

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد الصديق بن يحيى جيجل

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 البيئة والعلوم
الفلاحية

Mémoire de fin d'études

Filière : Sciences Biologiques

Option : Toxicologie Fondamentale et Appliquée

Thème

*Variations des ETM (Cd,Zn et Cu), et de quelques
paramètres biochimiques selon l'âge et le sexe chez les ovins
Ouled Djellal.*

Membres du Jury :

Président : Mr FAR. Z

Examinatrice: Mme BALLI. N

Promotrice : Mme OUANAS. I

Présenté par :

DENAIB Maha.

ZAZOUA Yasmine.

Année Universitaire 2018-2019

Session Juillet 2019

Numéro d'ordre.....

Remerciements

Au terme de ce modeste travail nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage et la patience de réaliser ce travail.

Nous tenons à remercier sincèrement Madame OUANAS J., qui, en tant que promotrice de mémoire, s'est toujours montrée à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'elle a bien voulu nous consacrer.

Nous remercions aussi Monsieur FAR Z. qui nous a fait l'honneur de présider le jury. Ainsi que madame BALLI N, d'avoir accepté d'examiner notre travail.

En fin nous remercions les personnes qui nous ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire.

Dédicace

Je dédie ce travail en témoignage de mon profond amour, à celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, à ma mère...

Tes prières et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études.

A la mémoire de mon père, l'école de mon enfance, qui a été mon ombre, et qui a veillé tout au long à m'encourager et à me protéger qu'Allah l'accueille en son vaste paradis.

A mes oncles Sebti, Laïd et Khir-Eddine.

à mon frère Adam, A mes sœurs Ines, Hadil, Sandra et Suzane

A toutes mes cousines, à ma famille.

A toutes mes amies.

A tous les étudiants de la promotion 2018-2019 ; option toxicologie fondamentale et appliquée.

A tous ceux qui par un mot m'ont donné la force de continuer....

Maha

Dédicace

Je dédie ce travail en témoignage de mon profond amour, à celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, à ma mère...

A mon père, l'école de mon enfance, qui a été mon ombre durant toutes les années d'études, et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager et à me protéger.

Vos prières et votre bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études.

A mes deux frères Farek et Brahem, ma belle sœur Sarah, ma nièce Maria.

A toutes mes cousines, à ma famille.

A toutes mes amies.

A tous les étudiants de la promotion 2018-2019 ; option toxicologie fondamentale et appliquée.

A tous ceux qui par un mot m'ont donné la force de continuer....

Yasmine

Sommaire

Titre	page
Liste des abréviations.....	v
Liste des tableaux.....	vi
Liste des figures.....	viii
Liste des photos.....	ix
Introduction.....	1

1ère partie: synthèse bibliographique

Chapitre I : Ovins

I.1. classification des ovins	3
I.2. présentation de l'espèce ovine algérienne.....	3
I.3. Elevage ovin en Algérie.....	4
I.4. Effectif du cheptel ovin en Algérie	4
I.5. Races ovines principales en Algérie	5
I.5.1. Ouled Djellal	5
I.5.2. Rumbi.....	5
I.5.3. D'man ou Daman.....	6
I.5.4. Hamra.....	6
I.6. Impact de l'élevage ovin dans l'économie algérienne	7

Chapitre II : Eléments traces métalliques

II.1. Définition des ETM	8
II.2.Origines des ETM.....	8
II.2.1.Sources naturelles	8
II.2.2. Sources anthropiques	9
II.3. Rôle biologique des éléments traces métalliques	9
II.4.Transfert des éléments traces métalliques aux animaux.....	10
II.5.les métaux étudiés.....	11
II.5.1. Le cadmium	11
II.5.2. Zinc	13
II.5.3. Le cuivre	14

2ème partie: partie expérimentale

Chapitre I : matériel et méthodes

I.1. Présentation de la zone d'étude.....	16
I.2. Caractères climatiques de la wilaya de Mila.....	16
I.3. Situation géographique du site d'étude	16
I.3.1. Description de la ferme pilote « Amira Ahmed ».....	17
I.4. Collecte des échantillons.....	17
I.4.1. Choix des classes d'âge	17
I.4.2. Description de la race	17
I.4.3. Prélèvements sanguin.....	18
I.5. Dosages	19
I.5.1. Paramètres biochimiques	19
I.6. Analyse de la matière minérale par spectrophotomètre d'absorption atomique (SAA)	22
I.6.1. Préparation des échantillons (minéralisation)	22
I.6.2. Appareil (spectrophotomètre d'absorption atomique (SAA)).....	23
I.7. Analyse statistique des données.....	25
I.7.1. Comparaison des deux moyennes	25

Chapitre II : Résultats

II.1. Paramètres biochimiques	26
II.1.1. Effet de l'âge	26
II.1.1.1. Chez les mâles	26
II.1.1.2. Chez les femelles	30
II.1.2. Effet sexe	34
II.2. Les éléments traces métalliques	38
II.2.1. Chez les males	38
II.2.2. Chez les femelles :	41

Chapitre III : Discussion

III.1. Les paramètres biochimiques	48
III. 2. Eléments traces métalliques	51
Conclusion.....	55

Liste des abréviations

AREDS: Groupe de recherche sur les maladies oculaires liées à l'âge

ASBMB: Société américaine de biochimie et de biologie moléculaire

ANOVA : analyse de la variance

ATSDR : agence pour le registre des substances toxiques et des maladies

BD : bilirubine direct

BT : bilirubine totale

Ca : calcium

Cd : cadmium

Cm : centimètre

Cu : cuivre

EDTA : acide éthylène diamine tétra acétique

EFSA : European Food Safety Authority

ETM : éléments traces métalliques

Fe : fer

G : gramme

Ha : hectare

Kg : kilogramme

L : litre

Mn : manganèse

MT: métallothionine

NiCd: nickel-cadmium

Pb : plomb

Ppm : partie par million

RNRGA : Rapport national sur les ressources génétiques animales

SAA : Spectrophotomètre d'Absorption Atomique

t/an : tonne par an

Ug : microgramme

Zn : zinc

ZnCl₂ : chlorure de zinc

ZnS : sulfure de zinc

ZnSo₄ : sulfate de zinc

°C : degré Celsius

Liste des tableaux

tableau	Titre	pages
Tableau01	Classification du mouton <i>Ovis aries</i> .	3
Tableau02	Valeurs moyennes ($X \pm SD$) du calcium en fonction de l'âge chez les males (P seuil de signification).	26
Tableau03	Valeurs moyennes ($X \pm SD$) des protéines en fonction de l'âge chez les males (P seuil de signification).	27
Tableau04	Valeurs moyennes ($X \pm SD$) du cholestérol en fonction de l'âge chez les males (P seuil de signification).	28
Tableau05	Valeurs moyennes ($X \pm SD$) de la bilirubine en fonction de l'âge chez les males (P seuil de signification).	29
Tableau06	Valeurs moyennes ($X \pm SD$) du calcium en fonction de l'âge chez les femelles (P seuil de signification).	30
Tableau07	Valeurs moyennes ($X \pm SD$) des protéines en fonction de l'âge chez les femelles (P seuil de signification).	31
Tableau08	Valeurs moyennes ($X \pm SD$) du cholestérol en fonction de l'âge chez les femelles (P seuil de signification).	32
Tableau09	Valeurs moyennes ($X \pm SD$) de la bilirubine en fonction de l'âge chez les femelles (P seuil de signification).	33
Tableau10	Valeurs moyennes ($X \pm SD$) du calcium en fonction du sexe (P seuil de signification).	34
Tableau11	Valeurs moyennes ($X \pm SD$) des protéines en fonction du sexe (P seuil de signification).	35
Tableau12	Valeurs moyennes ($X \pm SD$) du cholestérol en fonction du sexe (P seuil de signification).	36
Tableau13	Valeurs moyennes ($X \pm SD$) de la bilirubine en fonction du sexe (P seuil de signification).	37
Tableau14	Valeurs moyennes ($X \pm SD$) du cadmium en fonction de l'âge chez les males (P seuil de signification).	38
Tableau15	Valeurs moyennes ($X \pm SD$) du cuivre en fonction de l'âge chez les males (P seuil de signification).	39
Tableau16	Valeurs moyennes ($X \pm SD$) du zinc en fonction de l'âge chez les males (P seuil de signification).	40

Tableau17	Valeurs moyennes ($X \pm SD$) du cadmium en fonction de l'âge chez les femelles (P seuil de signification).	41
Tableau18	Valeurs moyennes ($X \pm SD$) du cuivre en fonction de l'âge chez les femelles (P seuil de signification).	42
Tableau19	Valeurs moyennes ($X \pm SD$) du zinc en fonction de l'âge chez les femelles (P seuil de signification).	43
Tableau20	Valeurs moyennes ($X \pm SD$) du cadmium (ppm) en fonction du sexe (P seuil de signification).	44
Tableau21	Valeurs moyennes ($X \pm SD$) du cuivre (ppm) en fonction du sexe (P seuil de signification).	45
Tableau22	Valeurs moyennes ($X \pm SD$) du zinc (ppm) en fonction du sexe (P seuil de signification).	46

Liste des figures

figure	Titre	page
figure01	Cycle simplifié des éléments traces métalliques depuis les émissions jusqu'à exposition humaine.	10
figure 02	Situation géographique du site d'étude.	16
figure 03	Chemin suivi par la solution à analyser.	24
figure 04	Variations du calcium (mg/l) en fonction de l'âge chez les males.	27
figure 05	Variations des protéines (g/l) en fonction de l'âge chez les males.	28
figure 06	Variations du cholestérol (g/l) en fonction de l'âge chez les males.	29
figure 07	Variations de la bilirubine (mg/l) en fonction de l'âge chez les males.	30
figure 08	Variations du calcium (mg/l) en fonction de l'âge chez les femelles.	31
figure 09	Variations des protéines (g/l) en fonction de l'âge chez les femelles.	32
figure 10	Variations du cholestérol (g/l) en fonction de l'âge chez les femelles.	33
figure 11	Variations de la bilirubine (mg/l) en fonction de l'âge chez les femelles.	34
figure 12	Variations du calcium (mg/l) en fonction du sexe.	35
figure 13	Variations des protéines (g/l) en fonction du sexe.	36
figure 14	Variations du cholestérol (g/l) en fonction du sexe.	37
figure 15	Variations de la bilirubine (mg/l) en fonction du sexe.	38
figure 16	la teneur en cadmium (ppm) en fonction de l'âge chez les males.	39
figure 17	La teneur en cuivre (ppm) en fonction de l'âge chez les males.	40
figure 18	La teneur en zinc (ppm) en fonction de l'âge chez les males.	41
figure 19	La teneur en cadmium (ppm) en fonction de l'âge chez les femelles.	42
figure 20	La teneur en cuivre (ppm) en fonction de l'âge chez les femelles	43
figure 21	La teneur en zinc (ppm) en fonction de l'âge chez les femelles.	44
figure 22	La teneur en cadmium (ppm) en fonction du sexe.	45
figure 23	La teneur en cuivre (ppm) en fonction du sexe.	46
figure 24	La teneur en zinc (ppm) en fonction du sexe.	47

Liste des photos

photo	Titre	page
Photo 01	Photo des ovins de la race Ouled Djellal .	17
Photo 02	Prélèvement sanguin au niveau de la veine jugulaire.	18

En Algérie, l'élevage ovin compte parmi les activités agricoles les plus traditionnelles et occupe une place très importante dans le domaine de la production animale, et constitue le premier fournisseur de viande rouge du pays (**Bencherif, 2011**).

Le mouton présente des caractéristiques anatomiques et physiologiques cardio-vasculaires et respiratoires très proches de celles de l'homme qui en font un excellent modèle en chirurgie cardiaque (**Baudinfayolle, 2001**).

La race Ouled-Djellal encore appelée la race blanche est la plus importante race ovine algérienne, elle est exploitée pour la production de viande (**Dekhili et Agoune, 2005**).

Les indicateurs biochimiques sanguins sont généralement sélectionnés de façon à permettre la détection de grands déséquilibres alimentaires susceptibles d'entraîner des différentes pathologies (équilibre azote/énergie, statut minéral, fonctionnement hépatique) (**Poncet, 2002**).

Une vieille sagesse que les métaux sont indispensables à la vie. En effet, plusieurs d'entre eux, comme le sodium, le potassium et le calcium, sont facilement découverts dans la matière vivante. Cependant, le rôle des métaux et leur impact sur la vie sont restés largement cachés jusqu'à ce que la chimie inorganique et la chimie de coordination connaissent un regain prononcé dans les années 1950 (**Sigel et al., 2013**).

A la différence de la plupart des contaminants organiques, les métaux lourds sont des constituants naturels dans les roches et dans les gisements minéraux (**Callender, 2003**).

Ils 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% (**Mench et Baize, 2004**).

Les formes inorganiques ou agrégées de substances chimiques (métalloïdes, métaux lourds, etc.) présentes dans les aliments pour animaux et les denrées alimentaires représentent un risque grave à cause de leurs effets toxicologiques à long terme (**Liobet et al., 2003**). Les métaux lourds sont largement dispersés dans l'environnement, la toxicité induite par des niveaux excessifs de certains de ces éléments est bien connue (**Anastasio et al., 2006**).

Tout agent biologique chimique ou physique pouvant avoir un effet néfaste pour la santé constitue un danger. Ceci s'applique aux nombreux composés naturellement présents ou non dans les

produits végétaux ou animaux destinés à l'alimentation et, notamment, aux éléments en traces (**Mench et Baize, 2004**).

Ce travail a été réalisé dans l'optique de mettre en évidence l'état de santé des ovins de race Oueled-Djellal à partir de l'évaluation de la teneur en éléments en traces métalliques (Cd, Zn, Cu) et quelques paramètres biochimiques.

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 ovins 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.

I.1. Classification des ovins

Tableau 01 : classification du mouton *Ovis aries* (Marmet, 1971).

Règne	Animalia
Embranchement	Vertébrés
Classe	Mammifères
Sous classe	Mammifères ongulés
Ordre	Artiodactyle
Sous ordre	Ruminants
Famille	Bovidées
Sous famille	Ovidées
Genre	<i>Ovis</i>
Espèces	<i>aries</i>

I.2. Présentation de l'espèce ovine algérienne

Le mouton domestique (*Ovis aries*) descend du mouflon asiatique (*Ovis orientalis*); il existe plusieurs races qui représentent un large éventail de types et de couleurs de pelage, de tailles, de cornes et d'utilisations, bien qu'il existe une tendance à produire des races croisées, particulièrement pour l'engraissement. Beaucoup de races pures et anciennes sont en danger de disparition et sont classées comme races rares (Aspinall et Cappello, 2015).

Le mouton peut être décrit comme un animal polyvalent parce qu'il fournit de la laine, de la viande et du lait pour des milliers d'habitants. Depuis des années, c'est une espèce agricole importante. Le mouton a été l'une des premières espèces à être domestiquée par les humains au Moyen-Orient il y a environ 9000 ans. Ils ont peut-être été chassés à l'origine pour leur viande, puis raflés par des chiens et plus tard ont été gérés et gardés en troupeau. Les avantages de leur manteau ont été rapidement découverts, il apportait chaleur, isolation et résistance aux intempéries. Au fil des siècles, le mouton a également été utilisé pour fournir du lait à ses agneaux, puis plus tard aux humains (Aspinall et Cappello, 2015).

I.3. Elevage ovin en Algérie

En Algérie, l'élevage ovin constitue une véritable richesse nationale pouvant être appréciée à travers son effectif élevé par rapport aux autres spéculations animales et particulièrement par la multitude de races présentes, ce qui constitue un avantage et une garantie sûre pour le pays **(Dekhili, 2010)**.

Les populations ovines locales sont constamment soumises à l'adversité du milieu (rigueur du climat, contraintes alimentaires) et se caractérisent par une rusticité remarquable mais elles présentent des résultats de production hétérogènes et des caractéristiques morphologiques diverses qui semblent avoir une origine génétique différente **(Benyoucef et al., 2000)**.

L'élevage ovin occupe une place importante en Algérie. Outre sa contribution de plus de 50 % dans la production nationale de viandes rouges et de 10% à 15 % dans le produit intérieurs brut agricole, l'élevage ovin joue un rôle socioculturel important, il se pratique dans les différentes zones climatiques d'Algérie depuis la côte méditerranéenne jusqu'aux oasis du Sahara. Cette diversité pédoclimatique offre à l'Algérie une extraordinaire diversité de races ovines, avec huit races caractérisées par une rusticité remarquable, adaptée à leurs milieux respectifs. La race **Ouled Djellal** appelée la race Blanche, est considérée comme étant la plus importante race ovine algérienne **(Moula, 2018)**.

I.4. Effectif du cheptel ovin en Algérie

L'élevage des ruminants, principalement les quatre espèces: ovine, caprine, bovine et cameline, est un des secteurs clé de l'agriculture algérienne au sein duquel prédomine le volet « petits ruminants» **(Laoun, 2007)**.

Avec un cheptel avoisinant les 20 millions de têtes, ils occupent une place importante en Algérie **(Moula, 2013)**. Il est difficile de connaître avec précision l'effectif exact du cheptel ovin national, le système de son exploitation principalement nomade et traditionnel ne le permet pas. Les ovins sont répartis sur toute la partie du nord du pays, avec toutefois une plus forte concentration dans la steppe et les hautes plaines semi-arides céréalières (80% de l'effectif total); il existe aussi des populations au Sahara exploitant les ressources des oasis et des parcours désertiques **(RNRGA, 2003)**.

I.5. Principales races ovines en Algérie

I.5.1. Ouled Djellal

Avec 62,98% du cheptel ovin total, la race Ouled Djellal encore appelée la race Blanche est la plus importante race ovine algérienne. Elle est exploitée pour la production de viande. Le poids adulte peut atteindre 80 kg pour les béliers et 60 kg pour les brebis (**kechar, 2016**).

I.5.1.1. Caractéristiques physiques

- Couleur: Blanche sur l'ensemble du corps. La couleur paille clair existe cependant chez quelques moutons (brebis safra).
- Laine: Couvre tout le corps jusqu'aux genoux et aux jarrets pour les variétés du Hodna et de Chellala, le ventre et le dessous du cou sont nus pour une majorité des bêtes de la variété Ouled Djellal.
- Cornes: Moyennes spiralées, absentes chez la brebis, sauf quelques exceptions, surtout chez la variété Ouled Djellal.
- Forme: Bien proportionnée, taille élevée, la hauteur est égale à la longueur.
- Oreilles: Tombantes, moyenne, placées en haut de la tête.
- Queue: Fine de longueur moyenne.

Historiquement, elle aurait été introduite par les Ben-Hillal venus en Algérie au XI^{ème} siècle du Hidjaz Arabie en passant par la haute Egypte sous le khalifa des Fatimides. (**kechar, 2016**).

I.5.2. Rumbi

Considérée comme la plus lourde race ovine algérienne avec des poids avoisinant les 90 kg chez le bélier et 60 kg chez la brebis, elle est localisée exclusivement dans les régions de l'Ouarsenis et des Monts de Tiaret. Le Rumbi se singularise par sa robe chamoise et sa tête rouge à brunâtre. Aujourd'hui, la race représente 11,1% de cheptel national.

La légende dit que le mouton Rumbi est issu d'un croisement entre la Ouled-Djellal et le mouton du Djebel Amour parce qu'il a la conformation de la Ouled-Djellal et la couleur du Mouflon (**kechar, 2016**).

I.5.2.1. Caractéristiques physiques

- Couleur: Peau pigmentée de brun mais la laine est blanche. La tête du brun pâle ainsi que les pattes (couleur lièvre- Mouflon) sa laine couvre tout le corps jusqu'aux genoux et jarrets.
- Cornes: Spiralées, massives, les Oreilles moyennes tombantes.
- Queue: Mince et moyenne.
- Conformation: Bonne conformation, squelette massif, pattes très robustes ressemblant au mouflon, la corne des onglons est très dure (**Kechar, 2016**).

I.5.3. D'man ou Daman

Considérée comme la race la plus prolifique du Maghreb, la D'man (ou Daman) est originaire du Maroc. La race est répandue dans le Sud-Ouest algérien et le Sud-Est marocain. Son effectif en Algérie est estimé à 0,19% de l'effectif ovin national. Son poids varie de 30 à 45 kg chez les brebis et de 50 à 70 kg chez les béliers (**kechar, 2016**).

I.5.3.1. Caractéristiques physiques

- Couleur: Pigmentation variable, la tête et la toison peuvent être entièrement noires, brunes ou blanches ou bien présentent une juxtaposition de 2 ou 3 couleurs.
- Profil: Tête étroite, convexe chez les femelles plus nettement chez les mâles, avec un plissement de la peau sur le chanfrein. Cou long, mince et portant des pendeloques chez la brebis, rarement chez le bélier.
- Cornes: Absence de cornes chez les brebis comme chez les béliers. L'absence de cornes chez le mâle différencie la race D'man des autres races maghrébines.
- Oreilles: Longues tombantes, implantées bas derrière la tête.
- Queue: Mince (**kechar, 2016**).

I.5.4. Hamra

Une race originaire du Maroc est encore appelée Beni-Iguil. On la considère comme la meilleure race à viande en Algérie en raison de la finesse de son ossature et de la rondeur de ses lignes.

C'est une race très résistante au froid et aux vents glacés des steppes de l'Oranie. Son aire d'extension va du Chotte Ech-Chergui et de l'Atlas saharien au Maroc à l'est et les monts de Tlemcen et de Saïda à l'ouest (**kechar,2016**).

I.5.4.1. Caractéristiques physiques

- Couleur: Toison blanche, Tête brune foncée chez le mâle, légèrement claire chez la femelle (cette coloration s'étend jusqu'à l'arrière des cornes et à la mâchoire inférieure) et des pattes brunes. Les pattes et la tête sont dépourvues de laine.
- Profil: Busqué chez le mâle, légèrement busqué chez la femelle.
- Cornes: Régulières.
- Chanfrein: large, bien ouverte, blanc et striées de noir chez le mâle. La femelle est motte, avec un chanfrein droit.
- Queue: Fine et courte; elle ne dépasse pas la pointe des jarrets.
- Conformation: La race Hamra a une bonne conformation qui fait d'elle une des meilleures races à viande au Maghreb (**kechar, 2016**).

I.6. Impact de l'élevage ovin dans l'économie algérienne

L'élevage d'herbivores de la Méditerranée se caractérise par une présence particulièrement marquée des petits ruminants (**Boutonnet, 1998**).

Bien que le mouton est élevé en Algérie surtout pour sa viande, la laine occupe une place importante 25.000 quintaux /an, en industrie et artisanat et ceci malgré la production de la fibre synthétique (**Saidani et Kamli, 2016**). L'élevage ovin occupe ainsi une place importante sur le plan économique et social, sa contribution à l'économie nationale est importante dans la mesure où il représente un capitale de plus d'un milliard de dinars, c'est une source de revenu pour de nombreuses familles à l'échelle de plus de la moitié du pays (**Deghnouche, 2011**).

II.1. Définition des ETM

On appelle en général métaux lourds les éléments métalliques naturels, ou dans certains cas métalloïdes, les métaux caractérisés par une masse volumique élevée, supérieure à 5 grammes par cm^3 . Ils sont présents dans tous les compartiments de l'environnement, mais en général en quantités très faibles. Les éléments traces métalliques ont été ou sont encore utilisés dans de très nombreuses applications (industrielles, médicales, agricoles,...). Ces usages ont pu entraînés le relargage dans l'environnement d'une partie des quantités utilisées de certains de ces éléments. Or ces ETM peuvent présenter à la fois une importante persistance dans le milieu naturel et une toxicité et/ou écotoxicité avérée (**Gouzy et Ducos, 2008**).

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

Aujourd'hui, la présence des métaux lourds dans les substances comestibles pose un risque sanitaire globalement dû à leurs effets toxiques et mutagène même aux concentrations très basses (**Gupta et al., 2010**).

II.2.Origines des ETM

II.2.1.Sources naturelles

Les éléments traces métalliques (ETM) dans les sols proviennent en partie de l'altération de la roche-mère mais aussi de sources externes au sol : dépôts atmosphériques, épandages d'engrais et différentes activités humaines. Certains de ces éléments traces métalliques sont des oligo-éléments nécessaires pour la vie des plantes et des animaux. Mais en excès, ces métaux deviennent toxiques. Les éléments traces métalliques issus de l'altération des minéraux primaires sont redistribués sur et dans les minéraux secondaires, sur la matière organique des sols, et dans la solution du sol. Ces éléments traces métalliques peuvent aussi être prélevés par les plantes ou percoler vers les nappes phréatiques (**Baize et Tercé, 2002**).

II.2.2. Sources anthropiques

Les ETM proviennent aussi d'une source externe au sol, outre 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 rejets physiques concernent essentiellement le plomb, et dans une moindre mesure, le cadmium. Ils sont dus à deux phénomènes : d'une part, l'activité métallurgique et minière. Les principales substances exploitées sont le fer, le charbon, le talc, le phosphate, la potasse, l'antimoine, le plomb, le zinc, la fluorine, la barytine, le tungstène, l'uranium, l'or.
- D'autre part, les rejets sont liés au sort des produits en fin de vie, chargés en plomb. C'est le cas des batteries d'automobiles.
- Les rejets de mercure liquide sont beaucoup moins importants. Le mercure se retrouve toutefois dans les canalisations en sortie de sites d'utilisation (hôpitaux, cabinets dentaires).
- 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.
- Les rejets atmosphériques concernent tous les métaux et représentent des masses importantes qui se chiffrent par dizaines (mercure, arsenic, cadmium), par centaines (chrome) ou par milliers de tonnes (plomb).
- Fertilisation phosphatée (source principale d'apport de cadmium) (**Petit, 2007**).

II.3. Rôle biologique des éléments traces métalliques

Les métaux Mn, Fe, Cu et Zn, ainsi que le Se sont considérés comme des "oligo-éléments" en raison de leur caractère essentiel et de leur quantité très limitée chez les humains. Les activités biologiques de Cu, Fe, Mn et Se sont fortement associées à la présence d'électrons non appariés qui permettent leur participation aux réactions d'oxydoréduction. Dans les systèmes biologiques, ces métaux sont principalement liés aux protéines, formant des métalloprotéines. De nombreux métaux contenus dans les métalloprotéines font partie de systèmes enzymatiques, ont des fonctions structurales et de stockage, ou utilisent la protéine à transporter vers leur site cible dans l'organisme. Chez les humains, Mn, Fe, Cu, Zn, Se, accomplissent des fonctions décisives pour maintenir la santé humaine. Une carence en l'une ou l'autre de ces éléments traces entraîne des conditions pathologiques indésirables qui peuvent être évitées ou inversées par une supplémentation adéquate (**Fraga, 2005**).

II.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 alors d'ingestion de terre contaminée lorsque les animaux sont au pâturage (**figure 01**). 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 (**Ducrot et Meffre, 1996 cités par Petit, 2007**).

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**).

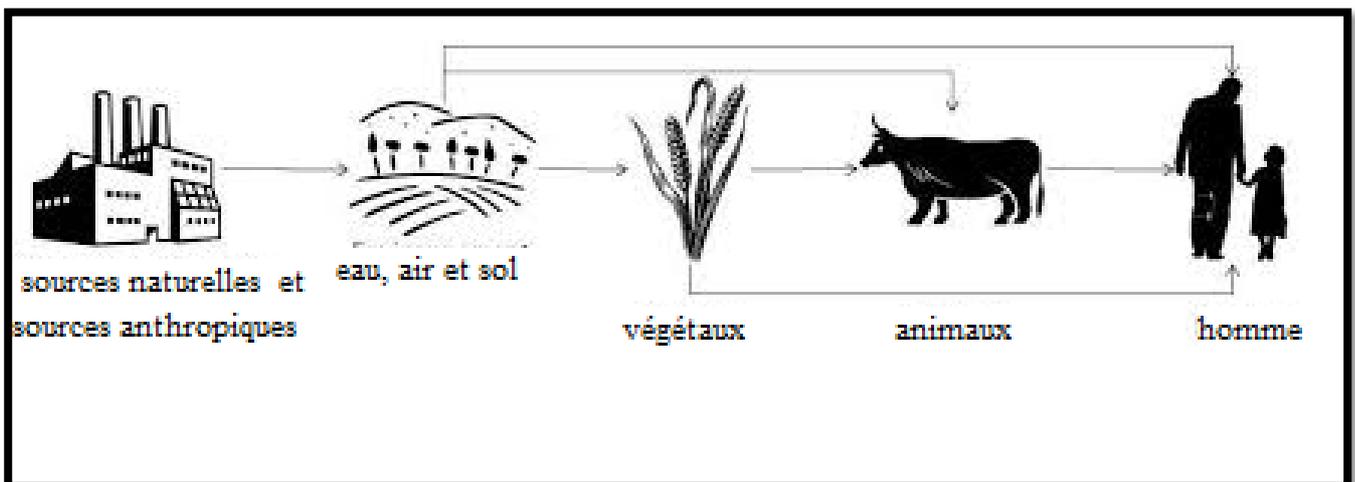


Figure 01 : Cycle simplifié des éléments traces métalliques depuis les émissions jusqu'à exposition humaine (**Gouzy et Ducos, 2008**).

II.5.les métaux étudiés

II.5.1. Le cadmium

II.5.1.1. Description

Dans le groupe 12 du système périodique des éléments chimiques, le cadmium se situe entre le zinc et le mercure. Il partage certaines propriétés avec l'élément essentiel zinc, son voisin de poids atomique inférieur, et avec l'élément toxique mercure, son voisin de poids atomique supérieur (Sigel *et al.*, 2013).

Il y a 0,1-0,5 ppm de cadmium dans la croûte terrestre. Le cadmium est utilisé comme pigment jaune/orange lorsqu'il est combiné avec des chalcogénures, comme agent anticorrosion dans l'acier, comme stabilisant plastique, comme matériau d'électrode dans les batteries NiCd et comme semi-conducteur dans les cellules solaires au chalcogénure de cadmium. Son exploitation minière, sa fusion et son utilisation industrielle ont augmenté la disponibilité dans l'environnement et les sources anthropiques sont les menaces les plus graves pour la santé humaine (Sigel *et al.*, 2013).

L'utilisation d'engrais phosphatés et de boues d'épuration, ainsi qu'un mauvais entretien des sols contribuent à la mobilisation du cadmium dans l'environnement et à son accumulation dans les cultures (Sigel *et al.*, 2013).

II.5.1.2. Propriétés physico-chimiques du cadmium

Le cadmium de numéro atomique 48, densité 8,6 g/mL, forme cristalline : hexagonal ; est un élément simple, il se trouve profondément sous la surface de la terre. C'est un élément très toxique, sa texture ressemble à celle d'un métal doux, et il est blanc bleuté, il a une température de fusion de 321°C et une température d'ébullition de 767°C (Nordberg *et al.*, 2007).

Le cadmium dans l'environnement est également toxique pour les plantes et les animaux, car c'est un élément persistant dans la nature, de sorte qu'il n'est pas facile à se décomposer en composés moins toxiques dans l'environnement (Nordberg *et al.*, 2007).

II.5.1.3. Cadmium dans l'environnement

Le cadmium est rejeté dans l'environnement par des sources naturelles et anthropiques. En raison de sa toxicité aiguë pour toutes les formes de vie et de son abondance relative, il existe une forte motivation pour comprendre les sources et la mobilité du cadmium dans l'environnement. Les mesures du Cd dans l'atmosphère, les eaux naturelles, la neige et la glace indiquent que les sources anthropiques dominent maintenant le cycle biogéochimique de l'élément et que la contamination est évidente même dans les régions les plus reculées du globe. On estime qu'à la fin des années 1980,

les mobilisations totales du cycle de vieillissement industriel et naturel du Cd dans la biosphère étaient respectivement de 24 000 t/an et 4,5 t/an, ce qui démontre la prédominance des rejets anthropiques (Nriagu, 1990).

II.5.1.4. Toxicocinétique du cadmium

Le cadmium pénètre dans la circulation systémique et est transporté dans les hématies, lié à des protéines appelées métallothionéines. Sa distribution s'effectue principalement en direction du foie et des reins qui accumulent le toxique, 50 à 70% du cadmium absorbé est contenu dans ces deux organes (INERIS, 2005). On note aussi une accumulation secondaire dans le pancréas, les glandes salivaires ou le système nerveux central. Il n'y a pas de passage Trans placentaire, les enfants naissent avec un niveau de cadmium proche de zéro.

Après une exposition courte, le foie et le rein présentent des concentrations équivalentes de toxique mais lors d'expositions plus prolongées, celle des reins est plus importante que celle du foie. Seule une petite part du cadmium est excrétée parce qu'il n'existe pas de mécanisme biochimique d'élimination mais aussi parce qu'il est réabsorbé dans les tubules. Sa demi-vie dans le corps peut dépasser les 10 ans et même atteindre 40 ans. Les faibles quantités excrétées (0,001%) sont essentiellement au niveau urinaire et fécal (Satarus et Moore, 2004).

II.5.1.5. Toxicité du cadmium

II.5.1.5.1. Effet du cadmium sur la cellule

L'exposition des cellules au cadmium peut perturber le contrôle physiologique de la dynamique de signalisation et entraîner des dysfonctionnements de signalisation cellulaire (Thévenod, 2003). Par exemple, le remplacement du Ca^{2+} par le Cd^{2+} dans les processus de signalisation cellulaire et le remplacement du Zn^{2+} dans de nombreuses enzymes et facteurs de transcription peuvent induire une expression génétique aberrante, entraînant une stimulation de la prolifération cellulaire ou la suppression de l'apoptose (Antonio *et al.*, 2013 ; Wang *et al.*, 2004). De plus, le Cd^{2+} exerce une activité inhibitrice sur les enzymes antioxydantes et la chaîne mitochondriale de transport d'électrons (wang *et al.*, 2004).

II.5.1.5.2. Toxicité du cadmium au niveau du rein

Les lésions rénales sont depuis longtemps décrites comme étant le principal problème des patients exposés de façon chronique au cadmium (Barbier *et al.*, 2005). Le cadmium atteint le rein sous forme de cadmium-métallothionéine (Cd-MT). Le Cd-MT est filtré dans le glomérule, puis réabsorbé dans le tubule proximal. Il reste ensuite dans les cellules tubulaires et constitue la majeure partie de la charge corporelle en cadmium. La quantité de cadmium dans les cellules du tubule rénal augmente au cours de la vie de chaque personne. L'augmentation de la charge de cadmium dans les

reins est également évoquée pour augmenter l'excrétion de calcium, ce qui entraîne un risque accru de calculs rénaux. Il a été démontré que l'excrétion urinaire de cadmium est en corrélation avec le degré de lésions rénales induites par le cadmium (**Godt *et al.*, 2006**).

II.5.1.6. Elimination du cadmium

L'accumulation considérable de Cd dans l'organisme liée à l'âge indique que seule une petite partie du Cd absorbé à partir d'une exposition à long terme à de faibles niveaux d'exposition sera excrétée. L'excrétion quotidienne qui se produit à travers les selles et l'urine ne contiennent qu'environ 0,01-0,02 % de la charge corporelle totale du Cd chez l'être humain (**Nordberg *et al.*, 2007**).

II.5.2. Zinc

II.5.2.1. Définition

Le zinc joue un rôle indispensable dans la vie. Il régule un grand nombre de fonctions protéiques, y compris les facteurs de transcription, les enzymes, les adaptateurs, les récepteurs et les facteurs de croissance comme facteur structurel ou catalytique. Récemment, une autre fonction du zinc a suscité beaucoup d'intérêt et d'attention en raison de son importance potentielle en tant que médiateur de signalisation (**Fukda *et al.*, 2014**).

Le zinc joue un rôle dynamique en tant que facteur de signalisation extracellulaire et intracellulaire, qui permet la communication entre les cellules de façon autocrine, paracrine ou endocrine, la conversion des stimuli extracellulaires en réponses intracellulaires et la régulation des diverses voies de signalisation intracellulaires. Ces fonctions du zinc sont reconnues comme étant la "signalisation du zinc", qui joue un rôle critique en physiologie, et donc leur déséquilibre peut causer une variété de problèmes de santé (**Fukda *et al.*, 2014**).

II.5.2.2. Propriétés physicochimiques du zinc

Le zinc est un solide blanc, cassant à froid, malléable et ductile entre 100 °C et 150 °C. C'est un métal réducteur amphotère. Assez électropositif, il est facilement attaqué par les acides, avec production d'hydrogène pour les acides non oxydants. Il déplace de leurs solutions salines les métaux moins électropositifs (cuivre, plomb, argent). À l'air humide, il se couvre d'une couche protectrice d'hydrocarbonate. L'oxyde ZnO est une poudre blanche, employée sous le nom de blanc de zinc (peintures, industrie du verre). Oxyde amphotère, il se combine aux acides pour donner des sels de zinc et aux alcalis pour donner des zincates.

Le chlorure ZnCl₂ est utilisé contre la putréfaction du bois ; le sulfure ZnS blanc, existe dans la nature sous forme de blende ; le sulfate ZnSO₄ est employé pour le traitement des eaux industrielles et dans l'industrie pharmaceutique (**Nordberg *et al.*, 2007**).

II.5.2.3. Zinc et cancer

Le zinc a été largement étudié pour son implication potentielle dans les maladies humaines. En raison de ses propriétés antioxydantes bénéfiques sur le système immunitaire et la croissance cellulaire, on croit que le zinc protège l'organisme contre les maladies liées au vieillissement telles que la dégénérescence maculaire liée au vieillissement (AREDS, 2001), pour accélérer la guérison des blessures (Lansdown *et al.*, 2007) et pour réduire la morbidité due aux rhumes (Science *et al.*, 2012) et aux gastroentérites (Walker et Black, 2010).

Les effets bénéfiques du zinc devraient généralement contribuer à réduire le risque de développer un cancer et peuvent constituer un agent de prévention du cancer par l'alimentation (Dhawan et Chadha, 2010 ; Ho, 2004 ; Prasad, 2009). Cette hypothèse est étayée par les données épidémiologiques selon lesquelles les concentrations sériques de zinc ont diminué chez les patients atteints de la plupart des types de cancer, y compris les carcinomes de la tête et du cou (Buntzel *et al.*, 2007), du sein (Arinola et Charles-Davies, 2008), du tube digestif (Boz *et al.*, 2005), de la vésicule biliaire (Gupta *et al.*, 2005) et du tractus génital féminin (Martin-Lagos *et al.*, 1997 ; Naidu *et al.*, 2007).

II.5.3. Le cuivre

II.5.3.1. Définition du cuivre

Le cuivre est un oligo-élément essentiel que l'on trouve dans tous les organismes vivants, pour les humains, les meilleures sources de nourriture végétale sont les graines, les noix et les haricots, et pour les animaux les meilleures sources sont les mollusques et le foie. L'eau potable peut contribuer aussi de manière significative à l'apport quotidien en cuivre en raison de l'utilisation répandue des tuyaux en cuivre (Massaro, 2002).

Le cuivre se classe au troisième rang pour l'abondance des éléments traces essentiels dans le corps humain, car l'être humain l'acquière à l'état de traces c'est-à-dire à de faibles concentrations (ASBMB, 2018). Le cuivre fait partie intégrante de nombreuses enzymes importantes impliquées dans un certain nombre de processus biologiques vitaux (Gaetke et Chow, 2003). Son absorption dépend de la quantité ingérée, de sa forme chimique, et la composition d'autres constituants alimentaires tels que le zinc, il est donc nécessaire de contrôler le transport du métal dans l'organisme (Nordberg *et al.*, 2007).

II.5.3.2. Propriétés physico-chimiques du cuivre

Le cuivre (Cu) à l'état pur est un métal brun rougeâtre à haute ductilité et malléabilité. Le poids atomique est de 63,54g / mole ; le numéro atomique est 29, la densité est de 8,94 g/cm³ et le point de fusion est de 1083°C avec un point d'ébullition de 2595°C. Le cuivre a deux isotopes stables,

Cu63 et Cu65 (Georgopoulos *et al.*, 2001). La solubilité dans l'eau du sulfate de cuivre Cu^{+2} est de 143 g/L à 0°C (Nordberg *et al.*, 2014).

II.5.3.3. Toxicité du cuivre

L'ingestion d'une grande quantité de sels de cuivre provoque des troubles gastro-intestinaux. Le premier symptôme à se manifester est la nausée, avec une augmentation de la déclaration à partir d'environ 4 mg/L de cuivre dans l'eau potable. Dans les cas graves, des effets systémiques, en particulier l'hémolyse, les lésions hépatiques et rénales, peuvent survenir (Nordberg *et al.*, 2007).

Le cuivre peut causer une irritation des voies respiratoires et une fièvre des fumées métalliques. Des modifications pulmonaires ont été attribuées au sulfate de cuivre, mais le rôle du cuivre n'a pas encore été pleinement expliqué (Nordberg *et al.*, 2007).

II.5.3.4. Distribution du cuivre

Le foie est le principal organe où est stocké le cuivre ; En raison de sa nature hautement réactive, le cuivre serait nocif s'il était présent sous forme d'ions libres dans les cellules, son absorption dans les hépatocytes est probablement méditée par les différents transporteurs de cuivre (Langner et Denk, 2004).

Les chaperons en cuivre ou bien transporteurs de cuivre sont très spécifiques à leurs cibles et ne peuvent pas se substituer les uns aux autres sur le plan fonctionnel. Chaque chaperon participe à l'administration de l'ion métallique à la molécule receveuse par un échange direct entre le donneur et le receveur (Elam *et al.*, 2002 ; Huffman et O'Halloran, 2001 ; O'Halloran et Culotta, 2000). Une fois le métal inséré dans la protéine cible, le chaperon est à nouveau disponible pour la livraison du métal, le cuivre va donc être excrété dans le sang (Langner et Denk, 2004).

II.5.3.5.Élimination du cuivre

Les données disponibles montrent que dans des conditions physiologiques normales, environ 98 % de l'excrétion de cuivre se fait par la bile et les 2 % restants sont dans l'urine c'est-à-dire que seules de faibles quantités de cuivre sont excrétées dans l'urine chez les sujets normaux, et que l'excrétion par la bile domine (Wijmenga et Klomp, 2004).

Ce travail a été réalisé afin de déterminer les concentrations de quelques paramètres biochimiques et la variation des éléments traces métalliques essentiellement le cadmium, le zinc et le cuivre chez des ovins de la race Ouled Djallel au niveau de la ferme pilote « **Amira Ahmed** » dans la wilaya de Mila.

I.1. Présentation de la zone d'étude

La wilaya de Mila située au Nord-Est du pays, limitée au Nord par la wilaya de Jijel, à l'Ouest par Sétif, à l'Est par Constantine et Skikda, et au Sud par Batna. La wilaya de Mila s'étend sur une superficie de 3 481 km² (**Figure 02**).

Le patrimoine forestier de la wilaya de Mila couvre plus de 33.394 Hectares, elle dispose d'un potentiel important en terres et l'élevage occupe une place importante dans l'activité agricole (**Aniref, 2011**).

I.2. Caractères climatiques de la wilaya de Mila

La wilaya de Mila est régie par trois microclimats, calqués sur l'agencement des trois grands ensembles morphologiques.

- Humide, pour les reliefs montagneux du Nord et de la partie médiane, qui s'étend de Bouhatem à Ain Tine.
- Semi-aride à sub humide, pour la partie médiane de la wilaya (dépression et ses versants).
- Semi-aride, pour les « hautes plaines » (**ANDI, 2013**).

1.3. Situation géographique du site d'étude



Figure 02 : Situation géographique du site d'étude (Google earth).

I.3.1. Description de la ferme pilote « Amira Ahmed »

La ferme pilote « Amira Ahmed » a été nommée d'après le martyr Amira Aras de la wilaya de Mila, elle fait partie des cinq principales fermes pilotes qui existent dans la wilaya de Mila, cette ferme a été créée en 1982.

La superficie totale de l'exploitation est estimée à 1304 ha. Cette institution est engagée dans plusieurs activités, dont l'élevage ovin et la production végétale.

La ferme compte un effectif de 800 têtes (brebis, béliers, agneaux...) c'est ce qu'il lui a permis de figurer parmi les fermes les plus importantes de la wilaya.

I.4. Collecte des échantillons

I.4.1. Choix des classes d'âge

Les animaux de notre étude proviennent de la population ovine de la race **Ouled Djallel**. L'étude s'est déroulée dans la **ferme pilote Amira Ahmed**, elle a été portée sur un effectif de 23 têtes ; les animaux sont répartis en 3 classes d'âge :

1 ère classe : de 6 à 12 mois.

2ème classe : de 12 à 24 mois.

3ème classe : au-delà de 24 mois.

1.4.2. Description de la race

C'est une race entièrement blanche, à laine et queue fine, à taille haute et pattes longues, apte pour la marche. Elle craint cependant les grands froids. C'est une excellente race à viande) (**Chellig, 1992**) (**Photo1**).



Photo 1: Photo des ovins de la race **Ouled Djellal**.

I.4.3. Prélèvements sanguins

Les prélèvements sanguins ont été effectués le mois d'Avril avant la prise alimentaire.

À l'aide d'une aiguille pour prélèvement sanguin à usage unique stérile, prélever environ 5 ml de sang entier par ponction de la veine jugulaire en exerçant une compression avec la main au site de ponction (**Photo 2**). Mais tout d'abord il faut étiqueter et numéroter les tubes pour faciliter la gestion des échantillons au laboratoire.

Le sang prélevé a été divisé dans 2 tubes le premier est un tube sec le deuxième avec EDTA ; Le sang des tubes secs a été transporté et centrifugé deux fois de suite à 5000 tours/min pendant 10 minutes. Les sérums ont été recueillis à l'aide de pipettes munies d'embouts changés à chaque prélèvement puis congelés jusqu'au moment d'analyses. Quant au sang prélevé sur EDTA il est réservé pour le dosage des ETM.



Photo 2: Prélèvement sanguin au niveau de la veine jugulaire.

I.5. Dosages

I.5.1. Paramètres biochimiques

Les dosages des paramètres biochimiques ont été réalisés au niveau du laboratoire de l'hôpital de Jijel Mohammed Seddik Ben Yahia.

I.5.1.1. Calcémie

- **Principe**

En milieu alcalin, le 0-crésolphtaléine complexon ou CPC réagit avec les ions calcium pour former un complexe coloré rouge foncé dont l'absorbance mesurée à 570 nm, est proportionnelle à la concentration en calcium dans le spécimen (**Moorehead et Briggs, 1974**).

- **Réactifs**

Réactif couleur calcium (A): complexe o-crésolphtaléine 0,14mM, 8-hydroxyquinoléine 13mM.

Tampon de calcium : diéthylamide 363 mM, potassium cyanure 2mM , ingrédients non réactifs, et stabilisants dans les réactifs A et B.

Étalon de calcium : carbonate de calcium dans de l'acide chlorhydrique dilué (10 mg/dl).

- **Mode opératoire**

Longueur d'onde : 570 nm

Température : 37°C

	Blanc	Étalon	Echantillon
Eau distillée (µl)	10	–	–
Étalon de calcium (µl)	–	10	–
Echantillon (µl)	–	–	10
Réactif (A) (ml)	1	1	1

➤ Incuber les tubes pendant 2 minutes à température ambiante.

- **Calculs**

$C \text{ échantillon} = \text{Abs}(\text{Essais}) / \text{Abs}(\text{Etalon}) \times \text{Concentration de l'Etalon}$

I.5.1.2. Protéines totales

- **Principe**

La protéine présente dans l'échantillon réagit avec les ions cuivre (Cu^{2+}) en milieu alcalin pour donner un complexe colore quantifiable par spectrophotomètre (**Gornall *et al.*, 1949**).

- **Réactifs**

Réactif A: acétate de cuivre (Cu^{+2}) 6mmol, iodure de potassium 12, hydroxyde de sodium 1.15 mol/l, détergent.

Etalon S: étalon de protéine, albumine bovine

- **Mode opératoire**

➤ Pipeter dans les tubes à essais

	Blanc	Etalon	Echantillon
Eau distillée (µl)	20	–	–
Etalon de protéine (S) (µl)	–	20	–
Echantillon (µl)	–	–	20
Réactif (A) (ml)	1	1	1

➤ Bien agiter et incuber les tubes pendant 10 minutes à température ambiante.

➤ Lire l'absorbance (A) de l'étalon et de l'échantillon face au blanc à 545 nm. La couleur est stable au moins 2 heures.

- **Calculs**

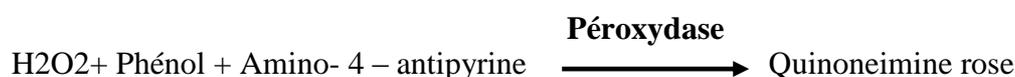
$A \text{ (échantillon)} / A \text{ (étalon)} \times C \text{ étalon} = C \text{ échantillon.}$

I.5.1.3. Cholestérol

- **Principe**

Le cholestérol est mesuré après hydrolyse enzymatique puis oxydation. L'indicateur quinoneimine est formé à partir du peroxyde d'hydrogène et de l' amino 4 antipyrines en présence de phénol et de peroxydase.

La détermination enzymatique est selon les réactions suivantes :



La quantité de quinoneimine formée est proportionnelle à la concentration de cholestérol (**Trinder, 1969**).

- **Réactifs**

Réactif R : tampon pipes 50 mmol/l, phénol 24 mmol/l, cholâtes de sodium 5 mmol/l, amino-4-antipyrine 0.5mmol/l, cholestérol estérase, cholestérol oxydase, peroxydase, acide de sodium.

- **Mode opératoire**

Longueur d'onde : 505 nm

Température : 37°C

Lire contre le blanc réactif

	Blanc	Calibration	Dosage
Réactif R (µl)	100	100	100
Eau distillée (µl)	10	–	–
Calibrant (µl)	–	10	–
Echantillon (µl)	–	–	10

➤ Mélanger et incuber exactement 4 minutes et 30 secondes puis lire l'absorbance (A).

- **Calculs**

n = concentration du calibrant

Cholestérol = [(A) échantillon/(A) calibrant] x n

I.5.1.4. Bilirubine totale

- **Principe**

L'acide sulfanilique réagit avec le nitrite de sodium pour donner de l'acide sulfanilique diazoté. En présence de diméthyl sulfoxyde (DMSO), la bilirubine totale se couple avec l'acide sulfanilique diazoté pour donner l'azobilirubine. Le dosage de la bilirubine direct se fait en l'absence de DMSO (Walters *et al.*, 1970).

- **Réactifs**

R1(D) : acide sulfanilique 30mmol/l, acide hydrochlorique (HCL) 150mmol/l.

R2(T) : acide sulfanilique 30mmol/l, acide hydrochlorique (HCL)150mmol/l, diméthylsulfoxyde 7mmol/l.

R3 : nitrite de sodium 20mmol/l.

- **Mode opératoire**

Longueur d'onde : 555 nm

Température : 37 °C

	Blanc	B totale	blanc	B direct
R1 (D) (ml)	–	–	1	1
R2 (T) (ml)	1	1	–	–
R3 (µl)	–	50	–	50
Echantillon (µl)	50	50	50	50

➤ Mélanger et incuber exactement 5 minutes à 37°C et lire l'absorbance (A).

- **Calculs (B.Totale et B.Direct)**

$F = (\text{conc. B.Totale ou directe}) \text{ étalon} / \text{abs (étalon)} - \text{abs (blanc étalon)}$

$[\text{B.T ou B.D}] = [\text{abs (A) échantillon} / \text{abs (A) étalon}] \times [\text{conc.étalon}]$

$[\text{B.T ou B.D}] = \text{abs (A) échantillon} \times F$

I.6. Analyse de la matière minérale par spectrophotomètre d'absorption atomique (SAA)

I.6.1. Préparation des échantillons (minéralisation)

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

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

- ✓ Dans un tube de polypropylène de 50 ml, 2 ml de sang total est ajouté avec 5ml d'acide nitrique à 65%, puis les tubes sont fermés avec le bouchon à vis.
- ✓ Après 12 heures à température ambiante, les bouchons des tubes ont été dévissés, puis placés Dans un bain de sable à 90⁰C pendant 3 heures, sous une hotte aspirante, jusqu'à ce que le liquide reste jaune clair et que l'atmosphère du tube se remplisse de fumées blanches.

Enfin le volume doit être ajusté avec 20 ml d'eau bi distillée.

- ✓ Tous les échantillons ont été filtrés avec du papier filtre.
- ✓ Après la filtration la lecture des résultats doit être effectuée sur spectrophotomètre d'absorption atomique (SAA) (OIV, 2003).

I.6.2. Appareil (Spectrophotomètre d'absorption atomique avec flamme (SAA))

I.6.2.1. Principe

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 03).

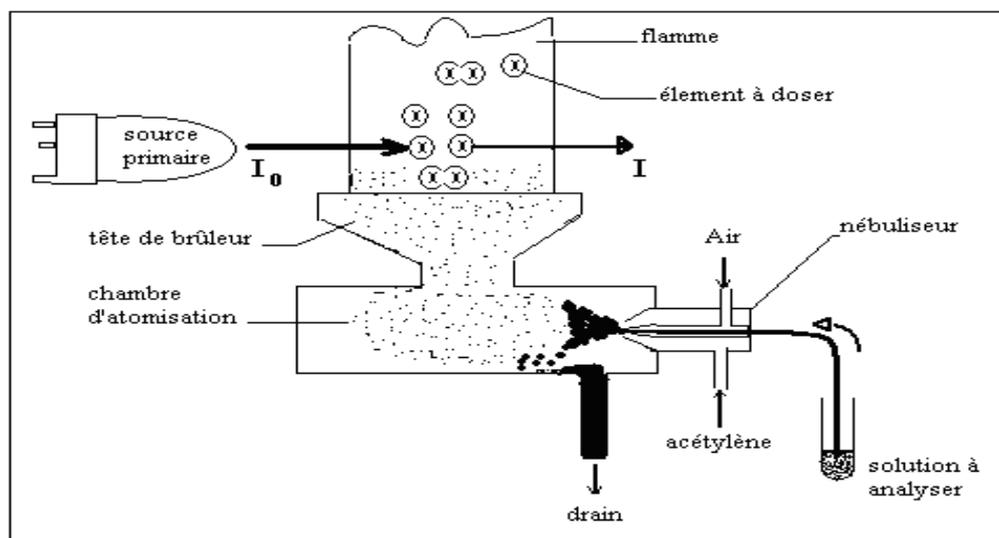


Figure 03 : Chemin suivi par la solution à analyser (OIML, 1991).

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.7. Analyse statistique des données

1.7.1. Comparaison des deux moyennes

Les résultats expérimentaux sont exprimés sous forme de moyennes arithmétiques, accompagnées de l'erreur standard ($X \pm SD$).

✓ Test t de Student

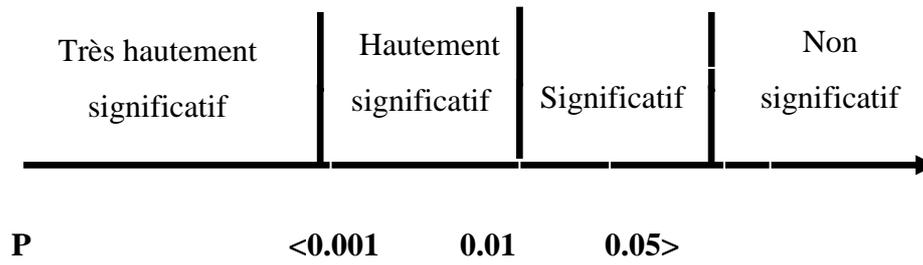
La comparaison des moyennes est réalisée à l'aide du test **t de Student** Pour étudié l'effet âge et sexe grâce au logiciel EXCEL pour la détermination des taux de signification. Les valeurs de $p < 0.05$ sont considérées statistiquement significatives.

✓ Analyse de la variance

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

- Le seuil de signification

Le seuil de signification est représenté comme suit :



* : Significatif

** : Hautement significatif

*** : Très hautement significatif

II.1. Paramètres biochimiques

II.1.1. Effet de l'âge

II.1.1.1. Chez les mâles

Les résultats des paramètres biochimiques effectués chez les mâles selon l'effet âge sont indiqués dans les **tableaux (02, 03, 04, 05)** et représentés graphiquement dans les **figures (04, 05, 06, 07)**.

II.1.1.1.1. Calcium

Tableau 02 : Valeurs moyennes ($X \pm SD$) du calcium en fonction de l'âge chez les mâles (P seuil de signification).

Paramètre	Classe 1 (n=4)	Classe 2 (n=4)	Classe 3 (n=3)	P (ANOVA)
Calcium (mg/l)	100.5±5.19	85.75±10.43	94±4	0.06 NS
P (t Student)	P1 : 0.04 ^a	P2 : 0.2 NS	P3:0.12NS	

P1 : entre la classe 1 et 2 ; **P2** : entre la classe 2 et 3 ; **P3** : entre la classe 1 et 3

NS : Non significative.

P (t de Student) ; a : $P \leq 0.05$ significative.

Les résultats obtenus montrent une variation dans la concentration du calcium, on remarque que la concentration est plus élevée chez les agneaux de la première classe suivie par la troisième puis la deuxième classe.

Le test t de Student révèle une différence significative ($p \leq 0.05$) entre la première et la deuxième classe.

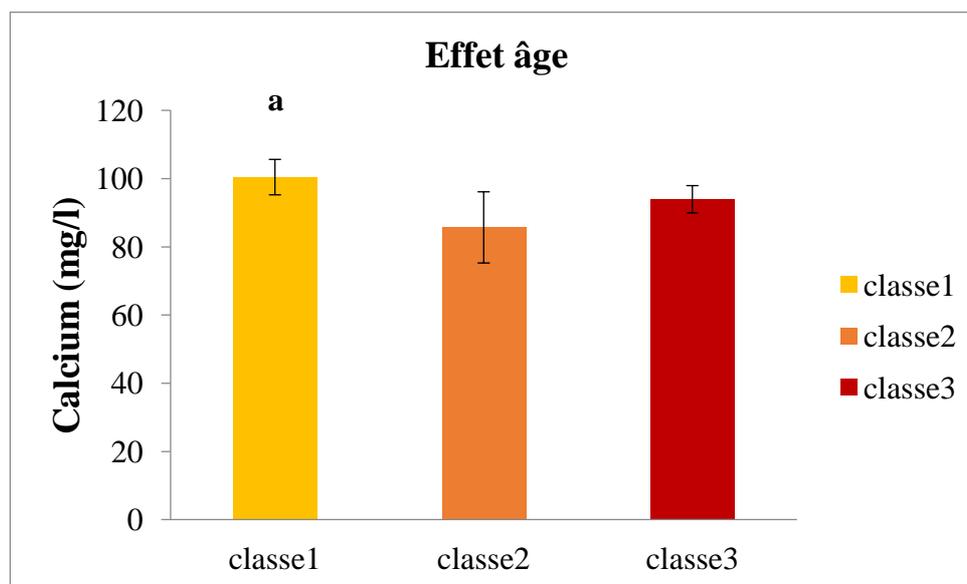


Figure 04 : Variations du calcium (mg/l) en fonction de l'âge chez les males.

II.1.1.1.2. Protéines

Tableau 03 : Valeurs moyennes ($X \pm SD$) des protéines en fonction de l'âge chez les males (seuil de signification).

Paramètre	Classe 1 (n=4)	Classe 2 (n=4)	Classe 3 (n=3)	P (ANOVA)
Protéines (g/l)	63.75±3.40	64.5±5.97	79.66±3.21	0.003**
P t Student	P1: 0.83 NS	P2: 0.007 ^b	P3: 0.001 ^b	

P1 : entre la classe 1 et 2 ; **P2 :** entre la classe 2 et 3 ; **P3 :** entre la classe 1 et 3

NS : Non significative.

P (ANOVA) ; ** $p \leq 0.01$: hautement significative.

P (t de Student) ; b : $P \leq 0.01$ hautement significative.

La teneur en protéines chez les béliers de la troisième classe est la plus élevée tandis que les concentrations de la première et la deuxième classe sont rapprochées. L'analyse de la variance et le test t de Student révèlent qu'il existe une différence hautement significative ($p \leq 0.01$).

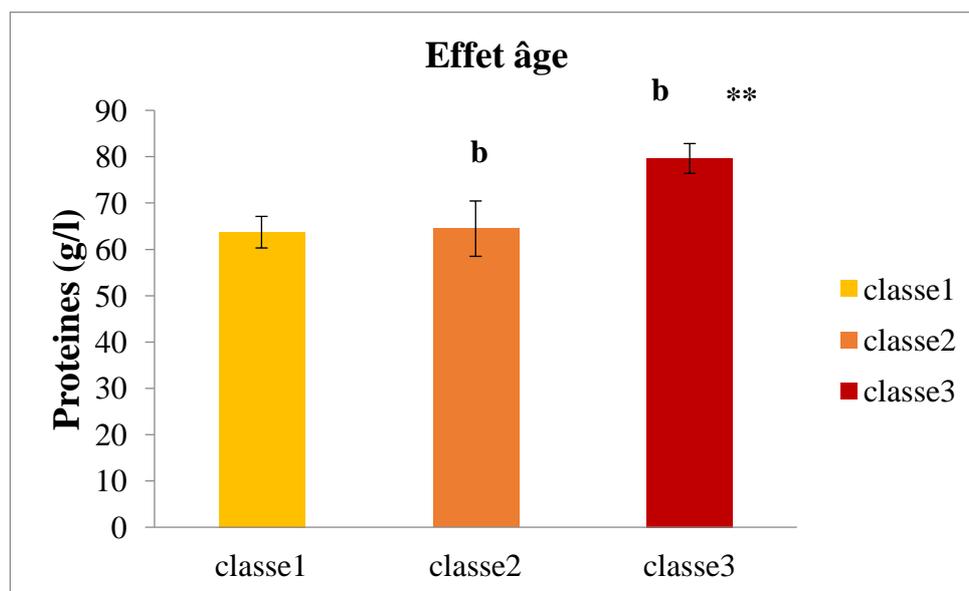


Figure 05 : Variations des protéines (g/l) en fonction de l'âge chez les males.

II.1.1.1.3. Cholestérol

Tableau 04 : Valeurs moyennes ($X \pm SD$) du cholestérol en fonction de l'âge chez les males (P seuil de signification).

Paramètre	Classe 1 (n=4)	Classe 2 (n=4)	Classe 3 (n=3)	P (ANOVA)
Cholestérol (g/l)	0.5±0.04	0.61±0.11	0.71±0.16	0.09NS
P t Student	P1: 0.13 NS	P2: 0.41 NS	P3: 0.16 NS	

P1 : entre la classe 1 et 2 ; **P2 :** entre la classe 2 et 3 ; **P3 :** entre la classe 1 et 3

NS : Non significative.

On remarque qu'il y a une augmentation dans la concentration du cholestérol allant de la première jusqu'à la troisième classe, cependant l'analyse statistique ne montre aucune différence significative entre les trois classes étudiées.

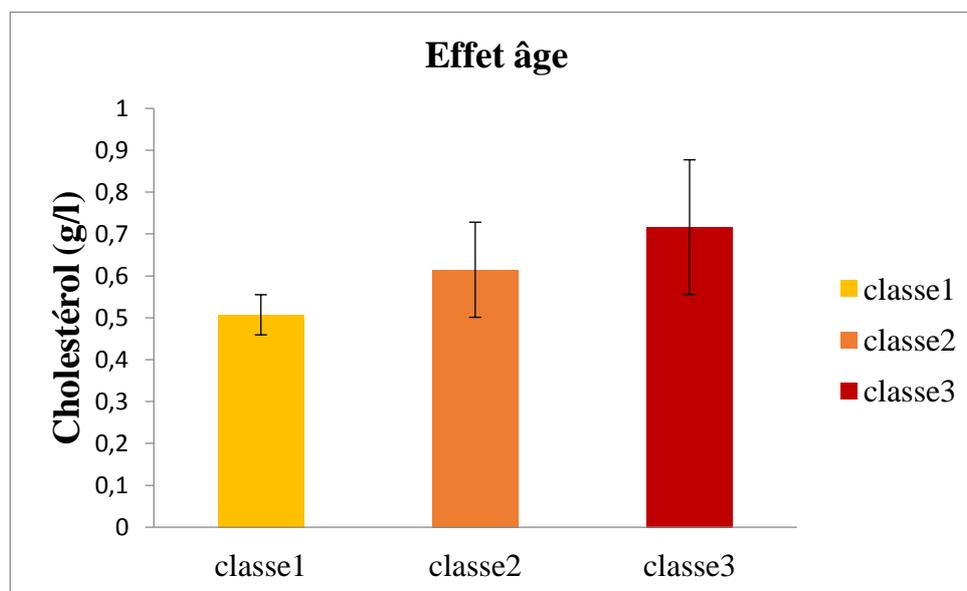


Figure 06: Variations du cholestérol (g/l) en fonction de l'âge chez les males.

II.1.1.1.4. Bilirubine

Tableau 05 : Valeurs moyennes ($X \pm SD$) de la bilirubine en fonction de l'âge chez les males (P seuil de signification).

Paramètre	Classe 1 (n=4)	Classe 2 (n=4)	Classe 3 (n=3)	P (ANOVA)
Bilirubine (mg/l)	1.75±0.5	2.25±1.25	2.5±0.5	0.52 NS
P t Student	P1 : 0.48 NS	P2 : 0.007 ^b	P3: 0.12 NS	

P1 : entre la classe 1 et 2 ; P3 : entre la classe 2 et 3 ; P4 : entre la classe 1 et 3.

NS : Non significative.

P (t de Student) ; b : $p \leq 0.01$: hautement significative.

Les résultats obtenues montrent qu'il y'a une légère augmentation allant de la première vers la troisième classe, l'analyse de la variance ne signale aucune différence significative entre les trois classes. Tandis que le test t de Student révèle une différence hautement significative ($p \leq 0.01$) entre la deuxième et la troisième classe.

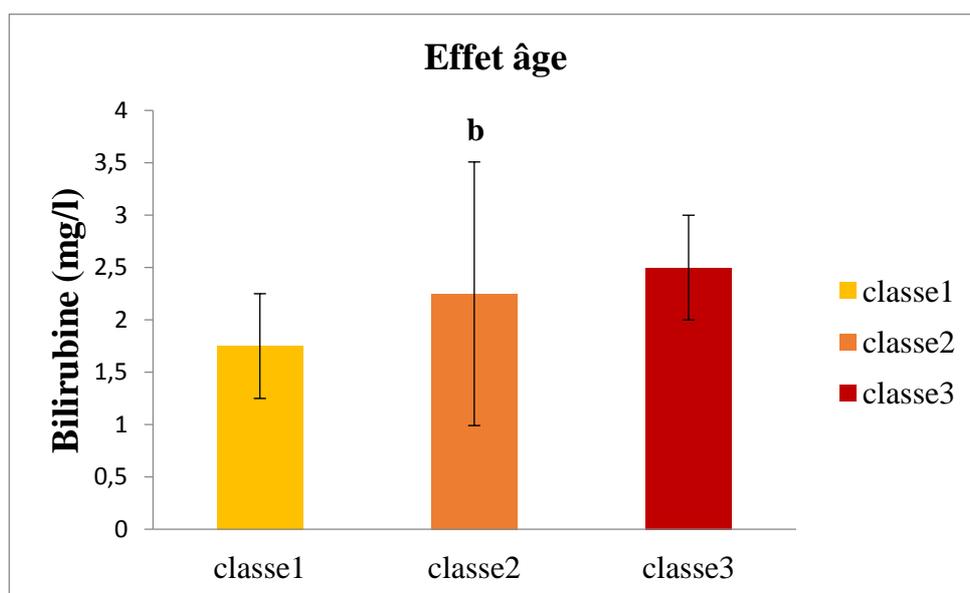


Figure 07: Variations de la bilirubine (mg/l) en fonction de l'âge chez les males.

II.1.1.2. Chez les femelles

Chez les brebis les valeurs relatives des teneurs sériques des paramètres biochimiques durant cette étude sont présentées dans les **tableaux (06, 07, 08, 09)** et représentées graphiquement dans les **figures (08, 09, 10, 11)**.

II.1.1.2.1. Calcium

Tableau 06 : Valeurs moyennes ($X \pm SD$) du calcium en fonction de l'âge chez les femelles (P seuil de signification).

Paramètres	Classe 1 (n=4)	Classe 2 (n=4)	Classe 3 (n=4)	P (ANOVA)
Calcium (mg/l)	91.5 ±9.39	91.25 ±8.57	85 ±7.78	0.50NS
P t.student	P1:0.96 NS	P2:0.32 NS	P3:0.32 NS	

P1 : entre la classe 1 et 2 ; P2 : entre la classe 2 et 3 ; P3 : entre la classe 1 et 3

NS: non significative.

Les résultats indiquent que les concentrations du calcium sont rapprochées entre la première et la deuxième classe. L'ANOVA à un facteur et le test t de Student ne signalent aucune différence significative entre les trois classes.

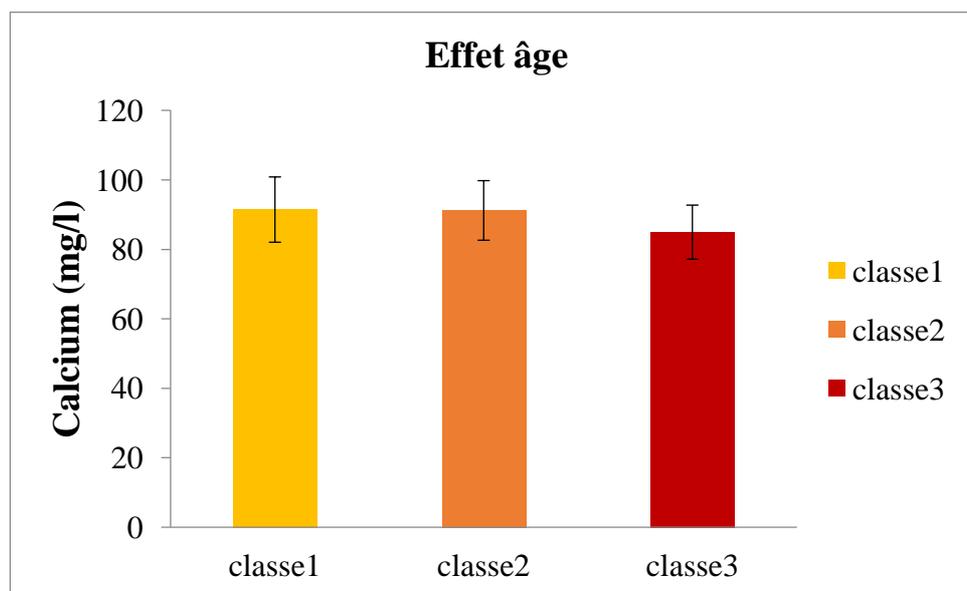


Figure 08 : Variations du calcium (mg/l) en fonction de l'âge chez les femelles.

II.1.1.2.2. protéines

Tableau 07 : Valeurs moyennes ($X \pm SD$) des protéines en fonction de l'âge chez les femelles (P seuil de signification).

Paramètres	Classe 1 (n=4)	Classe 2 (n=4)	Classe 3 (n=4)	P(ANOVA)
Protéines (g/l)	66 ± 1.63	62,75 ± 2.87	64.75 ± 7.27	0.61 NS
P t. student	P1: 0.09NS	P2: 0.62 NS	P3: 0.74NS	

P1 : entre la classe 1 et 2 ; P2 : entre la classe 2 et 3 ; P3 : entre la classe 1 et 3

NS : Non significative.

On remarque que la concentration des protéines chez les agnelles de la première classe est élevée suivie par la troisième puis la deuxième classe, tandis que l'analyse statistique ne montre aucune différence significative.

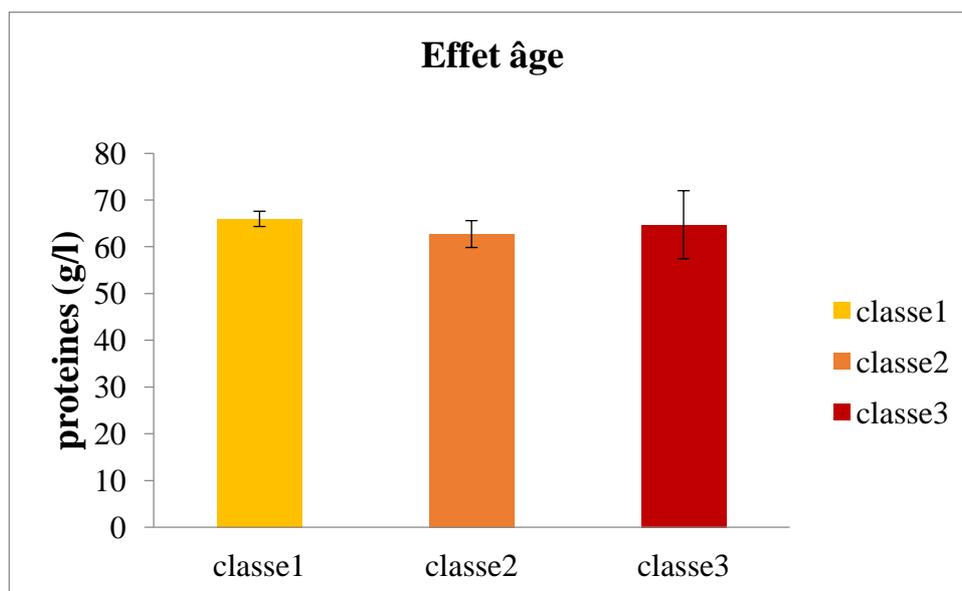


Figure 09 : Variations des protéines (g/l) en fonction de l'âge chez les femelles.

II.1.1.2.3. Cholestérol

Tableau 08 : Valeurs moyennes ($X \pm SD$) du cholestérol en fonction de l'âge chez les femelles (P seuil de signification).

Paramètres	Classe1 (n=4)	Classe2 (n=4)	Classe3 (n=4)	P(ANOVA)
Cholesterol(g/l)	0.77±0.12	0.58±0.09	0.70±0.06	0.06NS
P t.student	P1: 0.05 ^a	P2: 0.08NS	P3:0.34 NS	

P1 : entre la classe 1 et 2 ; **P2** : entre la classe 2 et 3 ; **P3** : entre la classe 1 et 3

NS : Non significative.

P (t de Student) ; a : $p \leq 0.05$: différence significative.

Les résultats obtenus montrent que le taux du cholestérol est élevé chez la première et la troisième classe par rapport à la deuxième classe. Le test t de student révèle une différence significative ($p \leq 0.05$) entre la première et la deuxième classe.

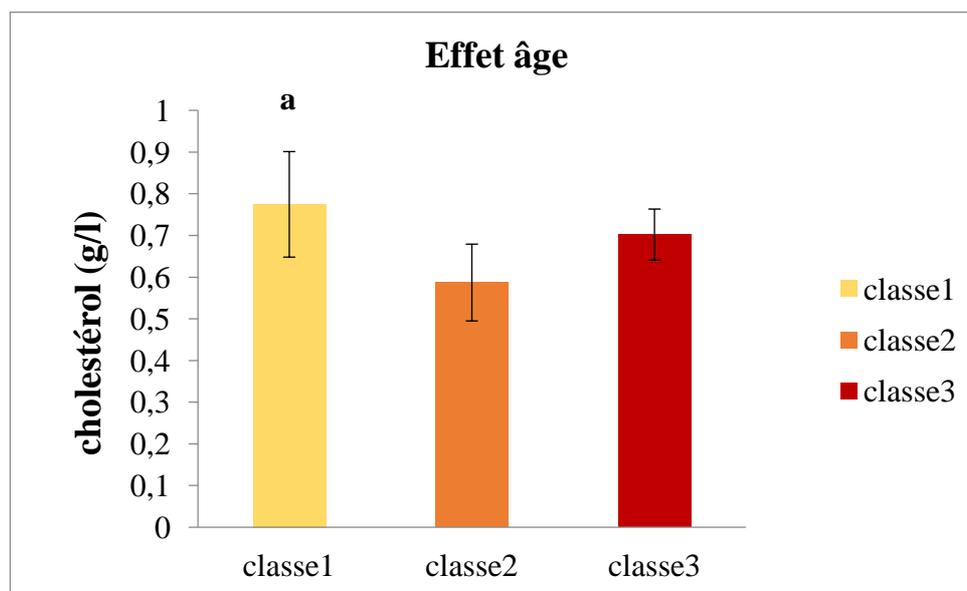


Figure 10: Variations du cholestérol (g/l) en fonction de l'âge chez les femelles.

II.1.1.2.4. Bilirubine

Tableau 09 : Valeurs moyennes ($X \pm SD$) de la bilirubine en fonction de l'âge chez les femelles (P seuil de signification).

Paramètre	Classe 1 (n=4)	Classe 2 (n=4)	Classe 3 (n=4)	P (ANOVA)
Bilirubine (mg/l)	$1 \pm 0,085$	$2,52 \pm 0,96$	$3,25 \pm 0,95$	0,009 **
P t.student	P1:0,02 ^a	P2: 0,3 NS	P3: 0,003 ^b	

P1 : entre la classe 1 et 2 ; P2 : entre la classe 2 et 3 ; P3 : entre la classe 1 et 3

NS : Non significative.

P (ANOVA) ; ** : $p \leq 0.01$ hautement significative ; **P (t de Student) ; a :** $p \leq 0.05$: différence significative ; **P (t de Student) ; b :** $p \leq 0.01$ hautement significative.

On observe qu'il y'a une augmentation hautement significative passant d'une classe à une autre, le test t de student indique qu'il existe une différence significative ($p < 0.05$) entre la première et la deuxième classe et une différence hautement significative ($p \leq 0.01$) entre la première et la troisième classe.

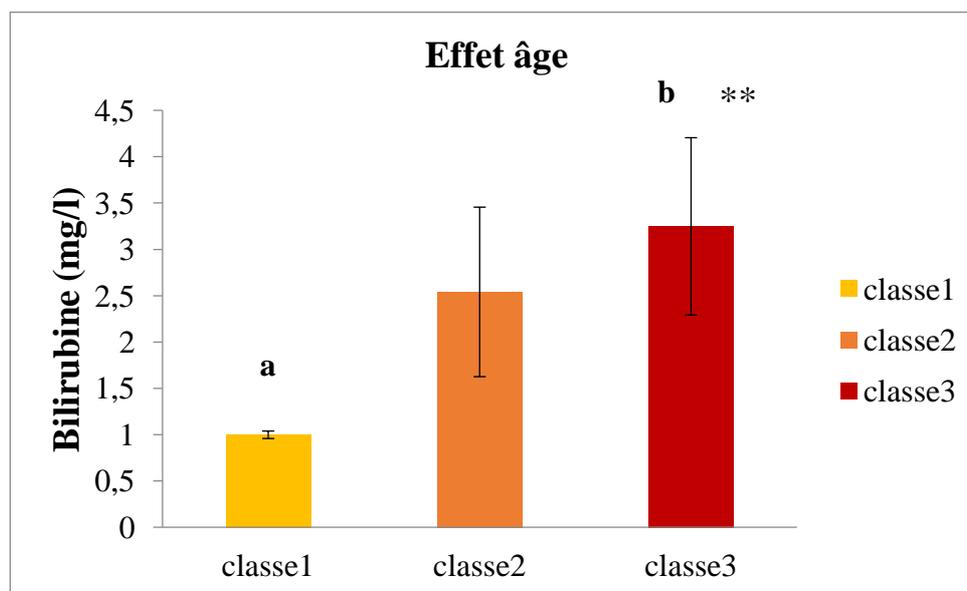


Figure 11: Variations de la bilirubine (mg/l) en fonction de l'âge chez les femelles.

II.1.2. Effet sexe

Les résultats biochimiques selon l'effet sexe sont résumés dans les **tableaux (10,11, 12, 13)** et représentés graphiquement dans les **figures (12, 13, 14, 15)**.

II.1.2.1. Calcium

Tableau 10 : Valeurs moyennes ($X \pm SD$) du calcium en fonction du sexe (P : seuil de signification).

Paramètre	Classe 1		Classe 2		Classe 3	
	M (n=4)	F (n=4)	M (n=4)	F (n=4)	M (n=3)	F (n=4)
Calcium (mg/l)	100.5±5.19	91.5±9.39	85.75±10.43	91.25±8.57	94±4	85±7.78
P (t. Student)	P1:0.14 NS		P2:0.44 NS		P3:0.10 NS	

NS : Non significative ; **M :** male, **F :** femelle.

Les résultats enregistrés montrent que les valeurs sont élevées chez les agneaux par rapport aux autres classes. L'analyse des résultats obtenus par le test de t Student ne signale aucune différence significative.

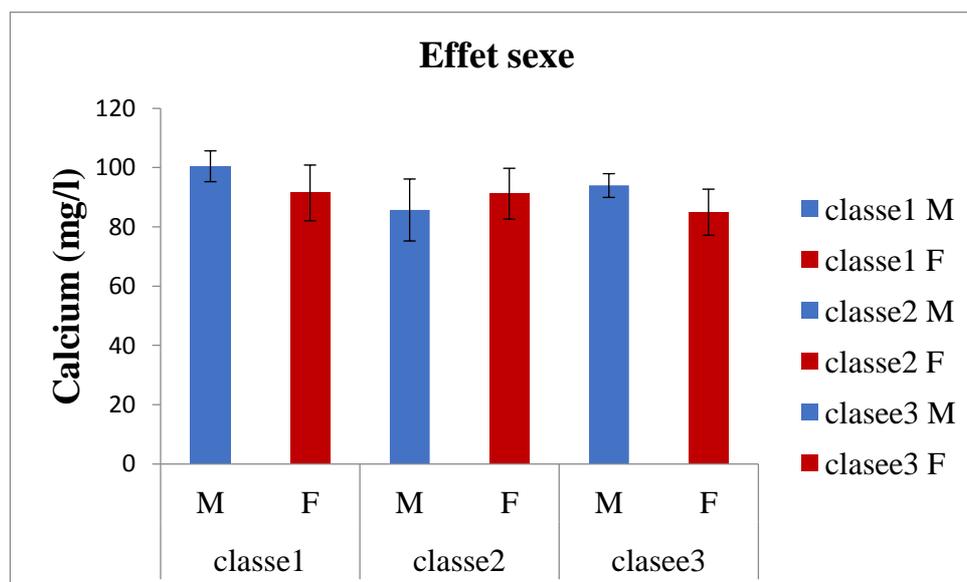


Figure 12: Variations du calcium (mg/l) en fonction du sexe.

II.1.2.2. Protéines

Tableau 11 : valeurs moyennes ($X \pm SD$) des protéines en fonction du sexe (P : seuil de signification).

Paramètre	Classe 1		Classe 2		Classe 3	
	M (n=4)	F (n=4)	M (n=4)	F (n=4)	M (n=3)	F (n=4)
Protéines (mg/l)	63.75±3.40	66±1.63	64.5±5.97	62.75±2.87	79.66±3.21	64.75±7.27
P (t. Student)	P1 : 0.27 NS		P2 : 0.61 NS		P3 : 0.02*	

NS : Non significative **M :** male, **F :** femelle.

P (t de Student) : * : $p \leq 0.05$: différence significative.

Les résultats obtenus montrent des concentrations rapprochées entre les deux sexes, à l'exception de celle de la troisième classe chez les mâles qui sont élevés. L'analyse des résultats obtenus par le test de t. student signale une différence significative ($p < 0.05$) dans la troisième classe.

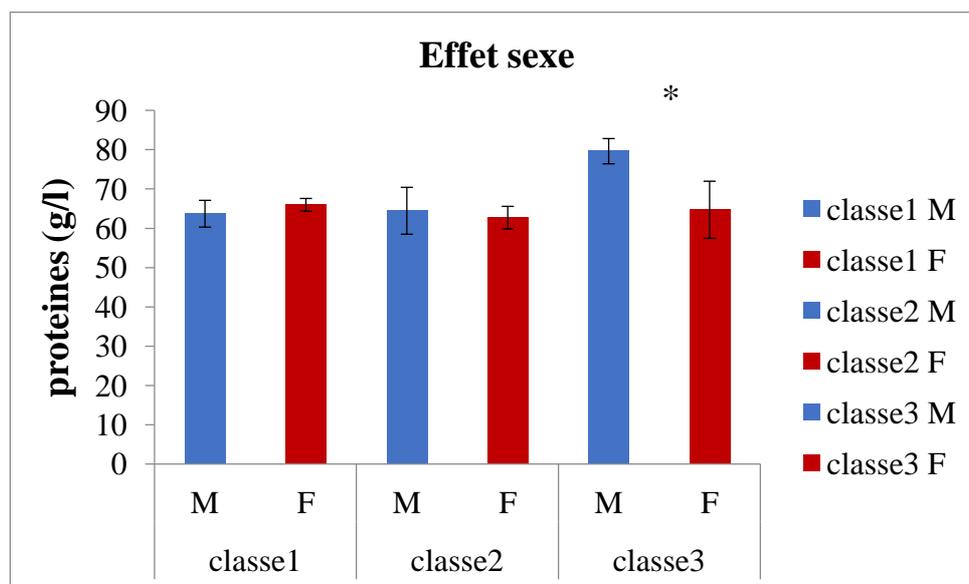


Figure 13: Variations des protéines (g/l) en fonction du sexe.

II.1.2.3. Cholestérol

Tableau 12 : Valeurs moyennes (X±SD) du cholestérol en fonction du sexe (P : seuil de signification).

Paramètre	Classe 1		Classe 2		Classe 3	
	M (n=4)	F (n=4)	M (n=4)	F (n=4)	M (n=3)	F (n=4)
Cholestérol	0.5±0.04	0.77±0.12	0.61±0.11	0.58±0.09	0.71±0.16	0.7±0.06
P (t. Student)	P1 :0.007**		P2 :0.57 NS		P3 :0.89 NS	

NS : Non significative M : male, F : femelle.

P (t de Student) ; ** : p≤0.01: différence hautement significative.

D’après les résultats de l’analyse statistique on note une différence hautement significative (p < 0.01) en fonction du sexe dans la première classe.

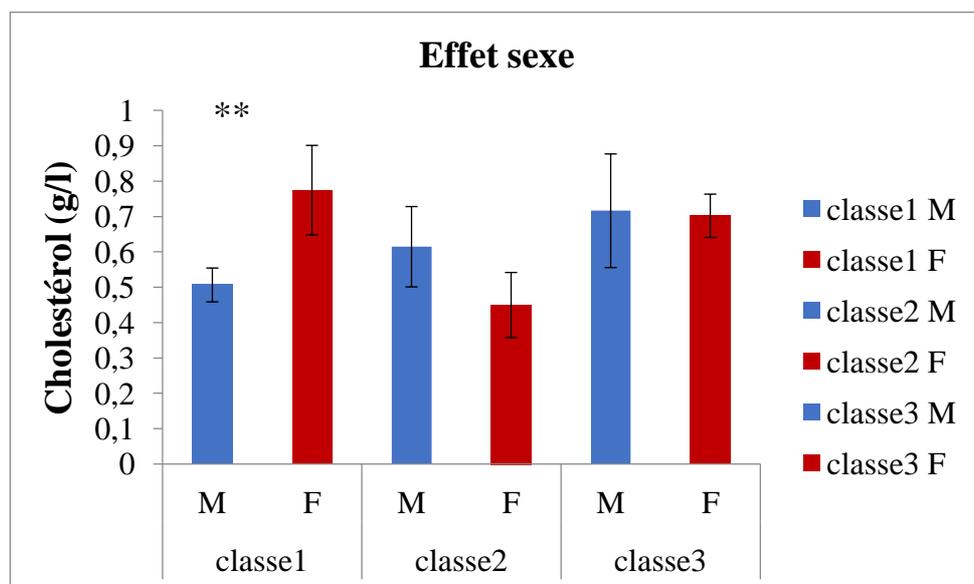


Figure 14: Variations du cholestérol (g/l) en fonction du sexe.

II.1.2.4. Bilirubine

Tableau 13 : Valeurs moyennes ($X \pm SD$) de la bilirubine en fonction du sexe (P : seuil de signification).

Paramètre	Classe 1		Classe 2		Classe 3	
	M (n=4)	F (n=4)	M (n=4)	F (n=4)	M (n=3)	F (n=4)
Bilirubine	1.75±0.5	1±0,085	2.25±1.25	2,52±0,96	2.5±0.5	3.25±0.95
P (t. Student)	P1 : 0,03 *		P2 : 0,74 NS		P3 : 0,23NS	

NS : Non significative. M : male, F : femelle.

P (t de Student) : * : $p \leq 0.05$: différence significative.

On remarque qu'il y'a une différence significative ($p < 0.05$) entre les mâles et les femelles de la première classe, tandis que la deuxième et la troisième classe ne montrent aucune différence significative.

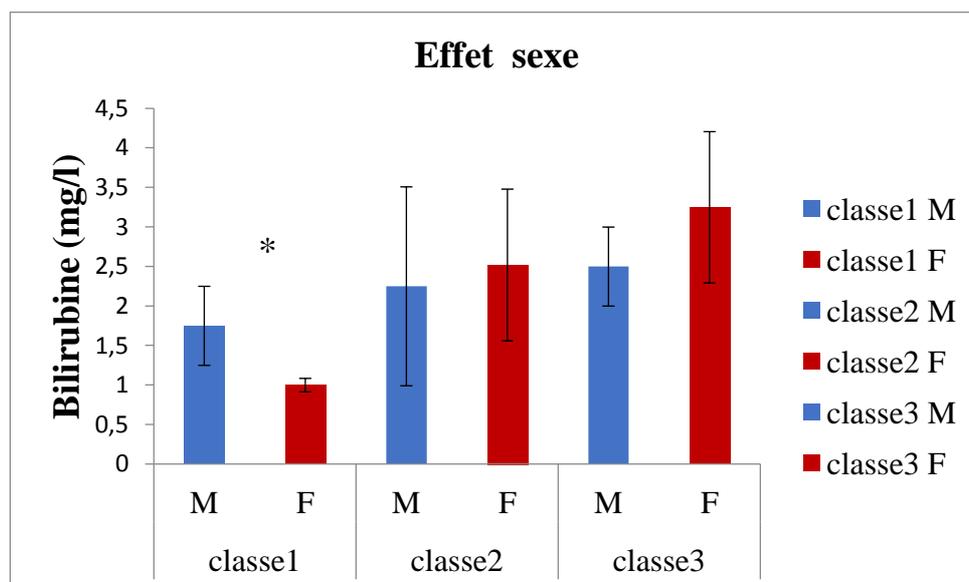


Figure 15: Variations de la bilirubine (mg/l) en fonction du sexe.

II.2. Les éléments traces métalliques

II.2.1. Chez les males

II.2.1.1. Cadmium

Tableau 14 : Valeurs moyennes ($X \pm SD$) du cadmium en fonction de l'âge chez les males (P seuil de signification).

Éléments	Classe 1	Classe 2	classe 3	P (ANOVA)
Cadmium (ppm)	1,036 ± 0,210	1,118 ± 0,397	1,249 ± 0,295	0,712 NS
P(t Student)	P1 : 0.766NS	P2 : 0.671NS	P3 : 0.366NS	

P1 : entre la classe 1 et 2 ; P2 : entre la classe 2 et 3 ; P3 : entre la classe 1 et 3

NS : Non significative.

Les résultats obtenus montrent qu'il y a une légère augmentation dans la teneur en cadmium en fonction de l'âge. Tandis que l'analyse statistique ne révèle aucune différence significative entre les trois classes d'âge.

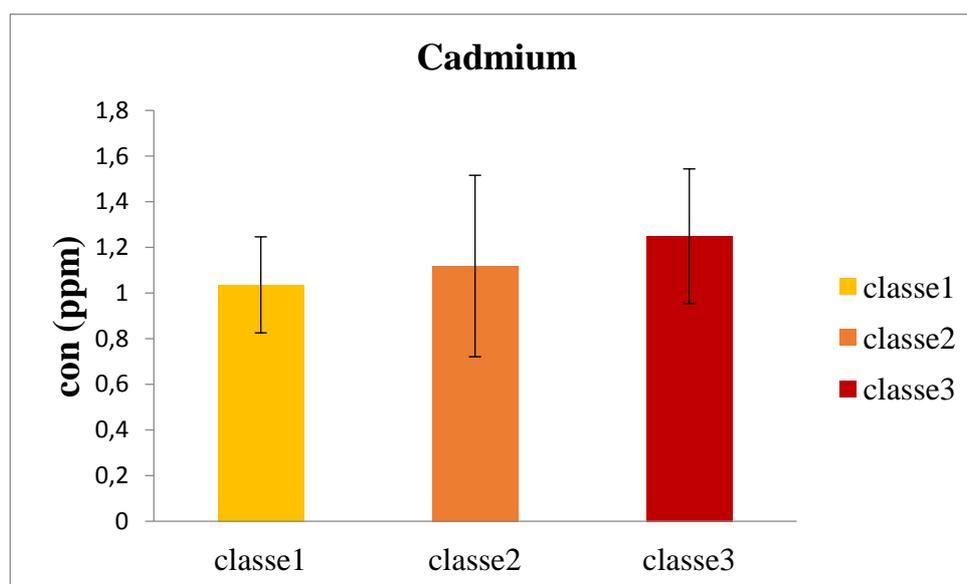


Figure16 : La teneur en cadmium (ppm) en fonction de l'âge chez les males.

II.2.1.2.Cuivre

Tableau 15 : Valeurs moyennes ($X \pm SD$) en fonction de l'âge chez les males (P seuil de signification).

Eléments	Classe 1	Classe 2	Classe 3	P (ANOVA)
Cuivre (ppm)	2,276 ± 0,649	2,686 ± 0,163	3.847 ± 0.113	0,006**
P t Student	P1 : 0.348NS	P2 : 0.0005 ^c	P3=0.014 ^a	

P1 : entre la classe 1 et 2 ; **P2** : entre la classe 2 et 3 ; **P3** : entre la classe 1 et 3

NS : non significative

P (ANOVA) : ** : $P \leq 0.01$ hautement significative.

P t Student : a : $P \leq 0.05$ significative, c : $P \leq 0.001$ très hautement significative.

Nos résultats révèlent une augmentation croissante allant de la première à la troisième classe. L'ANOVA indique qu'il y'a une différence hautement significative ($P \leq 0.001$). Le test t de Student montre qu'il existe une différence très hautement significative ($P \leq 0.001$) entre la deuxième et la troisième classe et une différence significative ($P \leq 0.05$) entre la première et la troisième classe.

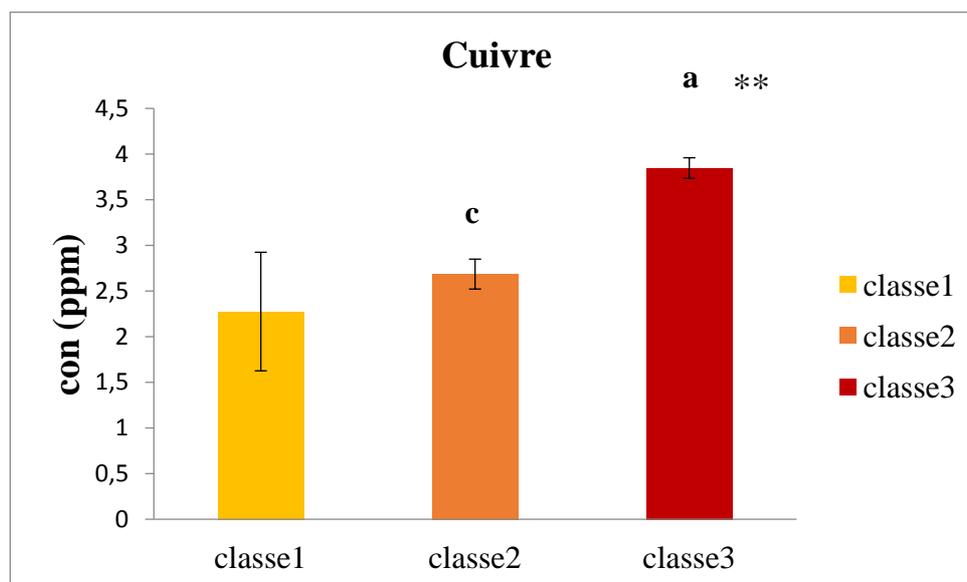


Figure17 : La teneur en cuivre (ppm) en fonction de l'âge chez les males.

II.2.2.3.Zinc

Tableau 16 : valeurs moyennes ($X \pm SD$) du zinc en fonction de l'âge chez les males (P seuil de signification).

Eléments	Classe 1	Classe 2	Classe 3	P (ANOVA)
Zinc(ppm)	3.551±1.52	1.407±0.13	3.221±1.172	0.066NS
P (t Student)	P1 :0.032 ^a	P2 :0.056 ^a	P3 :0.745NS	

P1 : entre la classe 1 et 2 ; **P2** : entre la classe 2 et 3 ; **P3** : entre la classe 1 et 3

NS : non significative

P (t de Student) ; a : $p \leq 0.05$: différence significative

On remarque que la concentration la plus élevée appartient à la première classe suivie par la troisième puis la deuxième classe. Le test t de Student indique qu'il y a une différence significative ($P \leq 0.05$) entre la première et deuxième classe et entre la deuxième et troisième classe.

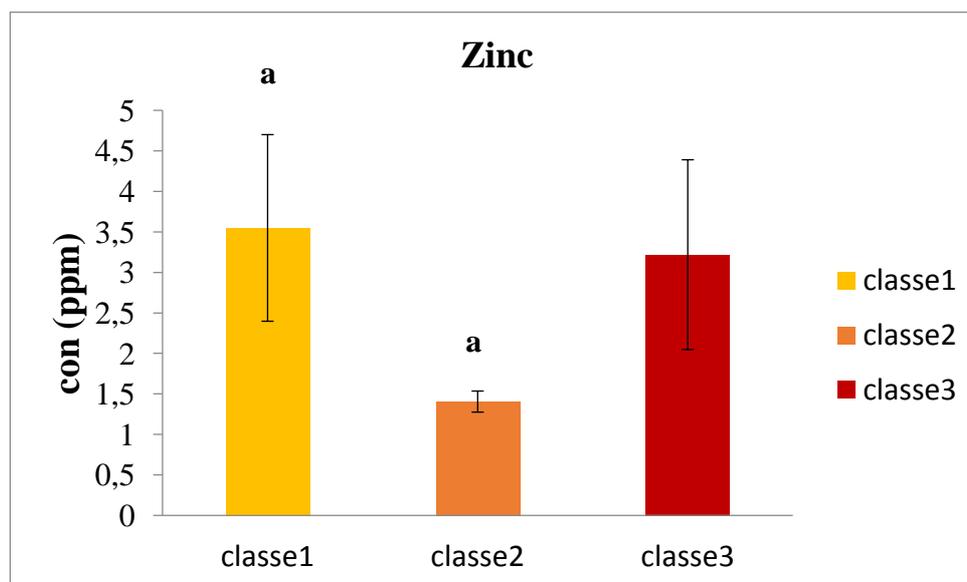


Figure 18 : La teneur en zinc (ppm) en fonction de l'âge chez les males.

II.2.2. Chez les femelles :

II.2.2.1. Cadmium :

Tableau 17 : valeurs moyennes ($X \pm SD$) du cadmium en fonction de l'âge chez les femelles (P seuil de signification).

Eléments	Classe 1	Classe 2	classe 3	P (ANOVA)
Cadmium (ppm)	0,782± 0,184	1,249± 0,047	0,486 ± 0,086	0,0007***
P (t Student)	P1 :0.013 ^a	P2 : 0.0001 ^c	P3 : 0.065NS	

P1 : entre la classe 1 et 2 ; **P2** : entre la classe 2 et 3 ; **P3** : entre la classe 1 et 3

NS : Non significative.

P (ANOVA) ; *** : $P \leq 0.001$ très hautement significative

P (t de Student) ; a : $p \leq 0.05$: différence significative ; c : $P \leq 0.001$ très hautement significative.

On remarque que la concentration la plus élevée appartient à la deuxième classe suivie par la première classe puis la troisième classe, l'ANOVA signale qu'il y a une différence très hautement significative ($P \leq 0.001$) entre les trois classes d'âge. Le test t de Student montre une différence significative ($P \leq 0.05$) entre la classe 1 et la classe 2 et une différence très hautement significative ($P \leq 0.001$) entre la classe 2 et 3.

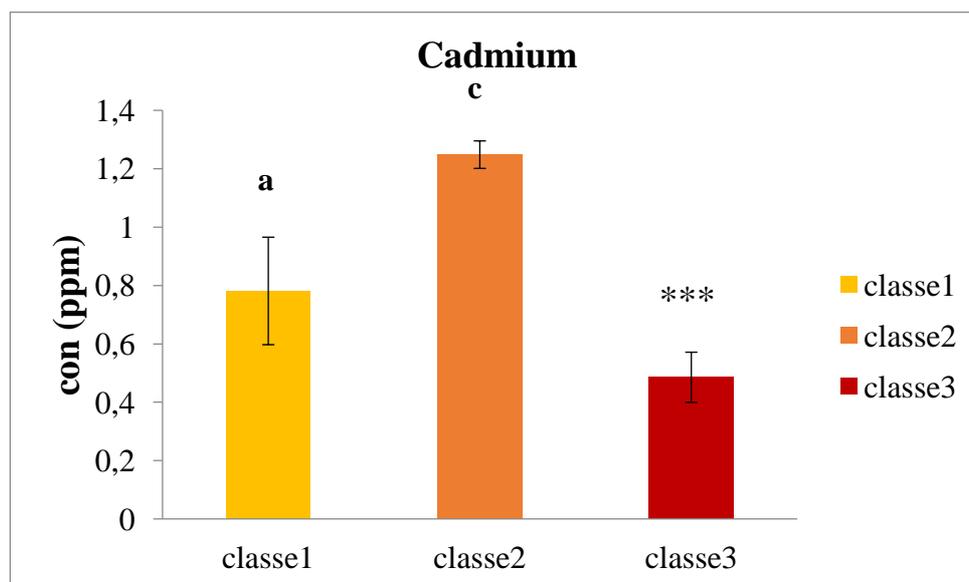


Figure 19 : La teneur en cadmium (ppm) en fonction de l'âge chez les femelles.

II.2.2.2. Cuivre

Tableau 18 : Valeurs moyennes ($X \pm SD$) du cuivre en fonction de l'âge chez les femelles (P seuil de signification).

Eléments	Classe 1	Classe 2	Classe 3	P (ANOVA)
Cuivre (ppm)	2,086 ± 0,41	2,729 ± 0,599	3,513 ± 1,145	0,162 NS
P (t Student)	P1 : 0.2004NS	P2 : 0.352NS	P3 : 0.112NS	

P1 : entre la classe 1 et 2 ; **P2** : entre la classe 2 et 3 ; **P3** : entre la classe 1 et 3

NS : Non significative.

Les résultats obtenus montrent qu'il y a une légère augmentation dans la teneur en cuivre en fonction de l'âge, cependant l'analyse statistique ne signale aucune différence significative.

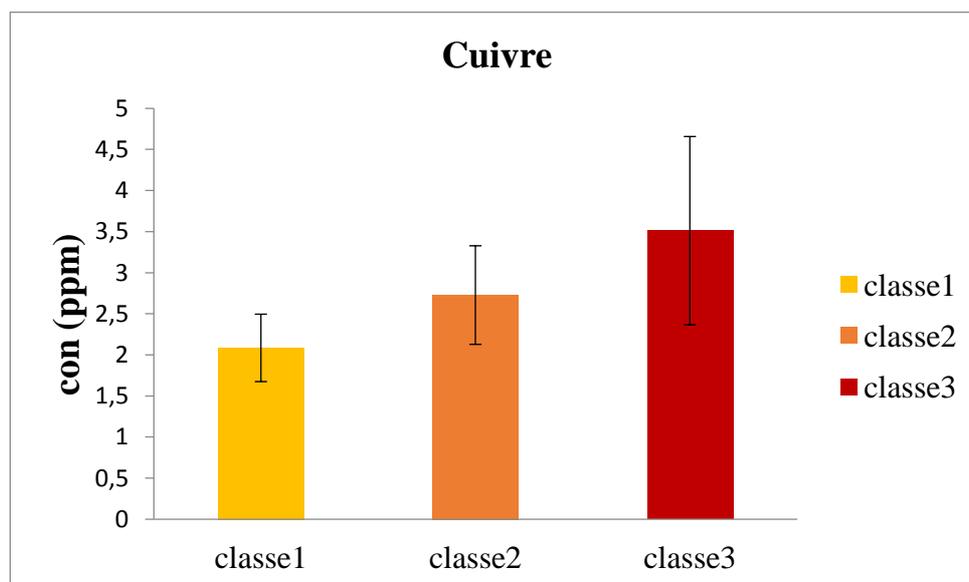


Figure 20: La teneur en cuivre (ppm) en fonction de l'âge chez les femelles.

II.2.2.3.Zinc

Tableau 19 : Valeurs moyennes ($X \pm SD$) du zinc (ppm) en fonction de l'âge chez les femelles (P seuil de signification).

Eléments	Classe 1	Classe 2	Classe 3	P (ANOVA)
Zinc (ppm)	5.736 \pm 0.398	1.680 \pm 0.512	1.662 \pm 0.258	2.36NS
P (t Student)	P1 :0.0004 ^c	P2 :0.95NS	P3 :0.0001 ^c	

P1 : entre la classe 1 et 2 ; P2 : entre la classe 2 et 3 ; P3 : entre la classe 1 et 3

NS : Non significative.

P (t de Student) ; c : $P \leq 0.001$ très hautement significative

Les valeurs enregistrées lors de cette étude montrent que la concentration du zinc chez la première classe est nettement plus élevée comparées aux autres classes. Le test t de Student signale qu'il y'a une différence très hautement significative entre la première et deuxième classe et entre la première et troisième classe.

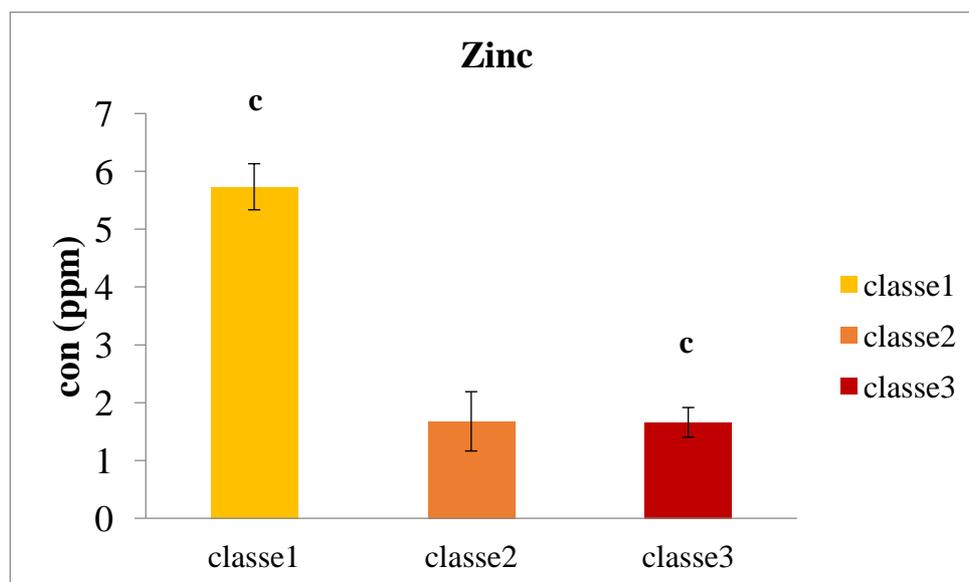


Figure 21: La teneur en zinc (ppm) en fonction de l'âge chez les femelles.

II.2.3. Effet sexe

II.2.3.1. Cadmium

Tableau 20: Valeurs moyennes ($X \pm SD$) du cadmium (ppm) en fonction du sexe (P seuil de signification).

Elément	Classe 1		Classe 2		Classe 3	
	M (n=3)	F (n=3)	M (n=3)	F (n=3)	M (n=3)	F (n=3)
Cadmium (ppm)	1.036±0.21	0.782±0.184	1.118±0.397	1.249±0.047	1.249±0.295	0.486±0.0866
P (t.Studen)	P1=0.190NS		P2=0.602NS		P3=0.012*	

NS : non significative M : male ; F : femelle

P (t de Student) : * : $p \leq 0.05$: différence significative.

Les valeurs enregistrées sont rapprochées chez les deux sexes à l'exception des brebis de la troisième classe qui ont une faible concentration. Le test t de student montre qu'il existe une différence significative dans la troisième classe entre les deux sexes.

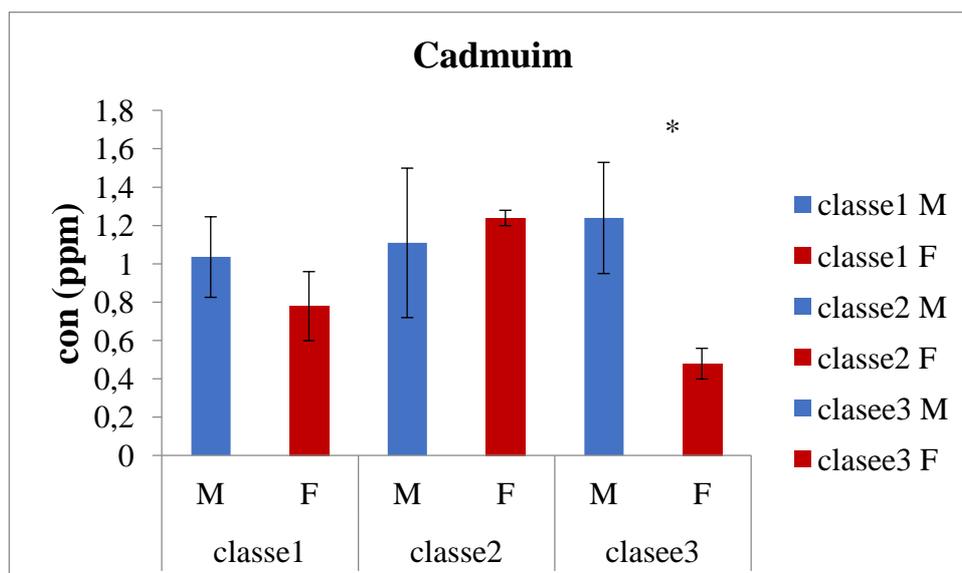


Figure 22 : La teneur en cadmium (ppm) en fonction du sexe.

II.2.3.2. Cuivre

Tableau 21 : Valeurs moyennes ($X \pm SD$) du cuivre chez les deux sexes (P seuil de signification).

Elément	Classe 1		Classe 2		Classe 3	
	M (n=3)	F (n=3)	M (n=3)	F (n=3)	M (n=3)	F (n=3)
Cuivre (ppm)	2.276±0.649	2.086±0.41	2.686±0.163	2.729±0.599	3.847±0.113	3.513±1.145
P (t. Student)	P1=0.691NS		P2=0.910NS		P3=0.641NS	

NS : non significative **M :** male ; **F :** femelle

Les valeurs enregistrées lors de cette étude montrent que la concentration du cuivre varie de 2,27-3,84 ppm chez les males et de 2,08 -3,51ppm chez les femelles, cependant Le test t de student ne montre aucune difference significative entre les deux sexes.

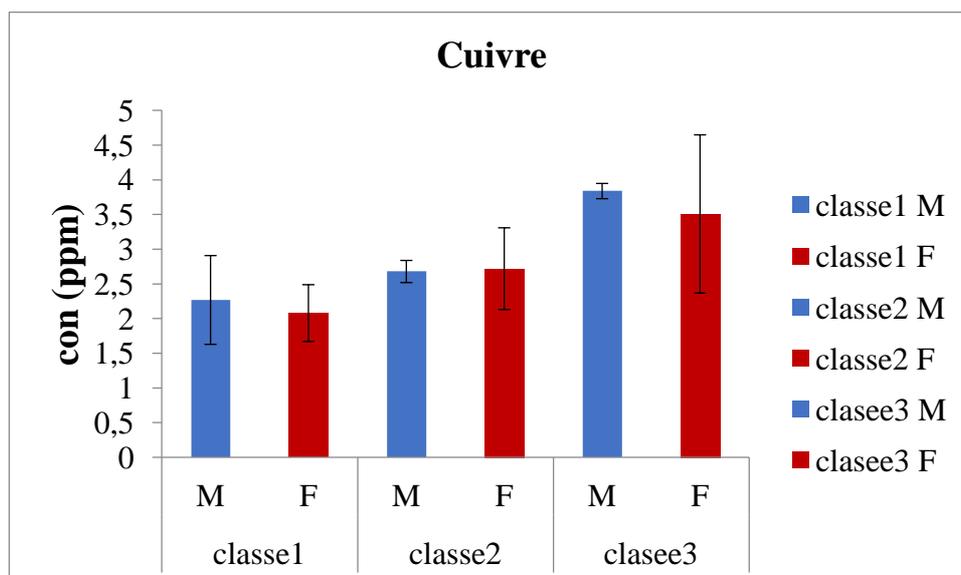


Figure 23 : La teneur en cuivre (ppm) en fonction du sexe.

II.2.3.3.Zinc

Tableau 22 : valeurs moyennes ($X \pm SD$) du zinc (ppm) (P seuil de signification).

Elément	Classe 1		Classe 2		Classe 3	
	M (n=3)	F (n=3)	M (n=3)	F (n=3)	M (n=3)	F (n=3)
Zinc (ppm)	3.55±1.15	5.736±0.39	1.40±0.13	1.68±0.51	3.22±1.17	1.66±0.25
P t.Student	P1 : 0.03*		P2 : 0.42NS		P3 : 0.087NS	

NS : Non significative ; **M** : male ; **F** : femelle

P t Student : * : $P \leq 0.05$ significative.

Le test P t de student montre qu'il existe une différence significative dans la première classe chez les deux sexes.

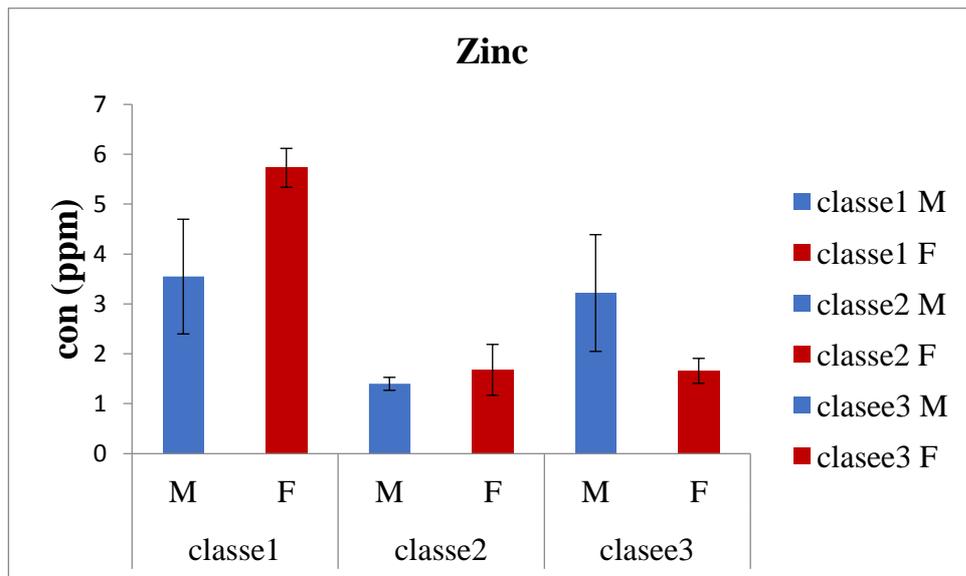


Figure 24 : La teneur en zinc (ppm) en fonction du sexe.

Le sang est un milieu fiable et important pour l'évaluation de l'état de santé des animaux. La variation des paramètres sanguins chez les animaux est due à de nombreux facteurs comme l'âge, le sexe, la race, l'alimentation, l'altitude et les variations saisonnières (**Kiran et al., 2012**).

Le sang est aussi le bio-substrat le plus important pour l'estimation du statut minéral d'un animal (**Khan et al., 2009**).

Selon **Krajnicakova et al., (2003)** la concentration plasmatique des éléments minéraux est dépendante des mécanismes homéostatiques qui sont en relation étroite avec la régulation hormonale et le statut alimentaire. Ainsi selon **Meschy, (2010)** la composition sanguine en éléments minéraux majeurs est peu variable en raison de la puissante homéostasie qui intervient dans le tractus digestif (modification de l'efficacité de l'absorption), dans le tissu osseux (résorption/accrétion) et dans les reins (filtration glomérulaire/réabsorption tubulaire).

III.1. Les paramètres biochimiques

- **Calcium**

Le calcium est la substance minérale la plus abondante dans l'organisme des animaux dont 99% sont liés au squelette. Dans le plasma, le calcium existe sous trois formes : la forme liée aux protéines (principalement à l'albumine), la forme complexée au citrate et au phosphate, et la forme libre. Seule la forme libre du calcium est physiologiquement active et c'est la concentration en calcium ionisé qui est maintenue constante par les mécanismes homéostatiques. L'équilibre homéostatique du calcium est contrôlé et coordonné par des hormones, des facteurs de croissance et des cytokines (**Marshall et Bangert, 2005**).

Les résultats obtenus dans cette étude sont supérieurs aux valeurs citées par **Suttle, (2010)** (72- 80 mg/l) et inférieur à celle cités par **Kaneko et al., (2008)** (115 -128mg/l). Cependant elles sont dans l'intervalle des normes (77-130 mg/l) citées par **Jean-Louis, (2004)**.

Selon l'âge les valeurs les plus basses de la calcémie sont enregistrées chez les béliers et les brebis de la troisième classe par rapport aux autres classes, ce qui révèle une influence significative en fonction de l'âge.

Selon le sexe les valeurs les plus basses de la calcémie sont enregistrées chez les femelles par rapport aux males.

Yokus *et al.*, (2004) ont rapporté une hypocalcémie chez les brebis en fin de gestation, ils ont attribué cette situation à l'augmentation des besoins du fœtus en calcium. Cependant **Antunovic *et al.*, (2011)** ont montré que le stade physiologique n'a aucun effet sur la calcémie.

Les causes d'hypercalcémie sont dues à des pathologies malignes souvent associées à des métastases osseuses ou une hyperthyroïdie primaire ou une intoxication à la vitamine D, l'insuffisance rénale, l'hypo parathyroïdien, l'hypomagnésimie et rarement dues à des infections comme la tuberculose (**Marshall et Bangert, 2005**).

- **Protéines**

Les résultats obtenus dans cette étude montrent une augmentation hautement significative avec l'âge chez les males et une augmentation significative sous l'effet sexe dans la troisième classe par rapport aux autres classes étudiées. Alors que les valeurs enregistrées sont globalement situées dans l'intervalle des normes citées dans la littérature par **Kaneko *et al.*, (2008)** (59 - 79g/l) ; **Ndoutamia et Ganda, (2005)** (66.5 -76 g/l) ; **Brugère-picoux, (2002)** (60-70g/l), à l'exception de celle de la troisième classe chez les males qui sont légèrement supérieures aux normes.

Les protéines jouent un rôle important dans une multitude de processus physiologiques. De nombreuses informations peuvent être tirées de leur mesure au niveau sérique (**Stockam et Scott, 2002**).

Loste *et al.*, (2008) montrent que les variations des protéines sériques sont dues à de nombreux facteurs. Chez les ovins, 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 brebis (**Hashemi *et al.*, 2008**).

Certaines études ont rapportées une diminution de la concentration de protéines totales en fonction de l'âge entre agneau et bélier (**Borjesson *et al.*, 2000**). Ce qui concorde avec nos résultats.

Les métaux lourds sont l'un des éléments causant la dénaturation des protéines, perturbant ainsi le métabolisme cellulaire et entraînant une toxicité. Cette dénaturation de la protéine se définit comme un changement dans sa structure tridimensionnelle, soit au niveau secondaire, tertiaire ou quaternaire. La structure des protéines peut être affectée de façon réversible ou irréversible (**Belatik, 2014**).

En général, il a été rapporté que la faible disponibilité de la végétation et des fibres pendant les périodes de la saison des pâturages pourrait entraîner une diminution des concentrations de protéines (**Prandini et al., 2007**).

Cependant, une exposition au cadmium provoque une augmentation du nombre des ribosomes libres et une diminution du nombre des polyribosomes ce qui amène à une diminution de la synthèse protéique. Les métaux lourds affectent, également les activités enzymatiques du réticulum endoplasmique. Parmi ces enzymes on peut citer : la phosphatase alcaline, les oxygénases et la benzopyrène hydroxylase (**Ribera et Taberly, 2011; Nzengue, 2008**).

- **Cholestérol**

Les teneurs plasmatiques en cholestérol sont dans les normes physiologiques (0,52- 0,76g /l) proposées par **Dubreuil et al., (2005) ; Brugère-picoux, (2002)**. Néanmoins, ils sont supérieurs aux résultats cités par **Titaouine, (2015)** (0,36 - 0,50g/l) chez la brebis Ouled Djellal. Par ailleurs **Ndoutamia et Ganda, (2005)** ont mentionné des valeurs inférieures (0,51± 0,65 g/l) à celles rapportées dans notre étude à l'exception des agneaux de la première classe.

La cholestérolémie observée dans la présente étude diminue significativement chez les brebis de la deuxième classe par rapport aux autres, et elle augmente considérablement et significativement selon l'effet sexe chez les agnelles de la première classe par rapport aux agneaux.

La baisse observée chez les brebis en sevrage par rapport aux brebis vides pourrait être expliquée par une augmentation de l'absorption du cholestérol par la glande mammaire pour la synthèse du lait dans la période de lactation (**Piccione et al., 2009**).

La cholestérolémie renseigne sur la mobilisation des réserves de graisses corporelles par l'animal. Le cholestérol joue également un rôle essentiel dans la structure des membranes cellulaires. Il est aussi le précurseur des hormones stéroïdiennes et des acides biliaires. Le cholestérol est présent dans la ration alimentaire et peut être synthétisé par le foie, selon un mécanisme soumis à une régulation métabolique très fine (**Marshall et Bangert, 2005**).

Par ailleurs pendant la lactation, la diminution de la cholestérolémie pourrait être expliquée par l'augmentation de l'absorption du cholestérol par les tissus impliqués dans la synthèse du lait (**Nazifi et al., 2002**). Ce qui peut expliquer nos résultats de la deuxième classe chez les femelles qui sont toutes en début de sevrage.

Les taux du cholestérol sérique sont modifiés par différents facteurs, par exemple, la composition de la ration alimentaire, l'âge, le sexe, la race, la saison, la gestation, la lactation et les maladies du foie et des voies biliaires (**Berkani et al., 2018**).

Marshall et Bangert, (2005) ont constaté que la baisse du cholestérol serait la conséquence d'un déficit d'apport alimentaire.

Antunović et al., (2002) ont mis en évidence une légère augmentation (mais non significative) de la cholestérolémie chez les brebis gestantes en comparaison avec les brebis allaitantes.

- **Bilirubine**

La bilirubine est considérée comme un test de la fonction hépatique, essentiellement la capacité de l'hépatocyte à absorber la bilirubine non conjuguée dans le sang et la conjuguer (la rendre soluble dans l'eau) et à excréter la bilirubine en bile, où elle est dégradée par les bactéries dans l'intestin. Bien qu'on pense habituellement à la bilirubine en fonction de son utilité diagnostique (c.-à-d. pour appuyer un diagnostic d'anémie hémolytique ou de maladie hépatobiliaire), la bilirubine est en fait un antioxydant, qui est sa principale fonction physiologique (**Stokol, 2013**).

Les résultats obtenus dans cette étude montrent des valeurs croissantes de la bilirubine chez les mâles et une augmentation hautement significative chez les femelles en fonction de l'âge.

Selon l'effet sexe on constate une diminution significative chez les femelles de la classe1 par rapport aux mâles, cette diminution peut être expliquée par le volume sanguin élevé chez les mâles. Alors que les valeurs enregistrées sont globalement situées dans l'intervalle des normes citées dans la littérature par **Jean-Louis, (2004)** (1- 4,2 mg/l) et sont supérieures aux normes (0,33-1,08 mg/l) proposées par **dubreuil et al., (2005)** ; **kaneko et al., (1997)** (0,193-0,967 mg/l).

Par ailleurs une étude a montré que la concentration de la bilirubine chez les femelles est plus élevée à celle des mâles (**Otto et al., 2000**).

III. 2. Eléments traces métalliques

Les macroéléments et les oligo-éléments sont nécessaires au maintien d'un état métabolique normal et à la productivité des animaux. Un grand nombre de facteurs tels que l'espèce, la race, le sexe, l'âge, la couverture végétale, la malnutrition, la maladie, les variations saisonnières et physiologiques (grossesse et lactation), ainsi que des facteurs environnementaux et géographiques

tels que le contenu en sol, eau, air et antagonistes peuvent affecter les taux sériques de minéraux (Alonso, 2000 ; Garssia *et al.*, 2000).

- **Cadmium**

Le cadmium n'est pas essentiel au développement des organismes animaux ou végétaux. En revanche, ses propriétés physiques et chimiques, proches de celles du zinc et du calcium, lui permettent de traverser les barrières biologiques et de s'accumuler dans les tissus (IRSN, 2004).

Des études suggèrent que l'accumulation du Cd dans l'organisme humain et animal augmente en fonction de l'âge. Le cadmium libre est à l'origine des effets toxiques observés (Faroon *et al.*, 2012 ; Picot, 2010).

Les résultats obtenus montrent l'existence du cadmium dans le sang des animaux sachant que le cadmium 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)

Nous avons enregistré une augmentation très hautement significative chez les femelles de la deuxième classe par rapport aux autres classes et une légère augmentation chez les males en fonction de l'âge.

Godt *et al.*, (2006) ont identifié le cadmium comme un polluant extrêmement toxique. Selon MECV, (2005) le seuil de concentration de cadmium dans le sang est de 5 µg/l.

D'après Liu, (2003) la concentration du cadmium dans le sang des ovins se situe dans l'intervalle (0,02 ± 0,01 mg/l).

Le cadmium est un agent chimique classé dans le groupe 1, c'est-à-dire comme cancérigène certain pour l'homme. Plusieurs expertises ont conclu aussi à son pouvoir cancérigène certain chez l'animal. Il s'agit des cancers broncho-pulmonaires ; deux autres sites ont été évoqués dans la littérature : le cancer du rein et le cancer du pancréas (Bonet, 2011; Picot, 2010).

Casas, (2005) montre que le cadmium entraîne une perte anormale de protéines par les urines (protéinurie) et provoque des dysfonctionnements urinaires chez les plus âgées.

En biologie des mammifères, les mécanismes de toxicité du cadmium sont multiples. Principalement parce que le cadmium bio disponible imite d'autres métaux essentiels à diverses fonctions biologiques (**Martelli et al., 2006**).

Des concentrations du Cd inférieures à 1 mg / kg dans l'alimentation ou l'eau potable a induit des effets indésirables chez les animaux, une insuffisance fonctionnelle rénale, hypertension, perturbation du métabolisme minéral et une dégénérescence aiguë des villosités intestinales (**EFSA, 2004**).

- **Cuivre**

Le Cu est un oligo-élément essentiel qui participe à de nombreuses fonctions physiologiques dont le métabolisme du Fe, la fonction immunitaire et la protection contre les stress oxydants. Le foie joue un rôle central dans le métabolisme et l'homéostasie du Cu (**Jondreville et al., 2002**).

Nous avons enregistré durant cette étude un excès en cuivre chez les deux sexes, et les résultats obtenus révèlent une différence hautement significative chez les males de la deuxième classe.

Nos résultats sont supérieurs aux normes (1-1.5ppm) citées par (**Jean-louis, 2004**), et on peut justifier cette hypercuprémie par la présence de cadmium qui limite l'absorption du cuivre.

Certains minéraux en excès limitent l'absorption du cuivre comme le calcium, le soufre et le cadmium et le molybdène, en raison de leur configuration électronique proche, le cadmium et le cuivre, le fer et surtout le zinc sont concurrents à l'égard des protéines de transport intestinal ; l'excès de cadmium peut diminuer leur absorption et induire des carences (**Lamand, 1991**).

Plusieurs études ont été réalisées sur l'influence de l'âge sur les concentrations de cuivre chez les ruminants (**Alonso et al., 2000**).

Les ruminants ont une plus grande capacité d'accumulation du cuivre dans le foie que les autres espèces et sont donc aussi plus sensibles à la toxicité du cuivre (**NRC, 2000**).

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

D'autres études montrent que 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**).

D'autre part l'étude de **Rouabah, (2002)** montre que le Cd 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.

- **Zinc**

Le zinc est un oligo-élément indispensable à la vie des êtres vivants, il est important pour la croissance, le développement de l'os, la cicatrisation, la reproduction et le maintien de la santé. A de fortes concentrations, il devient toxique pour les végétaux et les animaux et constitue un contaminant majeur pour les milieux terrestres (**Lafabrie et al., 2007**).

La concentration sérique chez toutes les espèces de ruminants domestiques est normalement entre 7-12 ppm, mais à des niveaux plus élevés chez les ovins (**Seboussi et al., 2004**).

Nos résultats sont nettement au-dessous des valeurs usuelles du zinc ($10,6 \pm 3,0$ ppm) dans le sang des ovins selon (**Liu, 2003**) et inférieures à celles obtenues par **Mallam, (2006)** (24 à 25 ppm).

Le zinc est un élément naturel, l'exposition à des niveaux élevés de zinc provient principalement de la consommation d'aliments, d'eau potable ou de la respiration de l'air contaminé sur le lieu de travail. De faibles niveaux de zinc sont essentiels au maintien d'une bonne santé. L'exposition à de grandes quantités de zinc peut être nocive. Il peut causer des crampes d'estomac, de l'anémie et des changements dans le taux de cholestérol (**ATSDR, 2005**).

Lorsque la carence en Zn se met en place, le premier symptôme à apparaître est bien souvent la perte d'appétit (**Underwood et Suttle, 1999**).

On notera qu'une carence en Zn même marginale est un facteur de risque de rétention placentaire, d'avortements, de métrites et de fertilité amoindrie (**Enjalbert et al., 2006**).

De faibles niveaux de Zn peuvent dépendre à la fois de l'alimentation avec une faible teneur en Zn nutritionnel et inhibant l'absorption intestinale du Zn par le Cu (**Alonson, 2000**).

La prise de conscience de l'impact de la pollution environnementale sur la santé humaine et animale est une préoccupation majeure de notre société, c'est pour cela qu'on a pris le mouton autant que model animale pour réaliser notre recherche.

Quand on dit ovins on dit être-humain, cette approche nous permet de projeter le risque des contaminations sur l'être-humain.

Ce travail a été réalisé dans l'objectif de mettre en évidence l'état physiologique et les variations des ETM (Cu, Cd, Zn) et quelques paramètres biochimiques chez les ovins de la race **Ouled-Djellal** en fonction de l'âge et du sexe.

Les résultats ont révélé une augmentation de la concentration du calcium chez les béliers par rapport aux brebis cela peut être dû à l'état physiologique des femelles qui affecte de façon significative la calcémie.

On a noté une diminution de la concentration de protéines totales en fonction de l'âge entre agneaux et béliers. Tandis que la plus faible concentration était enregistrée chez les brebis de la deuxième classe, on peut la justifier par l'état physiologique des femelles qui sont toutes en début de sevrage.

Une diminution de la concentration du cholestérol a été remarqué chez les brebis de la deuxième classe, cela pourrait être dû à une augmentation de l'absorption du cholestérol.

Pour le dosage de la bilirubine, on a remarqué une augmentation selon l'âge chez les deux sexes et la concentration la plus élevée revenait aux femelles.

Le dosage des éléments traces métalliques dans le sang des ovins a montré que la concentration du cadmium varie selon l'âge et le sexe, la présence de ce dernier pose un véritable risque.

Le cuivre chez les ovins est reconnu par sa toxicité, on a observé qu'il y'a une augmentation en fonction de l'âge chez les deux sexes.

Les valeurs obtenues montrent une hypercuprémie et on peut la justifier par la présence du cadmium dans le sang des ovins comme on l'a signalé au paravent, mais aussi la richesse de la ration alimentaire peut influencer les teneurs du cuivre dans le sang.

Cependant, des travaux complémentaires portant sur des effectifs plus grands sont à réaliser, afin d'établir des valeurs de références spécifiques pour les ovins Ouled-Djellal et d'évaluer l'impact des éléments traces métalliques qui constituent une réelle menace d'intoxication pour la santé et l'environnement.

-A-

1. **Agust D, Morteza J, Vernon R. (2011).** Determination 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 : 1457-1463.
2. **Alonso, M. L., Benedito, J. L., Miranda, M., Castillo, C., Hernández, J., and Shore, R. F. (2000).** Arsenic, cadmium, lead, copper and zinc in cattle from Galicia, NW Spain. *Science of the total environment*, 246(2-3), 237-248.
3. **Anastasio, A., Caggiano, R., Macchiato, M., Paolo, C., Ragosta, M., Paino, S., & Cortesi, M. L. (2006).** Heavy metal concentrations in dairy products from sheep milk collected in two regions of southern Italy. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 47(1), 69.
4. **Agence Nationale de Développement de l'Investissement wilaya de Mila, (2015), ANDI.**
5. **Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière rubrique monographie de la Wilaya de MILA, (2011).** Aniref.
6. **Antonio, M. T., Corredor, L., and Leret, M. L. (2003).** Study of the activity of several brain enzymes like markers of the neurotoxicity induced by perinatal exposure to lead and/or cadmium. *Toxicology letters*, 143(3), 331-340.
7. **Antunovic, Z., Novoselec. J., Speranda, M., Vegara, M and Pavic, V, Mioc. B., Djidara. M. (2011).**Changes in biochemical and haematological parameters and metabolic hormones in Tsigai ewes blood in the first third of lactation. *Archiv Tierzucht*. 54(5), 535-545.
8. **Antunovic, Z., Sencić, Đ., Speranda, M., and Liker, B. (2002).** Influence of the season and the reproductive status of ewes on blood parameters. *Small Ruminant Research*, 45(1), 39-44.
9. **AREDS .(2001).** Age-Related Eye Disease Study Research Group.A randomized, placebo-controlled, clinical trial of high-dose supplementation with vitamins C and E, beta carotene, and zinc for age-related macular degeneration and vision loss: AREDS report n° 8, *Archives of ophthalmology*, 119 (10), 1417.
10. **Arinola, O. G., and Charles-Davies, M. A. (2008).** Micronutrient levels in the plasma of Nigerian females with breast cancer. *African Journal of Biotechnology*, 7(11).
11. **ASBMB, (2018).** American Society for Biochemistry and Molecular Biology Cell biology: Scientists fill in a piece of the copper transport puzzle. *ScienceDaily*. Retrieved June 21, 2019 from www.sciencedaily.com/releases/2018/02/180214150212.htm.

12. Aspinall, V. et Cappello, M. (2015). Introduction to veterinary anatomy and physiology textbook. 3^{ème} édition p.230-231. ISBN 978-0-7020-5735-9.

13. ATSDR. (2005). Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for Zinc (Update). Atlanta, GA: U.S. Department of Public Health and Human Services, Public Health Service.

-B-

14. Baize, D. et M. Tercé. (2002). Les éléments traces métalliques dans les sols: approches fonctionnelles et spatiales, Editions Quae.

15. 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 Vétérinaire.**

16. Barbier,O., Dauby, A., Jacquillet G, Tauc M, Poujeol, P., Cougnon M.(2005). Zinc and cadmium interactions in a renal cell line derived from rabbit proximal tubule. *Nephron Physiol* 99(3):74-84.

17. Baudinfayolle, N. (2001). Intérêt du mouton en chirurgie cardiaque expérimentale. Application à l'étude d'une autobioprothèse valvulaire mitrale (doctoral dissertation).

18. Belatik, A. (2014). Étude de l'effet toxique du plomb sur l'activité photosynthétique des plantes (Doctoral dissertation, Université du Québec à Trois-Rivières).

19. Benyoucef, M. T., Madani, T., Abbas, K., et Gabina, D. (2000). Systèmes d'élevage et objectifs de sélection chez les ovins en situation semi-aride algérienne.

20. Berkani, A., Mahdi, D., Allaoua, S. A., and Benbott, A. (2018). Changes in Blood Biochemical and Mineral Parameters of Ouled Djellal Ewes under the Semi-Arid environment of North–Eastern Algeria during Late Pregnancy and Early Post-Partum. *World*, 7(4), 71-76.

21. Bonet A. (2011). Effets du cadmium sur l'expression d'enzymes de biotransformation au cours de la différenciation entérocytaire. Maîtrise en biologie. Université du Québec à Montréal. 131 pages. France.

22. Borjesson, D. L., Christopher, M. M., and Boyce, W. M. (2000). Biochemical and hematologic reference intervals for free-ranging desert bighorn sheep. *Journal of Wildlife Diseases*, 36(2), 294-300.

23. 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). **Thèse de Doctorat.** Université Mentouri Constantine. P 13.

24. Boutonnet, J. P. (1998). Spécificité et diversité des filières viandes rouges en Méditerranée, ciheam-options Méditerranéennes, 31-37.

25. **Boz, A., Evliyaoglu O., Yildirim, M., Erkan, N., Karaca, B. (2005).** The value of serum zinc, copper, ceruloplasmin levels in patients with gastrointestinal tract cancers. *Turk J Gastroenterol* 16:8184

26. **Brugère-Picoux. J. (2002).** *Maladies Des Moutons*. Edition France Agricole. 240 p.

27. **Buentzel, J., Bruns, F., Glatzel, M., Garayev, A., Muecke, R., Kisters, K., et Micke, O. (2007).** Zinc concentrations in serum during head and neck cancer progression. *Anticancer research*, 27(4A), 1941-1943.

-C-

28. **Callender, E. (2003).** Heavy metals in the environment-historical trends. *Treatise on geochemistry*, 9, 612.

29. **Casas, S. (2005).** Modélisation de la bioaccumulation de métaux trace (Hg, Cd, Pb, Cu, et Zn) chez la moule *mytilus galloprovincialis* en milieu méditerranéen. **Thés de doctorat**. Université du Sud Toulon Var. France. P 314.

30. **Chellig, (1992).** Les «races» ovines algériennes. Editions. Office des Publication Universitaires, Alger, 80p.

-D-

31. **Deghnouche, K., Tlidjane, M., Meziane, T., et Touabti, A. (2011).** Influence du stade physiologique sur divers paramètres biochimiques sanguins chez la brebis Ouled Djellal des zones arides du Sud Est algérien. *Revue de Medecine Veterinaire*, 162(1), 3.

32. **Dekhili, M. (2010).** "Fertilité des élevages ovins type «Hodna» menés en extensif dans la région de Sétif."

33. **Dekhili, M., et Aggoun, A. (2007).** Performances reproductives de brebis de race Ouled-Djellal, dans deux milieux contrastés. *Archivos de Zootecnia*, 56(216), 963-966.

34. **Dhawan, D. K., and Chadha, V. D. (2010).** Zinc: a promising agent in dietary chemoprevention of cancer. *The Indian journal of medical research*, 132(6), 676.

35. **Dubreuil, P., Arsenault, J., et Belanger, D. (2005).** Biochemical reference ranges for groups of ewes of different ages. *Veterinary Record*, 156(20), 636-638.

36. **Ducrot, C., et Meffre, C. (1996).** Risque sanitaire toxicologique lié à l'épandage agricole des boues de station d'épuration : synthèse bibliographique. *revue de medecine vétérinaire* 147(6), 439-444.

-E-

37. EFSA. (2004). European Food Safety Authority. Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the Commission related to cadmium as undesirable substance in animal feed. *EFSA Journal*, 72 : 1–24.

38. Elam, J. S., Thomas, S. T., Holloway, S. P., Taylor, A. B., et Hart, P. J. (2002). Copper chaperones. *Advances in protein chemistry*, 60, 151-219.

39. Enjalbert, F. (2005). Carences en oligo-éléments ou en vitamines. *Point Vét*, 36, 106-110.

-F-

40. Faroon O, Ashizawa A.(2012).Toxicological profile for cadmium. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR)/ Environmental Toxicology Branch and The American College of Occupational and Environmental Medicine (ACOEM). USA. 487 pages.

41. Fraga, C. G. (2005). Relevance, essentiality and toxicity of trace elements in human health, *molecular aspects of medicine*, 26(4-5), 235-244.

42. Fukada, T. and T. Kambe. (2014). Zinc signals in cellular functions and disorders, Springer.

-G-

43. G. Georgopoulos, A. Roy, MJ Yonone-Lioy, RE Opiekun, PJ Lioy, P. (2001). Environmental copper: its dynamics and human exposure issues. *Journal of Toxicology and Environmental Health Part B: Critical Reviews*, 4(4), 341-394.

44. Gaetke, L. M., and Chow, C. K. (2003). Copper toxicity, oxidative stress, and antioxidant nutrients. *Toxicology*, 189(1-2), 147-163.

45. Garcia, M. J. A. Alegria, R. Barbera, R. Farre, and M. J. Lagarda, (2000).Selenium, copper, and zinc indices of nutritional status: influences of sex and season on reference values, *Biol. Trace. Element Res.*73(1),77–83.

46. Godt, J., Scheidig, F., Grosse-Siestrup, C., Esche, V., Brandenburg, P., Reich, A., and Groneberg, D. A. (2006). The toxicity of cadmium and resulting hazards for human health. *Journal of occupational medicine and toxicology*, 1(1), 22.

47. Gornal, A. C., Bardawill, C. J., & David, M. M. (1949). Protein–Biuret colorimetric method. *J. Biol. Chem*, 177, 751.

48. Gouzy, A., and Ducos, G. (2008). La connaissance des éléments traces métalliques: un défi pour la gestion de l'environnement. *Air pur*, (75), 6-10.

49. Gupta, R. A., Shah, N., Wang, K. C., Kim, J., Horlings, H. M., Wong, D. J., and Wang, Y. (2010). Long non-coding RNA HOTAIR reprograms chromatin state to promote cancer metastasis. *Nature*, 464(7291), 1071.

-H-

50. Hashemi, M., Zamiri, M. J., and Safdarian, M. (2008). Effects of nutritional level during late pregnancy on colostrum production and blood immunoglobulin levels of Karakul ewes and their lambs. *Small Ruminant Research*, 75(2-3), 204-209.

51. Ho, E. (2004). Zinc deficiency, DNA damage and cancer risk. *The Journal of nutritional biochemistry*, 15(10), 572-578.

52. Huffman, D. L., and O'Halloran, T. V. (2001). Function, structure, and mechanism of intracellular copper trafficking proteins. *Annual review of biochemistry*, 70(1), 677-701.

-I-

53. INERIS, (2005). « Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques: Cadmium et ses dérivés ». Institut National de l'Environnement Industriel et des risques. <http://www.ineris.fr>.

54. Direction de l'environnement et de l'intervention, (2004). IRSN - Service d'étude du comportement des radionucléides dans les écosystèmes. Cadmium 109 et environnement.

-J-

55. Jean-louis poncelet, (2004). société nationale des groupements techniques vétérinaires , propédeutique sémiologie fiche n°65.

56. Jondreville, C., Revy, P. S., Jaffrezic, A., et Dourmad, J. Y. (2002). Le cuivre dans l'alimentation du porc: oligo-élément essentiel, facteur de croissance et risque potentiel pour l'homme et l'environnement .productions animales –Paris- institut national de la recherche agronomique l'Homme et l'environnement.-, 15(4), 247-266.

-k-

57. Kaneko J., Harvey J. W., Brus M. L. (1997). *Clinical Biochemistry of Domestic animals*, academic Press, 932.

58. Kaneko. JJ, Harvey. J w, Bruss. ML. (2008). *Clinical biochemistry of domestic animals*, 6th Edition. Academic press, USA.

59. Kechar, M. (2016). Les races ovines d'Algérie. Algérie, 16, 00.

60. Khan, Z. I., Ashraf, M., Ahmad, K., Valeem, E. E., and McDowell, L. R. (2009). Mineral status of forage and its relationship with that of plasma of farm animals in Southern Punjab, Pakistan. *Pak. J. Bot*, 41(1), 67-72.

61. Kiran, S., Bhutta, A. M., Khan, B. A., Durrani, S., Ali, M., and Iqbal, F. (2012). Effect of age and gender on some blood biochemical parameters of apparently healthy small ruminants from Southern Punjab in Pakistan. *Asian Pacific journal of tropical biomedicine*, 2(4), 304-306.

62. Krajnicakova M., Kovac G., Kostecky M., Valocky I., Maracek I., Sutiakova I., Lenhardt L. (2003). Selected clinico-biochemical parameters in the puerperal period of goats. Bull. Vet. Inst. Pulawy., 47, 177-182.

-L-

63. Lafabrie, C., Pergent, G., Kantin, R., Pergent-Martini, C., and Gonzalez, J. L. (2007). Trace metals assessment in water, sediment, mussel and seagrass species–Validation of the use of *Posidonia oceanica* as a metal biomonitor. Chemosphere, 68(11), 2033-2039.

64. Lamand, M. (1991). Les oligo-éléments dans la Biosphère. Les Oligo-Éléments en Médecine et Biologie, 25-39.

65. Langner, C., et Denk, H. (2004). Wilson disease. Virchows Archiv, 445(2), 111-118.

66. Lansdown, A. B., Mirastschijski, U., Stubbs, N., Scanlon, E., et Ågren, M. S. (2007). zinc in wound healing: theoretical, experimental, and clinical aspects. Wound repair and regeneration, 15(1), 2-16.

67. Laoun, A. (2007). Magistère des sciences vétérinaires: Etude morpho- biométrique d'un échantillonnage d'une population ovines de la région de Djelfa, Option: Zootechnie, Algerie, p115.

68. Liu, Z. P. (2003). Lead poisoning combined with cadmium in sheep and horses in the vicinity of non-ferrous metal smelters. Science of the Total Environment, 309(1-3), 117-126.

69. Llobet, J. M., Falco, G., Casas, C., Teixido, A., and Domingo, J. L. (2003). Concentrations of arsenic, cadmium, mercury, and lead in common foods and estimated daily intake by children, adolescents, adults, and seniors of Catalonia, Spain. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51(3), 838-842.

70. Loste, A., Ramos, J. J., Fernández, A., Ferrer, L. M., Lacasta, D., Verde, M. T., and Ortín, A. (2008). Effect of colostrum treated by heat on immunological parameters in newborn lambs. Livestock Science, 117(2-3), 176-183.

-M-

71. Maalam, M. (2006). Statut cuprique des ovins de deux zones distincts (montagne et plaine) dans la région de Batna. **Thèse de Magister.** Université de Batna, P 131.

72. Marmet, R. (1971). La connaissance du bétail, Edition JB Baillière et Fils, Paris, 128 p.

73. Marshall, W. J., Bangert, S. K., and Raynaud, E. (2005). Biochimie médicale: physiopathologie et diagnostic. Elsevier.

74. Martelli, A., Rousselet, E., Dycke, C., Bouron, A., et Moulis, J. M. (2006). Cadmium toxicity in animal cells by interference with essential metals. Biochimie, 88(11), 1807-1814.

- 75. Martin-Lagos, F., Navarro-Alarcon, M., Terres-Martos, C., de la Serrana, H. L. G., and Lopez-Martinez, M. C. (1997).** Serum copper and zinc concentrations in serum from patients with cancer and cardiovascular disease. *Science of the total environment*, 204(1), 27-35.
- 76. Massaro, E. J. (2002).** Handbook of copper pharmacology and toxicology, Springer Science and Business Media minéraux persistants dans les boues des stations d'épuration, impact sur la santé publique. Thèse de doctorat vétérinaire, E.N.V. d'Alfort Paris 141p.
- 77. MECV, (2005).** Ministère de l'environnement et du Cadre de vie. Contribution du Burkina Faso a l'étude sur le plomb et le cadmium. Burkina Faso.
- 78. Mench, M., et Baize, D. (2004).** Contamination des sols et de nos aliments d'origine végétale par les éléments en traces.
- 79. Meschy, F. (2010).** Nutrition minérale des ruminants. Editions Quae. p 208.
- 80. 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. 69p.
- 81. Moorehead, W.R., Briggs H.G., (1974),** Clin Chem. 20, p.1458-1460.
- 82. Moula, N. (2013).** Les ressources génétiques ovines en Algérie. Les 11èmes journées internationales des sciences vétérinaires. Ecole nationale supérieur vétérinaire. Algérie, communication affichée.
- 83. Moula, N. (2018).** "Élevage ovin en Algérie: Analyse de situation."
- N-
- 84. Naidu, M. S. K., Suryakar, A. N., Swami, S. C., Katkam, R. V., and Kumbar, K. M. (2007).** Oxidative stress and antioxidant status in cervical cancer patients. *Indian Journal of Clinical Biochemistry*, 22(2), 140-144.
- 85. Nazifi, S., Saeb, M., and Ghavami, S. M. (2002).** Serum lipid profile in iranian fat-tailed sheep in late pregnancy, at parturition and during the post-parturition period. *Journal of veterinary Medicine Series A*, 49(1), 9-12.
- 86. Ndoutamia, G., et Ganda, K. (2005).** Détermination des paramètres hématologiques et biochimiques.
- 87. Nordberg Gunnar F., Bruce A. Fowler, Monica Nordberg, Lars Friberg. (2007).** Handbook on the toxicology of metals, Amsterdam [etc.], Elsevier Academic Press. p 529.
- 88. Nordberg Gunnar F., Bruce A. Fowler, Monica Nordberg. (2014).** Handbook on the Toxicology of Metals. Academic press.

89. NRC, (2000). National Research Council. Mineral Tolerance of Domestic Animals, National Academic of Science, Washington, DC.

90. Nriagu, J. O. (1990). "Global metal pollution: poisoning the biosphere?" Environment: Science and Policy for Sustainable Development 32(7): 7-33.

91. Nzengue Y. (2008). Comparaison des mécanismes de toxicité redox du cadmium, du cuivre et du zinc : place des métallothionéines et de p53. Thèse de doctorat. Université Joseph Fournier. 300 pages.

-O-

92. O'Halloran, T. V., and Culotta, V. C. (2000). Metallochaperones, an intracellular shuttle service for metal ions. Journal of Biological Chemistry, 275(33), 25057-25060.

93. OIV. (2003). Techniques analytiques et de contrôle (Codex œnologique). Resolution OENO 18/2003.P7.

94. Otto, F., Vilela, F., Harun, M., Taylor, G., Baggasse, P., and Bogin, E. (2000). biochemical blood profile of Angoni cattle in Mozambique. Israel Journal of Veterinary medicine, 55(3), 95-102.

-P-

95. Petit, K. (2007). Actualisation des connaissances sur les éléments biologiques et minéraux persistants dans les boues des stations d'épuration, impact sur la santé publique (Doctoral dissertation).

96. Piccione, G., Caola, G., Giannetto, C., Grasso, F., Runzo, S. C., Zumbo, A., et Pennisi, P. (2009). Selected biochemical serum parameters in ewes during pregnancy, post-parturition, lactation and dry period. Animal Science Papers and Reports, 27(4), 321-330.

97. Picot, A. (2010). les métaux lourds : de grands toxiques /mercure plomb cadmium, association de toxicologie et chimie (ATC) Paris.CNRS France.

98. Poncet, J. (2002). Etude des facteurs de risque de l'infertilité dans les élevages bovins laitiers de l'Ile de la Réunion: influence de l'alimentation sur la reproduction (Doctoral dissertation).

99. Prandini, A., Sigolo, S., Tansini, G., Brogna, N., and Piva, G. (2007). Different level of conjugated linoleic acid (CLA) in dairy products from Italy. Journal of Food Composition and Analysis, 20(6), 472-479.

100. Prasad, A. S. (2009). Impact of the discovery of human zinc deficiency on health. Journal of the American college of Nutrition, 28(3), 257-265.

-R-

101. Ribera D., Taberly J. (2011). Mélanges de polluants, toxicité, écotoxicité et évaluation des risques. RECORD, n°08-0668/1A. 295 pages.

102. Rapport national sur les ressources génétiques animales Ministère de l'agriculture et du développement rural (2003). RNRGA, p46.

103. Rouabah Saadaoui, L. (2002). Effets du cadmium sur la biologie et la physiologie des oligochètes. **Thèse de Doctorat.** Université Mentouri Constantine. P45-53.

-S-

104. Saidani I et kamli N. (2016). mémoire de master en biologie: caractérisation de l'activité reproductive du bélier de race blanche : mensuration morphométrique et suivi histologique testiculaire, option génétique : gestion et amélioration des ressources biologiques, p85.

105. Satarus S., Moore Mr. (2004). Adverse Health Effects of Chronic Exposure to Low-Level cadmium in foodstuffs and cigarette smoke. Environ Health Perspect. 2004 Jul; 112(10): 1099-1103. published online before print March 25, 2004

106. Science, M., Johnstone, J., Roth DE, Guyatt, G., Loeb M. (2012). Zinc for the treatment of the common cold: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Can Med Assoc J 184:E551–E561

107. Seboussi, R., Faye, B., et Alhadrami, G. (2004). Facteurs de variation de quelques éléments trace (sélénium, cuivre, zinc) et d'enzymes témoins de la souffrance musculaire dans le sérum du dromadaire (*Camelus dromedarius*) aux Emirats arabes unis. Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 57(1-2), 87-94.

108. Sigel, A., Sigel, H., & Sigel, R. K. (Eds.). (2013). Cadmium: from toxicity to essentiality (Vol. 11). Dordrecht, The Netherlands: Springer.

109. Stockham, S. L., and Scott, M. A. (2002). Fundamentals of veterinary clinical pathology, Ames. Iowa State University Press, 52, 434-459.

110. Stokol, T. (2013). Hemostasis. Cornell university college of veterinary medicine ClinPath the on-line textbook website.

111. Suttle, (2010). Mineral Nutrition of Livestock, 4th Edition. ED. CABI (182).579p.

-T-

112. Thévenod, F. (2003). Cadmium and cellular signaling cascades: to be or not to be?. Toxicology and applied pharmacology, 238(3), 221-239.

113. Titaouine Mohammed, (2015). thèse de magister. Approche de l'étude zootechnicosanitaire des ovins de la race Ouled Djellal dans l'est Algérien. Evolution des paramètres biochimique et hématologiques en fonction de l'altitude. Université Batna, 26-27. 100p.

114. Trinder P, (1969), Ann. Clin. Biochem. 6, 24.

-U-

115. Underwood, E. J., and Suttle, N. F. (1999). The Mineral Nutrition of Livestock, CABI. Publishing International.

-W-

116. Walker, C. L. F., & Black, R. E. (2010). Zinc for the treatment of diarrhoea: effect on diarrhoea morbidity, mortality and incidence of future episodes. International journal of epidemiology, 39(suppl_1), i63-i69.

117. Walters M.L.,Gerarde R.W, (1970),Microchem 15,231.

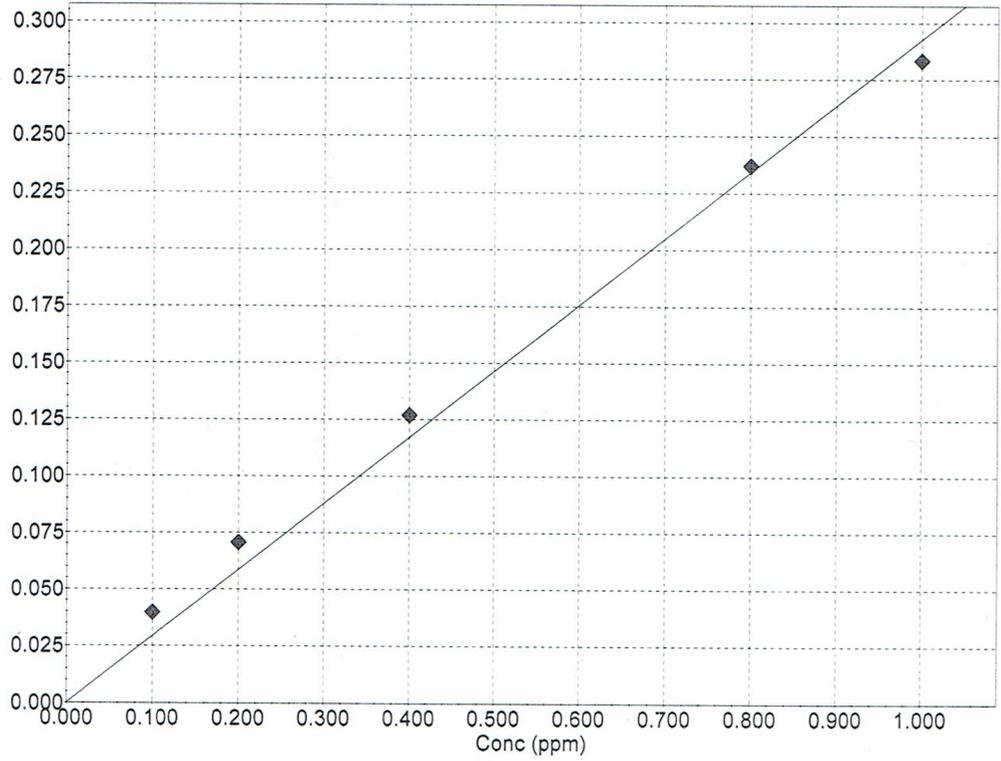
118. Wang, Y., Fang, J., Leonard, S. S., & Rao, K. M. K. (2004). Cadmium inhibits the electron transfer chain and induces reactive oxygen species. Free Radical Biology and Medicine, 36(11), 1434-1443.

119. Wijmenga, C., & Klomp, L. W. (2004). Molecular regulation of copper excretion in the liver. Proceedings of the Nutrition Society, 63(1), 31-39.

-Y-

120. Yokus, B., Cakir, D. U., & Kurt, D. (2004). Effects of seasonal and physiological variations on the serum major and trace element levels in sheep. Biological trace element research, 101(3), 241-255.

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

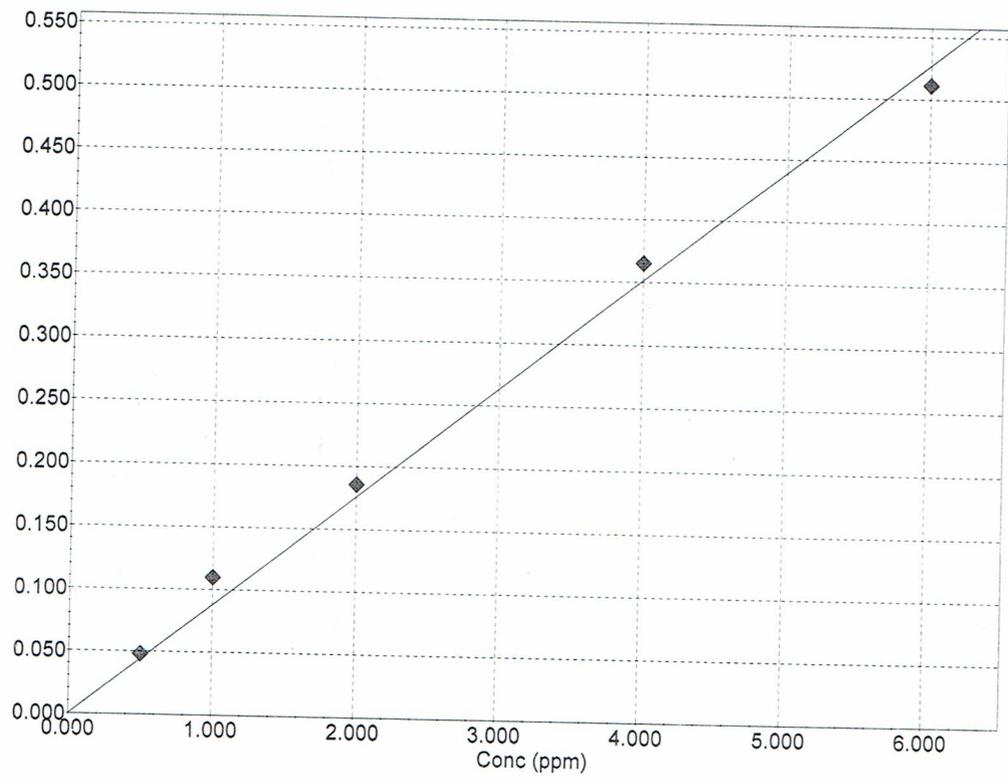


Abs=0.292768Conc+ 0 r=0.9995

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

<u>ABS</u>
0.0396
0.0706
0.1268
0.2369
0.2833

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

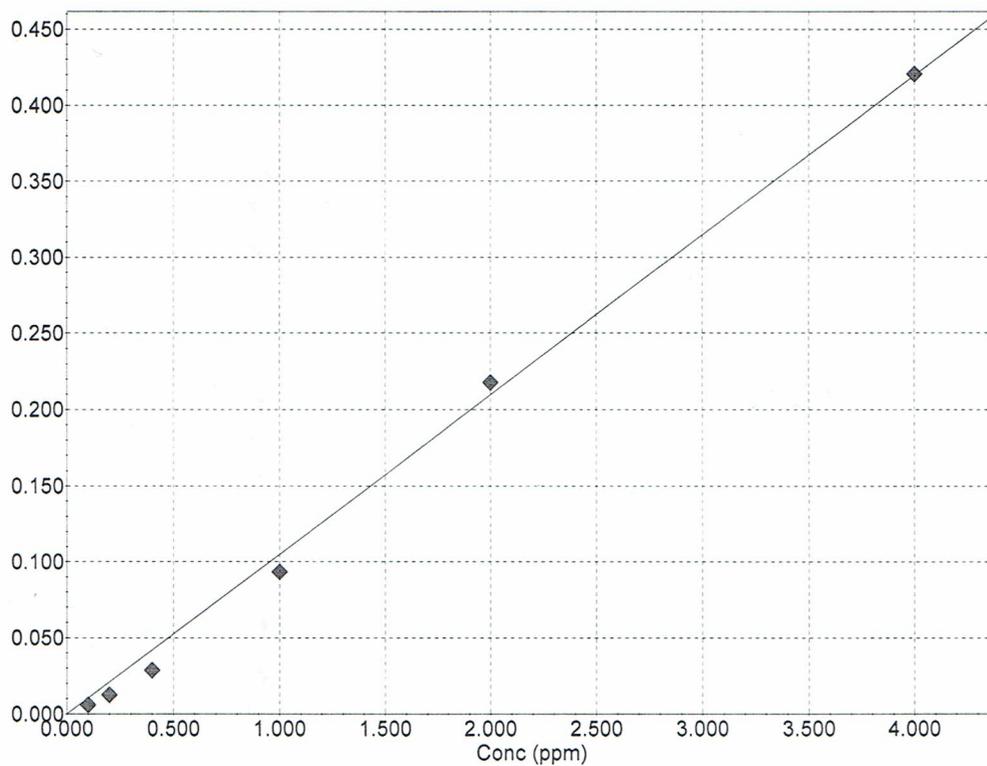


Abs=0.0878646Conc+ 0 r=0.9985

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

<u>ABS</u>
0.0479
0.1095
0.1853
0.3652
0.5109

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



Abs=0.104887Conc+ 0 r=0.9992

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

<u>ABS</u>
0.0059
0.0123
0.0285
0.0932
0.2177
0.4204

Thème : variations des ETM (CD,ZN et Cu), et de quelques paramètres biochimiques selon l'âge et le sexe chez les ovins Ouled Djellal

Présenté par :

- DENAIB Maha
- ZAZOUA Yasmine

Date de soutenance : juillet 2019

Résumé

Cette étude a pour objectif d'évaluer les variations de quelques paramètres biochimiques (calcium, protéines, cholestérol et bilirubine), ainsi que trois éléments en traces métalliques (cadmium, zinc et cuivre) dans le sang des ovins de la race Ouled Djellal en fonction de l'âge et du sexe. Les résultats ont révélé des perturbations au niveau des paramètres biochimiques en fonction de l'âge et du sexe avec une augmentation de la concentration du calcium chez les béliers par rapport aux brebis, et une diminution de la concentration de protéines totales en fonction de l'âge. Tandis que la bilirubine augmente en fonction de l'âge chez les deux sexes.

Le dosage des éléments en traces métalliques montre que la concentration du cadmium augmente avec l'âge. Alors que les oligoéléments (Zn, Cu) ont subi des variations considérables avec une hypercuprémie une hypozincémie en fonction de l'âge chez les deux sexes.

Mots clés : Ovins, Ouled-Djellal, Sexe, Age, Éléments en traces.

Abstract

This study aims to evaluate the variations of some biochemical parameters (calcium, proteins, cholesterol and bilirubin), as well as three trace metal elements (cadmium, zinc and copper) in the blood of sheep of the Ouled Djellal breed in function age and sex. The results revealed disturbances in biochemical parameters as a function of age and sex with an increase in calcium concentration in rams relative to ewes, and a decrease in total protein concentration as a function of age. While bilirubin increases with age in both sexes.

The determination of trace metal elements shows that the concentration of cadmium increases with age.

While the trace elements (Zn, Cu) have undergone considerable variation with hypercupremia and hypozincemia as a function of age in both sexes.

Key words: Sheep, Ouled-Djellal, Sex, Age, Trace elements.

المخلص

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم الاختلافات في بعض العناصر الكيميائية الحيوية : (الكالسيوم والبروتينات والكوليسترول والبيليبروبين) ، وكذلك تقم ثلاثة عناصر معدنية : (الكاديوم والزنك والنحاس) في دم الأغنام من سلالة أولاد جلال حسب العمر والجنس. كشفت النتائج عن وجود اضطرابات في العوامل الكيميائية الحيوية تتغير تبعاً للعمر والجنس، فلاحظ زيادة تركيز الكالسيوم في الكباش بالنسبة للنعاج، وانخفاض في تركيز البروتين الكلي تبعاً للعمر . بينما يزيد البيلبروبين مع تقدم العمر في كلا الجنسين. يوضح تحديد العناصر المعدنية النادرة أن تركيز الكاديوم يزداد مع تقدم العمر. في حين أن العناصر النادرة ((Zn,Cu) قد شهدت تبايناً كبيراً مع تغير العمر في كلا الجنسين.

الكلمات المفتاحية: الأغنام ، أولاد جلال ، الجنس ، العمر ، العناصر النادرة.