

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة ابن خلدون - تيارت

UNIVERSITE IBN KHALDOUN-TIARET
LABORATOIRE HYGIENE ET PATHOLOGIE ANIMALE

THÈSE

Pour l'obtention du diplôme de

DOCTORAT en SCIENCES

SPECIALITE

SCIENCES VETERINAIRES

THEME

**Variations des paramètres sanguins et caractéristiques métaboliques
post mortem du dromadaire (*Camelus dromedarius*)**

Présentée par :

M. Brahim HAMAD

Membres du jury :

Président	Mr KIHAL Mabrouk	Pr. Université d'Oran Es Senia
Rapporteur	Mr AGGAD Hebib	Pr. Université de Tiaret
Examineur	Mr ABBOUNI Bouziane	Pr. Université de Sidi Bel Abbes
Examineur	Mr AICHOUNI Ahmed	Pr. Université de Chlef
Examineur	Mr ZIDANE Khaled	Pr. Université de Tiaret
Examineur	Mr ABDELHADI Si Ameur	Pr. Université de Tiaret

Année universitaire 2018/2019

Dédicace

Je dédie cette thèse :

À la mémoire de mes grands-pères Hamed et Salah, qu'ils reposent en paix inchaaléh

À mes parents, qui ont fait beaucoup de sacrifices pour que j'arrive à ce stade de ma vie, qui m'ont aidé et encouragé à terminer cette thèse, que dieu les garde pour moi

À ma femme qui a supporté tous mes moments de doute et de désespoir. Merci pour votre soutien et vos encouragements

À mes enfants Youcef, Maha et Iyad qui heureusement étaient là pour me changer les idées et égayer ma vie

À mes frères et mes sœurs qui n'ont jamais cessé de me soutenir et de m'encourager

À mes amis et collègues pour leurs encouragements et leurs motivations

À tous ceux et toutes celles qui ont contribué, encouragé ou aidé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Remerciements

J'exprime mes plus sincères remerciements au professeur AGGAD Hebib, d'avoir accepté de m'encadrer, qui depuis ma première année, n'a pas cessé de me faire bénéficier de ses nombreux conseils, de ses critiques, de ses compétences et de son soutien. Qu'il soit assuré de ma plus profonde reconnaissance et de tous mes remerciements pour m'avoir guidé dans la réalisation scientifique de ce travail.

Mes sincères remerciements s'adressent également aux membres du jury: monsieur KHAL Mabrouk le président, monsieurs ABBOUNI Bouziane, AICHOUNI Ahmed, ZIDANE Khaled et ABDELHADI Si Ameer les examinateurs, pour le temps précieux qu'ils ont accordé à ce travail. Je suis très honoré que vous ayez accepté de faire partie de jury de ma thèse et merci pour l'intérêt que vous portez à mon travail.

Je souhaite également présenter mes remerciements à toutes les personnes de l'abattoir communal d'El-Oued, en particulier, monsieur l'inspecteur vétérinaire BEDDADA Abdelghani pour sa précieuse aide pour la réalisation de ce travail.

Enfin, je voudrais remercier toutes les personnes que j'ai côtoyées et qui ont contribué de loin ou de près à l'avancement de ma thèse.

TABLE DES MATIERES

Liste des abréviations.....	I
Liste des tableaux.....	II
Liste des figures.....	III
الملخص.....	IV
Résumé.....	V
Abstract	VI
Introduction générale.....	01
Partie bibliographique	
I. Généralité sur le dromadaire.....	03
I.1. Le dromadaire.....	03
I.2. Classification générale.....	03
I.3. Répartition géographique des dromadaires.....	03
I.3.1. Distribution et effectif dans le monde	03
I.3.2. Distribution et effectif en Algérie	05
I.4. Importance du dromadaire	06
I.5. Elevage du dromadaire en Algérie	06
II. Caractéristiques et paramètres physiologiques du dromadaire	07
II.1. Physiologie du dromadaire.....	07
II.1.1. La température corporelle.....	07
II.1.2. La fréquence cardiaque.....	08
II.1.3. La fréquence respiratoire.....	08
II.2. Facteurs de variation des paramètres physiologiques chez le dromadaire	09
II.2.1. La température corporelle.....	09
II.2.2. La fréquence cardiaque.....	10
II.2.3. La fréquence respiratoire.....	10
III. Paramètres sanguins du dromadaire.....	11
III.1. Importance de l'étude des paramètres sanguins.....	11
III.2. Définition du sang.....	12

III.3. Définition de l'hématologie.....	12
III.4. Définition de l'hémogramme.....	13
III.5. Paramètres sanguins de l'hémogramme.....	13
III.5.1. Analyse des paramètres de la ligne rouges (érythrogramme).....	13
III.5.1.1. La numération des globules rouges	13
III.5.1.2. Le taux d'hémoglobine.....	14
III.5.1.3. L'hématocrite	14
III.5.1.4. Les indices érythrocytaires de Wintrobe.....	15
III.5.1.4.1. Le volume globulaire moyen.....	15
III.5.1.4.2. La concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine.....	16
III.5.1.4.3. La teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine.....	16
III.5.1.5. L'indice de distribution des rouges.....	17
III.5.2. Analyse des paramètres de la ligne blanche (leucogramme).....	18
III.5.2.1. La numération leucocytaire globale.....	18
III.5.2.2. La formule leucocytaire.....	18
III.5.2.2.1. Les lymphocytes.....	18
III.5.2.2.2. Les monocytes.....	19
III.5.2.2.3. Les neutrophiles.....	20
III.5.2.2.4. Les eosinophiles.....	21
III.5.2.2.5. Les basophiles.....	22
III.5.3. Analyse des paramètres de la ligne plaquettaire (thrombo gramme).....	23
III.5.3.1. La numération plaquettaire.....	23
III.5.3.2. Le volume plaquettaire moyen.....	23
III.5.3.3. L'indice de distribution des plaquettes.....	24
III.5.3.4. Le thrombocrite	24
III.5.3.5. la numération quantitative des plaquettes.....	24
III.6. Facteurs de variation des paramètres sanguins de l'hémogramme chez le dromadaire.....	24
III.6.1. Les paramètres de la ligne rouges.....	24

III.6.1.1. La numération des globules rouges	24
III.6.1.2. Le taux d'hémoglobine.....	25
III.6.1.3. L'hématocrite.....	26
III.6.1.4. Les indices érythrocytaires de Wintrobe.....	27
III.6.1.4.1. Le volume globulaire moyen.....	27
III.6.1.4.2. La concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine.....	27
III.6.1.4.3. La teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine.....	28
III.6.2. Les paramètres de la ligne blanche.....	28
III.6.2.1. La numération leucocytaire globale.....	28
III.6.2.2. La formule leucocytaire.....	29
III.6.2.2.1. Les lymphocytes.....	29
III.6.2.2.2. Les monocytes.....	30
III.6.2.2.3. Les neutrophiles.....	30
III.6.2.2.4. Les eosinophiles.....	31
III.6.2.2.5. Les basophiles.....	31
III.7. Les paramètres sanguins biochimiques.....	32
III.7.1. Les paramètres du métabolisme énergétique.....	32
III.7.1.1. La glycémie.....	32
III.7.1.2. La triglycéridémie.....	32
III.7.1.3. La cholestérolémie.....	33
III.7.2. Les paramètres du métabolisme protéique.....	34
III.7.2.1. L'urémie	34
III.7.2.2. La créatinémie.....	35
III.7.3. Les paramètres de l'activité enzymatique.....	35
III.7.3.1. La créatine kinase.....	35
III.7.3.2. L'aspartate aminotransférase.....	36
III.7.3.3. L'alanine aminotransférase.....	37
III.7.3.4. La phosphatase alcaline.....	37
III.7.3.5. La lactate déshydrogénase.....	38

III.8. Facteurs de variation des paramètres sanguins biochimiques chez le dromadaire.....	39
III.8.1. Les paramètres du métabolisme énergétique.....	39
III.8.1.1. La glycémie.....	39
III.8.1.2. La triglycéridémie.....	40
III.8.1.3. La cholestérolémie.....	41
III.8.2. Les paramètres du métabolisme protéique.....	41
III.8.2.1. L'urémie.....	41
III.8.2.2. La créatinémie.....	42
III.8.3. Les paramètres de l'activité enzymatique.....	43
III.8.3.1. La créatine kinase.....	43
III.8.3.2. L'aspartate aminotransférase.....	44
III.8.3.3. L'alanine aminotransférase.....	45
III.8.3.4. La phosphatase alcaline.....	46
III.8.3.5. La lactate déshydrogénase.....	46
IV. La production de viande cameline en Algérie.....	47
V. La composition de viande cameline.....	48
VI. Les phases de la transformation du muscle en viande.....	48
VI.1. L'état pantelant.....	49
VI.2. L'état rigide.....	49
VI.3. L'état mature.....	49
VII. Les paramètres de la qualité de la viande du dromadaire.....	50
VII.1. Les paramètres métaboliques <i>post mortem</i>	50
VII.1.1. Le pH.....	50
VII.1.2. La température musculaire.....	52
VII.1.3. La conductivité électrique.....	53
VII.1.4. La capacité de rétention d'eau.....	53
VII.1.4.1. Les pertes à la réfrigération.....	55
VII.1.4.2. Les pertes à la cuisson.....	55
VII.1.4.3. Les pertes à la décongélation.....	56

VII.2. Facteurs de variation des paramètres métaboliques <i>post mortem</i> chez le dromadaire.....	57
VII.2.1. Le pH.....	57
VII.2.2. La température musculaire.....	59
VII.2.3. La conductivité électrique.....	60
VII.2.4. La capacité de rétention d'eau.....	60
VII.2.5. Les pertes à la réfrigération.....	62
VII.2.6. Les pertes à la cuisson.....	62
VII.2.7. Les pertes à la décongélation.....	63
Partie expérimentale	
Objecifs de l'étude.....	65
I. Matériel et méthodes.....	66
I.1. Matériel.....	66
I.1.1. Monographie de la région.....	66
I.1.1.1. Zone d'étude.....	66
I.1.1.2. Données climatiques.....	66
I.1.2. Matériels biologique.....	66
I.1.2.1. Animaux et conception expérimentale.....	66
I.1.2.2. Alimentation.....	67
I.2. Méthodes.....	67
I.2.1. Paramètres météorologiques.....	67
I.2.2. Paramètres de production.....	67
I.2.2.1. Mesure du poids sur pieds.....	67
I.2.2.2. Mesure du poids de carcasse.....	68
I.2.3. Paramètres physiologiques.....	68
I.2.3.1. Mesure de la température rectale.....	68
I.2.3.2. Mesure de la fréquence cardiaque.....	68
I.2.3.3. Mesure de la fréquence respiratoire.....	68
I.2.4. Paramètres sanguins.....	68

I.2.4.1. Prélèvements sanguins.....	68
I.2.4.2. Analyse hématologiques.....	69
I.2.4.2.1. Principe de base.....	70
I.2.4.3. Analyses biochimiques.....	70
I.2.4.3.1. Principes des méthodes analytiques.....	72
I.2.4.3.1.1. Le glucose.....	72
I.2.4.3.1.2. Les triglycérides.....	72
I.2.4.3.1.3. Le cholestérol.....	73
I.2.4.3.1.4. L'urée.....	73
I.2.4.3.1.5. La créatinine.....	73
I.2.4.3.1.6. La créatinine kinase.....	74
I.2.4.3.1.7. L'ASAT.....	74
I.2.4.3.1.8. L'ALAT.....	74
I.2.4.3.1.9. La phosphatase alcaline.....	75
I.2.4.3.1.10. La lactate déshydrogénase.....	75
I.2.5. Paramètres de qualité de la viande	76
I.2.5.1. Prélèvements des échantillons.....	76
I.2.5.2. Paramètres métaboliques <i>post mortem</i>	76
I.2.5.2.1. Mesure du pH et de la température musculaire.....	76
I.2.5.2.2. Mesure de la conductivité électrique.....	77
I.2.5.2.3. Mesure des pertes en eau.....	78
I.2.5.2.3.1. Mesure des pertes à la réfrigération.....	78
I.2.5.2.3.2. Mesure des pertes à la cuisson.....	78
I.2.5.2.3.3. Mesure des pertes à la décongélation.....	80
I.2.6. Analyse statistique.....	80
II. Résultats.....	82
II.1. Paramètres météorologiques.....	82
II.2. Paramètres de production.....	82
II.3. Paramètres physiologiques.....	83

II.3.1. Variations des paramètres physiologiques.....	83
II.3.2. Corrélations entre les paramètres physiologiques étudiés.....	83
II.4. Paramètres sanguins.....	84
II.4.1. Paramètres hématologiques.....	84
II.4.1.1. Les paramètres érythrocytaires.....	84
II.4.1.1.1. Variations des paramètres érythrocytaires.....	84
II.4.1.1.2. Corrélations entre les paramètres érythrocytaires étudiés.....	85
II.4.1.2. Les paramètres leucocytaires.....	86
II.4.1.2.1. Variations des paramètres leucocytaires.....	86
II.4.1.2.2. Corrélations entre les paramètres leucocytaires étudiés.....	87
II.4.2. Paramètres biochimiques.....	89
II.4.2.1. Les paramètres du métabolisme énergétique.....	89
II.4.2.1.1. Variations des paramètres du métabolisme énergétique.....	89
II.4.2.2. Les paramètres du métabolisme protéique.....	89
II.4.2.2.1. Variations des paramètres du métabolisme protéique.....	89
II.4.2.3. Les paramètres de l'activité enzymatique.....	90
II.4.2.3.1. Variations des paramètres de l'activité enzymatique.....	90
II.4.2.4. Corrélations entre les paramètres sanguins biochimiques étudiés.....	91
II.5. Paramètres de qualité de la viande.....	93
II.5.1. Variations des paramètres de qualité de la viande.....	93
II.5.1.1. Le pH.....	93
II.5.1.2. La température musculaire	93
II.5.1.3. La conductivité électrique.....	94
II.5.1.4. La capacité de rétention d'eau.....	95
II.5.2. Corrélations entre les paramètres de qualité de la viande étudiés.....	95
III. Discussion.....	98
III.1. Paramètres de production.....	98
III.2. Paramètres physiologiques.....	98
III.2.1. Variations des paramètres physiologiques.....	98

III.2.1.1. La température rectale.....	98
III.2.1.2. La fréquence cardiaque.....	99
III.2.1.3. La fréquence respiratoire.....	99
III.2.2. Corrélations entre les paramètres physiologiques étudiés.....	100
III.3. Paramètres sanguins.....	100
III.3.1. Paramètres hématologiques.....	100
III.3.1.1. Les paramètres érythrocytaires.....	100
III.3.1.1.1. Variations des paramètres érythrocytaires.....	100
III.3.1.1.1.1. La numération des globules rouges.....	100
III.3.1.1.1.2. Le taux d'hémoglobine.....	101
III.3.1.1.1.3. L'hématocrite.....	101
III.3.1.1.1.4. Le volume globulaire moyen.....	102
III.3.1.1.1.5. La concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine.....	102
III.3.1.1.1.6. La teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine.....	103
III.3.1.1.2. Corrélations entre les paramètres érythrocytaires étudiés.....	103
III.3.1.1. Les paramètres leucocytaires.....	104
III.3.1.1.1. Variations des paramètres leucocytaires.....	104
III.3.1.1.1.1. La numération leucocytaire globale.....	104
III.3.1.1.1.2. La formule leucocytaire.....	105
III.3.1.1.2. Corrélations entre les paramètres leucocytaires étudiés.....	106
III.3.2. Paramètres biochimiques.....	107
III.3.2.1. Les paramètres du métabolisme énergétique.....	107
III.3.2.1.1. Variations des paramètres du métabolisme énergétique.....	107
III.3.2.1.1.1. La glycémie.....	107
III.3.2.1.1.2. La triglycéridémie.....	107
III.3.2.1.1.3. La cholestérolémie.....	108
III.3.2.2. Les paramètres du métabolisme protéique.....	108
III.3.2.2.1. Variations des paramètres du métabolisme protéique.....	108
III.3.2.2.1.1. L'urémie.....	108

III.3.2.2.1.2. La créatinémie.....	109
III.3.2.3. Les paramètres de l'activité enzymatique.....	109
III.3.2.3.1. Variations des paramètres de l'activité enzymatique.....	109
III.3.2.3.1.1. La créatine kinase.....	109
III.3.2.3.1.2. L'ASAT.....	109
III.3.2.3.1.3. L'ALAT.....	110
III.3.2.3.1.4. La PAL.....	110
III.3.2.3.1.5. La LDH.....	110
III.3.2.4. Corrélations entre les paramètres sanguins biochimiques étudiés.....	111
III.4. Paramètres de qualité de la viande.....	111
III.4.1. Variations des paramètres de qualité de la viande.....	111
III.4.1.1. Le pH.....	111
III.4.1.2. La température musculaire.....	112
III.4.1.3. La conductivité électrique.....	112
III.4.1.4. La capacité de rétention d'eau.....	113
III.4.1.4.1. Les pertes à la réfrigération.....	113
III.4.1.4.2. Les pertes à la cuisson.....	114
III.4.1.4.3. Les pertes à la décongélation.....	114
III.4.2. Corrélations entre les paramètres de qualité de la viande étudiés.....	115
Conclusion générale.....	117
Références bibliographiques.....	118

Liste des abréviations

4-AAP : 4-Aminoantipyrine

ADP : Adénosine Di Phosphate

ALAT : Alanine Amino Transférase

ASAT : Aspartate Amino Transférase

ATP : Adénosine Tri Phosphate

BF : *Biceps Femoris*

BUN : Blood Urea Nitrogen

°C : Degrés Celsius

CA : Circonférence Abdominale

CCMH : Concentration Corpusculaire Moyenne en Hémoglobine

CE : Conductivité Electrique

CK : Créatine Kinase

cm : centimètre

CO₂ : Dioxyde de carbone

4-CP : 4- Chlorophénol

CT : Circonférence Thoracique

DAP : Dihydroxyacétone Phosphate

dl : décilitre

EDTA-K₂ : Ethylène Diamine Tétra Acétique Acide - Di Potassium

fl : femtolitre

FAO : Food and Agriculture Organization

g : gramme

GB : Globules Blancs

GK : Glycérol Kinase

GLDH : Glutamate Déshydrogénase

G6P : Glucose-6-Phosphate

G6PDH : Glucose-6- Phosphate-Déhydrogenase

GPO : Glycérol Phosphatase Oxydase

GR : Globules Rouges

Hb: Hémoglobine

HBA : Acide Hydroxybenzoïque

Hct : Hématocrite

HG : Hauteur au Garrot

HK : Hexokinase

H₂O₂ : Peroxyde d'hydrogène

IDP : Indice de Distribution des Plaquettes

IDR : Indice de Distribution des Rouges

J-C : Jésus-Christ

km : kilomètre

l : litre

LD : *Longissimus Dorsi*

LDH : Lactate Déshydrogénase

LT : *Longissimus Thoracis*

MADR: Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural

MGG : May Grunwald Giemsa

ml: millilitre

mmol : millimole

NAD : Nicotinamide Adénine Dinucléotide

NADP : Nicotinamide-Adénine-Dinucléotide-Phosphate

nm : nanomètre

PAL : Phosphatase Alkaline

pg : picogramme

pH_μ : pH ultime

SI : Système International d'unités

SIDA : Syndrome de l'Immunodéficience Acquise

TCT : Thrombocyte

TGMH : Teneur Globulaire Moyenne en Hémoglobine

tr/min : tour par minute

UI : Unité Internationale

UV : Ultra Violet

μl : microlitre

μm : micromètre

μS : microsiemens

VGM : Volume Globulaire Moyen

VPM : Volume Plaquettaire Moyen

Liste des tableaux

Partie bibliographique		
N°	Titre	Page
Tableau 01	Intervalles des valeurs usuelles de la littérature des principaux paramètres de la ligne rouge chez le dromadaire.....	17
Tableau 02	Intervalles des valeurs usuelles de la littérature des paramètres de la ligne blanche chez le dromadaire.....	23
Tableau 03	Intervalles des valeurs usuelles de la littérature des paramètres du métabolisme énergétique chez le dromadaire.....	34
Tableau 04	Intervalles des valeurs usuelles de la littérature des paramètres du métabolisme protéique chez le dromadaire.....	35
Tableau 05	Intervalles des valeurs usuelles de la littérature des paramètres de l'activité enzymatique chez le dromadaire.....	38
Tableau 06	Valeurs moyennes du pH ultime de <i>Longissimus thoracis</i> du dromadaire selon la littérature.....	52
Tableau 07	Valeurs moyennes de la capacité de rétention d'eau de <i>Longissimus thoracis</i> du dromadaire selon la littérature.....	54
Tableau 08	Valeurs moyennes des parties à la cuisson de <i>Longissimus thoracis</i> du dromadaire selon la littérature.....	56
Partie expérimentale		
Tableau 09	Liste des paramètres sanguins hématologiques analysés.....	69
Tableau 10	Liste des paramètres sanguins biochimiques analysés.....	71
Tableau 11	Variations de la température ambiante en fonction de la saison.....	82
Tableau 12	Variations des paramètres de production en fonction de la saison.....	82
Tableau 13	Variations des paramètres physiologiques en fonction de la saison.....	83
Tableau 14	Corrélations entre les différents paramètres physiologiques étudiés.....	84
Tableau 15	Variations des paramètres érythrocytaires en fonction de la saison.....	85
Tableau 16	Corrélations entre les différents paramètres érythrocytaires étudiés.....	86
Tableau 17	Variations des paramètres leucocytaires en fonction de la saison....	87

Tableau 18	Corrélations entre les différents paramètres leucocytaires étudiés.....	88
Tableau 19	Variations des paramètres du métabolisme énergétique en fonction de la saison.....	89
Tableau 20	Variations des paramètres du métabolisme protéique en fonction de la saison.....	90
Tableau 21	Variations des paramètres de l'activité enzymatique en fonction de la saison.....	90
Tableau 22	Corrélations entre les différents paramètres sanguins biochimiques étudiés.....	92
Tableau 23	Variations du pH musculaire en fonction de la saison.....	93
Tableau 24	Variations de la température musculaire en fonction de la saison...	94
Tableau 25	Variations de la conductivité électrique en fonction de la saison...	94
Tableau 26	Variations de la capacité de rétention d'eau en fonction de la saison.....	95
Tableau 27	Corrélations entre les différents paramètres de qualité de viande étudiés.....	97

Liste des figures

Partie bibliographique		
N°	Titre	Page
Figure 01	Aires de distribution des camelins.....	04
Figure 02	L'aire de distribution du dromadaire en Algérie.....	05
Figure 03	Aspect microscopique des lymphocytes du dromadaire × 500.....	19
Figure 04	Aspect microscopique d'un monocyte du dromadaire × 500.....	20
Figure 05	Aspect microscopique d'un neutrophile du dromadaire × 500.....	21
Figure 06	Aspect microscopique d'un éosinophile du dromadaire × 500.....	22
Figure 07	Aspect microscopique d'un basophile du dromadaire × 500.....	22
Partie expérimentale		
Figure 08	Mesure du poids vif par la formule baryométrique.....	67
Figure 09	Automate de type Orphée mythic 18.....	70
Figure 10	Automate de type LANDWIND, LW C100 plus.....	71
Figure 11	Mesure du pH et de la température intramusculaire.....	77
Figure 12	Mesure de la conductivité électrique.....	77
Figure 13	Mesure des pertes à la réfrigération.....	78
Figure 14	Mesure du poids initial	79
Figure 15	Cuisson des échantillons	79
Figure 16	Séchage des échantillons	79
Figure 17	Mesure du poids final.....	79
Figure 18	Congélation des échantillons dans l'éthanol.....	80

الملخص

الهدف الرئيسي من هذا العمل هو دراسة تأثير الفصل و الظروف المناخية على تغيرات القياسات الفسيولوجية، مكونات الدم الدموية و البيوكيميائية بالإضافة إلى الخصائص الأيضية لما بعد الذبح الدالة على جودة لحم الجمل. وثمة هدف آخر. هو تحديد طريقة ناجعة و عمليّة الاستخدام يمكن الاعتماد عليها لتقدير جودة لحم الإبل.

شملت هذه الدراسة 30 جملا ذكرا صحراوي كانت موجه للذبح في المسلخ البلدي لولاية الواد (جنوب شرق الجزائر) خلال الفترة الممتدة من يناير 2015 إلى سبتمبر 2015. أجريت العينات على إبل صحية سريريا، تتراوح أعمارهم بين 5 و 7 سنوات، خلال مواسم مختلفة (الشتاء والربيع والصيف).

أظهر تحليل النتائج أن درجة حرارة الجسم تباينت معنويا وفقا للفصل. علاوة على ذلك أيضا، الموسم لديه تأثير معنوي على عدد خلايا الدم الحمراء، تركيز الهيموغلوبين، متوسط حجم الخلية، متوسط تركيز الهيموغلوبين في الخلية، وعدد خلايا الدم البيضاء.

أيضا، يوريا الدم والنشاط الأنزيمي لكل من CK، ALT و LDH أظهرت تباين موسمي معنوي. بالمقابل هذا التأثير الفصلي لم يكن معنوي على مستوى السكر في الدم، الدهون الثلاثية، الكوليسترول، الكرياتينين والنشاط الإنزيمي لكل من ASAT و PAL. من ناحية أخرى، كشف تحليل معايير جودة اللحوم تأثير فصلي كبير على درجة حرارة العضلات، الناقلية الكهربائية، وفقدان الوزن عند التبريد وعن ذوبان الجليد.

وفي الختام، أظهرت دراستنا أن قياس الناقلية الكهربائية، هو وسيلة موثوقة ويمكن الاعتماد عليها لتقييم نوعية لحم الإبل.

الكلمات المفتاحية: مكونات الدم، خصائص الأيض، بعد الذبح، الجمل، الفصل.

Résumé

Le principal objectif de ce travail était d'étudier l'impact de la saison et les conditions climatiques sur les variations des paramètres physiologiques, sanguins hématologiques et biochimiques ainsi que les caractéristiques métaboliques *post mortem* relatives à la qualité de viande chez le dromadaire. Un autre objectif est de déterminer une méthode fiable et d'usage pratique permettant d'apprécier la qualité de viande caméline.

Ce travail a porté sur 30 dromadaires mâles de population Sahraoui destinés à la production bouchère à l'abattoir municipal de la wilaya d'El-Oued (sud-est de l'Algérie) au cours de la période allant de janvier 2015 à septembre 2015. Les prélèvements ont été réalisés sur des dromadaires cliniquement sains, âgés de 5 à 7 ans, durant différentes saisons (hiver, printemps et été).

L'analyse des résultats a montré que la température rectale a varié significativement en fonction de la saison. En outre, la saison a aussi une influence significative sur la numération des globules rouges, la concentration en hémoglobine, le volume globulaire moyen, la concentration cellulaire moyenne en hémoglobine, la numération des globules blancs. Pareillement, l'urémie et l'activité enzymatique de CK, ALAT et LDH ont montré des variations saisonnières significatives. Cependant, l'effet de la saison n'a pas été significatif sur la glycémie, la triglycéridémie, la cholestérolémie, la créatinémie et l'activité enzymatique de l'ASAT et de PAL. D'un autre côté, l'analyse des paramètres de qualité de viande a révélé une influence saisonnière significative sur la température musculaire, la conductivité électrique, la perte en eau à la réfrigération ainsi que la perte en eau à la décongélation.

En conclusion, notre étude a démontré que la mesure de la conductivité électrique, est une méthode crédible et fiable pour l'appréciation de la qualité de viande du dromadaire.

Mots clés: paramètres sanguins, caractéristiques métaboliques, *post mortem*, dromadaire, saison.

Abstract

The main objective of this work is to study the impact of the season and the climatic conditions on variations of physiological, haematological and biochemical blood parameters as well as the *post mortem* metabolic characteristics related to the quality of dromedary camel meat. Another objective is to determine a reliable method for practical use to appreciate the quality of camel meat.

This work was conducted on 30 male dromedary camels of Sahraoui population destined for butcher production at the municipal slaughterhouse of El-Oued state (south-east of Algeria) during the period from January 2015 to September 2015. The samples were performed on clinically healthy camels, aged 5-7 years, during different seasons (winter, spring and summer).

The analysis of the results showed that the rectal temperature varied significantly according to the season. In addition, the season also has a significant influence on red blood cells count, hemoglobin concentration, mean corpuscular volume, mean corpuscular hemoglobin concentration and white blood cells count. Likewise, blood urea and the enzymatic activity of CK, ALT and LDH showed significant seasonal variations. However, the effect of season was not significant on blood glucose, triglycerides, cholesterol, creatinine and the enzymatic activity of AST and ALP. On the other hand, the analysis of meat quality parameters revealed a significant influence of season on muscle temperature, electrical conductivity, drip loss and thawing loss.

In conclusion, our study has demonstrated that the measurement of electrical conductivity is a credible and reliable method for assessing the quality of dromedary camel meat.

Key words: blood parameters, metabolic characteristics, *post mortem*, dromedary camel, season.

Introduction générale

Le dromadaire a une grande importance économique dans les régions arides et semi-arides en raison de ses productions (lait, viande et poils) qui ont permis aux populations de ces zones de s'adapter aux rigueurs du climat et de vivre des maigres ressources que leur offre la terre (Faye, 2011; Kadim, 2013; Faye, 2014; Al jassim et Sejian, 2015). Pareillement, le dromadaire est l'un des rares animaux domestiques adaptés à l'environnement hostile des régions arides et semi-arides caractérisées par la pénurie d'eau et de végétation, les températures élevées ainsi que la tomographie rugueuse, ceci en raison de ses caractéristiques physiologiques et anatomiques uniques qui lui permettent d'adapter mieux qu'importe quel autre animal d'élevage à ces conditions difficiles (Eltahir et *coll.*, 2010; Gaughan, 2011; Kadim, 2013; Osman et *coll.*, 2015).

En effet, la capacité d'adaptation du dromadaire aux conditions environnementales est évaluée à l'aide des paramètres physiologiques incluant la température rectale, la fréquence respiratoire et la fréquence cardiaque (Abdoun et *coll.*, 2012). D'autre part, ces paramètres sont généralement considérés comme des indicateurs fiables pour l'appréciation de l'effet des conditions environnementales sur l'état physiologique du dromadaire (Mohammed et *coll.*, 2007).

La composition du sang est le miroir qui reflète l'état de santé des animaux (Al Haj, 2013; Momenah, 2014). En outre, l'étude des paramètres biochimiques sanguins en fonction des différentes conditions climatiques peut souvent fournir des informations précieuses concernant l'état physiologique des animaux (Asadi et *coll.*, 2009; Aichouni et *coll.*, 2013). D'autre part, les variations des facteurs environnementaux se traduisent par des effets prononcés sur les paramètres sanguins du dromadaire, lui permettant ainsi d'ajuster les différentes fonctions de son corps avec un minimum d'efforts physiologiques (Badawy et *coll.*, 2008).

Le dromadaire est une bonne source de viande, en particulier dans les régions où les conditions climatiques affectent négativement les performances d'autres animaux de boucherie (Kadim, 2013; Kadim et *coll.*, 2014). En Algérie, le déficit en protéines animales est plus accentué dans les régions sahariennes, ajouter à cela le coût généralement élevé des produits de boucherie, ainsi que les conditions climatiques extrêmes qui entravent la production efficace des animaux de boucherie dans ces régions (Adamou, 2011). D'où l'intérêt pressant de se pencher sur la valorisation des différents élevages disponibles.

D'autre part, la qualité de la viande est significativement affectée par les conditions de pré-abattage. En effet, les conditions climatiques durant cette période ont une importance certaine (Miranda et *coll.*, 2009; Marenčić et *coll.*, 2012). Dans le même contexte, les variations saisonnières de la température ambiante peuvent affecter le taux de glycogène dans les muscles après l'abattage et le pH ultime et, par conséquent, la qualité de la viande (Węglarz, 2010). À cet égard, en Algérie, des températures journalières plus élevées peuvent être enregistrées en été, tandis qu'en hiver, la température baisse fortement, donc l'effet potentiel des conditions environnementales pendant la période de pré-abattage sur la qualité de la viande pourrait être différent selon les saisons.

Aujourd'hui, plusieurs études sont menées dans de nombreux pays pour l'évaluation de l'influence des conditions climatiques et saisonnières sur les paramètres physiologiques et sanguins du dromadaire. Cependant, il y a très peu d'études sur ce sujet en Algérie. Pareillement, des études extensives ont été menées dans le but de déterminer l'effet de la saison d'abattage sur la qualité de la viande des animaux de boucherie (María et *coll.*, 2006; Bianchi et *coll.*, 2007; Kadim et *coll.*, 2008b; Węglarz, 2010; Chulayo et Muchenje, 2013; D'Alessandro et *coll.*, 2013; Sanchez-Sanchez et *coll.*, 2013; Correa et *coll.*, 2014). En revanche, cet aspect est très peu abordé chez le dromadaire en Algérie et à travers le monde.

Le présent travail a pour objet de déterminer l'influence de la saison sur les variations des paramètres physiologiques, sanguins et de la qualité de la viande de dromadaire. En effet, les principaux axes couvrent:

- l'étude de la relation entre les paramètres physiologiques et la saison.
- l'étude de la relation entre les paramètres hématologiques sanguins et la saison.
- l'étude de la relation entre les paramètres biochimiques sanguins et la saison.
- l'étude de la relation entre les paramètres de qualité de la viande et de la saison, ainsi que la caractérisation de la qualité de la viande de dromadaire en Algérie en suivant les modifications de ces paramètres lors de la transformation du muscle en viande.

Nous avons également, essayé de proposer une méthode de référence pour l'appréciation de la qualité de la viande de dromadaire en Algérie.

I. Généralité sur le dromadaire

I.1. Le dromadaire

Le dromadaire (*Camelus dromedarius*), fut domestiqué par l'homme dans le sud de la péninsule Arabique environ 2000 ans avant J-C à partir d'une population sauvage occupant les vallées arides de l'actuel Hadramaout (Jianlin et coll., 1999). La dénomination du dromadaire dérive du mot grec dromos (route ou chemin en grec) en relation avec la première utilisation du dromadaire dans le transport (Souilem et Barhoumi, 2009).

I.2. Classification générale

Le dromadaire appartient à la branche des vertébrés, classe des mammifères ongulés et sous-classe des placentaires. Il appartient à l'ordre des artiodactyles, sous-ordre des Tylopodes (Karray et coll., 2005). Le dromadaire, *Camelus dromedarius*, appartient à la famille des Camélidés qui comprend le genre Lama et le genre Camelus qui est divisé en deux espèces : *Camelus dromedarius* (dromadaire) et *Camelus bactrianus* (chameau de Bactriane) (Faye, 1997).

Genre Camelus

Camelus dromedarius (dromadaire, avec une seule bosse)

Camelus bactrianus (chameau de Bactriane, avec deux bosses)

Genre Lama (les espèces de ce genre sont toutes sans bosse)

Lama glama (lama).

Lama guanicoe (guanaco).

Lama pacos (alpaga ou alpaca).

Lama vicugna (vigogne).

I.3. Répartition géographique des dromadaires

I.3.1. Distribution et effectif dans le monde

L'espèce *Camelus dromedarius*, communément appelé dromadaire ou chameau à une bosse est l'animal des déserts chauds d'Afrique, du proche et du Moyen-Orient jusqu'au désert du Thar en Inde, alors que l'espèce *Camelus bactrianus* ou chameau de Bactriane est celui des déserts froids d'Asie Centrale jusqu'aux confins de la Mandchourie en Chine. Toutefois, les deux espèces peuvent cohabiter en quelques rares endroits (Faye, 1997; Wilson, 1998).

Le dromadaire est répertorié dans 35 pays originaires s'étendant du Sénégal à l'Inde et du Kenya à la Turquie, 80 % du cheptel de dromadaires est localisé en Afrique, et l'essentiel de l'effectif est concentré dans 3 pays de la corne de l'Afrique (Somalie, Soudan et Éthiopie par ordre d'importance), la Somalie avec ses 6 millions de dromadaires, possède près de 50 % du cheptel africain. En Asie, l'Inde a le plus grand effectif avec 1,3 million de têtes (Faye et coll., 2004).

L'aire originare de distribution du dromadaire est bien entendu associée aux caractéristiques climatiques du milieu compte tenu de l'adaptabilité remarquable de cette espèce aux conditions d'aridité. L'aire de distribution découle aussi d'un facteur social d'importance : le dromadaire est tout d'abord l'animal du nomade célébré comme tel par le Coran, même si son utilisation par les Bédouins d'Arabie est antérieure à l'Islam. Cependant, dans son extension à la faveur de l'expansion de l'Islam, le dromadaire du nomade a rencontré le cultivateur méditerranéen ou oasien, et s'est donc sédentarisé. Il n'en demeure pas moins que son aire de répartition recouvre celle des populations pastorales nomades ou transhumantes qui au cours de leur histoire l'ont adopté comme auxiliaire incontournable dans la mise en valeur des zones arides (Faye, 1997).

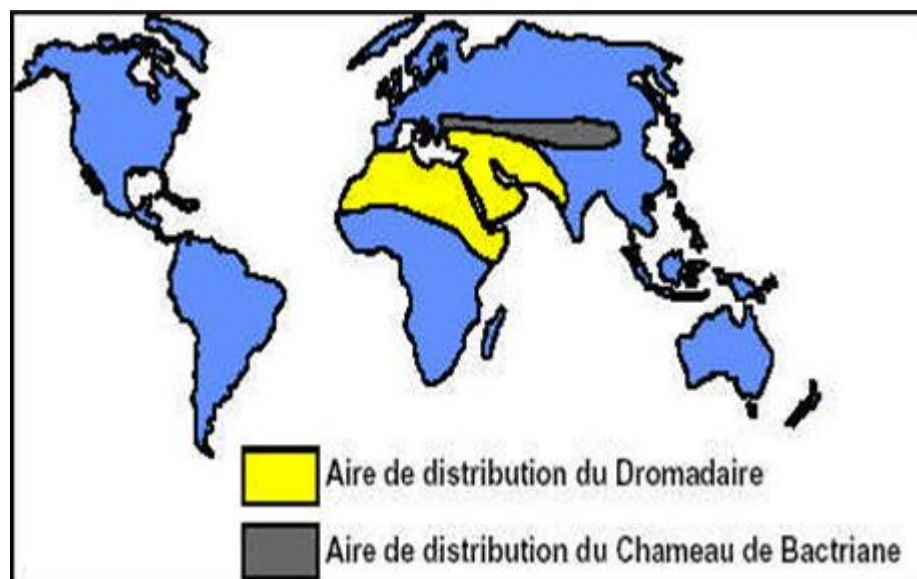


Figure 01. Aires de distribution des camélins (Faye et coll., 1999).

Il est difficile de connaître avec exactitude la population caméline mondiale à cause de plusieurs facteurs comme l'absence de vaccination obligatoire pour cette espèce et la nature même des écosystèmes dans lesquels elle évolue, ce qui rend difficile le recensement de ces effectifs. La FAO estime leurs nombres à 25 millions de têtes de camélins à l'échelle mondiale (Maqsood et coll., 2015).

I.3.2. Distribution et effectif en Algérie

Le cheptel camelin est reparti sur trois principales zones d'élevage : le sud-est, le sud-ouest et l'extrême sud avec respectivement 52,18 et 30 % de l'effectif total. Le cheptel camelin est concentré dans le sud du pays, dans les wilayas sahariennes : essentiellement à El-Oued et à Ouargla. La wilaya d'El-Oued est la plus peuplée, Ouargla est seconde. Dans ces deux wilayas, l'élevage camelin représente une part importante de l'économie locale ; la viande du dromadaire y est couramment consommée et des élevages laitiers périurbains se sont mis en place.

Ces dernières années, des efforts ont été déployés pour enrayer la chute des effectifs et pour reconstituer le cheptel camelin. Son déclin étant dû à plusieurs facteurs notamment la pénurie, les maladies (surtout pour les chamelons), l'abattage clandestin des femelles... etc. La distribution d'aliments subventionnés et l'aménagement de points d'eau ont permis d'améliorer la situation de l'élevage camelin. L'effectif des dromadaires en Algérie est estimé à 315 849 têtes (MADR, 2011).

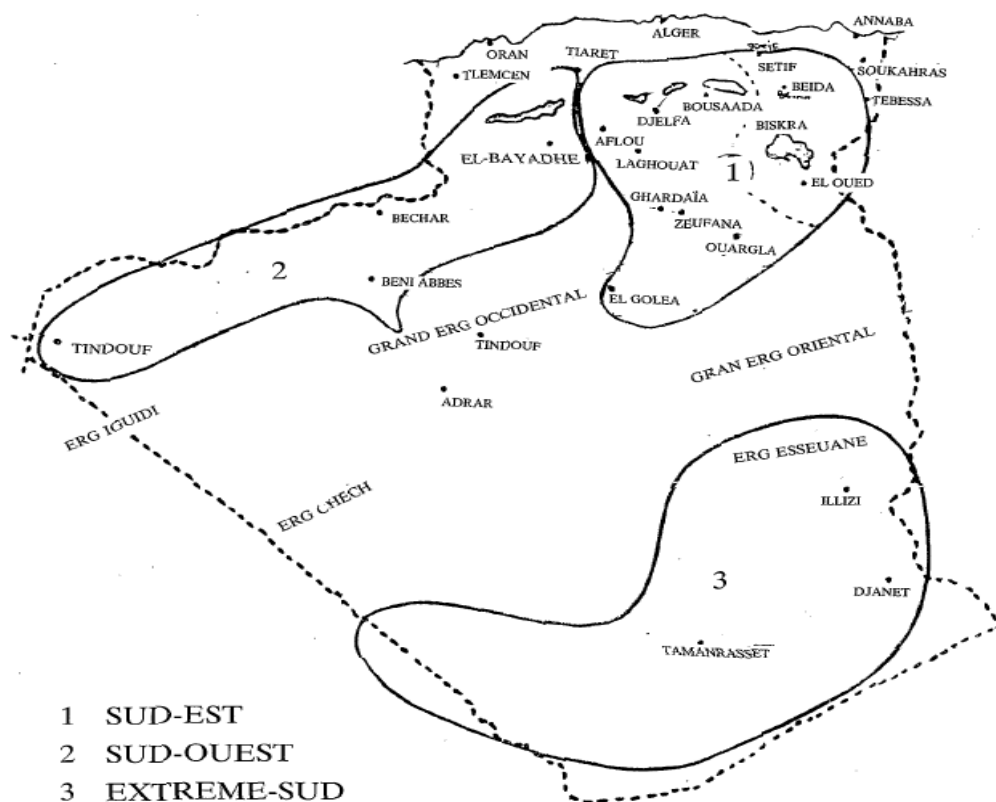


Figure 02. L'aire de distribution du dromadaire en Algérie (Ben aissa, 1989).

I.4. Importance du dromadaire

Le dromadaire est l'animal domestique le plus adapté aux conditions climatiques extrêmes qui caractérise les régions arides et semi-arides (Kadim et *coll.*, 2006; 2008c). Il joue un rôle économique appréciable pour les populations pastorales dans différents pays dans le monde (Kadim et *coll.*, 2006; Souilem et Barhoumi, 2009; Faye, 2011).

En effet, le dromadaire est pourvoyeur de protéines animales (viande et lait) qui constituent une source essentielle pour la population pastorale dans les régions arides et semi-arides (Souilem et Barhoumi, 2009; Abdoun et *coll.*, 2012; Faye, 2014).

Le dromadaire est une excellente source de protéine animale de haute qualité dans les régions où les conditions climatiques affectent les performances des autres espèces animales. En effet, il possède des caractéristiques physiologiques spécifiques, telles que la grande tolérance aux températures élevées, aux radiations solaires, au manque d'eau, à la topographie difficile et à la pauvreté de la végétation (Kadim et *coll.*, 2006; 2008c; 2014).

La demande en viande de dromadaire semble augmenter pour des raisons nutritionnelles (Kadim et *coll.*, 2008c), mais aussi sanitaires, car il produit une carcasse moins grasseuse avec une faible teneur en cholestérol et forte teneur en acides gras polyinsaturés en comparaison avec les autres animaux de boucherie (Kadim et *coll.*, 2008c; Gheisari et Ranjbar, 2013; Kadim et *coll.*, 2014). Ceci est un facteur déterminant dans la prévention des maladies cardio-vasculaires, généralement attribué à la consommation de graisses saturées (Giese, 1992). Il est également utilisé à des fins thérapeutiques telles que le traitement de l'hyperacidité, l'hypertension, la pneumonie, les maladies respiratoires et aussi comme aphrodisiaque (Kurtu, 2004).

Dans plusieurs pays, le lait de dromadaire est utilisé dans le traitement de certaines maladies, comme pour le traitement de l'ictère, de la tuberculose, de l'asthme, l'hydropisie et la leishmaniose (Abdelghadir et *coll.*, 1998; Shabo et Yagil, 2005). Récemment, on l'a utilisé pour le traitement d'autres maladies comme le diabète (Agrawal et *coll.*, 2007), le cancer (Magjeed, 2005), l'hypertension (Quan et *coll.*, 2008) et le SIDA (Alwan et *coll.*, 2014).

I.5. Elevage du dromadaire en Algérie

En Algérie, l'élevage de dromadaires est pratiqué presque exclusivement dans les zones désertiques. Ce mode d'élevage est parfaitement adapté à la biologie d'une espèce caractérisée par un cycle reproductif lent qui conduit à une faible productivité numérique du troupeau. Celle-ci est aggravée par la forte mortalité des jeunes durant leur première année de

vie (Hussein, 1993). Aujourd'hui, une prise de conscience de l'impact que pourrait avoir l'élevage camelin sur le plan économique par le maintien d'une activité humaine dans les régions sahariennes. Grâce à l'intensification de l'élevage en s'appuyant essentiellement sur une alimentation adaptée, un minimum de soins vétérinaires et quelques techniques facilement adaptables en milieu pastoral telles que la séparation précoce du chamelon, permettant ainsi une amélioration de la productivité et de la production (Faye et *coll.*, 2004).

II. Caractéristiques et paramètres physiologiques du dromadaire

II.1. Physiologie du dromadaire

Le dromadaire possède une physiologie entièrement tournée vers l'anticipation des périodes de pénuries alimentaires et hydriques (Bengoumi et *coll.*, 2002; Wardah, 2004; Souilem et Barhoumi, 2009). Ces mécanismes d'adaptation aux variations climatiques sont complexes et mettent en jeu un ensemble très large de paramètres qui lui confèrent, une fois réunis, des capacités uniques parmi les espèces domestiques (Bengoumi et *coll.*, 2002; Abdoun et *coll.*, 2012).

La plupart des mammifères vivant dans les zones désertiques se dérobent de l'effet de la chaleur et de la sécheresse en s'enfouissant dans le sol pendant les heures chaudes, il est évident qu'un animal de la taille du dromadaire ne saurait satisfaire à une telle exigence (Faye, 1997). À travers son évolution, cet animal a développé des mécanismes physiologiques qui en font un remarquable modèle biologique adapté aux conditions imposées par les écosystèmes arides.

L'évaluation de la capacité d'adaptation des animaux aux conditions climatiques extrêmes a été étudiée à travers certains paramètres physiologiques tels que la température corporelle, la fréquence cardiaque et la fréquence respiratoire (Abdoun et *coll.*, 2012). Ces paramètres physiologiques sont aussi largement utilisés comme indicateurs pour déterminer la réponse des animaux aux différentes contraintes (Ferguson et Warner, 2008).

II.1.1. La température corporelle

La température corporelle d'un dromadaire hydraté est stable, elle se situe entre 36 et 38°C (Schmidit-Nielsen, 1997; El Allali et *coll.*, 2013). Cependant en cas de déshydratation, elle peut varier en fonction la température ambiante. En effet, le dromadaire peut passer d'une température corporelle de 42 degrés à 34 degrés Celsius ce qu'aucun mammifère ne peut faire (Liu et *coll.*, 1994; Faye et *coll.*, 1995; Schmidit-Nielsen, 1997). En outre, le dromadaire n'est pas un homéotherme strict : lorsque la température externe augmente, le dromadaire accumule

de la chaleur et peut augmenter sa température corporelle jusqu'à une valeur maximale de 42°C ce qui lui permet de diminuer l'écart de température avec le milieu ambiant et de limiter le gain de chaleur (Liu et *coll.*, 1994; Abdel-Samee et Marai, 1997; El-Harairy et *coll.*, 2010).

À l'inverse, lorsque le milieu externe se refroidit le dromadaire réduit sa température corporelle jusqu'à une valeur minimale pouvant atteindre 34°C. Ainsi, il réduit l'écart de température avec son milieu et limite donc la perturbation du métabolisme de base (Liu et *coll.*, 1994; Bengoumi et *coll.*, 2003). En effet, l'emploi de la température corporelle, comme un indicateur de l'état de santé du dromadaire, doit se faire en prenant en considération la forte fluctuation de ses valeurs (Tefera, 2004).

II.1.2. La fréquence cardiaque

La mesure de la fréquence cardiaque est un paramètre physiologique intéressant pour évaluer la capacité d'adaptation des animaux dans les environnements extrêmes (Abdoun et *coll.*, 2012). Dans la littérature, la fréquence cardiaque du dromadaire dans les conditions physiologique était de l'ordre de 31-72 battements par minute (Sarwar et *coll.*, 1998), 35 à 50 battements par minute (Tefera, 2004), 30 à 57 battements par minute (Mohammed et *coll.*, 2007), 35 à 55 battements par minute (Elnahas, 2008). D'autres auteurs ont donné une valeur moyenne de l'ordre de 32,2 (Alsaad, 2009), 50 battements par minute (Souliem et Barhoumi, 2009), 48 battements par minute (Chakir et *coll.*, 2013).

II.1.3. La fréquence respiratoire

L'augmentation de la température externe du dromadaire s'accompagne d'une diminution de la consommation d'oxygène et de la fréquence respiratoire qui indique une baisse générale du métabolisme (Wilson, 1989). La fréquence respiratoire d'un dromadaire au repos est de l'ordre de 2 à 9 cycles par minute (Faye, 1997), mais elle peut varier de 6 à 18 cycles par minute (Liu et *coll.*, 1994), 7 à 16 cycles par minute (Sarwar et *coll.*, 1998), 9 à 16 cycles par minute (Tefera, 2004), 8 à 23 cycles par minute (Mohammed et *coll.*, 2007), 10 à 22 cycles par minute (Elnahas, 2008). En outre, d'autres auteurs ont souligné que la fréquence respiratoire du dromadaire est de l'ordre de 9 cycles par minute (Alsaad, 2009), 12 cycles par minute (Chakir et *coll.*, 2013),

L'évaporation pulmonaire n'étant qu'une voie mineure de dissipation de la chaleur, le dromadaire peut diminuer sa fréquence respiratoire avec une augmentation de la pression partielle du CO₂ dans le sang et une diminution de celle de l'oxygène. Ainsi, il peut maintenir un métabolisme basal très bas, même si sa température corporelle augmente (Wilson, 1989).

II.2. Facteurs de variation des paramètres physiologiques chez le dromadaire

II.2.1. La température corporelle

De nombreuses études ont démontré qu'il existe un effet significatif de la saison sur la variation de la température corporelle du dromadaire (Abdel-Samee et Marai, 1997; Wilson, 1998; Al-Haidary, 2006; Mohammed et *coll.*, 2007; Abdalla et *coll.*, 2011; Abdoun et *coll.*, 2012). En effet, tous ces auteurs ont indiqué que la température corporelle du dromadaire est plus élevée aux saisons chaudes. Également, des résultats similaires ont été rapportés chez la femelle du dromadaire (El-Harairy et *coll.*, 2010; Al-Haidary et *coll.*, 2013; Hozifa et *coll.*, 2016a; 2016b). D'autres travaux ont montré qu'il n'y a aucune influence du sexe et de l'âge sur la température corporelle du dromadaire (Sarwar et *coll.*, 1998; Wilson, 1998).

Une étude menée par Al-Haidary et *coll.* (2013) a permis de comparer la température corporelle chez 4 races de dromadaires, cette étude a indiqué que la race a un effet significatif sur la température corporelle. De leur part, Alsaad (2009) a montré que la valeur de la température corporelle est significativement plus élevée chez le dromadaire présentant des signes cliniques de maladie. Par contre, Sarwar et *coll.* (1998) n'ont trouvé aucune corrélation entre la température corporelle et l'état physiologique de l'animale. Cependant, une différence de température corporelle liée à l'état physiologique de l'activité sexuelle a été démontrée sur des dromadaires (Abdalla et *coll.*, 2011).

De nombreux travaux ont montré une variation journalière de la température corporelle du dromadaire (Tefera, 2004; Mohammed et *coll.*, 2007; Bekele et *coll.*, 2013; El Allali et *coll.*, 2013; Bouâouda et *coll.*, 2014). Ces auteurs ont rapporté que la température ambiante a un effet direct dans la thermorégulation chez le dromadaire. Ces modifications sont liées aux variations de l'activité adrénopituitaire à l'origine de la sécrétion des glucocorticoïdes. Cependant, il semble que les modifications journalières observées ne soient pas très importantes cliniquement, car elles restent dans les limites des fourchettes de normalité (Faye et *coll.*, 1995).

D'un autre côté, d'autres auteurs ont démontré que la restriction en eau a eu une influence significative sur l'amplitude journalière de la température corporelle chez le dromadaire (Bekele et *coll.*, 2013; El Allali et *coll.*, 2013; Bouâouda et *coll.*, 2014). De leur part Eltayeb et *coll.* (2014) ont noté une élévation significative de la température corporelle pour les animaux en restriction hydrique. Enfin, El Khasmi et *coll.* (2013) ont étudié l'effet du

stress du transport chez le dromadaire, et ils concluent qu'il entraîne une élévation significative de la température corporelle.

II.2.2. La fréquence cardiaque

De nombreux travaux ont démontré qu'il existe une influence significative des conditions climatiques sur la fréquence cardiaque du dromadaire (Mohammed *et coll.*, 2007; Zeidan *et coll.*, 2008; El-Harairy *et coll.*, 2010; Abdalla *et coll.*, 2011; Hozifa *et coll.*, 2016a; 2016b). En effet, il semble que tous ces auteurs soient d'accord sur l'influence de la saison sur la fréquence cardiaque, cette dernière est plus élevée à la saison chaude. Au contraire, Abdel-Samee et Marai (1997) ont montré qu'il n'y a aucune influence des conditions climatiques sur la fréquence cardiaque.

Concernant l'influence du sexe et de l'âge sur la fréquence cardiaque, aucune corrélation n'a été observée (Sarwar *et coll.*, 1998; Wilson, 1998). D'après Alsaad (2009), les dromadaires sains ont une fréquence cardiaque plus faible en comparaison avec les dromadaires malades. Cependant, il n'y a aucune influence significative de la lactation et de la gestation sur la fréquence cardiaque (Sarwar *et coll.*, 1998). Au contraire, d'après Abdalla *et coll.* (2011), la fréquence cardiaque est significativement plus faible pendant les périodes de reproductions.

D'autre part, Eltayeb *et coll.* (2014) ont démontré que les valeurs des fréquences cardiaques diminuaient significativement lors d'une privation en eau. D'un autre côté, tout exercice physique ou tout stress est à l'origine de la sécrétion des hormones glucocorticoïdes, ces dernières élèvent la fréquence cardiaque (Terlouw, 2005; Terlouw *et coll.*, 2007). Par ailleurs, une étude a démontré que le stress causé par le transport (sur une distance d'au moins 70 km) a entraîné une augmentation significative de la fréquence cardiaque chez le dromadaire 58 vs 46 battements par minute (El Khasmi *et coll.*, 2013)

Enfin, pour une évaluation plus fiable des variations de ces trois paramètres physiologiques chez le dromadaire, on doit interpréter avec le maximum de précaution les résultats, tout en prenant en considération les fortes fluctuations des valeurs ainsi que leurs corrélations.

II.2.3. La fréquence respiratoire

De nombreuses études ont permis de démontrer qu'il y a une variation significative de la fréquence respiratoire du dromadaire en fonction de la saison (Abdel-Samee et Marai, 1997; Mohammed *et coll.*, 2007; Abdalla *et coll.*, 2011). D'après ces derniers auteurs, la

fréquence respiratoire augmentait significativement pendant la saison chaude pour le mâle et la femelle (El-Harairy et *coll.*, 2010; Al-Haidary et *coll.*, 2013). Cependant, pour Hozifa et *coll.* (2016b) la fréquence respiratoire de la chamelle était significativement plus élevée à l'automne. D'un autre côté, une autre étude a conclu qu'il n'y a pas d'influence significative de la saison sur la fréquence respiratoire chez le dromadaire (Hozifa et *coll.*, 2016a).

Par ailleurs, le sexe et l'âge n'ont aucun effet sur la fréquence respiratoire chez le dromadaire (Sarwar et *coll.*, 1998; Wilson, 1998). D'autre part, Al-Haidary et *coll.* (2013) ont trouvé que la race a une influence significative sur la fréquence respiratoire. En outre, une différence significative de la fréquence respiratoire liée à l'état de santé a été démontrée (Alsaad, 2009). D'après ce même auteur, les valeurs sont significativement plus élevées pour les dromadaires malades.

Cependant, d'après Sarwar et *coll.* (1998) la lactation et la gestation n'entraînent pas de modifications significatives de la fréquence respiratoire. Au contraire, Abdalla et *coll.* (2011) ont noté que la fréquence respiratoire était faible durant les périodes de reproduction. Pour Eltayeb et *coll.* (2014), il n'y a aucun lien entre la fréquence respiratoire et la restriction en eau. Enfin, El Khasmi et *coll.* (2013) mettent en évidence une fréquence respiratoire significativement plus élevée chez les dromadaires ayant subis un transport de 2 heures.

III. Paramètres sanguins du dromadaire

III.1. Importance de l'étude des paramètres sanguins

Les analyses hématologiques et biochimiques du sang peuvent fournir des informations précieuses sur l'état physiologique et sanitaire du dromadaire (Al-Busadah, 2007; Omer et *coll.*, 2007; Aichouni et *coll.*, 2010; Eltahir et *coll.*, 2010; Abdoun et *coll.*, 2012; Hussein et *coll.*, 2012; Al Haj, 2013; Momenah, 2014). En effet, l'observation des variations de certains paramètres sanguins par rapport à leurs valeurs normales pourrait constituer un guide pour le diagnostic ou le diagnostic différentiel d'un état pathologique (Mal et *coll.*, 2001; Omer et *coll.*, 2007).

Il existe des écarts considérables dans les résultats d'études, probablement en raison des différences génétiques, nutritionnelles et environnementales de l'animal (Bogin, 2000; Kataria et *coll.*, 2002; Amin et *coll.*, 2007; Souilem et Barhoumi, 2009). En outre, les changements dans les facteurs environnementaux influencent fortement les caractéristiques du sang permettant ainsi à l'animal de résister aux conditions difficiles et de se maintenir en bonne santé (Al-Arfaj et *coll.*, 1992).

Toutefois, les modifications hématologiques peuvent avoir un rôle important dans l'adaptation des différentes fonctions du corps de l'animal aux conditions existantes de l'environnement en particulier aux différents stress (thermique, hydrique... etc.) (Nyang-ao et *coll.*, 1997; Nazifi et *coll.*, 1999). Ainsi, les études biochimiques dans différentes conditions climatiques sont très importantes pour les cliniciens lors de l'interprétation des résultats (El-Harairy et *coll.*, 2010).

L'établissement des intervalles de référence des différents composants sanguins du dromadaire est important pour l'évaluation de l'état de santé du dromadaire à des fins de recherche et pour évaluer les effets de divers changements environnementaux sur la santé des populations de chameaux dans la nature. (Asadi et *coll.*, 2009)

III.2. Définition du sang

Le sang est un fluide vital qui circule continuellement dans les vaisseaux sanguins et le cœur, il est constitué de cellules en suspension dans le plasma qui est la composante liquide du sang avec la fonction principale de maintien de l'homéostasie (Isaac et *coll.*, 2013). La fonction principale de sang est de maintenir l'équilibre physiologique du corps, tandis que ces indicateurs hématologiques sont le principal déterminant de l'adaptation des animaux à leurs environnements et donc leur bien-être (Momenah, 2014).

III.3. Définition de l'hématologie

L'hématologie est l'étude du sang et des organes hématopoïétiques, cela comprend le diagnostic et le traitement ainsi que la prévention des maladies du sang, de la moelle osseuse et d'immunologie, de l'hémostase et du système vasculaire. Il est couramment utilisé pour le diagnostic et le traitement des maladies animales (Washington et Hoosier, 2012). Par ailleurs selon Etim et *coll.* (2013), l'hématologie est l'étude de la morphologie et de la physiologie du sang.

L'hématologie devient un outil de diagnostic et de gestion de plus en plus important dans la médecine vétérinaire, à l'échelle mondiale. L'état du sang d'un animal donne l'occasion de cliniquement enquêter sur la présence de différents métabolites, d'autres constituants dans le corps de l'animal et il joue un rôle essentiel dans l'évaluation de l'état physiologique, nutritionnel et pathologique d'un organisme (Doyle, 2006)

III.4. Définition de l'hémogramme

L'hémogramme est aussi appelé numération de la formule sanguine, le premier terme est le plus approprié pour l'étude à réaliser, car les deux versants quantitatifs et qualitatifs de l'étude sont inclus dans le terme « hémogramme ». En effet, l'hémogramme a pour but de quantifier (numération) et de qualifier (frottis sanguin érythrocytaire) les éléments figurés du sang, l'hémogramme est de plus en plus réalisé par des automates. (Bernard et *coll.*, 1996)

D'un autre côté, l'hémogramme est comme un miroir qui reflète l'état de santé des êtres vivant, il est un index pour plusieurs processus métaboliques de l'organisme et révèle l'état de fonctionnement des organes du corps, et par conséquent la santé de l'animal (Monemah, 2014).

III.5. Paramètres sanguins de l'hémogramme

L'hémogramme est examen qui permet de mesurer le nombre absolu de cellules contenues par unité de volume de sang (Bernard et *coll.*, 1996).

III.5.1. Analyse des paramètres de la ligne rouge (érythrogramme)

Les paramètres utilisés pour l'érythrogramme sont la numération des globules rouges, le taux d'hémoglobine, l'hématocrite, les indices érythrocytaires de Wintrobe et l'indice de distribution des rouges (IDR)

III.5.1.1. La numération des globules rouges

Principales cellules sanguines, les érythrocytes ou hématies sont communément appelés les globules rouges (Etim et *coll.*, 2013; 2014). Chez le dromadaire, les hématies sont des cellules elliptiques et anucléées (Nawal et *coll.*, 2012), en forme de disque biconcave (Harvey, 1997), sans organites, contenant de l'hémoglobine, de couleur rose vif ou orangée avec une dépression claire au centre lorsqu'il est coloré par la technique de May Grunwald Giemsa (MGG). Les globules rouges assurent le transport de l'oxygène dans l'organisme. À l'état normal, tous les globules rouges ont sensiblement la même taille, la même forme, la même coloration et ne contiennent pas d'inclusion intracytoplasmique (Siby, 2008; Maximin, 2010).

Selon Awodi et *coll.* (2005) et Chineke et *coll.* (2006), la fonction primaire des globules rouges est de servir de porteuse d'hémoglobine. L'hémoglobine réagit avec l'oxygène transporté dans le sang pour former l'oxyhémoglobine pendant la respiration. Elle correspond au nombre d'érythrocytes par unité de volume sanguin et s'exprime en $10^{12}/l$ (Stockham et Scott, 2002). Ce paramètre est souvent utilisé pour caractériser une anémie et reste un bon

indicateur pour la diagnostiquer. En effet, dans certaines anémies, on note une chute du taux d'hémoglobine et une diminution du nombre de globules rouges (Stockham et Scott, 2002).

Le nombre de globules rouges est plus élevé chez le dromadaire par rapport aux autres espèces, cela est dû au fait que les cellules elliptiques sont plus petites et plus serrées chez cet animal. Le nombre de globules rouges est inversement proportionnel au volume globulaire moyen, l'indicateur de la taille des globules rouges. Ceci est conforme à la conviction que plus la taille des globules rouges est faible, plus leur nombre par unité de volume de sang est élevé (Kerr, 1989).

Selon la littérature, le nombre des érythrocytes chez le dromadaire varie de 2,25 à 12,6 cellules/l (Amin et *coll.*, 2007; Badawy et *coll.*, 2008; Aichouni et *coll.*, 2011; Al-Harbi, 2012; Hussein et *coll.*, 2012; Babeker et *coll.*, 2013; Ismail et *coll.*, 2014; Eltayeb et *coll.*, 2015; Osman et *coll.*, 2015; Bargaâ et *coll.*, 2016a; Hozifa et *coll.*, 2016a; 2016b).

III.5.1.2. Le taux d'hémoglobine

L'hémoglobine est une protéine qui contient un hème et qui représente 95 % des protéines total d'un érythrocyte (Maximin, 2010). L'hémoglobine assure le transport de l'oxygène dans le sang jusqu'aux tissus consommateurs (Casseleux, 2007). L'hémoglobine par sa fonction physiologique de transport de l'oxygène aux tissus de l'animal pour l'oxydation des aliments ingérés de façon à libérer de l'énergie pour les autres fonctions de l'organisme, ainsi que le transport du dioxyde de carbone hors du corps (Ugwuene, 2011; Omiyale et *coll.*, 2012; Etim et *coll.*, 2013; Isaac et *coll.*, 2013; Soetan et *coll.*, 2013).

Le taux d'hémoglobine correspond au nombre de grammes d'hémoglobine pour 100 ml de sang, ayant pour unité le g/dl (SI : g/l) (Stockham et Scott, 2002). Le taux d'hémoglobine est un indice majeur lors du diagnostic d'une anémie (Stockham et Scott, 2002; Peters et *coll.*, 2011).

Le taux d'hémoglobine de référence chez le dromadaire varie dans la littérature de 7,47 à 15,20 g/dl (Amin et *coll.*, 2007; Badawy et *coll.*, 2008; Alsaad, 2009; Aichouni et *coll.*, 2011; Al-Harbi, 2012; Hussein et *coll.*, 2012; Babeker et *coll.*, 2013; Ismail et *coll.*, 2014; Eltayeb et *coll.*, 2015; Osman et *coll.*, 2015; Hozifa et *coll.*, 2016a; 2016b).

III.5.1.3. L'hématocrite

Il représente le volume occupé par les globules rouges dans un volume sanguin donné (Purves et *coll.*, 2004; Maximin, 2010; DeMoranville et Best, 2013). Selon Isaac et *coll.*

(2013) l'hématocrite est impliqué dans le transport de l'oxygène et l'absorption des nutriments.

L'hématocrite peut être obtenu manuellement par centrifugation rapide du sang prélevé dans un tube capillaire hépariné et placé dans une centrifugeuse à 10 000 tours par minute pendant 5 minutes (DeMoranville et Best, 2013). Aujourd'hui, avec la modernisation d'équipement de laboratoire sa valeur est calculée de plus en plus par les automates. En effet, elle est calculée par la multiplication du nombre d'érythrocytes par le volume globulaire moyen (Etim et *coll.*, 2013).

Cette valeur est utile pour l'appréciation rapide de l'existence d'une anémie et la sévérité de celle-ci (Stockham et Scott, 2008; Peters et *coll.*, 2011). En effet, une anémie correspond en premier lieu à une diminution du taux d'hémoglobine en circulation. Cependant, comme l'hémoglobine est normalement contenue dans les érythrocytes, l'hématocrite reste un bon indicateur de la numération des globules rouges si le volume globulaire moyen (VGM) se situe dans l'intervalle de référence. Il est aussi un bon indicateur du taux d'hémoglobine si la concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine (CCMH) et la teneur globulaire moyenne en hémoglobine (TGMH) sont dans leurs intervalles respectifs de référence (Stockham et Scott, 2008).

Les pourcentages d'hématocrite chez le dromadaire oscillent entre 10,90 et 41,20 % (Amin et *coll.*, 2007; Badawy et *coll.*, 2008; Alsaad, 2009; Aichouni et *coll.*, 2011; Al-Harbi, 2012; Hussein et *coll.*, 2012; Babeker et *coll.*, 2013; Ismail et *coll.*, 2014; Eltayeb et *coll.*, 2015; Osman et *coll.*, 2015; Bargaâ et *coll.*, 2016a; Hozifa et *coll.*, 2016a; 2016b).

III.5.1.4. Les indices érythrocytaires de Wintrobe

Les indices érythrocytaires de Wintrobe sont utilisés afin de caractériser les érythrocytes circulants dans le sang périphérique : ces indices sont le volume globulaire moyen (VGM), la concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine (CCHM) et la teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine (TCMH).

III.5.1.4.1. Le volume globulaire moyen

Le VGM correspond au volume moyen des érythrocytes, il est exprimé en femtolitre (1 fl = 10^{-15} litres) ou en μm^3 (Stockham et Scott, 2002; Casseleux, 2007; Etim et *coll.*, 2013).

Le calcul du VGM se fait en divisant le volume globulaire compris dans 1 mm³ de sang (fourni par l'hématocrite) par le nombre de globules rouges contenus dans le même volume (fourni par la numération) (Siby, 2008; Etim et *coll.*, 2013).

$$\text{VGM} = \text{Hct (\%)} / \text{nombre de GR (millions}/\mu\text{l)} \times 10$$

Ce paramètre nous est utile dans la caractérisation des anémies microcytaires, normocytaires ou macrocytaires (Stockham et Scott, 2002; Etim et *coll.*, 2013).

Les valeurs moyennes de VGM chez le dromadaire rapportées par plusieurs études antérieures varient de 27,4 à 46,43 fl (Amin et *coll.*, 2007; Badawy et *coll.*, 2008; Alsaad, 2009; Aichouni et *coll.*, 2011; Al-Harbi, 2012; Hussein et *coll.*, 2012; Ismail et *coll.*, 2014; Osman et *coll.*, 2015; Bargaâ et *coll.*, 2016a; Hozifa et *coll.*, 2016a; 2016b).

III.5.1.4.2. La concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine

La CCMH représente le nombre moyen de grammes d'hémoglobine par érythrocyte pour 100 ml d'érythrocytes. Elle est exprimée en g/dl (SI : g/l) (Stockham et Scott, 2002).

Le calcul consiste à diviser le résultat du dosage d'hémoglobine par celui de l'hématocrite. On rapporte ainsi la quantité d'hémoglobine à l'unité de volume de globules rouges (Siby, 2008; Berda-Haddad et *coll.*, 2017).

$$\text{CCHM} = \text{Hb (g/dl)} / \text{Hct (\%)}$$

Chez le dromadaire, les taux de CCHM varient de 32,1 à 49,50 g/dl (Amin et *coll.*, 2007; Badawy et *coll.*, 2008; Aichouni et *coll.*, 2011; Al-Harbi, 2012; Hussein et *coll.*, 2012; Babeker et *coll.*, 2013; Ismail et *coll.*, 2014; Osman et *coll.*, 2015; Hozifa et *coll.*, 2016a; 2016b).

III.5.1.4.3. La teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine

La TCMH correspond à la quantité moyenne d'hémoglobine par érythrocyte, exprimé en picogramme (pg). La TCMH est le paramètre le plus intéressant, car le plus précoce lors de la caractérisation d'une diminution du taux d'hémoglobine. Il nous renseigne sur le poids d'hémoglobine par globule rouge (Stockham et Scott, 2002).

On l'obtient en divisant le résultat du dosage de l'hémoglobine par le nombre de globules rouges et indique le poids moyen d'hémoglobine par globule. Elle dépend à la fois du contenu en hémoglobine par unité de volume et du volume globulaire (Stockham et Scott, 2002; Siby, 2008; Berda-Haddad et *coll.*, 2017)

$$\text{TCMH} = \text{Hb (g/dl)}/\text{nombre de GR (millions}/\mu\text{l)} \times 10$$

Les valeurs usuelles moyennes de TCMH déterminées chez le dromadaire dans différents pays du monde varient de 10,7 à 20,04 pg (Amin et *coll.*, 2007; Badawy et *coll.*, 2008; Aichouni et *coll.*, 2011; Al-Harbi, 2012; Hussein et *coll.*, 2012; Ismail et *coll.*, 2014; Hozifa et *coll.*, 2016a; 2016b). Néanmoins, certains auteurs ont rapporté des taux moyens de TCMH plus élevée de l'ordre de 23,11 à 38,52 pg (Babeker et *coll.*, 2013).

III.5.1.5. L'indice de distribution des rouges

Cet indicateur reflète le taux de variation du volume érythrocytaire. L'IDR est calculée à partir du VGM par la formule suivante (Stockham and Scott, 2008):

$$\text{IDR} = (\text{déviati} \text{on standard du VGM}/\text{VGM}) \times 100$$

Tableau 01. Intervalles des valeurs usuelles de la littérature des principaux paramètres de la ligne rouge chez le dromadaire.

Paramètres	Auteurs		
	Al-Busadah (2007) (Arabie Saoudite)	Aichouni et <i>coll.</i> (2010) (Algérie)	Farooq et <i>coll.</i> (2011) (Pakistan)
GR ($10^6/\text{mm}^3$)	5,1-9,1	7-9	4,3-12,4
Hb (g/dl)	9,2-14,1	14-15	7-17
Hématocrite (%)	23,6-30,1	27-35	22-67
VGM(fl)	28,4-35,1	31,5-48,5	27-140
CCMH (g/dl)	40,0-60,1	40-57,6	22-46
TCMH (pg)	11,2-20,3	15,5-21,4	11-35

III.5.2. Analyse des paramètres de la ligne blanche (leucogramme)

III.5.2.1. La numération leucocytaire globale

Elle correspond au nombre de leucocytes par unité de volume sanguin, nombre de cellules/ μl (SI : $10^6/\text{L}$). Selon les méthodes d'analyse, la numération leucocytaire totale correspond en réalité à la concentration totale en cellules nucléées. De ce fait, il faut faire attention à ce qu'il n'y ait pas d'érythrocytes nucléés dans le prélèvement sinon les mesures seront faussées. La lecture du frottis reste encore utile pour vérifier leurs présences, si cette présence est vérifiée, il faut faire un calcul de correction du véritable nombre de leucocytes (Stockham et Scott, 2002).

Les globules blancs sont classés en deux types, granulocytes et agranulocytes, en fonction de la présence ou de l'absence de granules cytoplasmiques spécifiques. Les trois types de granulocytes sont nommés selon la coloration de leurs granules spécifiques (Nawal et coll., 2012).

Les taux moyens de leucocytes chez le dromadaire oscillent entre 6,54 et 21,08 % (Badawy et coll., 2008; Alsaad, 2009; El-Harairy et coll., 2010; Aichouni et coll., 2011; Babeker et coll., 2013; Ismael et coll., 2014; Osman et coll., 2015; Bargaâ et coll., 2016a; Hozifa et coll., 2016a; 2016b).

III.5.2.2. La formule leucocytaire

Elle est en général obtenue par le comptage de 100 leucocytes ou plus sur un frottis sanguin. Le résultat des différentes fractions cellulaires est donné en pourcentage. Pour obtenir la numération précise d'un type de leucocytes, il suffit de multiplier son pourcentage par le nombre total de leucocytes. Cependant, de nombreux automates d'analyse sont capables de distinguer les différents leucocytes. Ils sont aptes à réaliser la formule leucocytaire soit de manière semi-quantitative soit de manière quantitative (Stockham et Scott, 2002).

III.5.2.2.1. Les lymphocytes

Les lymphocytes sont des leucocytes dépourvus de granules cytoplasmiques spécifiques (Nawal et coll., 2012). Le diamètre des lymphocytes du dromadaire est de l'ordre de $11,0 \pm 1,5 \mu\text{m}$. Leur cytoplasme transparent contient peu de mitochondries et quelques granules azurophiles avec un grand noyau rond qui occupe la majeure partie du cytoplasme de la cellule (Al-Jashamy et Sawad, 2016).

Chez le dromadaire, les lymphocytes sont les cellules blanches prédominantes du nombre total de leucocytes (Al-Busadah, 2007; Amin et *coll.*, 2007; Aichouni et *coll.*, 2010; 2011). Tandis que d'autres auteurs indiquent que les lymphocytes sont les cellules les plus fréquentes après les neutrophiles (Badawy et *coll.*, 2008; Bargaâ et *coll.*, 2016a; Hozifa et *coll.*, 2016a; 2016b).

Le pourcentage de lymphocytes chez le dromadaire pour différentes zones géographiques a été donné par plusieurs auteurs, pour l'Arabie saoudite (Al-Busadah, 2007), l'Égypte (Badawy et *coll.*, 2008; Osman et *coll.*, 2015), l'Iraq (Alsaad, 2009), l'Algérie (Aichouni et *coll.*, 2010; 2011), le Pakistan (Farooq et *coll.*, 2011), le Soudan (Babeker et *coll.*, 2013; Hozifa et *coll.*, 2016a; 2016b) et le Maroc (Bargaâ et *coll.*, 2016a). Dans le même contexte, les valeurs moyennes de lymphocytes chez le dromadaire varient de 34,93 à 56,26 % (Amin et *coll.*, 2007; Badawy et *coll.*, 2008; Alsaad, 2009; Aichouni et *coll.*, 2011; Babeker et *coll.*, 2013; Osman et *coll.*, 2015; Bargaâ et *coll.*, 2016a; Hozifa et *coll.*, 2016a; 2016b).

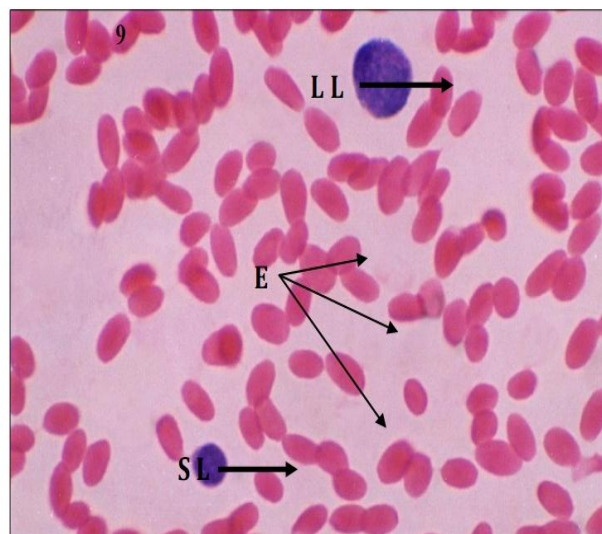


Figure 03. Aspect microscopique des lymphocytes du dromadaire $\times 500$ (Nawal et *coll.*, 2012). LL : grand lymphocyte, SL : petit lymphocyte, E : érythrocytes.

III.5.2.2.2. Les monocytes

Les monocytes sont des leucocytes de 12 à 15 μm de diamètre, dépourvus de granules cytoplasmiques spécifiques, mais contenant souvent des granules azurophiles spécifiques. Ils sont encore caractérisés par un noyau sphérique, ovale ou indenté (Nawal et *coll.*, 2012). Aussi, la structure fine des monocytes chez le dromadaire a montré la présence de quelques courtes citernes de réticulum endoplasmique rugueux et diverses formes de vésicules

associées au complexe de Golgi, près des mitochondries, qui sont situés à côté de l'indentation du noyau (Al-Jashamy et Sawad, 2016).

Chez le dromadaire, le pourcentage de monocytes rapportés par la littérature oscille entre 1,87 et 12,20 % (Amin et *coll.*, 2007; Badawy et *coll.*, 2008; Alsaad, 2009; Aichouni et *coll.*, 2011; Babeker et *coll.*, 2013; Osman et *coll.*, 2015; Bargaâ et *coll.*, 2016a; Hozifa et *coll.*, 2016a; 2016b).

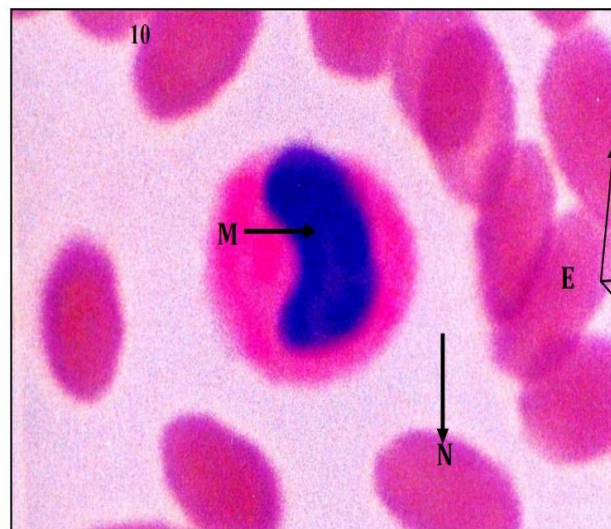


Figure 04. Aspect microscopique d'un monocyte du dromadaire $\times 500$ (Nawal et *coll.*, 2012).

M : Monocytes, E : Érythrocytes, N : Noyau.

III.5.2.2.3. Les neutrophiles

Les neutrophiles de dromadaire sont des granulocytes avec des granules ni acidophile ni basophile (figure 05) avec un diamètre de 9 à 12 μm (Nawal et *coll.*, 2012). Les noyaux des neutrophiles sont fortement lobulés, principalement ≥ 5 lobules par noyau, avec des portions d'euchromatine et d'hétérochromatine et de très faibles proportions de noyaux à cytoplasmes, la surface des neutrophiles contient de nombreux pseudopodes et le cytoplasme contient d'énormes granules de différentes tailles, formes et de haute densité au centre, ainsi que de nombreux organites différents tels que des mitochondries abondantes, un réticulum endoplasmique rugueux, des microtubules, des phagolysosomes, des vacuoles et des appareils de Golgi (Mehrzaad et *coll.*, 2014). En outre, plusieurs auteurs ont signalé que les neutrophiles étaient les cellules leucocytaires les plus fréquentes chez le dromadaire (Badawy et *coll.*, 2008; Bargaâ et *coll.*, 2016a; Hozifa et *coll.*, 2016a; 2016b)

Chez le dromadaire, plusieurs valeurs pour les neutrophiles ont été mentionnées dans la littérature, généralement le pourcentage moyen varie entre 32,49 et 57,56 % (Amin et *coll.*,

2007; Badawy et *coll.*, 2008; Alsaad, 2009; Aichouni et *coll.*, 2011; Babeker et *coll.*, 2013; Osman et *coll.*, 2015; Bargaâ et *coll.*, 2016a; Hozifa et *coll.*, 2016a; 2016b).

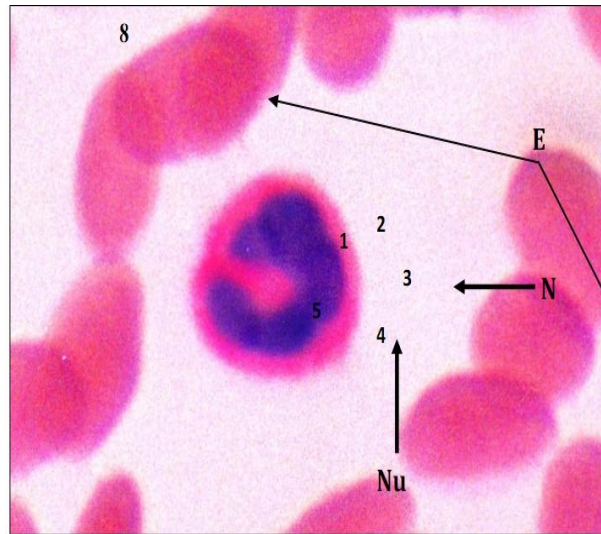


Figure 05. Aspect microscopique d'un neutrophile du dromadaire $\times 500$ (Nawal et *coll.*, 2012). N : neutrophile, E : érythrocytes.

III.5.2.2.4. Les éosinophiles

Les éosinophiles sont des granulocytes de 12 à 15 μm de diamètre (Nawal et *coll.*, 2012) contenant des granules spécifiques rouge-violet brillants avec une matrice dense et un pâle corps cristalloïde, leurs noyaux sont divisés en 2-4 lobes (Al-Jashamy et Sawad, 2016). Plusieurs valeurs d'éosinophiles chez le dromadaire sont signalées à travers le monde. En effet, les taux moyens des éosinophiles chez cet animal varient entre 1,55 et 8,60 % (Amin et *coll.*, 2007; Badawy et *coll.*, 2008; Alsaad, 2009; Aichouni et *coll.*, 2011; Babeker et *coll.*, 2013; Osman et *coll.*, 2015; Bargaâ et *coll.*, 2016a; Hozifa et *coll.*, 2016a; 2016b).

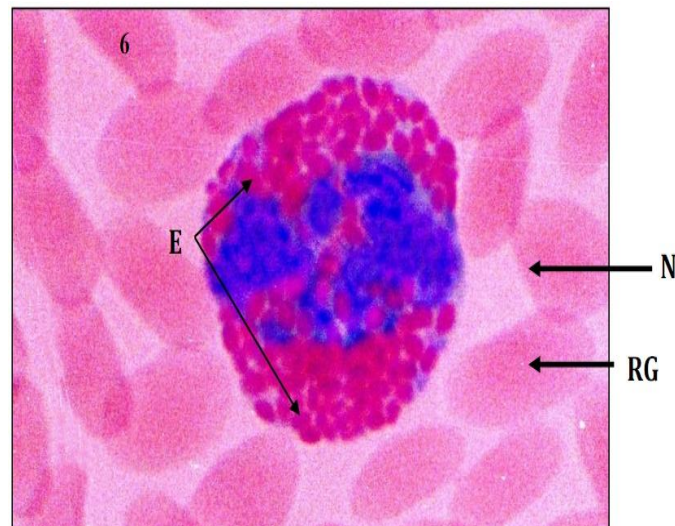


Figure 06. Aspect microscopique d'un éosinophile du dromadaire $\times 500$ (Nawal et *coll.*, 2012) E : érythrocytes, N : noyau, RG : granules rouges.

III.5.2.2.5. Les basophiles

Les basophiles chez le dromadaire sont des granulocytes de 8 à 12 μm de diamètre (Nawal et *coll.*, 2012), renfermant des granules spécifiques rondes de $1,25 \pm 0,5 \mu\text{m}$ de diamètre avec une matrice large et dense et un pâle corps cristalloïde (Al-Jashamy et Sawad, 2016), avec un noyau bleu foncé, grossier et multilobé (Nawal et *coll.*, 2012). Plusieurs études indiquent que le pourcentage des basophiles chez le dromadaire oscillent entre 0,03 et 2,30 % (Amin et *coll.*, 2007; Al-Busadah, 2007; Badawy et *coll.*, 2008; Alsaad, 2009; Aichouni et *coll.*, 2011; Babeker et *coll.*, 2013; Osman et *coll.*, 2015; Bargaâ et *coll.*, 2016a; Hozifa et *coll.*, 2016a; 2016b).

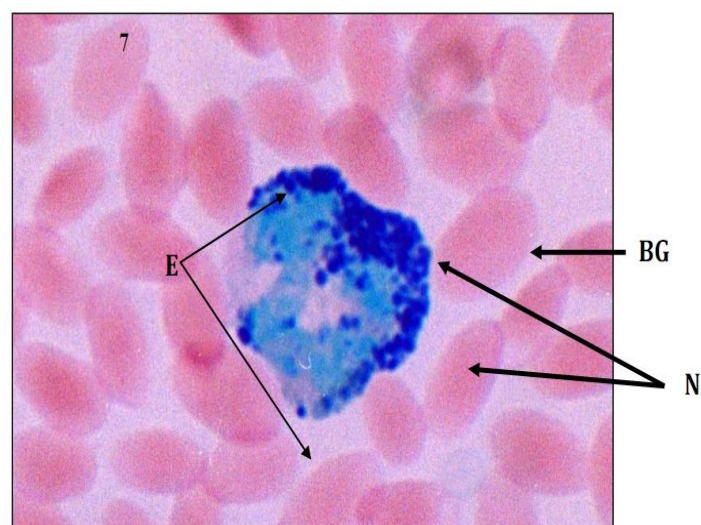


Figure 07. Aspect microscopique d'un basophile du dromadaire $\times 500$ (Nawal et *coll.*, 2012). E : érythrocytes, N : noyau, BG : granules bleus.

Tableau 02. Intervalles de valeurs usuelles de la littérature des paramètres de la ligne blanche chez le dromadaire.

Paramètres	Auteurs		
	Al-Busadah (2007) (Arabie Saoudite)	Aichouni et <i>coll.</i> (2010) (Algérie)	Farooq et <i>coll.</i> (2011) (Pakistan)
GB ($10^3/\mu\text{l}$)	12,1-23,3	13-18	4,0-22,3
Lymphocytes (%)	41,2-56,4	41,14-47,4	40-45
Neutrophiles (%)	20,3-45,1	40,15-46,32	40-45
Monocytes (%)	3-8	0,02-0,07	38-68
Eosinophiles (%)	0,00-8,1	3,52-6,06	/
Basophiles (%)	0,00-2,1	7,4-10,01	<0,1

III.5.3. Analyse des paramètres de la ligne plaquettaire (thrombo gramme)

Le thrombogramme correspond à 4 paramètres : la concentration plaquettaire, le volume plaquettaire moyen (VPM), l'indice de distribution des plaquettes (IDP) et le thrombocrite (TCT).

III.5.3.1. La numération plaquettaire

Elle correspond au nombre de plaquettes par unité de volume sanguin exprimée en $10^3/\mu\text{l}$ (SI : $10^9/\text{l}$). Dans le vocabulaire clinique, elle est l'équivalent du comptage plaquettaire (Stockham et Scott, 2002).

III.5.3.2. Le volume plaquettaire moyen

Tout comme le VGM, il s'exprime en fl ou en μm^3 . Cependant, le VPM reste une moyenne, certaines plaquettes peuvent être observées au microscope tout en étant exclues par l'automate. En effet, les plaquettes trop petites ou trop grandes ne sont pas comprises dans la fourchette des valeurs de références du VPM. Certaines plaquettes surdimensionnées peuvent être confondues avec des érythrocytes et réciproquement certains globules rouges (très petite) peuvent être confondus avec des plaquettes (Stockham et Scott, 2002).

III.5.3.3. L'indice de distribution des plaquettes

L'indice de distribution des plaquettes IDP est calculé de la même façon que l'IDR à partir de la déviation standard du VPM et le VPM (Stockham et Scott, 2008).

III.5.3.4. Le thrombocrite

Il est exprimé en % ou en l/l, en général sa valeur reste inférieure à 1 %, valeur de référence du thrombocrite obtenue au milieu des années 2000. Le thrombocrite est calculé à partir du VPM et de la numération plaquettaire. De ce fait, une erreur de comptage plaquettaire due à la présence de petites ou grandes plaquettes peut modifier le thrombocrite (Stockham et Scott, 2008)

III.5.3.5. La numération quantitative des plaquettes

Ce sont des petites cellules de 2 à 4 µm de diamètre anucléées dans lesquelles on distingue seulement quelques granulations colorées. Les plaquettes sont les principaux acteurs de l'hémostase primaire. Les compteurs électroniques les plus perfectionnés assurent simultanément sur le même prélèvement le comptage des globules rouges, des globules blancs et des plaquettes. L'intervalle de variation normale est très large de 150 000 à 450 000 par m (Siby, 2008).

III.6. Facteurs de variation des paramètres sanguins de l'hémogramme chez le dromadaire

III.6.1. Les paramètres de la ligne rouge

III.6.1.1. La numération des globules rouges

Le nombre d'érythrocytes est significativement plus important pendant la saison sèche (l'été) en comparaison avec la saison humide (l'hiver) (Amin et *coll.*, 2007; El-Harairy et *coll.*, 2010; Abdalla et *coll.*, 2011; Aichouni et *coll.*, 2011; Babeker et *coll.*, 2013). Cependant, Badawy et *coll.* (2008) ont rapporté que le nombre d'érythrocytes était significativement plus élevé en hiver qu'en été et au printemps. D'autre part, d'autres auteurs ont montré que la saison n'a aucune influence sur le nombre d'érythrocytes chez le dromadaire (Bargaâ et *coll.*, 2016a; Hozifa et *coll.*, 2016a).

Les changements saisonniers sont attribués à la phase d'hémodilution résultant de l'augmentation de prise d'eau pendant l'été et de sa rétention en particulier dans le compartiment extracellulaire (Badawy et *coll.*, 2008). Également, l'hypothermie stimule la

perte d'eau, par la fonction de thermorégulation et la fonction urinaire contribuant ainsi à la déshydratation et à l'augmentation du nombre d'érythrocytes. Cette augmentation peut être aussi causée par les contractions de la rate en plus de la déshydratation (Carlson, 1990). En effet, la résistance des érythrocytes du dromadaire à la déshydratation pendant les saisons sèches et chaudes peut être due à la forte concentration des lipides totaux, cholestérol, protéines, la sphingomyéline et la phosphatidylcholine dans les membranes érythrocytaires des dromadaires (Al-Qarawi et Mousa, 2004)

D'un autre côté, Al-Busadah (2007) signale qu'il n'y a aucune influence du sexe de l'animal sur le nombre de globules rouges chez le dromadaire. Une étude conduite par Aichouni *et coll.* (2010) en Algérie, comparant le nombre d'érythrocytes chez trois populations de dromadaires, a indiqué qu'il n'y a pas de variation significative du nombre de globules rouges entre les populations étudiées. Pareillement, Al-Busadah (2007) en Arabie Saoudite a rapporté que la race de l'animal n'a pas d'incidence sur ce paramètre. En outre, Barakat *et coll.* (2007) rapportent que le système d'élevage n'a pas d'influence significative sur le nombre de globules rouges.

D'autre part, plusieurs auteurs ont rapporté que les dromadaires malades ont montré une réduction significative du nombre total de globules rouges (Alsaad, 2009; Rabana *et coll.*, 2011; Ismael *et coll.*, 2014; Swelum *et coll.*, 2014; Osman *et coll.*, 2015). Dans le même contexte, l'hémogramme a généralement montré une diminution significative du nombre des globules rouges, d'hémoglobine et d'hématocrite, reflétant un type d'anémie macrocytaire normochronique. La pathogenèse de l'anémie due au parasitisme pourrait être attribuée à l'effet direct du parasite sur les érythrocytes infectés, qui peut être incriminé dans la diminution de la durée de vie des globules rouges (Mahran, 2004).

Par ailleurs, Eltayeb *et coll.* (2015) ont démontré que la restriction en eau augmente significativement le nombre des globules rouges du dromadaire qui pourrait être lié à la réduction du volume de la matrice plasmatique elle-même due au mouvement de l'eau dans les tissus déshydratés. Pareillement, El Khasmi *et coll.* (2013) ont signalé que le stress du transport entraîne une augmentation significative du nombre total de globules rouges chez le dromadaire.

III.6.1.2. Le taux d'hémoglobine

Plusieurs études antérieures ont rapporté que la saison n'a pas d'effet significatif sur l'hémoglobinémie chez le dromadaire (Amin *et coll.*, 2007; Aichouni *et coll.*, 2011; Al-Harbi,

2012; Babeker et *coll.*, 2013; Hozifa et *coll.*, 2016a). En revanche, El-Harairy et *coll.* (2010) ont observé que la concentration d'Hb augmente significativement pendant l'automne et l'été. De leur part, Badawy et *coll.* (2008) ont constaté que l'hémoglobininémie augmente significativement pendant l'hiver, l'automne et le printemps. De même, Hozifa et *coll.* (2016b) ont confirmé une augmentation significative de ce paramètre durant l'automne.

D'autre part, Al-Busadah (2007) en Arabie Saoudite a signalé que le sexe de l'animal n'affecte pas significativement l'hémoglobininémie chez le dromadaire. Également, la race n'a aucun effet significatif sur la concentration d'Hb (Al-Busadah, 2007; Aichouni et *coll.*, 2010). En outre, d'autres études ont rapporté que les dromadaires atteints d'infections parasitaires présentent une diminution significative des taux d'Hb (Alsaad, 2009; Ismael et *coll.*, 2014; Osman et *coll.*, 2015). Cela peut être expliqué par l'effet direct des parasites sur la durée de vie des globules rouges et la fonctionnalité du système hématopoïétique (Osman et *coll.*, 2015). De plus, Eltayeb et *coll.* (2015) ont conclu que la privation d'eau de 48 heures entraîne une réduction significative du taux d'Hb chez le dromadaire.

III.6.1.3. L'hématocrite

Selon certains auteurs, la saison n'a pas d'effet significatif sur le pourcentage d'hématocrite chez le dromadaire (Amin et *coll.*, 2007; Aichouni et *coll.*, 2011; Al-Harbi, 2012; Bagraâ et *coll.*, 2016a; Hozifa et *coll.*, 2016b). Cependant, Badawy et *coll.* (2008) ont rapporté que l'hématocrite est plus faible pendant l'été. Néanmoins, Al-Haidary (2006) et El-Harairy et *coll.* (2010) ont enregistré une élévation significative d'hématocrite pendant l'été. En effet, ces mêmes auteurs ont attribué ce résultat à la disponibilité limitée de l'oxygène dans les tissus qui pourrait stimuler l'hématopoïèse, ce qui entraîne une augmentation du taux d'hématocrite et une amélioration de la capacité de transport de l'oxygène.

Par ailleurs, le taux d'hématocrite ne varie pas significativement entre le mâle et la femelle du dromadaire (Al-Busadah, 2007). La race aussi n'a pas d'influence significative sur le taux d'hématocrite (Al-Busadah, 2007). D'un autre côté, certains auteurs ont rapporté que le taux d'hématocrite est plus élevé chez les dromadaires de fermes par rapport à ceux élevés en liberté dans le désert, et ils expliquent cette augmentation par le fait que les animaux de fermes bénéficient de traitements antiparasitaires à la fois internes et externes (Barakat et *coll.*, 2007).

Plusieurs auteurs ont indiqué que le pourcentage d'hématocrite est plus faible chez les dromadaires infestés par les parasites (Alsaad, 2009; Swelum et *coll.*, 2014; Osman et *coll.*,

2015). Tandis que d'autres auteurs ont constaté qu'une privation en eau de 48 heures abaisse significativement le niveau d'hématocrite chez le dromadaire (Eltayeb et *coll.*, 2015).

III.6.1.4. Les indices érythrocytaires de Wintrobe

III.6.1.4.1. Le volume globulaire moyen

Hozifa et *coll.* (2016a) ont enregistré une augmentation significative du VGM pendant l'hiver et l'été par rapport à l'automne. Tandis que, d'autres auteurs ont signalé que le VGM diminue significativement durant la saison sèche et chaude (Amin et *coll.*, 2007; Aichouni et *coll.*, 2011; Babeker et *coll.*, 2013). Dans le même contexte, Amin et *coll.* (2007) et Babeker et *coll.* (2013) ont rapporté que le VGM est plus élevé en automne qu'en été et ils ont attribué cela à une corrélation négative entre la taille et le nombre d'érythrocytes. Badawy et *coll.* (2008) ont constaté que le VGM est plus faible en automne et en hiver et plus élevé au printemps et en été. Par contre, Al-Harbi (2012) a affirmé que la saison n'a pas d'influence significative sur le VGM chez le dromadaire.

D'autre part, Al-Busadah (2007) a déclaré que le sexe de l'animal n'affecte pas significativement le VGM chez le dromadaire. La race de l'animal n'a pas d'effet significatif sur ce paramètre (Al-Busadah 2007; Aichouni et *coll.* 2010). En revanche, Barakat et *coll.* (2007) ont rapporté que le VGM est plus élevé chez les dromadaires élevés dans une ferme expérimentale que chez ceux en liberté dans le désert. D'autres études ont rapporté que les infestations parasitaires chez le dromadaire augmentent significativement le VGM (Alsaad, 2009; Osman et *coll.*, 2015). Par contre, Ismael et *coll.* (2014) et Swelum et *coll.* (2014) ont conclu à une diminution significative du VGM chez les dromadaires infestés par les parasites.

III.6.1.4.2. La concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine

Badawy et *coll.* (2008) ont rapporté que le CCMH est plus faible en été comparé aux autres saisons. Hozifa et *coll.* (2016a) ont confirmé une augmentation significative du CCMH pendant l'automne par rapport à l'hiver et à l'été. En revanche, Babeker et *coll.* (2013) ont signalé que le CCMH est plus élevé en été. D'un autre côté, plusieurs auteurs ont indiqué que la saison n'a pas d'effet significatif sur la variation du CCMH chez le dromadaire (Amin et *coll.*, 2007; Aichouni et *coll.*, 2011; Al-Harbi, 2012), et ils attribuent ce résultat aux valeurs constantes de la concentration d'hémoglobine et de l'hématocrite constatées lors de l'étude.

Par ailleurs, Al-Busadah (2007) a montré que le sexe de l'animal n'a aucune influence sur la CCMH chez le dromadaire. La même constatation a été soulignée pour l'effet de la race sur ce paramètre (Al-Busadah, 2007; Aichouni et *coll.*, 2010). De leur part, Barakat et *coll.*

(2007) ont rapporté que le système d'élevage n'affecte pas de façon significative le niveau de CCMH.

Ismael et *coll.* (2014) ont souligné que les infestations parasitaires chez les dromadaires augmentent significativement le taux de CCMH. Cependant, Osman et *coll.* (2015) ont noté que le niveau de CCMH chez les dromadaires infestés par les parasites est similaire à celui des dromadaires non infestés.

III.6.1.4.3. La teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine

Certains auteurs n'ont rapporté aucune différence significative de TCMH durant les différentes saisons (Al-Harbi, 2012; Hozifa et *coll.*, 2016a). Cependant, Babeker et *coll.* (2013) et Hozifa et *coll.* (2016b) ont indiqué que le taux de TCMH est significativement plus élevé en automne. En effet, l'élévation de la TCMH pourrait être due soit à une hypotonie ou à une hypertonie des globules rouges lors de l'absorption de l'eau et à l'hémolyse de celle-ci lors de l'adaptation de la membrane pour supporter le changement de la pression osmotique (Ogawa et *coll.*, 1989). Néanmoins, d'autres auteurs ont rapporté que le niveau de TCMH est plus faible en été (Al-Haidary, 2006; Amin et *coll.*, 2007; Aichouni et *coll.*, 2011).

Pour certains auteurs, la TCMH ne varie pas entre le mâle et la femelle chez le dromadaire (Al-Busadah, 2007). C'est le cas aussi pour la race de l'animal qui n'a pas d'incidence directe sur le TCMH (Al-Busadah, 2007; Aichouni et *coll.*, 2010). En revanche, Barakat et *coll.* (2007) ont rapporté que la TCMH augmente chez les dromadaires élevés dans la ferme en comparaison à ceux en liberté dans le désert. De leur part, Ismael et *coll.* (2014) ont souligné que les infestations parasitaires chez les dromadaires n'affectent pas le TCMH.

III.6.2. Les paramètres de la ligne blanche

III.6.2.1. La numération leucocytaire globale

La numération leucocytaire globale n'est pas affectée de façon significative par la saison (Salman et Afzal, 2004; Aichouni et *coll.*, 2011). Tandis que, d'autres auteurs ont indiqué que le nombre total des globules blancs est significativement plus élevé en hiver qu'en été (Badawy et *coll.*, 2008; Bagraâ et *coll.*, 2016a). En effet, la diminution du nombre de globules blancs en été pourrait être expliquée par la réduction de la sécrétion de corticoïdes en raison de l'exposition prolongée à une température environnementale élevée (Badawy et *coll.*, 2008). Par contre, Babeker et *coll.* (2013) ont constaté que le nombre total de leucocytes augmente significativement pendant l'été. Alors que, Hozifa et *coll.* (2016a) ont signalé que ce paramètre est plus élevé en automne qu'en hiver et en été. De leur part, El-Harairy et *coll.*

(2010) ont souligné une réduction significative des globules blancs en automne par rapport aux autres saisons.

Par ailleurs, le sexe n'a pas d'effet significatif sur le nombre de globules blancs chez le dromadaire (Al-Busadah, 2007; Farooq et coll., 2011). En outre, la race ou la population de l'animal n'a pas d'influence significative sur le nombre de leucocytes (Al-Busadah, 2007; Aichouni et coll., 2010). Cependant, d'autres auteurs ont souligné que le système d'élevage affecte significativement le nombre de globules blancs chez le dromadaire (Barakat et coll., 2007).

Par ailleurs, les dromadaires infestés par des parasites présentent un nombre élevé de globules blancs (Osman et coll., 2015). De même, Alsaad (2009) a enregistré que les dromadaires infectés par *Anaplasma marginale* ont montré un nombre plus élevé de leucocyte par rapport à ceux sains. De plus, Al Haj (2013) a signalé que la déshydratation du dromadaire pendant plusieurs jours augmente significativement le nombre de leucocytes. D'une autre part, Kosanovic et coll. (2014) ont montré qu'il n'y a pas de différence significative entre le nombre de leucocytes chez des chammes non supplémentées et celles supplémentées avec un mélange de farine de soja et d'herbe sèche.

III.6.2.2. La formule leucocytaire

III.6.2.2.1. Les lymphocytes

Selon Al-Harbi (2012) et Abdul-Rahaman et coll. (2015), la saison n'a pas d'effet significatif sur le pourcentage de lymphocytes chez le dromadaire. Cependant, d'autres auteurs ont signalé que le pourcentage de lymphocytes est plus élevé en été qu'en automne ou en hiver (Amin et coll., 2007; Aichouni et coll., 2011; Bagraâ et coll., 2016a). Par contre, Hozifa et coll. (2016a) ont rapporté que le taux de lymphocytes est plus élevé en hiver qu'en été et en automne. Alors que, certains auteurs ont enregistré une augmentation significative des lymphocytes pendant l'automne (Babeker et coll., 2013; Hozifa et coll., 2016b)

Dans le même contexte, certains auteurs ont expliqué l'augmentation du pourcentage de lymphocytes durant l'été par le fait que l'élévation de la température de l'environnement durant cette saison entraîne une augmentation de la synthèse de protéines de choc thermique responsable de la thermotolérance des cellules sanguines du dromadaire. Cette réaction induit une grande résistance des lymphocytes après l'exposition à des températures environnementales élevées (Ulmasov et coll., 1993).

D'un autre côté, Al-Busadah (2007) et Farooq et *coll.* (2011) ont souligné que le sexe n'affecte pas significativement le pourcentage des lymphocytes chez le dromadaire. Également, la variabilité génétique du dromadaire n'a pas d'effet significatif sur le taux de lymphocytes (Al-Busadah, 2007; Aichouni et *coll.*, 2010). Toutefois, les dromadaires atteints de pathologies ont montré un taux élevé de lymphocytes par rapport aux animaux sains (Alsaad, 2009; Osman et *coll.*, 2015). En outre, Kosanovic et *coll.* (2014) ont indiqué que le type d'alimentation peut réduire de façon significative le pourcentage de lymphocytes chez le dromadaire.

III.6.2.2.2. Les monocytes

Plusieurs auteurs ont rapporté que le pourcentage de monocytes chez le dromadaire n'est pas affecté par la saison (Amin et *coll.*, 2007; Aichouni et *coll.*, 2011; Bagraâ et *coll.*, 2016a; Hozifa et *coll.*, 2016a; 2016b). Pour d'autres auteurs, le sexe aussi n'a pas d'influence significative sur ce paramètre (Al-Busadah, 2007; Farooq et *coll.*, 2011). Pareillement, la même constatation a été soulignée pour la race ou la population (Al-Busadah, 2007; Aichouni et *coll.*, 2010). Par ailleurs, le taux de monocytes ne varie pas significativement entre les dromadaires malades et sains (Alsaad, 2009; Osman et *coll.*, 2015).

III.6.2.2.3. Les neutrophiles

D'après certains auteurs, le pourcentage de neutrophiles est plus élevé en hiver qu'en été (Aichouni et *coll.*, 2011; Bagraâ et *coll.*, 2016a), en effet, l'augmentation de la population des neutrophiles observée durant la saison humide pourrait résulter d'une amélioration de l'état sanitaire des dromadaires, les animaux bénéficiant d'un apport alimentaire plus important dû au développement du couvert végétal saharien (Aichouni et *coll.*, 2011). Cependant, Badawy et *coll.* (2008) et Hozifa et *coll.* (2016b) ont enregistré que le taux de neutrophiles est plus élevé en été qu'en hiver. En effet, le taux élevé de neutrophiles pendant l'été chez le dromadaire peut être expliqué par l'exposition aux conditions environnementales extrêmes (chaleur, pollution et poussières) (Al-Arfaj et *coll.*, 1992). Par ailleurs, Hozifa et *coll.* (2016a) ont indiqué que les neutrophiles chez le dromadaire sont plus élevés en automne et en été qu'en hiver.

D'autre part, le sexe n'a pas d'effet significatif sur le pourcentage des neutrophiles chez le dromadaire (Al-Busadah, 2007; Farooq et *coll.*, 2011). De même, Al-Busadah (2007) et Aichouni et *coll.* (2010) ont rapporté que les facteurs génétiques n'ont pas d'influence significative sur ce paramètre.

Toutefois, les dromadaires infectés par l'*Anaplasma marginale* ont présenté un taux plus élevé de neutrophiles en comparaison avec les dromadaires sains (Alsaad, 2009). Par contre, Osman et *coll.* (2015) ont rapporté que les animaux infestés par certains parasites présentent un taux faible de neutrophiles par rapport à ceux non infestés. Certains auteurs ont souligné que l'alimentation a un effet significatif sur le taux de neutrophiles chez le dromadaire (Kosanovic et *coll.*, 2014).

III.6.2.2.4. Les éosinophiles

Badawy et *coll.* (2008) ont signalé que le pourcentage des éosinophiles chez le dromadaire est plus élevé en hiver. En revanche, Bagraâ et *coll.* (2016a) ont rapporté une réduction significative de ce paramètre en hiver. En effet, ces mêmes auteurs ont attribué cette variation saisonnière des éosinophiles à l'influence du degré de déshydratation des animaux qui varie entre la saison froide et la saison chaude (Bagraâ et *coll.*, 2016a). Tandis que, d'autres auteurs ont montré que la saison n'a pas d'influence significative sur le taux des éosinophiles chez le dromadaire (Amin et *coll.*, 2007; Aichouni et *coll.*, 2011; Hozifa et *coll.*, 2016a; 2016b)

En outre, le sexe n'affecte pas le pourcentage des éosinophiles (Al-Busadah, 2007; Farooq et *coll.*, 2011). Également, le caractère génétique n'a pas d'influence significative sur ce dernier (Al-Busadah, 2007; Aichouni et *coll.*, 2010). De même, le pourcentage des éosinophiles restait constant dans le cas des dromadaires malades et sains (Alsaad, 2009; Osman et *coll.*, 2015).

III.6.2.2.5. Les basophiles

D'après Aichouni et *coll.* (2011), le pourcentage de basophiles est significativement plus élevé en été qu'en hiver chez le dromadaire. Par contre, plusieurs études antérieures ont rapporté qu'il n'y a pas de corrélation entre le pourcentage de basophiles et la saison (Badawy et *coll.*, 2008; Bagraâ et *coll.*, 2016a; Hozifa et *coll.*, 2016a; 2016b)

D'un autre côté, Al-Busadah (2007) et Farooq et *coll.* (2011) ont suggéré que le sexe n'a aucun effet sur le pourcentage de basophile chez le dromadaire. De la même façon, Al-Busadah (2007) et Aichouni et *coll.* (2010) n'ont observé aucune variation significative de ce paramètre en fonction de la race ou de la population. De même, d'autres auteurs ont souligné que les infestations parasitaires n'ont pas d'influence significative sur le pourcentage de basophile chez le dromadaire (Alsaad, 2009; Osman et *coll.*, 2015).

III.7. Les paramètres sanguins biochimiques

III.7.1. Les paramètres du métabolisme énergétique

III.7.1.1. La glycémie

Le glucose est le témoin essentiel du métabolisme des glucides (Washington et Hoosier, 2012). Il représente le carburant essentiel de la cellule. La glycémie est également le témoin de l'équilibre entre le catabolisme et l'anabolisme. Il est soit produit par néoglucogenèse, par glyco-génolyse suite à un apport alimentaire (Casseleux, 2007).

Sur le plan du métabolisme énergétique, le dromadaire présente une glycémie plus élevée, comparable à celle des monogastriques (Faye, 1997). En effet, Selon Osman et Al-Busadah (2003) la concentration de glucose sérique est plus élevée chez les chamelles que chez les vaches et les brebis. Il se caractérise aussi par une gluconéogenèse très active qui permet le maintien de la glycémie à une concentration constante même en cas de privation de nourriture (Faye, 1997).

Selon la littérature, la concentration moyenne de la glycémie chez le dromadaire oscille entre 2,84 et 7,21 mmol/l (Amin et *coll.*, 2007; Badawy et *coll.*, 2008; El Khasmi et *coll.*, 2010; El-Bahrawy et El Hassanein, 2011; Abdoun et *coll.*, 2012; Al-Harbi, 2012; Aichouni et *coll.*, 2013; Mutassim et Madanat, 2014; Eltayeb et *coll.*, 2015; Bargaâ et *coll.*, 2016b; Hozifa et *coll.*, 2016a; 2016b).

III.7.1.2. La triglycéridémie

Les profils lipidiques ont été utilisés pour prédire les problèmes de péripartum et pour le diagnostic des maladies métaboliques et l'évaluation de l'état nutritionnel des animaux. Les lipides totaux sériques, les triglycérides et les lipoprotéines sont utiles lorsqu'ils sont interprétés en conjugaison avec l'histoire pathologique de l'animal, les signes cliniques et les tests de laboratoire (Nazifi et *coll.*, 2002). Toutefois, La bosse du dromadaire a longtemps été considérée comme une réserve de lipides mobilisé pour libérer de l'eau pendant la déshydratation, mais la taille de la bosse n'est pas affectée par la privation d'eau, la diminution du métabolisme basal inhibe la lipolyse (Yagil, 1985).

En effet, le métabolisme lipidique est régulé par les hormones thyroïdiennes qui augmentent la lipolyse dans les tissus adipeux et stimulent la lipogenèse en augmentant l'activité de certaines enzymes (Mohebbi-Fani et *coll.*, 2009). De ce fait, Nazifi et *coll.* (2009) ont trouvé une corrélation positive entre les hormones thyroïdiennes sériques et les

triglycérides chez les dromadaires. Pareillement, le triglycéridémie est considéré comme un indicateur du métabolisme énergétique (Ghada, 2014). Par ailleurs, Osman et Al-Busadah (2003) ont rapporté que la concentration sérique de triglycérides est plus élevée chez les chammelles que chez les vaches et les brebis.

Des études antérieures réalisées dans différents pays du monde ont révélé que la concentration moyenne des triglycérides sériques chez le dromadaire varie entre 0,29 et 0,60 mmol/l (Amin et *coll.*, 2007; Aichouni et *coll.*, 2013; Tajik et *coll.*, 2013; Bargaâ et *coll.*, 2016b; Hozifa et *coll.*, 2016a; 2016b).

III.7.1.3. La cholestérolémie

Le cholestérol est l'un des indicateurs du métabolisme énergétique (Bargaâ et *coll.*, 2016b). La concentration de cholestérol sérique est plus faible chez les chammelles par rapport aux vaches et aux brebis (Osman et Al-Busadah, 2003). Généralement, la concentration sérique de cholestérol varie inversement avec l'activité des hormones thyroïdiennes. Dans ce contexte, certains auteurs ont rapporté que les hormones thyroïdiennes augmentent la vitesse du catabolisme de cholestérol par le foie (Bruss, 2008; Mansourian, 2010). En revanche, Nazifi et *coll.* (2009) ont indiqué que les hormones thyroïdiennes sériques sont en corrélation positive avec le taux de cholestérol chez le dromadaire.

D'un autre côté, les taux sériques du cholestérol chez le dromadaire rapportés par la littérature oscillent entre 0,41 et 6,79 mmol/l (Amin et *coll.*, 2007; Badawy et *coll.*, 2008; El-Harairy et *coll.*, 2010; Abdalla et *coll.*, 2011; El-Bahrawy et El Hassanein, 2011; Al-Harbi, 2012; Aichouni et *coll.*, 2013; Tajik et *coll.*, 2013; Bargaâ et *coll.*, 2016b; Hozifa et *coll.*, 2016a; 2016b).

Tableau 03. Intervalles des valeurs usuelles de la littérature des paramètres du métabolisme énergétique chez le dromadaire.

Paramètres	Auteurs			
	Ben Romdhane et coll. (2003) (Tunisie)	Al-Busadah (2007) (Arabie Saoudite)	Asadi et coll. (2009) (Iran)	Aichouni et coll. (2010) (Algérie)
Glycémie (mmol/l)	3,2-9,3	/	1,21-5,23	4,45-6,94
Triglycéridémie (mmol/l)	0,2-1,1	/	0,1-0,95	0,5-0,7
Cholestérolémie (mmol/l)	0,4-1,4	1,91-4,2	0,28-1,59	/

III.7.2. Les paramètres du métabolisme protéique

III.7.2.1. L'urémie

L'urée est un produit de la désamination des protéines par le foie (Badakhshan et Mirmahmoudi, 2016). Elle est éliminée essentiellement par les reins (Casseleux, 2007). Par conséquent, le taux sérique d'urée est utilisé pour tester la performance de la fonction rénale (Washington et Hoosier, 2012).

D'autre part, des auteurs ont rapporté que l'urée est exceptionnellement élevée chez les dromadaires en comparaison avec d'autres animaux (Al-Busadah, 2007; Patodkar et coll., 2010). En effet, la concentration élevée d'urée chez les dromadaires est liée à une puissante filtration rénale (Badakhshan et Mirmahmoudi, 2016) et à la capacité de cet animal à utiliser l'azote urinaire en période de pénurie alimentaire ou de privation d'eau (Al-Busadah, 2007; Patodkar et coll., 2010).

Plusieurs valeurs moyennes d'urémie chez le dromadaire ont été mentionnées dans la littérature, généralement le taux sérique moyen d'urémie varie entre 3,99 et 12,49 mmol/l (Amin et coll., 2007; Badawy et coll., 2008; Alsaad, 2009; Patodkar et coll., 2010; Al-Harbi, 2012; Aichouni et coll., 2013; Al Haj, 2013; Ismail et coll., 2014; Eltayeb et coll., 2015; Osman et coll., 2015; Badakhshan et Mirmahmoudi, 2016; Bargaâ et coll., 2016b).

III.7.2.2. La créatinémie

Dans l'organisme la créatinine provient de la dégradation de la créatine contenue dans l'alimentation et de celle produite par l'organisme (Washington et Hoosier, 2012). Elle est principalement localisée dans les muscles. La créatinine est exclusivement éliminée par les reins, ce qui fait d'elle un très bon marqueur de la fonction rénale (Casseleux, 2007; Washington et Hoosier, 2012).

Chez le dromadaire le taux sérique de la créatinine augmente à cause d'une filtration glomérulaire déficiente. Il augmente également par la nécrose ou l'atrophie du muscle squelettique, l'hyperthyroïdie, les infections, les brûlures ou les fractures (Alshamsi et coll., 2015).

La concentration sérique moyenne de créatinine chez le dromadaire rapportée par la littérature varie de 64,24 à 168,96 mmol/l (Amin et coll., 2007; Badawy et coll., 2008; Patodkar et coll., 2010; El-Bahrawy et El Hassanein, 2011; Al-Harbi, 2012; Aichouni et coll., 2013; Al Haj, 2013; Ismail et coll., 2014; Mutassim et Madanat, 2014; Alshamsi et coll., 2015; Eltayeb et coll., 2015; Badakhshan et Mirmahmoudi, 2016; Bargaâ et coll., 2016b).

Tableau 04. Intervalles des valeurs usuelles de la littérature des paramètres du métabolisme protéique chez le dromadaire.

Paramètres	Auteurs		
	Ben Romdhane et coll. (2003) (Tunisie)	Al-Busadah (2007) (Arabie Saoudite)	Aichouni et coll. (2010) (Algérie)
Urémie (mmol/l)	3,0-9,9	3,9-6,2	4,65-6,77
Créatinémie (μ mol/l)	70,7-167,9	160-533	93,1-98,35

III.7.3. Les paramètres de l'activité enzymatique

III.7.3.1. La créatine kinase

La créatine kinase (CK) est une enzyme connue pour être impliquée dans la catalyse et la phosphorylation de la créatine (Washington et Hoosier, 2012). La CK, localisée surtout

dans les muscles et joue un rôle dans la contraction musculaire. De leur part, Seboussi et *coll.* (2004) ont souligné que la répartition de la CK chez le dromadaire est mal connue. Dans le même contexte, la CK est un indicateur sensible des atteintes myocardiques et musculaires (Kaneko, 1989). En outre, des auteurs ont rapporté que le taux sérique de CK témoigne plutôt de la souffrance cellulaire musculaire chez le dromadaire (Hussein et *coll.*, 2010).

D'un autre côté, la valeur moyenne de cette enzyme mentionnée dans les études antérieures varie entre 44,78 et 128,57 UI/l (Seboussi et *coll.*, 2004; Aichouni et *coll.*, 2010; Hussein et *coll.*, 2010; Alshamsi et *coll.*, 2015).

III.7.3.2. L'aspartate aminotransférase

L'ASAT est une enzyme très utilisée en biochimie clinique, en effet elle intervient dans le métabolisme des acides aminés (Seboussi et *coll.*, 2004). Elle catalyse la réaction réversible du groupe α -amino entre l'aspartate et le glutamate (Washington et Hoosier, 2012). En outre, L'ASAT manque de spécificité organique, mais elle se trouve principalement dans les muscles cardiaques et squelettiques et le foie des gros animaux. En effet, les changements pathologiques dans ces différents organes entraînent la libération de cette enzyme dans le sang (Kaneko, 1989). L'activité des aminotransférases sanguines est très importante car elles agissent comme un catalyseur en relation avec le métabolisme des acides aminés et des hydrates de carbone. Les changements dans leur activité dans le sang peut être la conséquence d'une activité accrue dans les cellules, ou indique des dommages dans la structure cellulaire (Milinković-Tur et *coll.*, 2005).

Chez le dromadaire, et contrairement aux autres ruminants, cette enzyme se localise essentiellement dans le tissu musculaire (Seboussi et *coll.*, 2004), l'ASAT est surtout présente dans le rein (Bengoumi et *coll.*, 1998a). Toutefois, l'augmentation de son activité plasmatique témoignerait plus d'une atteinte musculaire ou hépatique (Hussein et *coll.*, 2012), alors que l'augmentation de son activité urinaire indiquerait une atteinte rénale (Bengoumi et *coll.*, 1998b). D'un autre côté, certains auteurs ont indiqué que l'exercice physique accru augmente significativement le niveau de l'ASAT mais pas de l'ALAT chez le dromadaire (Bengoumi et *coll.*, 1998b).

La valeur moyenne de l'activité sérique de l'ASAT chez le dromadaire varie de 2,78 à 105 UI/l (Seboussi et *coll.*, 2004; Badawy et *coll.*, 2008; Alsaad, 2009; El-Harairy et *coll.*, 2010; Abdalla et *coll.*, 2011; Pourjafar et *coll.*, 2013; Ismail et *coll.*, 2014; Alshamsi et *coll.*, 2015; Osman et *coll.*, 2015; Bargaâ et *coll.*, 2016b; Ibrahim et *coll.*, 2016).

III.7.3.3. L'alanine aminotransférase

L'ALAT est l'une des enzymes importantes dans le catabolisme des protéines. Sa fonction principale est de catalyser l'alanine et l'alpha-cétoglutarate et de les transformer en pyruvate et glutamate. Elle joue un rôle important dans le processus du métabolisme intermédiaire du glucose et d'acides aminés (Kim et *coll.*, 2008). Elle est très utilisée en biochimie clinique chez le dromadaire comme les autres animaux (Seboussi et *coll.*, 2004). Le taux sérique d'ALAT en conjonction avec d'autres enzymes peut être un indicateur utile pour les dégâts hépatiques ou musculaires (Kaneko, 1980). En revanche, Kerr (1989) considère l'activité enzymatique de l'ALAT comme un indice non spécifique pour le diagnostic des atteintes hépatiques.

L'analyse de plusieurs travaux antérieurs montre que la concentration sérique moyenne d'ALAT chez le dromadaire varie entre 5,04 à 19,65 UI/l (Seboussi et *coll.*, 2004; Alsaad, 2009; El-Harairy et *coll.*, 2010; Abdalla et *coll.*, 2011; Al-Harbi, 2012; Ismail et *coll.*, 2014; Bargaâ et *coll.*, 2016b).

III.7.3.4. La phosphatase alcaline

La phosphatase alcaline sérique (PAL) est une enzyme hydrolytique qui retient le phosphate de différentes molécules. Elle est principalement sécrétée par les ostéoblastes qui jouent un rôle essentiel dans le processus métastatique de destruction osseuse (Roodman, 2004). Le PAL est aussi une glycoprotéine liée à la membrane qui se trouve principalement dans les tissus des animaux tels que le foie, les os et avec une moindre quantité dans le rein, l'intestin et le placenta (Ali et *coll.*, 2005; Webber et *coll.*, 2010). En effet, la phosphatase alcaline est considérée comme un marqueur biochimique pour diagnostiquer l'ostéoporose et les troubles hépatobiliaires ainsi que la maladie du foie gras (Hanley et *coll.*, 2005; Webber et *coll.*, 2010).

Dans le même contexte, Badakhshan et Mirmahmoudi (2016) ont rapporté que des valeurs plus élevées de PAL chez le dromadaire n'ont été rapportées que dans les cas de troubles hépatiques ou musculaires. Pareillement, les valeurs usuelles de l'activité enzymatique de phosphatase alcaline chez le dromadaire varient de 43,37 à 193,3 UI/l (El-Harairy et *coll.*, 2010; Abdalla et *coll.*, 2011; Elrayah et *coll.*, 2012; Alshamsi et *coll.*, 2015; Badakhshan et Mirmahmoudi, 2016).

III.7.3.5. La lactate déshydrogénase

La LDH est une enzyme cytoplasmique ayant une activité élevée dans le cœur, les muscles squelettiques, le foie, les reins et les globules rouges (Pourjafar et *coll.*, 2013). En outre, le lactate déshydrogénase (LDH) est une enzyme qui catalyse la conversion du pyruvate en lactate et la conversion du NADH en NAD⁺ (Washington et Hoosier, 2012). Elle sert d'indicateur de la mort cellulaire en raison de la facilité de la mesure de son activité enzymatique (Rayamajhi et *coll.*, 2013). Par conséquent, son niveau élevé est un indicateur de la mort cellulaire en cas d'hépatite, de choc, d'hypoxie, d'hypothermie extrême et de méningite (Washington et Hoosier, 2012). Aussi, la LDH est en général un indicateur de la présence des dommages chroniques du tissu myocardique (Bassit et *coll.*, 2010).

La concentration sérique moyenne de LDH chez le dromadaire oscille entre 260,2 et 807,54 UI/l (Al-Harbi, 2012; Elrayah et *coll.*, 2012; Ismail et *coll.*, 2014; Alshamsi et *coll.*, 2015; Badakhshan et Mirmahmoudi, 2016). Cependant, d'autres auteurs rapportent des valeurs moyennes très élevées de l'activité sérique de LDH variant respectivement de 1714,44 à 2833,49 et de 1148 à 1813 UI/l (Pourjafar et *coll.*, 2013, Ibrahim et *coll.*, 2016).

Tableau 05. Intervalles des valeurs usuelles de la littérature des paramètres de l'activité enzymatique chez le dromadaire.

Paramètres	Auteurs		
	Ben Romdhane et <i>coll.</i> (2003) (Tunisie)	Al-Busadah (2007) (Arabie Saoudite)	Aichouni et <i>coll.</i> (2010) (Algérie)
CK (UI/l)	13-114	29,1-30,3	40-77,42
ASAT (UI/l)	37-114	24,1-35,1	29-122
ALAT (UI/l)	9-26	8,8-14,5	3,06-6,91
PAL (UI/l)	56-407	/	/
LDH (UI/l)	184-489	225-280	303-561

III.8. Facteurs de variation des paramètres sanguins biochimiques chez le dromadaire

III.8.1. Les paramètres du métabolisme énergétique

III.8.1.1. La glycémie

Plusieurs auteurs ont rapporté que la glycémie est plus élevée en hiver qu'en été chez le dromadaire (El-Bahrawy et El Hassanein, 2011; Abdoun et *coll.*, 2012; Al-Harbi, 2012; Aichouni et *coll.*, 2013; Babeker et *coll.*, 2013; Bargaâ et *coll.*, 2016b; Hozifa et *coll.*, 2016b). De même, Badawy et *coll.* (2008) ont enregistré que la glycémie chez la chamelle est plus élevée en hiver. Cependant, Amin et *coll.* (2007) ont signalé une augmentation significative de la glycémie chez le dromadaire pendant l'automne. En effet, la diminution de la glycémie pendant la saison sèche peut être attribuée à la disponibilité réduite du fourrage et par conséquent l'altération de son valeur nutritive (Amin et *coll.*, 2007; Aichouni et *coll.*, 2013). Par contre, Nazifi et *coll.* (1999) ont noté une valeur élevée de la glycémie de cet animal en été. De leur part, Hozifa et *coll.* (2016a) ont constaté que la saison n'a pas d'influence significative sur ce paramètre. En effet, la divergence des résultats de l'influence des saisons sur la glycémie chez le dromadaire peut être due aux conditions environnementales en particulier l'alimentation, les systèmes d'abreuvements des animaux, le taux métabolique basal ainsi que l'utilisation du glucose pour la production d'énergie (Bargaâ et *coll.*, 2016b).

D'un autre côté, Al-Busadah (2007) a indiqué que le sexe n'a pas d'effet significatif sur la glycémie chez le dromadaire. Par contre, Ben Romdhane et *coll.* (2003) ont rapporté des concentrations en glucose plus élevées chez les mâles que chez les femelles du dromadaire. De plus, ces mêmes auteurs ont souligné que la concentration en glucose est plus élevée chez les animaux plus jeunes (Ben Romdhane et *coll.*, 2003). De leur part, Asadi et *coll.* (2009) ont souligné que les femelles avaient une glycémie plus élevée comparées aux mâles.

Par ailleurs, Aichouni et *coll.* (2010) n'ont pas trouvé de différence significative entre les trois populations des dromadaires étudiées (Chaambi, Ouled sid cheikh et Ouled naiel) en Algérie. Cependant, Hussein et *coll.* (2012) ont signalé que la race a un effet significatif sur la glycémie chez le dromadaire.

D'une autre part, Eltayeb et *coll.* (2015) ont rapporté que la déshydratation du dromadaire pendant 48 heures n'affecte pas significativement la glycémie. En outre, la glycémie est significativement plus élevée chez les dromadaires élevés à la ferme par rapport à ceux en liberté dans le désert (Barakat et *coll.*, 2007). En effet, une source riche en sucres

comme les dattes séchées peut expliquer cette augmentation significative de la glycémie chez les dromadaires élevés à la ferme (AL-Shami, 2009), cela indique que le facteur nutritionnel peut influencer les valeurs normales des métabolites sanguins (Mokhtar, 1998). En outre, le transport du dromadaire augmente significativement la glycémie (Saeb et *coll.*, 2010; El Khasmi et *coll.*, 2013)

III.8.1.2. La triglycéridémie

Bargaâ et *coll.* (2016b) ont rapporté que la saison n'a pas d'effet significatif sur le taux sérique de triglycérides chez le dromadaire. En revanche, plusieurs études ont souligné des taux élevés de triglycéridémie en été par rapport à l'hiver (Aichouni et *coll.*, 2013; Tajik et *coll.*, 2013). En effet, la réduction considérable des apports alimentaires durant l'été peut être à l'origine de cette augmentation de la triglycéridémie (Aichouni et *coll.*, 2013). De même, Amin et *coll.* (2007) ont signalé une augmentation significative des concentrations sériques des triglycérides chez le dromadaire en été par rapport à l'automne. Cependant, Hozifa et *coll.* (2016a) et (2016b) ont enregistré des niveaux faibles de triglycéridémie chez cet animal en été contrairement à l'hiver et à l'automne. Dans le même contexte, l'augmentation de la triglycéridémie durant les saisons froides pourrait être attribuée à une activité thyroïdienne plus intense, ce qui entraîne une augmentation du taux de métabolisme basal qui est nécessaire pour une production supplémentaire de chaleur afin de maintenir la température corporelle des animaux (Kataria et *coll.*, 2000).

Par ailleurs, les concentrations en triglycérides sont plus élevées chez les femelles que chez les mâles du dromadaire (Ben Romdhane et *coll.*, 2003). Au contraire, d'autres auteurs ont indiqué que le sexe du dromadaire n'a pas d'effet significatif sur la triglycéridémie (Asadi et *coll.*, 2009; Tajik et *coll.*, 2013).

D'un autre côté, Ben Romdhane et *coll.* (2003) ont remarqué que la concentration en triglycérides est plus élevée chez les jeunes dromadaires. Tandis que, Asadi et *coll.* (2009) et Tajik et *coll.* (2013) ont enregistré que l'âge du dromadaire n'affecte pas significativement le taux de triglycérides. Alors que, Aichouni et *coll.* (2010) n'ont pas enregistré de variations significatives du taux sérique de triglycérides chez les populations des dromadaires étudiées. En outre, le système d'élevage du dromadaire a un effet significatif sur la triglycéridémie (Barakat et *coll.*, 2007). Dans le même contexte, AL-Shami (2009) a suggéré que le niveau sérique de triglycérides est plus élevé chez les dromadaires élevés à la ferme que chez ceux en liberté dans le désert. De leur part, Saeb et *coll.* (2010) ont rapporté que le transport n'a pas d'influence significative sur la triglycéridémie chez le dromadaire.

III.8.1.3. La cholestérolémie

Tajik et *coll.* (2013) et Bargaâ et *coll.* (2016b) ont rapporté que la saison n'a pas d'effet significatif sur la cholestérolémie chez le dromadaire. Cependant, d'autres auteurs ont enregistré une augmentation significative du taux sérique de cholestérol en automne (Badawy et *coll.*, 2008; Hozifa et *coll.*, 2016a; 2016b). Par contre, Abdalla et *coll.* (2011) et Aichouni et *coll.* (2013) ont indiqué un taux élevé de cholestérolémie du dromadaire en été. En effet, l'augmentation de la cholestérolémie durant la saison sèche peut être liée à la réduction de la valeur nutritive des apports alimentaires durant cette saison (Aichouni et *coll.*, 2013). De leur part, Al-Harbi (2012) et El-Bahrawy et El Hassanein (2011) ont souligné des cholestérolémies plus élevées chez le dromadaire en hiver.

En effet, il a été suggéré que les changements saisonniers dans le taux des lipides et des protéines sanguins pourraient résulter de changements dans la nutrition, les bilans énergétiques, les variations de l'humidité, de la température ambiante et de la durée de la journée (Nazifi et *coll.*, 1999).

D'un autre côté, Al-Busadah (2007) et Tajik et *coll.* (2013) n'ont pas trouvé de différences significatives de la cholestérolémie entre le mâle et la femelle. Tandis que, Ben Romdhane et *coll.* (2003) ont enregistré des taux plus élevés de cholestérol chez les femelles. En outre, Al-Busadah (2007) a indiqué que la race n'a pas d'effet significatif sur le taux de cholestérol chez le dromadaire. En revanche, Hussein et *coll.* (2012) ont constaté que la cholestérolémie chez les dromadaires noirs est plus élevée en comparaison avec les dromadaires marron et blancs. Par ailleurs, la cholestérolémie est significativement plus élevée chez les dromadaires élevés à la ferme par rapport à ceux en liberté dans le désert (AL-Shami, 2009).

III.8.2. Les paramètres du métabolisme protéique

III.8.2.1. L'urémie

Aichouni et *coll.* (2013) ont indiqué que l'urémie est plus élevée en hiver qu'en été chez le dromadaire. De leur part, Amin et *coll.* (2007) ont noté une augmentation significative de l'urémie du dromadaire durant l'automne en comparaison avec l'été. En effet, l'augmentation de la concentration sérique de l'urée pendant la saison des pluies peut être attribuée à la disponibilité et à la qualité du fourrage durant cette saison (Aichouni et *coll.*, 2013). Par contre, Badawy et *coll.* (2008) ont indiqué que le taux d'urée est plus élevé en été chez la chamelle par rapport aux autres saisons. En effet, l'élévation de l'urée sanguine peut être due

aux effets pré-rénaux combinés à une infusion réduite avec une filtration glomérulaire faible et une charge accrue en raison d'une activité métabolique élevée (Al Qarawi et Ali, 2003). Par ailleurs, Bargaâ et *coll.* (2016b) ont indiqué que la saison n'a pas d'effet significatif sur l'urémie chez le dromadaire.

En outre, des auteurs ont rapporté que l'urémie est plus élevée chez les femelles que chez les mâles (Ben Romdhane et *coll.*, 2003; Potodkar et *coll.*, 2010). Cependant, Al-Busadah (2007) a signalé que le sexe n'affecte pas significativement le taux d'urée chez cet animal. D'un autre côté, Ben Romdhane et *coll.* (2003) ont indiqué que la concentration en urée est plus élevée chez les adultes que chez les jeunes dromadaires. De leur part, Aichouni et *coll.* (2010) ont rapporté que la population du dromadaire n'a pas d'effet significatif sur le taux sérique de l'urée. Par contre, Hussein et *coll.* (2012) ont souligné que l'urémie est plus élevée chez les dromadaires noirs que chez ceux blancs et marron.

D'autre part, les dromadaires malades montrent une urémie plus élevée que ceux sains (Alsaad, 2009; Ismail et *coll.*, 2014). Cependant, Osman et *coll.* (2015) ont rapporté que les infestations parasitaires chez le dromadaire n'affectent pas significativement le taux sérique d'urée. De plus, la déshydratation du dromadaire pendant 48 heures augmente significativement l'urémie (Eltayeb et *coll.*, 2015). Pareillement, une augmentation très significative de l'urée a été signalée après la restriction en eau du dromadaire pendant 20 jours (Al Haj, 2013). De même, Saeb et *coll.* (2010) ont suggéré une augmentation significative de l'urémie chez le dromadaire après le transport. En effet, tout processus qui augmente le catabolisme des protéines aura tendance à augmenter les taux d'urée dans le sang (Wensvoort et *coll.*, 2004).

III.8.2.2. La créatinémie

Babeker et *coll.* (2013) et Mutassim et Madanat (2014) ont constaté que la créatinine augmente de manière significative pendant l'été. Tandis que, El-Bahrawy et El Hassanein (2011) et Al-Harbi (2012) ont rapporté une diminution significative de la créatinémie en automne et en hiver par rapport aux autres saisons. Alors que, Badawy et *coll.* (2008) ont noté que le taux sérique de créatinine chez la chamelle est plus élevé en automne. En outre, Aichouni et *coll.* (2013) ont indiqué un niveau élevé de créatinine pendant l'hiver. En effet, ces mêmes auteurs ont attribué cette augmentation de la concentration de créatinine à l'augmentation de la consommation d'aliments plus riches en protéines. D'un autre côté, d'autres auteurs ont signalé que la saison n'a pas d'effet significatif sur la créatinémie chez le dromadaire (Salman et Afzal, 2004; Bargaâ et *coll.*, 2016b)

Pareillement, Il n'y a pas de différence significative dans la concentration de créatinine selon le sexe (Al-Busadah, 2007). Par contre, Patodkar et *coll.* (2010) ont indiqué une augmentation très significative de la créatinémie chez les femelles que chez les mâles du dromadaire. Cependant, Ben Romdhane et *coll.* (2003) ont montré que la concentration en créatinine est plus élevée chez les mâles. D'une autre part, la race ou la population du dromadaire n'agit pas significativement sur la créatinémie (Al-Busadah, 2007; Aichouni et *coll.*, 2010).

Ismail et *coll.* (2014) ont rapporté que les infestations parasitaires chez le dromadaire augmentent significativement le taux sérique de la créatinine. En outre, des études antérieures ont montré que les dromadaires déshydratés montrent un taux élevé de créatinémie (Al Haj, 2013; Eltayeb et *coll.*, 2015).

III.8.3. Les paramètres de l'activité enzymatique

III.8.3.1. La créatine kinase

Ibrahim et *coll.*, (2016) ont rapporté une augmentation significative de la concentration de créatine kinase chez le dromadaire en été et en automne contrairement à l'hiver et au printemps. D'une autre part, des études antérieures ont indiqué que le sexe du dromadaire n'affecte pas significativement le taux de CK (Seboussi et *coll.*, 2004; Al-Busadah, 2007). Par contre, Ben Romdhane et *coll.* (2003) ont montré que l'activité catalytique de CK chez le dromadaire est plus élevée chez les mâles, cela peut être attribué à l'importante activité physique des mâles qui sont plus énergiques et plus combattifs que les femelles.

Par ailleurs, Ben Romdhane et *coll.* (2003) ont suggéré que l'activité catalytique de CK est plus élevée chez les jeunes animaux (< 4 ans) que chez les animaux adultes (4 à 10 ans) et âgés (> 10 ans) respectivement. En effet, les animaux adultes sont moins actifs que les jeunes et, de ce fait, ont une activité musculaire moindre (Ben Romdhane et *coll.*, 2003). De leur part, Seboussi et *coll.* (2004) ont enregistré que l'activité catalytique de CK est plus élevée chez les jeunes (3 à 4 ans) et les adultes (5 à 7 ans) en comparaison avec les dromadaires âgés (> 8 ans).

D'un autre côté, plusieurs auteurs ont rapporté que la race ou la population du dromadaire n'affecte pas significativement sur la concentration de la CK (Seboussi et *coll.*, 2004; Al-Busadah, 2007; Aichouni et *coll.*, 2010). Cependant, Hussein et *coll.* (2012) ont rapporté que l'activité catalytique de CK est plus faible chez les dromadaires blancs que chez ceux noirs ou marron.

III.8.3.2. L'aspartate aminotransférase

Plusieurs auteurs ont indiqué que l'activité enzymatique d'ASAT augmente significativement pendant l'été (El-Harairy et *coll.*, 2010; Abdalla et *coll.*, 2011). En effet, Abd El-Samee et Marai (1997) et Badakhshan et Mirmahmoudi (2016) ont attribué cette augmentation au fait que la fonction hépatique peut être partiellement affectée par le stress thermique pendant les saisons chaudes. En revanche, Bargaâ et *coll.* (2016b) ont rapporté que l'activité catalytique d'ASAT est significativement plus élevée pendant l'hiver par rapport à l'été et ils suggèrent que le stress dû au froid peut induire des modifications du stress oxydant, ce qui pourrait augmenter la concentration sérique de l'ASAT chez le dromadaire. De leur part, Ali et *coll.* (2008) ont constaté que la saison n'a aucun effet significatif sur l'activité enzymatique de l'ASAT.

Par ailleurs, Seboussi et *coll.* (2004) ont enregistré que l'activité catalytique de l'ASAT est plus élevée chez le mâle. Cependant, Al-Busadah (2007) et Elrayah et *coll.* (2012) ont rapporté que le sexe du dromadaire n'affecte pas significativement l'activité enzymatique de l'ASAT. D'un autre côté, Ben Romdhane et *coll.* (2003) ont montré que l'activité catalytique de l'ASAT est plus élevée chez les jeunes que chez les animaux adultes et âgés respectivement. Tandis que, Seboussi et *coll.* (2004) ont noté que l'activité catalytique de l'ASAT est plus élevée chez les dromadaires âgés et jeunes et plus basse chez les adultes. Alors que, Bengoumi et *coll.* (1997) et Elrayah et *coll.* (2012) ont remarqué que l'âge du dromadaire n'affecte pas significativement l'activité enzymatique de l'ASAT.

En outre, la variabilité génétique et phénotypique du dromadaire n'agit pas significativement sur l'ASAT (Seboussi et *coll.*, 2004; Al-Busadah, 2007; Aichouni et *coll.*, 2010). Néanmoins, Hussein et *coll.* (2012) ont enregistré que l'activité catalytique de l'ASAT est plus faible chez les dromadaires noirs que chez ceux marron ou blancs. D'une autre part, d'autres études ont montré une augmentation significative de la concentration sérique d'ASAT, chez les dromadaires malades par rapport à ceux sains (Alsaad, 2009; Barakat et *coll.*, 2013; Ismail et *coll.*, 2014; Osman et *coll.*, 2015). En effet, l'augmentation de la concentration de l'ASAT peut s'expliquer par les dommages causés aux muscles squelettiques ou cardiaques, les tissus hépatiques et les érythrocytes, parce que la masse de ces tissus dans tout le corps peut être considérée comme une grande réserve d'enzymes susceptible d'être relâchées et détectées pendant un état pathologique (Mohammed et *coll.*, 2007). En outre, Bengoumi et *coll.* (1997) ont noté des variations significatives dans l'activité de l'ASAT chez les dromadaires déshydratés. En effet, ces auteurs ont attribué cette observation à la réduction

du volume plasmatique et, par conséquent, l'hémoconcentration provoque une augmentation du taux sérique de l'ASAT.

III.8.3.3. L'alanine aminotransférase

Abdalla et *coll.* (2011) ont enregistré que l'activité catalytique d'ALAT est significativement plus élevée pendant la saison chaude. Cela pourrait révéler une altération cellulaire dans le foie due à une gluconéogenèse rapide en réponse à différentes contraintes (El-Anwar et *coll.*, 1993). Dans le même contexte, Badawy et *coll.* (2008) et El-Harairy et *coll.* (2010) ont signalé que l'activité enzymatique de l'ALAT est plus élevée en été qu'en hiver et au printemps. Tandis que, Al-Harbi (2012) a indiqué que le taux sérique de l'ALAT est plus élevé en automne par rapport aux autres saisons. Cependant, Bargaâ et *coll.* (2016b) ont rapporté que l'activité enzymatique de l'ALAT augmente de manière significative pendant l'hiver par rapport à l'été. Alors que, Ali et *coll.* (2008) ont signalé qu'il n'y a pas d'effet significatif de la saison sur la concentration sérique de l'ALAT.

D'un autre côté, l'activité enzymatique de l'ALAT chez le dromadaire ne varie pas significativement entre le mâle et la femelle (Al-Busadah, 2007; Elrayah et *coll.*, 2012). En revanche, Seboussi et *coll.* (2004) ont rapporté que le taux sérique de l'ALAT est plus élevé chez le mâle. En outre, l'activité catalytique de l'ALAT est plus élevée chez les dromadaires jeunes ou âgés par rapport aux adultes (Seboussi et *coll.*, 2004). Alors que, Elrayah et *coll.* (2012) ont indiqué que l'âge du dromadaire n'affecte pas significativement l'activité enzymatique de l'ALAT.

D'autre part, plusieurs auteurs ont signalé que la race ou la population du dromadaire n'agit pas significativement sur la concentration de l'ALAT (Seboussi et *coll.*, 2004; Al-Busadah, 2007; Aichouni et *coll.*, 2010). Cependant, Hussein et *coll.* (2012) ont noté que l'activité catalytique de l'ALAT est influencée significativement par la race. En outre, plusieurs auteurs ont enregistré une augmentation significative l'activité enzymatique de l'ALAT chez les dromadaires malades par rapport à ceux sains (Ismail et *coll.*, 2014; Osman et *coll.*, 2015). De plus, la déshydratation des dromadaires n'agit pas significativement sur la concentration sérique de l'ALAT (Bengoumi et *coll.*, 1997). Dans le même contexte, Al Haj (2013) a rapporté que la déshydratation du dromadaire pendant 20 jours n'a pas d'influence significative sur le taux sérique de l'ALAT.

III.8.3.3. La phosphatase alcaline

Plusieurs auteurs ont rapporté que la saison a un effet significative sur l'activité de phosphatase alcaline (PAL) chez le dromadaire (Zeidan *et coll.*, 2008; Abdalla *et coll.*, 2011). En effet, ces mêmes auteurs s'accordent à dire que la concentration de phosphatase alcaline est plus élevée pendant les saisons chaudes. Dans le même contexte, El-Harairy *et coll.* (2010) ont constaté que les enzymes sanguines sont souvent influencées par les conditions environnementales, comprenant la pratique alimentaire, le type d'abri ainsi que les conditions de gestion du troupeau. En effet, tous ces facteurs sont intimement liés au métabolisme des animaux.

D'un autre côté, Elrayah *et coll.* (2012) ont rapporté que le sexe du dromadaire n'affecte pas significativement l'activité enzymatique de PAL. Tandis que, Ben Romdhane *et coll.* (2003) ont montré que le taux de phosphatase alcaline est plus élevé chez les femelles. De plus, ces mêmes auteurs ont indiqué que la concentration sérique de PAL est plus élevée chez les dromadaires jeunes par rapport aux dromadaires adultes et âgés. Pareillement, Osman et Al-Busadah (2000) ont montré que les jeunes ont une activité enzymatique de PAL plus élevée par rapport aux adultes. Il convient de mentionner que la forte concentration de PAL signalée par ces auteurs dans le sérum des jeunes animaux était attribuable à l'ostéogenèse active chez ces animaux en croissance (Bengoumi *et coll.*, 1997). Par contre, Elrayah *et coll.* (2012) ont enregistré que l'âge de l'animal n'a pas d'effet significatif sur l'activité de PAL.

D'autre part, Hussein *et coll.* (2012) ont montré que l'activité catalytique de PAL est plus faible chez les dromadaires blancs. En plus, El-Deeb *et coll.* (2014) ont rapporté que le para tuberculose chez le dromadaire augmente significativement le taux sérique de PAL. De même, les dromadaires infestés par *trypanosoma evansi* montrent un taux élevé de PAL (Hussain *et coll.*, 2016). En effet, l'augmentation significative des taux des enzymes hépatiques pourrait être due à la dégénérescence centrilobulaire à la suite d'une hypoxie et d'un stress oxydatif sévère eux-mêmes induits par les infections parasitaires (Hussain *et coll.*, 2016).

III.8.3.5. La lactate déshydrogénase

L'activité catalytique de LDH chez le dromadaire est plus élevée en hiver notamment si cela coïncide avec la période de reproduction (Al-Harbi, 2012). Tandis que, Ibrahim *et coll.* (2016) ont observé une diminution significative de la concentration de LDH pendant la période de reproduction (hiver et printemps) par rapport à la période de non-reproduction

(automne et été). En effet, la LDH et la CK sont des indicateurs des changements métaboliques dans les tissus qui peuvent se produire saisonnièrement (Pourjafar et *coll.*, 2013). Pareillement, la mesure précoce de LDH est un indicateur de la mort cellulaire en raison de son rôle crucial dans la fourniture de lactate pour le développement des cellules germinales (Diaconescu et *coll.*, 2014). Ce qui confirme que le niveau de LDH augmente en période de non-reproduction.

D'un autre côté, l'activité enzymatique de LDH chez le dromadaire est plus élevée chez les mâles (Ben Romdhane et *coll.*, 2003). En revanche, d'autres auteurs ont signalé que le sexe n'affecte pas significativement le taux de LDH (Al-Busadah, 2007; Elrayah et *coll.*, 2012). En outre, Ben Romdhane et *coll.* (2003) ont indiqué que la concentration en LDH est plus élevée chez les jeunes dromadaires par rapport aux adultes ou aux animaux âgés. Par contre, Elrayah et *coll.* (2012) ont enregistré que l'âge de dromadaire n'affecte pas significativement l'activité de la LDH.

De même, des études antérieures ont enregistré que la variabilité génétique et phénotypique du dromadaire n'a aucun effet significatif sur l'activité catalytique de cet enzyme (Al-Busadah, 2007; Aichouni et *coll.*, 2010). Par ailleurs, les dromadaires affectés par la maladie de la theilériose ont des taux de LDH sérique plus élevés que ceux sains (Ismail et *coll.*, 2014). Cependant, Sazmand et *coll.* (2011) ont rapporté que la concentration de LDH ne varie pas significativement entre les dromadaires infectés par *Trypanosoma evansi* et ceux sains.

IV. La production de viande cameline en Algérie

L'élevage de dromadaires en Algérie est essentiellement destiné à la production de viande, d'ailleurs le profil génétique des populations locales en fait un bon producteur de viande (Senoussi, 2012). En effet, avec 5190 tonnes de viande cameline produite en 2011 (FAO, 2013), l'Algérie occupe le 15ème rang mondial, qui est estimée au niveau mondial à 356000 tonnes (Faye, 2012). Selon les statistiques de la FAO (FAO, 2013).

La production de viande cameline en Algérie s'élève à 3900 tonnes en 2000 et à 4180 tonnes en 2010, elle couvre environ 4,2 % de la consommation nationale en viande rouge et 33,02 % de la consommation dans les zones arides. Le volume d'abattage des camelins est en continuelle augmentation tout au long de ces dix dernières années (Adamou, 2009; FAO, 2013).

V. La composition de la viande cameline

La composition de la viande du dromadaire est généralement similaire à celle des autres animaux à viande rouge. Elle est assez proche de la viande bovine tant dans sa composition chimique globale que dans ses particularités gustatives et sa valeur nutritive (Kadim, 2013). Toutefois, du fait de la concentration du gras dans la bosse, la viande cameline apparaît relativement maigre et particulièrement pauvre en cholestérol, ce qui lui confère un atout nutritionnel et commercial certain (Gheisari et Ranjbar, 2013; Maqsood et coll., 2015). Comme pour toutes les espèces, au-delà de la diversité observée selon la race, la saison, l'âge, le sexe, les types de muscles, la durée de conservation de la viande et les conditions d'élevage, la composition de la viande cameline a été bien étudiée dans différents pays et on peut dès lors faire état d'une composition moyenne.

En effet, la teneur moyenne en eau de la viande du dromadaire est supérieure à celle des autres espèces de rente (Kadim et coll., 2008c). Dans le même contexte, plusieurs études antérieures ont souligné que la teneur en eau de la viande cameline varie de 63 à 77,7% (Kadim et coll., 2006; Gheisari et coll., 2009; Kadim et coll., 2011; 2013; 2016). En outre, la viande de dromadaire est également une source appréciable de protéines animales variant entre 17,1 et 23,6 % (Kadim et coll., 2006; Abdelhadi et coll., 2013; Kadim et coll., 2013; 2016). D'un autre côté, la teneur en matières grasses est comprise entre 1,1 % et 8,5 % (Kadim et coll., 2006; Gheisari et coll., 2009; Kadim et coll., 2011; 2013; 2016). Par ailleurs, le pourcentage en cendres dans les muscles individuels des dromadaires est de 0,75 à 1,34 % (Kadim et coll., 2006; 2008a; Gheisari et coll., 2009; Kadim et coll., 2009c; Abdelhadi et coll., 2013; Kadim et coll., 2013; 2016). En outre, la viande de dromadaire est très riche en minéraux, acides aminés et acides gras (Kadim et coll., 2016). De même, Maqsood et coll. (2015) ont indiqué que la viande de dromadaire contient également une quantité relativement élevée d'acides gras insaturés avec une teneur relativement élevée d'acides gras polyinsaturés.

D'un autre côté, Kadim et coll. (2016) ont rapporté que la cuisson de la viande de dromadaire entraîne une forte augmentation des protéines, des matières grasses et des changements significatifs dans les proportions de macro et de micro minéraux. Alors que, les acides aminés et les acides gras ne sont pas significativement affectés par la cuisson.

VI. Les phases de la transformation du muscle en viande

La transformation du muscle en viande commence dès la mort de l'animal. Les muscles sont le siège de modifications plus ou moins importantes qui contribuent à

l'élaboration et à la définition des qualités organoleptiques de la viande. En fait, on peut considérer qu'au cours de sa transformation en viande, le muscle passe successivement par trois états différents (Ouali, 1990).

VI.1. L'état pantelant

L'état pantelant est une courte période après l'abattage qui se traduit par des contractions persistantes de la musculature probablement dues à des excitations nerveuses, sa durée coïncide en effet avec la durée de survie du système nerveux et n'excède pas 20 à 30 minutes (Ouali, 1990; Maltin et *coll.*, 2003)

VI.2. L'état rigide

L'état rigide est l'aboutissement de la phase d'installation de la rigidité cadavérique ou rigor mortis. La musculature devient progressivement raide et inextensible dans les heures qui suivent la mort de l'animal. Ce phénomène résulte de l'acidification du tissu musculaire due à une chute du pH par l'épuisement de l'adénosine triphosphate (ATP) qui permet au muscle vivant de conserver son élasticité et lui fournit l'énergie nécessaire à son travail par la contraction des fibres musculaires (Maltin et *coll.*, 2003). Alors que, lorsque la phase de contraction rapide est initiée, elle est accompagnée d'une annulation progressive de l'extensibilité du muscle et d'une contraction latérale et longitudinale irréversible de toutes les fibres musculaires. Suite à l'absence d'ATP nécessaire pour séparer les têtes de myosine attachées à l'actine donnant lieu à un maximum de dureté (Tornberg, 1996)

VI.3. L'état mature

L'état mûré est l'aboutissement de la phase de maturation, qui est de loin la plus importante puisqu'elle conduit à une augmentation de la tendreté. En effet, cette phase débute dès l'abattage, puisque les conditions d'installation de la rigor mortis seront déterminantes pour la phase ultérieure de la maturation (Ouali, 1990).

Après la rigor, le muscle perd irrévocablement toute propriété d'extensibilité et ne développe plus aucune contraction et va progressivement se dégrader dans une suite de processus de nature physico-chimiques et enzymatiques complexes au cours desquels la viande acquiert ses qualités organoleptiques : la couleur, la jutosité, la flaveur et en particulier la tendreté (Lawrie, 1998). En effet, La maturation permet l'attendrissage de la viande et résulte de la dégradation de certains éléments de la fibre musculaire (la rupture des stries Z et l'allongement des sarcomères) ou du tissu conjonctif par deux groupes de protéases (les

protéinases neutres et les protéines lysosomiales) et vraisemblablement des mécanismes non enzymatiques dépendant du calcium (Taylor et *coll.*, 1995; Takahashi, 1996).

VII. Les paramètres de la qualité de la viande du dromadaire

VII.1. Les paramètres métaboliques *post mortem*

VII.1.1. Le pH

Le pH est le paramètre de qualité le plus souvent mesuré dans la viande fraîche. En effet, il affecte la capacité de rétention d'eau, les propriétés technologiques et la plupart des caractéristiques sensorielles (Gheisari et *coll.*, 2009). Pareillement, la variation du pH donne des renseignements sur l'activité biochimique au niveau du muscle surtout sur la résolution du rigor mortis (Ould el Hadj et *coll.*, 2002). Dans le même contexte, le pH du muscle est un facteur très important dans la tendreté des viandes fraîches mais la relation entre la tendreté et le pH reste très complexe (Gheisari et *coll.*, 2009).

Par ailleurs, Soltanizadeh et *coll.* (2008) et Eskandari et *coll.* (2013) ont indiqué que les valeurs du pH de la viande de dromadaire sont significativement plus élevées par rapport à celles des bovins. De même, ces mêmes auteurs ont rapporté que la vitesse de déclin du pH musculaire chez le dromadaire est significativement plus lente en comparaison avec celle du bœuf. En effet, plusieurs auteurs attribuent cette observation à la variabilité dans les propriétés histochimiques et biochimiques notamment le type de fibres musculaire, le potentiel glycolytique du muscle ainsi que la teneur en glycogène musculaire à l'abattage (Soltanizadeh et *coll.*, 2008; Abdelhadi et *coll.*, 2012; Eskandari et *coll.*, 2013)

Le pH ultime (pH_μ) du muscle est un indicateur majeur de la qualité de la viande, il est essentiellement déterminé par la déplétion des réserves en glycogène et par accumulation d'acide lactique pré et post abattage (Kadim et *coll.*, 2008c). Pareillement, Simek et *coll.* (2003) ont souligné que le pH ultime est la conséquence de l'accumulation d'acide lactique par un processus de glycolyse *post-mortem* qui affecte les caractéristiques et la qualité de la viande.

Dans le même contexte, Soltanizadeh et *coll.* (2008) ont conclu que le pH ultime des muscles chez le dromadaire s'installe à 48 h *post mortem*, tandis qu'il est atteint pour les muscles du bœuf au terme de 24 h *post mortem*. La chute du pH *post mortem* dépend principalement des réserves en glycogène du muscle à l'abattage. En effet, un taux de glycogène plus faible peut entraîner une diminution accrue du taux de glycolyse ce qui engendre une accumulation plus lente d'acide et un ralentissement de la vitesse de chute du

pH *post mortem* (Soltanizadeh et coll., 2008). Pareillement, les dromadaires sont des animaux dits néoglucogéniques en raison de la présence de la bosse. En effet, la quantité d'enzymes de la voie glycolytique présente dans ses muscles est donc inférieure à celle des bovins, ce qui entraîne une faible dégradation du glycogène et par conséquent un ralentissement de la chute du pH (Immonen et Puolanne, 2000).

La production de glucose chez les animaux néoglucogéniques se fait principalement par la voie de la gluconéogenèse, voie métabolique qui conduit à la production de glucose à partir de substrats non-glucidiques carbonés tels que le pyruvate, le lactate, le glycérol, les acides aminés glyco-gènes, et les acides gras à chaîne paire ou impaire de carbone. Les lipides mis en réserve dans la bosse contribuent beaucoup à cette synthèse de glucose. Cette voie est très importante chez les ruminants qui ont un faible apport alimentaire en glucides ce qui est le cas du dromadaire (Smili et coll., 2014). En outre, le pH ultime de la viande a un effet notable sur plusieurs propriétés notamment la couleur, la saveur, la tendreté, le temps de cuisson, la capacité de rétention d'eau et la perte en eau à la réfrigération. En effet, tous ces paramètres influencent la qualité de la viande et l'acceptation des consommateurs pour la viande de dromadaire (Kadim, 2013)

Selon la littérature, la valeur moyenne du pH ultime de la viande de dromadaire varie de 5,5 - 6,0 (Kadim et coll., 2006; 2008a; 2009a; 2009b; 2009c; 2013; Abdelhadi et coll., 2012; 2013; Smili et coll., 2014; Kadim et coll., 2016; Zahedi et coll., 2016). Cependant, Abdelhadi et coll. (2015) ont rapporté une valeur de pH ultime de l'ordre de 6,10. Par ailleurs, le pH ultime de *Longissimus thoracis* du dromadaire ayant un âge comparable aux animaux de notre étude varie dans la littérature de 5,63 à 5,78 (Kadim et coll., 2006; 2009a; 2016; Zahedi et coll., 2016).

Tableau 06. Valeurs moyennes du pH ultime de *Longissimus thoracis* du dromadaire selon la littérature.

Auteurs	Age (ans)	pH ultime
Kadim et coll. (2006)	1-3	5,91
	3-5	5,84
	6-8	5,71
Kadim et coll. (2008a)	2-4	5,89
Kadim et coll. (2009a)	1-3	5,85
	4-6	5,78
	7-9	5,71
	10-12	5,61
Kadim et coll. (2009b)	1-2	5,63
	8-10	5,70
Kadim et coll. (2009c)	2-3	5,79
Abdelhadi et coll. (2012)	2-3	5,8
Kadim et coll. (2013)	1,5	5,61
Kadim et coll. (2016)	2-4	5,95
	6-9	5,75
	12-15	5,75
Zahedi et coll. (2016)	4-6	5,63

VII.1.2. La température musculaire

La température est un indicateur du métabolisme musculaire *post mortem* de la viande (Terlouw *et coll.*, 2012). En effet, elle est un facteur important lors de l'évolution *post mortem* des muscles du dromadaire, son influence au cours du stockage peut aboutir à des variations importantes sur le phénomène global de la transformation du muscle en viande et par conséquent sur les propriétés organoleptiques finales de la viande (Benaïssa *et coll.*, 2014; Zahedi *et coll.*, 2016). En outre, des auteurs ont rapporté qu'une température musculaire élevée et/ou un pH bas dans les minutes ou les heures qui suivent l'abattage sont des

indicateurs d'activité et/ou de pression élevée dans les minutes qui précèdent l'abattage (Terlouw et Rybarczyk, 2007).

D'une autre part, Benaïssa et *coll.* (2014) et Zahedi et *coll.* (2016) ont enregistré des valeurs moyennes de température musculaire de *Longissimus thoracis* du dromadaire mesurées durant différents intervalles de temps *post mortem* de l'ordre de 18,6 et 17,10 °C respectivement.

VII.1.3. La conductivité électrique

La conductivité électrique (CE) est une méthode d'appréciation de la qualité de la viande des animaux de boucherie (Wasilewski et *coll.*, 2008; Chai et *coll.*, 2010; Jukna et *coll.*, 2012). En effet, le mouvement des électrolytes entre les compartiments intracellulaires et extracellulaires est la principale cause du changement de la CE (Chai et *coll.*, 2010). Pareillement, Lepetit et *coll.* (2002) et Pliquet et *coll.* (2003) ont souligné que la variation de la conductivité électrique est une conséquence des changements dans les propriétés de la membrane cellulaire des tissus musculaires ainsi que des changements se produisant dans la zone extracellulaire qui affectent la pression osmotique et la capacité de résistance de la membrane cellulaire. En effet, la CE nous renseigne sur l'évolution de la totalité des ions dans les tissus durant le temps *post mortem* (Benaïssa et *coll.*, 2014).

En outre, Wasilewski et *coll.* (2008) ont rapporté que la viande normale a une conductivité électrique plus faible que la viande anormale. D'une autre part, Benaïssa et *coll.* (2014) ont observé que la conductivité électrique de la viande de dromadaire augmente au cours des 48 heures qui suit la saignée puis elle devient relativement stable. Par ailleurs, ces mêmes auteurs ont rapporté que la valeur moyenne de la CE du muscle LT des dromadaires adultes est de l'ordre de 69,7 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$.

VII.1.4. La capacité de rétention d'eau

La capacité de rétention d'eau est une caractéristique importante de la qualité de la viande car elle influence sa valeur nutritionnelle, sa couleur, sa palatabilité et ses propriétés pour la transformation (Kadim et *coll.*, 2006; 2008a; 2008c; Maqsood et *coll.*, 2015). Dans le même contexte, ce paramètre a une influence significative sur les différents types de perte d'eau de la viande, comme la perte à la réfrigération, à la cuisson, à la décongélation et à la compression (Warriss, 2000).

Par ailleurs, Kadim (2013) a suggéré que la rétention d'eau dans la viande est principalement causée par l'immobilisation de l'eau dans le système myofibrillaire. De leur

part, Traore et *coll.* (2012) ont conclu que la capacité de rétention d'eau est influencée par la dénaturation des protéines myofibrillaires. Par conséquent, la capacité de rétention d'eau de la viande évolue en fonction de l'état *post mortem* du tissu musculaire (Benaïssa et *coll.*, 2014). D'un autre côté, Cristofaneli et *coll.* (2004) ont souligné que la capacité de rétention d'eau de la viande du dromadaire est nettement plus faible que celle des autres camélidés tels que le lama et l'alpaga, cela peut être liée la faible teneur en matière grasse de la viande du dromadaire. Par ailleurs, plusieurs auteurs ont rapporté que la capacité de rétention d'eau de *Longissimus thoracis* du dromadaire ayant un âge comparable aux animaux de notre étude est compris entre 21,26 et 36,71 cm²/g (Kadim et *coll.*, 2006; 2009a; 2016; Zahedi et *coll.*, 2016).

Tableau 07. Valeurs moyennes de la capacité de rétention d'eau de *Longissimus thoracis* du dromadaire selon la littérature.

Auteurs	Age (ans)	Capacité de rétention d'eau (cm ² /g)
Kadim et <i>coll.</i> (2006)	1-3	29,60
	3-5	27,36
	6-8	21,26
Kadim et <i>coll.</i> (2008a)	2-4	21,3
Kadim et <i>coll.</i> (2009a)	1-3	37,16
	4-6	36,55
	7-9	30,33
	10-12	21,08
Kadim et <i>coll.</i> (2009b)	1-2	38,5
	8-10	37,1
Kadim et <i>coll.</i> (2009c)	2-3	35,8
Kadim et <i>coll.</i> (2013)	1,5	41,8
Kadim et <i>coll.</i> (2016)	2-4	30,6
	6-9	28,4
	12-15	22,3
Zahedi et <i>coll.</i> (2016)	4-6	36,71

VII.1.4.1. Les pertes à la réfrigération

La perte à la réfrigération ou l'exsudation de la viande représente la perte des fluides du muscle sans application de force mécanique. Elle est d'une grande importance dans la mesure où elle conditionne le rendement technologique du produit et donc sa valeur marchande (Smili et coll., 2014). En effet, Elle est influencée par plusieurs facteurs notamment le rétrécissement des myofibrilles causé par la baisse du pH *post mortem*, la perte de l'attachement entre les filaments minces et épais au début de la rigidité cadavérique ainsi que la dénaturation de la myosine (Abdelhadi et coll., 2013).

Dans le même contexte, Maqsood et coll. (2015) ont rapporté que la perte à la réfrigération est inversement proportionnelle à la capacité de rétention d'eau. De leur part, Zahedi et coll. 2016 ont enregistré une valeur de 1,92 % de perte à la réfrigération pour le muscle de *Longissimus thoracis* du dromadaire ayant un âge comparable aux animaux de notre étude. En outre, Smili et coll. (2014) ont souligné une perte à la réfrigération de l'ordre de 6,58 % à 72 h *post mortem* pour la *Longissimus lumborum* du dromadaire de la population sahraoui en Algérie.

VII.1.4.2. Les pertes à la cuisson

Les pertes à la cuisson représentent l'ensemble des matières liquides et solubles de la viande perdues pendant la cuisson (Aaslyng et coll., 2003; Soyer et coll., 2005). En effet, ce paramètre détermine la masse de viande perdue lors de la cuisson et par conséquent ne pouvant plus servir à la consommation humaine (Gustavson et coll., 2011). D'un autre côté, du point de vue nutritionnel, la cuisson de la viande de dromadaire entraîne la perte de protéines solubles, de vitamines et de suppléments différents (Yarmand et coll., 2013).

De même, Gheisari et coll. (2009) ont souligné que "les pertes à la cuisson" est un paramètre important qui indique le potentiel nutritif de la viande une fois cuite. De leur part, Suliman et coll. (2016) ont rapporté que les pertes à la cuisson et la capacité de rétention d'eau sont des paramètres importants pour la détermination de la qualité de la viande du dromadaire, et sont étroitement liés à la valeur du pH de la viande.

D'un autre côté, "les pertes à la cuisson" est un facteur critique dans l'industrie de la viande car il détermine le rendement technologique du processus de cuisson (Kondjoyan et coll., 2013). Par ailleurs, plusieurs études antérieures ont suggéré que les pertes à la cuisson de *Longissimus thoracis* du dromadaire ayant un âge comparable aux animaux de notre étude oscillent entre 19,75 et 31,43 % (Kadim et coll., 2006; 2009a; 2016; Zahedi et coll., 2016).

Tableau 08. Valeurs moyennes des pertes à la cuisson de *Longissimus thoracis* du dromadaire selon la littérature.

Auteurs	Age (ans)	Perte à la cuisson (%)
Kadim et coll. (2006)	1-3	26,06
	3-5	23,72
	6-8	22,42
Kadim et coll. (2008a)	2-4	26,1
Kadim et coll. (2009a)	1-3	24,97
	4-6	22,67
	7-9	19,75
	10-12	17,75
Kadim et coll. (2009b)	1-2	23,2
	8-10	22,0
Kadim et coll. (2009c)	2- 3	24,3
Kadim et coll. (2013)	1,5	33,5
Kadim et coll. (2016)	2-4	27,1
	6-9	24,7
	12-15	23,4
Zahedi et coll. (2016)	4-6	31,43

VII.1.4.3. Les pertes à la décongélation

L'analyse des pertes à la décongélation est un aspect très important dans l'industrie de la viande surtout d'un point de vue financier (Gambuteanu et coll., 2013). En effet, ce paramètre se réfère à la perte de liquide de la viande résultant de la formation des exsudats après la congélation et la décongélation (Yu et coll., 2005). Pareillement, Wariss (2000) a rapporté que "les pertes à la décongélation" est l'un des paramètres pour déterminer le pouvoir de rétention d'eau de la viande.

VII.2. Facteurs de variation des paramètres métaboliques *post mortem* chez le dromadaire

VII.2.1. Le pH

Abdelhadi et *coll.* (2012) ont rapporté que la saison a un effet significatif sur le pH ultime du *Longissimus thoracis* du dromadaire. En effet, ces mêmes auteurs ont constaté qu'il est significativement plus élevé en automne qu'en hiver et en été. Cependant, Arabi et *coll.* (2013) ont souligné que le pH ultime de la viande cameline est significativement plus élevé en été qu'en hiver et en automne. Pareillement, Suliman et *coll.* (2014) ont rapporté que le pH de la viande de dromadaire est plus faible en hiver qu'en été et en automne. D'autre part, d'autres auteurs ont montré qu'il n'y a pas d'influence significative de la saison sur le pH ultime du *Longissimus* chez le dromadaire (Suliman et *coll.*, 2016).

D'un autre côté, Abdelhadi et *coll.* (2015) ont signalé que le sexe n'a pas d'effet significatif sur le pH ultime de la viande cameline. De même, Zahedi et *coll.* (2016) ont observé qu'il n'y a pas de différence significative du pH des muscles *Longissimus thoracis* (LT) et *Biceps femoris* (BF) entre les carcasses de dromadaires mâles et femelles. D'une autre part, plusieurs auteurs ont rapporté que la viande des jeunes dromadaires se caractérise par un pH plus élevé comparée à celle des animaux âgés, en raison d'une teneur plus faible en glycogène. À cet égard, Kadim et *coll.* (2006) ont constaté que les dromadaires de moins de 3 ans d'âge ont une valeur de pH ultime (5,91) nettement plus élevée que celle des dromadaires de plus de 6 ans (5,71).

En outre, Kadim et *coll.* (2009a) ont suggéré que le pH ultime de *Longissimus thoracis* des animaux de 10-12 ans d'âge est significativement plus faible (5,57) par rapport à ceux de 1-3 ans (5,83), de 4-6 ans (5,71) et de 7-9 ans (5,70). De même, Kadim et *coll.* (2016) ont indiqué que le pH_u du muscle *Longissimus thoracis* (LT) des dromadaires de 6 à 9 ans et de 12 à 15 ans d'âge est significativement faible (5,75) par rapport à celui des dromadaires de 2-4 ans (5,95) et ils attribuent l'augmentation du pH ultime chez les jeunes animaux à la différence dans les proportions de types de fibres musculaires et/ou les teneurs des réserves en glycogène musculaire au moment de l'abattage. En revanche, d'autres auteurs ont rapporté que l'âge du dromadaire n'a pas d'effet significatif sur le pH ultime de la viande (Kadim et *coll.*, 2009b; Arabi et *coll.*, 2013; Suliman et *coll.*, 2014).

En outre, une étude conduite par Suliman et *coll.* (2011) en Arabie saoudite, compare le pH des muscles *Longissimus dorsi* (LD) et *Biceps femoris* (BF) après 24 h *post mortem* chez

quatre races de dromadaires (Magahem, Wodoh, Shoal et Sofor), et ils suggèrent qu'il n'y a pas de différence significative du pH_{24 post mortem} de ces muscles pour les races étudiées.

De leur part, Benaïssa et coll. (2014) en Algérie, ont étudié quelques caractéristiques physico-chimiques de quatre muscles de dromadaire (le *Semitendinosus*, le *Rectus femoris*, le *Longissimus thoracis* et le *Semimembranosus*) au cours de la maturation. En effet, ces auteurs montrent qu'il n'y a pas de différence significative entre les valeurs moyennes du pH à différents temps *post mortem*. De même, Kadim et coll. (2013) ont observé que la valeur du pH ultime pour différents types de muscles (le *Infra spinatus*, le *Triceps brachii*, *Longissimus thoracis*, le *Semitendinosus*, le *Semimembranosus*) est relativement la même. Cependant, Zahedi et coll. (2016) ont indiqué que le pH du muscle *Longissimus thoracis* (LT) baisse par rapport à celui de *Biceps femoris* (BF) pendant la conservation *post mortem* dans un réfrigérateur (4-5 °C). Ces auteurs attribuent ce fait à la teneur en glycogène qui est plus élevée dans le muscle *Longissimus thoracis* par rapport au muscle *Biceps femoris* (Fischer, 2007).

Par ailleurs, des auteurs ont montré que la durée de conservation influence significativement le pH de la viande du dromadaire (Suliman et coll., 2014; 2016; Zahedi et coll., 2016). En effet, ces auteurs ont rapporté des résultats contradictoires sur les fluctuations du pH durant la période de conservation. Cependant, d'autres auteurs ont remarqué que la période de conservation n'a pas d'influence significative sur le pH ultime de la viande du dromadaire (Kadim et coll., 2009a; Abdelhadi et coll., 2013; Arabi et coll., 2013)

D'un autre côté, plusieurs études antérieures ont indiqué que la stimulation électrique du muscle de LT du dromadaire a un effet significatif sur le pH durant les premières 24 h *post mortem* (Kadim et coll., 2009a; 2009b; 2009c). Dans le même contexte, tous ces auteurs s'accordent à dire que les muscles des carcasses stimulées ont un pH ultime significativement plus faible que ceux des carcasses non stimulées.

D'autre part, El Khasmi et coll. (2010) ont montré que le transport pendant 2 heures sur une distance de 70 km n'a pas d'effet significatif sur la valeur du pH ultime de LT chez les dromadaires mâles de 4 à 6 ans d'âge. Cependant, Barka et coll. (2016) ont signalé que le transport a une influence remarquable sur le pH ultime de 3 muscles (le *Triceps brachii*, le *Musculus obliquus* et le *Diaphragma*) chez le dromadaire. En effet, ces mêmes auteurs concluent que les muscles d'animaux transportés à une distance de 160 km ont un pH ultime plus élevé que ceux transportés à une distance de 72 km.

VII.2.2. La température musculaire

Zahedi *et coll.* (2016) en Iran ont signalé que la température musculaire du dromadaire est plus élevée chez les femelles. En effet, les carcasses des chamelles ont des teneurs plus élevée en graisse par rapport à celles des mâles, ce qui engendre un ralentissement de la chute de température dans les carcasses des chamelles (Kadim *et coll.* 2008c), sachant que, le coefficient de transfert de chaleur des graisses est plus faible (Zahedi *et coll.*, 2016). D'un autre côté, Benaissa *et coll.* (2014) ont indiqué que la température minimale *post mortem* des muscles de dromadaire est plus basse chez les jeunes que chez les adultes.

Par ailleurs, ces mêmes auteurs ont montré que le type de muscle a un effet significatif sur la température *post mortem* de la viande. En effet, Ils ont observé que la température de *Rectus femoris* baisse rapidement et fortement en comparaison avec les autres muscles. Par contre, la baisse de température de SM est plus modérée. De la même façon, Zahedi *et coll.* (2016) ont rapporté que la température moyenne du *Biceps femoris* pendant les premières 24 h post-mortem est plus élevée que celle du *Longissimus thoracis*. D'un autre côté, ces mêmes auteurs ont souligné que la période de conservation a une influence significative sur la température musculaire.

D'autre part, à l'inverse des autres animaux de boucherie, s'agissant du dromadaire les données de la littérature traitant les autres facteurs influençant ce paramètre sont assez rares. Dans ce contexte, Nagle *et coll.* (2000) ont constaté que l'exposition du poulet à une température ambiante élevée de l'ordre de 30-35°C pendant 2,5 h avant l'abattage augmente significativement la température musculaire *post mortem*. De même, Rosenvold et Andersen (2003) ont enregistré que l'exercice physique juste avant l'abattage chez les porcins agit significativement sur le métabolisme musculaire qui persistera après l'abattage ce qui entraîne un ralentissement de la vitesse de chute de la température musculaire. En revanche, Bond et Warner (2007) ont souligné que l'exercice physique ante mortem chez les ovins n'a pas d'effet significatif sur la vitesse de chute de la température musculaire *post mortem*.

De leur part, Aaslyng et Gade (2001) ont suggéré que le temps de stabulation agit significativement sur la température musculaire des porcins. D'un autre côté, Ferguson et Warner (2008) ont montré que la stimulation électrique des bovins 15 min avant l'abattage n'a pas d'effet significatif sur la température musculaire mesurée à 1 h *post mortem*. D'une autre part, María *et coll.* (2003) ont rapporté que la durée de transport a une influence significative sur la température musculaire *post mortem* chez les bovins. Tandis que, Van de

water et coll. (2003) ont noté que les conditions de transport n'affectent pas significativement ce paramètre chez les veaux.

VII.2.3. La conductivité électrique

Benaissa et coll. (2014) ont enregistré que le type de muscle a un effet significatif sur la conductivité électrique des muscles de dromadaire. En effet, ces auteurs conclurent que ce paramètre est significativement plus élevé pour les muscles *Semitendinosus* et *Longissimus thoracis* que pour les muscles *Semimembranosus* et *Rectus femoris*. Egalement, les données disponibles dans la littérature concernant ce paramètre sont très rares et rarement abordées par les chercheurs dans le cas du dromadaire. En revanche, les études sur ce paramètre chez les autres espèces animales notamment les porcins sont assez nombreuses.

Dans ce contexte, Van de Perre et coll. (2010) ont rapporté que la saison affecte significativement la conductivité électrique du *Semimembranosus* mesurée à 24 h *post mortem*. Cependant, ces mêmes auteurs ont constaté que la saison n'a pas d'effet significatif sur la conductivité électrique des muscles du *Gracilis* et *Longissimus dorsi* mesurée à 24 h *post mortem* et le *Semimembranosus* et *Gracillis* mesurée à 35 h *post mortem*. D'un autre côté, Sieczkowska et coll. (2009) ont signalé que la race du porc a un effet significatif sur la conductivité électrique de la viande mesurée à 2 h *post mortem*. Alors que, ces mêmes auteurs ont déclaré que le poids de la carcasse n'a aucune influence significative sur ce paramètre à 2 h *post mortem*. De plus, Wasilewski et coll. (2008) ont souligné que le type d'alimentation n'affecte pas significativement la conductivité électrique du muscle *Longissimus dorsi* du porc.

VII.2.4. La capacité de rétention d'eau

Plusieurs auteurs ont rapporté que la capacité de rétention d'eau des muscles du dromadaire est significativement plus élevée en hiver qu'en été et en automne respectivement (Suliman et coll., 2014; 2016). De même, Arabi et coll. (2013) ont indiqué que ce paramètre est plus faible en été qu'en l'hiver et en automne respectivement. En effet, ces auteurs expliquent ce résultat par le fait que le dromadaire durant la saison sèche retire l'eau des muscles pour être stocké dans les graisses de sa bosse.

D'une autre part, Zahedi et coll. (2016) n'ont pas trouvé pour ce paramètre de différence significatif en fonction du sexe chez le dromadaire. Par ailleurs, plusieurs études antérieures ont indiqué que la capacité de rétention d'eau de LT chez les jeunes dromadaires est plus faibles que celle des autres tranches d'âge (Kadim et coll., 2006; 2009a; 2009b; 2016), ces

auteurs ont attribué ces différences aux variations de la teneur en matières grasses car l'augmentation du taux de graisse dans la viande induit une diminution de la capacité de rétention d'eau dans cette dernière en raison de l'augmentation du rapport humidité / protéine. De même, Arabi et coll. (2013) ont montré que les dromadaires âgés ont une capacité de rétention d'eau plus élevée que celle des jeunes animaux. Par contre, Benaïssa et coll. (2014) ont enregistré que l'âge de l'animal n'a pas d'effet significatif sur la capacité de rétention d'eau de la viande chez les dromadaires.

En outre, Kadim et coll. (2013) ont observé que les muscles *Infraspinatus* et *Semitendinosus* ont une capacité de rétention d'eau plus élevée que le *Triceps brachii*, *Longissimus thoracis*, *Semimembranosus* et *Biceps femoris*. Tandis que, Zahedi et coll. (2016) ont indiqué que la capacité de rétention d'eau du muscle *Longissimus thoracis* (LT) du dromadaire est plus élevée que celle du muscle *Biceps femoris* (BF). Par contre, Benaïssa et coll. (2014) ont rapporté que le type de muscle n'a pas d'effet significatif sur la capacité de rétention d'eau de la viande de dromadaire.

D'un autre côté, la période de stockage de la viande n'a pas d'effet significatif sur la capacité de rétention d'eau des muscles du dromadaire (Arabi et coll., 2013). Pareillement, d'autres auteurs ont souligné que la durée de stockage de LT chez le dromadaire n'affecte pas significativement la capacité de rétention d'eau de ce muscle (Kadim et coll., 2009a; Abdelhadi et coll., 2013). En revanche, Suliman et coll. (2014) ont constaté que le stockage de viande de dromadaire pendant 14 jours entraîne une diminution significative de la capacité de rétention d'eau de cette viande de l'ordre de 1,46% à 1 jour de 0,81% à 14 jours, respectivement.

Egalement, plusieurs auteurs ont rapporté une réduction significative de ce paramètre avec l'augmentation de la durée de stockage de la viande (Gheisari et coll., 2009; Suliman et coll., 2016). Cependant, Zahedi et coll., (2016) ont noté une augmentation significative de la capacité de rétention d'eau des muscles BF et LT du dromadaire avec l'augmentation de la durée de stockage de ces muscles. En effet, ils expliquent ce résultat par le fait que la dégradation des protéines, ainsi que l'augmentation de sa charge nette grâce à l'absorption des ions de potassium et la libération des ions de calcium entraîne une augmentation de la pression osmotique améliorant ainsi la capacité de rétention d'eau et le pH et ce avec le prolongement du temps *post mortem* (Melody et coll., 2004).

De plus, plusieurs auteurs ont montré que la capacité de rétention d'eau des LT des carcasses stimulées électriquement est significativement plus faible que les muscles des

carcasses non stimulées (Kadim et coll., 2009a; 2009b; 2009c). Enfin, Suliman et coll. (2013) ont indiqué que le traitement de LD du dromadaire par le chlorure de calcium a un effet négatif sur sa capacité de rétention d'eau.

VII.2.5. Les pertes à la réfrigération

Plusieurs auteurs ont rapporté que le sexe du dromadaire n'affecte pas significativement les pertes à la réfrigération de la viande (Gheisari et coll., 2009; Zahedi et coll., 2016). De même, Gheisari et coll. (2009) ont enregistré que les pertes à la réfrigération de la viande de dromadaire ne varient pas significativement entre les animaux jeunes et ceux adultes. Pareillement, les auteurs précédemment cités ont rapporté que le type de muscle de dromadaire n'a pas d'effet significatif sur le taux de perte à la réfrigération des muscles étudiés.

D'un autre côté, d'autres auteurs ont observé une augmentation significative des pertes à la réfrigération de la viande de dromadaire avec le prolongement de la durée de réfrigération (Abdelhadi et coll., 2013; Maqsood et coll., 2015). De leur part, Zahedi et coll. (2016) ont rapporté à ce sujet un résultat contradictoire. En effet, Maqsood et coll. (2015) ont attribué cette constatation à la dégradation des protéines musculaires causée par des mécanismes de détérioration et qui s'accroît avec la durée de conservation. En outre, Suliman et coll. (2013) ont indiqué que le traitement de la *Longissimus dorsi* par le chlorure de calcium a un effet significatif sur les pertes à la réfrigération de ce muscle.

VII.2.6. Les pertes à la cuisson

Suliman et coll. (2016) ont enregistré que les pertes à la cuisson des muscles de dromadaire sont significativement plus élevées en été qu'en hiver et en automne respectivement. Par contre, Suliman et coll. (2014) ont montré que la saison n'a pas d'effet significatif sur ce paramètre. Par ailleurs, Zahedi et coll. (2016) ont indiqué que le sexe de dromadaire n'affecte pas significativement les pertes à la cuisson des muscles *Longissimus thoracis* (LT) et *Biceps femoris*. Par ailleurs, plusieurs auteurs ont rapporté que les pertes à la cuisson de LT chez les jeunes dromadaires sont plus élevées que celles des dromadaires des autres tranches d'âges (Kadim et coll., 2006; 2009a; 2016), ces auteurs expliquent ces différences par la diminution de la capacité de liaison de la viande des animaux jeunes (moins mur) en raison de sa teneur plus élevée en humidité et son degré de marbrure plus faible. Par contre, Kadim et coll. (2009b) ont noté que l'âge de l'animal n'a pas d'effet significatif sur les pertes à la cuisson de LT chez le dromadaire.

D'un autre côté, Suliman et coll. (2011) ont rapporté que la race du dromadaire a un effet significatif sur les pertes à la cuisson du muscle *Biceps femoris* (BF) ou ils constatent qu'elles sont plus élevées chez la race Shoal que Wodoh. Tandis que, ces mêmes auteurs ont indiqué que les pertes à la cuisson du muscle *Longissimus thoracis* (LT) ne sont pas affectées par la race de l'animal.

En outre, Kadim et coll. (2013) ont noté que les pertes à la cuisson de la viande de dromadaire et plus précisément du muscle *Longissimus thoracis* sont plus élevées que celles de *Biceps femoris*, *Triceps brachii* et de *Semitendinosus* respectivement. Par contre, d'autres auteurs ont enregistré que les pertes à la cuisson du muscle *Longissimus thoracis* sont plus faibles que celles de *Biceps femoris* (Suliman et coll., 2011; Zahedi et coll., 2016).

Par ailleurs, Zahedi et coll. (2016) ont souligné que la durée de stockage des muscles LT et BF chez le dromadaire n'affecte pas significativement les pertes à la cuisson de ces muscles. Cependant, d'autres auteurs ont constaté que les pertes à la cuisson de la viande cameline augmentent significativement avec le prolongement de la durée de conservation (Suliman et coll., 2014; 2016). De même, Kadim et coll. (2009a) ont observé une élévation significative des pertes à la cuisson du muscle LT chez les dromadaires âgés de 7 à 9 ans, avec le prolongement du temps de conservation.

D'une autre part, des études antérieures ont indiqué que les pertes à la cuisson du muscle LT des carcasses de dromadaires stimulées sont significativement plus élevées que celles non stimulées (Kadim et coll., 2009a; 2009b; 2009c). En plus, le traitement du muscle LD du dromadaire par le chlorure de calcium n'affecte pas significativement les pertes à la cuisson de ce muscle (Suliman et coll., 2013).

VII.2.7. Les pertes à la décongélation

Les pertes à la décongélation de la viande de dromadaire sont très peu abordées dans la littérature, il existe très peu de publications sur cet aspect. En effet, Yu et coll. (2005) ont rapporté que la méthode de conservation a une influence significative sur les pertes à la congélation chez les poulets. Ces mêmes auteurs notent que la viande de poulet congelée avait des pertes de décongélation plus élevées que celles de poulets de chair froide. En outre, Kim et coll. (2012a) ont souligné qu'une température plus élevée à la décongélation entraîne des pertes excessives d'eau chez les canards.

Dans le même contexte, Ku et coll. (2014) ont comparé l'effet de quatre techniques de décongélation sur les pertes en eau de la viande porcine et concluent que la technique de

décongélation a une influence significative sur la quantité d'eau perdu. D'autre part, Molette et coll. (2006) ont rapporté que les pertes à la décongélation sont plus importantes dans le muscle pectoral de dinde exposé à une température de 40°C durant 6h *post mortem* en comparaison avec ceux conservé a une température de 4°C.

Objectifs de l'étude

Plusieurs facteurs peuvent influencer les paramètres sanguins des animaux, la qualité de leur carcasse et de leur viande. De nombreuses études ont examiné l'effet de la saison sur ces paramètres au cours du processus d'abattage des animaux de boucherie tels que les bovins, les ovins et les poules... Cependant, cet aspect est rarement abordé chez les camelins.

En effet, cette étude a pour objet d'évaluer l'effet de la saison et les conditions climatiques sur la variation des paramètres hématologiques et biochimiques sanguins, ainsi que sur certains paramètres qualitatifs des carcasses de dromadaires abattus à différents saisons (hiver, printemps et été).

I. Matériel et méthodes

I.1. Matériel

I.1.1. Monographie de la région

I.1.1.1. Zone d'étude

Cette étude a été conduite pendant la période allant de janvier 2015 - septembre 2015 à l'abattoir communal de la wilaya d'El-Oued au sud-est de l'Algérie. Cette zone est comprise entre les coordonnées 34° 22' 06" de l'altitude Nord et 6° 52' 03" de longitude Est. L'abattoir est mixte (camelins, bovins et ovins) et l'ensemble des procédures et des manipulations ainsi que le comportement des dromadaires ont été observés au cours de la plupart des étapes de l'abattage.

I.1.1.2. Données climatiques

La région est caractérisée par un climat de type aride, caractérisé par deux périodes: une longue période sèche et chaude en été qui s'étale du mois de mai au mois de septembre avec une température moyenne de 34 °C, et une courte période humide et froide en hiver du mois d'octobre au mois de février avec une température moyenne de 17 °C et une pluviométrie annuelle moyenne variant entre 80 et 100 mm.

I.1.2. Matériels biologiques

I.1.2.1. Animaux et conception expérimentale

L'étude a été menée sur trente dromadaires mâles durant trois différentes saisons (hiver, printemps et été, dix animaux par chaque saison), de la population sahraouie, cliniquement sains, d'un âge compris entre 5 et 7 ans et un poids vif moyen de $309,49 \pm 52,09$ kg. Les animaux proviennent du même élevage et soumis aux mêmes conditions de pré-abattage afin d'assurer l'homogénéité des échantillons. En effet, tous les animaux sont transportés à l'abattoir sur pieds après un parcours de 2 kilomètres d'une durée approximative d'une heure. A leurs arrivées à l'abattoir, les animaux sont laissés à jeun en stabulation pendant une durée de 10 à 12 heures en compagnie de bovins et d'ovins. L'abattage a lieu à 3 heures du matin. Les dromadaires sont abattus selon la méthode Hallal: saignée, égouttage, enlèvement de la tête et des pieds, dépouillement et éviscération.

I.1.2.2. Alimentation

Les animaux proviennent du même élevage donc soumis au même régime alimentaire, essentiellement basé sur des fourrages grossiers (foin et paille). Les animaux ont reçu également des aliments concentrés (orge concassée, son et déchets de dattes). A la ferme, les animaux sont enfermés dans un enclos et ne sortent que pour de courtes promenades par beau temps.

I.2. Méthodes

I.2.1. Paramètres météorologiques

La température ambiante quotidienne au moment de l'abattage a été mesurée par un thermomètre.

I.2.2. Paramètres de production

I.2.2.1. Mesure du poids sur pieds

L'estimation du poids vif des animaux a été réalisée à l'aide de la formule barymétrique de Boue (1949). En effet, des mensurations baryométriques concernant la hauteur au garrot (HG), la circonférence thoracique (CT) et la circonférence abdominale (CA) (exprimé en mètres) ont été réalisées pour chaque animal (figure 08). Les paramètres biométriques ont été mesurés à l'aide d'une toise pour la hauteur au garrot et d'un mètre à ruban pour la circonférence thoracique et la circonférence abdominale. Le calcul du poids vif (en kg) est déterminé par la formule suivante :

$$\text{Poids (kg)} = 53 \times \text{CT} \times \text{CA} \times \text{HG}$$

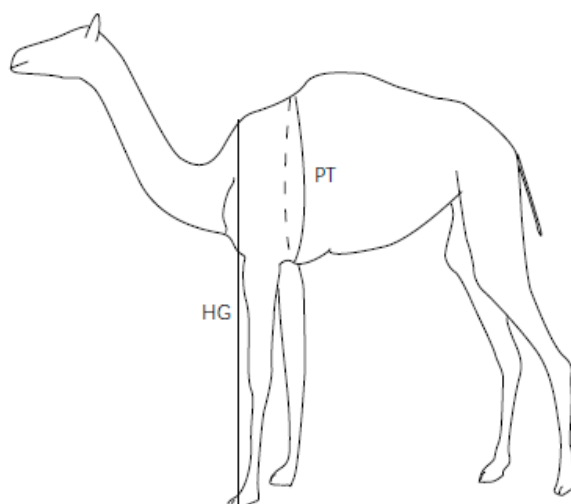


Figure 08. Mesure du poids vif par la formule barymétrique.

I.2.2.2. Mesure du poids de carcasse

Juste après la découpe, le poids de carcasse de chaque animal a été déterminé à l'aide d'une balance à aiguille.

I.2.3. Paramètres physiologiques

I.2.3.1. Mesure de la température rectale

La température rectale des animaux a été déterminée par un thermomètre digital. En effet, le thermomètre a été inséré doucement dans le rectum de l'animal jusqu'à l'obtention de la lecture.

I.2.3.2. Mesure de la fréquence cardiaque

Après contention, le rythme cardiaque par minute est mesuré par auscultation de la région du cœur à l'aide d'un stéthoscope.

I.2.3.3. Mesure de la fréquence respiratoire

La fréquence respiratoire a été déterminée visuellement par auscultation via la technique classique de comptage du nombre de mouvements abdominaux de la région du flanc par minute à l'aide d'un chronomètre.

I.2.4. Paramètres sanguins

I.2.4.1. Prélèvements sanguins

Afin de limiter les effets liés au stress, les prélèvements ont été réalisés au même moment, très tôt le matin, avant l'abatage. Après contention, les prélèvements ont été réalisés par ponction de la veine jugulaire à l'aide d'une seringue stérile de 10 ml avec aiguille montée. Ensuite, le sang récolté a été réparti dans deux tubes.

- Un tube éthylène diamine tétra acétique acide - di potassium (EDTA-K2) pour les analyses hématologiques.
- Un tube sec pour les analyses biochimiques.

Les prélèvements de sang destinés à des analyses biochimiques ont été centrifugés immédiatement au niveau de la ferme à 3000 tr/min, pendant 10 minutes. Ensuite, les échantillons obtenus ont été recueillis rapidement dans des tubes scellés, étiquetés et acheminés le jour même vers un laboratoire d'analyse médicale privé dans des bacs isothermes (+ 4 °C) pour que la chaîne de froid soit strictement respectée.

- Les échantillons de sang sur EDTA ont été conservés à 4 °C jusqu'au moment de l'analyse qui ne doit pas dépasser les 48 heures.
- Les échantillons de sérum ont été conservés à - 20 °C jusqu'à leurs analyses.

I.2.4.2. Analyses hématologiques

Les analyses hématologiques ont été réalisées au moyen d'un automate de type Orphée Mythic 18 Switzerland (figure 09). L'automate calcule et exprime la concentration de chaque paramètre. Les analyses ont porté sur 14 paramètres hématologiques (tableau 09).

Tableau 09. Liste des paramètres sanguins hématologiques analysés.

Paramètres hématologiques	Unités
Numération des globules rouges (GR)	$\times 10^6 \mu\text{l}$
Hémoglobine (Hb)	g/dl
Hématocrite (Hct)	%
Volume globulaire moyen (VGM)	fl
Concentration cellulaire moyenne en hémoglobine (CCMH)	g/l
Teneur globulaire moyenne en hémoglobine (TGMH)	pg
Indice de distribution des rouges (IDR)	%
Numération des globules blancs (GB)	$10^3 / \mu\text{l}$
Lymphocytes	$10^3 / \mu\text{l}$
Monocytes	$10^3 / \mu\text{l}$
Granulocytes	$10^3 / \mu\text{l}$
Lymphocytes	%
Monocytes	%
Granulocytes	%



Figure 09. Automate de type Orphée mythic 18.

I.2.4.2.1. Principe de base

L'automate Orphée Mythic 18 est un appareil de mesure d'impédance électrique. En effet, quand une cellule traverse l'ouverture d'un canal de comptage, il se crée une interférence électrique au sein du courant qui circule dans le sang. Le nombre de particules détectées dans un volume défini de fluide dilué représente la concentration de cette particule. Le degré d'interférence dépend du volume de la particule, cela permet de différencier l'ensemble des cellules sanguines.

Il existe deux canaux de comptage, la numération des globules rouges et des plaquettes s'effectue par le passage des cellules dans un même canal alors que la numération leucocytaire nécessite un autre canal, car la taille des leucocytes est différente de celle des érythrocytes. Le sang est dilué dans un tampon puis un certain volume de cette dilution est transféré à travers un orifice (80 μm de diamètre pour les globules blancs et 60 μm pour les globules rouges et les plaquettes) et placé entre deux électrodes. Les leucocytes sont comptés après la lyse des globules rouges par quelques gouttes de saponine. Dans un premier temps, le VGM, la numération des globules rouges et la numération plaquettaire sont déterminés dans le premier canal. Ensuite, la numération leucocytaire totale et le taux d'hémoglobine sont mesurés suite à la lyse cellulaire des leucocytes et des érythrocytes afin que les noyaux cellulaires soient considérés comme des particules.

I.2.4.3. Analyses biochimiques

Les analyses biochimiques ont été réalisées au moyen d'un automate de type LANDWIND, LW C100 plus, Shenzhen, China (figure 10). Le dosage des différents

métabolites étudiés a été déterminé par des kits commerciaux fournis par le fabricant. Les dosages portent sur 10 paramètres des métabolismes : énergétique, protéique, ainsi que des enzymes (tableau 10).

Tableau 10. Liste des paramètres sanguins biochimiques analysés.

Paramètres biochimiques	Unités
Glucose	mmol/ l
Triglycérides	mmol/ l
Cholestérol	mmol/ l
Urée	mmol/ l
Créatinine	$\mu\text{mol/ l}$
Créatinine kinase	IU/ l
Aspartate aminotransférase (ASAT)	IU/ l
Alanine aminotransférase (ALAT)	IU/ l
Phosphatase alcaline (PAL)	IU/ l
Lactate déshydrogénase (LDH)	IU/ l

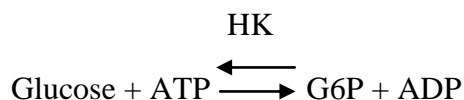


Figure 10. Automate de type LANDWIND, LW C100 plus.

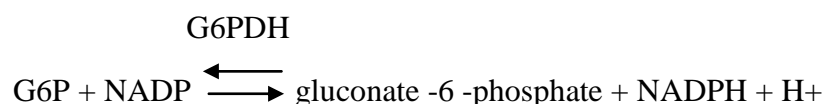
I.2.4.3.1. Principes des méthodes analytiques

I.2.4.3.1.1. Le glucose

La méthode utilisée est enzymatique à l'hexokinase (HK), le glucose est phosphorylé par l'adénosine triphosphate (ATP) au cours d'une réaction enzymatique catalysée par l'hexokinase (HK), et donne du glucose -6-phosphate (G6P) et de l'adénosine diphosphate (ADP) :



Dans un premier temps le glucose -6-phosphate est oxydé en gluconate -6-phosphate par le nicotinamide-adénine-dinucléotide-phosphate (NADP) en présence de l'enzyme glucose-6-phosphate-déhydrogenase (G6PDH). La quantité de nicotinamide-adénine-dinucléotidephosphate réduite (NADPH) qui prend naissance correspond à la quantité de glucose-6-phosphate et par conséquent à celle du glucose.



I.2.4.3.1.2. Les triglycérides

La méthode utilisée est enzymatique, colorimétrique. Les réactions mises en jeu sont:

Les triglycérides sont hydrolysés par la lipase afin de libérer les acides gras et le glycérol.

Triglycérides + H₂O (+ lipoprotéine lipase) → glycérol + acides gras,

Le glycérol est phosphorylé par l'adénosine triphosphate (ATP) et le glycérol kinase (GK) pour produire du glycérol -3 -phosphate et de l'adénosine diphosphate (ADP).

Glycérol + ATP (+ glycérol kinase) → glycérol -3 -phosphate + ADP,

Le glycérol-3-phosphate est oxydé en dihydroxyacétone phosphate (DAP) par le glycérol phosphatase oxydase (GPO) en produisant du peroxyde d'hydrogène (H₂O₂).

Glycérol -3 -phosphate + O₂ (+ GPO) → H₂O₂ + dihydroacétone phosphate,

Lors d'une réaction colorée catalysée par la peroxydase, le H₂O₂ réagit avec la 4 - aminoantipyrine (4-AAP) et le 4- chlorophénol (4 -CP) pour produire un colorant rouge.

H₂O₂ + 4 -AAP + p-chlorophénol (+ peroxydase) → Quinonéimine + H₂O.

L'absorbance de ce colorant est proportionnelle à la concentration en triglycérides dans l'échantillon, et se mesure à 500 nm.

I.2.4.3.1.3. Le cholestérol

La méthode utilisée est enzymatique, colorimétrique. Les réactions mises en jeu sont: L'hydrolyse des esters de cholestérol est effectuée à l'aide d'une enzyme, le cholestérol estérase. Ils sont décomposés en cholestérol et acides gras libres.

Cholestérol estérifié + H₂O (+ cholestérol estérase) → cholestérol + acides gras,

Le cholestérol libre, y compris celui initialement présent, est ensuite oxydé par l'intermédiaire du cholestérol oxydase pour former du cholest-4-en-3-one et du peroxyde d'hydrogène.

Cholestérol + O₂ (+ cholestérol oxydase) → cholest-4-en-3-one + H₂O₂,

Le peroxyde d'hydrogène se combine avec de l'acide hydroxybenzoïque (HBA) et de la 4 - aminoantipyrine pour former un chromophore (quinone-imine), quantifié à 500 nm.

2H₂O₂ + phénol + 4 -AAP (+ peroxydase) → quinonémie + 4H₂O.

I.2.4.3.1.4. L'urée

La concentration sanguine en urée est fréquemment appelée concentration en « Blood Urea Nitrogen » (BUN), ce qui correspond à la concentration en azote uréique. L'urée étant une molécule qui traverse facilement les membranes, sa concentration intra et extracellulaire sanguine est similaire. D'où l'égalité suivante : [UN] sérique = [UN] sanguine = [UN] plasmatique. La méthode est enzymatique et UV cinétique. La réaction chimique est telle que :

L'urée de l'échantillon est hydrolysée par l'uréase en ammoniacque et en dioxyde de carbone

Urée + 2H₂O (+ uréase) → 2NH₄⁺ + CO₂

La seconde réaction, catalysée par le glutamate déshydrogénase (GLDH), convertit l'ammoniacque et l'acétoglutarate en glutamate et en eau avec oxydation simultanée de la nicotinamide-adéninedinucléotide réduite (NADH) en nicotinamide-adénine-dinucléotide (NAD).

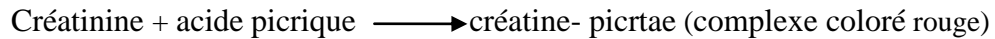
NH₄⁺ + alfa-cétoglutarate + NADH (+ GLDH) → L-glutamate + NAD⁺ + H₂O.

Deux moles de NADH sont oxydées pour chaque mole d'urée présente. La décroissance initiale de la densité optique à 340 nm est proportionnelle à la concentration en urée dans l'échantillon.

I.2.4.3.1.5. La créatinine

La méthode utilisée est la méthode cinétique appliquée à la réaction de Jaffe. Le principe est basé sur la mesure de la formation d'un complexe coloré entre la créatinine et l'acide picrique en milieu alcalin.

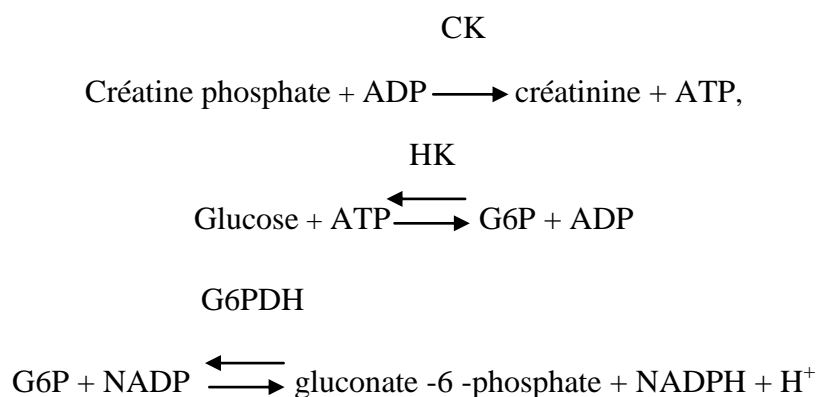
Milieu alcalin



La vitesse de formation de ce complexe est proportionnelle à la concentration de créatinine présente dans l'échantillon, et se mesure à 520 nm (Delatour et coll., 2011). Cette technique a l'avantage d'être automatisable. Par ailleurs, au cours de la méthode cinétique, les effets des substances interférentes sont réduits ce qui rend cette méthode plus sensible et plus précise.

I.2.4.3.1.6. La créatinine kinase

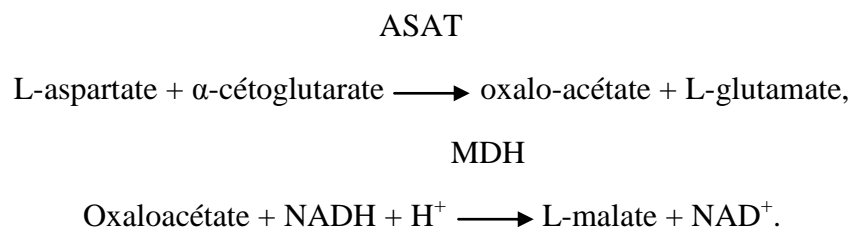
La méthode utilisée est enzymatique, colorimétrique. Les réactions mises en jeu sont :



L'absorbance est proportionnelle à la concentration en créatinine kinase de l'échantillon et se mesure à 37 °C à 340 nm.

I.2.4.3.1.7. L'ASAT

La détermination de l'activité de l'ASAT par la méthode cinétique se fait selon les réactions suivantes :



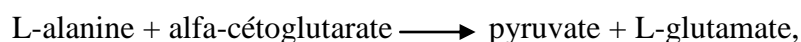
Le taux de diminution de la concentration en NADH est directement proportionnel à l'activité de l'ASAT. La réaction est réalisée à 37 °C et à une longueur d'onde de 340 nm.

I.2.4.3.1.8. L'ALAT

La détermination de l'activité de l'ALAT par la méthode cinétique se fait selon les réactions suivantes:

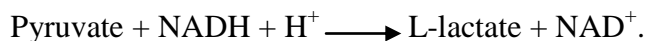
La transamination de l'alanine en pyruvate est réalisée en présence de l'alanine aminotransférase (ALAT).

ALAT



Le pyruvate obtenu est réduit en lactate en présence du coenzyme NADH'H⁺ et du lactate déshydrogénase (LDH).

LDH



La cinétique de cette dernière réaction permet de déterminer la concentration de l'alanine aminotransférase (ALAT). L'absorbance de la réaction est déterminé à 37 °C et à une longueur d'onde de 340 nm.

I.2.4.3.1.9. La phosphatase alcaline

La détermination de l'activité de PAL par la méthode cinétique se fait selon les réactions suivantes:

La phosphatase alcaline hydrolyse la p-NPP dans un tampon à ions métalliques et forme le p-nitophénol et phosphate.

PAL



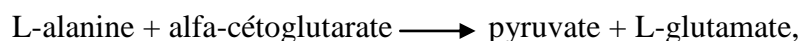
L'absorbance de la réaction est déterminé à 37 °C et à une longueur d'onde de 410 nm.

I.2.4.3.1.10. La lactate déshydrogénase

La détermination de l'activité de LDH par la méthode cinétique se fait selon les réactions suivantes:

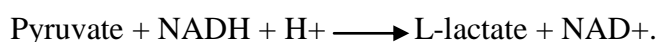
La transamination de l'alanine en pyruvate est réalisée en présence de l'alanine aminotransférase (ALAT).

ALAT



Le pyruvate obtenu est réduit en lactate en présence du coenzyme NADH'H⁺ et du lactate déshydrogénase (LDH).

LDH



La cinétique de cette dernière réaction permet de déterminer la concentration de lactate déshydrogénase (LDH). L'absorbance de la réaction est déterminé à 37 °C et à une longueur d'onde de 340 nm.

I.2.5. Paramètres de qualité de la viande

I.2.5.1. Prélèvements des échantillons

Immédiatement après l'abattage, des échantillons de muscles ont été prélevés dans le *Longissimus thoracis* entre la 11^{ème} et 13^{ème} côte du côté droit et du côté gauche de chaque carcasse. Les échantillons ont été identifiés et emballés dans des sachets en polyéthylène. Ensuite, les échantillons ont été transférés au laboratoire dans un bac isotherme ou ils ont été restaurés à un régime thermique de 4 °C pendant 48 heures (moment de l'installation du pH ultime) pour effectuer les mesures caractérisant la qualité technologique de la viande de dromadaire.

Les échantillons prélevés ont servi à la détermination des caractéristiques métaboliques du muscle à savoir le pH, la température, la conductivité électrique, et la capacité de rétention d'eau. Ces paramètres sont étudiés en cinétique aux temps suivants: 90 minutes, 24 heures et 48 heures *post mortem* sauf pour la mesure de la capacité de rétention d'eau. A chaque temps de prélèvement et pour tous les paramètres, les mesures ont été faites trois fois. A 48 heures *post mortem* les échantillons ont été découpés à l'aide d'un couteau à lame en trois petits blocs carrés qui ont servi à la détermination de la capacité de rétention d'eau.

I.2.5.2. Paramètres métaboliques *post mortem*

I.2.5.2.1. Mesure du pH et de la température musculaire

Le pH et la température intramusculaire ont été déterminés à l'aide d'un pH- mètre portatif de type HI 99 163 (HANNA instruments, Roumanie), munie d'une électrode en verre à pénétration pour la viande (figure 11). Avant chaque mesure le pH-mètre a été préalablement étalonné avec deux solutions tampons de pH 7 et 4. La température intramusculaire est exprimée en °C.



Figure 11. Mesure du pH et de la température intramusculaire.

I.2.5.2.2. Mesure de la conductivité électrique

La conductivité électrique a été déterminée à l'aide d'un conductimètre de type EC 215 (HANNA instruments), munie d'une électrode à quatre anneaux HI 76 303 (figure 12). Le conductimètre a été étalonné avec une solution prête à l'emploi constituée de chlorure de potassium à 0,01 mol/l de conductivité électrique connue à la température de référence de 25 °C. La conductivité électrique est directement lue et exprimée en Mili Siemens par centimètre (mS/cm).



Figure 12. Mesure de la conductivité électrique.

I.2.5.2.3. Mesure des pertes en eau

Les pertes en eau sont évaluées à partir de trois paramètres à savoir; les pertes à la réfrigération, les pertes à la cuisson et les pertes à la décongélation. La 1^{ère} pesée pour la détermination des pertes en eau doit être effectuée au moment de l'installation du pH ultime c'est-à-dire à 48 heures *post mortem* chez le dromadaire.

I.2.5.2.3.1. Mesure des pertes à la réfrigération

Les pertes à la réfrigération ont été déterminées selon la méthode de Honikel (1998). En effet, à 48 heures *post mortem*, les muscles sont pesés, ensuite ils sont introduits dans un sachet plastique, puis placés dans des barquettes contenant un papier absorbant, recouverts d'un film et conservés à 4 °C pendant 48 heures jusqu'à la prochaine pesée (96 heures) (figure 13). Les pertes en eau sont exprimées en pourcentage du poids initial (à 48 heures *post mortem*) du muscle.

$$\% \text{ pertes à la réfrigération} = \frac{[(\text{poids à 48 h } \textit{post mortem} - \text{poids à 96 h } \textit{post mortem}) / \text{poids à 48 h } \textit{post mortem.}] \times 100.$$



Figure 13. Mesure des pertes à la réfrigération.

I.2.5.2.3.2. Mesure des pertes à la cuisson

Les pertes à la cuisson ont été déterminées selon la méthode de Honikel (1998) avec minime modification rapporté par Kadim et *coll.* (2016). A 48 heures *post mortem*, les échantillons sont pesés et mis dans des sacs de cuisson en polyéthylène (figure 14). Ensuite, ils sont cuits pendant une heure et demi dans un bain-marie thermostaté à 70 ° C (figure 15). Puis, les échantillons sont retirés et refroidis sous une eau courante (à température ambiante)

pendant 30 à 45 minutes.

Les sacs en plastique sont vidés et les tranches de viande sont essuyées avec du papier essuie-tout et pesées à nouveau (figure 16 et 17). La différence entre le poids cru et cuit permet de déterminer les pertes d'eau à la cuisson, ces dernières sont exprimées en pourcentage du poids de la tranche cru.

$$\% \text{ Pertes à la cuisson} = [(\text{poids avant la cuisson à 48 h post mortem} - \text{poids après la cuisson}) / \text{poids avant la cuisson à 48 h post mortem}] \times 100.$$



Figure 14. Mesure du poids initial.



Figure 15. Cuisson des échantillons.



Figure 16. Séchage des échantillons.



Figure 17. Mesure du poids final.

I.2.5.2.3.3. Mesure des pertes à la décongélation

Pour mesurer les pertes en eau à la décongélation, à 48 heures *post mortem*, les muscles ont été immergés dans de l'éthanol liquide et refroidissent à - 18 °C pendant 12 heures puis conservés à - 20 °C pendant 36 heures (figure 18). Les muscles congelés ont été pesés après la congélation puis ils ont été décongelés à + 4 °C pendant 12 heures, essuyés et repesés de nouveau. Les pertes en eau sont exprimées en pourcentage du poids initial des muscles congelés (El Rammouz et *coll.*, 2004).

$$\% \text{ pertes à la décongélation} = [(\text{poids avant la congélation à 48 h } \textit{post mortem} - \text{poids après la décongélation à 96 h } \textit{post mortem}) / \text{poids avant la congélation à 48 h } \textit{post mortem}] \times 100.$$



Figure 18. Congélation des échantillons dans l'éthanol.

I.2.6. Analyse statistique

Les résultats ont été évalués statistiquement à l'aide du logiciel SPSS (Version 16). Pour les analyses statistiques,

- L'analyse de la variance (ANOVA) a été utilisée pour déterminer l'effet de la saison sur les différents paramètres étudiés.
- Le test t-de student ou le test U de Mann-Whitney ont été utilisés pour déterminer les différences entre les moyennes des paramètres étudiées entre deux saisons.
- Les différences ont été considérées comme significatives lorsque les valeurs de *p* sont inférieures à 0,05 pour les différents tests.
- Les corrélations entre les différents paramètres étudiés ont été évaluées par le test de signification des coefficients de corrélations de Pearson.

- Les corrélations ont été considérées comme significatives lorsque les valeurs de p sont inférieures à 0,05.
- Les résultats sont présentés sous forme de moyennes et d'écart types, chaque valeur correspond à la moyenne du paramètre évalué pour les animaux abattus durant la même saison.

II. Résultats

II.1. Paramètres météorologiques

Les fluctuations de la température ambiante au cours de notre expérimentation sont indiquées dans le tableau 11 qui indique des températures variant entre 16,80 °C et 33,50 °C. En outre, la température d'abattage varie significativement en fonction de la saison. En effet, la température la plus élevée a été enregistré pendant l'été, tandis que la plus basse a été notée en hiver.

Tableau 11. Variations de la température ambiante en fonction de la saison.

	Saisons			Moyenne	Effet de saison (valeur de <i>p</i>)
	Hiver	Printemps	Eté		
Température ambiante (°C)	16,80 ^a ±1,31	22,20 ^b ±6,74	33,50 ^c ±1,95	24,16±8,12	0,000

^{a, b, c} les moyennes avec des lettres différentes signifient qu'elles diffèrent significativement $p < 0,05$.

II.2. Paramètres de production

Les différents paramètres de production étudiés en fonction de la saison, durant la période de notre étude, sont représentés dans le tableau 12. Les résultats montrent que le poids vif et le poids des carcasses des animaux n'ont pas montré de variations significatives en fonction de la saison.

Tableau 12. Variations des paramètres de production en fonction de la saison.

	Saisons			Moyenne	Effet de saison (valeur de <i>p</i>)
	Hiver	Printemps	Eté		
Poids vif (kg)	289,18±30,83	332,65±49,60	306,63±65,31	309,49±52,08	0,174
Poids de carcasse (kg)	214,30±42,00	255,00±55,37	226,50±49,89	231,93±50,72	0,187

II.3. Paramètres physiologiques

II.3.1. Variations des paramètres physiologiques

Les variations des paramètres physiologiques, en fonction de la saison, sont représentées dans le tableau 13. Les résultats obtenus indiquent que la saison a eu un effet significatif sur la température rectale. Cette dernière est significativement plus élevée en été et au printemps. Cependant, les fréquences cardiaque et respiratoire n'ont montré aucune variation saisonnière significative.

Tableau 13. Variations des paramètres physiologiques en fonction de la saison.

	Saisons			Moyenne	Effet de saison (valeur de p)
	Hiver	Printemps	Été		
Température rectale (°C)	36,75 ^a ±0,65	37,34 ^b ±0,50	37,50 ^b ±0,79	37,19±0,71	0,042
Fréquence cardiaque (battements / min)	43,60±10,51	44,90±10,90	37,60±7,36	42,03±9,92	0,220
Fréquence respiratoire (mouvements / min)	9,70±2,11	12,30±3,88	12,40±4,71	11,46±3,82	0,205

II.3.2. Corrélations entre les paramètres physiologiques étudiés

Les corrélations entre les différents paramètres physiologiques étudiés sont représentées dans le tableau 14. Les résultats de la présente étude ont permis de mettre en évidence les corrélations significatives suivantes :

- une corrélation positive et significative entre la température ambiante et la température rectale ($r = 0,490$; $p < 0,01$).
- une corrélation positive et significative entre la température rectale et la fréquence respiratoire ($r = 0,530$; $p < 0,01$).

Tableau 14. Corrélations entre les différents paramètres physiologiques étudiés.

	Température rectale	Fréquence cardiaque	Fréquence respiratoire
Température ambiante	0,490**	- 0,242	0,194
Température rectale		0,311	0,530**
Fréquence cardiaque			0,147

* : corrélation significative à $p < 0,05$, ** : corrélation significative à $p < 0,01$.

II.4. Paramètres sanguins

II.4.1. Paramètres hématologiques

II.4.1.1. Les paramètres érythrocytaires

II.4.1.1.1. Variations des paramètres érythrocytaires

Les variations des paramètres érythrocytaires en fonction de la saison sont représentées dans le tableau 15. Les résultats obtenus, indiquent que la numération des globules rouges, la concentration en hémoglobine, le volume globulaire moyen et la concentration cellulaire moyenne en hémoglobine sont influencés par la saison. En effet, la numération des globules rouges et la concentration en hémoglobine sont plus élevées en hiver qu'en été.

Cependant, les valeurs les plus élevées du volume globulaire moyen et les valeurs les plus basses de la concentration cellulaire moyenne en hémoglobine sont enregistrées en été. D'autre part, Aucun effet significatif ($p > 0,05$) de la saison sur l'hématocrite, la teneur globulaire moyenne en hémoglobine et l'indice de distribution des rouges, n'a été observé dans notre étude.

Tableau 15. Variations des paramètres érythrocytaires en fonction de la saison.

	Saisons			Moyenne	Effet de saison (valeur de <i>p</i>)
	Hiver	Printemps	Été		
GR ($\times 10^6 \mu\text{l}$)	9,10 ^a \pm 1,65	8,53 ^a \pm 1,10	7,31 ^{ab} \pm 1,74	8,31 \pm 1,65	0,042
Hb (g/dl)	13,33 ^a \pm 2,44	12,82 ^a \pm 1,45	10,84 ^{ab} \pm 2,66	12,33 \pm 2,44	0,047
Hct (%)	29,22 \pm 4,89	27,77 \pm 3,57	26,25 \pm 6,06	27,74 \pm 4,93	0,419
VGM (fl)	32,20 ^a \pm 1,27	32,60 ^a \pm 2,51	35,91 ^b \pm 1,22	33,57 \pm 2,40	0,000
CCMH (g/l)	45,61 ^a \pm 2,45	46,46 ^a \pm 4,10	41,25 ^b \pm 1,42	44,44 \pm 3,62	0,001
TGMH (pg)	14,86 \pm 0,60	15,09 \pm 0,86	14,80 \pm 0,32	14,85 \pm 0,63	0,350
IDR (%)	16,40 \pm 1,19	16,11 \pm 1,65	16,74 \pm 2,49	16,41 \pm 1,81	0,752

II.4.1.1.2. Corrélations entre les paramètres érythrocytaires étudiés

Le tableau 16 montre les corrélations entre les différents paramètres érythrocytaires étudiés. En effet, dans notre étude les corrélations suivantes sont mises en évidence :

- des corrélations positives et significatives entre la numération des globules rouges et le taux d'hémoglobine et l'hématocrite avec des coefficients de corrélations de l'ordre de ($r = 0,978$, $0,934$; $p < 0,01$ respectivement). Cependant, la numération des globules rouges présente une corrélation négative et significative ($r = -0,486$; $p < 0,01$) avec le volume globulaire moyen.
- des corrélations positives et significatives entre le taux d'hémoglobine et l'hématocrite ($r = 0,924$; $p < 0,01$) ainsi que la concentration cellulaire moyenne en hémoglobine ($r = 0,418$; $p < 0,05$). Par contre le taux d'hémoglobine est en corrélation négative et significative avec le volume globulaire moyen ($r = -0,465$; $p < 0,01$).
- une corrélation négative et significative entre le volume globulaire moyen et la concentration cellulaire moyenne en hémoglobine ($r = -0,842$; $p < 0,01$). Au contraire, le volume globulaire moyen présente une corrélation positive et significative ($r = 0,446$; $p < 0,05$) avec l'indice de distribution des rouges.
- une corrélation positive et significative entre la concentration cellulaire moyenne en hémoglobine et la teneur globulaire moyenne en hémoglobine ($r = 0,489$; $p < 0,01$). En

revanche, la concentration cellulaire moyenne en hémoglobine montre une corrélation négative et significative avec l'indice de distribution des rouges ($r = -0,545$; $p < 0,01$).

Tableau 16. Corrélations entre les différents paramètres érythrocytaires étudiés.

	Hb	Hct	VGM	CCMH	TGMH	IDR
GR	0,978**	0,934**	-0,486**	0,328	-0,159	0,035
Hb		0,924**	-0,465**	0,418*	0,046	-0,028
Hct			-0,152	0,049	-0,131	0,187
VGM				-0,842**	0,052	0,446*
CCMH					0,489**	-0,545**
TGMH						-0,321

* : corrélation significative à $p < 0,05$, ** : corrélation significative à $p < 0,01$.

II.4.1.2. Les paramètres leucocytaires

II.4.1.2.1. Variations des paramètres leucocytaires

Les variations des paramètres leucocytaires en fonction de la saison sont illustrées dans le tableau 17. Les résultats de la présente étude, indiquent que la numération des globules blancs et des granulocytes est significativement plus élevée en hiver, comparée au printemps ou à l'été. En revanche, tous les autres paramètres leucocytaires n'ont pas montré de variations significatives en fonction de la saison.

Tableau 17. Variations des paramètres leucocytaires en fonction de la saison.

	Saisons			Moyenne	Effet de saison (valeur de <i>p</i>)
	Hiver	Printemps	Été		
GB ($\times 10^3/\mu\text{l}$)	20,96 ^a ±6,34	13,47 ^b ±2,22	16,65 ^{ab} ±4,87	17,02±5,58	0,006
Lymphocytes ($\times 10^3/\mu\text{l}$)	4,78±6,55	2,39±0,70	3,76±2,26	3,64±4,00	0,423
Monocytes ($\times 10^3/\mu\text{l}$)	3,62±2,04	2,62±1,25	2,95±1,84	3,06±1,73	0,438
Granulocytes ($\times 10^3/\mu\text{l}$)	12,56 ^a ±2,76	8,47 ^b ±2,08	9,97 ^b ±2,12	10,33±2,84	0,002
Lymphocytes (%)	19,30±17,13	18,09±5,15	21,80±8,86	19,73±11,23	0,766
Monocytes (%)	17,89±9,40	19,20±7,61	16,51±6,91	17,86±7,84	0,759
Granulocytes (%)	62,80±15,46	62,69±9,42	61,70±11,48	62,39±11,95	0,976

II.4.1.2.2. Corrélations entre les paramètres leucocytaires étudiés

Les corrélations entre les différents paramètres leucocytaires étudiés sont présentées dans le tableau 18. En effet, les résultats de notre étude ont permis de constater les corrélations suivantes :

- des corrélations positives et significatives entre la numération des globules blancs et la numération de lymphocytes, la numération de monocytes, la numération de granulocytes, et le pourcentage de lymphocytes avec des coefficients de corrélations de l'ordre de ($r = 0,767$; $0,479$; $0,589$ et $0,466$; $p < 0,01$, respectivement). En revanche, la numération des globules blancs montre une corrélation négative et significative ($r = - 0,464$; $p < 0,01$) avec le pourcentage de granulocytes.
- une corrélation positive et significative entre la numération et le pourcentage de lymphocytes ($r = 0,889$; $p < 0,01$). Par contre la numération de lymphocytes est en corrélation négative et significative avec le pourcentage de granulocytes ($r = - 0,710$; $p < 0,01$)
- une corrélation positive et significative entre la numération et le pourcentage de monocytes ($r = 0,857$; $p < 0,01$). Par contre, la numération de monocytes présente une corrélation négative et significative ($r = - 0,509$; $p < 0,01$) avec le pourcentage de granulocytes.

- une corrélation positive et significative entre la numération et le pourcentage de granulocytes et la teneur globulaire moyenne en hémoglobine ($r = 0,399$; $p < 0,05$).
- des corrélations négatives et significatives entre le pourcentage de granulocytes et le pourcentage de lymphocytes ($r = - 0,774$; $p < 0,01$) et le pourcentage de monocytes ($r = - 0,415$; $p < 0,05$).

Tableau 18. Corrélations entre les différents paramètres leucocytaires étudiés.

	Numération de lymphocytes	Numération de monocytes	Numération de granulocytes	Pourcentage de lymphocytes	Pourcentage de monocytes	Pourcentage de granulocytes
GB	0,767**	0,479**	0,589**	0,466**	0,039	-0,464**
Numération de lymphocytes		0,106	0,031	0,889**	-0,193	-0,710**
Numération de monocytes			0,181	-0,056	0,857**	-0,509**
Numération granulocytes				-0,303	-0,173	0,399*
Pourcentage de lymphocytes					-0,255	-0,774**
Pourcentage de monocytes						-0,415*

* : corrélation significative à $p < 0,05$, ** : corrélation significative à $p < 0,01$.

II.4.2. Paramètres biochimiques

II.4.2.1. Les paramètres du métabolisme énergétique

II.4.2.1.1. Variations des paramètres du métabolisme énergétique

Les variations des concentrations sériques des paramètres du métabolisme énergétique au cours des différentes saisons sont indiquées dans le tableau 19. D'après nos résultats la saison n'a aucune influence significative sur les différents paramètres du métabolisme énergétique analysés.

Tableau 19. Variations des paramètres du métabolisme énergétique en fonction de la saison.

	Saisons			Moyenne	Effet de saison (valeur de <i>p</i>)
	Hiver	Printemps	Été		
Glycémie (mmol/l)	6,90±1,48	6,38±0,87	6,26±0,26	6,51±1,01	0,341
Triglycéridémie (mmol/l)	0,23±0,18	0,17±0,03	0,17±0,03	0,19±0,10	0,358
Cholestérolémie (mmol/l)	0,86±0,41	0,80±0,11	0,91±0,05	0,86±0,24	0,636

II.4.2.2. Les paramètres du métabolisme protéique

II.4.2.2.1. Variations des paramètres du métabolisme protéique

Les concentrations sériques des paramètres du métabolisme protéique au cours des différentes saisons sont représentées dans le tableau 20. Les résultats obtenus, indiquent que l'urémie est significativement influencée par la saison. En effet, les taux sériques d'urée sont plus élevés en été. Cependant, la créatininémie n'a pas montré de variation significative en fonction de la saison.

Tableau 20. Variations des paramètres du métabolisme protéique en fonction de la saison.

	Saisons			Moyenne	Effet de saison (valeur de <i>p</i>)
	Hiver	Printemps	Eté		
Urémie (mmol/l)	10,20 ^a ±3,03	11,73 ^a ±1,93	15,34 ^b ±0,69	12,43±2,99	0,000
Créatinémie (μmol/l)	167,34±43,77	182,63±4,12	181,83±7,27	177,27±25,83	0,341

II.4.2.3. Les paramètres de l'activité enzymatique

II.4.2.3.1. Variations des paramètres de l'activité enzymatique

Les concentrations sériques des paramètres de l'activité enzymatique obtenue durant les différentes saisons sont indiquées dans le tableau 21. Les résultats de la présente étude montrent que les concentrations de la créatine kinase, l'ALAT et LDH ont varié significativement en fonction de la saison.

En effet, les taux sériques de la créatine kinase et de l'ALAT paraissent plus élevés durant l'été. Alors que le taux de LDH, semble plus élevé en hiver. D'un autre côté, les concentrations de l'ASAT et de PAL n'ont montré aucune variation saisonnière significative.

Tableau 21. Variations des paramètres de l'activité enzymatique en fonction de la saison.

	Saisons			Moyenne	Effet de saison (valeur de <i>p</i>)
	Hiver	Printemps	Eté		
Créatine kinase (IU/l)	211,26 ^a ±144,84	278,84 ^a ±82,09	386,46 ^b ±12,39	292,19±118,46	0,001
ASAT (IU/l)	130,30±45,64	98,30±28,76	105,70±13,97	111,43±34,02	0,085
ALAT (IU/l)	10,20 ^a ±6,28	24,60 ^b ±10,57	48,70 ^c ±7,43	27,83±18,03	0,000
PAL (IU/l)	98,22±41,06	120,21±33,14	106,55±4,30	108,33±30,90	0,284
LDH (IU/l)	1255,3 ^a ±588,51	863,97 ^b ±314,10	667,14 ^b ±35,11	928,81±447,56	0,007

II.4.2.4. Corrélations entre les paramètres sanguins biochimiques étudiés

Le tableau 22 montre les corrélations entre les différents paramètres sanguins biochimiques analysés. En effet, nos résultats ont permis de remarquer les corrélations suivantes :

- des corrélations négatives et significatives entre la glycémie, la cholestérolémie et la créatine kinase avec des coefficients de corrélations de l'ordre de ($r = -0,365$; $-0,398$; $p < 0,05$ respectivement). Egalement, la glycémie présente une corrélation négative et significative avec la phosphatase alcaline ($r = -0,574$; $p < 0,01$).
- une corrélation positive et significative entre la triglycéridémie et la cholestérolémie ($r = -0,673$; $p < 0,01$).
- des corrélations positives et significatives entre la cholestérolémie et la phosphatase alcaline ($r = 0,513$; $p < 0,01$) et la lactate déshydrogénase ($r = 0,409$; $p < 0,05$).
- des corrélations positives et significatives entre l'urémie et la créatine kinase ($r = 0,585$; $p < 0,01$) et aussi l'aspartate aminotransférase ($r = 0,687$; $p < 0,01$). Cependant, l'urémie montre une corrélation négative et significative ($r = -0,448$; $p < 0,05$) avec la lactate déshydrogénase.
- des corrélations positives et significatives entre la créatinémie et la créatine kinase ($r = 0,371$; $p < 0,05$) et le l'aspartate aminotransférase ($r = 0,363$; $p < 0,05$).
- une corrélation positive et significative entre la créatine kinase et l'alanine aminotransférase ($r = 0,638$; $p < 0,01$).
- des corrélations positives et significatives entre la lactate déshydrogénase et l'aspartate aminotransférase ($r = 0,482$; $p < 0,01$) et la phosphatase alcaline ($r = 0,509$; $p < 0,01$). En revanche, la lactate déshydrogénase est en corrélation négative et significative ($r = -0,460$; $p < 0,05$) avec l'alaline aminotransférase.

Tableau 22. Corrélations entre les différents paramètres sanguins biochimiques étudiés.

	Triglycéridémie	Cholestérolémie	Urémie	Créatinémie	CK	ASAT	ALAT	PAL	LDH
Glycémie	-0,107	-0,365*	-0,260	0,065	-0,398*	0,275	-0,255	-0,574**	-0,262
Triglycéridémie		0,673**	-0,137	-0,164	0,083	0,313	-0,153	0,239	0,215
Cholestérolémie			0,126	0,031	0,331	0,198	0,107	0,513**	0,409*
Urémie				0,140	0,585**	-0,208	0,687**	-0,087	-0,448*
Créatinémie					0,371*	0,363*	0,179	-0,105	-0,012
CK						-0,218	0,638**	0,056	-0,219
ASAT							-0,243	0,075	0,482**
ALAT								-0,003	-0,460*
PAL									0,509**

* : corrélation significative à $p < 0,05$, ** : corrélation significative à $p < 0,01$.

II.5. Paramètres de qualité de la viande

II.5.1. Variations des paramètres de qualité de la viande

II.5.1.1. Le pH

La variation du pH musculaire au cours des différents temps *post mortem* en fonction de la saison sont illustrées dans le tableau 23. En effet, les résultats obtenus ont permis de constater que la saison n'a aucun effet significatif sur la variation du pH musculaire au cours des différents temps *post mortem*.

Tableau 23. Variations du pH musculaire en fonction de la saison.

	Saisons			Moyenne	Effet de saison (valeur de <i>p</i>)
	Hiver	Printemps	Été		
pH musculaire 90 min	6,95±0,24	6,83± 0,26	6,93±0,15	6,91± 0,22	0,427
pH musculaire 24 h	6,20±0,26	6,05±0,20	6,02±0,14	6,09±0,21	0,119
pH _μ musculaire 48 _h	6,04±0,28	5,83± 0,19	5,87±0,17	5,91± 0,23	0,110

II.5.1.2. La température musculaire

Le tableau 24 montre les variations saisonnières de la température musculaire au cours des différents temps *post mortem*. Nos résultats indiquent que la température musculaire à différents temps *post mortem* est influencée par la saison. En effet, les valeurs enregistrées de la température musculaire sont significativement plus élevées en été.

Tableau 24. Variations de la température musculaire en fonction de la saison.

	Saisons			Moyenne	Effet de saison (valeur de <i>p</i>)
	Hiver	Printemps	Été		
Température musculaire 90 min (°C)	17,71 ^a ±2,16	23,81 ^b ± 4,78	31,07 ^c ±1,24	24,19±6,31	0,000
Température musculaire 24 h (°C)	11,67 ^a ±1,25	11,59 ^a ±2,79	14,29 ^b ±2,57	12,51±2,57	0,022
Température musculaire 48 h (°C)	11,00 ^a ±1,99	12,16 ^a ± 2,22	14,57 ^b ±2,06	12,57±2,52	0,003

II.5.1.3. La conductivité électrique

L'influence de la saison sur les variations de la conductivité électrique au cours des différents temps *post mortem* est représentée dans le tableau 25. Les résultats obtenus, indiquent que seul la conductivité électrique mesurée à 48 h *post mortem* a présentée une variation significative en fonction de la saison. En effet, elle est plus élevée en été qu'en hiver ou au printemps. En revanche, les variations observées de la conductivité électrique mesurée à 90 min et 24 h *post mortem* ne sont pas statistiquement significatives.

Tableau 25. Variations de la conductivité électrique en fonction de la saison.

	Saisons			Moyenne	Effet de saison (valeur de <i>p</i>)
	Hiver	Printemps	Été		
Conductivité électrique 90 min (mS/cm)	3,34±0.67	3,40±0,91	3,25±1,64	3,33±1.11	0,958
Conductivité électrique 24 h (mS/cm)	5,27±2,01	6,61±2,09	7,24±1,85	6,37±2,09	0,096
Conductivité électrique 48 h (mS/cm)	5,83 ^a ±2.85	7,28 ^a ±2.30	8,94 ^{ab} ±2,54	7,35±2,80	0,040

II.5.1.4. La capacité de rétention d'eau

Les variations des paramètres de rétention d'eau en fonction de la saison sont rapportées dans le tableau 26. Nos résultats démontrent que les pertes à la réfrigération et à la décongélation sont significativement influencées par la saison. En effet ces deux paramètres paraissent plus élevés en été qu'en hiver et / ou au printemps. En revanche, les pertes à la cuisson ne sont pas significativement différentes en fonction de la saison.

Tableau 26. Variations de la capacité de rétention d'eau en fonction de la saison.

	Saisons			Moyenne	Effet de saison (valeur de <i>p</i>)
	Hiver	Printemps	Été		
Perte à la réfrigération (%)	3,90 ^a ±0,73	4,45 ^a ±1,70	6,03 ^{ab} ±2,64	4,79±2,02	0,044
Perte à la cuisson (%)	30,95±6,79	33,62±2,65	35,98± 2,56	33,51±4,78	0,058
Perte à la décongélation (%)	17,89 ^a ±5,04	18,51 ^a ±3,61	23,29 ^b ±3,55	19,89±4,67	0,013

II.5.2. Corrélations entre les paramètres de qualité de la viande étudiés

Les corrélations entre les différents paramètres de qualité de la viande figurent dans le tableau 27. Les résultats de notre étude ont permis de mettre en évidence les corrélations significatives suivantes.

- une corrélation positive et significative entre le pH musculaire mesuré à 90 min et à 24 h *post mortem* ($r = 0,541$; $p < 0,01$).
- des corrélations négatives et significatives entre le pH musculaire mesuré à 24 h *post mortem* et la température musculaire mesuré à 90 min *post mortem* ($r = - 0,467$; $p < 0,01$), à 24 h *post mortem* ($r = - 0,407$; $p < 0,05$) ainsi que des pertes à la décongélation ($r = - 0,618$; $p < 0,01$). Par contre, le pH musculaire mesuré à 24 h *post mortem* montre une corrélation positive significative avec le pH musculaire ultime mesuré à 48 h *post mortem* ($r = 0,515$; $p < 0,01$).
- une corrélation positive et significative entre le pH musculaire ultime et la conductivité électrique mesuré à 90 min *post mortem* ($r = 0,539$; $p < 0,01$). Cependant, le pH musculaire ultime est en corrélation négative et significative avec les pertes à la décongélation ($r = 0,413$; $p < 0,05$).

– des corrélations positives et significatives entre la température musculaire mesuré à 90 min *post mortem* et la température musculaire mesuré à 24 h et à 48 h *post mortem*, la conductivité électrique mesuré à 48 h *post mortem*, les pertes à la cuisson et à la décongélation avec des coefficients de corrélations de l'ordre de 0,612; 0,690; 0,470; 0,413 et 0,580 respectivement.

Tableau 27. Corrélations entre les différents paramètres de qualité des viandes étudiés.

	pH 24 h	pH 48 h	Tem 90 min	Tem 24 h	Tem 48 h	CE 90 min	CE 24 h	CE 48 h	Pertes à la réfrigération	Pertes à la cuisson	Pertes à la décongélation
pH 90 min	0,541**	0,299	-0,287	-0,261	-0,199	0,066	0,013	-0,238	0,141	-0,038	-0,169
pH 24 h		0,515**	-0,467**	-0,407*	-0,231	0,308	-0,153	-0,340	-0,112	-0,291	-0,618**
pH 48 h			-0,270	-0,135	-0,156	0,539**	0,212	0,081	0,082	0,076	-0,413*
Tem 90 min				0,612**	0,690**	-0,015	0,288	0,470**	0,346	0,413*	0,580**
Tem 24 h					0,406*	-0,071	0,144	0,359	0,135	0,166	0,485**
Tem 48 h						0,370*	0,310	0,569**	0,322	0,324	0,506**
CE 90 min							0,420*	0,433*	0,398*	0,076	-0,164
CE 24 h								0,729**	0,547**	0,502**	0,204
CE 48 h									0,563**	0,615**	0,432*
Pertes à la réfrigération										0,466**	0,289
Pertes à la cuisson											0,468**

CE : conductivité électrique, Tem : température musculaire

* : corrélation significative à $p < 0,05$, ** : corrélation significative à $p < 0,01$.

III. Discussion

III.1. Paramètres de production

Nos résultats indiquent que la saison n'a pas d'influence significative sur le poids vif et le poids des carcasses des animaux. Ces résultats peuvent être attribués à la similitude des conditions d'élevage et d'alimentations des animaux objets de la présente étude. Dans le même contexte, Faye (1997) a rapporté que le poids vif du dromadaire est étroitement lié aux conditions d'élevage. D'autre part, Kadim et *coll.* (2008c) ont conclu que l'alimentation a un effet significatif sur le poids vif du dromadaire.

Dans notre étude, le poids vif moyen observé est compris dans l'intervalle rapporté par Faye (1997), pour le même d'âge, il varie entre 300 et 700 kg. De la même façon, nos résultats sont comparables avec ceux rapportés par Smili (2013) qui a décrit un poids vif de l'ordre de 308 kg pour les dromadaires ayant la même tranche d'âge, le même que celui des animaux de notre expérimentation. En revanche, le poids vif moyen enregistré dans notre étude est inférieur à celui rapporté par Babelhadj (2012), Chakir et *coll.* (2013) et Babelhadj et *coll.* (2016). Ces mêmes auteurs, ont rapporté un poids vif moyen de l'ordre de 430,8 kg, 430 kg et 499 kg respectivement pour des dromadaires âgés de 6 à 10 ans. De leur part, Elnahas (2008) et Abdalla et *coll.* (2011) ont donné un intervalle de poids vif de l'ordre de 350 à 550 kg et de 500 à 600 kg respectivement.

Dans notre étude, le poids moyen de la carcasse est comparable à celui rapporté par Kadim et *coll.* (2008c), Babelhadj (2012), Smili (2013) et Babelhadj et *coll.* (2016) qui ont souligné un poids de la carcasse de 125 à 400 kg, 209,9 kg, 212 kg et 180 à 400 kg respectivement. D'un autre côté, nos résultats soulignent une corrélation positive significative entre le poids vif et le poids de la carcasse ($r = 0,734$; $p < 0,01$), résultats également observés par Kadim et *coll.* (2008c). De la même façon, Babelhadj et *coll.* (2016), ont rapporté également une corrélation positive significative ($r = 0,887$) entre ces deux paramètres.

III.2. Paramètres physiologiques

III.2.1. Variations des paramètres physiologiques

III.2.1.1. La température rectale

Les résultats de notre étude montrent que la température rectale est significativement plus élevée en été en comparaison avec les autres saisons. Ces résultats sont en accords avec ceux rapportés par Abdalla et *coll.* (2011) et Abdoun et *coll.* (2012) qui ont conclu que la

saison a un effet significatif sur la variation de la température rectale du dromadaire. Un résultat similaire est confirmé chez la chamelle par El-Harairy et *coll.* (2010), Al-Haidary et *coll.* (2013), Hozifa et *coll.* (2016a) et (2016 b) qui ont noté une variation saisonnière significative de la température rectale. En revanche, Elnahas (2008) n'a trouvé aucun effet significatif des conditions climatiques sur les variations de la température rectale.

En effet, l'augmentation de la température rectale du dromadaire en été est probablement due à la réduction de l'écart de température avec le milieu ambiant et la limitation du gain de chaleur (Rutagwenda et *coll.*, 1990; Abdel-Samee et Marai, 1997; Bouâouda et *coll.*, 2014). Dans notre étude, les valeurs des températures rectales observées se situent dans les intervalles rapportés par plusieurs auteurs (Mohammed et *coll.*, 2007; Elnahas, 2008; Souliem et Barhoumi, 2009).

III.2.1.2. La fréquence cardiaque

Par contre, nos résultats indiquent que la saison n'a pas d'effet significatif sur la fréquence cardiaque, résultats observés également par (Abdel-Samee et Marai, 1997). Cependant Mohammed et *coll.* (2007) et Abdalla et *coll.* (2011) ont souligné une augmentation significative de la fréquence cardiaque du dromadaire en saisons chaudes. Pareillement, Zeidan et *coll.* (2008), El-Harairy et *coll.* (2010), Hozifa et *coll.* (2016a) et (2016b) ont rapporté une variation saisonnière significative de la fréquence cardiaque chez la chamelle.

En effet dans la présente étude, l'absence d'effet significatif de la saison sur les variations de la fréquence cardiaque peut être due à la grande capacité d'adaptation du dromadaire avec les environnements extrêmes. Dans notre étude, les fréquences cardiaques, observées sont comprises dans les limites des valeurs et des intervalles de référence rapportés par d'autres auteurs (Tefera, 2004; Elnahas, 2008; Souliem et Barhoumi, 2009).

III.2.1.3. La fréquence respiratoire

Egalement, notre étude n'a pas démontré d'effet significatif de la saison sur les variations de la fréquence respiratoire. Ces résultats sont en accords avec ceux rapportés par Hozifa et *coll.* (2016a). De leurs parts, Abdel-Samee et Marai (1997), Mohammed et *coll.* (2007) et Abdalla et *coll.* (2011) ont noté une influence significative de la saison sur la fréquence respiratoire.

En outre, l'absence d'une influence significative de la saison sur ce paramètre peut être également attribuée à la grande capacité d'adaptation du dromadaire avec les différentes

conditions climatiques. Dans le même contexte, Yagil (1985) et Wilson (1989) ont souligné que l'évaporation pulmonaire n'est qu'une voie mineure de la dissipation de la chaleur chez le dromadaire. D'un autre côté, nos résultats indiquent que les valeurs de la fréquence respiratoire obtenues sont similaires à celles trouvées par Tefera (2004), Mohammed et *coll.* (2007) et Elnahas (2008).

III.2.2. Corrélations entre les paramètres physiologiques étudiés

Les résultats de cette étude indiquent une corrélation positive significative entre la température ambiante et la température rectale ($r = 0,490$; $p < 0,01$). Ces résultats sont en accord avec ceux rapportés par plusieurs auteurs (Tefera, 2004; Mohammed et *coll.*, 2007; El Allali et *coll.*, 2013; Bouâouda et *coll.*, 2014) qui ont rapporté une fluctuation diurnale de la température corporelle du dromadaire. La variation de la température corporelle au cours de la journée peut être attribuée à la réduction des pertes hydriques nécessaires à la thermorégulation.

Pareillement, une corrélation positive significative entre la température rectale et la fréquence respiratoire a été notée dans notre étude ($r = 0,530$; $p < 0,01$). Des résultats similaires ont été rapportés par Mohammed et *coll.* (2007) et Abdalla et *coll.* (2011) qui ont décrit une corrélation entre ces deux paramètres physiologiques. Ceci peut être attribué à l'activité thyroïdienne qui augmente avec l'élévation de la chaleur externe, qui engendre à son tour une augmentation de la production de chaleur métabolique ainsi qu'une élévation de la fréquence respiratoire.

III.3. Paramètres sanguins

III.3.1. Paramètres hématologiques

III.3.1.1. Les paramètres érythrocytaires

III.3.1.1.1. Variations des paramètres érythrocytaires

III.3.1.1.1.1. La numération des globules rouges

Les valeurs de la numération des globules rouges obtenues dans cette étude sont significativement plus faibles en été qu'en hiver. Ces résultats sont en accord avec ceux rapportés par Badawy et *coll.* (2008) qui ont noté une diminution significative des globules rouges pendant l'été. En revanche, Amin et *coll.* (2007), Abdalla et *coll.* (2011), Aichouni et *coll.* (2011) et Babeker et *coll.* (2013) ont rapporté une augmentation du nombre des globules rouges en été. Par ailleurs, d'autres auteurs n'ont constaté aucun effet significatif de la saison

sur la variation de la numération des globules rouges (Salman et Afzal, 2004; Al-Harbi, 2012; Bargaâ et *coll.*, 2016a)

L'augmentation significative de la numération des globules rouges pendant l'hiver par rapport à l'été est probablement dû au phénomène de l'hémodilution consécutive à l'augmentation de la quantité d'eau consommée par les animaux durant cette saison. En outre, l'augmentation des globules rouges pourrait être expliquée par l'amélioration des conditions nutritionnelles des animaux pendant l'hiver. Dans le même contexte, Grech-Angelini (2007) a enregistré une diminution significative des quantités de nutriments consommés par le dromadaire dans des conditions expérimentales similaires à celles de l'été.

Dans notre étude, la numération des globules rouges observée est comprise dans la limite de l'intervalle de référence de la plupart des auteurs (Bogin, 2000; Al-Busadah, 2007; Aichouni et *coll.*, 2010; Hussein et *coll.*, 2010; Farooq et *coll.*, 2011; Al-Harbi, 2012). Cependant, ces valeurs sont inférieures à celles trouvées par Hussein et *coll.* (2012).

III.3.1.1.1.2. Le taux d'hémoglobine

Dans notre étude, le taux d'hémoglobine est significativement plus élevé en hiver qu'en été. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par Badawy et *coll.* (2008) chez la chamelle. En revanche, d'autres auteurs n'ont constaté aucun effet significatif de la saison sur le taux d'hémoglobine (Amin et *coll.*, 2007; Aichouni et *coll.*, 2011; Al-Harbi, 2012; Babeker et *coll.*, 2013). Pareillement, El-Harairy et *coll.* (2010) ont observé une augmentation significative de l'hémoglobine pendant l'été chez la chamelle. La présente étude, montre clairement que le taux d'hémoglobine varie dans le même sens que la variation de la numération des globules rouges. En effet, le faible taux d'hémoglobine observé en été est probablement dû au phénomène de l'hémodilution.

Nos résultats indiquent que les taux d'hémoglobine obtenues se situent dans les limites des intervalles rapportés par plusieurs auteurs (Bogin, 2000; Al-Busadah, 2007 et Farooq et *coll.*, 2011). Cependant, ces valeurs sont très inférieures à celles mentionnés par Aichouni et *coll.* (2010), Al-Harbi et *coll.* (2012) et Hussein et *coll.* (2012).

III.3.1.1.1.3. L'hématocrite

Dans la présente étude, aucune différence significative dans l'hématocrite n'a été observée entre les différentes saisons. Ces résultats sont en concordances avec ceux d'Amin et *coll.* (2007), Aichouni et *coll.* (2011), Al-Harbi (2012) et Bargaâ et *coll.* (2016a) qui n'ont pas trouvé d'influence significative de la saison sur la variation d'hématocrite. D'autre part,

Zeidan et Abbas (2004) et Abdalla et *coll.* (2011) ont constaté une diminution significative de l'hématocrite pendant la saison froide. Par contre, d'autres auteurs ont rapporté que l'hématocrite diminue significativement durant l'été (Badawy et *coll.*, 2008; Babeker *coll.*, 2013). Les valeurs de l'hématocrite observées au cours des différentes saisons sont similaires à celles rapportées par Bogin (2000), Al-Busadah (2007), Aichouni et *coll.* (2010), Hussein et *coll.* (2010) et Farooq et *coll.* (2011).

III.3.1.1.1.4. Le volume globulaire moyen

Les valeurs du volume globulaire moyen obtenues dans cette étude sont significativement plus élevées pendant l'été que durant l'hiver et le printemps. De même, Salman et Afzal (2004) et Badawy et *coll.* (2008) ont rapporté que le volume globulaire moyen est significativement plus élevé en été qu'en hiver. Cependant, Amin et *coll.* (2007), Aichouni et *coll.* (2011) et Babeker et *coll.* (2013) ont souligné une diminution significative du volume globulaire moyen durant l'été. D'autre part, Al-Harbi (2012) n'a constaté aucun effet significatif de la saison sur la variation du volume globulaire moyen.

En effet, l'augmentation du volume globulaire moyen constatée dans notre étude en été pourrait être attribuée à la corrélation négative entre la numération des globules rouges et le volume globulaire moyen (Amin et *coll.*, 2007; Aichouni et *coll.*, 2011). Les résultats de notre étude indiquent que le volume globulaire moyen pour différentes saisons est situé dans les limites des intervalles rapporté par plusieurs auteurs (Al-Busadah, 2007; Aichouni et *coll.*, 2010; Farooq et *coll.*, 2011).

III.3.1.1.1.5. La concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine

Nos résultats montrent que la concentration cellulaire moyenne en hémoglobine est différente significativement selon les saisons, elle diminue considérablement et significativement en été par rapport aux autres saisons. Ces résultats concordent avec ceux d'Abdul-Rahaman et *coll.* (2015) dans le cas de la chamelle. D'un autre côté, Babeker et *coll.* (2013) ont constaté une augmentation significative de la concentration cellulaire moyenne en hémoglobine durant l'été. De leurs parts, Hozifa et *coll.* (2016a) et (2016b) ont rapporté une augmentation significative de la concentration cellulaire moyenne en hémoglobine chez la chamelle en automne par rapport à l'hiver et à l'été.

Par contre, d'autres auteurs n'ont constaté aucune variation saisonnière significative de la concentration cellulaire moyenne en hémoglobine (Amin et *coll.*, 2007; Aichouni et *coll.*, 2011; Al-Harbi, 2012). La diminution de la concentration cellulaire moyenne en hémoglobine

pendant l'été est probablement due à la diminution significative de l'hémoglobine pendant cette saison. Dans la présente étude, les valeurs de la concentration cellulaire moyenne en hémoglobine observées sont comprises dans les limites des intervalles rapportés par Bogin (2000), Al-Busadah (2007), Aichouni et *coll.* (2010) et Farooq et *coll.* (2011)

III.3.1.1.6. La teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine

Dans notre étude, la saison n'a pas d'effet significatif sur la variation du taux corpusculaire moyen en hémoglobine, les mêmes résultats ont été observés par Al-Harbi (2012). Dans le même contexte, Al-Haidary (2006), Badawy et *coll.* (2008) et Hozifa et *coll.* (2016a) ont rapporté des résultats similaires chez la chamelle. En revanche, nos résultats sont en désaccord avec ceux rapportés par Amin et *coll.* (2007), Aichouni et *coll.* (2011), Babeker et *coll.* (2013) et Abdul-Rahaman et *coll.* (2015) qui ont conclu que la saison a une influence significative sur le taux corpusculaire moyen en hémoglobine. Dans notre étude, l'absence de signification statistique dans la variation du taux corpusculaire moyen en hémoglobine pourrait être attribuée à la variation concomitante de la numération des globules rouges et l'hémoglobine au cours des différentes saisons. Les valeurs du taux corpusculaire moyen en hémoglobine relevées pendant les différentes saisons sont situées dans les limites des intervalles mentionnés par d'autres auteurs (Bogin, 2000; Aichouni et *coll.*, 2010; Farooq et *coll.*, 2011).

Les variations dans les différents indices érythrocytaires pourraient être attribuées à la variation de la taille des globules rouges. D'un autre côté, ces variations peuvent être dues aux différentes techniques employées pour la mesure de ces paramètres (Aichouni et *coll.*, 2010; Farooq et *coll.*, 2011).

III.3.1.1.2. Corrélations entre les paramètres érythrocytaires étudiés

Dans la présente étude, la numération des globules rouges présente des corrélations positives et significatives très fortes ($r = 0,978$ et $0,934$; $p < 0,01$) avec l'hémoglobine et l'hématocrite, respectivement. Ces résultats sont en accord avec ceux rapportés par Elnahas (2008). De leur part, Chai et *coll.* (2010) ont obtenu des résultats similaires chez le porc. En revanche, nos résultats soulignent une corrélation négative et significative ($r = - 0,486$; $p < 0,01$) entre la numération des globules rouges et le volume globulaire moyen, un résultat similaire est rapporté par Amin et *coll.* (2007) et Aichouni et *coll.* (2011) chez le dromadaire. Ce résultat peut être expliqué par la nature de la relation entre ces deux paramètres.

D'un autre côté, l'hémoglobine montre des corrélations positives et significatives avec l'hématocrite ($r = 0,924$; $p < 0,01$) et la concentration cellulaire moyenne en hémoglobine ($r = 0,418$; $p < 0,05$). Ces corrélations peuvent être dues à la variation concomitante (augmentation ou diminution) de l'hémoglobine avec l'hématocrite et la concentration cellulaire moyenne en hémoglobine. En outre, la concentration cellulaire moyenne en hémoglobine présente une corrélation positive et significative ($r = 0,489$; $p < 0,01$) avec la teneur globulaire moyenne en hémoglobine et une autre négative ($r = -0,842$; $p < 0,01$) avec le volume globulaire moyen. Ces résultats peuvent s'expliquer par le fait que la concentration cellulaire moyenne en hémoglobine et la teneur globulaire moyenne en hémoglobine suivent la même tendance d'évolution. Par contre, la concentration cellulaire moyenne en hémoglobine et le volume globulaire moyen évoluent dans un sens opposé.

III.3.1.1. Les paramètres leucocytaires

III.3.1.1.1. Variations des paramètres leucocytaires

III.3.1.1.1.1. La numération leucocytaire globale

D'après nos résultats, la saison a une influence significative sur la variation de la numération des globules blancs, en effet elle est plus élevée en hiver qu'au printemps. Ces résultats sont en accord avec ceux rapportés par Badawy et *coll.* (2008) et Bagraâ et *coll.* (2016a) qui ont décrit une augmentation significative de la numération des globules blancs pendant l'hiver. Les données de la littérature sur la variation saisonnière de la numération des globules blancs sont contradictoires. Babeker et *coll.* (2013) ont observé une augmentation significative des globules blancs durant l'été. De leur part, Salman et Afzal (2004), Aichouni et *coll.* (2011) et Al-Harbi (2012) n'ont pas trouvé d'effet significatif de la saison sur la numération des globules blancs.

La diminution de la numération des globules blancs durant le printemps peut être attribuée à l'amélioration de l'état sanitaire des animaux durant cette saison. En effet, les animaux bénéficient d'apports alimentaires plus importants surtout avec le développement du couvert végétal Saharien (Aichouni et *coll.*, 2011). Dans le même contexte, Osman et *coll.* (2015) ont rapporté que les globules blancs augmentent habituellement lors de l'exposition aux infections. D'autre part, Badawy et *coll.* (2008) ont attribué la diminution des globules blancs en été à la réduction de la sécrétion des glucocorticoïdes consécutive à l'exposition à des températures élevées pendant cette saison. Les valeurs obtenues pour la numération des globules blancs sont comprises dans les intervalles rapportées par Al-Busadah (2007),

Aichouni et *coll.* (2010) et Farooq et *coll.* (2011). Cependant, ces valeurs dépassent celles décrites par Bogin (2000).

III.3.1.1.1.2. La formule leucocytaire

Dans la présente étude, les valeurs obtenues de la numération des lymphocytes ne varient pas significativement en fonction de la saison. Contrairement aux résultats rapportés par Aichouni et *coll.* (2011) qui ont mis en évidence une variation saisonnière significative de la numération des lymphocytes. Ces mêmes auteurs ont montré, que le nombre de lymphocytes est significativement plus élevé durant l'été. Les résultats de notre étude indiquent que les valeurs observées de lymphocytes aux différentes saisons sont inférieures à celles obtenues par Aichouni et *coll.* (2011).

De la même façon, notre étude n'a montré aucune influence significative de la saison sur la variation du nombre de monocytes. Ce résultat est en accord avec ceux rapporté par Aichouni et *coll.* (2011). D'un autre côté, les valeurs de monocytes observées durant notre étude dépassent celles décrites par ces derniers auteurs.

Les résultats de notre étude indiquent des différences significatives dans la numération de granulocytes selon les différentes saisons. En effet, les valeurs les plus élevées sont observées en hiver. D'autre part, Aichouni et *coll.* (2011) ont souligné également une augmentation significative des granulocytes neutrophiles durant l'hiver. En revanche, ces mêmes auteurs ont rapporté, que les granulocytes basophiles étaient significativement plus élevés pendant l'été. Dans le même contexte, ces auteurs ont conclu que la saison n'a aucun effet significatif sur la variation du nombre de granulocytes éosinophiles. L'augmentation des granulocytes observée durant l'hiver peut être due à l'amélioration du statut nutritionnel des animaux au cours de cette saison.

Cependant, notre étude n'a montré aucune variation saisonnière significative dans les proportions des différents types cellulaires de la formule leucocytaire. En concordance avec nos résultats, Amin et *coll.* (2007), Aichouni et *coll.* (2011), Al-Harbi (2012) et Bagraâ et *coll.* (2016a) n'ont constaté aucune influence significative de la saison sur la proportion de monocytes. Dans le même contexte, Al-Harbi (2012) n'a pas constaté de variation saisonnière significative dans la proportion de lymphocytes et de granulocytes. En effet, l'absence d'une influence significative de la saison sur la formule leucocytaire peut être due à l'état sanitaire des animaux de notre étude. D'autre part, les proportions observées de lymphocytes sont inférieures à celles obtenues par Aichouni et *coll.* (2010) et Farooq et *coll.* (2011). En

revanche, les proportions de monocytes dépassent celles décrites par ces mêmes auteurs. De leur côté, Aichouni et *coll.* (2010) et Farooq et *coll.* (2011) ont rapporté des proportions de granulocytes similaires à notre étude.

III.3.1.1.2. Corrélations entre les paramètres leucocytaires étudiés

Dans la présente étude, la numération des globules blancs montre des corrélations positives et significatives avec la numération de lymphocytes, de monocytes et de granulocytes avec des coefficients de corrélation de 0,767, 0,479 et 0,589; $p < 0,01$ respectivement. Un résultat similaire est souligné chez le porc par Chai et *coll.* (2010) qui ont noté des corrélations positives et significatives entre les globules blancs, les lymphocytes ($r = 0,618$) et les granulocytes ($r = 0,689$). Ces résultats peuvent être attribués à l'augmentation de la sécrétion des glucocorticoïdes par la glande surrénale qui entraîne une stimulation fonctionnelle de la moelle osseuse et par conséquent une augmentation simultanée du nombre des globules blancs, des lymphocytes, des monocytes et des granulocytes (Badawy et *coll.*, 2008).

De la même façon, la numération des globules blancs présente une corrélation négative et significative avec la proportion de granulocytes ($r = -0,464$; $p < 0,01$). Ce résultat est en accord avec ceux d'Alsaad (2009) et Osman et *coll.* (2015). En revanche, notre étude a révélé une corrélation positive et significative ($r = 0,466$; $p < 0,01$) entre la numération des globules blancs et la proportion de lymphocytes. Ces observations sont en contradiction avec les résultats de Bagraâ et *coll.* (2016a) qui rapportent une corrélation positive significative entre la numération des globules blancs et la proportion de granulocytes, alors que la corrélation entre la numération des globules blancs et la proportion de lymphocytes était négative et significative.

Par ailleurs, les corrélations négatives et significatives observées entre la numération, la proportion de lymphocytes et la proportion des granulocytes sont en accord avec les résultats observés par Aichouni et *coll.* (2011). Dans le même contexte, la numération et la proportion de monocytes montrent des corrélations négatives et significatives avec la proportion des granulocytes ($r = -0,509$ et $-0,415$) respectivement. Ces résultats peuvent être attribués à une inversion de la formule leucocytaire consécutive à l'état de stress et plus particulièrement la diminution ou l'augmentation relative de lymphocytes en comparaison avec les granulocytes neutrophiles (Chai et *coll.*, 2010).

III.3.2. Paramètres biochimiques

III.3.2.1. Les paramètres du métabolisme énergétique

III.3.2.1.1. Variations des paramètres du métabolisme énergétique

III.3.2.1.1.1. La glycémie

Aucune différence significative dans les concentrations sériques de glucose n'a été décrite entre les différentes saisons dans notre étude. Ces résultats sont en désaccord avec ceux rapportés par Hozifa *et coll.* (2016a), qui ont montré que la saison a une influence significative sur la glycémie chez la chamelle. Cette observation peut être attribuée à la similarité des conditions d'alimentations des animaux durant la période d'étude. En revanche, des résultats contradictoires à celui obtenu dans notre étude ont été rapportés par Amin *et coll.* (2007), Abdoun *et coll.* (2012), Aichouni *et coll.* (2013) et Bargaâ *et coll.* (2016b), où ils ont observé une diminution significative de la glycémie en été en comparaison avec l'hiver ou l'automne. D'autre part, Hozifa *et coll.* (2016b), ont souligné une diminution significative de la glycémie de la chamelle durant l'été.

Par ailleurs, plusieurs observations contradictoires ont été soulevées par les chercheurs sur l'effet de la saison sur la variation de la glycémie chez le dromadaire. Ces observations pourraient être attribuées à la race et aux effets des conditions environnementales, des conditions alimentaires et d'abreuvements des animaux. Certains auteurs attribuent la baisse de la glycémie en saison sèche, à une diminution de la couverture végétale durant ces périodes (Amin *et coll.*, 2007; Aichouni *et coll.*, 2013). Cependant, l'augmentation de la glycémie durant les saisons froides est probablement liée à la réduction du métabolisme basale et l'utilisation du glucose comme une source d'énergie durant les saisons chaudes. Les valeurs de glycémie observées dans notre étude sont comparables à celles rapportées par Aichouni *et coll.* (2010).

III.3.2.1.1.2. La triglycéridémie

La triglycéridémie observée dans cette étude ne varie pas significativement suivant les saisons. De même, Bargaâ *et coll.* (2016b) ont rapporté que la saison n'a aucun effet significatif sur la triglycéridémie chez le dromadaire. Ce résultat pourrait être également expliqué par la similarité des conditions d'alimentation des animaux de la présente étude. En revanche, Aichouni *et coll.* (2013) et Tajik *et coll.* (2013) ont rapporté une triglycéridémie plus élevée durant l'été en comparaison avec l'hiver. De la même façon, Amin *et coll.* (2007) ont décrit une augmentation significative de la triglycéridémie en été par rapport à l'automne.

Au contraire, Hozifa *et coll.* (2016a) et (2016b) ont observé que chez les chamelles les valeurs de la triglycéridémie les plus basses étaient observées pendant l'été. Aichouni *et coll.* (2013) ont attribué l'augmentation des taux sériques de triglycéride en été à la baisse de la consommation des aliments durant la saison sèche. Les valeurs de la triglycéridémie obtenues au cours des différents prélèvements sont inférieures aux limites des intervalles rapportés par Asadi *et coll.* (2009) et Aichouni *et coll.* (2010).

III.3.2.1.1.3. La cholestérolémie

Nos résultats indiquent que la saison n'a pas d'effet significatif sur la concentration du cholestérol, un résultat similaire est souligné par Tajik *et coll.* (2013) et Bargaâ *et coll.* (2016b) qui n'ont indiqué aucune variation saisonnière significative de la cholestérolémie chez le dromadaire. En désaccord avec nos résultats Aichouni *et coll.* (2013) ont souligné une cholestérolémie élevée chez le dromadaire durant l'été par rapport l'hiver. Pareillement, Al-Harbi (2012) a rapporté des valeurs de la cholestérolémie plus élevées en hiver comparativement à celles observées en été.

D'un autre côté, Hozifa *et coll.* (2016a) et (2016b) ont constaté que la cholestérolémie était significativement plus élevée en automne en comparaison de celles observées en hiver et en été. Ces auteurs attribuent la variation saisonnière de cholestérolémie à la qualité de la nourriture durant les différentes saisons. Les valeurs de la cholestérolémie indiquées dans cette présente étude sont comparables à celles trouvées par Asadi *et coll.* (2009).

III.3.2.2. Les paramètres du métabolisme protéique

III.3.2.2.1. Variations des paramètres du métabolisme protéique

III.3.2.2.1.1. L'urémie

Notre étude a révélé que les concentrations en urée sont significativement plus élevées en été en comparaison avec celles observées en hiver et au printemps. Ces résultats sont similaires à ceux de Badawy *et coll.* (2008). En revanche, Aichouni *et coll.* (2013) ont observé que l'urémie était plus élevée en hiver qu'en été. D'un autre côté, Bargaâ *et coll.* (2016b) n'ont observé aucun effet significatif de la saison sur l'urémie. L'augmentation des concentrations sanguines en urée est probablement une conséquence de l'effet combiné de la perfusion réduite avec une filtration glomérulaire plus faible et une charge maximale due à une activité métabolique accrue (Al-Qarawi et Ali, 2003). Les concentrations en urée observées dans notre étude dépassent celles décrites par Aichouni *et coll.* (2010).

III.3.2.2.1.2. La créatinémie

Aucune variation saisonnière significative de la créatinémie n'a été enregistrée dans cette étude. Ces résultats sont en accord avec ceux de Bargaâ et *coll.* (2016b) qui ont souligné que la saison n'a aucune influence significative sur la créatinémie du dromadaire. Cette situation peut être attribuée aux conditions d'alimentation des animaux de notre étude. En désaccord avec nos résultats, Babeker *et coll.* (2013), Mutassim et Madanat (2014) ont souligné des concentrations sériques significativement plus élevées durant les saisons sèches. De leur part, Aichouni *et coll.* (2013) ont attribué l'augmentation du taux sérique de la créatinine pendant la saison froide à l'augmentation de la teneur en protéine de la ration alimentaire consommée par le dromadaire. Les valeurs obtenues de la créatinémie sont supérieures à celles rapportées par Aichouni *et coll.* (2010).

III.3.2.3. Les paramètres de l'activité enzymatique

III.3.2.3.1. Variations des paramètres de l'activité enzymatique

III.3.2.3.1.1. La créatine kinase

Les résultats de notre étude, indiquent des différences significatives de la créatine kinase entre les saisons. En effet, les valeurs les plus élevées sont observées en été. L'augmentation de la concentration de la créatine kinase pendant les périodes estivales peut s'expliquer par l'exposition à des températures élevées caractérisant ces périodes. Pareillement, Seboussi *et coll.* (2004) et Chai *et coll.* (2010) ont rapporté que la sécrétion de la créatine kinase dans la circulation sanguine se déclenche lors d'une atteinte musculaire ou d'une activité physique accrue. D'un autre côté, nos résultats sont en accord avec ceux d'Ibrahim *et coll.* (2016) qui ont souligné des variations saisonnières significatives de créatine kinase chez le dromadaire. Les concentrations de créatine kinase observées dans cette étude dépassent celles décrites par Aichouni *et coll.* (2010).

III.3.2.3.1.2. L'ASAT

Notre étude n'a montré aucun effet significatif de la saison dans la variation des concentrations sériques de l'ASAT. Ce résultat peut être expliqué par le statut sanitaire des animaux inclus dans cette étude, un résultat similaire est rapporté par Ali *et coll.* (2008) qui n'ont déterminé aucune variation saisonnière significative dans les concentrations sériques de cette enzyme. Au contraire, d'autres auteurs ont souligné une influence significative de la saison sur l'activité de l'ASAT (Abdalla *et coll.*, 2011; Babeker *et coll.*, 2013; Bargaâ *et coll.*, 2016b). Dans notre étude, les concentrations sériques de l'ASAT sont comparables à celles

trouvées par Aichouni *et coll.* (2010), mais dépassent celles décrites par Elrayah *et coll.* (2012). Seboussi *et coll.* (2004) ont suggéré que l'activité élevée de l'ASAT pourrait correspondre à une grande activité métabolique du foie, et à un effort physique important du dromadaire.

III.3.2.3.1.3. L'ALAT

Dans notre étude, l'activité enzymatique de l'ALAT est plus élevée en été comparée aux autres saisons. De même, Abdalla *et coll.* (2011) ont constaté que l'activité enzymatique de l'ALAT est plus basse durant les saisons de reproduction. En accord également avec nos résultats, Badawy *et coll.* (2008) et El-Harairy *et coll.* (2010) ont rapporté que les concentrations sériques de l'ALAT chez la chamelle sont plus élevées en été qu'en hiver et au printemps. L'augmentation de l'activité enzymatique de l'ALAT est probablement à l'origine de la mobilisation de la fonction hépatique qui a été altéré par l'exposition à des températures élevées. (Badakhshan et Mirmahmoudi, 2016).

En revanche, ces résultats sont en désaccords avec ceux de Bargaâ *et coll.* (2016b) qui ont souligné une augmentation significative de la concentration de l'ALAT durant l'hiver par rapport l'été. D'autre part, Ali *et coll.* (2008) ont suggéré que la saison n'a aucun effet significatif sur la variation de l'activité enzymatique de l'ALAT. Tandis que, Seboussi *et coll.* (2004) ont rapporté que l'activité enzymatique de l'ALAT est un bon indicateur de la souffrance musculaire chez le dromadaire. D'un autre côté, les valeurs observées de l'ALAT sont supérieures aux limites citées par Aichouni *et coll.* (2010) et Elrayah *et coll.* (2012).

III.3.2.3.1.4. La PAL

Aucune variation significative de PAL en fonction de la saison n'a été constatée dans la présente étude, cela peut être expliqué par le statut sanitaire des animaux de notre étude. D'autre part, Badakhshan et Mirmahmoudi (2016) ont observé une augmentation de la concentration en phosphatase alcaline dans les cas des atteintes hépatiques ou musculaires. En désaccord avec nos résultats, d'autres auteurs ont rapporté une diminution de l'activité de PAL durant les saisons de reproduction. D'un autre côté, les concentrations de l'activité plasmatique des PAL, observées dans cette étude sont supérieures aux limites citées par d'autres études (Elrayah *et coll.*, 2012 ; Badakhshan et Mirmahmoudi, 2016).

III.3.2.3.1.5. La LDH

Notre étude montre une augmentation considérable et significative des concentrations sériques de LDH durant l'hiver, en comparaison avec les autres saisons (printemps et été).

Cette augmentation peut être expliquée par l'altération physiologique du tissu testiculaire et de ces annexes durant les saisons hivernales (Ibrahim *et coll.*, 2016). Pareillement, notre résultat est en accord avec celui d'Al-Harbi (2012) qui a décrit une influence significative de la saison sur l'activité enzymatique du LDH chez le dromadaire. Les concentrations sériques de cette enzyme observées dans cette étude sont supérieures aux limites des intervalles rapportées par Aichouni *et coll.* (2010), Al-Harbi. (2012) et Elrayah *et coll.* (2012).

III.3.2.4. Corrélations entre les paramètres sanguins biochimiques étudiés

Les résultats de cette étude indiquent une corrélation positive et significative entre la triglycéridémie et la cholestérolémie ($r = 0,673$; $p < 0,01$). Cela est en accord avec les conclusions de Tajik *et coll.* (2013) qui ont obtenu un résultat similaire à notre étude ($r = 0,209$). En revanche, cette observation est en désaccord avec les résultats rapportés par Nazifi *et coll.* (2009) qui n'ont constaté aucune corrélation significative entre ces deux métabolites chez le dromadaire ($r = 0,146$; $p > 0,05$). D'un autre côté, notre étude montre l'absence d'une corrélation significative entre l'ASAT et l'ALAT, ceci en désaccord avec les résultats rapportés par Seboussi *et coll.* (2004) qui mettent en évidence une forte corrélation positive entre ces deux paramètres.

III.4. Paramètres de qualité de la viande

III.4.1. Variations des paramètres de qualité de la viande

III.4.1.1. Le pH

Dans notre étude, aucune influence significative de la saison dans le pH musculaire au cours de différents temps *post mortem* n'a été constatée. Ces résultats sont en désaccord avec ceux d'Abdelhadi *et coll.* (2012) qui ont souligné une augmentation significative du pH musculaire de *Longissimus thoracis* du dromadaire en automne en comparaison avec l'hiver ou l'été. D'autre part, Arabi *et coll.* (2013) ont constaté une augmentation significative du pH musculaire durant l'été. Dans le même contexte, ces auteurs ont attribué ces variations dans le pH musculaire aux réserves énergétiques du muscle au moment de l'abattage qui sont susceptibles d'entretenir la dégradation de l'ATP.

D'un autre côté, les valeurs de pH ultimes obtenues dans la présente étude sont comparables avec celles trouvées par El Khasmi *et coll.* (2010) pour le même muscle. En revanche, ces valeurs sont supérieures à celles mentionnées dans d'autres études (Kadim *et coll.*, 2006; 2009a; 2016). Le pH musculaire ultime élevé observé dans cette étude peut être attribué à l'épuisement des réserves énergétiques du muscle (Kadim *et coll.*, 2006; Abdelhadi

et *coll.*, 2015). De même, Abdelhadi et *coll.* (2012) ont attribué cette situation aux propriétés spécifiques des fibres musculaires du dromadaire.

Par ailleurs, Thompson (2002) a rapporté que le pH musculaire ultime est une conséquence de la combinaison de plusieurs facteurs parmi lesquelles la manipulation ante mortem, les traitements *post mortem* ainsi que la physiologie du muscle.

III.4.1.2. La température musculaire

Les valeurs de la température musculaire obtenues au cours des différents temps *post mortem* dans notre étude sont significativement plus élevées en été qu'en hiver et au printemps. En effet, cette augmentation est probablement due à l'exposition des animaux au stress thermique durant la saison estivale. Pareillement, ceci représente un stimulus pour l'augmentation de la température rectale des animaux. Dans le même contexte cette interprétation est fortement soutenue par la corrélation significative qui a été mise en évidence dans cette étude entre la température ambiante et la température rectale des animaux ($r = 0,490$).

Par ailleurs et après maintes recherches, nous n'avons pas trouvé d'étude qui mette en évidence la relation entre la saison et la température musculaire chez le dromadaire, en comparaison avec l'abondance des études pour les autres animaux de boucherie. D'autre part, des études menées par Nagle et *coll.* (2000) indiquent que l'exposition des volailles à des températures élevées (30-35 °C pour une durée de 2,5 heures) avant l'abattage a un effet significatif sur la température musculaire des animaux à l'abattage.

La plupart des auteurs s'accordent à dire que la vitesse de chute du pH et de la température musculaire durant les premières heures *post mortem* sont deux facteurs très importants pour la détermination de la couleur, de la capacité de rétention d'eau ainsi que de la tendreté finale de la viande (Mancini et Hunt, 2005; Savell et *coll.*, 2005; Thompson et *coll.*, 2006; Huff-Lonergan et Lonergan, 2007).

III.4.1.3. La conductivité électrique

Depuis les années 70, la grande majorité des travaux sur les propriétés électriques de la viande a porté sur l'utilisation de cette mesure pour le contrôle de la chute du pH ou encore l'évaluation du pH ultime (Lee et *coll.*, 2000).

Dans cette étude, on a constaté que la conductivité électrique mesurée à 90 min et 24 h *post mortem* n'est pas influencée par la saison. Cependant, nous avons noté une influence

significative de la saison sur la conductivité électrique mesurée à 48 h *post mortem*. Cette dernière est significativement plus élevée en été qu'en hiver. Cette augmentation de la conductivité électrique observée au cours de cette période peut être due à l'effet stimulant exercé par une température ambiante élevée sur l'activité enzymatique au cours du temps *post mortem*.

À des températures élevées, l'intégrité des membranes des cellules musculaires est compromise. En effet, la rupture des membranes permet une continuité du fluide intra et extracellulaire, ce qui entraîne une augmentation de la conductivité électrique. Au contraire, un tissu musculaire complètement intact aura une conductivité électrique plus basse (Byrne et coll., 2000). Pareillement, Chai et coll. (2010) ont souligné que la principale cause du changement de conductivité électrique est due au mouvement d'électrolytes entre les compartiments intra et extracellulaire.

Egalement, très peu d'études ont été faites sur l'effet de saison d'abattage sur la conductivité électrique chez le dromadaire. En revanche, plusieurs études ont été menées sur cet aspect chez les autres animaux de boucherie telle que les bovins (Byrne et coll., 2000; Banach et Żywica, 2007; Marenčić et coll., 2012) et les porcins (Łyczyński et coll., 2006; Wasilewski et coll., 2008; Łyczyński et coll., 2009). Dans le même contexte, Van de Perre et coll. (2010) ont rapporté que la saison a une influence significative sur la conductivité électrique de la *Semi membranousus* mesuré à 24 h *post mortem* chez le porc.

III.4.1.4. La capacité de rétention d'eau

III.4.1.4.1. Les pertes à la réfrigération

Dans la présente étude, les valeurs enregistrées des pertes à la réfrigération sont significativement plus élevées en été qu'en hiver, ceci est en accord avec les observations d'Arabi et coll. (2013) qui ont décrit une diminution de la capacité de rétention d'eau de la viande cameline durant l'été. Pareillement, un résultat similaire est observé chez les poulets par Bianchi et coll. (2007). Ces mêmes auteurs, ont observé que les pertes à la réfrigération sont fortement influencées par la saison d'abattage. La diminution de la capacité de rétention d'eau durant la saison chaude peut être attribuée à une température élevée observée durant cette saison. Ces résultats sont en accords avec ceux de Wang et coll. (2009) chez les poulets de chair, de Kim et coll. (2012b) chez les bovins et de Warner et coll. (2014) chez les ovins. Ces mêmes auteurs, affirment que l'exposition du muscle à une température ambiante élevée cause une perte excessive d'eau du muscle. Dans le même contexte, d'autres auteurs ont

suggéré que la principale cause de diminution de la capacité de rétention d'eau est la dénaturation des protéines musculaires (Huff-Lonergan et Lonergan, 2005; Visessanguan et coll., 2005; Barbut et coll., 2008; Bowker et Zhuang, 2015).

Une température *post mortem* plus élevée accélère la vitesse de la glycolyse et la chute du pH musculaire, ceci stimule l'activité des enzymes musculaires endogènes ce qui entraîne une dénaturation excessive des protéines musculaires et par conséquent une diminution de la capacité de rétention d'eau (Maddock et coll., 2005; Bee et coll., 2007; Kim et coll., 2014). De même, plusieurs auteurs ont suggéré que la combinaison d'une température élevée et d'un pH musculaire faible durant les premières heures *post mortem* a un effet significatif sur la capacité de rétention d'eau en raison de ses effets sur la dégradation protéolytique et la dénaturation du composant de myofibrilles (Molette et coll., 2003; Alvarado et Sams, 2004; Molette et coll., 2006). Les pertes à la réfrigération observées dans la présente étude sont supérieures aux valeurs rapportées par Zahedi et coll. (2016) pour le muscle de la *Longissimus thoracis* des dromadaires ayant un âge similaire à ceux de notre étude.

III.4.1.4.2. Les pertes à la cuisson

Aucune variation significative de ce paramètre en fonction de la saison n'a été observée, ceci est en accord avec les conclusions de l'étude de Suliman et coll. (2014). Egalement, nos résultats sont en concordance avec ceux de Chulayo et Muchenje (2013) et Sanchez-Sanchez et coll. (2013) qui ont noté une influence significative de la saison sur les pertes à la cuisson chez les ovins. En revanche, nos résultats sont en désaccord avec ceux de Suliman et coll. (2016) qui ont souligné une augmentation significative de ce paramètre durant l'été en comparaison avec l'hiver et l'automne.

En effet, l'absence d'une variation saisonnière significative de ce paramètre peut être expliquée par le fait que nos conditions de cuisson sont trop drastiques et conduisent à des pertes en eau sous l'effet de contraintes mécaniques, ce qui contribue à atténuer l'influence de la saison sur les pertes à la cuisson. D'un autre côté, les pertes à la cuisson notées dans cette étude sont plus élevées en comparaison avec ceux fournis par d'autres études pour le même muscle et d'âge comparable avec notre étude (Kadim et coll., 2006; 2009a; 2009b; 2016).

III.4.1.4.3. Les pertes à la décongélation

Dans la présente étude, une augmentation significative des pertes de décongélation a été mise en évidence pendant la saison estivale. Ce résultat peut être dû à l'altération de la propriété de rétention d'eau de la protéine musculaire causée par une température musculaire

élevée enregistrée pendant cette saison. Dans le même contexte, Traore et *coll.* (2012) ont attribué l'augmentation des pertes de décongélation à la dégradation des protéines musculaires causées par les mécanismes de détérioration. Pareillement, cette constatation a été soutenue par une étude antérieure menée par Molette et *coll.* (2006). Ces mêmes auteurs ont rapporté une augmentation significative des pertes en eau des muscles exposés à 40 °C par rapport à ceux maintenus à 4 °C.

III.4.2. Corrélations entre les paramètres de qualité de la viande étudiés

Notre étude indique une corrélation significative entre le pH ultime de la viande et la conductivité électrique à 90 min *post mortem*, ce qui est en accord avec les résultats rapportés par Byrne et *coll.* (2000) pour la viande bovine. De la même, Benaïssa et *coll.* (2014) ont indiqué une corrélation positive et significative entre les valeurs moyennes des différents temps *post mortem* du pH musculaire et de la conductivité électrique de la *Longissimus thoracis* chez les dromadaires adultes. En effet cette corrélation est probablement due à la relation entre les propriétés électriques et le taux de la glycolyse.

En outre, le pH ultime présente une corrélation négative significative avec les pertes de décongélation. Des résultats similaires sont rapportés chez les volailles par El-Rammouz et *coll.* (2004). En outre, des études antérieures sur les autres animaux de boucherie ont montré que la viande avec un pH ultime élevé possède une grande capacité de rétention d'eau que la viande avec un pH ultime faible (Abril et *coll.*, 2001; Villarroel et *coll.*, 2003; Bowker et Zhuang, 2015). Ces observations sont en accord avec celles rapportées par Benaïssa et *coll.* (2014) chez le dromadaire. En effet, ces mêmes auteurs ont décrit une corrélation positive significative entre le pH musculaire moyen à différents temps *post mortem* et la capacité de rétention d'eau de la *Longissimus thoracis*.

De même, Huff-Lonergan et Lonergan (2007) ont signalé que lorsque le pH diminue et se rapproche du point isoélectrique des protéines (5,4-5,6 pour les protéines myofibrillaires), la charge nette des protéines diminue, provoquant ainsi un resserrement du réseau protéique myofibrillaire lié à la diminution des forces de répulsion électrostatique entre les filaments protéiques. L'eau se déplace du compartiment intramyofibrillaire vers l'espace intermyofibrillaire, réduisant ainsi la pression osmotique dans le sarcoplasme. Il y aura ensuite un transfert d'eau de l'espace intracellulaire vers l'espace extracellulaire.

En revanche, aucune corrélation significative entre le pH ultime et les pertes à la cuisson ($r = 0,076$; $p > 0,05$) n'a été enregistrée dans notre étude. Par contre, les pertes à la

cuisson présentent des corrélations significatives (mais d'une faible intensité) avec les autres paramètres du pouvoir de rétention d'eau comme les pertes à la réfrigération ($r = 0,466$; $p < 0,01$) et les pertes à la décongélation ($r = 0,468$; $p < 0,01$). Ce résultat peut être attribué à nos conditions de cuisson trop drastiques, ce qui conduit à des pertes en eau sous l'effet des contraintes mécaniques, et par conséquent contribuent à atténuer l'influence du pH sur les pertes à la cuisson.

D'autre part, des corrélations positives et significatives entre les températures musculaires et les pertes à la cuisson et à la décongélation ont été mise en évidence, ces résultats sont en accord avec les observations de Kim et *coll.* (2014), Strydom et Rosenvold (2014) et Warner et *coll.* (2014) chez les autres animaux de boucherie. Ces mêmes auteurs ont souligné qu'une température musculaire plus élevée a une influence négative sur la capacité de rétention d'eau, la stabilité de la couleur ainsi que la tendreté finale de la viande. En désaccord avec nos résultats, Benaïssa et *coll.* (2014) ont observé une corrélation positive et significative entre la température musculaire et la capacité de rétention d'eau.

D'un autre côté, nos résultats indiquent clairement que le nombre des corrélations significatives entre la conductivité électrique et les autres paramètres de qualité de la viande étudiée augmentent avec l'avancement du temps *post mortem*. En effet, la corrélation rapportée entre la conductivité électrique et les pertes à la réfrigération concorde avec celle rapportée par Byrne et *coll.* (2000) pour les bovins, Jůzl et *coll.* (2012) pour les porcins et Jandasek et *coll.* (2014) pour les ovins. Cette signification peut être attribuée à la relation qui existe entre les propriétés électriques et la capacité de rétention d'eau. Dans le même contexte, les études antérieures ont rapporté que la variation de la conductivité électrique est une conséquence des différents stades de l'altération de la membrane cellulaire et du mouvement des électrolytes entre le compartiment intra et extracellulaire (Byrne et *coll.*, 2000; Chai et *coll.*, 2010).

Conclusion générale

Cette étude a permis de mettre en évidence l'effet des conditions climatiques et saisonnières sur les variations des paramètres physiologiques, sanguins et de la qualité de la viande chez le dromadaire en Algérie. Nos résultats confirment les constatations suivantes :

1- l'analyse des paramètres physiologiques a montré que la saison et les conditions climatiques affectent significativement la température rectale, par contre aucun effet significatif n'a été mis en évidence sur la fréquence cardiaque et respiratoire.

2- l'étude des paramètres sanguins hématologiques a révélé que la saison et les conditions climatiques affectent de façon significative la numération des globules rouges, la concentration en hémoglobine, le volume globulaire moyen, la concentration cellulaire moyenne en hémoglobine et la numération des globules blancs. En revanche, aucun effet significatif n'a été constaté sur l'hématocrite, la teneur globulaire moyenne en hémoglobine et la formule leucocytaire.

3- l'étude des paramètres biochimiques sanguins chez le dromadaire a montré des variations saisonnières significatives de l'urémie et de l'activité des enzymes suivantes : CK, ALAT et LDH. Au contraire, aucun effet significatif n'a été mis évidence sur les concentrations sériques de la glycémie, la triglycéridémie, la cholestérolémie, la créatinémie et de l'activité enzymatique de l'ASAT et de PAL.

4- l'étude des paramètres de qualité de la viande a indiqué que la saison d'abattage affecte significativement la température musculaire, la conductivité électrique, les pertes à la réfrigération ainsi que les pertes à la décongélation. Alors que, l'effet n'est pas significatif sur le pH ultime et les pertes à la cuisson. Dans le même contexte, l'analyse des données relatives à la qualité de la viande montre clairement que la mesure de la conductivité électrique musculaire à 48 h *post mortem* est une méthode crédible et fiable pour l'appréciation de la qualité de la viande du dromadaire.

Enfin, la présente étude constitue une première tentative afin d'identifier les variations de quelques paramètres physiologiques, sanguins et de qualité de la viande chez le dromadaire en Algérie. Toutefois, des travaux complémentaires sur des effectifs plus grands et sur d'autres paramètres devront être réalisés afin d'établir les éventuelles relations qui pourraient exister entre ces différents paramètres ainsi que leurs effets sur l'état physiologique et la qualité de la viande chez le dromadaire.

Références bibliographiques**A**

- Aaslyng M.D., Gade P.B., 2001. Low stress pre-slaughter handling: effect of lairage time on the meat quality of pork. *Meat Science*, 57(1): 87-92
- Aaslyng M.D., Bejerholm C., Ertbjerg P., Bertram H.C., Andersen H.J., 2003. Cooking loss and juiciness of pork in relation to raw meat quality and cooking procedure. *Food Quality and Preference*, 14(4):277-288.
- Abdalla E.B., Zeidan A.E.B., Abd El-Salaam A.M., Maiada Allam W.A., 2011. Thermoregulation and blood biochemical changes in male dromedary camels during hot-humid and hot dry environments under Egyptian conditions. *Journal of Camel Practice and Research*, 18(2): 297- 304.
- Abdelgadir W.S., Ahmed T.K., Dirar H.A., 1998. The traditional fermented milk products of the Sudan. *International Journal of Food Microbiology*, 44(1-2): 1-13.
- Abdelhadi O.A.M., Babiker S.A., Picard B., Jurie C., Jailler R., Hocquette J.F., Faye B., 2012. Effect of season on contractile and metabolic properties of desert camel muscle (*Camelus dromedarius*). *Meat Science*, 90(1): 139-144
- Abdelhadi O.M.A., Babiker S.A., Hocquette J.F., Picard B., Durand D., Faye B., 2013. Effect of ageing on meat quality of the one humped camel (*Camelus dromedarius*). *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 25(2): 150-158.
- Abdelhadi O.A.M., Babiker S.A., Bauchart D., Listrat A., Rémond D., Hocquette J.F., Faye B., 2015. Effect of gender on quality and nutritive value of dromedary camel (*Camelus dromedarius*) *longissimus lumborum* muscle. *Journal of The Saudi Society of Agricultural Sciences*, 16: 242-249.
- Abdel-Samee A.M., Marai I.F.M., 1997. Daily body gain and some related physiological and bio-chemical changes in dromedary camels as affected by hot climate. *International Conference on Animal Production and Health*, p 331-339.
- Abdoun K.A., Samara E.M., Okab A.B., Al-Haidary A.I., 2012. A comparative study on seasonal variation in body temperature and blood composition of camels and sheep. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 11(6): 769-773.

- Abdul-Rahaman Y.T., Jassim S.T., Omar A.A.F., 2015. Effect of months on levels of some hematological parameters of Iraqi one-humped female camels (*Camelus dromedaries*). *Global Journal of Bio-Science and Biotechnology*, 4(3): 268-271
- Abril M., Campo M.M., Onenç A., Saúdo C., Alberti P., Negueruela A.I., 2001. Beef colour evolution as a function of ultimate pH. *Meat Science*, 58(1): 69-78
- Adamou A., 2009. Notes sur la polyfonctinalité de l'élevage camelin. *Journal Algérien des Régions Arides*, 8: 108-122.
- Adamou A., 2011. Développement de la filière viande cameline pour la sécurité alimentaire des populations du Sahara algérien, dans : Atelier sous-régional sur : L'effet du changement climatique sur l'élevage et la gestion durable des parcours dans les zones arides et semi-arides du Maghreb, Univ. K.M. Ouargla-Algérie, p 75-83.
- Agrawal R.P., Budania S., Sharma P., Gupta R., Kochar D.K., Panwar R.B., Sahani M.S., 2007. Zero prevalence of diabetes in camel milk consuming Raica community of Northwest Rajasthan, India. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 76(2): 290-296.
- Aichouni A., Jeblawi R., Dellal A., Hammou H., Aggad H., 2010. Breed variation in blood constituents of the one-humped camel (*Camelus dromedaries*) in Algeria. *Journal of Camelid Science*, 3: 19-25.
- Aichouni A., Dellal A., Jebmawi R., 2011. Influence de la saison sur les paramètres hématologiques du dromadaire (*Camelus dromaderius*) Algérien. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 162(7): 327-332.
- Aichouni A., Belhadia M., Kebir N., Aggad H., 2013. Season influence on serum organic parameters of dromedarius (*Camelus dromaderius*) in Algeria. *Biochemistry and Biotechnology Research*, 1(1): 8-12.
- Al-Arfaj N.M., Attia K.A., Saleh S.Y., 1992. Some physiological studies on the blood cellular elements of camel with reference to certain immunological properties of lymphocytes. *Veterinary Medicine Journal Giza*, 40: 115-120.
- Al-Busadah K.A., 2007. Some biochemical and haematological indices in different breeds of camels in Saudi Arabia. *Scientific Journal of King Faisal University (Basic and Applied Sciences)*, 8(1): 131-142.

- Al-Haidary A.A., 2006. The effect of physical activity on body temperature and some blood constituents of camel during summer and winter months. *Research Bulletin Agriculture Research Centre, King Saud University*, 147: 1-17.
- Al-Haidary A.A., Samara E.M., Okab A.B., Abdoun K.A., 2013. Thermophysiological responses and heat tolerance of Saudi camel breeds. *International Journal of Chemical, Environmental and Biological Sciences*, 1(1):173-176.
- Al Haj M., 2013. Effects of dehydration and blockade of the renin-angiotensin system in the one-humped camel (*Camelus dromedaries*). *Acta Universitatis Upsaliensis*, 178: 1-52.
- Al-Harbi M.S., 2012. Some hematologic values and serum biochemical parameters in male camels (*Camelus dromedarius*) before and during rut. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 7(11): 1219-1226.
- Ali A.T., Penny C.B., Paiker J.E., Van Niekerk C., Smit A., Ferris W.F., Crowther N.J., 2005. Alkaline phosphatase is involved in the control of adipogenesis in the murine preadipocyte cell line, 3T3-L1. *Clinica Chimica Acta*, 354(1-2): 101-109
- Ali S., Ahmad N., Akhtar N., Zu R., Noakes D.E., 2008. Metabolite contents of blood serum and fluid from small and large sized follicles in dromedary camels during the peak and the low breeding seasons. *Animal Reproduction Science*, 108(3-4): 446-456.
- Al-Jashamy K.A., Sawad A.A., 2016. Ultrastructure morphology of camel blood cells. *Kufa Journal for Veterinary Medical Sciences*, 7(1) B: 1-6.
- Al-Jassim R., Veerasamy S., 2015. Climate change and camel production: impact and contribution. *Journal of Camelid Science*, 8: 1-17.
- Al-Qarawi A.A., Ali B.H., 2003. Variations in the normal activity of esterases in plasma and liver of camels (*Camelus dromedarius*), cattle (*Bos indicus*), sheep (*Ovis aries*) and goats (*Capra hircus*). *Journal of Veterinary Medicine Series A*, 50(4): 201-203.
- Al-Qarawi A.A., Mousa H.M., 2004. Lipid concentrations in erythrocyte membranes in normal, starved, dehydrated and rehydrated camels (*Camelus dromedarius*), and in normal sheep (*Ovis aries*) and goats (*Capra hircus*). *Journal of Arid Environments*, 59(4): 675-683.
- Alsaad K.M., 2009. Clinical, hematological and biochemical studies of anaplasmosis in Arabian one humped camels (*Camelus dromedaries*). *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(11): 2106-2109.

- AL-Shami S.A., 2009. Comparative determination of serbiochemical constituents in-door and free grazing camels. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(5): 896-898
- Alshamsi N.S., Ksiksi T.S., Ashraf S.S., 2015. Altered serum enzymes and biochemical levels in Arabian racing camels with bone fractures. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 25(4): 1072-1080.
- Alvarado C.Z., Sams A.R., 2004. Turkey carcass chilling and protein denaturation in the development of pale, soft and exudative meat. *Poultry Science*, 83(6): 1039-1046
- Alwan A.O., Igwegbe A.O., Ahmad A.A., 2014. Effects of rearing conditions on the proximate composition of Libyan maghrebi camels' (*Camelus dromedarius*) milk. *International Journal of Engineering and Applied Sciences*, 4(8): 1-6.
- Amin A.S., Abdoun K.A., Abdelatif A.M., 2007. Seasonal variation in blood constituents of one-humped camel (*Camelus dromedaries*). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10(8): 1250-1256.
- Arabi O.H., Elmawlla S.F., Abdelhai E., Elhadi A., 2013. The effects of seasons, age of the animal and storage time on physical properites of camel's meat (*Camelus dromedaries*). *Gezira Journal of Engineering and Applied Science*, 8(1): 17-30.
- Asadi F., Shahriari A., Asadian P., Pourkabir M., Sabzikar A., Ojaghee R., 2009. Serum lipid, glucose, free fatty acids and liver triglyceride in sub-adult and adult camels (*Camelus dromedaries*). *Revue de Médecine Vétérinaire*, 160(12): 552-556
- Awodi S., Ayo J.O., Atodo A.D., Dzende T., 2005. Some haematological parameters and the erythrocyte osomotic fragility in the laughing dove (*Streptopella senegalensis*) and the village weaner bird (*Ploceus cucullatus*). Proceedings of the 10th Annual Conference of Animal Science Association of Nigeria, p 384-387.

B

- Babeker E.A., Elmansoury Y.H.A., Suleem A.E., 2013. The influence of seasons on blood constituents of dromedary camel (*Camelus dromedarius*). *Online Journal of Animal and Feed Research*, 3(1): 1-8.
- Babelhadj B., 2012. Etude ostéo-biométrique de dromadaire : cas de la population Sahraoui. Mémoire de Magistère en Agronomie. Université de Kasdi Merbah Ouargla, 107 p.

- Babelhadj B., Adamou A., Tekkouk-Zemmouchi F., Benaïssa A., Guintard C., 2016. Etude biométrique de dromadaires de 2 populations algériennes: la Saharaoui et la Targui (*Camelus dromedarius*, L.). *Livestock Research for Rural Development*, 28(2).
- Badakhshan Y., Mirmahmoudi R., 2016. Blood metabolites of one-humped camel (*Camelus dromedarius*) versus sheep during summer heat stress. *Iranian Journal of Veterinary Medicine*, 10(1): 65-71.
- Badawy M.T., Gawish H.S., Marwa A.K, El-Nouty F.D., Hassan G.A., 2008. Seasonal variations in hemato-biochemical parameters in mature one humped she-camels in the north-western coast of Egypt. *Egyptian Journal of Animal Production*, 45(2): 155-164.
- Banach J. K., Żywica R., 2007. Usability of beef conductivity properties for assessment and control of its ripeness. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 57(2) A: 25-28.
- Barakat S.M., Turkey I.Y., El Bashir S.M., Ali S.A., Omer S.A., 2007. Comparison of some blood constituents in stabled and grazing camels (*Camelus dromedarius*) in Sudan. *Journal of Science and Technology*, 8(2): 21-26.
- Barakat S.M., AL Hizab F.A., El-Bahr S.M., 2013. Clinicopathological and serobiochemical investigation of naturally occurring cutaneous papillomatosis in dromedary camels (*Camelus dromedarius*). *Science International*, 1(6): 212-216.
- Barbut S., Sosnicki A.A., Lonergan S.M., Knapp T., Ciobanu D.C., Gatcliffe L.J., Huff-Lonergan E., Wilson E.W., 2008. Progress in reducing the pale, soft and exudative (PSE) problem in pork and poultry meat. *Meat Science*, 79(1): 46-63.
- Bargaâ R., Lektib I., Barka K., Riad F., El Abbadi N., Belhouari A, Hammoumi A., El-Khasmi M., 2016a. Seasonal variation of hematological profile and its correlation with thyroid and adrenal gland hormones in mal Moroccan camels (*Camelus dromedaries*). *International Journal of Agriculture and Environmental Sciences*, 1(1): 8-14.
- Bargaâ R., Lektib I., Farh M., El Abbadi N., Belhouari A., El-Khasmi M., 2016b. Seasonal variations of biochemical profile and its correlations with thyroid and adrenal gland hormones in Morrocan camel (*Camelus dromedarius*). *International Journal of Agriculture and Environmental Research*, 2(6): 1858-1872.

- Barka K., Farh M., Riad F., Tahri E.H., Belhouari A., El-Khasmi M., 2016. Impact of transport distance on some stress biomarkers levels in camel meat. *MOJ Food Processing & Technology*, 2(4): 00043.
- Bassit R.A., Pinheiro C.H., Vitzel K.F., Sproesser A.J., Silveira L.R., Curi R., 2010. Effect of short-term creatine supplementation on markers of skeletal muscle damage after strenuous contractile activity. *European Journal of Applied Physiology*, 108(5): 945-955.
- Bee G., Anderson A.L., Lonergan S.M., Huff-Lonergan E., 2007. Rate and extent of pH decline affect proteolysis of cytoskeletal proteins and water- holding capacity in pork. *Meat Science*, 76(2): 359-365.
- Bekele T., Olsson K., Olsson U., Dahlborn K., 2013. Physiological and behavioral responses to different watering intervals in lactating camels (*Camelus dromedarius*). *American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 305: 639-646.
- Benaïssa A., Ould El Hadj-Khelil A., Adamou A., Babelhadj B., Mehiring M., Boufaghes B., Attoussi M., Samili H., Becila S., 2014. Qualité de la viande de dromadaire dans les abattoirs de Ouargla en Algérie. I. Quelques caractéristiques physico-chimiques de la viande au cours de la maturation. *Revue de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 67(4): 223-228.
- Benaïssa R., 1989. Le dromadaire en Algérie. Option Méditerranéennes – Série n°2, p : 19-28.
- Bengoumi M., Faye B., El Khasmi K., De La Farge F., 1997. Clinical enzymology in the dromedary camel (*Camelus dromedarius*): Part 2. Effect of season, age, sex, castration, lactation and pregnancy on serum AST, ALT, GGT, AP and LDH activities. *Journal of Camel Practice and Research*, 4(1): 25-29.
- Bengoumi M., Faye B., De La Farge F., 1998a. Clinical enzymology in the dromedary camel (*Camelus dromedarius*): Part III. Effect of dehydration on serum AST, ALT, GGT, AP, LDH and urine GGT activities. *Journal of Camel Practice and Research*, 5(1): 119-122.
- Bengoumi M., Faye B., De La Farge F., 1998b. Clinical enzymology in the dromedary camel (*Camelus dromedarius*): Part IV. Effect of exercise on serum AST, ALT, GGT, AP and LDH, and CK activities. *Journal of Camel Practice and Research*, 5(1): 123-126.
- Bengoumi M., Faye B., 2002. Adaptation du dromadaire à la déshydratation. *Science et changements planétaires / Sécheresse*. 13(2): 121-129.

- Bengoumi M., Moutaoukil F., De La Farge F., Faye B., 2003. Seasonal variation of the plasma thyroid hormone concentrations and the body temperature in the dromedary camel. *Journal of Camel Practice and Research*, 10: 115-119.
- Ben Romdhane S., Romdane M.N., Feki M., Sanhagi H., Kaabachi N., M'bazaa A., 2003. Valeurs usuelles des principaux constituants biochimiques sériques du dromadaire (*Camelus dromedarius*). *Revue de Médecine Vétérinaire*, 154(11): 695-702.
- Berda-Haddad Y., Faure C., Boubaya M., Arpin M., Cointe S., Frankel D., Lacroix R., Dignat-George F., 2016. Increased mean corpuscular haemoglobin concentration: artefact or pathological condition?. *International Journal of Laboratory Hematology*, 39: 32–41.
- Bernard J., Levy J.P., Veret B., Clauvel J.P., Rain J.D., Sultan Y., 1996. Hématologie 8 éd. Paris: Masson, 1996.
- Bianchi M., Petracci M., Sirri F., Folegatti E., Franchini A., Meluzzi A., 2007. The influence of the season and market class of broiler chickens on breast meat quality traits. *Poultry Science*, 86(5): 959-963.
- Bogin E., 2000. Clinical pathology of camelides: present and future. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 151(7): 563-568.
- Bond J.J., Warner R.D., 2007. Ion distribution and protein proteolysis affect water holding capacity of *Longissimus thoracis et lumborum* in meat of lamb subjected to ante mortem exercise. *Meat Science*, 75(3): 406-414.
- Bouâouda H., Achâaban M.R., Ouassat M., Oukassou M., Piro M., Challet E., El Allali K., Péve P., 2014. Daily regulation of body temperature rhythm in the camel (*Camelus dromedarius*) exposed to experimental desert conditions. *Physiological Reports*, 2(9): 12151.
- Boue A., 1949. Essai de barymétrie chez le dromadaire Nord-africain. *Revue d'élevage et Médecine vétérinaire des Pays tropicaux*, 1(3): 13-16.
- Bowker B., Zhuang H., 2015. Relationship between water-holding capacity and protein denaturation in broiler breast meat. *Poultry Science*, 94(7): 1657-1664.
- Bruss L.M., 2008. Lipids and ketones, *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 6th Ed. In: Kaneko J.J., Harvey, W.J. & Bruss L.M. (Eds), Academic Press, Inc, New York, USA., ISBN: 13-978-0-12-370791-7, p: 81-116.

Byrne C.E., Troy D.J., Buckley D.J., 2000. Postmortem changes in muscle electrical properties of bovine *M. longissimus dorsi* and their relationship to meat quality attributes and pH fall. *Meat Science*, 54(1): 23-34.

C

Carlson G.P., 1990. Clinical chemistry tests, In: B.P. Smith (Ed.), Large Animal Internal Medicine, Co., St. Louis, 393.

Casseleux G.D.E., 2007. Détermination des valeurs usuelles biochimiques et hématologiques du chiot âge de zéro a huit semaines. Thèse de doctorat vétérinaire à l'école nationale vétérinaire d'Alfort, 126 p.

Chai J., Xiong Q., Zhang C.X., Miao W., Li F.E., Zheng R., Peng J., Jiang S.W., 2010. Effect of pre-slaughter transport plant on blood constituents and meat quality in halothane genotype of NN Large White× Land race pigs. *Livestock Science*, 127(2-3): 211-217

Chakir Y., El Khasmi M., Farh M., Bargaâ R., Riad F., Safwate A., Tahri E.H., El Abbadi N., Abouhafs R., Faye B., 2013. Effects of vitamin E and vitamin C on hydrogen peroxide-induced hemolysis in Moroccan dromedary camels (*Camelus dromedarius*). *Greener Journal of Medical Sciences*, 3(4): 111-120

Chineke C.A., Ologun A.G., Ikeobi C.O.N., 2006. Haematological parameters in rabbit breeds and crosses in humid tropics. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 9(11): 2102-2106.

Chulayo A.Y., Muchenje V., 2013. The effects of pre-slaughter stress and season on the activity of plasma creatine kinase and mutton quality from different sheep breeds slaughtered at a smallholder abattoir. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 26(12): 1762-1772

Correa J.A., Gonyou H., Torrey S., Widowski T., Bergeron R., Crowe T., Laforest J.P., Faucitano L., 2014. Welfare of pigs being transported over long distances using a pot-belly trailer during winter and summer. *Animals*, 4(2): 200-213

Cristofanelli S., Antonini M., Torres D., Polidori P., Renieri C., 2004. Meat and carcass quality from Peruvian llama (*Lama Glama*) and alpaca (*Lama Pacos*). *Meat Science*, 66 (3): 589-593.

D

D'Alessandro A.G., Maiorano G., Ragni M., Casamassima D., Marsico G., Martemucci G., 2013. Effects of age and season of slaughter on meat production of light lambs: Carcass characteristics and meat quality of leccese breed. *Small Ruminant Research*, 114(1): 97-104.

Delatour V., Lalelre B., Dumont G., Hattchouel J.M., Froissart M., De Drave J., Vaslin-Reimann S., 2011. Développement d'une méthode de référence pour le dosage de la créatinine pour améliorer le diagnostic et le suivi de l'insuffisance rénale. *Revue Française de Métrologie*, 26(2): 21-31.

Demoranville V.E., Best M.A., 2013. Haematocrit. Encyclopedia of Surgery: A guide for patients and caregivers. Available at: en.wikipedia.org/wiki/haematology.

Diaconescu C., Matei M., Tâlpu.G., Tăpăloagă P., 2014. Comparative physicochemical and biochemical characterization of bull and boar semen. *Scientific Papers. Series D. Animal Science*, 57: 141-145.

Doyle D., 2006. William Hewson (1739-74). The father of haematology. *British Journal of Haematology*, 133(4): 375-381.

E

El Allali K., Achâaban M.R., Bothorel B., Piro M., Bouâouda H., El Allouchi M., 2013. Entrainment of the circadian clock by daily ambient temperature cycles in the camel (*Camelus dromedarius*). *American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 304: 1044-1052.

El-Anwar A.H., Mabrouk E.A., Ibrahim S.S., 1993. Effect of muscular exercise on some serum biochemical constituents in camels. *Veterinary Medical Journal Giza*, 41: 83-85.

El-Bahrawy K.A., El Hassanein E.E., 2011. Seasonal variations of some blood and seminal plasma biochemical parameters of male dromedary camels. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 10(3): 354-360.

El-Deeb W.M., Fouda T.A., El-Bahr S.M., 2014. Clinico-biochemical investigation of paratuberculosis of dromedary camels in Saudi Arabia: Proinflammatory cytokines, acute phase proteins and oxidative stress biomarkers. *Pakistan Veterinary Journal*, 34(4): 484-488.

- El-Harairy M.A., Zeidan A.E.B., Afify A.A., Amer H.A., Amer A.M., 2010. Ovarian activity, biochemical changes and histological status of the dromedary she-camel as affected by different seasons of the year. *Journal of Nature and Science*, 8(5): 54-65.
- El Khasmi M., Riad F., Safwate A., Tahri E., Farh M., El Abbadi N., Coxam V., Faye B., 2010. Effects of preslaughter stress on meat quality and phosphocalcic metabolism in camels (*Camelus dromedarius*). *Journal of Camelid Science*, 3: 33-38.
- El Khasmi M., Chakir Y., Riad F., Safwate A., Tahri E.H., Farh M., El Abbadi N., Abouhafs R., Faye B., 2013. Effects of transportation stress during the hot-dry season on some haematological and physiological parameters in Moroccan dromedary camels (*Camelus dromedarius*). *Journal of Life Sciences*, 7(1): 13-25.
- Elnahas A., 2008. Ultrasonographical examination of one humped camels(*Camelus dromedarius*) liver with some haematological and biochemical aspects. Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doctor medicine veterinariae (Dr. med. vet) durch die Veterinärmedizinische Fakultät, Leipzig, Germany, 107 p.
- El Rammouz R., Babilé R., Fernandez X., 2004. Effect of Ultimate pH on the physicochemical and biochemical characteristics of turkey breast muscle showing normal rate of postmortem pH Fall. *Poultry Science*, 83(10): 1750-1757.
- Elrayah H.A., Barri M.E.S., Abdelrahman S.H., 2012. Preliminary information of some biochemical parameters in Sudanese camel (*Camelus dromedarius*). *Journal of Animal Scientist*, 1(1): 5-7.
- Eltahir Y.E., Hassan M.A., Mansour M.H., Mahgoub O., 2010. Serum mineral contents of the Omani racing Arabian camels (*Camelus dromedaries*). *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(4): 764-770.
- Eltayeb R., Osman H., Babiker E., 2015. The effect of water deprivation on blood constituents of the dromedary camel (*Camelus dromedarius*). *American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences (ASRJETS)*, 14(2): 258-264.
- Eskandari M.H., Majlesi M., Gheisari H.R., Farahnaky A., Khaksar Z., 2013. Comparison of some physicochemical properties and toughness of camel meat and beef. *Journal of Applied Animal Research*, 41(4): 442-447.

Etim N.N., Enyenihi G.E., Williams M.E., Udo M.D., Offiong E.E.A., 2013. Haematological parameters: indicators of the physiological status of farm animals. *British Journal of Science*, 10(1): 33-44.

Etim N.N., Williams M.E., Akpabio U., Offiong E.E.A., 2014. Haematological parameters and factors affecting their values. *Agricultural Science*, 2(1): 37-47.

F

FAO., 2013. Food and agriculture organization of the united nations (fao) faostat online statistical service. Division de la Statistique.

Farooq U., Samad H.A., Khurshid A., Sajaad S., 2011. Normal reference hematological values of one - humped camels (*Camelus dromedaries*) kept in Cholistan desert. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 21(2): 157-160.

Faye B., Jouany J.P., Chacornac J.P., Ratovonahary M., 1995. L'élevage des grands camélidés. Analyse des initiatives réalisées en France. *INRA Productions animales*, 8(1): 3-17.

Faye B., 1997. Guide de l'élevage du dromadaire. CIRAD-EMVT, Montpellier, première édition, 126 p.

Faye B., Meyer C., Marti A., 1999. Le dromadaire. CD-Rom. CIRAD Publ., Montpellier, France.

Faye B., Grech S., Khorchani T., 2004. Le dromadaire, entre féralisation et intensification. *Anthropozoologica*, 39 (2): 7-14.

Faye B., 2011. Combating desertification: The added value of the camel farming. *Annals of Arid Zone*, 50(3-4): 1-11.

Faye B., 2012. Camel Meat in the World: 18-27. In: Camel Meat and Meat Products Edited by I.T. Kadim , O. Mahgoub , B. Faye , M.M. Farouk. 248 p. cab international. Org.

Faye B., 2014. The Camel today: assets and potentials. *Anthropozoologica*, 49(2): 167-176.

Ferguson D.M., Warner R.D., 2008. Have we underestimated the impact of pré-slaughter stress on meta quality in ruminants?. *Meat Science*, 80(1): 12-19.

Fischer K., 2007. Drip loss in pork: influencing factors and relation to further meat quality traits. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 124(suppl 1):12-18.

G

Gambuteanu C., Borda D., Alexe P., 2013. The effect of freezing and thawing on technological properties of meat: Review. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 19(1): 88-93.

Gaughan J.B., 2011. Which physiological adaptation allows camels to tolerate high heat load – and what more can we learn?. *Journal of Camelid Science*, 4: 85-88.

Ghada A.E.M., 2014. Investigation of some enzymes level in blood and milk serum in two stages of milk yield dairy cows at Assiut city. *Assiut Veterinary Medical Journal*, 60(142): 110-120.

Gheisari H.R., Aminlari M., Shekarforoush S.S., 2009. A comparative study of the biochemical and functional properties of camel and cattle meat during frozen storage. *Veterinarski Arhiv*, 79(1): 51-68.

Gheisari H.R., Ranjbar, V.R., 2013. Antioxidative and antimicrobial effects of garlic in ground camel meat. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 36 (1): 13-20.

Giese J., 1992. Developing low fat meat products. *Food Technology*, 46(4): 100-108.

Grech-Angelini S., 2007. Effets de la déshydratation sur le métabolisme énergétique et sur l'état corporel du dromadaire, *Camelus dromadarius*. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, 121 p.

Gustavson J., Cederberg C., Sonesson U., Van Otterdijk R., Meybeck A., 2011. Global food losses and food waste. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2011.

H

Hanley A.J.G., Williams K., Festa A., Wagenknecht L.E., D'Agostino R.B. Jr., Haffner SM., 2005. Liver markers and development of the metabolic syndrome: the insulin resistance atherosclerosis study. *Diabetes*, 54(11): 3140-3147.

Harvey J.W., 1997. The erythrocyte: Physiology, metabolism, and biochemical Disorders. In : *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. [éd.] Harvey, JW, Bruss, ML, Kaneko, JJ. 5th Edition. San Diego : Academic Press, 157-203.

Honikel K.O., 1998. Reference methods for the assessment of physical characteristics of

meat. *Meat Science*, 49(4): 447-457.

Hozifa S.Y., Shadia A.O., Shamseldein H.A., 2016a. Influence of thermal environment change on blood metabolites, leukocytic and erthrocytic indices and clinical parameters of In-Door camel (*Camelus dromedaries*). *Global Journal of Biology, Agriculture and Health Sciences*, 5(1): 20-24.

Hozifa S.Y., Shamseldein H.A., Shadia A.O., 2016b. Serum metabolites, haematological indices and physiological parameters of free grazing camels (*Camelus dromedaries*) as affected by different seasons. *International Journal of Scientific and Technical Advancements*, 2(1): 85-88.

Huff-Lonergan E., Lonergan S.M., 2005. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Science*, 71(1): 194-204.

Huff-Lonergan E., Lonergan S.M., 2007. New frontiers in understanding drip loss in pork: recent insights on the role of postmortem muscle biochemistry. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 124 (Suppl 1): 19-26.

Hussain R., Khan A., Abbas R.Z., Ghaffar A., Abbas G., Rahman T., Ali F., 2016. Clinico-hematological and biochemical studies on naturally infected camels with *Trypanosomiasis*. *Pakistan Journal of Zoology*, 48(2): 311-316.

Hussein M.A., 1993. Traditional practices of camel husbandry and management in Somalia. Hjort (Ed.): *The Multi-purpose Camel: Interdisciplinary studies on pastoral production in Somalia*. EPOS, Uppsala University, Sweden.

Hussein M.F., Aljumaah R.S., Homeida A.M., Al-Haidary A.A., Alshaikh M.A., Gar Elnabi G., Mohammed O.B., Omer S.A., Macasero W.V., 2010. Coagulation profile and platelet parameters of the Arabian sand gazelle (*Gazelle Subgutturosa Marica*): Comparison with humans and camels. *Journal of Wildlife Diseases*, 46(4): 1165-1171.

Hussein Y.A., Al-Eknah M.M., Al-Shami S.A., Mandour M.A., Fouda T.A., 2012. Coat color breed variation in blood constituents among indigenous Saudi Arabia camel strains. *Mansora Veterinary Medical Journal*, 14(1): 191-204.

I

Ibrahim M.A., Abd-El-Rahman H.M.A., Rawash Z.M., El-Metwally A.E., 2016. Studies on some biochemical, hormonal, histopathological and seminal characters in relation to rutting and non-rutting season in camels. *Alexandria Journal of Veterinary Sciences*, 49(2): 189-202.

Immonen K., Puolene E., 2000. Variation of residual glycogen- glucose concentration at ultimate pH values below 5.75. *Meat Science*, 55(3): 279-283.

Isaac L.J., Abah G., Akpan B., Ekaette I.U., 2013. Haematological properties of different breeds and sexes of rabbits. Proceedings of the 18th Annual Conference of Animal Science Association of Nigeria, p 24-27.

Ismael A.B., Swelum A.A., Khalaf A.F., Abouheif M.A., 2014. Clinical, haematological and biochemical alterations associated with an outbreak of theileriosis in dromedaries (*Camelus dromedarius*) in Saudi Arabia. *Pakistan Veterinary Journal*, 34(2): 209-213.

J

Jandasek J., Milerski M., Lichovnikova M., 2014. Effect of sire breed on physico-chemical and sensory characteristics of lamb meat. *Meat Science*, 96(1): 88-93.

Jianlin H., Jiexia Q., Zhenming M., Yaping Z., Wen W., 1999. Three unique restriction fragment length polymorphisms of EcoRI, PvuII and ScaI digested mitochondrial DNA of Bactrian camels (*Camelus bactrianus ferus*) in China. *Journal of Animal Science*, 77(8): 2315-2316.

Jukna V., Jukna C., Pečiulaitienė N., 2012. Electrical conductivity of pig meat and its relation with quality. *Veterinarija ir Zootechnika*, 57(79): 18-21.

Jůzl M., Šulcerová H., Gregor T., Urban T., Sláma P., Chalupová P., Sedláčková T., Kaplanová K., Weisz F., 2012. The relationship between colour and other meat quality traits in Czech Large White pigs. *Maso International. Journal of Food Science and Technology*, 2: 131-136.

K

Kadim I.T., Mahgoub O., Al-Marzooqi W., Al-Zadijali S., Annamalai K., Mansour M.H., 2006. Effects of age on composition and quality of muscle *Longissimus thoracis* of the Omani Arabian camel (*Camelus dromedaries*). *Meat Science*, 73(4): 619-625

- Kadim I.T., Mahgoub O., Al-Marzooqi W., 2008a. Meat quality and composition of longissimus thoracis from Arabian camel (*Camelus dromedarius*) and Omani beef: A comparative study. *Journal of Camelid Science*, 1: 37- 47.
- Kadim I.T., Mahgoub O., Al-Marzooqi W., Al-Ajmi D.S., Al-Maqbali R.S., Al-Lawati S.M., 2008b. The influence of seasonal temperatures on meat quality characteristics of hot-boned, *m. psoas major* and *minor*, from goats and sheep. *Meat Science*, 80(2): 210-215
- Kadim I.T., Mahgoub O., Purchas R.W., 2008c. A review of the growth, and of the carcass and meat quality characteristics of the one-humped camel (*Camelus dromedaries*). *Meat Science*, 80(3): 555-569.
- Kadim I.T., Al-Hosni Y., Mahgoub O., Al-Marzooqi W., Khalaf S.K., Al-Sinawi S.S.H., Al-Lawati A.M., Al-Amri I.S., 2009a. Effect of low voltage electrical stimulation on post mortem biochemical and quality characteristics of *Longissimus thoracis* muscle from one-humped camel (*Camelus dromedarius*). *Meat Science*, 82(1): 77-85
- Kadim I.T., Mahgoub O., Al-Marzooqi W., Khalaf S.K., 2009b. Effect of low voltage electrical stimulation and splitting carcass on histochemical and meat quality characteristics of the one-humped camel (*Camelus dromedarius*) *longissimus thoracis* muscle. *Journal of Camelid Science*, 2: 30-40.
- Kadim I.T., Mahgoub O., Al-Marzooqi W., Khalaf S.K., Mansour M.H., Al-Sinani S.S.H., Al-Amri I.S., 2009c. Effect of electrical stimulation on histochemical muscle fibre staining, quality and composition of camel and cattle *longissimus thoracis* muscles. *Journal of Food Science*, 74(1): S44-S52.
- Kadim I.T., Al-Ani M.R., Al-Maqbaly R.S., Mansour M.H., Mahgoub O., Johnson E.H., 2011. Proximate, amino acid, fatty acid and mineral composition of raw and cooked camel (*Camelus dromedarius*) meat. *British Food Journal*, 113(4): 482-493.
- Kadim I.T., 2013. A review of the nutritive value and meat quality characteristics of the dromedary (*Camelus dromedaries*) camel meats. *Camel*, 1(2): 129-156.
- Kadim I.T., Mahgoub O., Mbaga M., 2014. Potential of camel meat as a nontraditional high quality source of protein for human consumption. *Animal Frontiers*, 4(4):13-17.
- Kadim I.T., Al-Karousi A., Mahgoub O., Al-Marzooqi W., Khalaf S.K., Al-Maqbali R.S., Al-Sinani S.S.H., Raiymbek G., 2013. Chemical composition, quality and histology

- characteristics of individual dromedary camel (*Camelus dromedaries*) muscles. *Meat Science*, 93(3): 564-571.
- Kadim I.T., Abdulbari A.A., Muhssin, R.H., 2016. Effect Age and cooking on quality characteristics and nutritive value of camel (*Camelus dromedaries*) *Longissimus thoraces* muscle. *Journal of Medical Science and Clinical Research*, 4(3): 9748-9757.
- Kaneko J.J., 1980. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 3rd Ed. New York, London, Toronto, Sydney and San Francisco. Academic Press.
- Kaneko J.J., 1989. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 4th Ed. New York, USA, Academic Press.
- Karray N., Lopez C., Ollivon M., Attia H., 2005. La matière grasse du lait de dromadaire: Composition, microstructure et polymorphisme. *OCL Oléagineux corps gras lipids*, 12(5-6): 439- 446.
- Kataria N., Kataria A.K., Agarwal V.K., Garg S.L., Sahani M.S., Raghvendar S., 2000. Thyroid hormone profile in dromedary camel in winter and summer during water restriction. *Journal of Camel Practice and Research*, 7: 21-26.
- Kataria A.K., Kataria N., Sharma K.N., 2002. Serum protein and Immunoglobulin profile in camels (*Camelus dromedarius*). *Indian Journal of Animal Health*, 41(1): 5- 8.
- Kerr M.G., 1989. *Veterinary Laboratory Medicine, Clinical Biochemistry and Haematology*. Oxford, London, Edinburgh, Boston, Melbourne, Blackwell Scientific .Publications.
- Kim W.R., Flamm S.L., Di Bisceglie AM., Bodenheimer H.C.Jr., 2008. Serum activity of alanine aminotransferase (ALT) as an indicator of health and disease. *Hepatology*, 47(4): 1363-1370.
- Kim H.W., Lee S.H., Choi J.H., Choi Y.S., Kim H.Y., Hwang K.E., Park J.H., Song D.H., Kim C.J., 2012a. Effects of rigor state, thawing temperature, and processing on the physicochemical properties of frozen duck breast muscle. *Poultry Science*, 91(10): 2662-2667.
- Kim Y.H.B., Stuart A., Nygaard G., Rosenvold K., 2012b. High pre rigor temperature limits the ageing potential of beef that is not completely overcome by electrical stimulation and muscle restraining. *Meat Science*, 91(1): 62-68

Kim Y.H.B., Warner R.D., Rosenfold K., 2014. Influence of high pre-rigor temperature and fast pH fall on muscle proteins and meat quality: a review. *Animal Production Science*, 54(4): 375-395.

Kondjoyan A., Ouilic S., Portanguen S., Gros J.B., 2013. Combined heat transfer and kinetic models to predict cooking loss during heat treatment of beef meat. *Meat Science*, 95(2): 336-344

Kosanovic M., Rao M.V., Al Shamisi N.S., Tinson A.H., 2014. Effect of supplementation with trace elements (copper, cobalt, zinc and selenium) on blood cell count in Camels (*Camelus dromedarius*). *Journal of Trace Element Analysis*, 3(1): 23-31.

Ku S.K., Jeong J.Y., Park J.D., Jeon K.H., Kim E.M., Kim Y.B., 2014. Quality evaluation of pork with various freezing and thawing methods. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 34(5): 597- 603.

Kurtu M.Y., 2004. An assessment of the productivity for meat and carcass yield of camel (*camelus dromedarius*) and the consumption of camel meat in the Eastern region of Ethiopia. *Tropical Animal and Health Production*, 36(1): 65-76.

L

Lawrie R.A., 1998. Lawrie's Meat Science, 6 Ed. Suffolk: Edmundsbury Press.

Lee S., Norman J.M., Gunaesckaran S., Van Laack R.L.J.M., Kim B.C., Kaufman R.G., 2000. Use of electrical conductivity to predict water holding capacity in post rigor pork. *Meat Science*. 55(4): 385-389.

Lepetit J., Salé P., Favier R., Dalle R., 2002. Electrical impedance and tenderization in bovine meat. *Meat Science*, 60(1): 51-62.

Liu Z.P., MA Z., Zhang Y.J., 1994. Studies on the relationship between sway disease of Bactrian camels and copper status in Gansu province. *Veterinary Research Communnications*, 18(4): 251-260.

Łyczyński A., Wajda S., Czyżak-Runowska G., Rzosińska E., Grześ B., 2006. Effect of environmental conditions on pork meat quality. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 15/56(2): 109-116.

Łyczyński A., Runowska G., Pospiech E., Koćwin-Podsiadła M., Wojtczak J., Rzosińska E., Grześ B., Mikołajczak B., Iwańska E., 2009. Estimation of selected porcine meat quality

indicators on the basis of electrical conductivity measured 24 hours post-slaughter. *Animal Science Papers and Reports*, 27(1): 51-58.

M

Maddock K.R., Huff-Lonergan E., Rowe L.J., Lonergan S.M., 2005. Effect of pH and ionic strength on μ - and m-calpain inhibition by calpastatin. *Journal of Animal Science*, 83(6): 1370-1376.

MADR., 2011. Ministère de l'Agriculture et de Développement Rurale.

Magjeed N.A., 2005. Corrective effect of milk camel on some cancer biomarkers in blood of rats intoxicated with aflatoxin B1. *Journal of the Saudi Chemical Society*, 9(2): 253-263.

Mahran O.M., 2004. Some studies on blood parasite in camels (*Camelus dromedaries*) at Shalatin city, Red Sea Governorate. *Assiut Veterinary Medical Journal*, 50(102): 172-183.

Mal G., Suchitra Sena D., Kumar R., Sahani M.S., 2001. Haematological and mineral profile of bacterian and dromedary camel. *Indian Journal of Animal Sciences*, 71(12): 1162-1163.

Maltin C., Balcerzak D., Tilley R., Delday M., 2003. Determinants of meat quality: tenderness. *Proceeding of the Nutrition Society*, 62(2): 337-347.

Mancini R.A., Hunt M.C., 2005. Current research in meat color. *Meat Science*, 71(1): 100-121.

Mansourian A.R., 2010. The state of serum lipids profiles in sub-clinical hypothyroidism: a review of the literature. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 13(11): 556-562.

Maqsood S., Abushelaib A., Manheem K., Kadim I.T., 2015. Characterisation of the lipid and protein fraction of fresh camel meat and the associated changes during refrigerated storage. *Journal of Food Composition and Analysis*, 41: 212-220.

Marenčić D., Ivanković A., Pintić V., Kelava N., Jakopović T., 2012. Effect of the transport duration time and season on some physicochemical properties of beef meat. *Archiv fur Tierzucht*, 55(2): 123-131.

María G.A., Villarroel M., Sanudo C., Olleta J.L., Gebresenbet G., 2003. Effect of transport time and ageing on aspects of beef quality. *Meat Science*, 65(4): 1335-1340.

María G.A., Buil T., Liste G., Villarroel M., Sañudo C., Olleta J.L., 2006. Effects of transport time and season on aspects of rabbit meat quality. *Meat Science*, 72(4): 773-777.

- Maximin K., 2010. Hématologie des bovins : Etude des variations de la naissance à 60 jours. Thèse de docteur vétérinaire à l'université Claude-Bernard, Lyon 1, Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon, 160 p.
- Mehrzad J., Maleki M., Raji A., Razmi G., 2014. An ultrastructural investigation of the blood neutrophils in camel (*Camelus dromedarius*). *Comparative Clinical Pathology*, 23(4): 885-892.
- Melody J.L., Lonergan S.M., Rowe L.J., Huiatt T.W., Mayes M.S., Huff-Lonergan E., 2004. Early postmortem biochemical factors influence tenderness and water-holding capacity of three porcine muscles. *Journal of Animal Science*, 82(4): 1195-1205.
- Milinković-Tur S., Peric V., Stojevic Z., Zdelar-Tuk M., Pirsljin J., 2005. Concentrations of total proteins and albumins, and AST, ALT and GGT activities in the blood plasma of mares during pregnancy and early lactation. *Veterinarski Arhiv*. 75(3): 195-202.
- Miranda De La Lama G.C., Villarroel M., Olleta J.L., Alierta S., Sañudo C., Maria G.A., 2009. Effect of the pre-slaughter logistic chain on meat quality of lambs. *Meat Science*, 83(4): 604-609.
- Mohammed A.K., Sackey A.K., Tekdek L.B., Gefu J.O., 2007. The effects of season, ambient temperature and sex on rectal temperature, pulse and respiratory rates for the adult one humped camel (*Camelus dromedaries*) introduced into a sub-humid climate in shika-zaria, Nigeria. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 6(4): 536-538.
- Mohebbi-Fani M., Nazifi S., Rowghani E., Bahrami S., Jamshidi O., 2009. Thyroid hormones and their correlations with serum glucose, beta hydroxybutyrate, nonesterified fatty acids, cholesterol and lipoproteins of high-yielding dairy cows at different stages of lactation cycle. *Comparative Clinical Pathology*, 18(3): 211-216.
- Mokhtar M. EL-Hisanonein., 1998. Proceedings of the International Symposium Constraints and Possibilities of Ruminant Production. Cairo, Egypt.
- Molette C., Rémignon H., Babilé R., 2003. Maintaining muscles at a high post-mortem temperature induces PSE like meat in turkey. *Meat Science*, 63(4): 525-532.
- Molette C., Sérieye V., Rossignol M., Babilé R., Fernandez X., Rémignon H., 2006. High postmortem temperature in muscle has very similar consequences in two Turkey genetic lines. *Poultry Science*, 85(12): 2270-2277.

Momenah M.A., 2014. Some blood parameters of one humped she camels (*Camelus dromedaries*) in response to parasitic infection. *Life Science Journal*, 11(5): 118-123.

Mutassim M.A.E., Madanat A., 2014. Seasonal variation in blood calcium, phosphorus, magnesium and some metabolites in camels (*Camelus dromedaries*) raised in semi-arid region. *Research Opinions in Animal and Veterinary Sciences*, 4(11): 582-586.

N

Nagle T.A., Gregory N.G., Lowe T.E., 2000. Effect of preslaughter heat stress, exercise or adrenaline injection on post-mortem heat-stable pinkness, texture and water holding capacity in chicken. In: Proceedings of the 46th international congress of meat science & technology, Finland, p 146-147.

Nawal S.O, Osman D.I., Ali M.A., 2012. Effect of season on some hematological parameters of the one-humped camel (*Camelus dromedarius*). *University of Khartoum. Journal of Veterinary Medicine and Animal Production*, 3(1): 125-148.

Nazifi S., Gheisari H.R., Poorabbas H., 1999. The influence of thermal stress on serum biochemical parameters of dromedary camels and their correlation with thyroid activity. *Comparative Haematology International*, 9(1): 49-54.

Nazifi S., Saeb M., 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. A, Physiology, Pathology, Clinical Medicine*, 49(1): 9-12.

Nazifi S., Nikahval B., Mansourian M., Razavi S.M., Farshneshani F., Rahsepar M., Javdani M, Bozorgi H., 2009. Relationships between thyroid hormones, serum lipid profile and erythrocyte antioxidant enzymes in clinically healthy camel (*Camelus dromedarius*). *Revue de Médecine Vétérinaire*, 160(1): 3-9.

Nyang'ao J.M.N., Olaho-Mukani W., Maribei J.M., Omuse J.K., 1997. A study of serum hematological and biochemical parameters of normal dromedary camel in Kenya. *Journal of Camel Practice and Research*, 4(1): 31-33.

O

Ogawa E., Kobayashi K., Yoshiura N., Mukai J., 1989. Hemolytic anemia and red blood cell metabolic disorder attributable to low phosphorus intake in cows. *American Journal of Veterinary Research*, 50(3): 388-392.

Omer S.A., Khougali S.M.E., Agab H., Samad G.H.A., 2007. Studies on some biochemical and haematological indices of Sudanese camels (*Camelus dromedarius*). *Journal of Science and Technology*, 8(2): 21-26.

Omiyale C.A., Yisa A.G., Ali-Dunkrah L.A., 2012. Haematological characteristics of Yankasa sheep fed fonio (*Digitaria iburua*) straw based diets. Proceedings of 37th Annual Conference of Nigerian Society for Animal Production, p 87-89.

Osman T.E.A., Al-Busadah K.A., 2000. Effects of age and lactation on some biochemical constituents of camel blood in Saudi Arabia. *Journal of Camel Practice and Research*, 7(2): 149-152.

Osman T.E.A., Al-Busadah K.A., 2003. Normal concentration of twenty serum biochemical parameter of she-camels, cows and ewes in Saudi Arabia. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 6(14): 1253-1256.

Osman F.A., Gaadee H.I., Sayed G.A., 2015. Clinico-hematological and biochemical changes in camels infected with gastro-intestinal parasites. *Journal of Animal Science Advances*, 5(4):1245-1252.

Ouali A., 1990. La maturation des viandes: facteurs biologiques et technologiques de variation. *Viande et produits carnés*, 11: 281-290.

Ould El Hadj M.D., Bouzgag B., Bouras A., Moussaoui S., 2002. Etude comparative de quelques caractéristiques chimiques et physico-chimiques de la viande du dromadaire chez des individus du type « sahraoui » différents âges. *Recherche Agronomique – INRA (Algérie)*, 10: 95-102.

P

Patodkar V.R., Somkuwar A.P., Parekar S., Khade N., 2010. Influence of sex on certain biochemical parameters in Nomadic camels (*Camelus dromedarius*) nearby Pune, in Maharashtra. *Veterinary World*, 3(3): 115-117.

Peters S.O., Gunn H.H., Imumorin I.G., Agaviezor B.O., Ikeobi C.O., 2011. Haematological studies on frizzled and naked neck genotypes of Nigerian native chickens. *Tropical Animal Health Production*, 43(3): 631-638.

Pliquett U., Altmann M., Pliquett F., Schöberlein L., 2003. Py – a parameter for meat quality. *Meat Science*, 65(4): 1429-1437.

Pourjafar M., Chalmeh A., Badiei Kh., Nazifi S., Keshavarz S., Naghib M., 2013. Correlations among homocysteine, cardiac troponin I and cardiac enzymes in different ages of clinically healthy male dromedary camels. *Iranian Journal of Veterinary Medicine*, 7(3): 201-206.

Purves W.K., Sadava D.E., Orians G.H., Heller H.C., 2004. *Life: The Science of Biology* (7th ed.). Sinauer Associates, Sunderland, MA, and W. H. Freeman, New York.

Q

Quan S., Tsuda H., Miyamoto T., 2008. Angiotensin I-converting enzyme inhibitory peptides in skim milk fermented with *Lactobacillus helveticus* 130B4 from camel milk in Inner Mongolia, China. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(15): 2688-2692.

R

Rabana J.L., Kumshe H.A., Kamani J., Hafsat G., Turaki U., Dilli H., 2011. Effects of parasitic infections on erythrocyte indices of camels in Nigeria. *Veterinary Research Forum*, 2(1): 59-63

Rayamajhi M., Zhang Y., Miao E.A., 2013. Detection of pyroptosis by measuring released lactate dehydrogenase Activity. *Methods in Molecular Biology*, 1040: 85-90.

Roodman G.D., 2004. Mechanisms of bone metastasis. *The New England Journal of Medicine*, 350(16): 1655-1664.

Rosenvold K., Andersen H.J., 2003. Factors of significance for pork quality: a review. *Meat Science*, 64(3): 219-237.

Rutagwenda T., Lechner-Doll M., Schwartz H.J., Schultka W., Engelhardt W.V., 1990. Dietary preference and degradability of forages on a semiarid thorn bush savannah by endogenous ruminants, camels and donkeys. *Animal Feed Science and Technology*, 31:179-192.

S

Saeb M., Baghshani H., Nazifi S., Saeb S., 2010. Physiological response of dromedary camels to road transportation in relation to circulating levels of cortisol, thyroid hormones and some serum biochemical parameters. *Tropical Animal Health Production*, 42(1):55-63.

- Salman R., Afzal M., 2004. Seasonal variations in hematological and serum biochemical parameters in racing camels. *Journal of Camelid Science*, 1(1): 63-65.
- Sanchez-Sanchez M., Vieira-Aller C., De-La-Fuente-Vazquez J., Perez-Marcos C., Lauzurica-Gomez S., Gonzalez-De-Chavarri E., Diaz-Diaz-Chiron M.T., 2013. Effect of season and stocking density during transport on carcass and meat quality of suckling lambs. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 11(2): 394-404.
- Sarwar A., Hur G., Masood S., Nawaz M., 1998. Some physio-chemical characteristics of dromedaries in summer: Influences of sex, age and lactation and/or pregnancy. *Pakistan Veterinary Journal*, 18(2): 96-98.
- Savell J.W., Mueller S.L., Baird B.E., 2005. The chilling of carcasses. *Meat Science*, 70(3): 449-459.
- Sazmand A., Rasooli A., Nouri M., Hamidinejat H., Hekmatimoghaddam S., 2011. Serobiochemical alterations in subclinically affected dromedary camels with *Trypanosoma evansi* in Iran. . *Pakistan Veterinary Journal*, 31(3): 223-226.
- Schmidt-Nielsen K., 1997. *Animal Physiology: Adaptation and environment*, Fifth Ed. Cambridge UP: Cambridge, UK.
- Seboussi R., Faye B., 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.
- Senoussi A., 2012. L'élevage camelin en Algérie : mythe ou réalité ? Rencontres Recherche Ruminants. 19, 308.
- Shabo Y., Yagil R., 2005. Etiology of autism and camel milk as therapy. *International Journal on Disability and Human Development*, 4(2): 67-70.
- Siby S., 2008. Étude de la variation des paramètres biochimiques et hématologiques dans le district de bamako. Thèse de Doctorat en Médecine. Université de Bamako, Mali. 114 p.
- Sieczkowska H., Koćwin-Podsiadła M., Krzęcio E., Antosik K., Zybert A., 2009. Quality and technological properties of meat from Landrace-Yorkshire × Duroc and Landrace-Yorkshire × Duroc-Pietrain Fatteners. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 59(4): 329-333.

- Simek J., Vorlova L., Malota, L., Steinhäuserová I., Steinhäuser L., 2003. Post-mortal changes of pH value and lactic acid content in the muscles of pigs and bulls. *Czech Journal of Animal Science*. 48(7): 295-299.
- Smili H., 2013. Etude de paramètres physico-chimiques et biochimiques en cinétique au cours de la maturation de la viande de dromadaire. Mémoire de Magistère en sciences alimentaires. Université de Constantine, 127 p.
- Smili H., Gagaoua M., Becila S., Ider M., Babelhadj B., Adamou A., Picard B., Ouali A., Boudjellal A., 2014. Etude préliminaire de l'exsudation de la viande cameline chez le dromadaire algérien de la population sahraoui. *Viandes & Produits Carnés*, 5(30-5): 1-9.
- Soetan K.O., Akinrinde A.S., Ajibade T.O., 2013. Preliminary studies on the haematological parameters of cockerels fed raw and processed guinea corn (*Sorghum bicolor*). Proceedings of 38th Annual Conference of Nigerian Society for Animal Production, p 49-52.
- Soltanzadeh N., Kadivar M., Keramat J., Fazilati M., 2008. Comparison of fresh beef and camel meat proteolysis during cold storage. *Meat Science*, 80(3): 892-895.
- Souilem O., Barhoumi K., 2009. Physiological particularities of dromedary (*Camelus dromedarius*) and experimental implications. *Scandinavian Journal of Laboratory Animal Science*, 36(1): 19-29.
- Soyer A., Ertas A.H, Üzümcüođlu Ü., 2005. Effect of processing conditions on the quality of naturally fermented Turkish sausages (sucuks). *Meat Science*, 69(1):135-141
- Stockham S.L., Scott M.A., 2002. Fundamentals of Veterinary clinical Pathology. Blackwell Publishing, p 32-48.
- Stockham S.L., Scott M.A., 2008. Fundamentals of Veterinary Clinical Pathology. 2nd Edition. Blackwell Publishing, 908 p.
- Strydom P.E., Rosenvold K., 2014. Muscle metabolism in sheep and cattle in relation to high rigor temperature – overview and perspective. *Animal Production Science*, 54(4): 510-518.
- Suliman G., Sami A., Alowaimer A., Koohmaraie M., 2011. Effect of breed on the quality attributes of camel meat. *Indian Journal of Animal Sciences*, 81(4): 407- 411.
- Suliman G.M., Hussein E.O.S., Al-Owaimer A.N., 2013. Improving mature camel meat quality characteristics with calcium chloride injection. *Journal of Camel Practice and Research*, 20 (1): 53-57.

Suliman A.M.E., Fadlalmola S.A., Babiker A.S.E., Arabi O.A., Ibrahim S.M., 2014. The effect of season, age and preservation on camel meat sausage. *Food and Public Health*, 4(6): 293-300.

Suliman A.M.E., Fadlalmola S.A., Babiker A.S.A., Yousif H.S., Ibrahim S.M., Abdelrahim Y.M., Arabi O.A., 2016. Influence of season and storage period of camel meat on the quality characteristics of burger. *Journal of Food and Nutritional Disorders*, 5(1): 2-6.

Swelum A.A., Ismael A.B., Khalaf A.F., Abouheif M.A., 2014. Clinical and laboratory findings associated with naturally occurring babesiosis in dromedary camels. *Bulletin Veterinary Institute in Pulawy*, 58(2): 229-233.

T

Tajik J., Sazmand A., Moghaddam S.H.H., Rasooli A., 2013. Serum concentrations of thyroid hormones, cholesterol and triglyceride, and their correlations together in clinically healthy camels (*Camelus dromedarius*): Effects of season, sex and age. *Veterinary Research Forum*, 4(4): 239-243.

Takahashi K., 1996. Structural weakening of skeletal muscle tissue during post-mortem ageing of meat: the non-enzymatic mechanism of meat tenderization. *Meat Science*, 43(suppl 1): 67-80.

Taylor R.G., Geesink G.H., Thompson V.F., Koohmaraie M., Goll D.E., 1995. Is Z-disk degradation responsible for postmortem tenderization? *Journal of Animal Science*, 73(5): 1351-1367.

Tefera M., 2004. Observations on the clinical examination of the camel (*Camelus dromedaries*) in the field. *Tropical Animal and Health Production*, 36(5): 435-449.

Terlouw C., 2005. Stress reactions at slaughter and meat quality in pigs: genetic background and prior experience: A brief review of recent findings. *Livestock Production Science*, 94(1-2): 125-135.

Terlouw E.M.C., Arnould C., Auperin B., Berri C., Le Bihan-Duval E., Lefevre F., Lensink J., Mounier L., 2007. Impact des conditions de pré-abattage sur le stress et le bien être des animaux d'élevage. *INRA Productions Animals*, 20(1): 93-100.

Terlouw E.M.C., Rybarczyk P., 2007. Explaining and predicting differences in meat quality through stress reactions at slaughter: the case of Large White and Duroc pigs. *Meat Science*, 79(4): 795-805.

Terlouw E.M.C., Bourguet C., Deiss V., 2012. Stress at slaughter in cattle: role of reactivity profile and environmental factors. *Animal Welfare*, 21(S2): 43-49.

Thompson J., 2002. Managing meat tenderness. *Meat Science*, 62(3): 295-308.

Thompson J.M., Perry D., Daly B., Gardner G.E., Johnston D.J., Pethick D.W., 2006. Genetic and environmental effects on the muscle structure response post-mortem. *Meat Science*, 74(1): 59-65.

Tornberg E., 1996. Biophysical aspects of meat tenderness. *Meat Science*, 43(suppl 1): 175-191.

Traore S., Aubry L., Gatellie P., Przybylski W., Jaworska D., Kajak-Siemaszko K., Santé-Lhoutellier V., 2012. Higher drip loss is associated with protein oxidation. *Meat Science*, 90(4): 917-924.

U

Ugwuene M.C., 2011. Effect of dietary palm kernel meal for maize on the haematological and serum chemistry of broiler Turkey. *Nigerian Journal of Animal Science*, 13: 93-103.

Ulmasov H.A, Karaev K.K., Lyashko V.N., Evgen'ev M.B., 1993. Heat-shock response in camel (*Camelus dromedarius*) blood cells and adaptation to hyperthermia. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 106(4): 867-872.

V

Van de Perre V., Ceustermans A., Leyten J., Geers R., 2010. The prevalence of PSE characteristics in pork and cooked ham--effects of season and lairage time. *Meat Science*, 86(2): 391-397.

Van de Water G., Verjans F., Geers R., 2003. The effect of short distance transport under commercial conditions on the physiology of slaughter calves; pH and colour profiles of veal. *Livestock Production Science*, 82(2-3): 171-179.

Villarroel M., Maria G.A., Sañudo C., Olleta J.L., Gebresenbet G., 2003. Effect of transport time on sensorial aspects of beef meat quality. *Meat Science*, 63(3): 353-357.

Visessanguan W., Benjakul S., Panya A., Kittikun C., Assavanig A., 2005. Influence of minced pork and rind ratios on physico-chemical and sensory quality of Nham – a Thai fermented pork sausage. *Meat Science*, 69(2): 355-362.

W

Wang R.R., Pan X.J., Peng Z.Q., 2009. Effects of heat exposure on muscle oxidation and protein functionalities of pectoralis majors in broilers. *Poultry Science*, 88(5): 1078-1084.

Wardeh M.F. 2004. The nutrient requirements of the dromedary camel. *Journal of Camel Science*, 1: 37-45.

Warner R.D., Kerr M., Kim Y.H.B., Geesink G., 2014. Pre-rigor carcass stretching counteracts the negative effects of high rigor temperature on tenderness and water holding capacity- using lamb muscles as a model. *Animal Production Science*, 54(4): 494-503.

Warriss P.D., 2000. *Meat science: an introductory text*. Wallingford, UK: CABI.

Washington I.M., Hoosier G.V., 2012. Chapter 3 - Clinical Biochemistry and Hematology. In: *The Laboratory Rabbit, Guinea Pig, Hamster, and Other Rodents*, pp: 57-116. Boston: Academic Press.

Wasilewski P.D., Nowachowicz J., Michalska G., Lynch B., Mullen A.M., 2008. Electric conductivity of *longissimus dorsi* muscle of pigs fed the fodder with addition of conjugated linoleic acid. *Journal of Central European Agriculture*, 9(4): 665-668.

Webber M., Krishnan A., Thomas N.G., Cheung B.M.Y., 2010. Association between serum alkaline phosphatase and C-reactive protein in the United States National Health and Nutrition Examination Survey 2005–2006. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, 48(2): 167-173.

Węglarz A., 2010. Meat quality defined based on pH and colour depending on cattle category and slaughter season. *Czech Journal of Animal Science*, 55(12): 548-556.

Wilson R.T., 1989. *Ecophysiology of the camelidae and desert ruminants*. Ed. Springer Verlag (Berlin), 120 p.

Wilson R.T., 1998. *Camels: The tropical agriculturalist series*. CTA and Macmillan Education Ltd, London.

Y

Yagil R., 1985. The desert camel: comparative physiological adaptation. *Comparative Animal Nutrition*. Vol 5, Karger, Basel, 163 p.

Yarmand M.S., Nikmaram P., Djomeh Z.E., Homayouni A., 2013. Microstructural and mechanical properties of camel *longissimus dorsi* muscle during roasting, braising and microwave heating. *Meat Science*, 95(2): 419-424.

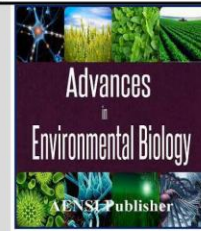
Yu L.H., Lee E.S., Jeong J.Y., Paik H.D., Choi J.H., Kim C.J., 2005. Effects of thawing temperature on the physicochemical properties of pre-rigor frozen chicken breast and leg muscles. *Meat Science*, 71(2): 375-382.

Z

Zahedi Y., Varidi M.J., Varidi M., 2016. Proteome changes in biceps femoris muscle of Iranian one-humped camel and their effect on meat quality traits. *Food Technology and Biotechnology*, 54(3): 324-334.

Zeidan A.E.B., Abass H.E., 2004. Physiological and biochemical changes in the male dromedary camels during rutting and non-breeding seasons. *Zagazig Veterinary Journal*, 32(1): 37-48.

Zeidan A.E.B., Abd El-Salaam A.M., El-Malky O.M., Ahamdi E.A.A., Sarhan D.M.A., Daader A.H., 2008. Biochemical and histological changes in the ovary of the dromedary camel during breeding and non breeding seasons. *Egyptian Journal Basic Applied Physiology*, 7: 287-308.



Effect of season on physiological responses, hematology blood parameters and meat quality characteristics of camel in Algeria

^{1,2}Brahim HAMAD, ¹Hebib AGGAD, ^{1,2}Leyla HADEF, ³Aicha ADAIKA

¹Univ Tiaret, Institute of Veterinary Sciences, Laboratory of Hygiene and Animal Pathology, Tiaret, Algeria.

²Univ El-Oued, Fac. Nature and life sciences, Dept. Agronomy, El-Oued, Algeria.

³Univ El-Oued, Fac. Nature and life sciences, Dept. Cell Biology and Molecular, El-Oued, Algeria.

Address For Correspondence:

H. AGGAD. Lab. Hygiene and animal pathology, Institute of veterinary sciences. University Ibn Khaldoun of Tiaret. PO Box 75. 14000. Tiaret. ALGERIA.
Mobile: +213790633546. Email: h_aggad@yahoo.com.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Received 28 August 2016; Accepted 18 October 2016; Available online 22 October 2016

ABSTRACT

Background: The one-humped camel is the most useful animal in the arid and semi arid regions, where it represents an essential source of meat and milk. However, the environmental conditions such as high ambient temperature can affect the physiological and the performance of animal in these areas. There is a little information on effect of season on physiological, hematological and meat quality parameters of camel in Algeria. **Objective:** The present study was conducted to investigate the effect of season on some physiological, hematological and meat quality parameters of adult one humped camel. **Methodology:** A total of thirty humped camels ranged between 5-7 years age studied. Rectal temperature was recorded using an electronic thermometer, heart rate, by auscultation of the heart area with a stethoscope and respiratory rate was determined by counting respiratory movements of flank area. Blood constituents were determined with an automatic hematological analyzer and muscle pH was measured by a portable pH meter. Drip loss was calculated from the difference in muscle weight before and after storage and cooking loss was determined as the difference in weight sample before and after cooking. **Results:** The results showed that, rectal temperature decreased significantly during winter as compared to the other seasons. However, heart and respiration rate were not affected by season. The seasonal variations in red blood cells counts, hemoglobin concentration, mean corpuscular volume, mean corpuscular hemoglobin concentration, white blood cells counts and granulocytes were significant. Red blood cells counts and hemoglobin concentration were significantly higher during winter compared to summer season. The highest value of mean corpuscular volume and the lowest value of mean corpuscular hemoglobin concentration were observed during summer. Total white blood cells was significantly lower during spring than winter season. The highest value of granulocytes was recorded during winter season. The drip loss, temperature of muscle at 24 hours and at 48 hours postmortem were significantly higher during summer. However, no significant effect of season was found in muscle pH and cooking loss. **Conclusion:** These results indicate that, the season had a significant impact on some physiological parameters, blood constituents and meat quality of the camel.

KEYWORDS: Season, hematology blood, meat, quality, camel, Algeria

INTRODUCTION

The camel is a multipurpose livestock species of great economic importance due to the benefits provided by camel products which is a major source of livelihood for the pastoralists in the arid and semi-arid lands [1; 2].

The dromedary camel (*Camelus dromedaries*) is a good source of meat especially in areas where the climate adversely affects the performance of other meat-producing animals; this is because of its unique physiological characteristics, including a great tolerance to high temperatures, solar radiation, water scarcity, rough topography and poor vegetation [3]. For that, numerous energetic adaptations have evolved that attenuate

the animal's response to hot environmental which may limit its ability to cope with specific types of environmental effects [4]. Therefore, heat tolerance and adaptation capacity to hot environments have been evaluated using physiological parameters including respiration, heart rate, body and skin temperatures [5]. Moreover, the variations on hematological parameters during different seasons of the year might have an important role in adjusting the different functions of the animal's body with less physiological efforts [6]. For this reason, the study of blood constituents is important for assessing the health and the physiological status of animals [7]. On the other hand, adverse seasonal conditions can potentially affect animals and consequently, influence their carcass and meat quality characteristics [8]. Seasonal high temperatures may affect muscle glycogen level and subsequent ultimate pH, which could present one of the significant factors that cause deterioration of meat quality characteristics [9].

Algeria is the largest countries in the Africa, where camel are inevitably exposed to adverse climatic conditions such as high or low temperatures, that represent an additional pressure to animals during pre slaughtering. Limited works have been carried out to assess the effect of season on meat quality, physiological and hematological parameters of camel in Algeria: therefore, this study was designed to evaluate this effect.

MATERIALS AND METHODS

1. Study area:

This study was conducted at El Oued municipality slaughterhouse in the southeast of Algeria, which located at latitude 33° 22' 06'' N and longitude 6° 52' 03'' E.

2. Animals:

A total of 30 healthy males camels (*Camelus dromedaries*), 5-7 years of age were sampled. The animals were exposed to the same pre-slaughter handling and transportation processes (walking for 2 Km) and subsequently held in a lairage for 10-12 h. Ten camels were slaughtered at each season of the year 2015, winter (Jan-Mar), spring (Apr-June) and summer (July-Sept). The average live weights were 141-330 kg. Animals were slaughtered and dressed following routine commercial slaughterhouse procedures according to Halal methods. The ambient temperatures on slaughter days ranged between 15 °C and 37 °C.

3. Sampling and measurements:

3.1. Physiological parameters:

Rectal temperature was recorded just before slaughter with a clinical thermometer by inserting in the rectum for 2 minutes. Heart rate (beats/min) was determined by auscultation of the heart area with a stethoscope. The respiratory rate (breaths/min) was determined by counting the frequency of flank movement per one minute.

3.2. Hematological parameters:

Five (5) ml of blood samples from the jugular vein of each were collected in tubes containing EDTA as anticoagulant. The samples was kept refrigerated until arrival at the laboratory for immediate measuring of hematological parameters including red blood cells (RBC), hemoglobin (Hb), hematocrit (PCV), mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC), mean corpuscular hemoglobin (MCH), white blood cells (WBC), lymphocyte (LYM), monocytes (MON), granulocytes (GRA) and red cell distribution width-SD (RDW-SD).

These parameters were analyzed with an automatic hematological analyzer (Orphée Mythic 18, Switzerland).

3.3. Parameters of meat quality:

3.3.1. Muscle samples:

The *Longissimus thoracis* (Lt) muscle of the left and right sides were removed from each carcass within 20 min post slaughter. Samples were kept in zipped plastic bags in an insulated box, then transferred to a chiller (4-6 °C) and kept for 48 h before running water holding capacity (WHC) measurements.

3.3.2. Muscle quality measurements:

Measurements pH (24, 48 hr postmortem) of Lt muscle from each carcass were recorded using a portable pHmeter (Hanna waterproof).

The drip loss [10] was determined on meat samples of each carcass, free of external fat and connective tissue; at 48 h after slaughter The samples were hung by a nylon cord in a plastic bag, ensuring the meat had no contact with the juice in the bag. The drip loss is expressed as percentage of weight loss after 48h (Drip loss 48 h) of storage at 4 °C on a refrigerated chamber, from the moment of muscle deboning.

The cooking loss was determined by method as described by Honikel [10] with light modifications reported

by Kadim *et al.* [11]. Meat samples prepared in the shape of a cubicle were put in polyethylene bags and placed in the water bath. After cooking for 90 min at 70 °C, the samples were cooled at ambient temperature. After equilibration, the samples were taken from the bags, blotted dry and weighed. The cooking loss was expressed as the percentage of the initial sample weight [11].

3.4. Statistical analysis:

Statistical evaluations were performed using SPSS software (Version 16). The effect of seasons on physiological responses, hematology blood parameters and meat quality were analyzed by one-way analysis of variance (ANOVA). Group means were compared by the independent-samples T test or Mann-Whitney test after evaluating of normal distribution. The Pearson's test of correlation was used to interpret the relationship between different parameters of this study. All data are presented as means \pm standard deviation. Values of $P < 0.05$ were considered as the limit for statistical significance in all tests.

Results:

4.1. Metrological parameters:

The mean of ambient temperature during the experimentation was 24.16°C (table 1). The highest value of ambient temperature was recorded during summer, while the lowest was registered during winter. This result indicates that the climate is typically semi-arid.

Table 1: Seasonal variation of ambient temperature during the experimental period

Parameters	Season			Mean \pm SD	Effect of season (P-value)
	Winter (n=10)	Spring (n=10)	Summer (n=10)		
Ambient temperature (°C)	16.80 \pm 1.31 ^a	22.20 \pm 6.74 ^b	33.50 \pm 1.95 ^c	24.16 \pm 8.12	0.000

SD= Standard Deviation

Means in the same row are significantly different ($P > 0.05$).

^{a,b} Means with different superscripts within a row are significantly different ($P < 0.05$)

4.2. Physiological parameters:

The season (table 2) had a significant effect on the rectal temperature ($p < 0.05$). The rectal temperature was significantly lower in winter than spring or summer (36.75 vs 37.34 and 37.5°C). However, the heart and respiratory rate were not affected by the season ($p > 0.05$).

Table 2: Effect of season on physiological parameters

Parameters	Season			Mean \pm SD	Effect of season (P-value)
	Winter (n=10)	Spring (n=10)	Summer (n=10)		
Rectal temperature (°C)	36.75 \pm 0.65 ^a	37.34 \pm 0.50 ^b	37.50 \pm 0.79 ^b	37.19 \pm 0.71	0.042
Heart rate (beats/min)	43.60 \pm 10.51	44.90 \pm 10.90	37.60 \pm 7.36	42.03 \pm 9.92	0.220
Respiratory rate (breaths/min)	9.70 \pm 2.11	12.30 \pm 3.88	12.40 \pm 4.71	11.46 \pm 3.82	0.205

SD= Standard Deviation; Means in the same row are significantly different ($P > 0.05$).

^{a,b} Means with different superscripts within a row are significantly different ($P < 0.05$)

4.3. Hematological parameters:

RBCs count, Hb concentration, MCV, MCHC varied significantly ($P < 0.05$) with season (table 3). However, PCV, MCH and RDW did not changed with season ($p > 0.05$). The mean values of RBCs count and Hb concentration determined during summer were significantly lower than those marked during winter. Significantly, highest mean value of MCV was noted during summer. The overall mean of MCHC registered during summer was lower than that obtained in winter and spring. Significantly, high ($p < 0.05$) TWBCs count was registered during winter than spring. Similarly, granulocytes mean value was significantly higher during winter than those obtained in summer and spring. While, no seasonal variations were noted in lymphocytes and monocytes mean values.

Table 3: Effect of season on blood hematological parameters of camel

Parameters	Season			Mean±SD	Effect of season (P-value)
	Winter (n=10)	Spring (n=10)	Summer (n=10)		
R.B.Cs.($\times 10^6 \mu\text{L}^{-1}$)	9.10±1.65 ^a	8.53±1.10 ^a	7.31±1.74 ^{ab}	8.31±1.65	0.042
Hemoglobin (g/dl)	13.33±2.44 ^a	12.82±1.45 ^a	10.84±2.66 ^{ab}	12.33±2.44	0.047
PCV (%)	29.22±4.89	27.77±3.57	26.25±6.06	27.74±4.93	0.419
MCV (fl)	32.20±1.27 ^a	32.60±2.51 ^a	35.91±1.22 ^b	33.57±2.40	0.000
MCHC (g L ⁻¹)	45.61±2.45 ^a	46.46±4.10 ^a	41.25±1.42 ^b	44.44±3.62	0.001
MCH (pg)	14.86±0.60	15.09±0.86	14.80±0.32	14.85±0.63	0.350
Red cell distribution width (RDW) (%)	16.40±1.19	16.11±1.65	16.74±2.49	16.41±1.81	0.752
Total W.B.Cs ($\times 10^3 \mu\text{L}$)	20.96±6.34 ^a	13.47±2.22 ^b	16.65±4.87 ^{ab}	17.02±5.58	0.006
Lymphocytes($\times 10^3 \mu\text{L}$)	4.78±6.55	2.39±0.70	3.76±2.26	3.64±4.00	0.423
Monocytes ($\times 10^3 \mu\text{L}$)	3.62±2.04	2.62±1.25	2.95±1.84	3.06±1.73	0.438
Granulocytes ($\times 10^3 \mu\text{L}$)	12.56±2.76 ^a	8.47±2.08 ^b	9.97±2.12 ^b	10.33±2.84	0.002
Lymphocytes(%)	19.30±17.13	18.09±5.15	21.80±8.86	19.73±11.23	0.766
Monocytes (%)	17.89±9.40	19.20±7.61	16.51±6.91	17.86±7.84	0.759
Granulocytes (%)	62.80±15.46	62.69±9.42	61.70±11.48	62.39±11.95	0.976

SD= Standard Deviation; Means in the same row are significantly different (P >0.05).

^{a,b} Means with different superscripts within a row are significantly different (P <0.05)

4.4. Meat quality:

The season had a marked effect on some muscle characteristics of meat quality (table 5) such as muscular temperature and drip loss (p<0.05). The mean values of muscular temperature (TM1 and TMu) measured during summer season were the highest one compared to the other seasons (P < 0.05).

Drip loss mean value was significantly lower during winter than during spring. In contrast, there was no effect due to season on pH and cooking loss (p>0.05) (Table 3).

Table 3: Effect of season on characteristics values of *Longissimus thoracis* muscle

Parameters	Winter (n=10)	Spring (n=10)	Summer (n=10)	Mean±SD	Effect of season (P-value)
pH _i (24h)	6.20±0.26	6.05±0.20	6.02±0.14	6.09±0.21	0.119
pH _a (48h)	6.04±0.28	5.83±0.19	5.87±0.17	5.91±0.23	0.110
TM _i °C(24h)	11.67±1.25 ^a	11.59±2.79 ^a	14.29±2.57 ^b	12.51±2.57	0.022
TM _a °C(48h)	11.00±1.99 ^a	12.16±2.22 ^a	14.57±2.06 ^b	12.57±2.52	0.003
Drip loss %	3.90±0.73 ^a	4.45±1.70 ^b	6.03±2.64 ^{ab}	4.79±2.02	0.044
Cooking loss %	30.95±6.79	33.62±2.65	35.98±2.56	33.51±4.78	0.058

SD= Standard Deviation

Means in the same row are significantly different (P >0.05).

^{a,b} Means with different superscripts within a row are significantly different (P <0.05)

Discussion:

5.1. Physiological parameters:

The rectal temperature was in good agreement with those of Mohammed et al. [12], El-Harairy et al. [13], Abdoun et al. [5], Bouâouda et al. [14] and El Allali et al. [15] who reported season had a significant effect on rectal temperature. This suggests that in camel, the daily body temperature rhythm is controlled by a complex mechanism.

The increase in rectal temperature during the hot summer conditions may minimize temperature gradient between the body and the environment, that resulted in reduce of body heat gain [16; 14], this could minimized the heat-stress on animals [13].

The mean of rectal temperature was within the range reported by Souliem et Barhoumi [17] (34-42 °C).

In this study, the heart and respiratory rates did not differ between seasons (p>0.05) in accordance with those of Abdel-Samee and Maraai [16]. This finding might be due to adaptative physiology of camels to the environmental conditions. In contrast, El-Harairy et al. [13] reported a significant effect of season on heart and respiratory rates, while mean values of heart and respiratory rates were lower during winter than summer.

The raise in respiration rate at high ambient temperatures does not significantly increase evaporation or loss of water (compare the panting in the dog) [18].

The overall mean value of heart rate (42.03 beats/min) was within the normal physiological range for this specie [17]. However, the overall mean value of respiratory rate (11.46 breaths/min) was lower than that observed by Mohamed et al. [12] (13.61 to 14.52 breaths/min). These differences could be attributed to the environmental variations.

The respiratory rate decreases in the dehydrated dromedary with an increase of the partial blood pressure of carbon dioxide and reduction in that of oxygen [19].

A significant positive correlation (r=0,490) was observed in the present work between ambient temperature

with rectal temperature values. This finding was in accordance with those of Bouâouda *et al.* [14] and Allali *et al.* [15].

Besides, a moderate positive correlation ($r=0.194$) was observed between ambient temperature with respiratory rate values. This result agreed with Kelly [18] who reported that respiratory rate increase very little with increase in ambient temperature in camel unlike other domestic animals that respond to hot environment by increased respiratory rate.

5.2. Hematological parameters:

The RBC count decreased significantly during summer compared to winter season (7.31 vs $9.10 \times 10^6 \mu\text{L}^{-1}$) respectively, similarly to those obtained by Amin *et al.* [20], Badaway *et al.* [21] and Babeker *et al.* [22]. This can be due to the half-life and survival time of red blood cells during dehydration. Also, the lower mean value of the RBC count during summer may be due to nutritional deprivation in this season. This result was not in agreement with those obtained by Aichouni *et al.* [23], Harairy *et al.* [13] and Babeker *et al.* [22]. These authors reported a significantly lower RBC count during winter season. In contrast, El-Harbi *et al.* [24] and Salman and Afzal [25] showed that the season did not affect the total red blood cells count ($P>0.05$).

The RBC count was within the range reported for Algerian camels [26]. The RBC overall mean count accords with other results reported by Al-Busadah [27] $5.1-9.1 \times 10^6 \mu\text{L}^{-1}$, Bogin [28] $6-9.2 \times 10^6 \mu\text{L}^{-1}$, El-Harbi *et al.* [24] $8.90-10.55 \times 10^6 \mu\text{L}^{-1}$, Farooq *et al.* [29] $4.3-12.4 \times 10^6 \mu\text{L}^{-1}$ and Hussein *et al.* [30] $7.85-12.57 \times 10^6 \mu\text{L}^{-1}$. However, the mean value of RBC reported in the current study was low than the previous report of Hussein *et al.* [31] in Saudi Arabia ($10.66-16.16 \times 10^6 \mu\text{L}^{-1}$).

The mean value of Hb in current study was significantly higher ($P<0.05$) in winter than summer season. This result is not in accordance with other work [23; 20; 22; 24]. Similarly, the result of the current study disagreed with El-Harairy *et al.* [13] who reported that the Hb mean value was significantly higher during summer and autumn than winter. The overall mean of Hb found in the present work was in range as compared to other levels reported by Al-Busadah [27] $9.2-14.1$ g/dl, Bogin [28] $8-16 \times 10^6$ g/dl and Farooq *et al.* [29] $7-17$ g/dl. In contrast, the mean value of Hb obtained was lower than that showed by Aichouni *et al.* [26] $14-15$ g/dl, El-Harbi *et al.* [24] $14.20-15.20$ g/dl and Hussein *et al.* [31] $12.79-17.34$ g/dl.

In current study, no significant difference ($p > 0.05$) was observed in packed-cell volume (PCV) values. This finding was consistent with the results of other authors [23; 20]. However, Babeker *et al.* [22] and Badaway *et al.* [21] reported that the PCV decreased significantly ($p<0.05$) during summer.

The PCV count obtained in the present study was within the range that reported by Aichouni *et al.* [26] $27-35\%$, AL-Busadah [27] $23.6-30.1\%$, Bogin [28] $24-35\%$, Farooq *et al.* [29] $22-67\%$ and Hussein [30] $22.62-33.63\%$.

The season significantly influenced both MCV and MCHC values ($p<0.05$). Besides, no differences between seasons were found on MCH levels ($p>0.05$). The overall mean of MCV increased significantly during summer season than winter or spring ($p<0.05$). The observed increase in the MCV might be explained by the negative correlation between the size and count of erythrocyte suggested by Holman [32]. This result was not in agreement with that obtained by Aichouni *et al.* [23] who reported that the MCV was significantly higher in winter compared to summer (41.02 vs 34.49 fl). Also Amin *et al.* [20] and Babeker *et al.* [22] reported a marked effect of season on MCV values, which it was lower during summer, while Salman and Afzal [25] found that MCV was significantly lower in winter than summer.

However, MCHC mean value was significantly lower in summer compared to other seasons. This result disagreed with Babeker *et al.* [22] who mentioned that MCHC increases during summer season. Similarly, this finding was not consistent with the results of Aichouni *et al.* [23] and Amin *et al.* [20]. These authors did not find a significant effect of season on MCHC values ($p>0.05$). The significant variation on MCHC values in this study could be due to the marked fluctuation of Hb, which it was significantly higher during summer than spring or winter season.

The season did not affect the MCH and Red cell distribution width (RDW) levels ($p>0.05$); these findings might be attributed to the steady state of both erythrocytes count and hemoglobin concentration throughout the different seasons. To our surprise, MCH, RBC count and Hb do not exactly show the same tendencies. These results were not in accordance with those of Aichouni *et al.* [23] and Amin *et al.* [20] who reported MCH levels were higher in the cool than the hot season.

The mean values of MCV, MCHC and MCH reported in the current study were within the ranges of Algerian camel reported in the previous report of Aichouni *et al.* [26], which were in the order of ($31.5-48.5$); ($40-57.6$ g/L-1) and ($15.5-21.4$ fl), respectively.

The TWBCs mean value was significantly lower during spring than winter (13.47 vs. $20.96 \times 10^3/\mu\text{L}$). This result was in good agreement with Badaway *et al.* [21] who reported that TWBCs increased during winter. This finding could be due to an improvement in the health status of animals in spring season. However, there was no significant variation ($p>0.05$) on TWBCs count between winter and summer season, which was in good

agreement with those obtained by Aichouni *et al.* [26] and Salman and Afzal [25]. In contrast, Babeker *et al.* [22] and Zeidan and Abbas [33] reported increased TWBCs counts during summer than winter season.

The observed increase ($p < 0.05$) in granulocytes counts during winter than spring or summer season might be due to the improvement of the nutritional status of camels during winter season (animals receiving a higher food intake due to the development of the Sahara vegetation cover).

The values obtained in this study for TWBC and granulocytes counts were comparable to those reported by Aichouni *et al.* [26] while the percentage of lymphocytes and monocytes obtained were not in accordance with theirs results.

No significant seasonal variations in lymphocytes and monocytes in our study, in contrast with those reported by Amin *et al.* [20] and Badaway *et al.* [21] for lymphocytes but in accord with those observed by these authors for monocytes.

The correlation between the RBC and MCV could be due to hypotonic and hypertonic of RBCs to absorb water and hemolyze before their RBCs membrane can accommodate the change [34]. The camel erythrocytes are oval shaped and non-nucleated which resist osmotic variation without rupturing; these cells can swell to duplicate their initial volume following rehydration [17]. This finding was in good agreement with that obtained by Holman *et al.* [32]. In the present study, Hb was highly positive correlated with PCV and MCHC, but highly negative correlated with MCV. These results could be attributed to the concomitant increase or decrease in Hb concentration with PCV and MCHC values. The MCHC highly negative correlated with MCV while highly positive correlated with MCH; this finding can be explained by the same tendencies of MCHC with MCH. In contrast, the MCHC had an opposite trend with MCV. Where $MCHC \text{ (g/dL)} = \{\text{Hemoglobin (in gm/dL)} \times 100\} / \{\text{Hematocrit (in \%)}\}$ and $MCH \text{ pg (picogram)} = \{\text{Hemoglobin (in gm/dL)} \times 10\} / \{\text{RBCs count (in million /uL)}\}$. However, the MCHC and MCV have always an inverted tendency $MCV \text{ fl (femtoliter)} = \{\text{Hematocrit \%} \times 10\} / \{\text{RBCs count (in million /uL)}\}$. However, lymphocyte, monocytes and granulocytes were highly positive correlated with TWBC changes in the population of white blood cell types in response to stressors. Similar findings with neutrophils and lymphocytes in stressed animals are associated with changes in WBC trafficking and release from the bone marrow by elevated concentrations of glucocorticoid from the adrenal medulla [35]. This is similar with the significant variations in WBC affected by season that there was a tendency toward increasing the number of WBC with lower ambient temperature of season in the present study.

5.3. Meat quality:

The obtained results showed that, muscular temperature at 24 and 48 hours postmortem increased significantly ($P < 0.05$) during summer compared to other seasons. This may probably be due to high ambient temperature during summer season. This interpretation is supported by the significant positive correlation ($r = 0.490$) observed in the current study between the ambient temperatures and rectal temperature values.

Also, the drip loss was significantly higher ($P < 0.05$) in the muscles collected during summer than winter season (Table 3). This finding agreed with that of Arabi *et al.* [36] who showed a lowest ($p < 0.05$) WHC mean value during summer attributed to the fact that camels withdraw water from the muscles be stored in the hump fat. Similarly, this result was in good agreement with Wal *et al.* [37], who found that a standardized stress decreased the water-holding capacity of the meat. This indicates that the early postmortem metabolism is of great importance for the development of drip loss.

During the summer months, heat stress and excitement just prior to slaughter can affect the postmortem metabolism of muscle and subsequent meat quality characteristics such as color and texture [38].

Drip loss is a result of shrinkage of the myofibrils due to postmortem drop of pH and attachment between thin and thick filaments at the onset of rigor mortis and denaturation of myosin [39].

This present work showed clearly that the drip loss increased when muscle pH decreased. This result was in good accordance with the results of Abril *et al.* [40] who reported meat of high pH had a lower drip loss juice than the one of low pH.

The mean of drip loss found in current study was lower than that showed by Suliman *et al.* [41] 6.95 % for camel *Longissimus dorsi* muscle at 5-6 years of age.

In the present study, the season had not a significant effect on the cooking loss ($p > 0.05$); this finding was in good agreement with that reported by Chulayo and Muchenje [42] for lambs. In contrast, Kadim *et al.* [43] found that the cooking loss was significantly ($P < 0.001$) higher for cool season samples (26.01%) than from hot season samples (19.75%) in the cattle.

The mean of cooking loss in current study was higher than the values showed by Kadim *et al.* [11]; 22.42 % , Kadim *et al.* [44]; 22.00 % and Kadim *et al.* [45]; 24, 7% for camel *Longissimus thoracis* muscle at 5-10 years of age.

However, this value was comparable to the ones reported by Suliman *et al.* [41] 6.95 % for camel *Longissimus dorsi* muscle at 5-6 years of age; 32.34%. But this value was lower than that showed by Babiker and Yousif [46] for camel *Longissimus thoracis* muscle at 5 years of age; 38 %.

According to our results, the season had no significant ($p > 0.05$) effect on the measurement of muscle pH of

camel at various times postmortem. These results were not in accordance with that of Abdelhadi *et al.* [47] in the same muscle at 2-3 years of age, who reported that the muscle pH increased significantly ($p < 0.05$) in autumn than in winter or summer season. However, Arabi *et al.* [36] reported a highest pH value ($p < 0.05$) on camel meat during summer season. The mean value of pHu in current study was higher than the one reported by Kadim *et al.* [11]; 5.71, Kadim *et al.* [44]; 5.65, and Kadim *et al.* [45]; 5.75 for camel *Longissimus thoracis* muscle at 5-10 years of age. In contrast this value was comparable with that obtained by Abdelhadi *et al.* [48] who reported a mean value of pHu around 6.10 for camel *Longissimus lumborum* muscle at 2-3 years of age.

The high muscle pHu in the present study could be due to low stored muscle glycogen. In fact, camel muscles have different fibers properties compared to bovine which may result in high pH values [47]. The ultimate pH value of meat is the result of combination of many factors including pre-slaughter handling, postmortem treatment and muscle physiology [49]. The low muscle glycogen stores at slaughter do not allow the development of a desirable pH of the lean tissue after slaughter [50].

The pH₁ measured at 24 hours post mortem showed moderate negative correlation with cooking loss, drip loss and muscle temperature at 48 hours postmortem ($-0.291 < r < -0.112$). In contrast, the pH₁ had a significant positive correlation with pH_u at 48 hours post mortem ($r = 0.515$) and marked negative correlation with muscle temperature at 24 hours postmortem TM₁ ($r = -0.407$).

Surprisingly, the ultimate pH had no any significant correlation with any parameters of meat quality, even the parameters of water holding capacity. In the same context, no correlation between pHu and cooking loss was found ($r = 0.076$), whereas correlations were recorded between cooking loss and other measurements of water-holding capacity such as drip loss ($r = 0.466$). Although significant, these relationships were of moderate intensities. It is very likely that in our experimental cooking conditions, the effect of pHu on cooking loss was attenuated.

Temperature of the muscles at 24 h (TM₁) and 48 h (TM₂) postmortem showed moderate positive correlation with drip loss ($r = 0.135$ and 0.322 , respectively) and cooking loss ($r = 0.166$ and 0.324 , respectively). These results can be explained by the association of high muscle temperature and its lower pH, which affect WHC of the meat.

A high muscle temperature post mortem accelerates the rate of pH decline in muscle, presumably because such conditions permit enzymatic activity to continue [51]. Heat stress and excitement just prior to slaughter can affect the postmortem metabolism of muscle and subsequent meat quality characteristics such as color, WHC and texture [38].

The effect of pH on drip loss is a "charge effect": as pH decreases, the repulsion forces between the myofibrils decrease because pH is approaching the isoelectric point of myofibrillar proteins, thus reducing the space available for water in the cell [52].

Conclusion:

This study showed that, the season had a significant effect on some physiological parameters, blood constituents as well as meat quality characteristics of the camels.

The season affected significantly the body temperature of the one humped camel; it also indicated that the season had a significant effect on RBCs count, Hb concentration, MCHC and MCV, TWBC_s count and granulocytes. Seasonal variations on physiological and hematological parameters through heat stress has an important influence on the camel meat due to its effect on muscular temperature and drip loss and it should be taken into consideration when slaughtering camels for meat consumption.

ACKNOWLEDGMENT

This work was carried out in collaboration between all authors. Author BH conducted the study. Author HA designed the study and served as principal supervisor. Author LH searched for the literatures and participated in manuscript writing. Author AA wrote the protocols. All authors read and approved the final manuscript.

The authors like to thank the staff of El Oued municipality slaughterhouse especially the veterinary inspectors Dr Beddada Abdelghani and Dr Miloudi Abdelatif for the help to carry out this research and for assisting in meat samples collection. Gratitude is expressed to the staff of the Laboratory of Hygiene and Animal Pathology, Institute of Veterinary Sciences, University of Tiaret.

REFERENCES

- [1] Faye, B., 2011. Combating desertification: The added value of the camel farming. *Annals of Arid Zone.*, 50(3&4): 1-11.
- [2] Faye, B., 2014. The Camel today: assets and potentials. *Anthropozoologica*, 49(2): 167-176.
- [3] Kadim, I.T., O. Mahgoub and M. Mbagat, 2014. Potential of camel meat as a non- traditional high quality source of protein for human consumption. *Animal frontiers.*, 4(4): 13-17.

- [4] Nelson, R.N. and D.L. Drazen, 2000. Seasonal changes in stress response. In G. Fink (Ed.), *Encyclopedia of stress*. Academic press., pp: 402-408.
- [5] Abdoun, K.A., E.M. Samara, A.B. Okab, A.I. Al-Haidary, 2012. A comparative study on seasonal variation in body temperature and blood composition of camels and sheep. *J. of Anim. and Vet. Adv.*, 11(6): 769-773.
- [6] Al Jassim, R. and S. Veerasamy, 2015. Climate change and camel production: impact and contribution. *J. Camel. Sci.*, 8: 1-17.
- [7] Omid, A., Z. Sajedi, M.B. Montazer, M. Mostafai, 2014. Metabolic profile of pregnant, non-pregnant and male two-humped camels (*Camelus bactrianus*) of Iran. *Iranian J. Vet. Med.*, 10(3): 354-360.
- [8] Miranda- de la lama, G.C., M. Villarroel, J.L. Olleta, S. Alierta, C. Sanudo, G.A. Maria, 2009. Effect of the pre-slaughter logistic chain on meat quality of lambs. *Meat Sci.*, 83: 604-609.
- [9] Kadim, I.T., O. Mahgoub, W. Al-Marzooqi, D.S. Al-Ajmi, R.S. Al-Maqbali, S.M. Al-Lawati, 2008. The influence of seasonal temperature on meat quality characteristics of hot-boned, m.psoas major and minor, from goats and sheep. *Meat Sci.*, 80: 210-215.
- [10] Honikel, K.O., 1998. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Sci.*, 49(4): 447-457.
- [11] Kadim, I.T., O. Mahgoub, W. Al-Marzooqi, S. Al-Zadjali, K. Annamalai, M.H. Mansour, 2006. Effects of age on composition and quality of muscle Longissimus thoracis of the Omani Arabian camel (*Camelus dromedarius*). *Meat Sci.*, 73(4): 619-625.
- [12] Mohammed, A.K., A.K. Sackey, L.B. Tekdek, J.O. Gefo, 2007. The effects of season, ambient temperature and sex on rectal temperature, pulse and respiratory rates for the adult one humped camel (*Camelus dromedarius*) introduced into a sub-humid climate in shika-zaria, Nigeria. *J. Anim. Vet. Adv.*, 6(4): 536-538.
- [13] El-Hairy, M.A., A.E. Zeidan, A.A. Afify, H.A. Amer, A.M. Amer, 2010. Ovarian activity, biochemical changes and histological status of the dromedary she-camel as affected by different seasons of the year. *J. Nat. Sci.*, 8(5): 54-65.
- [14] Bouâouda, H., M.R. Achâaban, M. Ouassat, M. Oukassou, M. Piro, E. Challet, K. El Allali, P. Péve, 2014. Daily regulation of body temperature rhythm in the camel (*Camelus dromedarius*) exposed to experimental desert conditions. *Physiol. Rep.*, (2)9: 12151.
- [15] Allali, K., M.R. Achâaban, B. Bothorel, M. Piro, H. Bouâouda, M. El Allouchi, 2013. Entrainment of the circadian clock by daily ambient temperature cycles in the camel (*Camelus dromedarius*). *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.*, 304: 1044-1052.
- [16] Abdel-Samee, A.M., I.F.M. Marai, 1997. Daily body gain and some related physiological and bio-chemical changes in dromedary camels as affected by hot climate. *International Conference on Animal Production and Health*, pp: 331-339.
- [17] Souilem, O., and K. Barhoumi, 2009. Physiological Particularities of Dromedary (*Camelus dromedarius*) and Experimental Implications. *Scand. J. Lab. Anim. Sci.*, 36: 19-29.
- [18] Kelly, W.R., 1974. *Veterinary clinical diagnosis* (2nd Ed.). Bailliere Tindall, London.
- [19] Wilson, R.T., 1989. *Ecophysiology of the camelidae and desert ruminants*. Ed. Springer Verlag (Berlin), p: 120.
- [20] Amin, A.S., K.A. Abdoun, A.M. Abdelatif, 2007. Seasonal variation in blood constituents of one-humped camel (*Camelus dromedarius*). *Pak. J. Biol. Sci.*, 10: 1250-1256.
- [21] Badawy, M.T., H.S. Gawish, A.K. Marwa, F.D. El-Nouty, G.A. Hassan, 2008. Seasonal variations in hemato-biochemical parameters in mature one humped she-camels in the north-western coast of Egypt. *Egyptian J. Anim. Prod.*, 45(2): 155-164.
- [22] Babeker, E.A., Y.H.A. Elmansoury, A.E. Suleem, 2013. The Influence of seasons on blood constituents of dromedary camel (*Camelus Dromedarius*). *Online J. Anim. Feed Res.*, (3): 1-8.
- [23] Aichouni, A., A. Dellal, R. Jebmawi, 2011. Influence de la saison sur les paramètres hématologiques du dromadaire (*Camelus dromedarius*) Algérien. *Revue.Méd. Vét.*, 162(7): 327-332.
- [24] Al-Harbi, M.S., 2012. Some Hematologic values and Serum Biochemical parameters in male camels (*Camelus dromedarius*) before and during rut. *Asian J. Anim.Vet.Adv.*, 7(11): 1219-1226.
- [25] Salman, R. and M. Afzal, 2004. Seasonal variations in hematological and serum biochemical parameters in racing camels. *J.of Cam.Sci.*, 1(1): 57-61.
- [26] Aichouni, A., R. Jeblawi, A. Dellal, H. Hammou, H. Aggad, 2010. Breed variation in blood constituents of the one-humped camel (*Camelus dromedarius*) in Algeria. *Journal of Camelid Science*, 3: 19-25.
- [27] Al-Busadah, K.A., 2007. Some Biochemical and Haematological Indices in Different Breeds of Camels in Saudi Arabia. *Scientific Journal of King Faisal University (Basic and Applied Sciences)*. 8(1): 1428H.
- [28] Bogin, E., 2000. Clinical pathology of Camelides : present and future. *Revue Méd. Vét.*, 151(7): 563-568.
- [29] Farooq, U., H.A. Samad, A. Khurshid, S. Sajjad, 2011. Normal reference hematological values of one-humped camels (*Camelus dromedarius*) kept in Cholistan desert. *J.Anim. Plant Sci.*, 2: 157-160.

- [30] Hussein, M.F., R.S. Aljumaah, A.M. Homeida, A.A. Alhaidary, M.A. Alshaikh, A. Gar Elnab, O.B. Mohammed, S.A. Omer, W.V. Macasero, 2010 coagulation profile and platelet parameters of the Arabian sand gazelle (*Gazelle Subgutturosa Marica*): Comparison with humans and camels. *J. Wildl. Dis.*, 46(4): 1165-1171.
- [31] Hussein, Y.A., M.M. Al-Eknah, S.A. Al-Shami, M.A. Mandour, T.A. Fouda, 2012. Coat color breed variation in blood constituents among indigenous Saudi Arabia camel strains. *Mansora.Vet. Med.J.*, 14: 191-204.
- [32] Holman, H.H., 1952. A negative correlation between size and number of the erythrocytes of cows, sheep, goats and horses. *J.Path.Bact.*, 64: 379-384.
- [33] Zeidan, A.E.B., H.E. Abbas, 2004. Physiological and biochemical changes in the male dromedary camels during breeding and non-breeding seasons. *Zag.Vet.J.*, 32(1): 37-48.
- [34] Ogawa, E., K. Kobayashi, N. Yoshiura, J. Mukaj, 1989. Hemolytic Anemia and red Blood cell metabolic disorder attributable to low phosphorus Intake in cows. *Am. J. Vet. Res.*, 50: 388-392.
- [35] Dunn, J.A., 1989. Psychoneuroimmunology for the psychoneuroendocrinologist. A review of animal studies of nervous system immune system interactions. *Psychoneuroendocrinology*, 14: 251-274.
- [36] Arabi, O.H., S.F. Elmawlla, E. Abdelhai, A. Elhadi, 2013. The effects of seasons, age of the animal and storage time on physical properties of camel's meat (camelus dromedaries). *Gezira journal of engineering and applied science*, 8(1): 1-14.
- [37] Wal, P.G., B. Engel, H.G. Reimert, 1999. The effect of stress, applied immediately before stunning on pork quality. *Meat Sci.*, 53: 101-106.
- [38] Lambooj, E., 1999. Handling of poultry before slaughter: some aspects of welfare and meat quality. Pages 311-323 in *Proc. XIV Eur. Symp. Quality Poult. Meat, Bologna, Italy*.
- [39] Abdelhadi, O.A.M., S.A. Babiker, J.F. Hocquette, B. Picard, D. Durand, B. Faye, 2013. Effect of ageing on meat quality of the one humped camel (*Camelus dromedarius*). *Emir. J. Food Agric.*, 25(2): 150-158.
- [40] Abril, M., M.M. Campo, A. Onenc, C. Sanudo, P. Alberti, A.I. Negueruela, 2001. Beef colour evolution as a function of ultimate pH. *Meat Sci.*, 58: 69-78.
- [41] Suliman, G.M., E.O.S. Hussein, A.N. Alowaimier, 2013. Improving mature camel-meat quality Characteristics with calcium chloride injection. *J. Camel Pract. Res.*, 20: 53-57.
- [42] Chulayo, A.Y., V. Muchenje, 2013. The Effects of Pre-slaughter Stress and Season on the Activity of Plasma Creatine Kinase and Mutton Quality from Different Sheep Breeds Slaughtered at a Smallholder Abattoir. *Asian Australas. J. Anim. Sci.*, 26(12): 1762-1772.
- [43] Kadim, I.T., O. Mahgoub, D.S. Al-Ajmi, R.D. Al-Maqbaly, S.M. Al-Mugheiry, D.Y. Bartolome, 2004. The influence of season on quality characteristics of hot-boned beef m. *longissimus thoracis*. *Meat Sci.*, 66: 831-836.
- [44] Kadim, I.T., O. Mahgoub, W. Al-Marzooqi, S.K. Khalaf, M.H. Mansour, S.S.H. Al-Sinan, I.S. Al-Amri, 2009. Effects of electrical stimulation on histochemical muscle fiber staining quality, and composition of camel and cattle *Longissimus thoracis* muscles. *J. Food Sci.*, 74: 44-52.
- [45] Kadim, I.T., A.A. Abdulbari, R.H. Muhssin, 2016. Effect Age and cooking on quality characteristics and nutritive value of camel (*Camelus Dromedaries*) *Longissimus Thoraces* Muscle. *J. Med. Science Clin. Res.*, 4(3): 9748-9757.
- [46] Babiker, S.A., O.K. Yousif, 1990. Chemical composition and quality of camel meat. *Meat Sci.*, 27: 283-287.
- [47] Abdelhadi, O.A.M., S.A. Babiker, B. Picard, C. Jurie, R. Jailler, J.F. Hocquette, B. Faye, 2012. Effect of season on contractile and metabolic properties of desert camel muscle (*Camelus dromedarius*). *Meat Sci.*, 90: 139-144.
- [48] Abdelhadi, O.A.M., S.A. Babiker, D. Bauchart, A. Lustrat, D. Rémond, J.F. Hocquette, B. Faye, 2015. Effect of gender on quality and nutritive value of dromedary camel (*Camelus dromedarius*) *longissimus lumborum* muscle. *J. Saudi Soc. Agric. Sci.* In Press.
- [49] Thompson, J., 2002. Managing meat tenderness. *Meat Sci.*, 62: 295-308.
- [50] Ashmore, C.R., F. Carroll, J. Doerr, G. Tompkins, H. Stokes, W. Parker, 1973. Experimental prevention of dark-cutting meat. *J. Anim. Sci.*, 35: 33-36.
- [51] Buts, B., E. Claeys, D. Demeyer, 1987. Protein fragmentation and meat tenderness. *Faculteit van de Landbouwweten Schnappen, Rijk- suniversiteit.*, 52: 1529-1540.
- [52] Judge, M.D., E.D. Aberle, J.C. Forrest, H.B. Hedrick, R.A. Merkel, 1989. Properties of fresh meat. *Principles of Meat Science*. Kendall Hunt Publication, pp: 109-116.

Effect of cold and hot seasons on thermoregulation and hemogram blood parameters of dromedary camel (*Camelus dromedarius*) in Algeria

Brahim Hamad¹, Hebib Aggad, Leyla Hadeff¹ and Aicha Adaika²

University of Tiaret, Institute of Veterinary Sciences, Laboratory of Hygiene and Animal Pathology, P O Box 78 Tiaret, 14000 Tiaret, Algeria
brahim.hamad@yahoo.fr

¹ *University of El-Oued, Faculty of Nature and Life Sciences, Department of Agronomy, P O Box 789 El-Oued, 39000 El-Oued, Algeria*

² *University of El-Oued, Laboratory of Valorization and Technology of Sahara Resources (VTRS), P O Box 789 El-Oued, 39000 El-Oued, Algeria*

Abstract

The current study was aimed to investigate the effect of cold and hot season on some thermoregulation and haematological parameters of dromedary camel in Algeria. A total number of twenty four camels aged between 5-7 years were included in this study. For this purpose, the rectal temperature was recorded using an electronic thermometer, heart rate was determined by auscultation of the heart area with a stethoscope, and the respiratory rate was determined by counting of the respiratory movements of flank area. So, haematological analysis were performed with an automatic hematological analyzer.

The results revealed that the rectal temperature was increased during hot as compared to cold seasons. However, heart and respiratory rate didn't change with seasonal variations. There were seasonal variations in the total RBC count, haemoglobin concentration, mean corpuscular volume (MCV) and mean corpuscular haemoglobin concentration (MCHC). However, no effect of season was found in packed cell volume (PCV), mean corpuscular haemoglobin (MCH), total white blood cells counts and differential leukocyte count. Red blood cells counts, haemoglobin concentration and MCHC were higher during cold as compared to hot season. MCV was lower during cold than hot season. In conclusion, these results revealed that, the environmental conditions had an effect on some thermoregulation and hematological parameters of the dromedary camel.

Key words: *haemoglobin, heart rate, mean corpuscular volume, packed cell volume, rectal temperature, respiratory rate*

Introduction

The camel is multipurpose livestock species of great economic importance due to the benefits provided by camel products such as meat, milk and wool (Al jassim and Sejian 2015). On the other hand, the camel is well suited to the harsh environments characterized by scarcity of water and vegetation as well as high ambient temperature and rough terrain. This is because the camel is uniquely anatomically and physiologically equipped for living under such environments (Eltahir et al 2010).

So, heat tolerance and adaptation capacity to hot environments have been evaluated using physiological parameters including respiration, heart rate, body and skin temperatures (Abdoun et al 2012). On the other hand, these parameters have been used as reliable indicators of environmental pressure in camels (Mohammed et al 2007).

Moreover, changes in the environmental factors are found to exert a pronounced effect on the blood characteristics to maintain the animal's health and help survive the adverse effects (Al-Arfaj et al 1992).

For that, hematological changes have an important role in adjusting the different functions of the animal's body to existing environmental conditions especially under stressful ones (Nazifi et al 1999). For this reason, the study of blood constituents is important for evaluating the health status of camel (Al-Haj 2013; Momenah 2014) and for evaluating the effects of various environmental changes on the physiological status of populations of camels in the wild (Asadi et al 2009).

Few studies have been undertaken to elucidate the effect of environmental conditions on thermal and haematological parameters of camels. So, the aim of the present study was to investigate the effect of cold and hot season on some thermal and haematological parameters of camels in Algeria.

Materials and methods

Study area

This study was conducted at El Oued municipality slaughterhouse in the South East of Algeria, during the period from January, 2015 to September, 2015. This region is characterized by an arid desert Saharan type, in cold season the temperature drops below 17 °C while in hot season it reaches 34 °C (Table 1); average rainfall varies between 80 and 100 mm/year (period from October to February).

Table 1. Seasonal variation of ambient temperature during the experimental period 2015

Parameters	Season (mean \pm SD)		Overall mean \pm SD	p
	Cold season (n=12)	Hot season (n=12)		
	Winter	Summer		
Ambient temperature, °C	16.7 \pm 1.23	33.5 \pm 2.31	25.1 \pm 8.78	<0.001

Animals

Twenty-four clinically healthy male camels (*Camelus dromedaries*) of Sahraoui population, aged between 5 to 7 years were used in this study. The animals were kept under similar conditions of diet and management practices, these camels were fed with some barley concentrate and dry hay straw. The animals were exposed to the same pre-slaughter handling and transportation processes (walking for 2 km) and subsequently held in a lairage for 10-12 hours. Twelve camels were sampled at each season cold and hot.

Sampling and measurements

Metrological and physiological parameters

Ambient, rectal temperature, respiration rate and pulse rate were measured during cold and hot season of the year. Ambient temperature was recorded using commercial thermometer. Rectal temperature was obtained gently by inserting the clinical thermometer in the rectum for two minutes. Respiration rate was determined by counting the frequency of flank movement per one minute. Pulse rate was determined by auscultation of the heart area with a stethoscope.

Hematological parameters

Blood samples (5 ml) were collected from the jugular vein of each animal using 10 ml sterile plastic syringes. The samples were collected in tubes coated with EDTA as anticoagulant. The samples were placed immediately on ice and transferred to laboratory. Red blood cells (RBCs), haemoglobin (Hb), packed cell volume (PCV), mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular haemoglobin concentration (MCHC), mean corpuscular haemoglobin (MCH), White blood cells (WBCs), and differential leukocyte count were determined using automatic hematological analyzer (Orphèe Mythic 18, Switzerland).

Statistical analysis

Data were statistically analyzed by using the Statistical software program (SPSS, version 16). All data were presented as means \pm standard deviation. Statistical means were compared using the independent-samples T test or Mann-Whitney U test after evaluating of normal distribution. The overall level for statistical significance was set at $P < 0.05$.

Results

The results of mean values of the thermoregulation parameters are shown in Table 2. The rectal temperature increased significantly ($p < 0.05$) during hot season. However, the mean values of pulse and respiratory rates did not vary significantly ($P > 0.05$) with season.

Table 2. The effect of cold and hot seasons on thermal parameters of camels

Parameters	Season (mean \pm SD)		Overall mean \pm SD	p
	Cold season (n=12)	Hot season (n=12)		
Rectal temperature ($^{\circ}$ C)	36.8 \pm 0.63	37.6 \pm 0.75	37.2 \pm 0.77	<0.001
Pulse rate (beats/min)	44.1 \pm 10.2	39.1 \pm 8.00	41.6 \pm 9.34	0.19
Respiratory rate (breaths/min)	10.8 \pm 3.78	12.4 \pm 4.27	11.6 \pm 4.03	0.22

Table 3. shows the effect of cold and hot seasons on erythrocytes indices of camels. The total RBCs count, haemoglobin concentration (Hb), and MCHC were decreased during hot season, while MCV was increased. However, packed cell volume (PCV) and MCH didn't show any difference between cold and hot season.

Table 3. The effect of cold and hot seasons on erythrocytic indices of camels

Parameters	Season (mean \pm SD)		Overall mean \pm SD	p
	Cold season (n=12)	Hot season (n=12)		
RBC count ($\times 10^6 \mu\text{L}^{-1}$)	9.21 \pm 1.54	7.46 \pm 1.62	8.33 \pm 1.78	<0.01
Haemoglobin (g/dl)	13.5 \pm 2.29	11.1 \pm 2.58	12.3 \pm 2.68	<0.02
PCV (%)	29.3 \pm 4.50	26.9 \pm 5.70	28.1 \pm 5.17	0.26
MCV (fl)	31.9 \pm 1.38	36.0 \pm 1.19	34.0 \pm 2.48	<0.001
MCHC (g/dl)	46.2 \pm 2.65	41.4 \pm 1.91	43.8 \pm 3.34	<0.001
MCH (pg)	14.7 \pm 0.57	14.9 \pm 0.55	14.8 \pm 0.55	0.40

RBCs: Red blood cells, PCV: packed cell volume, MCV: mean corpuscular volume, MCHC: mean corpuscular haemoglobin concentration, MCH mean corpuscular haemoglobin.

The effect of cold and hot seasons on leukocytic profile are given in Table 4. No seasonal effect was revealed in any of these parameters.

Table 4. The effect of cold and hot seasons on leukocytic indices of camels

Parameters	Season (mean \pm SD)		Overall mean \pm SD	p
	Cold season (n=12)	Hot season (n=12)		
WBCs count ($\times 10^3/\mu\text{L}$)	19.6 \pm 6.56	16.2 \pm 4.86	17.9 \pm 5.85	0.12
Lymphocytes (%)	19.8 \pm 15.5	21.9 \pm 8.06	20.8 \pm 12.2	0.11
Monocytes (%)	19.5 \pm 10.2	15.4 \pm 6.73	17.5 \pm 8.70	0.26
Granulocytes (%)	60.7 \pm 15.6	62.6 \pm 10.7	61.7 \pm 13.1	0.72

WBCs: White blood cells

Discussion

In the present study, the rectal temperature increased during hot season. This result is similar to the findings of Abdalla et al (2011) and Abdoun et al (2012), who concluded that the season had a significant effect on rectal temperature of camels.

Similar trends were reported by Al-Haidary et al (2013), Hozifa et al (2016a) and Hozifa et al (2016b) in the female dromedary camels.

The increase in rectal temperature during the hot summer conditions may be due to minimised temperature gradient between the body and the environment that resulted in reduced body heat gain (Abdel-Samee and Marai 1997), this could be minimized the heat-stress on the camels. The overall mean of rectal temperature found in present study agrees with that reported by Mohammed et al (2007) and Elnahas (2008).

However, the mean values of pulse rates did not vary with season. This result is in agreement with those of Abdel-Samee and Marai (1997). However, this finding disagrees with Mohammed et al (2007), who reported that the pulse rate was increased during the dry hot season, while Abdalla et al (2011) showed that, the pulse rate was increased during the humid hot season. Similar findings were observed by Zeidan et al (2008), El-Harairy et al (2010), Hozifa et al (2016a) and Hozifa et al (2016b), who found that season had a significant effect on pulse rate of the dromedary she-camels. The overall mean values of pulse rate observed in this study are in agreement with ranges mentioned by Tefera (2004) and Elnahas (2008).

Also, no effect of season was found in respiratory rate. This trend is in agreement with those of Hozifa et al (2016a) in the dromedary she-camels. However, this finding disagrees with those reported by Abdel-Samee and Marai (1997), Mohammed et al (2007) and Abdalla et al (2011), who noted that the season had a significant effect on respiratory rate of the dromedary camel. The mean value of respiratory rate reported in our study is within the ranges reported by Tefera (2004), Mohammed et al (2007) and Elnahas (2008). The results obtained in this study for pulse and respiratory might be due to adaptative physiology of camels to the environmental conditions. These results suggest the greater ability of camels to adapt to heat environment.

In this study, the increase of total red blood cell count RBC, haemoglobin concentration (Hb) and MCH during cold season compared with hot season may be due to nutritional conditions of camels which it were improved during cold season. The finding of the total red blood cells count RBC obtained in this study agrees with those reported by Badawy et al (2008) in the dromedary she-camels. Contradicting results were found among different researchers with regard to the effect of the season on RBCs of camels. Amin et al (2007), Abdalla et al (2011) and Aichouni et al (2011) registered an increased RBC count during the dry hot season, while Salman and Afzal (2004), Al-Harbi (2012) and Bargaâ et al (2016) did not found any seasonal variation on RBC. The overall mean of RBC count observed in this study was similar to the previous studies of Bogin (2000), Aichouni et al (2010) and Farooq et al (2011).

The present study showed that the concentration of haemoglobin (Hb) was lower during hot than cold season. This is in disagreement with the results described by Amin et al (2007), Aichouni et al (2011), Al- Harbi (2012), Babeker et al (2013) and Hozifa et al (2016a), who noted that there was no effect of season in haemoglobin concentration. Similarly, the result of the current study disagrees with El-Harairy et al (2010), who reported that the Hb mean value was higher during hot than cold season in the dromedary she-camels. Hb concentration in this study followed the same trend reported for RBC count; this finding may be attributed to the hemodilution phase resulting from increasing water intake during summer season, where a considerable part is retained particularly in the extracellular compartment. The overall mean of Hb concentration in this study was in line with the ranges recorded by Bogin (2000), Al-Busadah (2007) and Farooq et al (2011).

There was no difference in the mean values of the PCV obtained in our study. This result support the findings of Amin et al (2007), Aichouni et al (2011), Al- Harbi (2012) and Bagraâ et al (2016), who reported that season had no effect on PCV values. In contrast, this trend disagrees with Zeidan and Abbas (2004) and Abdalla et al (2011), who showed a decrease on packed cell volume during cold breeding season, while El-Harairy et al (2010) found shigher PCV values during hot than during cold season. In this result, the overall mean of PCV count was within the ranges of the previous reports of Aichouni et al (2010), Hussein et al (2010) and Farooq et al (2011).

The mean value of MCV during hot season was increased compared with values obtained in cold season; this increase might be due to negative correlation between MCV and RBCs count which was decreased in hot season. The result of this study was not in agreement with the results obtained by Amin et al (2007), Aichouni et al (2011) and Babeker et al (2013), who reported that MCV was decreased during hot dry season, while Salman and Afzal (2004) and Badawy et al (2008) found that MCV was lower in cold than in hot season. Similarly, Al- Harbi (2012) reported that the MCV did not vary between cold and hot season. The mean value of MCV obtained in this work is in coincidence with those reported by Al-Busadah (2007), Aichouni et al (2010) and Farooq et al (2011).

The mean value of MCHC during cold season was higher than the values obtained for hot season. This finding was in agreement with those reported by Abdul-Rahaman et al (2015) in the dromedary she-camels, but disagreed with the findings described by Amin et al (2007), Aichouni et al (2011) and Al- Harbi (2012), who found that there was no seasonal effect in the mean values of the MCHC. So, our result was in disagreement with those reported by Babeker et al (2013), who mentioned that MCHC was increased during hot season and with Hozifa et al (2016a) and Hozifa et al (2016b), who obtained a increase on MCHC in autumn as compared to winter or summer season. So, the variation in MCHC could be due to the inconcomitant increase or decrease in Hb concentration and PCV values. In

current study, the overall mean of MCHC was within the ranges reported by Bogin (2000), Al-Busadah (2007), Aichouni et al (2010) and Farooq et al (2011).

Our results suggest that there was no seasonal variation on MCH; this finding might be due to the steady state of both the erythrocytes count and haemoglobin concentration throughout the different seasons. This result is in accordance with that reported by Al- Harbi (2012) in the male dromedary camels. Similar trend was reported by Al-Haidary (2006), Badawy et al (2008) and Hozifa et a (2016a), who found that there was no seasonal effect in MCH among the different seasons (summer, autumn and winter) in the dromedary she-camels. However, this finding was in disagreement with the results observed by Amin et al (2007), Aichouni et al (2011) and Abdul-Rahaman et al (2015), who reported a seasonal effect on MCH mean value. The result of the overall mean of MCH was in the line with the ranges reported by Farooq et al (2011). In contrast, this mean was lower than that reported in other studies (Bogin 2000; Aichouni et al 2010).

The variation in various erythrocytes indices may be attributed to differences in RBC size, its oxygen carrying capacity in connection with age and physiologic state. The difference might be due to the differences in technique applied for their measurements (Aichouni et al 2010; Farooq et al 2011).

In current study no seasonal effect was revealed in any parameters of leukocytic indices; this result was in accordance with those reported by Salman and Afzal (2004), Aichouni et al (2011) and Al- Harbi (2012). This result may be due to health status of camels included in this study, when it were clinically healthy. According to Osman et al (2015), the leukocytes usually increase following exposure to infection. Contradicting results were found among different researchers with regard to the effect of the season on WBCs count Abdalla et al (2011), Bagraâ et al (2016) noted an increase on WBCs count during cold season, while Babeker et al (2013) found that WBCs increased during the dry hot season. The overall mean of the total white blood cell count WBCs in this study was in accordance with the findings reported by Al-Busadah (2007), Aichouni et al (2010) and Farooq et al (2011), but it was higher than that found by Bogin (2000).

Similarly, there was no seasonal effect in lymphocytes, monocytes and granulocytes in this study, which supports the findings of Amin et al (2007), Aichouni et al (2011), Al- Harbi (2012) and Bagraâ et al (2016) for monocytes. However, the finding of this study for lymphocytes was in good agreement with those observed by Al- Harbi (2012) and Abdul-Rahaman et al (2015), but disagreed with those recorded by Amin et al (2007), Aichouni et al (2011) and Bagraâ et al (2016), who reported that the lymphocytes were increased during hot season.

Bagraâ et al (2016), found higher neutrophil and lower eosinophil percentage during cold season, while the same authors reported that the basophil didn't show seasonal variations. On the other hand, Aichouni et al (2011), reported that the

neutrophile decreased during hot season while the basophile increased. The differential white blood cell percentages obtained in our study were similar to those mentioned by Aichouni et al (2010) and Farooq et al (2011) for granuloocytes but it was higher than the values reported by these same author's for monocytes.

Conclusions

The results of the current study may contribute to the overall knowledge about the effect of environmental conditions on thermoregulation and hemogram blood parameters of dromedary camel in Algeria. It was shown that:

- The environmental conditions such as high or low ambient temperature had an effect on some thermoregulation and hemogram parameters of the camels.
- The rectal temperature, RBCs count, Hb concentration, MCV and MCHC were affected by the environmental conditions.
- There was no effect on pulse, respiratory rate, packed cells volume, MCH, WBCs and differential leukocyte count.

Acknowledgements

The authors would like to thank the staff of El Oued municipality slaughterhouse especially the veterinary inspectors Dr. Abdelghani Beddada and Dr. Abdelatif Miloudi for the help to carry out this research. We also thank Mr. Khalifa Hamad for assisting in blood samples collection. Grateful is expressed to the staff of the Laboratory of Hygiene and Animal Pathology, at the Institute of Veterinary Sciences, University of Tiaret. Algeria.

References

Abdalla E B, Zeidan A E B, Abd El-Salaam A M and Maiada Allam W A 2011 Thermoregulation and blood biochemical changes in male dromedary camels during hot-humid and hot dry environments under Egyptian conditions. *Journal of Camel Practice and Research* 18(2): 297- 304.

Abdel- Samee A M and Marai I F M 1997 Daily body gain and some related physiological and bio-chemical changes in dromedary camels as affected by hot climate. *International Proceedings conference of Animal Production and Health in Semi-Arid Areas, El-Arish, North Sinai, Egypt, 1997*, p. 331-339.

Abdoun K A, Samara E M, Okab A B, and Al-Haidary A I 2012 A comparative study on seasonal variation in body temperature and blood composition of camels and sheep. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 11(6): 769-773. <http://medwelljournals.com/abstract/?doi=javaa.2012.769.773>

Abdul-Rahaman Y T, Jassim S T and Omar A A F 2015 Effect of months on levels of some hematological parameters of Iraqi one-humped female camels (*Camelus dromedaries*). *Global Journal of Bio-Science and Biotechnology* 4(3): 268-271. [http://www.scienceandnature.org/GJBB_Vol4\(3\)2015/GJBB-V4\(3\)2015-9.pdf](http://www.scienceandnature.org/GJBB_Vol4(3)2015/GJBB-V4(3)2015-9.pdf)

- Aichouni A, Dellal A and Jebmawi R 2011** Influence de la saison sur les paramètres hématologiques du dromadaire (*Camelus dromaderius*) Algérien. Revue de Médecine Vétérinaire 162(7): 327-332. http://www.revmedvet.com/2011/RMV162_327_332.pdf
- Aichouni A, Jeblawi R, Dellal A, Hammou H and Aggad H 2010** Breed variation in blood constituents of the one-humped camel (*Camelus dromedaries*) in Algeria. Journal of Camelid Science 3: 19-25. <http://www.isocard.net/images/journal/FILE52c979f6728dd40.pdf>
- Al-Arfaj N M, Attia K A and Saleh S Y 1992** Some physiological studies on the blood cellular elements of camel with reference to certain immunological properties of lymphocytes. Veterinary Medicine Journal Giza 40: 115-120.
- Al-Busadah K A 2007** Some Biochemical and Haematological Indices in Different Breeds of Camels in Saudi Arabia. Scientific Journal of King Faisal University (Basic and Applied Sciences) 8(1): 131-142.
- Al-Haidary A A 2006** The effect of physical activity on body temperature and some blood constituents of camel during summer and winter months. Research Bulletin Agriculture Research Centre, King Saud University 147: 1-17.
- Al-Haidary A A, Samara E M, Okab A B and Abdoun K A 2013** Thermophysiological responses and heat tolerance of Saudi camel breeds. International Journal of Chemical, Environmental & Biological Sciences 1(1): 173-176.
- Al-Haj M 2013** Effects of dehydration and blockade of the renin-angiotensin system in the one-humped camel (*Camelus dromedaries*). Acta Universitatis Upsaliensis 178: 1-52.
- Al-Harbi M S 2012** Some Hematologic values and Serum Biochemical parameters in male camels (*Camelus dromedarius*) before and during rut. Asian Journal of Animal and Veterinary Advances 7(11): 1219-1226. <http://scialert.net/abstract/?doi=ajava.2012.1219.1226>
- Al-Jassim R and Veerasamy S 2015** Climate change and camel production: impact and contribution. Journal of Camelid Science 8: 1-17.
- Amin A S, Abdoun K A and Abdelatif A M 2007** Seasonal variation in blood constituents of one-humped camel (*Camelus dromedaries*). Pakistan Journal of Biological Sciences 10(8): 1250-1256. <http://docsdrive.com/pdfs/ansinet/pjbs/2007/1250-1256.pdf>
- Asadi F, Shahriari A, Asadian P, Pourkabir M, Sabzikar A and Ojaghee R 2009** Serum lipid, glucose, free fatty acids and liver triglyceride in sub-adult and adult camels (*Camelus dromedaries*). Revue de Médecine Vétérinaire 160 (12): 552-556. http://www.revmedvet.com/2009/RMV160_552_556.pdf
- Babeker E A, Elmansoury Y H A and Suleem A E 2013** The Influence of seasons on blood constituents of dromedary camel (*Camelus Dromedarius*). Online Journal of Animal and Feed Research 3(1): 1-8.
- Badawy M T, Gawish H S, Marwa A K, El-Nouty F D and Hassan G A 2008** Seasonal variations in hemato-biochemical parameters in mature one humped she-camels in the north-western coast of Egypt. Egyptian Journal of Animal Production 45 (2): 155-164.
- Bargaâ R, Lektib I, Baraka K, Riad F, El Abbadi N, Belhouari, Hammoumi A and El-Khasmi M 2016** Seasonal variation of hematological profile and its correlation with thyroid and adrenal gland hormones in mal Moroccan camels (*Camelus dromedaries*). International Journal of Agriculture and Environmental Sciences 1(1): 8-14.
- Bogin E 2000** Clinical pathology of camelides: present and future. Revue de Médecine Vétérinaire 151 (7): 563-568. http://www.revmedvet.com/2000/RMV151_563_568.pdf

- El-Harairy M A, Zeidan A E, Afify A A, Amer H A and Amer A M 2010** Ovarian activity, biochemical changes and histological status of the dromedary she-camel as affected by different seasons of the year. *Journal of Nature and Science* 8 (5): 54-65. http://www.sciencepub.net/nature/ns0805/07_2394_ns0805_54_65.pdf
- Elnahas A 2008** Ultrasonographical examination of one humped camels (*Camelus dromedarius*) liver with some haematological and biochemical aspects. Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doctor medicinae veterinariae (Dr. med. vet) durch die Veterinärmedizinische Fakultät, Leipzig, Germany pp. 107.
- Eltahir Y E, Hassan M A, Mansour M H and Mahgoub O 2010** Serum mineral contents of the Omani racing Arabian camels (*Camelus dromedaries*). *Journal of Animal and Veterinary Advances* 9 (4): 764-770. <http://docsdrive.com/pdfs/medwelljournals/javaa/2010/764-770.pdf>
- Farooq U, Samad H.A, Khurshid A and Sajaad S 2011** Normal reference hematological values of one - humped camels (*Camelus dromedaries*) kept in Cholistan desert. *The Journal of Animal and Plant Sciences* 21(2): 157-160. <http://www.thejaps.org.pk/docs/21-2/11-117.pdf>
- Hozifa S Y, Shadia A O and Shamseldein H A 2016a** Influence of thermal environment change on blood metabolites, leukocytic and erythrocytic indices and clinical parameters of In-Door camel (*Camelus dromedaries*). *Global Journal of Biology, Agriculture and Health Sciences* 5(1): 20-24. <http://gifre.org/library/upload/volume/volume-1142.pdf>
- Hozifa S Y, Shamseldein H A and Shadia A O 2016b** Serum metabolites, haematological indices and physiological parameters of free grazing camels (*Camelus dromedaries*) as affected by different seasons. *International Journal of Scientific and Technical Advancements*. 2(1): 85-88.
- Hussein M F, Aljumaah R S, Homeida A M, Al-Haidary A A, Alshaiikh M A, Gar Elnabi G, Mohammed O B, Omer S A and Macasero W V 2010** Coagulation profile and platelet parameters of the Arabian sand gazelle (*Gazelle Subgutturosa Marica*): Comparison with humans and camels. *Journal of Wildlife Diseases* 46 (4): 1165-1171. <http://www.bioone.org/doi/pdf/10.7589/0090-3558-46.4.1165>
- Mohammed A K, Sackey A K, Tekdek L B and Gefu J O 2007** The effects of season, ambient temperature and sex on rectal temperature, pulse and respiratory rates for the adult one humped camel (*Camelus dromedaries*) introduced into a sub-humid climate in shika-zaria, Nigeria. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 6 (4): 536-538. <http://docsdrive.com/pdfs/medwelljournals/javaa/2007/536-538.pdf>
- Momenah M A 2014** Some blood parameters of one humped she camels (*Camelus dromedaries*) in response to parasitic infection. *Life Science Journal* 11 (5): 118-123. http://www.lifesciencesite.com/ljs/life1105/016_23571life110514_118_123.pdf
- Nazifi S, Gheisari H R and Poorabbas H 1999** The influence of thermal stress on serum biochemical parameters of dromedary camels and their correlation with thyroid activity. *Comparative Haematology International* 9(1): 49-54.
- Osman F A, Gaadee H I and Sayed G A 2015** Clinico-hematological and biochemical changes in camels infected with gastro-intestinal parasites. *Journal of Animal Science Advances* 5(4):1245-1252. <http://www.ejmanager.com/mnstemps/72/72-1387751948.pdf?t=1491248865>
- Salman R and Afzal M 2004** Seasonal variations in hematological and serum biochemical parameters in racing camels. *Journal of Camelid Science* 1(1): 63-65.
- Tefera M 2004** Observations on the clinical examination of the camel (*Camelus dromedaries*) in the field. *Tropical Animal and Health Production* 36(5): 435-449.
- Zeidan A E B and Abass H E 2004** Physiological and biochemical changes in the male dromedary camels during rutting and non-breeding seasons. *Zagazig Veterinary Journal* 32(1): 37-48.

Zeidan A E B, Abd El-Salaam A M, El-Malky O M, Ahamdi E A A, Sarhan D M A and Daader A H
2008 Biochemical and histological changes in the ovary of the dromedary camel during breeding and non breeding seasons *Egyptian Journal Basic Applied Physiology* 7: 287-308.

Received 4 April 2017; Accepted 4 May 2017; Published 2 July 2017

Effect of seasons on blood biochemical parameters in male dromedary camels in Algeria

Brahim Hamad¹, Hebib Aggad*, Leyla Hade¹ and Aicha Adaika¹

Institute of Veterinary Sciences, Laboratory of Hygiene and Animal Pathology,
 University of Tiaret, P.O. Box 78 Tiaret, 14000 Tiaret, Algeria.

Received: 09-12-2016

Accepted: 26-05-2017

DOI: 10.18805/ijar.v0i0F.9127

ABSTRACT

The present study aimed to investigate the effect of different seasons on blood biochemical parameters of male dromedary camels in Algeria. A total number of 30 clinically healthy camels from five to seven years old were sampled in this study and biochemical analysis were performed using an automatic analyzer. The obtained results showed that the urea, creatine kinase and alanine amino transferase concentrations increased significantly during summer compared to other seasons. However, lactate dehydrogenase concentration increased significantly during winter versus other seasons. On the other hand, no significant effect of season was found on glucose, triglyceride, cholesterol, creatinine, aspartate amino transferase and alkaline phosphatase concentrations.

Key words: Algeria, Biochemistry, Blood, Camel, Seasons.

INTRODUCTION

The camel (*Camelus dromedarius*) is a domestic animal of great economic importance in some of the hotter, drier regions of the world, where the climate adversely affects the survival of other livestock, where it represents an essential source of meat and milk (Faye, 2011; Kadim *et al.*, 2013; Faye, 2014). Therefore, camel is a very hardy animal and well adapted anatomically as well as physiologically to harsh climatic conditions of desert (Gaughan, 2011; Osman *et al.*, 2015).

On the other hand, variation in the environmental factors are found to exert a pronounced effect on the blood characteristics in order to adjusting the different functions of the animal's body with less physiological efforts (Badawy *et al.*, 2008).

The blood components are the mirror that reflects the health condition of animals (Momenah, 2014). Moreover, the biochemical studies under different fluctuating climatic conditions can often provide valuable information regarding physiological status of animals (Aichouni *et al.*, 2013).

Few studies have been undertaken to determine the effect of season on the blood constituents of the camel. Therefore, the aim of the present study was to investigate the effect of seasons on fluctuations of blood biochemical parameters of male dromedary camels in Algeria.

MATERIALS AND METHODS

This study was conducted at El Oued municipality slaughterhouse in the south east of Algeria, during the period from January 2015 to September 2015. This region is characterized by a climate desert Saharan type. In cold season

the temperature drops below 17°C while in hot season it reaches 34 °C; average rainfall varies between 80 and 100 mm/year (period from October to February) (Mayouf *et al.*, 2014). Thirty clinically healthy male camels (*Camelus dromedaries*) of Sahraoui population, aged between 5 to 7 years were included in this study. The animals were kept under similar dietary and managerial practices. Concentrated barley and hay-straw were fed to the animals. The animals were allowed to walk for 2 km and then kept in the lairage for 10-12 hours before slaughter. Ten camels were sampled at each season of the year: winter, spring and summer.

Blood samples were collected from the jugular vein and serum was separated. The samples were placed in ice and immediately transferred to laboratory for analysis on the same day. Commercial diagnostic kits (Landwind medical, Shenzhen, China) were used for determination of various biochemical parameters including serum glucose, triglyceride, cholesterol, urea, creatinine, serum creatine kinase (CK), aspartate amino transferase (AST), alanine amino transferase (ALT), alkaline phosphatase (ALP), and lactate dehydrogenase (LDH). The biochemical analysis was performed with an Automatic chemical Analyzer (LANDWIND, LWC100 plus, Shenzhen, China).

Data were analyzed by the Statistical software program (SPSS, version 16). Data were expressed as the means \pm standard deviation. Comparisons among groups were tested using an analysis of variance (ANOVA). Statistical means of two seasons (one-one) were compared using the independent-samples T test or Mann-Whitney U test after evaluating of normal distribution. The overall level for statistical significance was set at $P < 0.05$.

*Corresponding Email: h_aggad@yahoo.com

¹University of El-Oued, Fac. Nature and life sciences, 39000 El-Oued, Algeria.

RESULTS AND DISCUSSION

Seasonal variation in the concentration of blood biochemical parameters are given in Table 1. The results indicate that season has a significant effect ($P < 0.05$) on urea, creatine kinase, ALT and lactate dehydrogenase concentrations. However, there was no significance of season on glucose, triglyceride, cholesterol, creatinine, AST and alkaline phosphatase concentrations (Table 1).

The highest mean values of urea and creatine kinase ($P < 0.05$) were recorded during summer. However, the urea and creatine kinase values during winter season were non-significantly lower as compared to spring season. The highest mean value of the ALT ($P < 0.05$) was obtained during summer, while the lowest values was observed during winter season. In contrast, the highest ($P < 0.05$) mean value of lactate dehydrogenase was recorded during winter, while, no significant effect ($P > 0.05$) of season was found on lactate dehydrogenase values of spring and summer season.

In this study, non-significant effect of season on glucose concentrations was observed. This result is in agreement with that reported by Hozifa *et al.* (2016a) in the dromedary she-camel who found that the glucose concentrations in camels did not show significant change between the seasons. This finding may be attributed to the fixed diet given throughout the study period. Controversial results were reported by Amin *et al.* (2007), Abdoun *et al.* (2012), Aichouni *et al.* (2013) and Bargaâ *et al.*, (2016) who registered a significant reduction on glucose concentrations during summer season as compared to winter or autumn season. Hozifa *et al.* (2016b) reported similar trend in the female dromedary camels that showed that the glucose concentrations decreased significantly during summer as compared to the winter or autumn season.

Contradicting results were found amid different researchers with regard to the effect of the season on glucose concentrations. This discrepancy in the season effects on blood glucose in camels may be due to breed differences and to the environmental conditions particularly feeding and watering systems. The diminution in plasma glucose concentration during the dry season can be attributed to decreases in available forage (Amin *et al.*, 2007; Aichouni *et al.*, 2013). In contrast, the increased blood glucose level during summer may be due to decreased basal metabolic rate and reducing the use of glucose for energy production under hot climatic conditions. The overall mean of glucose concentration reported in this study was in line with that recorded by Aichouni *et al.* (2010).

The season did not affect the triglyceride concentration in this study, which was in accord with the finding of Bargaâ *et al.* (2016). The cause of this result may be due to the effect of similarity of dietary conditions of animals sampled. However, these results disagreed with those

obtained by Aichouni *et al.* (2013) and Tajik *et al.* (2013) who found significant increase in triglyceride concentration during summer as compared to winter seasons. On the other hand, Amin *et al.* (2007) found that the triglyceride increases significantly during summer as compared with autumn. Similarly, opposing results to the current study were reported by Hozifa *et al.* (2016a; 2016b) for the dromedary she-camel who showed that triglyceride concentration was significantly lower during summer than winter and summer seasons. Aichouni *et al.* (2013) attributed the increases in the concentration of triglycerides of serum during the summer season to low dietary requirements. The overall mean of triglyceride concentration found in this study was lower as compared to the ranges reported by Asadi *et al.* (2009) and Aichouni *et al.* (2010).

There was no significant seasonal variation on cholesterol concentration in this work. Similar result was reported by Tajik *et al.* (2013) and Bargaâ *et al.* (2016) who reported that there was no variation with the season on serum cholesterol. However, these trends disagreed with those of Aichouni *et al.* (2013) who recorded that the cholesterol concentration determined during summer was significantly increased compared with winter, while Al-Harbi (2012) had reported that cholesterol concentrations were higher during winter than summer in dromedary camel. On the other hand, Hozifa *et al.* (2016a; 2016b) found that the cholesterol concentration of the dromedary she-camels was significantly higher during autumn than in winter and summer seasons. The seasonal variations in serum cholesterol concentration may be due to the type of feed during different seasons. The overall mean of cholesterol concentration recorded in this study was within the range registered by Asadi *et al.* (2009).

The effects of different seasons on urea concentration were significantly higher during summer than winter and spring seasons. These results confirm those reported by Badawy *et al.* (2008) in the female dromedary camels. However, Aichouni *et al.* (2013) showed a significant increase in urea concentration during winter as compared to summer season. On the other hand, Bargaâ *et al.* (2016) showed there was no significant seasonal variation of urea concentration. The elevation of blood urea might be due to the combined pre-renal effects of reduced infusion with lower glomerular filtration and greatest load due to increased metabolic activity (Al Qarawi and Ali, 2003). The urea overall mean recorded in this study was higher than the range reported by Aichouni *et al.* (2010).

Moreover, there was no significant difference in creatinine concentration according to season. These results are in agreement with those reported by Bargaâ *et al.* (2016) who reported that seasons did not cause any significant effect on creatinine level in camels. This result may also be attributed to dietary conditions of animals included in this study.

Table 1: Influence of seasons on blood biochemical parameters of camels

Parameters	Seasons			Overall mean \pm SD	Effect of seasons (P-value)
	Winter(n=10) January-March	Spring(n=10) April-June	Summer(n=10) July-September		
Glucose (mMol L ⁻¹)	6.90 \pm 1.48	6.38 \pm 0.87	6.26 \pm 0.26	6.51 \pm 1.01	0.341
Triglyceride (mMol L ⁻¹)	0.23 \pm 0.18	0.17 \pm 0.03	0.17 \pm 0.03	0.19 \pm 0.10	0.358
Cholesterol (mMol L ⁻¹)	0.86 \pm 0.41	0.80 \pm 0.11	0.91 \pm 0.05	0.86 \pm 0.24	0.636
Urea (mMol L ⁻¹)	10.20 ^a \pm 3.03	11.73 ^a \pm 1.93	15.34 ^b \pm 0.69	12.43 \pm 2.99	0.000
Creatinine (μ Mol L ⁻¹)	167.34 \pm 43.77	182.63 \pm 4.12	181.83 \pm 7.27	177.27 \pm 25.83	0.341
CK (IU L ⁻¹)	211.26 ^a \pm 144.84	278.84 ^a \pm 82.09	386.46 ^b \pm 12.39	292.19 \pm 118.46	0.001
AST (IU L ⁻¹)	130.30 \pm 45.64	98.30 \pm 28.76	105.70 \pm 13.97	111.43 \pm 34.02	0.085
ALT (IU L ⁻¹)	10.20 ^a \pm 6.28	24.60 ^b \pm 10.57	48.70 ^c \pm 7.43	27.83 \pm 18.03	0.000
ALP(IU L ⁻¹)	98.22 \pm 41.06	120.21 \pm 33.14	106.55 \pm 4.30	108.33 \pm 30.90	0.284
LDH(IU L ⁻¹)	1255.3 ^a \pm 588.51	863.97 ^b \pm 314.10	667.14 ^b \pm 35.11	928.81 \pm 447.56	0.007

CK- Creatine Kinase; AST- Aspartate-aminotransferase; ALT- Alanine-aminotransferase; ALP- Alkalinephosphatase; LDH- Lactate dehydrogenase.

a,b Means with different superscripts within a row are significantly different (P<0.05).

However, these findings disagreed with those obtained by Babeker *et al.* (2013), Mutassim and Madanat (2014) who found that the creatinine increased significantly during the dry hot season. So, Aichouni *et al.* (2013) attributed the increase in the concentration of serum creatinine during the wet season to the higher intake of protein in the diet consumed by camels. The overall mean value of creatinine concentration reported in this study was higher than the range reported by Aichouni *et al.* (2010).

The current study showed that season had a significant (P<0.05) effect on creatine kinase concentrations. The increase of creatine kinase during summer season may be attributed to exposure to heat temperature. According to Chai *et al.* (2010), CK is released into the blood when there is muscle damage or when there is vigorous exercise. It is clear that some kinds of damage that affect welfare result in CK release. On other hand, this result is in accordance with those of (Ibrahim *et al.*, 2016) who reported a significant effect of season on creatine kinase concentration in camels. The overall mean value of creatine kinase found in our study was higher than the range mentioned by Aichouni *et al.* (2010)

In this study the season did not affect enzymatic activity of AST. This finding can be explained by the health status of animals sampled in this work. The present results were in accordance with those of Ali *et al.* (2008) who reported that the enzymatic activity of AST didn't differ significant between seasons. However, these results disagree with those obtained by Abdallah *et al.* (2012), Babeker *et al.* (2013) and Bargaâ *et al.* (2016) who reported that the season had a significant effect on enzymatic activities of AST. The overall mean value of AST obtained in this work was within the range reported by Aichouni *et al.* (2010). However, this mean was lower than that reported by Elrayah *et al.* (2012).

The results of present study indicate significant seasonal changes in enzymatic activities of ALT. These

results were in harmony with those reported by Abdallah *et al.* (2012) who found that the enzymatic activity of ALT was significantly higher during non-breeding than breeding seasons. Similar trends in the dromedary she-camel were reported by Badawy *et al.* (2008) and El-Hairiry *et al.* (2010) who found that the enzymatic activity of ALT increased significantly during the summer than in winter and spring seasons. These results may be attributed to the mobilization of the liver functions may be partially affected by heat-stress during non-breeding season (Badakhshan and Mirmahmoudi, 2015). However, the present results disagree with that reported by Bargaâ *et al.* (2016) who reported that the enzymatic activity of ALT increased significantly during winter as compared to summer season. On the other hand, Ali *et al.* (2008) found that there was no significant effect of season in ALT concentration. The overall mean value of ALT obtained in this study was higher than the range reported by Aichouni *et al.* (2010) and Elrayah *et al.* (2012).

In current work, non significant effect of seasons on enzymatic activity of ALP was recorded. This result also can be attributed to the health status of animals sampled in this work. According to Badakhshan and Mirmahmoudi (2015) higher values of ALP concentration have been reported only in the case of liver or muscle disorders. However, these results disagreed with those of Zeidan *et al.* (2008) and Abdallah *et al.* (2012) who reported that alkaline phosphatase concentration was higher during non-breeding than breeding season. The overall mean of ALP found in this work was higher than that mentioned by other studies (Elrayah *et al.*, 2012; Badakhshan and Mirmahmoudi, 2015).

In this study, the effect of different seasons on enzymatic activity of LDH was significant, being higher during winter than in spring and summer seasons. This result can be attributed to physiological damage of testicular tissue and other related structures of the genital system in winter

season (Ibrahim *et al.*, 2016). So, these results agreed with those of Al-Harbi (2012) who reported that there was a marked increase in LDH concentrations of the male dromedary camels during rutting season. The overall mean of LDH obtained in present study was higher than the average reported by Aichouni *et al.* (2010), Al-Harbi *et al.* (2012) and that reported by Elrayah *et al.* (2012).

REFERENCES

- Abdalla, E.B., Zeidan, A.E.B., Abd El-Salaam, A.M., Maïada Allam, W.A. (2012). Thermoregulation and blood biochemical changes in male dromedary camels during hot-humid and hot dry environments under Egyptian conditions. *Journal of Camel Practice and Research*, **18**: 297- 304.
- Abdoun, K.A., Samara, E.M., Okab, A.B., Al-Haidary, A.I. (2012). A comparative study on seasonal variation in body temperature and blood composition of camels and sheep. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, **11**: 769-773.
- Aichouni, A., Belhadia, M., Kebir, N., Aggad, H. (2013). Season influence on serum organic parameters of dromedarius (*Camelus dromedarius*) in Algeria. *Biochemistry and Biotechnology Research*, **1**: 8-12.
- Aichouni, A., Jebilaw, R., Dellal, A., Hammou, H., Aggad, H. (2010). Breed variation in blood constituents of the one-humped camel (*Camelus dromedarius*) in Algeria. *Journal of Camelid Science*, **3**: 19-25.
- Al-Harbi, M.S. (2012). Some Hematologic values and Serum Biochemical parameters in male camels (*Camelus dromedarius*) before and during rut. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, **7**: 1219-1226.
- Ali, S., Ahmad, N., Akhtar, N., Zu, R., Noakes, D.E. (2008). Metabolite contents of blood serum and fluid from small and large sized follicles in dromedary camels during the peak and the low breeding seasons. *Animal Reproduction Science*, **108**: 446-456.
- Al Qarawi, A.A. and Ali, B.H. (2003). Variations in the normal activity of esterases in plasma and liver of camels (*Camelus dromedarius*), cattle (*Bos indicus*), sheep (*Ovis aries*) and goats (*Capra hircus*). *Journal of Veterinary Medicine Series A*, **50**: 201-203.
- Amin, A.S., Abdoun, K.A., Abdelatif A. M. (2007). Seasonal variation in blood constituents of one-humped camel (*Camelus dromedarius*). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, **10**: 1250-1256.
- Asadi, F., Shahriari, A., Asadian, P., Pourkabar, M., Sabzikar, A., Ojaghee, R. (2009). Serum lipid, glucose, free fatty acids and liver triglyceride in sub-adult and adult camels (*Camelus dromedarius*). *Revue de Médecine Vétérinaire*, **160**: 552-556.
- Babeker, E.A., Elmansoury, Y.H.A., Suleem, A.E. (2013). The Influence of seasons on blood constituents of dromedary camel (*Camelus Dromedarius*). *Online Journal of Animal and Feed Research*, **3**: 1-8.
- Badakhshan, Y. and Mirmahmoudi, R. (2015). Blood metabolites of one-humped camel (*Camelus dromedarius*) versus sheep during summer heat stress. *Iranian Journal of Veterinary Medicine*, **10**: 65-71.
- Badawy, M.T., Gawish, H.S., Marwa, A.K., El-Nouty, F.D., Hassan, G.A. (2008). Seasonal variations in hemato-biochemical parameters in mature one humped she-camels in the northwestern coast of Egypt. *Egyptian Journal of Animal Production*, **45**: 155-164.
- Bargaâ, R., Lektib, I., Farh, M., El Abbadi, N., Belhouari, A., El-Khasmi, M. (2016). Seasonal variations of biochemical profile and its correlations with thyroid and adrenal gland hormones in Moroccan camel (*Camelus dromedarius*). *International Journal of Agriculture and Environmental Research*, **2**: 1858-1872.
- Chai, J., Xiong, Q., Zhang, C.X., Miao, W., Li, F.E., Zheng, R., Peng, J., Jiang, S.W. (2010). Effect of pre-slaughter transport plant on blood constituents and meat quality in halothane genotype of NN Large White× Land race pigs. *Livestock Science*, **127**: 211-217.
- El-Harairy, M.A., Zeidan, A.E., Afify, A.A., Amer, H.A., Amer, A.M. (2010). Ovarian activity, biochemical changes and histological status of the dromedary she-camel as affected by different seasons of the year. *Journal of Nature and Science*, **8**: 54-65.
- Elrayah, H.A., Barri, M.E.S., Abdelrahman, S.H. (2012). Preliminary Information of Some Biochemical Parameters in Sudanese Camel (*Camelus Dromedarius*). *Journal of Animal Scientist*, **1**: 5-7.
- Faye, B. (2011). Combating desertification: The added value of the camel farming. *Annals of Arid Zone*, **50**: 1-11.
- Faye, B. (2014). The Camel today: assets and potentials. *Anthropozoologica*, **49**: 167-176.
- Gaughan, J. B. (2011). Which physiological adaptation allows camels to tolerate high heat load – and what more can we learn? *Journal of Camelid Science*, **4**: 85-88.
- Hozifa, S.Y., Shadia, A.O., Shamseldeen, H.A. (2016a). Influence of Thermal Environment Change on Blood Metabolites, Leukocytic and Erythrocytic Indices and Clinical Parameters of In-Door Camel (*Camelus dromedarius*). *Global Journal of Biology, Agriculture and Health Sciences*, **5**: 20-24.
- Hozifa, S.Y., Shamseldeen, H.A., Shadia, A.O. (2016b). Serum Metabolites, Haematological Indices and Physiological Parameters of Free Grazing Camels (*Camelus dromedarius*) as Affected by Different Seasons. *International Journal of Scientific and Technical Advancements*, **2**: 85-88.
- Ibrahim, M.A., Abd-El-Rahman, H.M.A., Rawash, Z.M., El-Metwally, A.E. (2016). Studies on Some Biochemical, Hormonal, Histopathological and Seminal Characters in Relation to Rutting and Non-Rutting Season in Camels. *Alexandria Journal of veterinary Sciences*, **49**: 189-202.
- Kadim, I.T. (2013). A review of the nutritive value and meat quality characteristics of the dromedary (*Camelus dromedarius*) camel meats. *Camel: An International Journal of Veterinary Sciences*, **1**: 129-156.

CONCLUSION

In conclusion, seasons have an significant effect on some serum biochemical parameters significantly reflecting on urea, creatine kinase, ALT and lactate dehydrogenase concentrations. However, there was no significant seasonal variation in glucose, triglyceride, cholesterol, creatinine, AST and alkaline phosphatase concentrations.

- Mayouf, R., Benaissa, M.H., Bentria Y., Aoune, F.Z., Halis, Y. (2014). Reproductive performance of *Camelus dromedarius* in the El-Oued region, Algeria. *Online Journal of animals and Feed Research*, **4**: 102-106.
- Momenah, M.A. (2014). Some blood parameters of one humped she camels (*Camelus dromedaries*) in response to parasitic infection. *Life Science Journal*, **11**: 118- 123.
- Mutassim, M.A.E. and Madanat, A. (2014). Seasonal variation in blood calcium, phosphorus, magnesium and some metabolites in camels (*Camelus dromedaries*) raised in semi-arid region. *Research Opinions in Animal and Veterinary Sciences*, **4**: 582-586.
- Osman, F.A., Gaadee, H.I., Sayed, G.A. (2015). Clinico-Hematological and Biochemical Changes in Camels Infected with Gastro-Intestinal Parasites. *Journal of Animal Science Advances*, **5**: 1245-1252.
- Tajik, J., Sazmand, A., Moghaddam, S.H.H., Rasooli, A. (2013). Serum concentrations of thyroid hormones, cholesterol and triglyceride, and their correlations together in clinically healthy camels (*Camelus dromedarius*): Effects of season, sex and age. *Veterinary Research Forum*, **4**: 239-243.
- Zeidan, A.E.B., Abd El-Salaam, A.M., El-Malky, O.M., Ahamdi, E.A.A., Sarhan, D.M.A., Daader, A.H. (2008). Biochemical and histological changes in the ovary of the dromedary camel during breeding and non breeding seasons. *Egyptian Journal Basic Applied Physiology*, **7**: 287-308.

CAMEL MEAT AND GROWTH

Effect of slaughter season on *postmortem* metabolic characteristics of muscle in the dromedary camel (*Camelus dromedarius*)

Brahim Hamad^{1,2*}, Hebib Aggad¹, Leyla Hadeff^{1,2}, Abdelghani Beddada³, Bernard Faye⁴

¹Ibn Khaldoun University of Tiaret, Institute of Veterinary Sciences, Laboratory of Hygiene and Animal Pathology, P.O. Box 78 Tiaret, 14000 Tiaret, Algeria, ²University of El-Oued, Faculty of Nature and Life Sciences, Department of Agronomy, P.O. Box 789 El-Oued, 39000 El-Oued, Algeria, ³Directorate of Agricultural Services, 39000 El-Oued, Algeria, ⁴CIRAD, Campus International de Baillarguet, TA C/112 A, UMR SELMET, 34398 Montpellier, France

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the effect of slaughter season on the *postmortem* metabolic characteristics of dromedary camel *longissimus thoracis* (LT) muscle. A total number of thirty male camels (5-7 years old) were included in this work. Ten camels were slaughtered according to season of the year (winter, spring and summer). The samples were analyzed for muscle pH, muscle temperature, electrical conductivity, drip loss (DL), cooking loss (CL) and thawing loss (TL). No significant ($p > 0.05$) effect of slaughter season on muscle pH and cooking loss was observed. However, slaughter season significantly ($p < 0.05$) influenced the electrical conductivity, muscle temperature, drip loss and thawing loss. All of these parameters were higher ($p < 0.05$) during summer as compared to winter and/or spring seasons. Moreover, several correlations between different studied parameters were reported. In conclusion, these findings indicated that slaughter season had a significant ($p < 0.05$) effect on several *postmortem* metabolic parameters of camels. Therefore, this study demonstrated that the electrical conductivity late *postmortem* measurement can be used as a suitable method for the evaluation of camel's meat quality.

Keywords: Algeria; Camel; Meat; Season; Slaughter

INTRODUCTION

The dromedary camel is a potential source of meat in arid and semi-arid areas of the old world (Kadim, 2013). This meat is regarded as good quality product (Kadim et al., 2011; 2014) especially with high protein value (Raiymbeck et al., 2015). Furthermore, the meat demand at world level increased in the human population in relationship to the growing demography and poverty alleviation. In that context, there is an urgent need for valorizing marginal species as camel to provide red meat (Maqsood et al., 2015).

Pre-slaughtering factors are affecting significantly meat quality. Climatic conditions in the preslaughter period, especially those being responsible of stress for animals could be important (Miranda et al., 2009; Marenčić et al., 2012). In addition, seasonal variations of temperature can affect the level of glycogen in muscles after slaughter and their ultimate pH, the two parameters describing the meat quality

(Węglarz, 2010). Excessive excitement, starving or stress caused by extreme temperature can increase the glycolysis, then lead to high *postmortem* pH values which could influence the meat quality (Abril et al., 2001; Honkavaara et al., 2003).

In this respect, in Algeria, high daily temperatures can be registered in summer, while in winter the temperature drops low. Such seasonal variability of the environmental conditions during pre-slaughter could act on the meat quality.

Extensive studies have been reported about the effect of slaughter season on meat quality in different species such as rabbit (María et al., 2006), chicken (Bianchi et al., 2007), goat (Kadim et al., 2008b), beef (Węglarz, 2010), lamb (Chulayo and Muchenje, 2013; D'Alessandro et al., 2013; Sanchez-Sanchez et al., 2013) and pig (Correa et al., 2014). However, these aspects were not common for camels. Thus, the objective of the present study was to examine the effect

*Corresponding author: Brahim Hamad, University of El-Oued, Faculty of Nature and Life Sciences, Department of Agronomy, P.O. Box 789 El-Oued, 39000 El-Oued, Algeria. E-mail: brahim.hamad@yahoo.fr

Received: 21 October 2017 ; Accepted: 30 March 2018

Hamad, et al.

of seasonal slaughtering conditions on *postmortem* metabolic characteristics of muscle in the dromedary camel in Algeria.

MATERIALS AND METHODS

Study area

This study was conducted at El Oued municipality slaughterhouse in the South East of Algeria, during the period from January 2015 to September 2015. This region is characterized by a Saharan desert climate type. Seasons are very marked with hot and dry summers where the mean temperature reaches 34 °C and cold and slightly humid winters where the mean temperature can drop below 17 °C. The average annual rainfall varies between 80 and 100 mm (period from October to February).

Animals

Thirty clinically healthy male camels (*Camelus dromedarius*) 5-7 years old were used in this study. The animals were living under similar conditions of management and diet. These camels were fed with some barley concentrate and dry straw. The animals were exposed to the same preslaughter handling and transportation processes (walking for 2 km). The time from farm to slaughterhouse was approximately 1 hour.

After arrival in the slaughterhouse, all animals were placed in the lairage where they stayed 10 to 12 hours. Ten camels were sampled at each season of the year (winter, spring and summer). Animals were slaughtered following routine commercial slaughterhouse method according to Halal procedure. The average carcass weights were 214.3, 255.0 and 226.5 kg in winter, spring and summer, respectively. Mean values of slaughter temperature were 16.8, 22.2 and 33.5 °C in winter, spring and summer, respectively.

Samples collection

Muscle samples were collected immediately post-slaughter from *longissimus thoracis* (LT) of the left and right carcass sides between the 10th and 13th ribs. Samples were placed in plastic bags and transported within 60 min after slaughtering to the laboratory in an insulated box filled with ice. Then, the samples were stored at 4-6 °C for 48 hours.

Meat quality measurements

pH and temperature

The pH of the *longissimus thoracis* (LT) muscle was measured at 90 min and 48 h (ultimate pH) after slaughter using a portable pH meter (Hanna waterproof pH meter, Model HI 99163, Romania) equipped with a penetrating glass electrode and a temperature adjusting probe. Readings were recorded in triplicates for each measurement; the pH probe and the thermometer were inserted into muscles to a similar depth (1.5 cm).

Electrical conductivity

The electrical conductivity (EC) was recorded (in mS/cm) at 90 minutes and 48 hours *postmortem* with an electrical conductivity meter Model Hanna EC 215 provided with an electrode of the four rings HI 76303.

Drip loss

The drip loss was determined using the method described by Honikel (1998) and Franco et al. (2011). The drip loss was recorded on meat samples (LT) of each carcass camel, free of external fat and connective tissue. At 48 hours after slaughter, the samples were hung by a nylon cord in a plastic bag, ensuring the meat had no contact with the juice in the bag. The drip loss was expressed as percentage of weight loss after 48 hours of storage at 4 °C in a refrigerated chamber, from the time of muscle deboning. The drip loss was calculated using the following formula:

$$\text{Drip loss \%} = \frac{[(\text{weight before storage} - \text{weight after 48 hours of storage}) / \text{weight before storage}] \times 100}{100}$$

Cooking loss

The cooking loss was determined by method as described by Honikel (1998) with slight modifications reported by Kadim et al. (2016). At 48 hours post-slaughter, the samples were placed in polyethylene bag and totally immersed in a water bath at 70 °C for 90 min. After cooking, each sample was cooled in running tap water for 20 minutes in its exuded fluids and then removed and dried with paper towel. Cooking loss was determined as the difference in weight of sample before and after cooking, and was expressed as a percentage of the weight before cooking by using the following formula:

$$\text{Cooking loss \%} = \frac{[(\text{weight before cooking} - \text{weight after cooking}) / \text{weight before cooking}] \times 100}{100}$$

Thawing loss

The thawing loss was determined by method as described by El-Rammouz et al. (2004). Forty-eight hours after slaughter, the samples were placed in bag plastic content the liquid ethanol refrigerated at 4 °C and placed in freezing for 36 hours. The samples were thawed at 4°C for 12 hours. The recorded weight differences were expressed as the thawing loss using the following formula:

$$\text{Thawing loss \%} = \frac{[(\text{weight before thawing} - \text{weight after thawing}) / \text{weight before thawing}] \times 100}{100}$$

Statistical analysis

Data were analyzed using the Statistical Analysis System Program SPSS v.16.0. The model applied included the fixed effects of season. Data given in the tables are means ± SD. Differences in the mean values of two seasons (one-one)

Hamad, et al.

were tested by using the independent-samples T test or Mann-Whitney U test after evaluating normal distribution by the Shapiro-Wilk and Kolmogorov-Smirnov tests. Also, the differences in the mean values of three seasons were analyzed by one-way analysis of variance followed by ANOVA test. The test of the correlation of Pearson's was used to interpret the relationship between the various studied parameters. A probability level (*p*) of 0.05 was chosen as the limit for statistical significance in all tests.

RESULTS AND DISCUSSION

Effect of slaughter season on the different parameters

The slaughter season did not significantly affect (*p* > 0.05) the pH and cooking loss results (Table 1). However, the slaughter season significantly affected (*p* < 0.05) electrical conductivity, muscle temperature, drip loss, and thawing loss. All of these parameters were significantly (*p* < 0.05) higher in summer than in winter and/or spring (Table 1).

Slaughter season had no significant effect on the results of pH measured 90 min and 48 h. This finding conflicts with the study by Abdelhadi et al. (2012) on the *longissimus thoracis* muscle of camels, who reported that season significantly affected ultimate pH, with significantly higher values being reported in fall than in winter and summer. In contrast, Arabi et al. (2013) recorded a significant increase in ultimate pH in summer compared with the levels in winter or fall. Such seasonal differences were attributed by these authors to muscle glycogen stores at the time of slaughtering.

The overall mean of ultimate muscle pH (pHu) found in this study was in line with the ranges recorded by El-Khasmi et al. (2010) for the *longissimus thoracis* muscle of camels aged 4–6 years. However, this value was higher than that reported by Kadim et al. (2006; 2009a; 2016) in the *longissimus thoracis* muscle of camels at the same age as those in our study. The high pHu observed in the present results could have been due to a low level of muscle glycogen

stores (Kadim et al., 2006; Abdelhadi et al., 2015). The pHu value of meat is determined by a combination of many factors, including preslaughter handling, *postmortem* treatment and muscle physiology (Thompson, 2002).

This study found no significant effect of slaughter season on electrical conductivity measured at 90 min. However, the effect of different slaughter seasons on electrical conductivity at 48 h was significant, with this variable being lower in winter than in summer. This increase in electrical conductivity during the summer may have been due to high ambient temperature having a stimulatory effect on enzyme activity during *postmortem* glycolysis.

At high temperatures, muscle cell membrane integrity is compromised. Membrane disruption allows the flow of intra- and extracellular fluid, resulting in an increase in electrical conductivity. Completely intact muscle tissue has low electrical conductivity values, which increase with the increase of fluids within the muscle (Byrne et al., 2000). Similarly, Chai et al. (2010) reported that the main reason for the change in electrical conductivity is the movement of electrolytes between the intra- and extracellular compartments.

Very little information is available on the use of electrical conductivity for assessing the quality of camel meat. In contrast, extensive studies have been performed on this issue in different types of meat such as beef (Byrne et al., 2000; Banach and Żywica, 2007; Marenčić et al., 2012) and pork (Łyczyński et al., 2006; Wasilewski et al., 2008; Łyczyński et al., 2009).

Van de Perre et al. (2010) found that season had a significant effect on electrical conductivity of the *semimembranosus* muscle at 24 h *postmortem* in pig. However, these authors reported no significant differences in electrical conductivity values of the *gracilis* and *longissimus dorsi* muscles sampled in different seasons.

Table 1: The effect of different seasons on *postmortem* physical properties of *longissimus thoracis* muscle of camels.

Parameters	Season mean, n=10			Overall mean±SD	Effect of season (p-value)
	Winter	Spring	Summer		
pH _{90 min}	6.9	6.8	6.9	6.9±0.22	0.427
pHu _{48 h}	6.0	5.8	5.8	5.9±0.23	0.110
EC _{90 min} (mS/cm)	3.3	3.4	3.2	3.3±1.11	0.958
ECu _{48 h} (mS/cm)	5.8 ^a	7.2 ^a	8.9 ^{ab}	7.3±2.80	0.040
MT _{90 min} (°C)	17.7 ^a	23.8 ^b	31.0 ^c	24.1±6.31	0.000
MTu _{48 h} (°C)	11.0 ^a	12.1 ^a	14.5 ^b	12.5±2.52	0.003
Drip loss (%)	3.9 ^a	4.4 ^a	6.0 ^{ab}	4.7±2.02	0.044
Cooking loss (%)	30.9	33.6	35.9	33.5±4.78	0.058
Thawing loss (%)	17.8 ^a	18.5 ^a	23.2 ^b	19.8±4.67	0.013

EC: electrical conductivity, MT: muscle temperature, SD: standard deviation.

Means in the same row are significantly different (*p* < 0.05).

^{a, b} Means with different superscripts within a row are significantly different (*p* < 0.05)

Hamad, et al.

In contrast, significant effects of different slaughter seasons on muscle temperature at 90 min and 48 h after slaughter were observed in our study, with the highest value occurring in summer, rather than in winter or spring. The increase of muscle temperature during summer may be attributable to exposure to heat stress, which represents a stimulus that can increase the rectal temperature of animals. This interpretation was strongly supported by the significant positive correlation between the ambient temperature and rectal temperature values observed in the current study. To our knowledge, no reports have been published about the effect of slaughter season on muscle temperature in camels. However, Nagle et al. (2000) indicated that the exposure of broilers to hot conditions before slaughter (30-35 °C for 2.5 h) significantly affected their muscle temperature at the time of slaughter.

The rates of decline in temperature and pH during *rigor mortis* development are probably two of the most important *postmortem* factors affecting meat quality with respect to color, water-holding capacity, and tenderness (Mancini and Hunt, 2005; Savell et al., 2005; Thompson et al., 2006; Huff-Loneragan and Lonergan, 2007).

In our study, the drip loss was affected by the slaughter season, showing greater values in summer than in winter. Bianchi et al. (2007) reported a similar trend for chicken; specifically, they found higher drip loss in summer than in winter. The decrease of water-holding capacity during summer could be attributed to the high muscle temperature recorded during this season. This finding was in accordance with those of Wang et al. (2009) in broilers, Kim et al. (2012) in cattle, and Warner et al. (2014) in lambs. These previous authors reported that high temperature exposure induces excessive water loss from muscles. The main cause of this decrease in water-holding capacity could have been a decrease in released water, which was presumably caused by meat protein denaturation (Huff-Loneragan and Lonergan, 2005; Visessanguan et al., 2005; Barbut et al., 2008; Bowker and Zhuang, 2015).

High muscle temperature at *postmortem* accelerates glycolytic rates and pH decline in muscles, presumably because such conditions stimulate enzymatic activity, which induces excessive denaturation of muscle protein and consequently a decrease of water-holding capacity (Maddock et al., 2005; Bee et al., 2007; Kim et al., 2014). Similarly, many authors have suggested that the combination of high temperature and low pH during the onset of *rigor mortis* significantly affects water-holding capacity due to its effects on proteolytic degradation and denaturation of myofibril components (Molette et al., 2003; Alvarado and Sams, 2004; Molette et al., 2006).

The overall mean drip loss in the present study was higher than that reported by Zahedi et al. (2016) for the *longissimus thoracis* muscle of camels at similar ages.

The non-significant finding on the effect of season on cooking loss observed in our study matched the finding of Suliman et al. (2014). Similar trends were also reported by Chulayo and Muchenje (2013) and Sanchez-Sanchez et al. (2013) in lamb. However, this finding conflicted with the work of Suliman et al. (2016), who found that the loss of camel meat while cooking was significantly higher in summer than in winter and fall.

The result regarding cooking loss in our study could have been due to the more aggressive cooking treatment resulting in the release of both bound and immobilized water, which may have minimized the effect of slaughter season. The overall mean of cooking loss observed in the current study was higher than the values reported by Kadim et al. (2006; 2009a; 2009b; 2016) for the same muscle at the same age. Besides, many factors were previously reported to affect the cooking loss of camel meat, such as age (Kadim et al., 2006; 2008c; 2009a; 2016), degree of marbling and moisture content (Kadim et al., 2006; 2008a; 2008c, 2016), aging (Kadim et al., 2009a), electrical stimulation (Kadim et al., 2009a; 2009b; 2009c), storage time (Suliman et al., 2014; 2016) and muscle type (Kadim et al., 2013; Zahedi et al., 2016).

In the present study, there was a significant increase in thawing loss during summer. This might have been due to a greater loss of water-holding capacity of the muscle protein caused by the high temperature of muscle recorded during this season. The increase in thawing loss is explained by water loss from the muscle due to muscle protein degradation caused by spoilage (Traore et al., 2012). This finding is supported by a previous study by Molette et al. (2006), who found a significant increase in thawing loss of muscles stored at 40 °C compared with that of muscles stored at 4 °C.

Relationships between the different parameters

The correlations between all of the measured variables of meat quality reported in Table 2 showed that the pH at 90 min *postmortem* had moderate negative correlations, albeit without significance ($p > 0.05$), with cooking loss, thawing loss, and muscle temperature ($-0.287 < r < -0.038$) and low positive correlations with pHu ($r = 0.299$) and drip loss ($r = 0.141$). On the other hand, pHu was positively correlated with electrical conductivity at 90 min ($r = 0.539$; $p < 0.01$) and negatively correlated with thawing loss ($r = -0.413$; $p < 0.05$).

However, no significant correlation ($p > 0.05$) was observed between the other parameters and muscle pHu. In addition,

Hamad, et al.

Table 2: Relationship between the different studied parameters

	pHu _{48h}	EC _{90min}	ECu _{48h}	MT _{90min}	MTu _{48h}	Drip loss	Cooking loss	Thawing loss
pH _{90min}	0.299	0.066	-0.238	-0.287	-0.199	0.141	-0.038	-0.169
pHu _{48h}		0.539**	0.081	-0.270	-0.156	0.082	0.076	-0.413*
EC _{90min}			0.433*	-0.015	0.370*	0.398*	0.076	-0.164
ECu _{48h}				0.470**	0.569**	0.563**	0.615**	0.432*
MT _{90min}					0.690**	0.346	0.413*	0.580**
MTu _{48h}						0.322	0.324	0.506**
Drip loss							0.466**	0.289
Cooking loss								0.468**

EC: electrical conductivity, MT: muscle temperature, *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$. All Pearson correlation coefficients are significant at $p < 0.05$.

positive correlation coefficients were found between electrical conductivity at 90 min and at 48 h and muscle temperature at 48 h on the one hand and drip loss on the other (0.433, 0.370, and 0.398 respectively; $p < 0.05$).

The electrical conductivity at 48 h after slaughter was positively and significantly correlated with most other meat quality parameters, such as muscle temperature at 90 min ($r = 0.470$; $p < 0.01$), muscle temperature at 48 h ($r = 0.569$; $p < 0.01$), drip loss ($r = 0.563$; $p < 0.01$), cooking loss ($r = 0.615$; $p < 0.01$), and thawing loss ($r = 0.432$; $p < 0.05$). In addition, muscle temperature was positively correlated with cooking loss and thawing loss; moreover, intermediate positive correlations were recorded between cooking loss and other measurements of water-holding capacity such as drip loss ($r = 0.466$; $p < 0.01$) and thawing loss ($r = 0.468$; $p < 0.01$).

In the present study, the correlations between electrical conductivity and other meat quality parameters were significant when the time after slaughter and maturity of meat increased (Table 2). The significant correlations identified between electrical conductivity at 90 min and muscle pHu agreed with those reported by Byrne et al. (2000) in studies on beef meat. Similarly, Benaissa et al. (2014) reported a significant positive correlation between the mean values of muscle pH and electrical conductivity of the *longissimus thoracis* muscle at different *postmortem* times in adult dromedary camels. This trend may be attributable to the relationship between electrical properties and glycolytic rate.

In addition, the relationship recorded between electrical conductivity and drip loss was in agreement with that reported in cattle (Byrne et al., 2000), pig (Jüzl et al., 2012), and sheep (Jandasek et al., 2014). The significant relationships found between the previous parameters may have been due to the relationship between electrical properties and water-holding capacity. In fact, the electrical conductivity is a result of various degrees of damage to the cell membrane and the movement of electrolytes between intra- and extracellular compartments during *postmortem* glycolysis (Byrne et al., 2000; Chai et al., 2010).

Muscle temperature was positively correlated with cooking and thawing loss. This finding agrees with those of Kim et al. (2014), Strydom and Rosenvold (2014), and Warner et al. (2014) who reported that high *rigor mortis* temperature in carcasses has negative effects on water-holding capacity and color stability, as well as muscle texture. In conflict with our findings, Benaissa et al. (2014) observed a significant positive correlation between muscle temperature and water-holding capacity.

In addition, thawing loss was negatively correlated with pHu. A similar finding was also reported by El-Rammouz et al. (2004) in poultry meat. Moreover, in studies on beef by Abril et al. (2001) and Villarroel et al. (2003) and on broilers by Bowker and Zhuang (2015), it was shown that meat with a higher pH had greater water-holding capacity than that with a low pH. These observations agree with those reported by Benaissa et al. (2014) in dromedary camel. Indeed, the same authors described a significant positive correlation between the average muscle pH at different *postmortem* times and the water-holding capacity of the *longissimus thoracis* muscle.

Similarly, Huff-Lonerger and Lonergan (2007) reported that, as the pH of meat reaches the isoelectric point, water loss increases with drip loss. This occurs because pH has an impact on muscle ultrastructure and on the denaturation state of key muscle proteins. Protein solubility is at its lowest if muscle pH is at or near its isoelectric point and then reaches a net charge near zero, which is associated with the loss of the ability to attract and bind water.

However, no correlation between pHu and cooking loss was found in our study, whereas correlations were recorded between cooking loss and other measurements of water-holding capacity such as drip loss and thawing loss, which indicate moisture loss from the same reservoir, namely, free water from the sarcoplasm. Although significant, these relationships showed intermediate correlations. It is likely that, in our experimental cooking conditions, the effect of pHu on cooking loss was attenuated.

Hamad, et al.

CONCLUSION

In the camel, slaughter season had a significant effect on several *postmortem* metabolic parameters of muscle, due to its effect on electrical conductivity, muscle temperature, drip loss and thawing loss. So, this effect was higher in summer than in winter and/or spring seasons. The study also indicated that late *postmortem* electrical conductivity was better than muscle pH measurement and it can be employed in practice for diagnosis of camel's meat quality.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are very much thankful to the staff of El Oued municipality slaughterhouse especially the veterinary inspectors for the help to carry out this research. We also thank Mr. Khalifa Hamad for assisting in meat sample collections. My sincere thanks go to the staff of the Laboratory of Hygiene and Animal Pathology, at the Institute of Veterinary Sciences, Ibn Khaldoun University of Tiaret, Algeria.

AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

B. Hamad conducted the study. H. Aggad designed the study and served as principal supervisor. L. Hadeif searched for the literatures and participated in manuscript writing. A. Beddada contributed to collect meat samples, B. Faye revised the manuscript.

REFERENCES

- Abdelhadi, O. A. M., S. A. Babiker, D. Bauchart, A. Listrat, D. Rémond, J. F. Hocquette and B. Faye. 2015. Effect of gender on quality and nutritive value of dromedary camel (*Camelus dromedarius*) *Longissimus lumborum* muscle. J. Saudi Soc. Agric. Sci. 16: 242-249.
- Abdelhadi, O. A. M., S. A. Babiker, B. Picard, C. Jurie, R. Jailler, J. F. Hocquette and B. Faye. 2012. Effect of season on contractile and metabolic properties of desert camel muscle (*Camelus dromedarius*). Meat Sci. 90: 139-144.
- Abril, M., M. M. Campo, C. O. Sañudo, P. Alberti and A. I. Negueruela. 2001. Beef colour evolution as a function of ultimate pH. Meat Sci. 58: 69-78.
- Alvarado, C. Z. and A. R. Sams. 2004. Turkey carcass chilling and protein denaturation in the development of pale, soft and exudative meat. Poult. Sci. 83: 1039-1046.
- Arabi, O. H., S. F. Elmawla, E. Abdelhai and A. Elhadi. 2013. The effects of seasons, age of the animal and storage time on physical properties of camel's meat (*Camelus dromedarius*). Gezira J. Eng. Appl. Sci. 8: 17-30.
- Banach, J. K. and R. Żywica. 2007. Usability of beef conductivity properties for assessment and control of its ripeness. Pol. J. Food Nutr. Sci. 57: 25-28.
- Barbut, S., A. A. Sosnicki, S. M. Lonergan, T. Knapp, D. C. Ciobanu, L. J. Gatcliffe, E. Huff-Lonergan and E. W. Wilson. 2008. Progress in reducing the pale, soft and exudative (PSE) problem in pork and poultry meat. Meat Sci. 79: 46-63.
- Bee, G., A. L. Anderson, S. M. Lonergan and E. Huff-Lonergan. 2007. Rate and extent of pH decline affect proteolysis of cytoskeletal proteins and water-holding capacity in pork. Meat Sci. 79: 359-365.
- Benaïssa, A., A. Ould El-Hadj-Kheilil, A. Adamou, B. Babelhadj, M. Mehiri, B. Boufaghes, M. Attoussi, H. Samili and S. Becila. 2014. Qualité de la viande de dromadaire dans les abattoirs de Ouargla en Algérie. I. Quelques caractéristiques physico-chimiques de la viande au cours de la maturation. Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop. 67: 223-228.
- Bianchi, M., M. Petracci, F. Sirri, E. Folegatti, A. Franchini and A. Meluzzi. 2007. The influence of the season and market class of broiler chickens on breast meat quality traits. Poult. Sci. 86: 959-963.
- Bowker, B. and H. Zhuang. 2015. Relationship between water-holding capacity and protein denaturation in broiler breast meat. Poult. Sci. 94: 1657-1664.
- Byrne, C. E., D. J. Troy and D. J. Buckley. 2000. *Postmortem* changes in muscle electrical properties of bovine *M. longissimus dorsi* and their relationship to meat quality attributes and pH fall. Meat Sci. 54: 23-34.
- Chai, J., Q. Xiong, C. X. Zhang, W. Miao, F. E. Li, R. Zheng, J. Peng and S. W. Jiang. 2010. Effect of pre-slaughter transport plant on blood constituents and meat quality in halothane genotype of NN Large White×Land race pigs. Livest. Sci. 127: 211-217.
- Chulayo, A. Y. and V. Muchenje. 2013. The effects of pre-slaughter stress and season on the activity of plasma creatine kinase and mutton quality from different sheep breeds slaughtered at a smallholder abattoir. Asian Aust. J. Anim. Sci. 26: 1762-1772.
- Correa, J. A., H. Gonyou, S. Torrey, T. Widowski, R. Bergeron, T. Crowe, J. P. Laforest and L. Faucitano. 2014. Welfare of pigs being transported over long distances using a pot-belly trailer during winter and summer. Animals. 4: 200-213.
- D'alessandro, A. G., G. Maiorano, M. Ragni, D. Casamassima, G. Marsico and G. Martemucci. 2013. Effects of age and season of slaughter on meat production of light lambs: Carcass characteristics and meat quality of leccese breed. Small Rum. Res. 114: 97-104.
- El-Khasmi, M., F. Riad, A. Safwate, E. Tahri, M. Farh, N. El Abbadi, V. Coxam and B. Faye. 2010. Effects of preslaughter stress on meat quality and phosphocalcic metabolism in camels (*Camelus dromedarius*). J. Camelid Sci. 3: 33-38.
- El-Rammouz, R., R. Babile and X. Fernandez. 2004. Effect of ultimate pH on the physicochemical and biochemical characteristics of turkey breast muscle showing normal rate of *postmortem* pH Fall. Poult. Sci. 83: 1750-1757.
- Franco, D., E. Rodriguez, L. Purriños, S. Crecente, R. Bermúdez and J. M. Lorenzo. 2011. Meat quality of "Galician Mountain" foals breed. Effect of sex, slaughter age and livestock production system. Meat Sci. 88: 292-298.
- Honikel, K.O. 1998. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. Meat Sci. 49: 447-457.
- Honkavaara, M., E. Rintasalo, J. Ylonen and T. Pudas. 2003. Meat quality and transport stress of cattle. Dtsch. Tierarztl. Wochenschr. 110: 125-128.
- Huff-Lonergan, E. and S. M. Lonergan. 2005. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of *postmortem* biochemical and structural changes. Meat Sci. 71: 194-204.
- Huff-Lonergan, E. and S. M. Lonergan. 2007. New frontiers in understanding drip loss in pork: Recent insights on the role of *postmortem* muscle biochemistry. J. Anim. Breed. Genet. 124: 19-26.

Hamad, et al.

- Jandasek, J., M. Milerski and M. Lichovnikova. 2014. Effect of sire breed on physico-chemical and sensory characteristics of lamb meat. *Meat Sci.* 96: 88-93.
- Jůzl, M., H. Šulcerová, T. Gregor, T. Urban, P. Sláma, P. Chalupová, T. Sedláčková, K. Kaplanová and F. Weisz. 2012. The relationship between colour and other meat quality traits in Czech Large White pigs. *Maso Int. J. Food Sci. Technol.* 2: 131-136.
- Kadim, I. T. 2013. A review of the nutritive value and meat quality characteristics of the dromedary (*Camelus dromedaries*) camel meats. *Camel.* 1: 129-156.
- Kadim, I. T., M. R. Al-Ani, R. S. Al-Maqbaly, M. H. Mansour, O. Mahgoub and E. H. Johnson. 2011. Proximate, amino acid, fatty acid and mineral composition of raw and cooked camel (*Camelus dromedarius*) meat. *Br. Food J.* 113: 482-493.
- Kadim, I. T., A. A. Abdulbari and R. H. Muhssin. 2016. Effect Age and cooking on quality characteristics and nutritive value of camel (*Camelus Dromedaries*) *Longissimus thoracis* muscle. *J. Med. Sci. Clin. Res.* 4: 9748-9757.
- Kadim, I. T., Y. Al-Hosni, O. Mahgoub, W. Al-Marzooqi, S. K. Khalaf, S. S. H. Al-Sinawi, A. M. Al-Lawati and I. S. Al-Amri. 2009a. Effect of low voltage electrical stimulation on post mortem biochemical and quality characteristics of *Longissimus thoracis* muscle from one-humped camel (*Camelus dromedarius*). *Meat Sci.* 82: 77-85.
- Kadim, I. T., A. Al-Karousi, O. Mahgoub, W. Al-Marzooqi, S. K. Khalaf, R. Al-Maqbaly, S. S. H. Al-Sinani and G. Raymbek. 2013. Chemical composition, quality and histology characteristics of individual dromedary camel (*Camelus dromedaries*) muscles. *Meat Sci.* 93: 564-571.
- Kadim, I. T., O. Mahgoub and W. Al-Marzooqi. 2008a. Meat quality and composition of *Longissimus thoracis* from Arabian camel (*Camelus dromedarius*) and Omani beef: A comparative study. *J. Camelid Sci.* 1: 37-47.
- Kadim, I. T., O. Mahgoub, W. Al-Marzooqi, D. S. Al-Ajmi, R. S. Al-Maqbaly and S. M. Al-Lawati. 2008b. The influence of seasonal temperatures on meat quality characteristics of hot-boned, *M. psoas major* and minor, from goats and sheep. *Meat Sci.* 80: 210-215.
- Kadim, I. T., O. Mahgoub, W. Al-Marzooqi, S. Al-Zadjali, K. Annamalal and M. H. Mansour. 2006. Effects of age on composition and quality of muscle *Longissimus thoracis* of the Omani Arabian camel (*Camelus dromedaries*). *Meat Sci.* 73: 619-625.
- Kadim, I. T., O. Mahgoub, W. Al-Marzooqi and S. K. Khalaf. 2009b. Effect of low voltage electrical stimulation and splitting carcass on histochemical and meat quality characteristics of the one-humped camel (*Camelus dromedarius*) *Longissimus thoracis* muscle. *J. Camelid Sci.* 2: 30-40.
- Kadim, I. T., O. Mahgoub, W. Al-Marzooqi, S. K. Khalaf, M. H. Mansour, S. S. H. Al-Sinawi and I. S. Al-Amri. 2009c. Effect of electrical stimulation on histochemical muscle fibre staining, quality and composition of camel and cattle *Longissimus thoracis* muscles. *J. Food Sci.* 74: S44-S52.
- Kadim, I. T., O. Mahgoub and M. Mbaga. 2014. Potential of camel meat as a nontraditional high quality source of protein for human consumption. *Anim. Front.* 4: 13-17.
- Kadim, I. T., O. Mahgoub and R. W. Purchas. 2008c. A review of the growth, and of the carcass and meat quality characteristics of the one-humped camel (*Camelus dromedaries*). *Meat Sci.* 80: 555-569.
- Kim, Y. H. B., A. Stuart, G. Nygaard and K. Rosenvold. 2012. High pre rigor temperature limits the ageing potential of beef that is not completely overcome by electrical stimulation and muscle restraining. *Meat Sci.* 91: 62-68.
- Kim, Y. H. B., R. D. Warner and K. Rosenvold. 2014. Influence of high pre-rigor temperature and fast pH fall on muscle proteins and meat quality. *Anim. Prod. Sci.* 54: 375-395.
- Łyczyński, A., G. Runowska, E. Pospiech, M. Koćwin-Podsiadła, J. Wojtczak, E. Rzościńska, B. Grześ, B. Mikołajczak and E. Iwańska. 2009. Estimation of selected porcine meat quality indicators on the basis of electrical conductivity measured 24 hours post-slaughter. *Anim. Sci. Pap. Rep.* 27: 51-58.
- Łyczyński, A., S. Wajda, G. Czyżak-Runowska, E. Rzościńska and B. Grześ. 2006. Effect of environmental conditions on pork meat quality. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 15/56: 109-116.
- Maddock, K. R., E. Huff-Loneragan, L. J. Rowe and S. M. Lonergan. 2005. Effect of pH and ionic strength on μ - and m-calpain inhibition by calpastatin. *J. Anim. Sci.* 83: 1370-1376.
- Mancini, R. A. and M. C. Hunt. 2005. Current research in meat color. *Meat Sci.* 71: 100-121.
- Maqsood, S., A. Abushelaib, K. Manheem and I. T. Kadim. 2015. Characterisation of the lipid and protein fraction of fresh camel meat and the associated changes during refrigerated storage. *J. Food Compos. Anal.* 41: 212-220.
- Marenčić, D., A. Ivanković, V. Pintič, N. Kelava and T. Jakopović. 2012. Effect of the transport duration time and season on some physicochemical properties of beef meat. *Arch. Tierzucht.* 55: 123-131.
- Maria, G. A., T. Buil, G. Liste, M. Villarrol, C. Sañudo and J. L. Olleta. 2006. Effects of transport time and season on aspects of rabbit meat quality. *Meat Sci.* 72: 773-777.
- Miranda, D.L.L.G., M. Villarrol, J. L. Olleta, S. Alierta, C. Sañudo and G. A. Maria. 2009. Effect of the pre-slaughter logistic chain on meat quality of lambs. *Meat Sci.* 83: 604-609.
- Molette, C., H. Réminon and R. Babilé. 2003. Maintaining muscles at a high post-mortem temperature induces PSE like meat in turkey. *Meat Sci.* 63: 525-532.
- Molette, C., V. Sérieye, M. Rossignol, R. Babilé, X. Fernandez and H. Réminon. 2006. High postmortem temperature in muscle has very similar consequences in two Turkey genetic lines. *Poult. Sci.* 85: 2270-2277.
- Nagle, T. A., N. G. Gregory and T. E. Lowe. 2000. Effect of Preslaughter Heat Stress, Exercise or Adrenaline Injection on Post-mortem Heat-stable Pinkness, Texture and Water Holding Capacity in Chicken. In: Proceedings of the 46th International Congress of Meat Science and Technology, Finland, pp. 146-147.
- Raiymbeck, G., I. Kadim, G. Konuspayeva, O. Mahgoub, A. Serikbayeva and B. Faye. 2015. Discriminant amino-acid components of Bactrian (*Camelus bactrianus*) and dromedary (*Camelus dromedarius*) meat. *J. Food Compos. Anal.* 41: 194-200.
- Sanchez-Sanchez, M., C. Vieira-Aller, J. De-La-Fuente-Vazquez, C. Perez-Marcos, S. Lauzurica-Gomez, E. Gonzalez-De-Chavarri and M. T. Diaz-Diaz-Chiron. 2013. Effect of season and stocking density during transport on carcass and meat quality of suckling lambs. *Span. J. Agric. Res.* 11: 394-404.
- Savell, J. W., S. L. Mueller and B. E. Baird. 2005. The chilling of carcasses. *Meat Sci.* 70: 449-459.
- Strydom, P. E. and K. Rosenvold. 2014. Muscle metabolism in sheep and cattle in relation to high rigor temperature—overview and perspective. *Anim. Prod. Sci.* 54: 510-518.
- Suliman, A. M. E., S. A. Fadlalmola, A. S. E. Babiker, O. A. Arabi and S. M. Ibrahim. 2014. The effect of season, age and preservation on camel meat sausage. *Food and Public Health.* 4: 293-300.
- Suliman, A. M. E., S. A. Fadlalmola, A. S. A. Babiker, H. S. Yousif, S. M. Ibrahim, Y. M. Abdelrahim and O. A. Arabi. 2016. Influence of season and storage period of camel meat on the quality characteristics of

Hamad, *et al.*

- burger. *J. Food Nutr Disor.* 5: 1.
- Thompson, J. 2002. Managing meat tenderness. *Meat Sci.* 62: 295-308.
- Thompson, J. M., D. Perry, B. Daly, G. E. Gardner, D. J. Johnston and D. W. Pethick. 2006. Genetic and environmental effects on the muscle structure response post-mortem. *Meat Sci.* 74: 59-65.
- Traore, S., L. Aubry, P. Gatellier, W. Przybylski, D. Jaworska, K. Kajak-Siemaszko and V. Santé-Lhoutellier. 2012. Higher drip loss is associated with protein oxidation. *Meat Sci.* 90: 917-924.
- Van de Perre, V., A. Ceustermans, J. Leyten and R. Geers. 2010. The prevalence of PSE characteristics in pork and cooked ham-effects of season and lairage time. *Meat Sci.* 86: 391-397.
- Villarroel, M., G. A. Maria, C. Sañudo, J. L. Olleta and G. Gebresenbet. 2003. Effect of transport time on sensorial aspects of beef meat quality. *Meat Sci.* 63: 353-357.
- Visessanguan, W., S. Benjakul, A. Panya, C. Kittikun and A. Assavanig. 2005. Influence of minced pork and rind ratios on physico-chemical and sensory quality of Nham—a Thai fermented pork sausage. *Meat Sci.* 69: 355-362.
- Wang, R. R., X. J. Pan and Z. Q. Peng. 2009. Effects of heat exposure on muscle oxidation and protein functionalities of *Pectoralis majors* in broilers. *Poult. Sci.* 88: 1078-1084.
- Warner, R. D., M. Kerr, Y. H. B. Kim and G. Geesink. 2014. Pre-rigor carcass stretching counteracts the negative effects of high rigor temperature on tenderness and water holding capacity-using lamb muscles as a model. *Anim. Prod. Sci.* 54: 494-503.
- Wasilewski, P. D., J. Nowachowicz, G. Michalska, B. Lynch and A. M. Mullen. 2008. Electric conductivity of *Longissimus dorsi* muscle of pigs fed the fodder with addition of conjugated linoleic acid. *J. Cent. Eur. Agric.* 9: 665-668.
- Węglarz, A. 2010. Meat quality defined based on pH and colour depending on cattle category and slaughter season. *Czech J. Anim. Sci.* 55: 548-556.
- Zahedi, Y., M. J. Varidi and M. Varidi. 2016. Proteome changes in *Biceps femoris* muscle of Iranian one-humped camel and their effect on meat quality traits. *Food Technol. Biotechnol.* 54: 324-334.