. *Combat Nature*. 123. 7-10.
- 36- **Borchardt T, (1985)** . Relationships between carbon and cadmium uptake in *Mytilus edulis*. *Mar. Biol*. 85.233-244.
- 37- **Boufedda N, (2015)**. Modifications Biochimiques. Hématologiques et Interactions avec les éléments essentiels (Zn et Cu) chez la brebis de la race Ouled-Djellal, après une exposition réitérée au Plomb et /ou au Cadmium.P 52-68.
- 38- **Boukrah H, (2008)**. Etude comparative de l'adsorption des ions plomb sur différents adsorbants. Mémoire de Magister. Université de Skikda. p 140.
- 39- **Boumehres A, (2010)**. Etude comparative des techniques d'extraction des éléments traces métalliques dans le foie, le rein et le lait et leur détermination par spectrophotométrie d'absorption atomique (flamme et four graphite).
- 40- **Bulletin, (2012)**. les intoxication chimiques chez les ovins. *Thèse de doctorat*. Parie. P7.
- 41- **Burgat-Sacaze V ; Craste L ; Guerre P, (1996)**. Le cadmium dans les chaînes alimentaires. *Rev. Méd. Vét.*147 (10).671-680.

42- **Burgat-Sacaze V; Craste I et guerre P, (1996).** Le cadmium dans les chaînes alimentaires. une revue. Rev. Méd.Vét.147 (10). 671-680.

-C-

43- **Casas S, (2005).** Stello. Modélisation de la bioaccumulation de métaux traces (Hg,

44- **Cassereau G, (2001).** Contamination des loutres *Lutra lutra* de l'ouest de la France par quelques éléments traces . Cadmium. Cuivre. Mercure. Sélénium et Zinc. Thèse de Doctorat de l'école nationale vétérinaire de Nantes.146p.

45- **CCII, (2014) .Chambre de commerce et d'industrie "JIJEL".**

Cd, Pb, Cu et Zn) chez la moule. *mytilus galloprovincialis*. en milieu méditerranéen. Thèse de doctorat . Océanologie biologique. Environnement marin.Univ. du sud Toulon Var. P301.

46- **CE, (2007).** Cadmium metal Part II . Human Health. Risk Assessment. cadmium. Communauté Européenne. Bruxelles. Belgique.

47- **Chappuis Philippe, (1991).** *Les oligoéléments en médecine et biologie* Edition Lavoisier. vol.1. p 653.

48- **Chiffolleau J.F; Claisse D; Cossa D; Ficht A; Ganzalez J.L ; Guyot T ; Michel P ; Miramand P ; Oger C ; Petit F, (2001).** La contamination métallique. Ifremer. 39p.

49- **Chorfi Y; Girard V, (2005).** Le profil métabolique chez la chèvre. CRAAQ. P4.

Daramola J. O; Adeloye A. A; Fatoba T. A; Soladoye A. O, (2005). Haematological and biochemical parameters of West African Dwarf goats. Livestock Research for Rural Development. 17 (8).

50- **Claire L; Cyril F; François L, (2005).** Contamination des Sols. Transferts des Sols Vers les Animaux. Ed Sciences/ Ademe ; 216.

-D-

51- **Dennis H.Cox ; Dorothy L.H (1959).**Effect of excess dietary Zinc on Iron and copper in the rat. *J Nutr* (70).P 514-520.

52- **denv-jijel, (2015).** Le site officiel de la direction de l'environnement de la wilaya de Jijel).

53- **Diaby V; Yapo A.F; Adon A.M; Yapi HF; Djama AJ; dosso M, (2015).** Biotoxicité hématologique du sulfate de cadmium chez les rats wistar.P 8-9.

54- **Domart A ; Bourneuf J, (1984).** Dictionnaire médicale, éditions Larousse.Paris 2. 995 p.

55- **DSA, (2017) .** Directions des Services Agricoles Jijel.

-E-

- 56- **EFSA, (2009)** . Scientific opinion . Cadmium in food Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain (Question No EFSA-Q-2007-138). EFSA J. 980. 1-139..
- 57- **EFSA. (2010)**. Scientific opinion on lead in food. The Efsa Journal, 8(4).P 1-147.
- 58- **El Bouyahiaoui R, (2014)** Filière des petits ruminants en Algérie : situation actuelle et perspectives de développement.La 12èmes Journées Internationales des Sciences Vétérinaires Filière des petits ruminants en Algérie .P 5.

-F-

- 59- **F.A.O, (2014)**. Données statistique sur l'élevage.
- 60- **Fahim M; Nemmar A; Dhanasekaran S; Singh S; Shafiullah M; Yasin J; Zia S; Hasan Y, (2012)**. Acute Cadmium Exposure Causes Systemic and Thromboembolic Events in Mice. *Physiol.* P 73-80.
- 61- **Fantazi k, (2004)** .Contributions à l'étude de polymorphisme génétique des caprins d'Algérie cas de la vallée de Oued Right (Touggourt).Thèse magistère I.N.A (Alger).P 145.
- 62- **Favier .A.E, (1992)**. the role of zinc in reproduction hormonal mechanisms. Biol.trace Element Res.32 .363-382.
- 63- **Fawzia Y. Shata; Sayed G. Hassan; Walid S. El-Nattat; Hassan M. Desouky; Amira H. Mohamed; Alaa R. Ahmed, (2014)**. Protective Effects of Vitamin E, Selenium and Zinc Supplementation on Hematological and Some Biochemical Parameters in Pregnant Rats Exposed to Cadmium. *Global J. Pharmacol.* P 665-672.
- 64- **Feknous. M (1991)**. Essai de caractérisation des systèmes d'élevage ovin a l'échelle de la wilaya d'echellif. Dèp. Zootechnicienne INA. El Harrach.
- 65- **Fournier A, (2006)**. L'élevage des chèvres. *Artémis (eds). Slovaquie.* p10-22.
- 66- **Frank A; Danielsson R; Jones B, (2000)** . Experimental copper and chromium deficiency and additional molybdenum supplementation in goats. II. Concentrations of trace and minor elements in liver, kidneys and ribs. haematology and clinical chemistry. *Sci Total Environ.* 249(1-3) . 143-70.

-G-

- 67- **GABNA , (2005)**. Guide de Bonnes Pratiques d'hygiène de la Nutrition Animale (GBPNA) OQUALIM – Version Finalisée soumise le 18/10/2016.
- 68- **Garin-M A, Simon 0, (2004)** . Fiche radionucléide. Cadmium 109 et environnement. Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire. Direction de l'environnement et de

l'intervention. Service d'étude du comportement des radionucléides dans les écosystèmes.

- 69- **Gilles; Raymond; Anctil ; Michel; Plumier; Jean-Christophe; Baguet; Fernand; Charmantier; Guy; Gilles; Raymond . Jr; Péqueux, André et Sébert Philippe, (2006).** Physiologie animale. Edition De Boeck Université. P292 .
- 70- **Gornall AG; Bardwill CS; David MM, (1949).** Determination of serum proteins by means of the Biuret reaction. *J Biol Chem.* 177.751-766.
- 71- **Guiraud P; Favier A; Horn N, (2003).** Métabolisme du cuivre Encyclopédie Médico-chirurgicale. Elsevier SAS.10-359-C-10. p10.

-H-

- 72- **Hafid N, (2006).** L'influence de l'âge de la saison et de l'état physiologique des caprins sur certains paramètres. Magistère en sciences vétérinaires. P 101.
- 73- **Henri. P. B ; Jacque. B, (1998).** contamination des sols par les éléments en trace: les risques et leur gestion. Rapport de l'Académie des sciences n°42. TEC-ET-DOC. Parie. P 19.
- 74- **Hlolmes Pegler H.S, (1966).** The book of goat. Ninth edition.*The bazaar.*Exchange and Mart. LTD, p 255.
- 75- **Horiguchi H;Teranishi H; Niiya K; Aoshima K; Katoh T; Sakuragawa N; Kasuya M, (1994).** Hypoproduction of erythropoietin contributes to anemia in chronic cadmium intoxication: clinical study on Itai-itai disease in Japan. *Archives of toxicology.* P 632-6
- 76- **Horiguchi H ; (2007).** Anemia induced by cadmium intoxication. *Nihon Eiseigaku Zasshi. Japanese J. Hygien.* P 888-904
- 77- **Houkpatin A;Edorh P; Guédénon P; Alimba C; Ogunkanmi A; Dougnon T; Boni, G; Aissi K; Montcho S; Loko F; Ouazzani N; Mandi L; Boko M; et Creppy E, (2013).** Haematological evaluation of Wistar rats exposed to chronic doses of cadmium, mercury and combined cadmium and mercury. *Afr. J. Biotechnol.* P 3731-3737
- 78- [https://www.vitamedz.com/fr/jijel/Dsa-directions-des-services agricoles/21073/1.html](https://www.vitamedz.com/fr/jijel/Dsa-directions-des-services-agricoles/21073/1.html).
- 79- **Huang C. J; Lin C. M; Chou, C. M; Tsai M. L; Liu T. P; Chiu J. F; ChenC. T, (2006).** Effects of cadmium on structure and enzymatic activity of Cu,Zn-SOD and oxidative status in neural cells. *Journal of cellular biochemistry* .P 577-89.
- 80- **Hunter; Archite, (2006) .** La santé animale. Volume 2. Principales maladies. Editions Quæ .Paris. P 290.

-I-

81- **IBGE, (2002)**. Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement/Observatoire des Données de l'Environnement. "Interface Santé et Environnement". Intoxication aux métaux lourds. P1.

-J-

82- **Jankovska I ; Szakova J; Lukešova D; Langrova I; Valek P; Vadlejch J; adkova Z. C; Petrty M, (2012)**. Effect of lead in water on the absorption of copper, iron, manganese and zinc by sheep infected with sheep tapeworm (*Moniezia expansa*). *Experimental Parasitology*. 131 (2012) 52–56.

83- **Jumarie C, (2005)**. Des métaux lourds qui menacent la santé humaine et environnementale. UQAM Sciences Express.

-K-

84- **Kaneko JJ; Harvey JW; Bruss ML, (2008)** .*Clinical biochemistry of domestic animals*. 6th ed. Saunders Elsevier. P 928.

85- **Kaplan A et al., (1984)**. Bilirubin Clin Chem The C.V. Moby Co. St Louis Toronto Princeton. 1238-1241 436 and 650.

86- **Kara H; Karatas F; CanatanH, (2005)**. Effect of Single Dose Cadmium Chloride Administration on Oxidative Stress in Male and Female Rats. *Turk J Vet Anim Sci*.P 37-42.

87- **Kenny M,(2010)**. Hématologie des bovins. Etude des variations de la naissance à 60 jours. P121.

88- **Khemici E; Mamou M; Lounis A; ounihi D, (1993)**. Étude des ressources génétiques caprines de l'Algérie du nord à l'aide des indices de primarité. *Animal Genetic Resources Information Bulletin*.P 61-71.

89- **Kim J, Sharma RP, (2004)**. Calcium-mediated activation of c-Jun NH2-terminal kinase (JNK) and apoptosis in response to cadmium in murine macrophages. *Toxicol.Sci*. 81. 518-527.

-L-

90- **Lamand M, (1986)**. La carence en zinc chez les ruminants, dans « le zinc en médecine et biologie », FAVIER et al. Eds. 1986. *Ed. Médicales internationales*.P 291-301.

91- **Lane T. W; Morel F. M. M, (2000)**. *Plant Physiol*. in press.

92- **Lenntech, (2007)**. Zinc (Zn). Propriétés chimiques-Effets du plomb sur la santé- Effets du plomb sur l'environnement.

93- **Linder M.C; Wooten L; Cerveza P; Cotton S; Shulze R and Lomeli N, (1998).** Copper transport. Am J Clin Nutr 67. 965S-971S.

94- **Lopez-Aliaga I; Alferez M J. M; Barrionuevo M; Nestares T; Sanz Sampelayo MR; Campos M.S, (2003).** Study of nutritive utilization of protein and magnesium in rats with Resection of the Distal Small Intestine. Beneficial Effect of Goat Milk. J. Dairy Sci. American Dairy Science Association. 86. 2958-2966.

-M-

95- **Maach L; Chadli M; Alali S; Zouagui Z; Sysavane F.M, (2000).** *Essai de prévention de l'ataxie enzootique de l'agneau au Maroc.* Revue. Méd.Vét. 151:421-428.

96- **MADR, (2013).** Statistiques agricoles. Evolution des productions animales et végétales de 2000 à 2012. Direction des statistiques. Ministère de l'Agriculture et du Développement Durable.

97- **Mahan. B , (1987).** Química. Curso Universitario. Fondo Educativo Interamericano

98- **Malle M, (2007).** statut cuprique des ovins de deux zones distincte(montagne et plaine) dans la region de batna .memoirde magister .univercité de batna.p 62-128.

99- **Malloy H T. et al., (1937).**The determination of bilirubin with the photoelectric colorimeter. J Biol Chem.112 2 481-491.

100- **Martineau C, (2008) .** caractérlsation de la cytotoxicité et de l'accumulation du cadmium dans différentes lignées ostéoblastiques humaines et murjnes. Université du québec à montréal. p11-15.

101- **Matías Miguel Salvarredy Aranguren, (2008).** Contamination en métaux lourds des eaux de surface et des sédiments du Val de Milluni (Andes Boliviennes) par des déchets miniers. Approches géochimique, minéralogique et hydrochimique. Thèse doctorat de l'université de Toulouse. P 498.

102- **Mbassa GK; Poulsen JS, (1991).** Influence of pregnancy. lactation and environment on some clinical chemical reference values in Danish landrace dairy goats (Capra hircus) of different parity -II. Plasma urea, creatinin, bilirubin, cholesterol, glucose and total serum proteins. Comp Biochem Physiol B. 100 (2). 423-431.

103- **MECV, (2005).**Ministère de l'environnement et du Cadre de vie. Contribution du Burkina Faso a l'étude sur sur le plomb et le cadmium. Burkina Faso. P 12-19

104- **Merck , (2002).** Le manuel vétérinaire Merck. 2ème édition. Edition d'après. P 22-46.

- 105- **Michel M; Baize D, (2004)**. Contamination des sols et de nos aliments d'origine végétale par les éléments en traces. Mesures pour réduire l'exposition. Courrier de l'environnement de l'INRA n°52. septembre 2004.
- 106- **Milhaud G ; Vassal L ; Federspiel B ; Delacoroix- Buchet A ; Mehennaoui S ; Charles E ; Enriquez B ; Colf-Clauw M, (1998)**. Devenir du cadmium du lait de brebis dans la crème et les caillés présure ou lactique. Le Lait78 689-698.
- 107- **Miquel G, (2001)**. Rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé. (Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques. N° 2979 Assemblée Nationale. N° 261 Sénat).p365.
- 108- **Miquel G, (2001)**. Rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé. (Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques. N° 2979. Nationale Vétérinaire d'Alfort, Faculté de médecine de Créteil. p69.
- 109- **Mirghffari. N, (1998)**. Décontamination des solutions contenant des métaux lourds par des déchets forestiers ou agricoles. *Thèse de doct.* l'INP Lorraine. France.
- 110- **Morel, F. M. M., Reinfelder, J. R., Roberts, S. B., Chamberlain, C. P., Lee, J. G.**
- 111- **Moula N, (2003)**. COMMISSION NATIONALE AnGR. Rapport national sur les ressources génétiques animales: Algérie. République algérienne démocratique et populaire.
- 112- **Moustari A, (2008)**. Identification des races caprines des zones arides en Algérie. *Revue des régions arides*, n°21, 5p
- N-
- 113- **Nakib, (2010)**. mise au point d'une technique d'extraction des éléments traces métalliques dans les produits de la mer et leurs dosages par spectrophotométrie d'absorption atomique. Magister en médecine vétérinaire. Université mentouri de Constantine. 29-35p.
- 114- **Ndoutamia G ; Ganda K, (2005)**.Détermination des paramètres hématologiques et biochimiques des petits ruminants du tchad. P202-206.
- O-
- 115- **Oehha, (2006)**. Public heath goals for chemicals in drinking water. Cadmium. 2006.82 p.
- 116- **OIML, (1991)**.organisation international de métrologie légale. spectromètre d'absorption atomique pour la mesure des polluants dans l'eau. R100 .
- 117- **OIV, (2003)**. Techniques analytiques et de contrôle (Codex œnologique). RESOLUTION OENO. 18/2003.P7.

- 118- **Oluwafemi A; Basiru A; Babatunji E; Adebola B, (2014)**. hematological properties of *Irvingia gabonensis* in males adult rats. *J. pharm sci innov*.P 434-436.
- 119- **OMS (ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE), (1980)**. Exposition aux métaux lourds. limites recommandées d'exposition professionnelle à visée sanitaire. Genève. Série de rapports techniques p 647. 132.
- 120- **OMS (ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE), (1998)**.Environmental Health Criteria n200°. copper. World Health Organisation International Programme on chemical Safety.

-P-

- 121- **-Parot C, (2011)**. Bilans héματο-biochimiques chez le cheval d'endurance de haut niveau .intérêt pronostic et proposition de valeurs de référence. Thèse Med Vet. Alfort.P 115.
- 122- **Petit B. K. M, (2007)**. Actualisation des connaissances sur les éléments biologiques et minéraux persistants dans les boues des stations d'épuration. Impact sur la santé publique. Thèse de doctorat vétérinaire. E.N.V. d'Alfort Paris. p141.
- 123- **Pichard A; bison M; didrih R; doomaert B; Iacroix G; lefevre J. P; Leveque S; magaud H; morin A; oberon D; pepin G; tissot S, (2005)**. Cadmium et ses dérivé .Fiche de données toxicologie et environnementales des substances chimique INERIS.P 60
- 124- **Picot A, (2003)**. Intoxication de l'organisme par les métaux lourds et autres toxiques. Le mercure, le plomb et le cadmium, trois métaux traces toxiques. Conférence ADNO, 2003 Paris, 29 nov 2003.
- 125- **Pierre M ; Denis F ; Daniel B ; Jean-Claude G; Florence C, (1998)**. Heavy metal concentrations (Cd, Cu, Pb, Zn) at defferent levels of the pelagic trophic web collected along the gradient of salinity in the Seine esturay. Académie des sciences .Elsevier. Paris.
- 126- **Pillai A; Gupta S, (2005)**. Antioxidant enzyme activity and lipid peroxidation in liver of female rats co-exposed to lead and cadmium: effects of vitamin E and Mn²⁺. Free radical research .P 707-12.
- 127- **Pitel P., Moulin M, (2006)**. Approches hématologique et biochimiques chez deux races asines. *Pratique vétérinaire équine*. n°149.P 19-25.

-Q-

- 128- **Quevauviller Ph, (2006)**. Métrologie en chimie de l'environnement. 2e édition. p277.

129- **Quiroz-Rocha G.F ; Bouda J, (2001).** Fisiopatologia de las deficiencias de cobreen ruminantes y su diagnostico. *Vet. Mex.* 32 . 289-296.

-R-

130- **Rouabah née Saadaoui Leila, (2002).** Effets du cadmium sur la biologie et la physiologie des oligochetes thèse doctorat en l'état és-sciences.Université Mantouri Constantine.

131- **Roussel AM; Favier-Hininger, (2009).** *éléments-trace essentiels en nutrition humaine . chrome, sélénium, zinc et fer.* Endocrinologie-Nutrition. Elsevier-Masson. 10-359-B-10.p 16.

-S-

132- **Sarkar S; Basak D. N; SAMANTA A. K; BHOWMIK M. K; MISRA S. K, (2002).** Status of zinc in soil, forage and the young grazing ruminants in relation to livestock production. *Indian Vet. J.*P 377-381.

133- **Schalm OW; Feldman BF; Zinkl JG; Jain NC, (2000).** Schalm's veterinary hematology. 5th ed. Blackwell scientific editions. p1344.

134- **Seboussi, R ; Faye B ; Alhadrami G, (2004).** Facteurs de variation de quelques éléments traces (sélénium, cuivre, zinc) et d'enzymes témoins de la souffrance musculaire dans le sérum du dromadaire (camelusdromedarius)aux Emirats arabes unis. *Revue Elev. Méd . Vét. Pays trop.* Vol 57 (1-2) :p87-94.

135- **SETRA, (2004).** Services d'études techniques des routes et autoroutes. note d'information. déc 2004. Economie, Environnement, Conception 73.

136- **Seve M; Favier A, (2002).** *Métabolisme du zinc.* Encyclopedie Medico-chirurgicale, 10-359-D-10. p19.

137- **Shen X.Y; Du G.Z; Li H, (2005).** Studies of naturally occurring molybdenum-induced copper deficiency in the yak. *The Veterinary Journal.* 171. 352-357.

138- **Shim Jy; Shin H; Han Jg; Park Hs; Lim B; Chung K; Om A, (2008).** Protective effects of Chlorella vulgaris on liver toxicity in cadmium-administered rats. *J Med Food.* P 479-485.

139- **Smith BP, (2008).** Large animal internal medicine. 4th ed. 2008. Mosby. P 2112.

140- **Susan, E ; Aiello, B.S.(2002).** Le manuel vétérinaire Merck. 8ème édition.Edition Merck & CO. INC. Whitehouse Station, N.J. U.S.A. 2297 P.

-T-

141- **Tambuwal F.M; Agale B.M; Bangana A, (2002).** Haematological and biochemical values of apparently healthy Red Sokoto goats.Proceeding of 27th Annual

conference Nigerian Society of animal production NSAP. March.17
21.2002.FUTA.Akure.Nigeria.P 50-53.

142- **Tennah S, (2014)**. Place et importance des caprins dans la filière lait en Algérie
Tennah la 12èmes Journées Internationales des Sciences Vétérinaires Filière des petits
ruminants en Algérie .P 20

143- **Trocello JM; Chappuis P; El balkhi S; Poupon J; Leyendecker A; Chaîne P;
Woimant F, (2010)**. Anomalies du métabolisme du cuivre chez l'adulte. La revue de
la médecine interne. 31. 750-756.

-U-

144- **Underwood N; Suttle F, (1999)**. Mineral Nutrition of Livestock. CAB
International.Université Claude Bernard- Lyon I .p87.

145- **USEPA (United States Environmental Protection Agency), (1988)**. Cadmium,
dans Reviews of environmental contamination and toxicology. Vol. 107. Springer-
Verlag. New York.

-V-

146- **Valko M; Morris H; and Cronin; M. T, (2005)**. Metals, toxicity and oxidative
stress. *Current medicinal chemistry* 12. 1161-208.

-W-

147- **Waalkes MP, (2000)**. Cadmium carcinogenesis in review. QRUI –*LRFKHP*.P 241-
244.

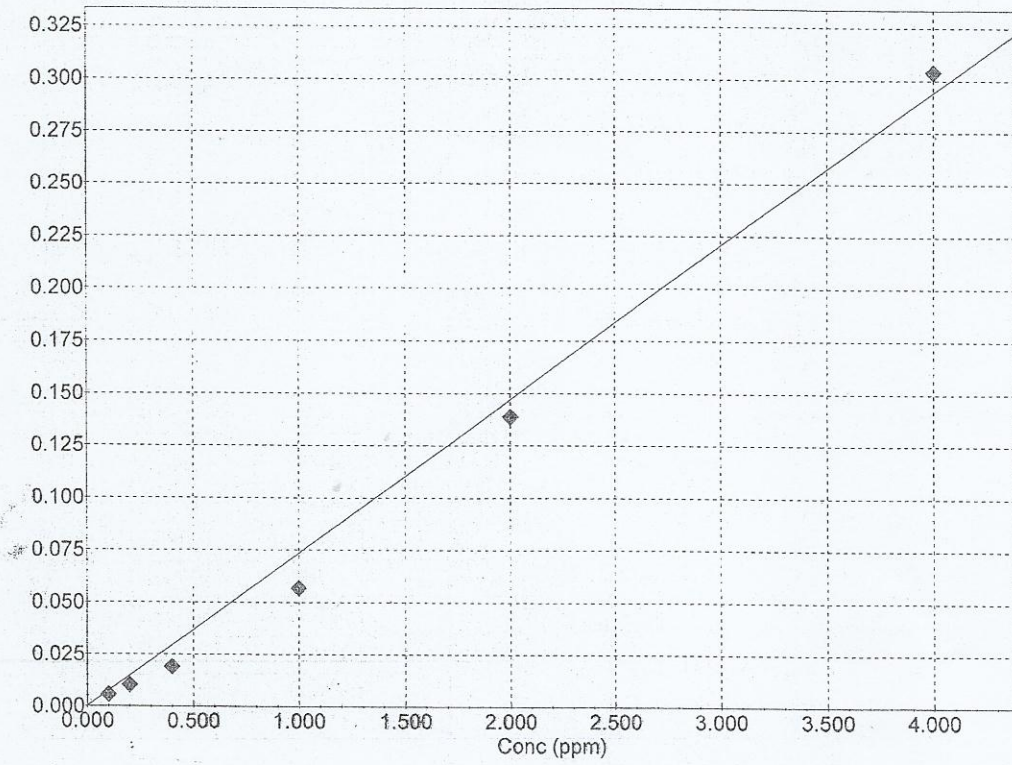
148- **Weiss DJ; Wardrop KJ, (2010)**. *Schalm's veterinary hematology*.

-Z-

149- **Zorrig W, (2010)**. Recherche et caractérisation de déterminants contrôlant
l'accumulation de cadmium chez la laitue "*Lactuca sativa*". thèse doctorat en
Physiologie végétale et biologie moléculaire. Université Tunis El Manar. p 15-20 et
24-29.

Annexes

Calibration Curve(Element:Cd:Flame C#:01)

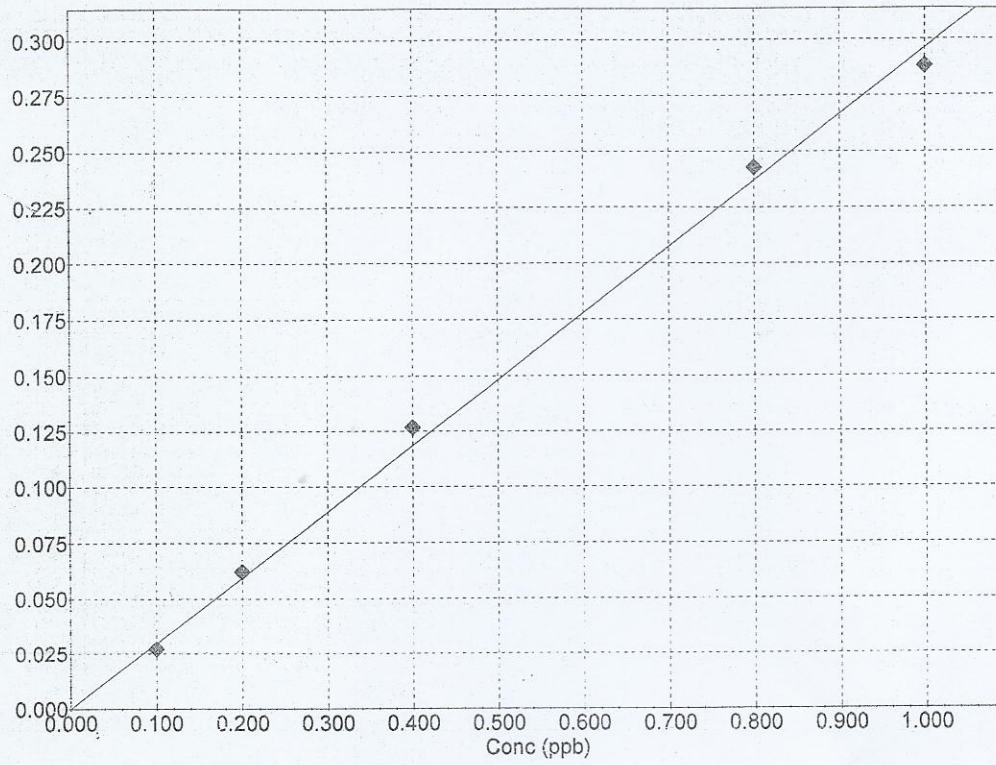


Abs=0.0735276Conc+ 0 r=0.9982

<u>CONC</u>
0.1000
0.2000
0.4000
1.0000
2.0000
4.0000

<u>ABS</u>
0.0054
0.0101
0.0189
0.0568
0.1387
0.3038

Calibration Curve(Element:Zn:Flame C#:01)

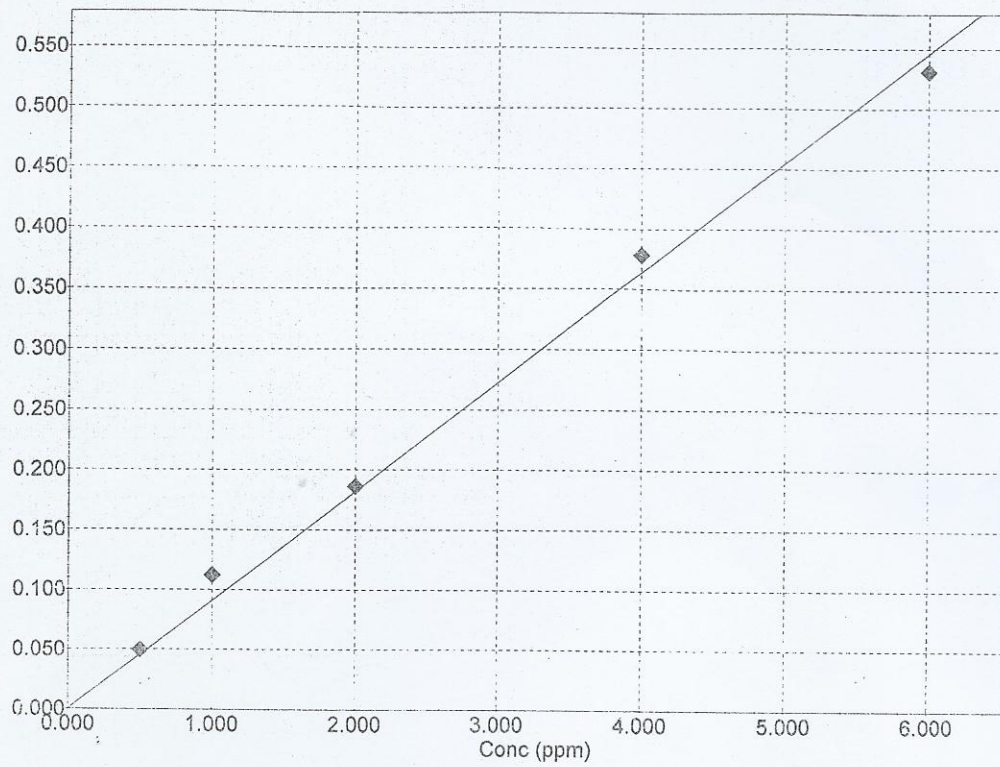


Abs=0.296211Conc+ 0 r=0.9985

<u>CONC</u>
0.1000
0.2000
0.4000
0.8000
1.0000

<u>ABS</u>
0.0271
0.0619
0.1266
0.2427
0.2881

Calibration Curve(Element:Cu:Flame C#:01)



<u>CONC</u>
0.5000
1.0000
2.0000
4.0000
6.0000

<u>ABS</u>
0.0495
0.1122
0.1862
0.3785
0.5310

Présenté par : Guembour Widad
Taleb Moufida

Encadreur : M^{me} Ouanas I

Date de soutenance : 04/07/2018

Thème

Evaluation de la teneur en ETM (Cd, Zn, Cu) et le taux de certains paramètres hématologiques chez la chèvre

Résumé

L'objectif de cette étude vise à évaluer les teneurs de quelques éléments traces métalliques tels le cadmium, le zinc et le cuivre et certains paramètres hématologiques (GB, GR, HB, HCT, VGM, LYM) et biochimiques (Bilirubine et Protéine totale) chez trois classes d'âge de chèvres dans la wilaya de Jijel.

Les résultats obtenus montrent des perturbations au niveau des paramètres hématologiques avec diminution des hématies et de l'hémoglobine selon l'âge. Tandis que la numération leucocytaire diminue d'une manière significative avec l'augmentation de l'âge.

Le dosage des éléments traces métalliques montre que la concentration du cadmium augmente avec l'âge. Alors que les oligoéléments (Zn, Cu) ont subi des variations considérables avec des différences dans les teneurs selon l'âge, d'où l'existence d'une relation de compétence entre le zinc et le cadmium.

Mots clés : éléments traces métalliques, paramètres hématologiques, chèvres, cadmium.

Summary

The objective of this study is to evaluate the levels of some trace metal elements such as cadmium, zinc and copper and some hematological parameters (GB, GR, HB, HCT, VGM, LYM) and biochemical parameters (Bilirubin and Total Protein). in three goats age classes of in the Jijel city.

The results obtained show disturbances in haematological parameters with reduction of red blood cells and hemoglobin according to age. While the leukocyte count decreases significantly with the increase in age.

The determination of metallic trace elements shows that the concentration of cadmium increases with age. While the trace elements (Zn, Cu) levels have undergone considerable variations with, hence the existence of a competence relationship between zinc and cadmium.

Key words: trace metals, hematological parameters, goats, cadmium.

ملخص

هدف من هذه الدراسة هو تقييم مستويات بعض المعادن النزرة مثل الكاديوم والزنك والنحاس وبعض المؤشرات الدموية (GB, GR, HB, HCT, VGM, LYM) وبعض المؤشرات البيوكيميائية (Bilirubine et Protéine totale) لدى ثلاث فئات عمرية من الماعز الموجودة في ولاية جيجل.

اظهرت النتائج المتحصل عليها اضطرابات في مستويات المؤشرات الدموية مع انخفاض عدد خلايا الدم الحمراء والهيموجلوبين حسب العمر. بينما يقل عدد كريات الدم البيضاء بشكل ملحوظ مع زيادة العمر.

اظهرت معايرة العناصر النزرة المعدنية أن تركيز الكاديوم يزداد مع تقدم العمر. في حين أن العناصر النزرة (Zn.Cu) قد خضعت لتغيرات كبيرة مع اختلاف الفئات العمرية، وبالتالي وجود علاقة تنافسية بين الزنك والكاديوم.

كلمات مفتاحية: المعادن النزرة، المؤشرات الدموية، الماعز، الكاديوم.