



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي.

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة زيان عاشور الجلفة

Université Ziane Achour – Djelfa

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences Agronomiques et Vétérinaire

Projet de fin d' étude

En vue de l' obtention du Diplôme de Master

Filière: Sciences Alimentaires

spécialité: Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire

Thème

Enquête sur la teneur en chrome hexavalent dans des échantillons de lait de chamelle de la région de Djelfa

Présenté par : RAKDA Fatiha
TELIBI Messaouda

Devant le Jury composé de:

Président : M. Laoun k.

M.A.A U.Z.A. Djelfa

Promoteur: M. BOUMEHRES A.

M.A.A U.Z.A. Djelfa

Examineur: : M. BAKHTI M

M.A.A U.Z.A. Djelfa

Année Universitaire : 2022/2023

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciements

Nos remerciements S' adressent tout d' abord à DIEU, le tout puissant qui nous a tracé le chemin de notre vie et accordé la volonté, la santé et la patience nécessaire à la réalisation de ce mémoire ;

Nous tenons à remercier en premier lieu notre encadreur Mr BOUMEHRES A. pour son aide précieuse et ces conseils judicieux.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury, pour l' intérêt qu' ils ont porté à notre recherche en acceptant d' examiner notre travail et de l' enrichir par leurs propositions.

Aux personnels du laboratoire pour leur aide.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à tous les enseignants qui nous ont enseigné et qui par leurs compétences nous ont soutenu dans la poursuite de nos études.

Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Avec l' expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail,

À la personne la plus importante de ma vie, celle qui n' a épargné aucun effort pour me rendre heureuse et m' a montré le chemin pour être forte et ne jamais baisser les bras devant les difficultés, à toi ma princesse, à ma maman que j' adore.

À la mémoire de mon cher père, j' aurais tant aimé que tu sois présent à mes côtés en ce jour pour et voir que tu es fière de moi.

À Tous mes frères, sœurs et mes amis sans exception.

À Fatiha, ma chère amie avant d' être ma binôme.

Telibi Messaouda



Dédicace

Je dédie cet humble travail

A mon père, que Dieu lui fasse miséricorde

A ma mère, que Dieu la protège

*A ceux qui m'ont soutenu dans ma carrière académique mon frère, que Dieu le
protège*

A ma famille, mes frères et amis qui m'ont soutenu

A mon amie Messaouda

À tous ceux qui m'ont enseigné au cours de ma carrière académique

Rakda Fatiha



Résumé

La toxicité des métaux lourds et leur capacité d'accumulation dans l'organisme humain rendent nécessaire la surveillance de leur concentration dans les aliments. L'objectif de notre étude était d'évaluer le niveau du chrome hexavalent dans le lait de chamelle collecté dans les points de vente de la région de Mesrane, Djelfa. Les concentrations en Cr VI ont été mesurées à l'aide de la spectrométrie UV/visible.

L'étude a montré la présence du chrome VI dans les 20 échantillons de lait analysés. La concentration du chrome VI était comprise entre 0,3 - 1,53 et 0,2 - 1,05 mg/L pour le mois de Février et Mai respectivement. Le Cr VI se trouve à des niveaux élevés pour l' éleveur 1 et l' éleveur 2 tandis que le Cr VI se trouve à des niveaux inférieurs dans tous les échantillons de lait de l' éleveur 3.

La présente étude confirme l' intérêt de mettre en place de normes règlementaires des métaux lourds dans le lait afin d' obtenir un lait dont la qualité devient plus sécurisé.

Mots Clés : Lait de chamelle, Chrome hexavalent, Contamination, Djelfa.

ملخص

ال ضروري من تجعل الإذ سان جسم في ال تراكم على وقدرتها ال ثقيلة المعادن مبيس إن سداسي ال كروم مس توى ت قديم هو دراس تنا من الهداف كان .الغذاء في ترك يزها مراقبة ال جلفة ، مصران منطقة في ال بيع ن قاط في جمعه تم الذي ال ناقة حلبي في ال تكاف و ال بن فسجية ف وق الأ شعة مط ياف با سد تخدام كاف و الت سداسي ال كروم ترك يزات ق ياس تم .ت حلبي لها تم حلبي عينة 20 في ال تكاف و سداسي ال كروم وجود ال دراسة أظهرت .المرئي / ل شهري ل / ملغ 1.05 - 0.2 و 1.53 - 0.3 ب بين ال تكاف و سداسي ال كروم ترك يز تراوح عالية مس توي انتب ال تكاف و سداسي ال كروم على ال ع ثورت م .ال توالي على وماي في فري ال حلبي عينات جميع في أقل ب مس تويات ه على ال ع ثورت م ب ينما 2 وال مردي 1 ل المردي 3.ال مردي من

من ال حلبي في ال ثقيلة لمعادن ت نظ يمية معاير و وضع أهمية على ال دراسة هذه ت وكد . أماناً أك ثر جودته تص بح الذي ال حلبي على ال حصول أجل

ال جلفة ، ال تلوث ، ال تكاف و سداسي ال كروم ناقة، ال حلبي ال مم ف تادية: ال كلمات

Abstract

The toxicity of heavy metals and their ability to accumulate in the human body make it necessary to monitor their concentration in food.

The objective of our study was to assess the level of hexavalent chromium in camel milk collected at points of sale in the region of Mesrane, Djelfa. Cr VI concentrations were measured using UV/visible spectrometry.

The study showed the presence of chromium VI in the 20 milk samples analyzed. The concentration of chromium VI was between 0.3 - 1.53 and 0.2 - 1.05 mg/L for the months of February and May respectively. Cr VI is found at high levels for breeder 1 and breeder 2 while Cr VI is found at lower levels in all milk samples from breeder 3.

This study confirms the interest of setting up regulatory standards for heavy metals in milk in order to obtain milk whose quality becomes more secure.

Keywords: Camel milk, Hexavalent chromium, Contamination, Djelfa.

Liste des abréviations

ÉTM : Éléments Traces Métalliques.

Cr(III) : Chrome trivalent

Cr(VI) : Chrome hexavalent

Pb : Plomb

Hg : Mercure

Cd : Cadmium

Cu : Cuivre le

Ni : Nickel

Fe: Fer

Zn : Zinc

Mn: Manganèse

Rb: Rubidium

Sr: Strontium

Cu⁰ : Cuivre métallique

Cu⁺: ion cuivreux

Cu²⁺: ion cuivrique

Cu³⁺: Cuivre trivalent

Cr₂O₃ : Oxyde chromique.

CaCrO₄ : Chromatite

pH : Potentiel hydrogène

M.G : Matière Grasse

q.s.p: Quantité suffisante pour

ppm: partie par million

N°	TITRE	Page
Figure 1	Cycle simplifié des ETM depuis les émissions jusqu'à l' exposition humain	7
Figure 2	Sources de contamination en métaux lourds du lait et des produits laitiers	10
Figure 3	Le cadmium	11
Figure 4	Le plomb	12
Figure 5	Le cuivre	13
Figure 6	Le chrome.	14
Figure 7	Effets toxicologiques du chrome hexavalent sur l'homme	18
Figure 8	Carte géographique représente la région d'échantillonnage	25
Figure 9	les chamelles de la région de Mesrane DJELFA	26
Figure 10	Photo de la traite manuelle (Photo personnelle, 2023).	27
Figure 11	Méthode d'extraction	31
Figure 12	les filtrats	32
Figure 13	Solutions standard de chrome hexavalent après contact avec 1.5 Diphenylcarbazide	33
Figure 14	Analyse des solutions par UV-Visible	34
Figure 15	Courbe d'étalonnage du chrome hexavalent	35
Figure 16	Concentrations du chrome hexa valent dans le lait de chamelle	36

Liste des tableaux

N°	titre	Page
Tableau 1	Le tableau périodique	4
Tableau 2	Effets des métaux sur la santé humaine	8
Tableau 3	Caractéristiques physico-chimiques du chrome	15
Tableau 4	Composition du lait (en %) chez les chamelles et les vaches	23
Tableau 5	Etablissement de la courbe d' étalonnage	30
Tableau 6	Dosage de chrome hexavalent dans le lait de chamelle	35

Remerciements

Dédicace

Résumé

Liste des abréviations..... I

Liste des figures..... II

Liste de tableaux.....II

Introduction1

Partie 1 : Synthèse bibliographique

Chapitre I : Généralités sur les métaux lourds

1.Définition4

2.Classification des métaux lourds4

2.1. Selon le tableau de Mendeleïev4

2.2. Selon leurs effets physiologiques et toxiques5

2.2.1. Métaux Essentiels5

2.2.2. Métaux non essentiels.....5

2.2.3. Les métaux toxiques6

3. Origine des métaux lourds.....6

3.1. Sources naturelles6

3.2. Sources anthropiques.....6

4. Les émissions d'origine naturelle et anthropiques des ETM6

5. Les effets des métaux lourds7

6.Toxicité des métaux lourds.....8

7. Contamination en métaux lourds du lait8

8. Sources d'exposition.....9

9. Présentation d'un certain nombre d'ETM.....10

9.1. Cadmium	10
9.1.1. Propriétés physico-chimiques du cadmium	11
9.1.2. Toxicité du Cadmium	11
9.2. Plomb	11
9.2.1. Propriétés physico-chimiques du plomb	12
9.2.2. Toxicité du plomb	12
9.3. Cuivre	13
9.3.1. Propriétés physico-chimiques du Cuivre	13
9.3.2. Toxicité de cuiver	13
9.4. Chrome	14
9.4.1. Propriétés physico-chimiques du chrome	14
9.4.2. Toxicité du chrome	15
9.4.3. Les types du chrome	15
a/ Chrome trivalent Cr (III)	15
b/ Chrome hexavalent Cr (VI)	16
b/ 1. Utilisations du Chrome hexavalent	16
b/2. Effets du chrome hexavalent sur la santé humaine	17

Chapitre II : Généralités sur le lait de chamelle

1. Définition	19
2. Valeur nutritionnelle	19
3. Caractéristiques du lait de chamelle	20
3.1. Caractères organoleptiques	20
3.2. Caractéristiques physiques chimiques	20
3.2.1. pH ₂₁	
3.2.2. L'acidité titrable (DORNIC)	21
3.3.2. Viscosité	21
3.3.3. Densité	21
3.3.4. Point de congélation	21
4. Compositions chimiques et biochimiques	21

Chapitre IV: Résultats et discussion

1. Introduction	33
2. Résultats de l'analyse du chrome hexavalent dans les échantillons de lait.....	33
2.1. Courbes d'étalonnage	34
3. Discussion	37
Conclusion	35
Références bibliographiques	36
Annexes	46

Introduction

Introduction

Les métaux lourds sont naturellement présents dans l'environnement et se retrouvent dans pratiquement toutes les substances végétales, animales et alimentaires (SCHUHMACHER *et al.*, 1991). De petites quantités de certains métaux, dont le chrome (Cr), sont nécessaires au développement humain, mais une exposition continue et excessive aux métaux peut entraîner une toxicité menaçant la santé humaine. Des études antérieures ont montré que la toxicité des métaux peut entraîner des changements pathologiques dans les reins, le foie, le tractus gastro-intestinal, les os, le pancréas, les testicules et les vaisseaux sanguins (HUNT *et al.*, 1991).

Le chrome est un élément essentiel qui aide l'organisme à utiliser le sucre, les protéines et les graisses (WHO, 1988). Le Cr est généralement présent dans les aliments sous la forme trivalente ; la forme hexavalente du Cr est toxique et n'est normalement pas présente dans les aliments (NOEL *et al.*, 2003). Le Cr(VI) est considéré comme toxique et cancérigène pour l'homme en raison de son potentiel oxydant et de sa facilité à traverser les membranes biologiques (SCHONSLEBEN *et al.*, 1995). L'ingestion par l'homme de doses élevées de Cr(VI) peut entraîner des problèmes de santé humaine, notamment des hémorragies gastro-intestinales et la nécrose des tubules proximaux et distaux des reins (LANGÅRD, 1983).

Les métaux lourds sont couramment présents dans la nature et leurs concentrations dans les produits alimentaires augmentent de jour en jour en raison de l'utilisation d'eaux usées non traitées et d'effluents industriels pour l'irrigation des cultures. Les animaux sont considérés comme des filtres efficaces des métaux et, par conséquent, des quantités infimes sont naturellement ajoutées au lait par l'intermédiaire des corps animaux (RAIKWAR *et al.*, 2008).

Les métaux peuvent contaminer le lait animal par le biais des instruments et des machines utilisés dans la transformation et la distribution du lait. C'est pourquoi le lait transformé présenterait des concentrations plus élevées de métaux lourds que le lait cru (ANETTA *et al.*, 2012).

En outre, les métaux lourds peuvent également pénétrer dans le lait par le biais d'aliments pour animaux contaminés, par le biais de l'irrigation avec des canaux pollués ou des eaux usées, de l'application de pesticides et de fongicides, et de la

présence d'industries à proximité des zones d'alimentation animale (CAI *et al.*, 2009 ; IFTIKHAR *et al.*, 2014).

Avec le développement rapide des industries, diverses activités anthropiques ont provoqué une accumulation excessive d'éléments métalliques toxiques dans les eaux usées et les sols. Le traitement du cuir est l'une de ces activités qui produit une grande quantité de chrome sous diverses formes (COUTO *et al.*, 2004). Le manque de surveillance de la part des entreprises concernées, en particulier dans les pays en développement comme l'Algérie, aggrave et complique la situation.

Selon le rapport de la station de surveillance environnementale de Djelfa, la tannerie de la ville de Djelfa est la principale source de pollution par le chrome hexavalent. Le système de traitement des eaux usées de la tannerie n'est pas suffisant pour éliminer tous les produits chimiques libérés lors du traitement du cuir (HACHI *et al.*, 2022). Parmi ces produits chimiques, l'espèce de chrome la plus dominante dans les déchets de tannerie est le Cr(III), qui se transforme généralement en Cr(VI) lorsque le pH du sol est neutre ou acide, en particulier au contact de l'oxyde de manganèse du sol (MnO_2) (XU *et al.*, 2019). Le Cr(VI) est plus toxique que le Cr(III) (KULKARNI, 2019) et a suscité un grand intérêt en raison de ses effets toxiques et de sa persistance à long terme dans l'environnement (RIAZ *et al.*, 2019). La toxicité du Cr(VI) et son potentiel cancérigène sont principalement liées à sa forte capacité d'oxydation, solubilité et à sa mobilité (YADAV *et al.*, 2019).

Le réseau de collecte est l'élimination finale des eaux usées de la tannerie, mais en raison de fuites dans les canalisations, une grande quantité est transférée dans la vallée de l'Oued Mellah, qui traverse la ville du sud au nord. En raison de la rareté des ressources en eau douce, ces eaux usées ont parfois été utilisées pour l'irrigation des zones agricoles autour de la vallée, entraînant la détérioration des sols et menaçant la vie humaine (HACHI *et al.*, 2022).

La wilaya de Djelfa est connue pour sa vocation steppique, où l'élevage ovin est prédominant. Mais ces derniers temps, on notera d'autres types d'élevages à savoir l'élevage camelin qui est en pleine croissance. Et vu la consommation du lait des chèvres par la population pour différents buts nutritionnelles et thérapeutiques, ils peuvent être exposés de plus en plus aux risques toxiques par le lait contaminé par les métaux lourds. Pour toutes ces raisons, il importe que les denrées d'origines animales notamment le lait soit exemptes de toute trace ou renfermer des faibles quantités lors de leur mise sur le marché.

Dans ce contexte, nous allons évaluer la teneur en chrome hexavalent dans quelques échantillons du lait de chamelle vendus dans la région de Mesrane (35 Km, nord Djelfa). Et voir l'impact de la tannerie sur le niveau de contamination métallique par ce métal toxique.

Dans ce Mémoire, le travail est divisé et organisé en deux parties :

□ **Partie bibliographique:** comprend deux chapitres.

Chapitre 01 : intitulé Généralités sur les métaux lourds.

Chapitre 02 : intitulé Généralités sur le lait de chamelle.

□ **Partie Expérimentale:** comprend deux chapitres.

Chapitre 01 : intitulé matériel et méthodes.

Chapitre 02 : intitulé résultats et discussion.

Enfin une conclusion générale achèvera notre étude.

Partie 01

Synthèse Bibliographique

chapitre I

Généralités sur Les métaux lourds

Chapitre I : Généralités sur les métaux lourds

1. Définition

Les métaux lourds sont des éléments métalliques naturels dont la densité est supérieure à 5g/cm^3 . Ces éléments sont généralement présents dans l'environnement à l'état de traces : mercure, plomb, cadmium, cuivre, arsenic, nickel, zinc, cobalt, manganèse...etc. (ARRIS, 2008).

D'un point de vue chimique, les éléments du tableau périodique qui forment des cations en solution sont des métaux. D'un point de vue physique, le terme "métal lourd" désigne des éléments métalliques naturels, des métaux ou dans certains cas des métalloïdes (environ 65 éléments), caractérisés par une densité supérieure à 5g/cm^3 (ADRIANO, 2001).

2. Classification des métaux lourds

2.1. Selon le tableau de Mendeleïev

Les éléments traces métalliques (ETM) dans la classification périodique dans le **Tableau 1** (classification de Mendeleïev), sont présents dans tous les compartiments de l'environnement, généralement en quantité très faible sous forme de traces et ne sont pas biodégradables qui peuvent être soit des métaux naturels (Pb, Zn, Cd), soit des métalloïdes (éléments combinant certaines caractéristiques du métal et 19 d'autres caractéristiques non métalliques (As, B, Se), soit des non métaux (N, F, Cl).

TABLEAU PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS

Legend:

- Non-métaux
- Métaux alcalins
- Métaux alcalino-terreux
- Métaux de transition
- Métaux pauvres
- Métalloïdes
- Halogènes
- Gaz nobles
- Lanthanides
- Actinides

Tableau 1: Le tableau périodique (MIR, 2016)

2.2. Selon leurs effets physiologiques et toxiques

Les métaux rencontrés dans l' environnement peuvent être classés selon leur caractère essentiel ou non et toxiques (MENCH et BAIZE, 2004).

2.2.1. Métaux Essentiels

C'est un oligo-élément nécessaire à de nombreux processus cellulaires et il est présent à de très faibles concentrations dans les tissus biologiques. Certains deviennent toxiques lorsque les concentrations dépassent un certain seuil. C'est le cas du cuivre (Cu), du zinc (Zn) et du fer (Fe). Par exemple, le zinc (Zn) à une concentration de 1 millimolaire est un oligo-élément impliqué dans de nombreuses réactions enzymatiques (déshydrogénases, protéases, peptidases) et joue un rôle important dans le métabolisme des protéines, des glucides et des lipides (KABATA-PENDIAS et PENDIAS, 2001).

2.2.2. Métaux non essentiels

Selon DONATI, (2018), le rubidium (Rb), strontium (Sr) et le césium(Cs) n'ont pas un rôle biologique défini et n'ont aucune toxicité.

Les métaux lourds ont été utilisés depuis longtemps par les êtres humains pour la fabrication d'alliages et de pigments métalliques pour les peintures, le ciment, le papier, le caoutchouc et d'autres matériaux. Même aujourd'hui, l' utilisation des

métaux lourds dans certains pays augmentent malgré leurs effets toxiques bien connus (OVES *et al*, 2016).

2.2.3. Les métaux toxiques

Ont un caractère polluant avec des effets toxiques pour les organismes vivants même à faible concentration. Ils n' ont aucun effet bénéfique connu pour la cellule. C' est le cas du plomb (Pb), du mercure (Hg), du cadmium (Cd) (BEHANZIN, *et al* 2014).

3. Origine des métaux lourds

Les métaux lourds peuvent provenir de plusieurs sources d' origine naturelles ou anthropiques

3.1. Sources naturelles

Les métaux lourds sont présents naturellement et ils sont libérés dans les précipitations géochimiques des roches et des sources, l'activité volcanique et bactérienne, l'altération continentale et les incendies de forêt (BENARIBA *et al.*, 2016).

3.2. Sources anthropiques

Les métaux provenant d'importations anthropiques existent sous des formes chimiques assez réactives et présentent donc un risque plus élevé que les métaux provenant de sources naturelles qui sont généralement fixés sous des formes relativement inertes. Les activités contribuant aux concentrations environnementales comprennent : les activités pétrochimiques, l'utilisation de combustibles, le transport, l'incinération des déchets, les produits (interrupteurs électriques, amalgames dentaires, lampes fluorescentes), les déchets municipaux (eaux usées, épuration des boues, déchets ménagers), l'agriculture, les activités minières, les déchets industriels. (MONNA, 2008).

4. Les émissions d'origine naturelle et anthropiques des ETM

Après la libération des ETM par les différentes sources (naturelles ou anthropique), ils se dispersent à travers tous les compartiments du milieu naturel y

compris les espèces vivantes. L' être humain est en contact avec tous les écosystèmes, donc il peut être exposé aux contaminants par diverses manières, soit à partir de l' alimentation (végétal ou animal) ou directement de lanature(air,sol,eau)(**Figure1**)

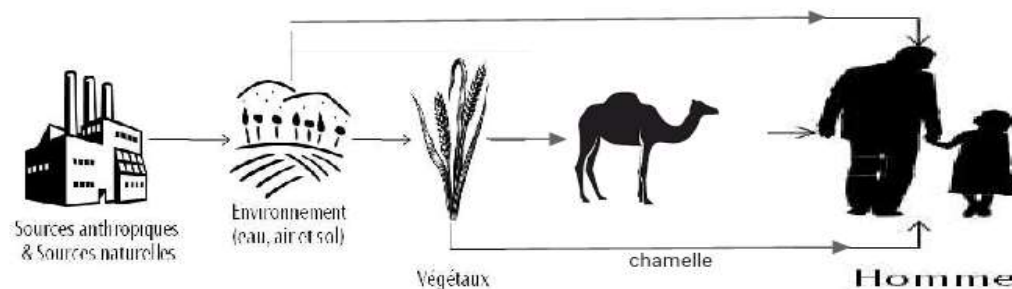


Figure 1 : Cycle simplifié des ETM depuis les émissions jusqu'à l' exposition humain (**GOUZY, 2014**) (modifié)

5. Les effets des métaux lourds

La toxicité des métaux lourds est renforcée par la bioaccumulation et la biomagnification, donc les métaux peuvent provoquer des risques sur la santé humaine et l' environnement même à de petites quantités. Le tableau suivant représente les effets de quelques métaux lourds sur les êtres humains.

Tableau 2: Effets des métaux sur la santé humaine (**KRIBI, 2005**).

Métal	Effet aigus	Effet chronique
Nickel (Ni)	dermatose, différentes allergies.	Cancérogènes, tératogènes et mutagènes, troubles digestifs, céphalées et asthénie.
Cobalt (Co)	dépressions, anorexie, nausée, Vomissement, diarrhée, symptômes neurotoxiques : maux de tête, dépression du système nerveux – périphérique et changement	la perte partielle ou complète du sens de l' odorat, les troubles digestifs du type gastroentérites, la dilatation du cœur, les thrombopénies, l' augmentation d' érythrocytes dans le sang et les maladies de la

	des réflexes.	glande thyroïdienne.
Zinc (Zn)	Crampes d'estomac, diarrhée, vomissement, nausée, fièvre, irritations, anémie.	Endommagement de pancréas, perturber le métabolisme des protéines, artériosclérose, dysfonctionnement lent du foie.
Fer (Fe)	Vomissement, saignement gastro-intestinal, pneumonie, convulsion, coma, jaunisse.	Des troubles du sang, perturbation de métabolisme du glucose, augmentation des maladies cardiaques. pneumoconioses.
Chrome (Cr)	Nausée, diarrhée, endommagement du foie et des reins, hémorragie interne, dermatites et des problèmes de respiration.	Cancérogènes et mutagènes modifiant les bases d'ADN, des dermatites de contact, ulcère de la peau, irritations septiques, congestion pulmonaire, perforer les tympans et la néphrite

6. Toxicité des métaux lourds

Lorsque la concentration de métaux lourds est supérieure à la concentration normale, cela causera des dommages plus ou moins graves aux humains, aux animaux et aux plantes. Le plomb, le cadmium et le mercure sont considérés comme toxiques ou hautement toxiques (HAMMI, 2010).

7. Contamination en métaux lourds du lait

Le lait est un filtre naturel pour les métaux toxiques, les contaminants les plus courants étant le cadmium, le plomb et le mercure. La contamination par le mercure, si elle est encore possible, reste un phénomène extrêmement rare pour les

mammifères terrestres. Les principales sources de contamination des produits laitiers par les métaux toxiques sont les sources industrielles : on peut notamment citer la peinture ou l'essence, les batteries (plomb, mercure, cadmium) ainsi que la sidérurgie, la métallurgie, les mines (smog) et les tanneries (chrome). Il faut également mentionner les pollutions qui, bien que d'origine naturelle, ne peuvent être ignorées : volcans, feux de forêts (arsenic) ou sols riches en minéraux comme le mercure (**ORKARSSON *et al.*, 1989**).

8. Sources d'exposition

La principale source d'exposition à la plupart des métaux lourds est l'ingestion d'aliments contaminés (**KLASSEN, 2003**). En effet, les plantes et les animaux absorbent les métaux lourds présents dans le sol et les accumulent dans leurs tissus (bioaccumulation). Une absorption excessive peut entraîner des perturbations métaboliques chez ces organismes (ralentissement de la croissance des plantes, diminution de la fertilité des sols..), qui peuvent s'avérer néfastes pour les « consommateurs » de ces organismes (**GALAF et GHANNAM, 2003**).

Si les chameaux ingèrent de l'herbe contaminée aux métaux lourds, ce dernier sera stocké dans les tissus de l'animal ou excrété dans le lait. Il est ensuite absorbé par les consommateurs de viande ou de lait. Maintes et maintes fois, cette condition conduit à une accumulation à long terme de métaux dans le corps (**KLASSEN, 2003**).

La figure 2 présente les sources de contamination en métaux lourds pour le bétail et ensuite pour l'homme à travers la consommation du lait et des produits laitiers.

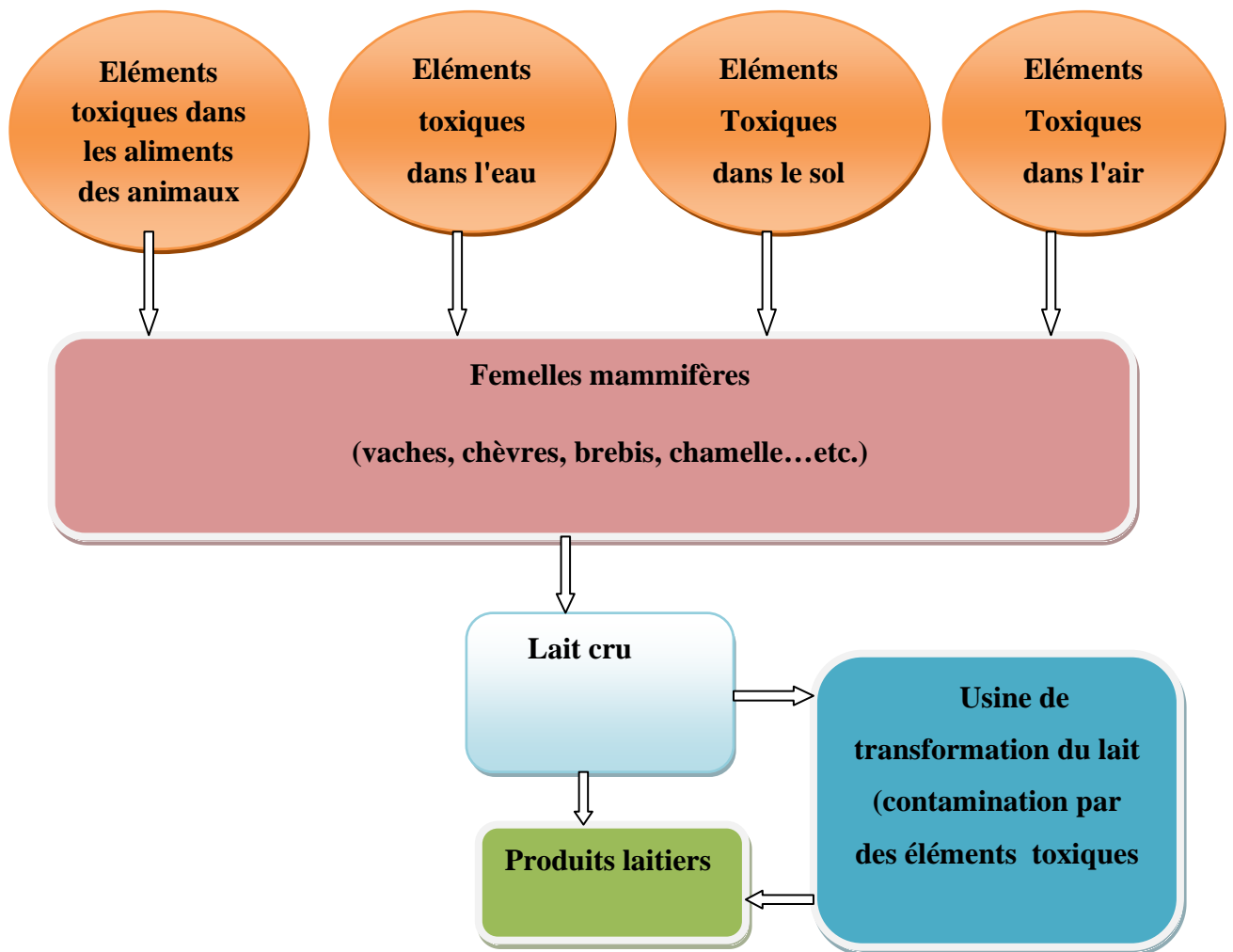


Figure 2 : Sources de contamination en métaux lourds du lait et des produits laitiers)(DAVID D, 2013)(modifié)

9. Présentation d'un certain nombre d'ETM

9.1. Cadmium

Le cadmium (Cd) est un élément naturel, présent dans certains minerais (notamment de zinc) sous forme d'impuretés. Ce métal est rencontré notamment dans les batteries. Le cadmium a été abondamment utilisé pour protéger l'acier contre la

corrosion (cadmiage), ou comme stabilisant pour les plastiques et les pigments (LARS J, 2003).

9.1.1. Propriétés physico-chimiques du cadmium

Le cadmium est un métal de transition toxique, de numéro atomique 48. Blanc argent, légèrement bleuté (**Figure 3**), il est ductile, malléable et résiste à la corrosion atmosphérique. Sa densité est de 8650 kg/m³. C' est un métal qui n'existe pas à l'état natif et relativement rare et qui est caractérisé par des propriétés physico-chimiques proches du zinc. Il fond à 320,9 °C et bout à 767 °C. Lors de l'ébullition du cadmium, il se dégage des vapeurs jaunes toxiques (RAMADE, 1998).



Figure 3 : Le cadmium

9.1.2. Toxicité du Cadmium

Les effets du cadmium sur l'organisme sont connus depuis les années 1950. Très toxique sous toutes ses formes (solide, vapeur, sels, composés organiques), c'est l'un des rares éléments n'ayant aucune fonction connue dans le corps humain ou chez l'animal (RAHIMZADEH *et al.*, 2017).

9.2. Plomb

C'est un métal assez commun dans la croûte terrestre, se présentant sous la forme de sulfures, de carbonates et de sulfates. Bien que de nombreuses utilisations du plomb soient aujourd'hui largement limitées en raison de sa toxicité, son utilisation dans les piles et accumulateurs, les tuyaux et les soudures, les vêtements

de protection contre les rayons X, etc. peut entraîner une contamination des terres agricoles (KAMMERER, 2009). Les principales voies d'exposition pour les humains et les animaux sont les aliments contaminés et les sources environnementales telles que les vieilles maisons avec de la peinture au plomb (KLASSEN, 2003). Les aliments les plus susceptibles de contenir des traces de plomb sont, par ordre décroissant : les légumes et les fruits, le lait et les produits laitiers, les abats et les produits à base de viande, le vin, les fruits de mer (KAMMERER, 2009).

9.2.1. Propriétés physico-chimiques du plomb

Le Plomb (symbole Pb), est un élément métallique de couleur gris bleuâtre (Figure 4), de numéro atomique 82, très mou, très malléable et ductile, peu ou rarement disponible à l'état natif. Les composés de plomb existent principalement sous forme divalente (KLAASSEN., 2008).



Figure 4 : Le plomb

9.2.2. Toxicité du plomb

Elle ne se rencontre pas dans l'industrie, en général, elle résulte de l'ingestion accidentelle d'acétate de plomb, elle se manifeste par des troubles digestifs, atteinte rénale, atteinte hépatique, convulsion et coma conduisant à la mort en 2 à 3 jours (VILLA, 2015).

9.3. Cuivre

Le cuivre est un élément métallique de symbole Cu; il appartient au groupe (IB) de la classification périodique des éléments (INGLE *et al.* , 2018).

C' est un métal rouge orange, brillant, noble, peu oxydable et susceptible d' un très beau poli (NAVEL , 2011).

9.3.1. Propriétés physico-chimiques du Cuivre

Le Cuivre possède 4 niveaux d'oxydation : Cu⁰ (cuivre métallique), Cu⁺ (ion cuivreux), Cu²⁺ (ion cuivrique) et Cu³⁺ (cuivre trivalent). Le cuivre exposé à l' air humide contenant du gaz carbonique s' oxyde et se couvre d' une couche verte (carbonate de cuivre hydraté) appelée vert de gris (Figure 5) . L' acide sulfurique concentré attaque le cuivre à chaud : il se dégage de l' acide sulfureux et il se produit du sulfate de cuivre. Il s' oxyde sous l' action des acides gras. Le cuivre s' allie avec plusieurs métaux à l' exception du fer et du plomb et donne des alliages tels que le laiton, alliage de cuivre et de zinc (VINOT, 2011).



Figure 5: le cuivre

9.3.2. Toxicité de cuiver

Le cuivre à très faible dose est considéré comme un oligo-élément indispensable à la vie(ATTAR, 2014). Il intervient dans la fonction immunitaire et contre le stress oxydant, son manque cause le syndrome de Menke et anémie, mais à des doses plus élevées et sous ses formes oxydées il présente une action toxique causant une atteinte

rénale, hépatique, le système gastro-intestinal est aussi, une atteints génétique nommé la maladie de Wilson résulte d' une intoxication au cuivre(PLUMLEE, 2007).

9.4. Chrome

Le chrome (Cr) est un métal dur de couleur gris argenté(Figure 5), . Il est utilisé en métallurgie pour améliorer la résistance à la corrosion et dans l'industrie du verre pour le tannage du cuir, des teintures et des peintures. Le chrome trivalent est un oligo-élément essentiel pour les organismes (SANTÉ, 2009). Il est assez répandu dans la nature et c' est sous cette forme que l' on retrouve le chrome dans l' alimentation. La forme hexavalent (Cr⁶⁺), quant à elle, est moins abondante, très toxique, cancérigène et a pour origine principale la métallurgie (COTTE et DURE, 2010)



Figure 6: Le chrome

9.4.1. Propriétés physico-chimiques du chrome

Le chrome est un élément chimique, métallique, de symbole Cr, de numéro atomique 24 et de masse atomique 51,996 u.m.a, il appartient au groupe 6 (ou VI b) du tableau périodique. Cet élément est un métal de transition, dur et d' une couleur gris acier-argenté. Il résiste à la corrosion et au ternissement. Il est souvent en substitution du fer (rayons ioniques très proches Fe (III) = 0,067 nm, Cr (III) = 0,061 nm, Cr (VI) = 0,044 nm. Les traces de chrome présentes dans ces minéraux sont souvent responsables de leurs couleurs : le vert de l' émeraude ou le rouge du rubis (ALLOWAY, 1995). Il forme uniquement des liaisons de covalence, et bien que

classé dans un groupe de métaux, il a la physionomie typique d' un élément de transition. Sa température de fusion est située à 1875 °C. D' autres propriétés physiques de cet élément sont regroupées dans le tableau 3

Tableau 3 :Caractéristiques physico-chimiques du chrome (NATHAN, 2006)

Symbol chimique	Cr
Numéro atomique	24
Masse atomique	52
Température de fusion	3375°F (1907°C)
Température d' ébullition	4842°F (2671°C)
Densité	7.14g/cm ³

9.4.2. Toxicité du chrome

Les formes trivalente (Cr(III)) et hexavalente (Cr(VI)) n'ont pas la même toxicité et agissent différemment sur les organismes. Le chrome (III) est un nutriment essentiel pour l'homme, par contre le chrome (VI) est très toxique et présente diverses conséquences sur la santé, sur la faune et la flore (SHANKER, 2005). Les effets néfastes connus du chrome hexavalent sur la santé sont la nécrose du foie, les allergies cutanées et le cancer des poumons (LEONARD, 1990). Ces maladies résultent souvent de l'ingestion des sels de chrome par voie orale, d'une simple dose de chrome hexavalent à 10 mg/kg de poids corporel. Les composés hexavalent du chrome sont absorbés plus facilement que les composés trivalents. Les données chez l' animal suggèrent une absorption pulmonaire de 53 à 85 % et de 5 à 30 % pour les particules inhalables de chrome(VI) et de chrome(III) respectivement (BARCELOUX, 1999).

9.4.3.Les types du chrome

a/ Chrome trivalent Cr (III)

Le chrome trivalent est un oligo-élément essentiel pour le métabolisme du sucre chez l' être humain, une déficience en chrome peut affecter le potentiel de l' insuline

à régler le niveau de sucre dans l'organisme. Il ne semble pas être essentiel à la vie des plantes, bien que certaines plantes poussent sur des sites hautement contaminés en chrome. Le chrome trivalent a peu d'affinité pour l'oxygène, pour cette raison, il a tendance à former de nombreux complexes avec des ligands organiques ou non organiques (COTTE, 2010)

b/Chrome hexavalent Cr (VI)

Contrairement au chrome trivalent, le Cr(VI) est d'origine anthropique à l'état de trace (<5 µg/mL) et a des antécédents cancérigènes, tératogènes et toxicologiques connus. Les exemples incluent les lésions cutanées, la dermatite et, pire encore, le cancer du poumon. Foie et rein (POOJ, 2022). Le chrome hexavalent est actuellement classé comme cancérigène par inhalation de classe A par l'Environmental Protection Agency des États-Unis (ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 1995). L'inhalation semble être la principale voie d'exposition humaine au Cr(VI) (PLUMLEE et ZIEGLER, 2007)

b/ 1. Utilisations du Chrome hexavalent

Le chrome hexavalent est utilisé largement pour le placage au chrome, la galvanisation, le tannage du cuir, dans les peintures industrielles, les encres et pigments, dans les aciéries et dans l'industrie de préservation du bois (POOJ, 2022).. Il n'existe pas sous forme purement cationique, mais plutôt sous forme d'oxyanion dans divers composés. La nature toxique des ions Cr(VI), soit HCrO_4^- et $\text{Cr}_2\text{O}_4^{2-}$, est d'une part associée à leur haut potentiel d'oxydation et d'autre part à leur taille relativement petite, ce qui leur permet de pénétrer les membranes cellulaires (SILVAAND, 1991). Ainsi, la mesure de la concentration totale du chrome ne permet pas d'évaluer avec justesse l'impact réel de cet élément sur la santé des organismes vivants et l'environnement. Il existe un large consensus dans la communauté scientifique sur l'importance de la spéciation et de la distribution de ce contaminant dans l'environnement, afin d'évaluer les risques qu'il représente pour la santé des organismes vivants et des écosystèmes bois (POOJ, 2022).

b/2. Effets du chrome hexavalent sur la santé humaine

Le chrome hexavalent Cr (VI) est un polluant environnemental mondial qui augmente le risque de plusieurs types de cancers et est de plus en plus reconnu comme un neurotoxique (**WISE, 2022**). Le Cr (VI) et ses métabolites, en particulier les chromates, empruntent une voie distincte pour pénétrer dans l'organisme humain.

Les principales voies d'exposition au Cr (VI) sont les suivantes l'inhalation, l'ingestion et le contact avec la peau . Selon la durée, l'exposition au Cr (VI) peut être classée aiguë (14 jours), intermédiaire (75-364 jours) et chronique (365 jours) (**YANG et SONG, 2020**)

Le Cr (VI) est toxique de diverses manières. Il peut réduire l'activité ou l'efficacité du système immunitaire, entrer en compétition avec les sites de fixation des cofacteurs de l'activité enzymatique, supprimer d'importantes enzymes telles que la phosphorylation oxydative, et provoquer des changements dans l'architecture cellulaire, notamment dans la région lipoprotéique de la membrane. Irritation et ulcération nasale, réactions d'hypersensibilité et dermatite de contact, broncho-pneumopathie aiguë, maladie du foie et des reins, cancer du poumon et de la peau, hémorragies internes et lésions de l'ADN l'interaction du Cr (VI) avec l'enzyme ADN-polymérase (**VENDRUSCOLO, 2017**). Le Cr (VI) pénètre rapidement dans les cellules, mais il doit passer par plusieurs étapes dans la circulation sanguine avant de se transformer en Cr (III) dans les organes internes. L'ion Cr (VI) est excrété de l'organisme, alors que le chromate est excrété de l'organisme. tandis que l'ion chromate est transporté jusqu'à la cellule par une voie de transport qui implique également les ions sulfate et phosphate. Ces ions peuvent induire un stress oxydatif dans les cellules, ce qui a été associé à une variété de maladies chroniques, de maladies infectieuses et de maladies infectieuses(**DESMARIAS , Costa , 2019**)**DESMARIAS TL, Costa M.,2019**

Le rapport international de l'Organisation mondiale de la santé sur le Cr (VI) a classé les composés du Cr (VI) comme cancérogènes pour l'homme du groupe 1 avec plusieurs modes d'action complexes, sur la base recherche épidémiologique liant le Cr (VI) au cancer du poumon (**figure3**) (**JUNAID, 2016**)

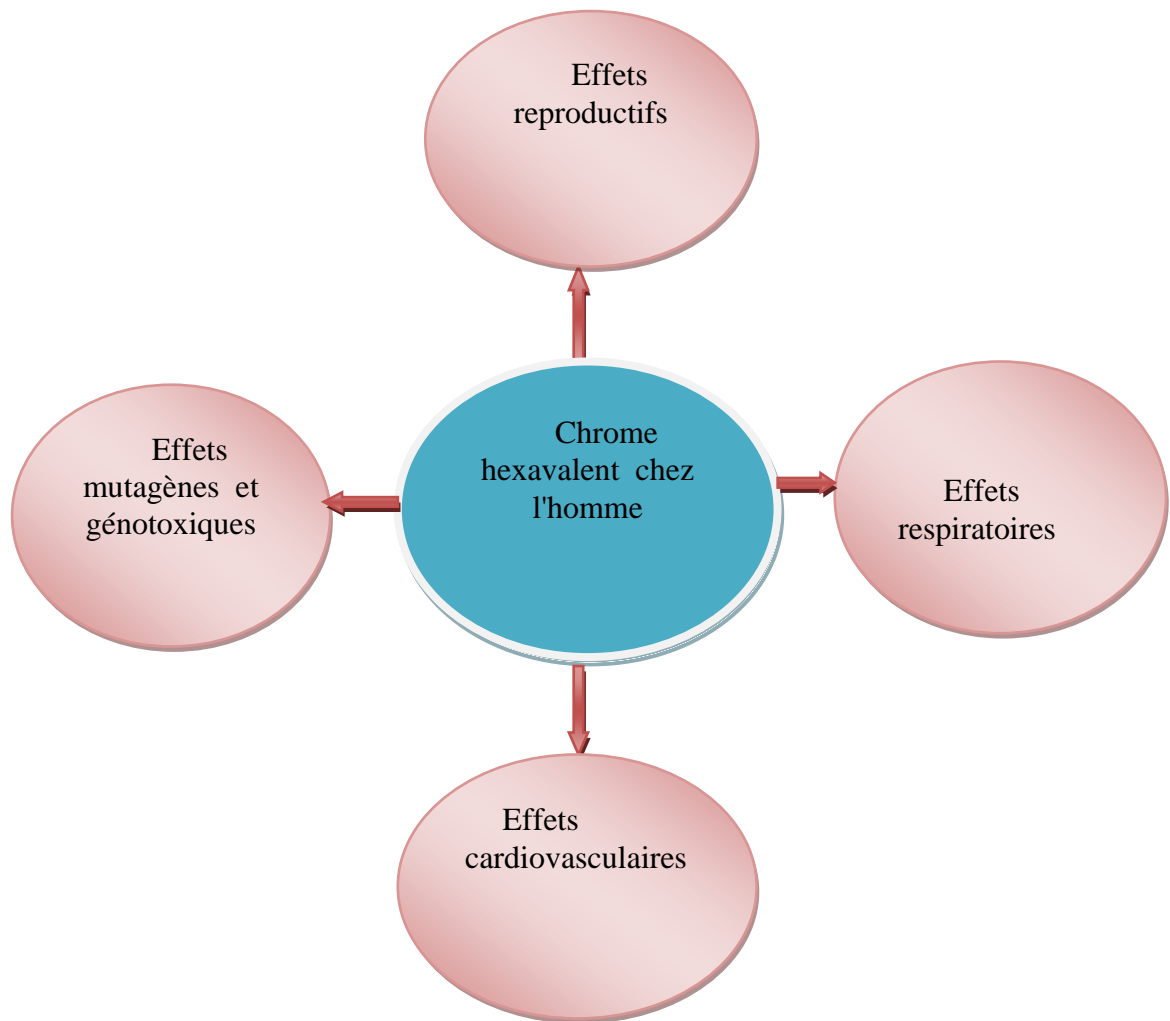


Figure 7: Effets toxicologiques du chrome hexavalent sur l'homme (SHARMA, 2022).

Chapitre II

Généralités sur le lait de chamelle

Chapitre II : Généralités sur le lait de chamelle

1. Définition

Le lait est le seul aliment consommé par tout jeune mammifère au début de sa vie; il doit contenir tous les éléments nutritifs nécessaires à la croissance. Il est en fait un des aliments les plus complets qui soit (**KAMAL, 2016**).

Le lait est une nourriture adaptée aux nécessités nutritionnelles et physiologiques du jeune. Il couvre les besoins énergétiques, structuraux et fonctionnels et contribue à défendre l'organisme contre les agressions bactériennes et virales en augmentant les défenses immunitaires du nouveau-né (**KAMAL, 2016**).

Le lait de chamelle

Le lait de chamelle est de couleur blanc opaque (**YAGIL, 1982**), d' un aspect moins visqueux que le lait de vache (**KAMOUN, 1990**). Il a une saveur douce, sucré, avec un goût légèrement salé (**FARAH, 2000**). Les changements dans le goût sont principalement causés par la nature du fourrage et de la disponibilité de l'eau potable (**SIBOUKEUR, 2007**).

2. Valeur nutritionnelle

Le lait de chamelle constitue la principale ressource alimentaire pour les éleveurs de dromadaires au Sahara, il ne semble pas différent de celui des autres animaux domestiques et constitue un très bon apport en minéraux pour le chamelon et le consommateur (**BENGOUMI, 1998**).

Le lait de chamelle joue un rôle important dans la nutrition humaine dans les régions arides et semi-arides. Il contient tous les nutriments essentiels présents dans le lait en quantités équilibrées (**KARUE, 1998**). La teneur en protéines de ce lait est comprise entre 2,5 % et 4,5 % (**HASHMI *et al.*, 2009**). La teneur en matière grasse de ce lait est estimée en moyenne à 3,15% (**ELAMINE, 1992**). La graisse de lait se caractérise par une teneur élevée en acides gras mono-insaturés à longue chaîne (acide oléique) (**KARRAY *et al.*, 2005**), avec une teneur pouvant atteindre 27,6 % (**FAYE *et al.*, 2008**) ; des acides gras essentiels (acide linoléique et linoléique) Les teneurs étaient respectivement de 1,2% et 21,3% (**KAMOUN, 1995**). La teneur en

acides gras saturés est Estimé à 55% (DREIUCKER, 2011), avec les acides gras C14, C16 et C18 comme composants principaux (EREIFEJ *et al.*, 2011).

Cette matière grasse est aussi caractérisée par une grande proportion en triglycérides (KARRAY *et al.*, 2006) estimée à 96% des lipides totaux (EREIFEJ *et al.*, 2011), qui présentent un point de fusion très élevé, ce qui explique l' adaptation particulière du dromadaire au climat chaud du désert (EREIFEJ *et al.*, 2011).

Par ailleurs les grandes concentrations en vitamines et en minéraux font de ce lait un véritable aliment à finalité diététique (HADDADIN *et al.*, 2007). A ce propos le lait de chamelle présentent de faibles teneurs en vitamine A et B2 par rapport au lait de vache et de fortes teneurs en vitamines E et B1 dans le colostrum (ZHANG *et al.*, 2005) tandis qu' il présente un apport important en vitamine C (HADADDIN *et al.* , 2007).

Le lait de chamelle est très riche en oligo-éléments (Cu, Fe, Zn, Ni, Mn) qui jouent un rôle important dans la structure des protéines du lait et affectent ainsi sa qualité nutritive. Ces oligo-éléments peuvent agir aussi coçmme catalyseurs de certaines réactions biochimiques (EREIFEJ *et al.*, 2011).

SAITMURATOVA *et al.*, (2007), dans une étude comparative du contenu en oligo-éléments du lait camelin et bovin, ont révélé que les teneurs en fer et en zinc dans le lait de chamelle sont respectivement 53 et 20 fois supérieures que celles du lait de vache.

3.Caractéristiques du lait de chamelle

3.1. Caractères organoleptiques

Le lait de chamelle est de couleur blanche, en raison notamment de la structure et de la composition de sa matière grasse, relativement pauvre en β -carotène (SAWAYA *et al.*, 1984). Il est légèrement sucré, avec un goût acide, parfois même salé (ABDEL-RAHIM, 1987) et/ou amère (BOUKHEMIS, 2018).

3.2.Caractéristiques physiques chimiques

Les fluctuations qui existent dans les valeurs des constantes physico-chimiques

rapportées par différents auteurs sont liées aux teneurs variables des différents composants de ce lait (**MEHAIA *et al.*, 1995**), elles mêmes dépendantes des facteurs tels que : alimentation, rang et stade de lactation.. etc.

Selon **KAMOUN (1991)**, le lait de chamelle est plus acide et est plus visqueux et moins dense que le lait de vache.

3.2.1. pH

Le lait de chamelle a un pH compris entre 6.5-6.7, il est légèrement plus acide que le lait de vache (**PARK et HAENLEIN, 2006**)

3.2.2. L' acidité titrable (DORNIC)

Elle dépend du nombre de moles d' acides présents et est inversement proportionnelle à son pH (**MATHIEU, 1998**). Les valeurs de l' acidité titrable, exprimée en degré °D, du lait chamelle varient d' un auteur à l' autre; Elle est de l' ordre de 15.6°D (**KAMOUN, 2000**).

3.3.2. Viscosité

Le lait de chamelle a une viscosité très élevée par rapport à celle de lait de vache qui est respectivement de 22mpa et 1.8mps (**HASSEN *et al.*, 1987**).

3.3.3. Densité

La densité du lait de chamelle varie de 1.022 à 1.032 (**WANGOH *et al.*, 1998**). Le lait de dromadaire est moins dense que le lait de vache (**KAMOUN, 1995**).

3.3.4. Point de congélation

le lait de chamelle a un point de congélation qui varie de -0.57 à -0.61 °C, qui est inférieur à celui de lait de vache (-0.51 à -0.56°C) (**PARK et HAENLEIN, 2006**).

4. Compositions chimiques et biochimiques

Le lait de chamelle présente plusieurs similitudes avec le lait bovin, avec des différences pour certains constituants (**SAWAYA *et al.*, 2008**)

4.1 . Eau

L' eau est le constituant le plus important du lait. La teneur en eau de lait de chamelle varie selon le degré de sécheresse de l' environnement extérieur (91% d' eau en saison sèche contre 86% en saison d' abondance alimentaire). Ces variations d' humidité du lait affectent de façon directe les teneurs de ses autres composés. (VIGNOLA, 2002).

4.2.Protéine

Le lait de chamelle est une source considérable de protéines et de peptides capables de moduler diverses fonctions physiologiques. Sur le plan nutritionnel, il est de bonne qualité puisqu' on retrouve tous les acides aminés indispensables (AZZA *et al.*, 2007)

4.3.Matière grasse

La matière grasse laitière qui représente une source importante d' énergie est constituée essentiellement de lipides et de substances lipoïdiques. Néanmoins des composés protéiques sont présents dans la membrane du globule gras. Elle constitue également, un apport important en acides gras essentiels et en vitamines liposolubles. Les quelques études consacrées à cette matière ont mis en évidence son apport quantitatif et qualitatif (GLASS *et al.*, 2012)

4.4. Glucides

Le lactose est le glucide majoritaire présent dans le lait camelin. C' est le constituant le plus rapidement attaqué par une action microbienne. Les bactéries transforment le lactose en acide lactique. Le lait contient près de 4,8% de lactose, sa teneur fluctue entre 2,5 et 5,6%, dans le lait de camelin, sa teneur varie légèrement avec la période de lactation (SHUIEP *et al.*, 2008).

4.5. Le lactose

La teneur en lactose reste presque inchangée au cours des périodes et sous conditionnée de régime hydraté ou déshydraté variant entre 3.3 et 5.8% (KONUSPAYEVA *et al.*, 2009). Cependant une légère variation est observée en fonction de la végétation dans quelques régions désertiques (ABBAS *et al.*, 2013).

4.6. Vitamines

Le lait de chamelle est exceptionnellement riche en vitamine C, La teneur moyenne en vitamine C est égale trois fois plus élevées que celles présentes dans le lait bovin (MATHIEU, 1998)

Lait camelin contient des teneurs plus faibles en vitamines A et E et en certaines vitamines du groupe B (vitamine B2, B5 et B9) par rapport au lait bovin (FARAH, 1993)

4.7. Minéraux

Le lait de chamelle constitue un très bon apport en minéraux et oligo-éléments qui interviennent dans divers processus métaboliques et sont indispensables au même titre que l' énergie et les matières azotées (FARAH, 1993).

La composition en minéraux du lait de chamelle, est plus diversifiée que celle du lait de vache. La teneur en macro-éléments (sodium, potassium, calcium et magnésium) est presque similaire à celle du lait bovin alors que des concentrations plus élevées en oligoéléments (fer, cuivre, zinc et fluor) ont été enregistrées pour le lait de chamelle (BOUDJENAH *et al.*, 2009).

4.8 .Energie

Le lait camelin est plus riche en énergie (665 kcal/litre) à cause de leur richesse en lipides et en protéines (EL AGAMY, 2006).

Tableau 4 : Composition du lait (en %) chez les chamelle et les vache (KONUSPAYEVA, 2018).

Composition	Chamelle	Vache
Eau	86,5	87,3
M.G	4	3,9
Caséine	2,3	2,6
Protéine	0,9	0,6
Lactose	5	4,6
Cendre	0,8	0,7

M.G : Matière Grasse

Partie 02

Partie Expérimentale

Chapitre III

Matériel et Méthodes

Chapitre III : Matériel et Méthodes

1. L' objectif de travail

Le but principal du présent travail consiste à doser du chrome hexavalent dans le lait de chamelles élevées dans la région de Mesrane (35 Km nord Djelfa).



Figure 08 : Carte géographique représente la région d'échantillonnage (Google Map, 2023)

2. Echantillonnage de lait

Nous avons visé trois éleveurs (**Eleveur 1**: 4 chamelles, **Eleveur 2**: 3 chamelles, **Eleveur 3**: 3 chamelles). Nous avons prélevé **500 mL** de chaque femelle le mois de **février** et nous avons répété l'opération le mois de **mai**, en respectant l'ordre (même femelle).

3. Collecte du lait

Le lait est recueilli proprement dans des flacons en plastique propres (500 ml chacun) (**Figures 9** et **10**). Les flacons étaient placés immédiatement dans une glacière et transportés vers le laboratoire de la faculté des sciences de la nature et de la vie, université Ziane Achour Djelfa. A l'arrivée au laboratoire, le lait a été congelé jusqu'au moment d'analyse.



Figure 09: Les chamelles de la région de Mesrane (Djelfa)



Figure 10 : Photo de la traite manuelle (Photo personnelle, 2023).

4. Matériel et Méthodes

Pour réaliser nos différentes manipulations, nous avons utilisé le matériel suivant :
Appareillage, Verrerie, Produits chimiques.

4.1 Appareillage et matériel

- ✓ plaque chauffante
- ✓ Hotte
- ✓ UV/ visible spectrophotomètre (Ultrospec 1000)
- ✓ Micropipette (100- 1000 μ L)

4.2 Verrerie

- ✓ Bêchers (100 mL)
- ✓ Fiole volumétrique (50ml)
- ✓ Entonnoir

- ✓ Tubes à essai

4.3. Produit chimiques et réactifs

- ✓ Acide nitrique (65%)
- ✓ Acide sulfurique (95%)
- ✓ Eau déminéralisée
- ✓ Eau distillée
- ✓ Eau oxygénée(30 %)
- ✓ Solution de 1.5-diphénylcarbazine
- ✓ Papier filtre (90 mm de diamètre)

5. Préparation de la verrerie

Pour éviter le risque de contamination des échantillons par des métaux lourds, tous les tubes à essai et la verrerie utilisés ont été nettoyés, rincés à l'eau du robinet, puis immergés dans de l'eau distillée contenant 10 % d'acide nitrique pendant 24 heures (ISO, 1994).

6. Analyse par UV/ visible spectrophotomètre

6.1 Définition

La spectrophotométrie UV-visible est une technique analytique fondée sur l'étude du changement de l'intensité de la lumière traversant une solution colorée, dans un domaine d'application comprise entre 200 et 800 nm, en effet pour pouvoir déterminer les concentrations des substances absorbantes (YAHIAOUI, 2012). Le résultat correspond à des spectres d'émission ou d'absorption (RAMDANI et SOLTANA, 2003) qui ressemble à des courbes de variation d'absorption en fonction de la longueur d'ondes, il est obtenu par un spectrophotomètre à une lumière sensiblement monochromatique, ou le chromophore est le site dont la structure de l'élément à étudier possède l'aptitude à absorber les photons UV ou visible. Il est caractérisé par la longueur d'onde la plus absorbée (λ_{max}), et l'aptitude la plus

importante à absorber les photons à cette longueur d'onde (**MEYER et DENIER,1996**)

6.2. Principe de la spectrophotométrie UV-visible

Le spectrophotomètre est un appareil permettant de mesurer l'absorbance d'une solution, pour différentes longueurs d'ondes. Pour cela, il fait passer un rayon d'une longueur d'onde choisie à travers une cuve contenant la solution à étudier. Les molécules de la solution absorbent plus ou moins le rayon lumineux, on définit alors l'absorbance pour cette longueur d'onde (**BENAISSA, 2011**).

7. Dosage du chrome hexavalent par spectrophotométrie UV-Visible

Pour le dosage du chrome hexavalent, nous avons utilisé la méthode décrite par (**Rodier, 2009**).

En solution légèrement acide, le chrome hexavalent réagit avec la 1,5-diphénylcarbazine pour donner une coloration rouge violette susceptible d'un dosage par spectrométrie d'absorption moléculaire. Lors du dosage, les ions Cr(VI) oxydent la 1,5-Diphénylcarbazine en 1,5-Diphénylcarbazone et sont donc réduits en chrome trivalent. La forme énolique de la carbazone réagit avec les ions chrome trivalent pour former un complexe avec une coloration rouge-violette, ce complexe est susceptible d'être analysé par UV-Visible à 540 nm (**RODIER, 2009**).

7.1. Préparation des solutions

a/ Préparation d'une solution acide de **1,5-Diphénylcarbazine** :

- 1,5-Diphénylcarbazine chimiquement pure 0,2 g.
- Ethanol à 95 ° q.s.p. 100 mL.
- Solution d'acide sulfurique à 176 g/L : 400 mL.

b/ Préparation d'une **solution mère de chrome à 1000 mg/L** :

Peser environ 2,829 g de Dichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$) + quantité suffisante pour un litre d'eau distillée.

c/ Préparation d'une solution intermédiaire de chrome VI à **5 mg/L** :

- Solution mère 0,5 mL.

- Eau distillée q.s.p. 100 mL.

7.2.Établissement de la courbe d' étalonnage

Dans des séries des flacons jaugés de 50ml bouchés et numérotés, on introduit successivement les volumes présentés dans le (**tableau 4**) en agitant après chaque addition :

Tableau 5: Etablissement de la courbe d' étalonnage

Numéro des fioles	1	2	3	4	5	6	7
Solution intermédiaire de Cr (VI) à 5mg/l (ml)	0	0,5	1	2	3	4	5
Eau déminéralisée (ml)	50	49,5	49	48	47	46	45
Correspondance en mg/L de Cr(VI)	0	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5

- Dans des tubes à essai on introduit **5mL** de chaque solution et on a ajouté **300 µl** de l' acide **1,5-Diphenylcarbazine**, nous avons mélangé puis laissé au repos pendant **10 minutes** pour permettre un développement complet de la coloration rouge-violette.

- Dans des cuvettes en plastique, les solutions étalons de chrome hexavalent ont été analysées par spectrophotométrie UV-Visible à 540 nm.

L' élaboration de la courbe d' étalonnage a été réalisée avant de commencer chaque série d' analyse.

8. Méthode d' extraction des métaux lourds

Pour l'extraction du chrome VI des échantillons du lait de chamelle, nous avons adopté la méthode décrite par **Shahbazi et al. (2016)** qui consiste en digestion acide des échantillons:

- Un volume de 3,0 ml du lait de chamelle a été transféré dans un bécher.
- Ensuite, 4,0 ml de HNO₃ (65%) ont été ajoutés à chaque échantillon et chauffés jusqu'à ce qu'ils soient secs.
- Ensuite, 1,0 ml de H₂SO₄ (95%) à été ajouté à chaque échantillon et chauffé jusqu'à ce qu'il soit complètement séché.

- 1,0 ml de H_2O_2 (30%) à été ajouté au résidu et chauffé jusqu'à ce que l'échantillon devienne incolore et séché.
- Les résidus ont été dissous et ramenés à 1,0 ml en utilisant de l'eau distillée.

L' extrait obtenu a été ensuite filtré et les filtrats sont conservés dans des flacons fermés au réfrigérateur jusqu' au le jour du dosage par spectrophotomètre UV/ visible (**Figures 11 et 12**).

**a****b**

d

c

Figure 11: Méthode d'extraction



Figure12: Les filtrats

9. Dosage du chrome VI dans les échantillons du lait de chamelle (Après extraction)

- Dans des tubes à essai on introduit **1mL** de chaque solution et on ajoute **300 µl** de l'acide **1,5-Diphenylcarbazide**, nous avons mélangé puis laissé au repos pendant **05 minutes** pour permettre un développement complet de la coloration rouge-violette.

10. Analyse statistique

Les concentrations du chrome VI ont été exprimées en milligramme par litre du lait cru, et présentées sous forme de moyenne \pm l'erreur standard à la moyenne.

Chapitre IV

Résultats et discussion

Chapitre IV: Résultats et discussion

1. Introduction

Les résultats des concentrations de chrome dans les différents échantillons de lait sont présentés, ainsi les discussions y compris une comparaison avec les résultats trouvés dans la littérature.

2. Résultats de l' analyse du chrome hexavalent dans les échantillons de lait

Pour s' assurer que l' analyse est la plus proche des valeurs réelles, les courbes d' étalonnage ont été répétées avant chaque série d' analyse. Avant d' être analysé, les échantillons ont été mélangés avec le réactif **1.5 Diphenylcarbazide**, laissés pendant 5 min à fin de permettre à la couleur rouge violette de se développer.

La figure 10 illustre les différentes solutions standard de chrome hexavalent après développement de la coloration.

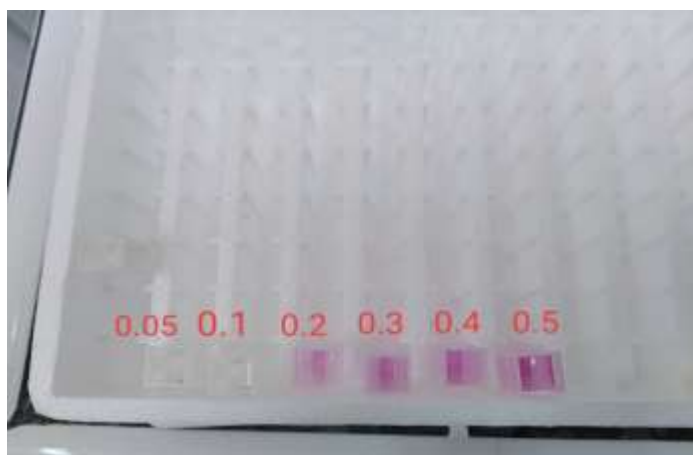


Figure13: Solutions standard de chrome hexavalent après contact avec 1.5 Diphenylcarbazide

Les échantillons colorés ont été passé par la suite au spectrophotomètre UV-Visible dans des cuvettes en plastique, à 540 nm pour la détermination de l' absorbance ABS (**Figure14**).



Figure14 : Analyse des solutions par UV-Visible
(Photo personnelle)

2.1. Courbes d' étalonnage

La réalisation de courbe d'étalonnage est une étape essentielle afin de quantifier le chrome hexavalent dans les échantillons des laits sélectionnés (chamelle). Ce courbe d' étalonnage ont été effectuées en utilisant un spectrophotomètre UV, en lisant l'absorbance des différentes concentrations des standards.

C mg/L	ABS
0	0
0.05	0.006
0.1	0.016
0.2	0.064
0.3	0.084
0.4	0.109

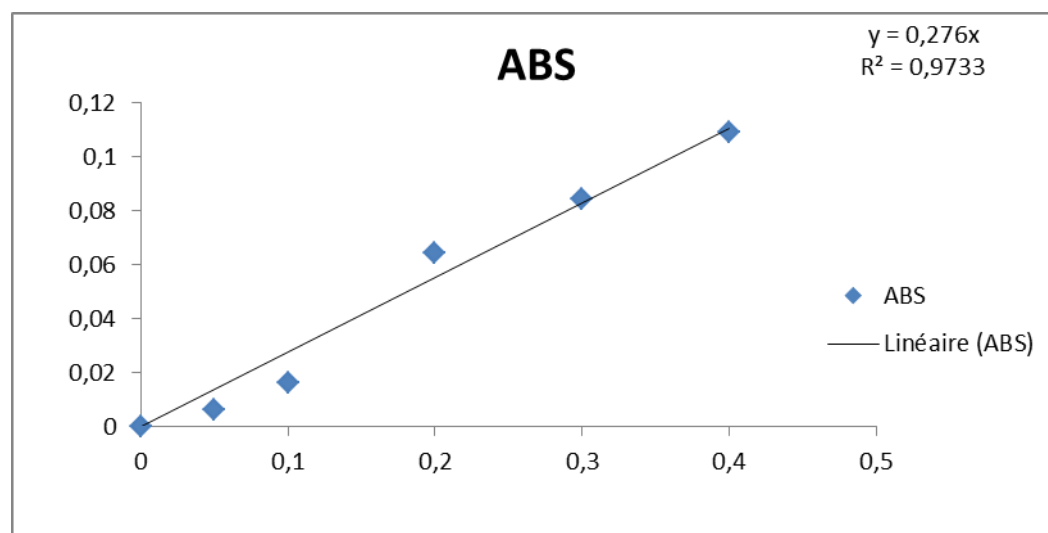


Figure15 : Courbe d'étalonnage du chrome hexavalent.

Tableau 6: dosage de chrome hexavalent dans le lait de chamelle

Mois	N échantillon	Concentration moyenne en Cr VI (mg/L)	Ecart-type
Février	E1	1.27	0.01
	E2	1.45	0.07
	E3	1.53	0.07
	E4	1.3	0.04
	E5	0.83	0.06
	E6	1.02	0.03
	E7	1.2	0.07
	E8	0.54	0.07
	E9	0.65	0.04
	E10	0.3	0.03
Mai	E1'	1.05	0.04
	E2'	1	0.03
	E3'	1.01	0.08
	E4'	0.9	0.01
	E5'	0.7	0.06
	E6'	0.73	0.01
	E7'	0.99	0.15

	E8'	0.9	0.03
	E9'	0.35	0.03
	E10'	0.2	0.23

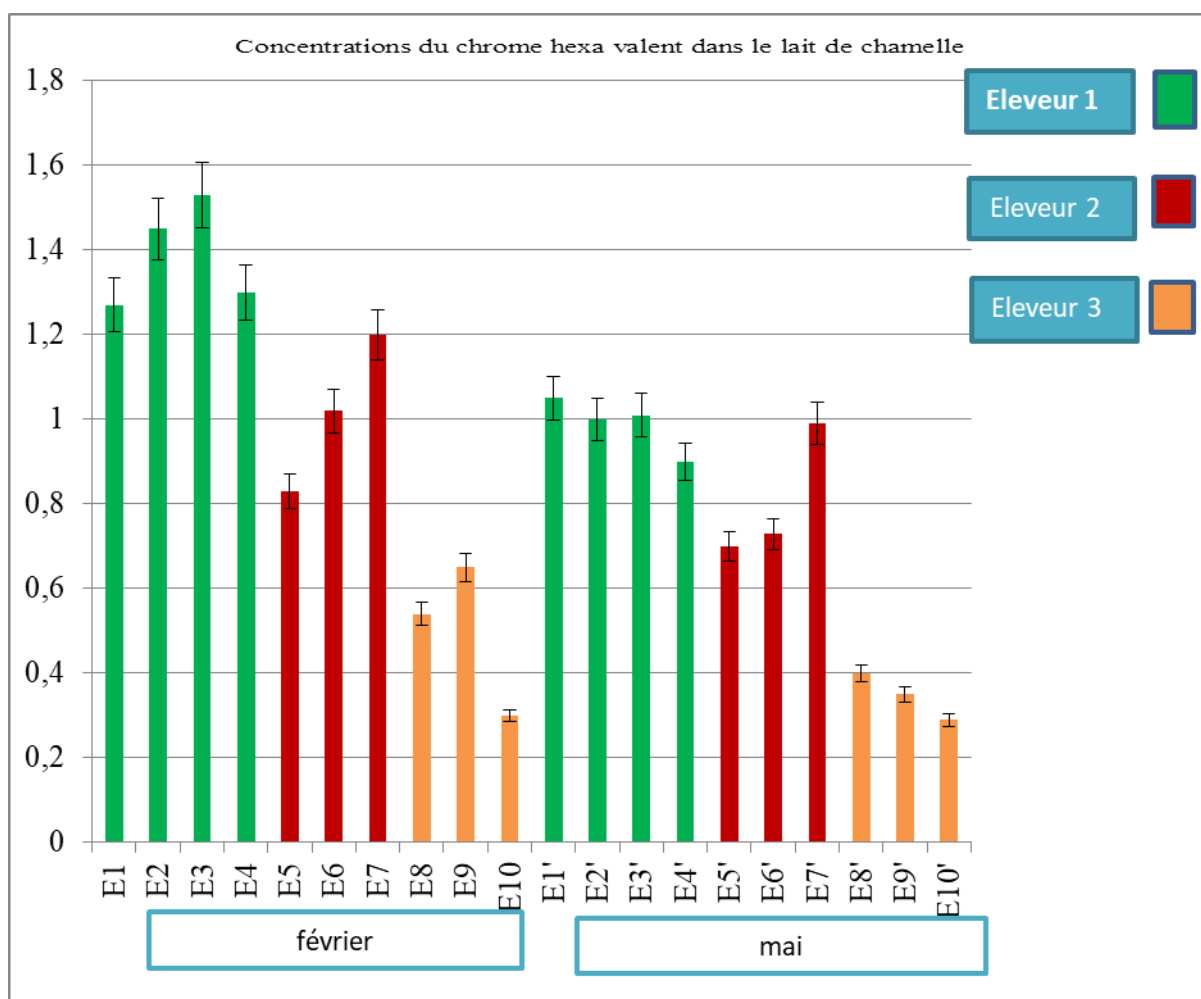


Figure 16: Concentrations du chrome hexa valent dans le lait de chamelle

D'après le tableau 5 et la figure 16;

On remarque que le chrome VI est détecté dans tous les échantillons, avec des variations remarquables entre les deux campagnes (février et mai) et entre les éleveurs (1, 2 et 3).

Pour le mois de Février, les concentrations du chrome VI étaient comprises entre 0,3 - 1,53 mg/L tandis que pour le mois de mai les valeurs étaient moins élevées (0,2 - 1,05) mg/L.

Le Cr VI se trouve à des niveaux élevés pour l'élèveur 1 et l'élèveur 2 tandis qu'il se trouve à des niveaux inférieurs dans tous les échantillons de lait de l'élèveur

3. Discussion

Le chrome et ses composés ont de multiples usages industriels. Ils sont largement utilisés dans le traitement et la finition du cuir (NRIAGU, 1988), dans la production d'acier réfractaire, de boues de forage, d'agents nettoyants pour la galvanoplastie, dans la fabrication de catalyseurs et dans la production d'acide chromique et de produits chimiques spécialisés. Les composés de chrome hexavalent sont utilisés dans l'industrie pour le placage des métaux, le traitement de l'eau des tours de refroidissement, le tannage des peaux et, jusqu'à récemment, la préservation du bois. Ces activités anthropiques ont entraîné une contamination généralisée de l'environnement par le Cr.

Une tannerie pour l'industrie de cuir est implantée dans la zone industrielle de Djelfa. Sachant que le système de traitement des eaux usées de la tannerie n'est pas suffisant pour éliminer tous les produits chimiques libérés lors du traitement du cuir (HACHI *et al.*, 2022).

La réglementation européenne n'a pas encore fixé de limites pour le chrome dans le lait ou les produits laitiers. Notre conclusion est que, étant donné que les concentrations de chrome ont augmenté dans tous les échantillons examinés, il serait souhaitable d'établir des limites maximales pour ce composé non seulement dans le lait, mais aussi dans d'autres produits laitiers.

Conclusion

Le lait est une source alimentaire importante, il est riche en macro et micronutriments qui jouent un rôle important dans la préservation de la santé ; il impacte positivement les apports nutritionnels et énergétiques. Cependant, les métaux lourds peuvent contrebalancer ces avantages et affecter la santé humaine. C' est dans cette optique que notre étude aborde la qualité en chrome hexavalent dans le lait de chamelle dans la région de Djelfa.

Le dosage spectrophotométrique UV/visible du chrome hexavalent sur 20 échantillons de lait de chamelle collecté pendant les mois de février et mai dans la région de Mesrane (35 Km nord, Djelfa) révèle des niveaux de contamination trop élevés pour ce métal toxique.

La vallée de l'Oued Mellah qui reçoit les effluents de la tannerie, qui traverse la région représente une source potentielle de cette contamination.

La présence de substances toxiques dans l' environnement, même à des concentrations faibles peut produire des effets néfastes pour les organismes qui y sont exposés pendant de longues périodes, en raison du caractère cumulatif dans la chaîne alimentaire d' où la nécessité de suivre avec vigilance le transfert des ETMs dans la chaîne sol- plante- animal – homme.

Il a été possible d' obtenir un premier regard sur les niveaux de contamination du lait par le Chrome VI et sur les risques pouvant être survenus. Il sera donc nécessaire d' appliquer une réglementation rigoureuse concernant les métaux lourds en Algérie. Ensuite, il sera intéressant au futur de développer des axes de recherche apportant plus de détails sur cette thématique. Ces deux derniers aspects mériteraient une contribution et ce que nous attacherons à effectuer dans le cadre d' un programme derecherchemultidisciplinaire.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- 1) **ABBAS S., ASHRAF H., NAZIR A., SARFRAZ L., 2013**-Physico-Chemical Analysis and Composition of Camel Milk. *International Research*, 2, 85-98.
- 2) **ABDEL-RAHIM A.G., 1987**- The chemical composition and nutritional value of camel (*Camelus dromedarius*) and goat (*Capra hircus*) milk. *World Rev. Anim. Prod.*, 23: 9-11.
- 3) **ADRIANO D.C., 2001**- *Trace Elements in Terrestrial Environments*. NY Springer, New York, 867p.
- 4) **ALLOWAY B.J.,1995**- Heavy Metals in Soils. *Elsevier Science Limited*,90: 269-273.
- 5) **ANETTA L. et al., 2012** - Concentration of selected elements in raw and ultra heat treated cow milk. *Journal of microbiology, biotechnology and food sciences*, 2: 795–802.
- 6) **ARRIS S., 2008**- *Etude expérimentale de l' élimination des polluants organiques et inorganiques par adsorption sous produits de céréale*. Thèse de doctorat, Univ. Constantine, 178p.
- 7) **ATTAR T, HAREK Y, LARABI L., 2014**- Determination of copper in whole blood by differential pulse adsorptive stripping voltammetry. *Mediterranean Journal of Chemistry.*, 2(6):691-700.
- 8) **AZZA M. K., SALMA O. A., EL-SAIED K. M., 2007**- Changes in amino acids profile of camel milk protein during the early lactation. *International Journal of Dairy Science.*, 2 (3):226-234.
- 9) **BARCELOUX.,1999**- Chromium .*Clinical Toxicology*, 37(2) : 173-194.
- 10) **BEHANZIN G.J, ADJOU E.S, YESSOUFOU A.G, DAHOUENON A.E. et SEZAN A., 2014**. Effet des sels de métaux lourds (chlorure de Cobalt et chlorure de Mercure) sur l' activité des hépatocytes, *Journal Applied Biosciences.*,83: 7499-7505.

- 11) **BENARIBA R, MOKHTARI R, BOUGHERARA N.,2016-** *la toxicité du cadmium et ses risques sur la santé humaine* .Mémoire de Master en Biologie Animale, Univ. des Frères Mentouri. Constantine , p60.
- 12) **BENGOUMI M., FAYE B. et TRESSOL J.C., 1998-** Composition minérale du lait de chamelle du sud marocain. *Agritrop*, 145-149p.
- 13) **BOUDJENAH S., KADRI M., SIBOUKEUR O. ET MATI A., 2009-** Etude de la composition minérale du lait de chamelle collecte dans le Sud-Est Algérien. Recueil des résumés. Séminaire international. Protection et Préserves des Écosystèmes Sahariens. Le 13,14 et 15 Décembre. Ouargle.
- 14) **BOUKHEMIS M.,2018-** *Aptitude du lait de chamelle au développement des bactéries lactiques et mise au point de laits fermentés*. Thèse de doctorat, univ Badji mokhtar - Annaba ,216p.
- 15) **CAI O. et al., 2009** - Food chain transfer of cadmium and lead to cattle in a lead-zinc smelter in Guizhou, China. *Environmental pollution*, 157: 3078– 3082.
- 16) **CASARETT., DOULL'S** *Toxicology the Basic Science of Poisons*.Ed. Seventh.,1454p.
- 17) **COTTE A., AUDE D.** *Le chrome trivalent : intérêts et limites des suppléments*.*Sciences pharmaceutiques*.[Enligne]créé en2010[<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/Dumas00593117>].
- 18) **COTTE A., DURET A., 2010-** Le chrome trivalent : intérêts et limites des suppléments. Thèse de doctorat, UNIV JOSEPH FOURIER, GRENOBLE, 147p.
- 19) **COUTO S R., SANROMAN M A., HOFER D. AND GÜBITZ G M., 2004** - Production of Laccase by *Trametes hirsuta* Grown in an Immersion Bioreactor and its Application in the Decolorization of Dyes from a Leather Factory. *Eng. Life Sci.*, 4(3): 233-238.
- 20) **DAVID D, Forfarell S., 2013-**Impact de la pollution environnementale sur les sous-produits de l'élevage bovine au Bénin 18
- 21) **DESMARIAS TL, Costa M.,2019-** Mechanisms of chromium-induced toxicity. *Curr Opin Toxicol*,14:1– 7.
- 22) **DONATI E.R., 2018-** *Heavy Metals In The environment microorganisms and bioremediation*. Ed.Boca Raton, Argentina, 332p.

- 23) DREIUCKER J. and VETTER W., 2011-** Fatty acids patterns in camel, moose, cow and human milk as determined with GC/MS after silver ion solid phase extraction. *Food Chemistry*, 126: 762-771.
- 24) EL-AGAMY E. I., ABOU-SHLOUE Z. I., ABDEL-KADER Y. I., 1998-** Gelelectrophoresis of proteins, physicochemical characterization and vitamine C content of milk of different species, *Alexandria J. Agric. Res.*, 43 (2):57-70.
- 25) EL-AGAMY E., 2006-** Lait de chameau. Dans : Park YW et Haenlein GF (Eds), Manuel sur le lait de mammifères non bovins. . Blackwell Publishing, Iowa, États-Unis. 5:297-344
- 26) ELAMIN F.M and WILCOX C.J., 1992-** Composition of majaher camels. *Journal of Dairy science.*,11: 3155-3157.
- 27) ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. U.S., 1995-** United States Environmental Protection Agency, Integrated Risk Wonnation System Database, Washington, D. C.
- 28) EREIFEJ K. I., ALLU' DATT M. H., ALKHALIDY H. A., ALLI I. and RABABAH T., 2011-** Comparison and characterization of fat and protein composition for camel milk from eight Jordanian locations. *Food Chemistry*, 20: 30-39.
- 29) FARAH Z., 2004-** Milk and meat from the camel. Han book on products and processing. Zurich. Switzer-land. Swiss Federal Institute of Technology., 25-28.
- 30) FARAH. Z., 1993-** Composition and characteristics of camel milk. . *Journal of Dairy Research*,60: 603-626
- 31) FAYE B., KONUSPAYEVA G., NARMURATOVA M. and LOISEAU G., 2008-** Comparative fatty acid gross composition of milk in bactrian camel and dromedary. *Journal of Camelid Sciences.*, 1: 48-53.
- 32) GALAF. F, GHANNAM S., 2003-** Pollution du milieu marin, rubrique pollution chimique, site élaboré par sous la direction du Pr Bouchriti N. de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc.

- 33) GENCHI G., SINICROPI M., LAURIA G., CAROCCI A., CATALANO A., 2020- The Effects of Cadmium. *Toxicity. Environ res public health.*, 17(11): 37-82.
- 34) GLASS R. L., TROOLIN H. A., JENNESS R., 2012- Études biochimiques comparatives des laits ; IV: acides gras constitutifs des matières grasses du lait. *Comp. Biochem. Physiol.*
- 35) GOUZY G. DUCOS G., 2014- La connaissance des éléments traces métalliques : un défi pour la gestion de l' environnement. *Open science.*, 75: 6-10.
- 36) HACHI M., HAMIDI M., TOUATI M., BERRABAH Y. AND KORICHI A., 2022- Phytoremediation potential of spontaneous plant species in soils contaminated by hexavalent chromium in Djelfa city (Algeria). *Research Journal of Chemistry and Environment*, 26 (1) : 66- 74.
- 37) HADADDIN M. S. Y., GAMMOH S. I. and ROBINSON R. K. (2007). Seasonal variations in the chemical composition of camel milk in Jordan. *Journal of Dairy Research*, 75: 8-12
- 38) HAMMI H., 2010- *La pollution des eaux par les métaux lourds*. Les IIIème Olympiades Tunisienne de Chimie. 31p.
- 39) HASSEN A., HAGRASS A., SORYAL K.A and EL-SHABRAWY S.A., 1987- Physicochemical properties of camel milk during lactation period. *Egyptian J. Food Sci.*, 15 : 1-14.
- 40) HUNT C D., SHULER T R. AND MULLEN L M., 1991- Concentration of boron and other elements in human foods and personal-care products. *Journal of the American Dietetic Association*, 91: 558-568.
- 41) IFTIKHAR B. *et al.*, 2014 - Assessment of toxic metals in dairy milk and animal feed in Peshawar, Pakistan. *British biotechnology journal*, 4: 883– 893.
- 42) INGLE A., PARALIKAR P., SHENDE S., GUPTA I., BISWAS JK., RAI M., 2018- Copper in Médecine Perspectives and Toxicity. *Inorganic Chemistry of Life*, Clarendon Press, Oxford, NY, 19: 91- 54.
- 43) ISO ., 1994. Qualité de l'eau : Dosage du cadmium par spectrométrie d'absorption atomique. Suisse : ISO 5961, 10p

- 44) **JUNAID M, HASHMI MZ, MALIK RN.,2016-** Toxicity and oxidative stress induced by chromium in workers exposed from different occupational settings around the globe: a review. *Environ Sci Pollut Res*,23 (20): 20151–20167.
- 45) **KABATA-PENDIAS A, PENDIAS H., 2001-** Trace elements in soils and plants. 3rd CRC Press, Boca Raton, London, New-York, Washington D.C.
- 46) **KAMAL M.,2016-** *Contribution à l' étude de la structure-texture du lait de chamelle lors de la coagulation et du traitement thermique : comparaison avec le lait de vache.*Thèse de doctorat, univ d'artois,68p.
- 47) **KAMMERER M., LE BIZEC B., 2009-** Les dangers chimiques liés aux denrées alimentaires, *polycopie d'enseignement ENVN, UV75, 50 p.*
- 48) **KAMOUN M., 1990-** La production de fromage à partir du lait de dromadaire. CIHEAM-IAMM. *Options méditerranéennes. Séries séminaires B. n°12, pp. 119-124.*
- 49) **KAMOUN M., 1991-** Le lait de dromadaire, production aspects qualitatifs et aptitude à la transformation, Ecole Supérieurs d' Agronomie Tunisie, Option méditerranéenne Série Séminaire n° A-12: 90-94.
- 50) **KAMOUN M., 1994-** Evolution de la composition du lait de dromadaire durant la lactation:conséquences technologiques.*Ecole supérieure d'agriculture., 59: 304*
- 51) **KAMOUN M., 1995-** Le lait de dromadaire: production, aspects qualitatifs et aptitude à la transformation. *Option Médit., 13: 81-103.*
- 52) **KARRAY N., DANTHINE S., BLECKER C. and ATTIA H., 2006-** Contribution to the study of camel milk fat globule membrane. *Food Sciences and Nutrition., 57: 382-390.*
- 53) **KARRAY N., LOPEZ C., OLLIVON M. and ATTIA H., 2005-** La matière grasse du lait de dromadaire: composition, microstructure et polymorphisme. *Revue OCL., 12: 439-446.*
- 54) **KAUFAMAN D B., DINICHOLA W. and MCINTOSH R., 1970 -** Acute potassium dichromate poisoning treated by peritoneal dialysis. *The American Journal of Diseases of Children, 119: 374– 376.*

- 55) KHASKHELI M., ARAIN M. A., CHAUDHRY S., SOOMRO A. H. and QURESHI T., 2005-**Physic chemical quality of camel milk. *Journal of Agriculture and Social Sciences.*, 1(2):64-166.
- 56) KLAASSEN C.D., 2008- Toxic Effects of Metals.** p757-791 cité par Erik J.T
- 57) KLASSEN C.D, Watkins J.B., 2003-** Essentials of toxicology Casarett and Doull's. USA: *The McGraw-Hill Companies.*283p.
- 58) KONUSPAYEVA G., FAYE B., AND LOISEAU G., 2009-** The composition of camel milk: a meta analysis of the literarture data.J .of. F. Comp. and Anal, 22: 95-101.
- 59)KONUSPAYEVA G.,2018-** Le lait de chamelle : composition et valorisations. Conférence Spécialisée In Formation Doctorale en Sciences Agronomiques. Département des Sciences Agronomiques. Université Kasdi Merbah Ouargla.
- 60) KRIBI S.,2005-** Décomposition des matières organiques et stabilisation des métaux lourds dans les sédiments de dragage .Thèse de Doctorat en Science et Technique du Déchet, Institut National des Sciences Appliquées de Lyon.
- 61) KULKARNI S., 2019 - Isotherms, Kinetics and Break through Curve for Sorptive Removal of Chromium from Wastewater by Activated Sludge, Asian J. Chem., 31(8), 1704-1708**
- 62) LANGÅRD S., 1983 - The carcinogenicity of chromium compounds in man and animals. In: Burrows D, editor. Chromium: metabolism and toxicity. Boca Raton, FL: CRC Press, p. 13– 30.**
- 63) LARS J., 2003-** Hazards of heavy metal contamination. *Epidemiology and Public Health*, **68**: 167– 182.
- 64) LEONARD, R. R. LAUWERYS.,1990-** Hazard Assessment of Chemicals, 7: 90- 340.
- 65) MATHIEU J., 1998-** Initiation à la Physico-Chimie du Lait. Tec. Doc., 1ère Ed., Lavoisier, Paris.214p.
- 66) MEHAIA M.A.,1995-** The fat globule size distribution in camel, goat, ewe and cow milk. *Milchwissenschaft*, 50: 260-263.

- 67) MENCH.,D. BAIZE., 2004-** Contamination des sols et de nos aliments d'origine végétale par les éléments en traces. *Écologie des communautés*, Bordeaux 1,19:45-66.
- 68) MEYER., DENIER.,1996-** spectroscopie pratique dans le domaine du visible et de l' ultraviolet, Bull. Un. Phys,784: 895 – 908.
- 69) MIR S., 2016-** Etude de contamination du Plomb et du Zinc dans les céréales cultivées (blé dur) dans la région de Sebdou (Tlemcen), Mémoire de Master, Université de Tlemcen
- 70) MONNA, F., 2008-** Cycles biogéochimiques des éléments traces métalliques aux interfaces de l' environnement. Thèse de doctorat : Sciences de la terre et de l' environnement : université de Bourgogne, 181 p.
- 71) NATHAN L., 2006-** The element chromium. Library of Congress Cataloging - in Publication Data, Marshall Cavendish corporation, 32 p.
- 72) NAVEL A., 2011-** *Distribution, spéciation, impact et transfert du cuivre dans un sol sous vigne: rôle de la structuration spatiale et du statut organique.* Thèse de doctorat, Univ. Grenoble, 254p.
- 73) NOEL L., LEBLANC J C. and GUERIN T., 2003 -** Determination of several elements in duplicate meals from catering establishments using closed vessel microwave digestion with inductively coupled plasma mass spectrometry detection: estimation of daily dietary intake. *Food Additives & Contaminants* 20, 44– 56.
- 74) NRIAGU J.O., 1988 -** *Production and Uses of Chromium, in Chromium in the Natural and Human Environment.* J.O. Nriagu and E. Nieboer (eds), John Wiley & Sons, New-York, NY, pp. 125-172.
- 75) ORKARSSON A, HALLEN I.P, SUNDBERG J. AND GRAWEK.P., 1989.** Risk assessment in relation to neonatal metal exposure. *Analyst* ,123: 19-23.
- 76) OVES M, SAGHIR KHAN M, HUDA QARI A, NADEEN FELEMBAN M, ALMEELBI T., 2016-** Heavy Metals: Biological Importance and Detoxification Strategies. *Journal of Bioremed Biodeg* , 7:334.
- 77) PARK W.Y., HAENLEIN G.F.W., 2006-** *Handbook of milk of non-bovine mammals.* Ed. Blackwell publishing, USA, 297p.

- 78) PAULM M.P., 1998- *Détermination du chrome par spectrométrie d'ionisation assistée par laser*. Mém. Ing. science., Univ. Laval, 127p.
- 79) PLUMLEE G, ZIEGLER T., 2007- The medical geochemistry of dust, soils and other earth materials. *Environmental Geochemistry*.9: 264-310.
- 80) POOJ A S., SURENDRA P .S., SHEETAL K. P, AND YEN W. T., 2022- Health hazards of hexavalent chromium (Cr (VI)) and its microbial reduction. *Bioengineered.*, 13(3): 4923– 4938.
- 81) RAHIM ZADEH M.R., KAZEMI S., MOGHADAMNIA A., 2017- Cadmium toxicity and treatment: An update. *Internal medicine*, 8(3): 135–145.
- 82) RAMADE., 1998- Dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau biogéochimie et écologie des eaux continentales et littorales, 55p.
- 83) RAMDANI S, SOLTANA F., 2003- Détermination simultanée de l' aluminium et du fer par spectrophotométrie dérivée à l' aide de la méthode Zero- Crossing. mémoire ingénieur Université A. M Bejaia
- 84) RAIKWAR, M.k, KUMAR P, SINGH M, SINGH A., 2008-Toxic effect of heavy metals in livestock health. *Veterinary World*, 1(1), 28.
- 85) REDATION DE FUTURA , le tableau périodique Mendeleïev. © Guillaume Le Bloas, fotolia , futura-science
- 86) RIAZ M., YASMEEN T., ARIF M S., ASHRAF M A., HUSSAIN Q., SHAHZAD S M., RIZWAN M., MEHMOOD M W., ZIA A., MIAN I A. AND FAHAD S., 2019 - Variations in morphological and physiological traits of wheat regulated by chromium species in long-term tannery effluent irrigated soils. *Chemosphere*, 222: 891-903.
- 87) RODIER J., LEGUBE B., MERLET N., BRUNET R., MIALOCQ JC., LEROY P. and AL MARDIN F. 2009 - L' analyse de l' eau-9e éd. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. Dunod, 564-571.
- 88) SANTE CANADA., 2009, Qualité de l'eau- Rapports et publication.

- 89) SAWAYA W N., KHALIL J. K., AL-SHALHAT A. F., AL-MOHAMMED H., 2008-** Composition chimique et qualité nutritionnelle du lait de chamelle. *Journal of food science*.2: 37- 42.
- 90) SCHONSLEBEN I., WILPLINGER M. AND PFANNHAUSER W., 1995 -** Determination of the trace element chromium in various foodstuffs, *in*: Proc. EURO FOOD CHEM VIII, 18– 20 September 1995, Vienna, pp. 665– 669.
- 91) SCHUHMACHER M., BOSQUE M A., DOMINGO J L. AND CORBELLA J., 1991-** Dietary intake of lead and cadmium from foods in the Tarragona Province, Spain. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 46(2): 320-328.
- 92) SHAHBAZI Y., AHMADI F., FAKHARI F., 2016 -** Voltammetric determination of Pb, Cd, Zn, Cu and Se in milk and dairy products collected from Iran: an emphasis on permissible limits and risk assessment of exposure to heavy metals. *Food Chemistry*, 30:1- 35.
- 93) SHANKER K., CERVANTES K., TAVERA H.,2005-** *Environment International*, 31: 739-753.
- 94) SHARMA P, SINGH S. P, PARAKHA S. K. AND TONGA Y. W., 2022 .** Health hazards of hexavalent chromium (Cr (VI)) and its microbial reduction. *Bioengineered*,13(3): 4923– 4938.
- 95) SHUIP E S., EL-ZUBEIR I., EL-OWNI O., MUSA H., 2008-** Influence of season and management on composition of raw camel milk in Khartoum state, Sudan. *Tropical Subtropical Agroecosystems*, 8 (1):101-106.
- 96) SIBOUKEUR O., 2007-** *Etude du lait camelin collecté localement*. Thèse de Doctorat, ENSd' Agronomie. Alger,101p.
- 97) VENDRUSCOLO F., FERREIRA G., ANTONIOSI N., 2017-** Biosorption of hexavalent chromium by microorganisms. *Int Biodeterior Biodegrad*,119: 87–95.
- 98) VIGNOLA C. L., 2002-** *Science et technologie du lait*. Ed. Ecole polytechnique de Montréal, Canada, 600 p.
- 99) VILLA S., MAISANT J., POUPON J., LANGRAND R., GARNIER., 2015-** L' analyse isotopique du plomb : un outil utile en santé au travail en cas de multi-expositions. *toxicologie analytique et clinique*, 27(2): 527-528.

- 100) VINOT I., 2011-** *Impact des rejets de cuivre et zinc en milieu aquatique*. Thèse de doctorat, UNIV de METZ, 144p.
- 101) WANGO J., FARAH Z and PUHAN Z., 1998-** Iso-electric focusing of camel milk proteins. *International Dairy Journal*, 8: 617-621.
- 102) WANGO J., FARAH Z. and PUHAN Z., 1998-** Composition of Milk from 3 Camels (*Camelus dromedarius*) Breeds in Kenya during Lactation. *Milchwissenschaft*, 53:136-139.
- 103) WHO. 1988 -** Environmental health criteria for chromium. American Medical Society.
- 104) WISE JP JR, YOUNG JL, CAI J., 2022-** Current understanding of hexavalent chromium [Cr(VI)] neurotoxicity and new perspectives. *Environ Int*, 158: 106– 877.
- 105) XU T., NAN F., JIANG X., TANG Y., ZENG Y., ZHANG W. AND SHI B., 2020 -** Effect of soil pH on the transport, fractionation and oxidation of chromium(III), *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 195, 110459.
- 106) YADAV A.K., JHA P., DESAI N. AND JOBBY R., (2019) -** Plant-Chromium Interactions: From Toxicity to Remediation, In *Plant-Metal Interactions*, 169-189
- 107) YAGIL R, 1982-** *Camels and Camel Milk*. Ed FAO Animal production and Health, 69p.
- 108) YAHIAOUI N., 2012-** *Etude de l'adsorption des composés phénoliques des margines d'olive sur carbonate de calcium, hydroxyapatite et charbon actif*. Mémoire de magister, Univ Mouloud Mammerim Tizi Ouzou, 87p.
- 109) YANG W, SONG W, LI J., 2020-** Bioleaching of heavy metals from wastewater sludge with the aim of land application. *Chemosphere*, 249: 126-134.

Annexes

Annexes

Annexe 01 :

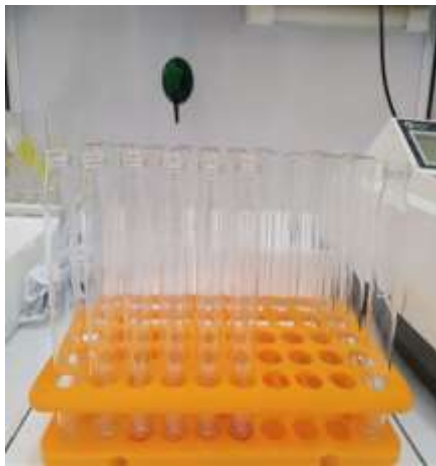


Figure0 1: Quelques matériels utilisés

Annexe 02 :



Figure 01 : Préparation des échantillons de lait