

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE VÉTÉRINAIRE

Projet de Fin d'études

En vue de l'obtention du
Diplôme de Docteur Vétérinaire

**Paramètres sanguins des Fennecs (*Vulpes zerda*)
du Zoo du Hamma**

Taux d'hématocrite et résistance globulaire des érythrocytes

BELHADJ Wafaâ

Soutenu le : 19 / 10/2019

Devant le jury composé de:

Présidente	Pr. Milla A.	Professeur	ENSV d'Alger
Promotrice	Dr Ilès I.	Maitre de Conférence A	ENSV d'Alger
Examinatrice	Dr Mokrani N.	Maitre Assistante A	ENSV d'Alger
Examinatrice	Dr Boulbina I.	Maitre Assiastante A	ENSV d'Alger

2018/2019

Remerciements

Je tiens à remercier d'abord « Allah » pour m'avoir donné la force et la patience afin de réaliser ce projet de fin d'études.

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements et ma profonde gratitude à Mme ILÈS Imène, Maître de Conférences A en Physiologie Animale à l'ENSV de m'avoir encadrée, guidée et orientée, et pour ses explications, ses conseils et son aide durant mes deux dernières années d'étude.

A Mme MILLA Amel, Professeur de Zoologie à l'ENSV d'Alger. Pour avoir bien voulu étudier ce travail et présider le jury de soutenance, Hommages respectueux.

A Mme MOKRANI Naciba, Maître Assistante A en Anatomie à l'ENSV. Pour le jugement apporté sur mon travail, sa participation au jury de soutenance, Pour son aide, sa gentillesse et sa disponibilité

A Mme BOULBINA Ibtissem Maître Assistante A en Physiologie Animale à l'ENSV, pour m'avoir aidée au sein du Laboratoire de Physiologie Animale I.

A Mr. ZOUAMBI Boualem, Maître Assistant A en Biochimie Clinique, pour m'avoir accueillie au sein du Laboratoire de Biochimie Clinique.

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements à Mme Nezha KHOUCHANE, la vétérinaire du Jardin Botanique du Hamma, et ancienne étudiante à l'ENSV pour m'avoir aidée et accueillie au niveau de la clinique du jardin, pour ses conseils et sa collaboration.

Je tiens également à remercier Monsieur le Professeur Bouyoucef, directeur de l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'Alger, ainsi que le staff administratif, ainsi que mes chers enseignants.

Dédicace

Je tiens à exprimer mes gratitude les plus sincères aux personnes les plus proches à mon cœur.

A mes parents : ma chère mère et père

Qui je ne remercierai jamais assez.

Qui ont fait de moi ce que je suis.

Qui ont toujours cru en ma réussite et qui y ont fortement contribué.

Pour leur soutien et leur aide tout le long de mes études.

A Mohammed G. qui n'a cessé de m'encourager et de me soutenir, de me donner l'envie et le pouvoir de faire toujours de mon mieux.

A mes sœurs et mes frères, particulièrement à Marwa, futur étudiante à l'ENSV.

A mes amis ainsi qu'à toute la Promotion 2014.

Résumé

Cette recherche a été menée dans l'objectif de définir, chez le fennec (*Vulpes zerda*), deux paramètres sanguins : le taux d'hématocrite et la résistance globulaire des érythrocytes. L'étude a été effectuée sur 11 fennecs adultes du Zoo du Jardin Botanique du Hamma, dont 10 mâles et une femelle, d'un poids corporel moyen de 1286 ± 209 g. Un échantillon de sang (1 à 2 mL), a été collecté sur chaque animal, au niveau de la veine radiale, puis recueilli sur tube hépariné. Le taux d'hématocrite a été défini à l'aide de tubes capillaires à micro-hématocrite. Pour le test de fragilité osmotique des érythrocytes, les solutions ont été préparées à partir de sérum physiologique tamponné au phosphate, (PBS 1%, pH= 7,4). Les hématies (10 μ L) ont été placées dans 9 tubes à hémolyse renfermant des concentrations décroissantes de NaCl (0,9% à 0,1%) et dans un tube contenant de l'eau distillée (0% NaCl). Afin de détecter le taux d'hémolyse, la densité optique du surnageant a été déterminée par spectrophotométrie (540nm). L'hémolyse est exprimée en pourcentage, en se référant au taux maximal de 100% d'hémolyse pour l'échantillon contenant de l'eau distillée. Les résultats ont été exprimés par la moyenne $\pm$ écart type. Le taux d'hématocrite moyen a été de $50,36 \pm 8,12\%$. La lecture visuelle a montré que 80% des échantillons a présenté une hémolyse initiale entre 0,4% et 0,5% de NaCl. La résistance globulaire minimale moyenne s'observe à la concentration de 0,45% de NaCl. La lecture spectrophotométrique a révélé qu'aux concentrations de 0,3%, 0,2% et 0,1% de NaCl, le taux moyen d'hémolyse est respectivement de 71,78%, 83,26% et 90,54%. Le point 50% d'hémolyse s'observe pour un taux de NaCl égal à 0,44%. Pour tous les échantillons, l'hémolyse n'a pas été totale à la concentration de 0,1% de NaCl. Ces résultats préliminaires suggèrent que les érythrocytes du fennec ont une relative bonne résistance globulaire.

Mots clés: érythrocytes, fennec, hématocrite, hémolyse, résistance globulaire.

Summary

This research was conducted with the objective of defining, in fennec (*Vulpes zerda*), two blood parameters: the hematocrit level and the erythrocyte globular resistance. The study was carried out on 11 adult fennecs of the Hamma Botanical Garden Zoo, including 10 males and one female, with an average body weight of 1286 ± 209 g. A blood sample (1-2 mL) was collected from each animal at the radial vein and collected on a heparinized tube. The hematocrit level was defined using capillary tubes with micro-hematocrit. For the erythrocytes osmotic fragility test, the solutions were prepared from phosphate buffered saline, (1% PBS, pH = 7.4). The red blood cells (10 μ L) were placed in 9 hemolysis tubes containing decreasing concentrations of NaCl (0.9% to 0.1%) and in a tube containing distilled water (0% NaCl). In order to detect the hemolysis rate, the optical density of the supernatant was determined spectrophotometrically (540 nm). Hemolysis is expressed as a percentage, referring to the maximum rate of 100% hemolysis for the sample containing distilled water. The results were expressed as mean $\pm$ standard deviation. The average hematocrit level was $50.36 \pm 8.12\%$. Visual reading showed that 80% of the samples had initial haemolysis between 0.4% and 0.5% NaCl. The average minimum globular resistance is observed at the concentration of 0.45% NaCl. The spectrophotometric reading revealed that at concentrations of 0.3%, 0.2% and 0.1% NaCl, the mean hemolysis rate is 71.78%, 83.26% and 90.54% respectively. . The 50% haemolysis point is observed for a NaCl level equal to 0.44%. For all samples, hemolysis was not complete at 0.1% NaCl. These preliminary results suggest that fennec erythrocytes have relatively good globular resistance.

Key words: erythrocytes, fennec, hematocrit, hemolysis, globular resistance.

ملخص

أجري هذا البحث بهدف تحديد عنصرين متغيرين في الدم لدى الفئك (ثعلب الصحراء) معدل الهيماتوكريت (حجم الخلايا المكسدة) والمقاومة الكروية للكريات الحمراء. أجريت هذه الدراسة على 11 ثعلبًا بالغًا في حديقة حيوانات الحامة الجزائر بما في ذلك 10 ذكور واثني بمتوسط وزن يبلغ 1286 ± 20 . جمعت عينة (1-2 مل) في أنبوب هيبارين لكل حيوان و هذا عن طريق اخذ الدم من الوريد الشعاعي. تم التحصل على مستوى الهيماتوكريت باستخدام أنابيب الشعرية. لإختبار هشاشة كرات الدم الحمراء، تم تحضير المزيج من محلول ملحي مضاف له الفوسفات (درجة الحموضة 7.4) بمستوى تركيز 1%

وضعت خلايا الدم الحمراء (10 ميكرو لتر) في 9 أنابيب انحلال الدم التي تحتوي على تركيزات متناقصة من كلوريد الصوديوم (0.9 % إلى 0.1 %) وفي أنبوب يحتوي على الماء المقطر 0 % كلوريد الصوديوم. من أجل الكشف عن معدل انحلال الدم، تم تحديد الكثافة الضوئية للطيف الضوئي (540 نانومتر). تم التعبير عن انحلال الدم بنسبة مئوية، مع الإشارة إلى الحد الأقصى لمعدل انحلال الدم بنسبة 100 % للعينة التي تحتوي على الماء المقطر.

تم التعبير عن النتائج بالمعدل و écart type . متوسط مستوى الهيماتوكريت 50.36 ± 8.12 %

ولقد أظهرت القراءة البصرية أن 80 % من العينات كان لديها انحلال أولي يتراوح بين 0.4 % و 0.5 % كلوريد الصوديوم.

لوحظ متوسط الحد الأدنى من المقاومة الكروية بتركيز 0.45 % كلوريد الصوديوم. وكشفت القراءة الطيفية أنه بتركيز 0.3 % ، 0.2 % و 0.1 % كلوريد الصوديوم، كان معدل انحلال الدم هو 71.78 % ، 83.26 % و 90.54 % على التوالي.

لوحظت نقطة انحلال الدم بنسبة 50 % لمستوى كلوريد الصوديوم بنسبة 0.44 % . بالنسبة لجميع العينات لم يكتمل انحلال الدم عند 0.1 % كلوريد الصوديوم. هذه النتائج الأولية تشير إلى أن كريات الدم الحمراء لدى الفئك لديها مقاومة كروية جيدة نسبيا.

الكلمات المفتاحية: كريات الدم الحمراء، الثعلب (الفئك)، الهيماتوكريت، انحلال الدم، المقاومة الكروية.

TABLE DES MATIERES

	PAGE
Résumé.....	1
Table des matières.....	4
Liste des figures.....	6
Liste des tableaux.....	8
Liste des abréviations	9
INTRODUCTION GENERAL	10
 PARTIE1 : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE	
 PREMIER CHAPITRE : LE FENNEC	
I. SYSTEMATIQUE.....	14
II. GENERALITES SUR LE FENNEC.....	15
1- Description générale.....	
2- Habitat et écologie	16
3- Adaptation au désert.....	17
4- Diagnose du fennec.....	18
III. REPARTITION ET STATUT.....	
1- Répartition.....	19
2- Statut.....	
3- Présence dans les aires protégées	
4- Utilisation et commerce.....	
IV. ANATOMIE ET BIOMETRIE CORPORELLE	20
1- La biométrie.....	
2- Le crâne.....	
a- Les dimensions.....	
b- Formule dentaire.....	
V. CARACTERISTIQUES PHYSIOLOGIQUES.....	21
1- Le rythme cardiaque et respiratoire.....	
2- La reproduction	
a- Le cycle œstral.....	
b-Gestation et parturition.....	
3- La fonction rénale.....	23
a-Capacité de la concentration rénale	
b-Structure rénale du fennec et du renard roux.....	
4- Paramètres sanguins.....	25
a-Hématimètre.....	
b-Gaz et Ph sanguins.....	26

5- Alimentation.....	
DEUXIEME CHAPITRE : HEMATOCRITE ET RESISTANCE GLOBULAIRE	
I. L'HEMATOCRITE.....	29
1- Définition.....	
2- Détermination du taux d'hématocrite.....	
3- Les variations physiologiques et pathologiques du taux d'hématocrite.....	30
II. LA RESISTANCE GLOBULAIRE.....	32
1- Définition.....	
2- Comportement des globules rouges	
3- Variations physiologiques et pathologiques de la résistance globulaire.....	
III. DONNEES CHEZ LE FENEC.....	36
1- Morphologies des cellules sanguines.....	
2- Valeurs hématologiques.....	

PARTIE 2 : ETUDE EXPERIMENTALE

Page

OBJECTIF

I.MATERIEL ET METHODES.....	39
1-Lieu et environnement	
2-Animaux.....	40
3-Collecte du sang et mode de contention.....	41
4-Mesure du taux d'hématocrite.....	42
5-Evaluation de la résistance globulaire.....	43
a-préparation des solutions à concentration saline décroissante.....	
b-étapes de l'expérimentation.....	
- étape1 : lavage d'hématies	
- étape 2 : test de fragilité osmotique des globules rouges.....	
- étape 3 : dosage de l'hémoglobine	
6-Analyse statistique.....	47
II. RESULTATS	48
1- Taux d'hématocrite.....	
2- Test de fragilité osmotique des érythrocytes.....	49
a- Lecture visuelle.....	
b- Lecture spectrophotométrique.....	
c- Détermination du point d'hémolyse 50%.....	
III.DISCUSSION	60
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	63
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	65
ANNEXES.....	71

LISTE DES FIGURES

Partie Bibliographique

Figure	Titre	Page
Figure 1	Le Fennec (<i>Vulpes zerda</i>), (Dragesco-Joffe, 1993)	15
Figure 2	Végétations des régions sahariennes <i>Ephedra alata</i> (Merzouga-Boudnib, 2018) ; <i>Capparis deciduas</i> (Masud, 2013) ; <i>Aristida</i> spp (Ruter, 2018)	16
Figure 3	les différentes proies du Fennec (<i>Vulpes zerda</i>)	17
Figure 4	Renard <i>Vulpes rueppelli</i> adulte en Arabie Saoudite. (Seddon et Lariviere , 2001)	18
Figure 5	Renard de Blanford - <i>Vulpes cana</i> d'Asie de l'Ouest et du Sud (Mackinnon)	18
Figure 6	Répartition géographique du Fennec (<i>Vulpes Zerda</i>) (IUCN, 2008)	19
Figure 7	Vue occipitale et dorsale du crane du fennec <i>Vulpes zerda</i> (Incoeuaia, 2005)	21
Figure 8	Vue dorsale, ventrale et latérale du crâne et vue de la mandibule de <i>Vulpes zerda</i> (femelle) (Royal Ontario Museum 91467)	21
Figure 9	Section sagittale du rein du fennec (Noll-Banholze, 1978)	24
Figure 10	Section sagittale du rein du fennec (Noll-Banholze, 1978)	26
Figure 11	Spectre alimentaire par biomasse des espèces-proies du Fennec dans la station de Oued n'sa, été 2010 (Fezzai, 2011).	26
Figure 12	Schéma d'un tube à hématocrite (Patrick, 2012)	29
Figure 13	Schéma d'un globule rouge dans des concentrations ioniques variables du milieu extracellulaire (Bruse et al., 1998)	33
Figure 14	Schéma d'un globule rouge dans des concentrations ioniques variables du milieu extracellulaire (Bruse et al., 1998)	34

Partie Expérimentale

Figure n°	Titre	Page
Figure 15	Parc Zoologique du Jardin Botanique du Hamma, Alger (Site officiel du Jardin Botanique du Hamma)	40
Figure 16	Fennecs du Zoo du Jardin Botanique du Hamma (Photo personnelle)	40

Figure 17	Technique du prélèvement sanguin chez le fennec (photo personnelle)	41
Figure 18	Technique du prélèvement sanguin chez le fennec (photo personnelle)	42
Figure 19	La lecture du taux d'hématocrite (photo personnelle)	43
Figure 20	Préparations des différentes solutions osmotiques pour chaque échantillon (photo personnelle)	44
Figure 21	Etapes de lavage des globules rouges (photo personnelle)	45
Figure 22	le culot érythrocytaire de l'échantillon A, des tubes à 0,8% et 0,9% de NaCl (photo personnelle)	49
Figure 23	le culot érythrocytaire de l'échantillon D, tube 8 et 9 (photo personnelle)	50
Figure 24	le culot érythrocytaire de l'échantillon F, tube 8 et 9 (photo personnelle)	50
Figure 25	le culot érythrocytaire de l'échantillon G, tube 8 et 9 (photo personnelle)	50
Figure 26	L'hémolyse initiale (Hi) de l'échantillon D, tube 5 (photo personnelle)	51
Figure 27	L'hémolyse initiale (Hi) de l'échantillon F, tube 4 (photo personnelle)	51
Figure 28	Test de la fragilité osmotique de l'échantillon J (photo personnelle)	52
Figure 29	Courbe de la fragilité osmotique des érythrocytes du fennec (n=10 animaux).	54
Figure 30	Courbe de la fragilité osmotique des érythrocytes du fennec (n=6 animaux).	55
Figure 31	Courbe d'hémolyse du fennec A (échantillon A)	55
Figure 32	Courbe d'hémolyse du fennec B (échantillon B)	56
Figure 33	Courbe d'hémolyse du fennec C (échantillon C)	56
Figure 34	Courbe d'hémolyse du fennec D (échantillon D)	57
Figure 35	Courbe d'hémolyse du fennec E (échantillon E)	57
Figure 36	Courbe d'hémolyse du fennec F (échantillon F)	58
Figure 37	Courbe d'hémolyse du fennec G (échantillon G)	58
Figure 38	Courbe d'hémolyse du fennec H (échantillon H)	59
Figure 39	Courbe d'hémolyse du fennec I (échantillon I)	59
Figure 40	Courbe d'hémolyse du fennec J (échantillon J)	60
Figure 41	Courbe d'hémolyse chez le dromadaire (Oyewale et <i>al.</i> , 2011).	62

LISTE DES TABLEAUX

Partie Bibliographique

Tableau n°	Titre	Page
Tableau 1	Principales mesures corporelles du fennec (Incorvaia 2005 ; Lariviere, 2002 ; Cuzin, 1996).	20
Tableau 2	Épaisseur médullaire relative (RMT) et concentration maximale dans l'urine chez certains carnivores (Sperber, 1944 ; Nielsen et O'Dell, 1961)	24
Tableau 3	Type rénal, taille rénale et épaisseur médullaire relative (RMT) des fennecs et des renards roux (Noll-Banholze, 1978).	25
Tableau 4	Valeurs moyennes ($\pm$ écarts-types) des paramètres du sang artériel chez le Fennec mesurées à différentes températures ambiantes sur trois individus (Maloiy et al, 1982)	25
Tableau 5	Comparaison entre les valeurs hématologiques physiologiques du fennec (<i>Vulpes zerda</i>), du dromadaire (<i>Camelus dromedarius</i>) et du renard roux (<i>Vulpes vulpes</i>) en unités internationales. (Briend-Marchal et Didou, 2016)	37

Partie Expérimentale

Tableau n°	Titre	Page
Tableau 6	Préparations des différentes solutions osmotiques selon Okwusid (2011)	44
Tableau 7	Taux d'hématocrite des fennecs du Jardin Botanique du Hamma	48
Tableau 8	Les résultats d'hémolyse initiale et totale pour chaque échantillon	52
Tableau 9	Evaluation du pourcentage d'hémolyse obtenu par le dosage de l'hémoglobine à l'aide d'un spectrophotomètre (n=10 échantillons)	53
Tableau 10	Résistance globulaire (RG) chez différentes espèces mammifères (%) (Quéval et al., 1989)	61

Liste des abréviations

IUCN	Union internationale pour la conservation de la nature
DD	Données insuffisantes (Data deficient)
LC	Préoccupation mineure (Least concern)

Ht	Hématocrite
FOE	Fragilité osmotique érythrocytaire
PBS	Tampon phosphate salin (Phosphate Buffered Saline Buffer)
spp.	Plusieurs espèces
G6PD	Glucose-6-Phosphate Déshydrogénase
Kg	Kilogramme
mL	Millilitre
P	Pression partielle
Cm	Centimètre
μL	Microlitre
fL	Femt litre
pH	potentiel hydrogène
O ₂	Oxygene
CO ₂	dioxyde de carbone

Introduction générale

Le Fennec (*Vulpes zerda*), nommé aussi Renard des sables, est un petit renard du genre *vulpes* et la plus petite espèce de la famille des canidés. C'est un petit mammifère carnivore, vivant dans les déserts du nord de l'Afrique, de l'Atlantique jusqu'au Sinai (Incorvaia, 2004). En Algérie, le Fennec habite toutes les régions sableuses du Sahara. Il est le seul carnivore du désert du Sahara trouvé loin des oasis et de l'eau (Dekeyser et Dérivé, 1959).

Le fennec parviendrait, dans le désert, à couvrir ses besoins hydriques journaliers grâce à l'eau contenue dans son alimentation (Noll-Banholzer, 1979). Le fennec possède des caractéristiques physiologiques et comportementales lui permettant de s'adapter à la vie au désert : le comportement nocturne, le creusement de tanière, le faible taux d'évaporation et une capacité de concentration élevée du rein sont des facteurs importants dans la conservation de l'eau dans un environnement aride. Chez le dromadaire, autre mammifère des régions désertiques, de nombreuses études ont montré son adaptation aux zones arides. Lors d'une ingestion de grande quantité d'eau (200L), les hématies du dromadaire sont notamment capables d'augmenter leur volume de 200% par rapport à leur volume initial, sans risque d'hémolyse (Barascud et al., 1998). La forte résistance des érythrocytes du dromadaire est attribuée à la forme ovale de leurs érythrocytes, ainsi qu'à la composition chimique de la membrane plasmique érythrocytaire (Oyewale et al., 2011).

Dans le monde, le fennec a fait l'objet de quelques rares travaux : jusqu'à l'année 2005, seules 38 publications ont été répertoriées (Incorvaia et al., 2005) telles que celles de Noll-Banholzer (1979) sur les adaptations physiologiques du Fennec à son environnement, de Asa et Valdespino (1998) sur sa reproduction en captivité, de Larivière (2002) sur les maladies des Fennecs en captivité, de Incorvaia (2005) sur le régime alimentaire du Fennec et de Khechekhouche et Mostefaoui (2008) sur l'écologie trophique de *Fennecus zerda* (Zimmermann, 1780) dans les régions sahariennes.

A notre connaissance, aucune étude n'a été menée sur la résistance globulaire des érythrocytes chez le fennec, ce qui a motivé le choix de ce sujet. Ce mémoire comporte deux parties :

- Une partie bibliographique consacrée aux caractéristiques anatomiques et physiologiques du Fennec, ainsi qu'à l'étude de l'hématocrite et de la résistance globulaire des érythrocytes.

- Une partie expérimentale menée dans l'objectif de déterminer le taux d'hématocrite et la fragilité osmotique des érythrocytes du fennec (*Vulpes zerda*). Ce projet a été réalisé sur des fennecs du Zoo du Jardin Botanique du Hamma, à Alger

PARTIE 01

LA BIBLIOGRAPHIE

Chapitre 01 :

LE FENNEC

I. LA SYSTEMATIQUE

Le Fennec appartient à l'ordre des Carnivores, dont il représente la plus petite espèce de la famille des Canidés (Grizmek, 1974 ; Sheldon, 1992). Le fennec a été dénommé selon Zimmermann 1780 sous le nom '*Fennecus zerda*'. Il est classé traditionnellement dans le groupe du genre '*Fennecus*', dont il est l'unique représentant. Aucune autre sous-espèce n'est décrite dans ce groupe (Grizmek, 1974 ; Sheldon, 1992).

Desmarest confirme, en 1804, le genre particulier *Fennecus* pour le Fennec seul, de façon à le distinguer, dans la classification, des autres Renards du genre *Vulpes*. (Harrison, 1968 ; Dragesco-Joffe, 1993). D'un point de vue caryotypique, le fennec a un nombre supérieur de chromosomes, 64 contre 34 à 60, et un nombre de chromosomes métacentriques et sub-métacentriques plus petit, quatre contre 10 à 32, qui l'éloigne du genre *Vulpes* (Chiarelli, 1975). Certains taxonomistes classent le Fennec dans le genre *canis* (Lataste, 1887 et Chudeau, 1921 cités par Kowalski, 1991) par sa formule chromosomique ($2n=64$) et sa pupille arrondie. D'autres ont inclus le Fennec dans le groupe des Renards, genre *Vulpes* : il devient pour eux *Vulpes zerda* (Macdonald et Sillero-Zubiri, 2004) considérant que le Fennec reste à la périphérie du groupe des Renards en raison de similitudes morphologiques (Wozencraft, 1989 et 1993), moléculaires et biochimiques (Wayne et al. 1997).

Aujourd'hui, le Fennec est classé dans le groupe des Renards (Dragesco-Joffé, 1993 ; Macdonald et Sillero-Zubiri, 2004), et bien que traditionnellement appelé *Fennecus zerda*, le Fennec se trouve aussi souvent dénommé en latin par de nombreux auteurs *Vulpes zerda* (Macdonald et Sillero-Zubiri, 2004).

La classification du fennec selon Wozencraft (2005),

Règne	Embranchement	S/Embranchement	Classe	Ordre	Famille	Genre
Animalia	Chordata	Vertebrata	Mammalia	Carnivora	Canidae	<i>Vulpes</i>

II. GENERALITES SUR LE FENNEC

1- La description générale

Le fennec est caractérisé par de très grandes oreilles triangulaires (Figure 1), frangées de poils blancs à l'intérieur, et un pelage très clair, long et laineux, homochrome avec le milieu dans lequel il vit. La face blanchâtre contraste avec les yeux et l'extrémité de museau noir. Le museau est long et pointu. Une tache foncée apparaît plus ou moins nettement en avant des yeux. Le dessus du corps est de couleur isabelle avec le milieu du dos lavé de roux cannelle (principalement en saison des pluies). Les flancs, le ventre et les membres sont presque blancs. La queue, touffue et marquée d'une tache noire à la racine, se termine par un pinceau noir. Les soles plantaires sont blanches et très velues (Dragesco-Joffé,1993).



Figure 1. Le Fennec (*Vulpes zerda*), (Dragesco-Joffé, 1993)

2- L'habitat et écologie

Au Sahara, la végétation clairsemée est généralement dominée par *Aristida spp.* Et *Ephedra alata* (Figure 2) dans les grandes dunes de sable. Dans les petites dunes de sable, elle est dominée par *Panicum turgidum*, *Zygophyllum spp.* et parfois par des arbres comme *Acacia spp.* Et *Capparis deciduas* (Cuzin, observation personnelle, 1996).

	
<i>Ephedra alata</i>	<i>Capparis deciduas</i>
	
<i>Aristida spp</i>	
Figure 2. Végétations des régions sahariennes <i>Ephedra alata</i> (Merzouga-Boudnib, 2018) ; <i>Capparis deciduas</i> (Masud, 2013) ; <i>Aristida spp</i> (Ruter, 2018)	

3- Adaptations du désert

Les Fennecs habitent le Sahara sableux et ailleurs en Afrique du Nord. Leurs habitudes nocturnes les aident à faire face à la chaleur brûlante du désert et certaines adaptations physiques sont également utiles.

Leurs oreilles en forme de chauve-souris distinctives rayonnent la chaleur du corps et aident à garder les fennecs au frais. Ils ont aussi de longs poils épais qui les isolent pendant les nuits froides et les protègent du soleil pendant la journée. Même les pieds du fennec sont poilus, ce qui les aide à se comporter comme des raquettes et les protège du sable Extrêmement chaud. Les pieds du renard sont également des pelles efficaces pour les fouilles fréquentes. Les fennecs vivent dans des tanières souterraines (Fennec fox / National geographic, Site officiel).

La capacité auditive du fennec est remarquable, accentuée par ses grandes oreilles et par la présence de bulles tympaniques hypertrophiées. Il réussit à capter des sons lointains et les moindres vibrations du sol sont amplifiées, lui permettant ainsi de localiser des insectes (coléoptères ténébrionidés) ou des reptiles enfouis dans le sable. Beaucoup d'oiseaux diurnes

(Sirli, jeunes gangas, traquets) sont capturés la nuit pendant leur sommeil (Cuzin 1996). (Figure 3).

Insecte	Le nom
	Coléoptères ténébrionidés
Oiseau	Le nom
	Sirli du Désert (<i>Aleamonalaupides</i>)
	Gangacata (<i>Pteroclesalchata</i>)
	Traquet du Désert (<i>Oenanthesdeserti</i>)
Figure 3. les différentes proies du Fennec (<i>Vulpes zerda</i>)	

4- Diagnose du fennec

Le fennec est un petit membre de famille canidae, il diffère de sympatrique du renard des sables de Rüppel (*Vulpes rueppelli*) (Figure 4) par sa taille plus petite (corps masse <1,5 kg contre environ 2kg chez le renard de *rueppelli*, sa couleur plus pâle, et une fourrure plus fine, une queue plus courte à bout noir (50% de la longueur de la tête et du corps par rapport à 70%), avec une pointe blanche dans *V. rueppelli*, des jambes plus courtes et de plus grandes oreilles (Geffen et al 1992) .

Le fennec (*Vulpes zerda*) peut être différencié du renard de Blanford cana (Figure 5) par une queue >20% plus longue et des membres postérieures de plus courts que ceux du fennec (Figure 5), (Geffen et al 1992)



Figure 4. Renard *Vulpes rueppelli* adulte en Arabie Saoudite. (Seddon et Lariviere, 2001)



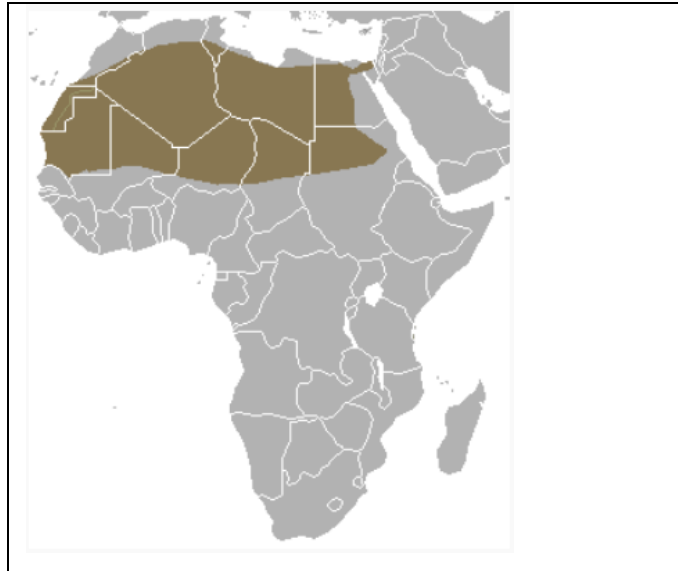
Figure 5. Renard de Blanford - *Vulpes cana* d'Asie de l'Ouest et du Sud (Mackinnon)

III. REPARTITION ET STATUT

1- Répartition

Les fennecs vivent dans les déserts de sable et dans les semi-déserts d'Afrique du Nord, de l'Atlantique jusqu'au Nord du Sinaï. (Figure 6). On les trouve dans le Sahara marocain, algérien et tunisien (Incorvaia 2005).

En Algérie, le Fennec habite toutes les régions sableuses du Sahara, d'où son qualificatif de Renard du Sahara ou de Renard des Sables: El Oued, Laghouat, Mzab, Touggourt, Ngoussa, Ouargla, Biskra, Beni Abbes, Tassili. Nous pouvons le trouver dans le Hoggar aussi, en région montagneuse (Le Berre, 1991).



**Figure 6. Répartition géographique du Fennec
(*Vulpes Zerda*) (IUCN, 2008)**

2- Le statut

Les plans de sauvegarde des Canidés, « An Action Plan for the Conservation of Canids », (UICN¹/SSC/CSG), de 1990 à 1994 indiquent que les données sont insuffisantes sur la distribution et l'abondance de l'espèce. Le Fennec est classé dans la liste rouge des espèces Canidés comme « insuffisamment connus » (Annexe 1).

De 1996 à 2004, le fennec a été classé dans la liste rouge des espèces avec des données insuffisantes (DD). Depuis 2008, le fennec est dans la liste rouge des espèces à préoccupation mineure (LC) (IUCN) (annexe 01) (annexe 2). En Algérie c'est une espèce protégée, (Hoffmann et Sillero., 2015.IUCN).

3- Présence dans les aires protégées

Il est présent dans de nombreuses zones protégées, notamment les parcs nationaux Khnifiss et Irikki au Maroc, les parcs nationaux Ahaggar et Tassili n'Ajjer en Algérie, les parcs nationaux Banc d'Arguin et Diawling en Mauritanie, les parcs nationaux Djebil et Sanghar en Tunisie, , NR Zellaf en Libye et en zone de conservation Bir El Abd en Égypte (Asa et Cuzin 2013). Les fennecs se trouvent également en nombre significatif dans la réserve naturel nationale de Termit et Tin Toumma au Niger et dans la réserve d'Ouadi Rimé-Ouadi Achim au Tchad.

¹Union Internationale pour la Conservation de la Nature

4- Utilisation et commerce

Au Maroc et en Tunisie, et probablement ailleurs, les jeunes fennecs sont parfois capturés pour être vendus aux touristes et pour l'exposition photographique; des adultes sont parfois pris pour leur fourrure (Asa et Cuzin, 2013).

IV. ANATOMIE ET BIOMETRIE CORPORELLE

1- La biométrie

Les principales mesures corporelles sont reportées dans le tableau 1.

Tableau 1.Principales mesures corporelles du fennec (Incorvaia 2005 ; Lariviere, 2002)			
Poids corporel	0,8 à 1,5 kg	Hauteur au garrot	< 20cm
Longueur corps + tête	35 à 41cm	Longueur de l'oreille	8 à 15 cm
Longueur de la queue	18,6 à 23,0 cm	Pattes postérieures	92 à 98 mm

2- Le crâne

Le crâne du fennec (*Vulpes zerda*) se distingue de celui du renard des Sables (*Vulpes rueppelli*) par sa surface plus petite et plus lisse, une boîte crânienne gonflée et des bulles tympaniques plus grandes (Harrison, 1968). Le crâne du fennec (*Vulpes zerda*) est petit et délicat avec un volume auditif agrandi (Harrison, 1968). Les arcades zygomatiques sont largement évasées antérieurement, de sorte que leurs parties médianes sont presque parallèles. La région post-orbitale est large, et le processus post-orbital est petit. La crête sagittale externe est seulement détectable comme une élévation basse, et les crêtes temporelles sont petites. La mandibule est très délicate avec une convexité marquée à la frontière inférieure (Harrison, 1968).

a- Les dimensions

Les dimensions du crâne (en mm) (Figure 7) d'une femelle fennec (*Vulpes Zerda*) de Libye sont :

- Largeur des arcades zygomatique 45 mm, longueur de bulle tympanique 22 mm
- Largeur zygomatique d'un mâle du Koweit est de 44mm

-La plus grande longueur du crâne varie entre 80 et 87 mm

-Les mesures du crâne relevées sur un mâle et trois femelles nés de parents nord-africains varient entre 83,5 et 88,1 mm , (Harrison, 1968).

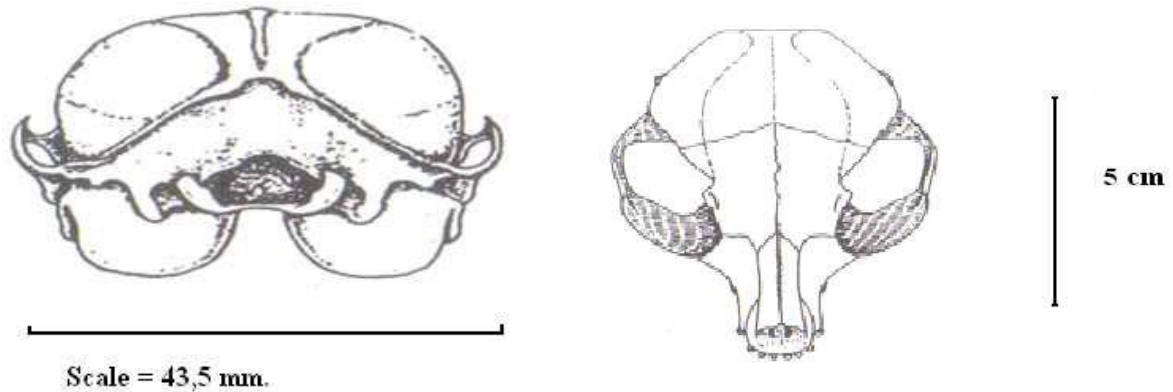


Figure 7. Vue occipitale et dorsale du crane du fennec *Vulpes zerda* (Incoeuaia, 2005)

b- Formule dentaire du fennec (Vulpes zerda)

Demi-dentition maxillaire et mandibulaire :

$3i+ 1c+ 4p+2m$

$3i+ 1c+ 4p+ 3m$

I : incisives c: canines p: prémolaires m: molaires (Cuzin, 1996)

Le fennec possède, comme tous les *Caninae*, 42 dents. Les canines sont minces et leur plus grande largeur est égale 1/3 de leur taille. Les prémolaires supérieures antérieures sont largement espacées l'une de l'autre et des canines. (Figure 8). (Lariviere, 2002).

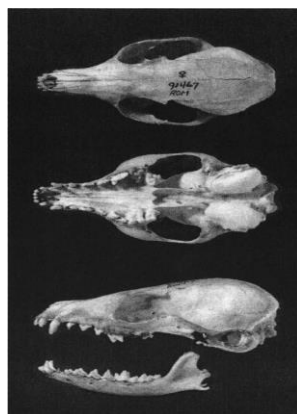


Figure 8. Vue dorsale, ventrale et latérale du crâne et vue de la mandibule de *Vulpes zerda* (femelle) (Royal Ontario Museum 91467) (Lariviere, 2002).

V. LES CARACTERISTIQUES PHYSIOLOGIQUES

1- Rythme cardiaque et respiratoire

La fréquence respiratoire du Fennec varie peu dans des températures extérieures comprises entre 10 et 30°C. Dans ces conditions, elle oscille de 13 à 23 respirations/mn. En revanche, dès que la température ambiante dépasse 35°C, la fréquence respiratoire augmente de manière très accusée, pour atteindre des valeurs de 600 battements par minute. Elle peut atteindre une valeur de 690 par minute, maximum observé, avec halètements gueule ouverte, si la T° a dépassé 35°C .

La fréquence cardiaque du Fennec est faible relativement à sa masse corporelle. La moyenne est de 118 battements/mn chez des individus libres dans une loge, alors qu'elle est de 74,6 battements/mn en chambre expérimentale.

Le rythme cardiaque au repos représente seulement 51 % de la valeur prévue selon la formule de Hudson, à températures neutres :

$$\text{RCR (mn-1)} = 816 * m^{0.25} \text{ (g)}$$

Avec RCR le Rythme Cardiaque au Repos et m la masse corporelle du Fennec. Cité par Incorvaia 2005

2- La reproduction

Les Fennecs ont habituellement une portée par an, mais si la première est perdue, une deuxième et parfois une 3ème portée peut être produite (Koenig, 1962). La période œstrale est saisonnière et se déroule entre Janvier et Mars (Gauthier-Pilters, 1967). Le rut aurait lieu entre Janvier et Mars en Afrique du Nord, et entre Décembre et Février dans le Sud du Sahara, d'après les dates où ont pu être observés les nouveaux nés dans ces régions (Dragesco-Joffe, 1993).

a- Le cycle œstral

L'œstrus dure 1-2 jours (Gauthier-Pilters, 1967), et n'est pas accompagné de pertes sanguines (Le Berre, 1990). Le proestrus, basé sur le gonflement vulvaire, est estimé à $6,5 \pm 0,7$ jours avant l'œstrus (Asa et Valdespino, 1998 ; Valdespino, 2002). En captivité, une reproduction a lieu principalement en Février-Avril mais peut se produire en été ou en automne (Gangloff 1972). Ils peuvent vivre onze ans en captivité (Le Berre 1991)

b- Gestation et parturition

La parturition se produit de Février à Juin (Gauthier-Pilters, 1967) après une gestation de 50-51 jours. La taille de la portée est généralement de 2 à 5 petits, mais peut varier de 1 à 6 (Gangloff; Koenig, 1962). Les petits deviennent mobiles au bout de 14 jours (Gangloff, 1972). La canine supérieure apparaît après 13 jours et les canines inférieures et les incisives après 15 jours, les jeunes mangent de la viande à 3 semaines mais le sevrage a lieu entre 61 et 70 jours (Koenig, 1962). Le comportement de chasse primitive apparaît pendant la 7ème semaine (Gauthier-Pilters, 1967). La progéniture atteint la taille adulte entre 9 et 11 mois (Koenig, 1962).

3- La fonction rénale

a- Capacité de concentration rénale

Les fennecs sont capables de concentrer l'urine à des valeurs plus élevées que chez les autres carnivores (Tableau2). La relation entre la concentration maximale de l'urine et l'épaisseur médullaire rénale est rapportée par Schmidt-Nielsen et O'Dell (1961), cité par NOLL-Banholzer U. 1978.

Tableau 2. Épaisseur médullaire relative (RMT) et concentration maximale dans l'urine chez certains carnivores (Sperber, 1944 ; Nielsen et O'Dell, 1961) cité par NOLL-Banholzer U. 1978.

Animal	Type de rein	Concentration urinaire maximale mOsm/L
Chien	à crête	2608
Chat	à papille	3118
Fennec	à papille	4022

b- Structure rénale du fennec et du renard roux

En raison de la capacité de concentration relativement élevée du rein des fennecs, sa structure a été examinée. Par conséquent, après la mort, les reins de quatre fennecs ont été disséqués, respectivement, et coupés à 8 μ m. L'expérience a été réalisée par Noll-Banholze (1978). Le fennec a un rein simple de type primitif (Sperber, 1944). La médulla est divisée en zone externe et interne et forme une papille distincte (Figure 9). En revanche, le rein du renard roux montre une crête. (Tableau 3).

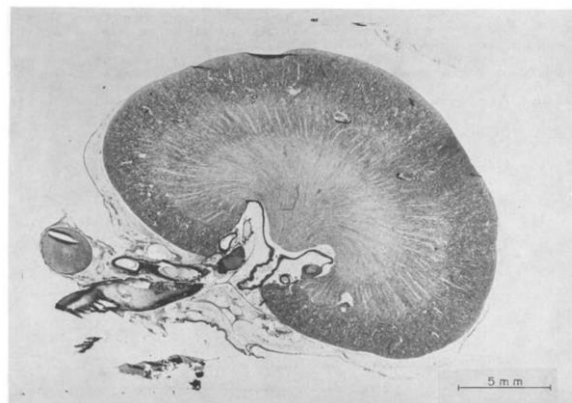


Figure 9. Section sagittale du rein du fennec (Noll-Banholze, 1978)

Tableau 3. Type rénal, taille rénale et épaisseur médullaire relative (RMT) des fennecs et des renards roux (Noll-Banholze,1978).

Taille du rein					
Animal	Type de rein	Taille du rein (mm)	Variation (mm)	Epaisseur Médullaire réelle (mm)	RMT
Fennec	à papille	18.4	14.8-20.8	9.8	5.35
Renard roux	à crête	32.9	29.7-35.0	13.5	4.1

*L'épaisseur médullaire relative est définie comme 10 fois l'épaisseur de la médulla divisée par la taille du rein(Noll-Banholzer, 1979).

4- Paramètres sanguins

a- pH et gaz sanguins

Les données sont présentées pour différentes températures ambiantes (Tableau 4):

Tableau 4. Valeurs moyennes ($\pm$ écarts-types) des paramètres du sang artériel chez le Fennec mesurées à différentes températures ambiantes sur trois individus (Maloiy et al, 1982).

Mesures	T° ambiante		
	30 °C Pas de halètement	40°C Halètement	45°C Halètement
pH	7,47 $\pm$ 0,21	7,44 $\pm$ 0,02	7,51 $\pm$ 0,02
P. CO2 (torr)	29,20 $\pm$ 1,08	25,20 $\pm$ 1,65	16,23 $\pm$ 1,12
P. O2 (torr)	104,30 $\pm$ 2,69	98,80 $\pm$ 0,6	108,5 $\pm$ 0,42

5- ALIMENTATION

L'étude du régime alimentaire du Fennec (*Fennecus zerda*) dans la station Oued n'sa (Algérie) a été basée sur la décortication de 91 crottes de Fennec (*Fennecus zerda*). Elle a permis d'identifier 1537 proies, regroupées dans 7 catégories trophiques, avec une richesse totale égale à 119 espèces et une richesse moyenne de 6,4 espèces végétales et animales. (Fezzai, 2011) (Figures 10 et 11)

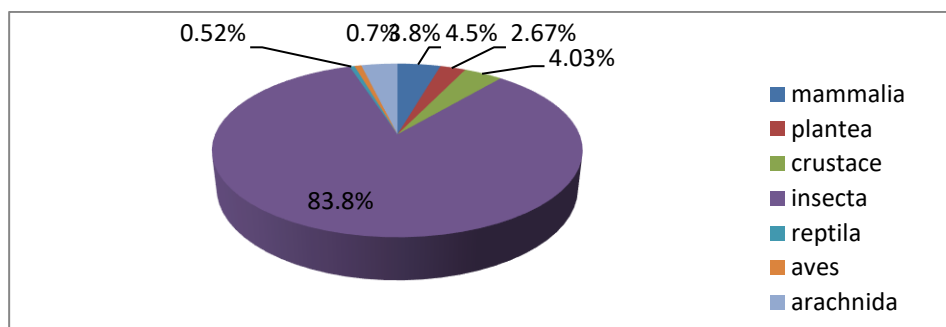


Figure 10. Spectre alimentaire par l'abondance relative des espèces-proies du Fennec dans la station de Oued n'sa, 2010/2011 (Fezzai, 2011).

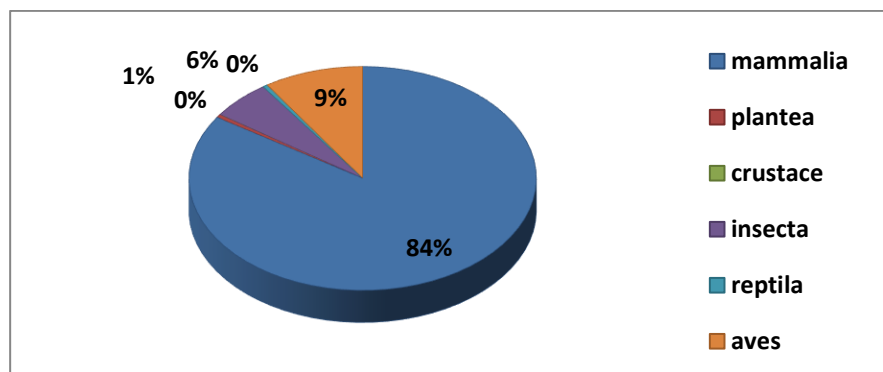


Figure 11. Spectre alimentaire par biomasse des espèces-proies du Fennec dans la station de Oued n'sa, été 2010 (Fezzai, 2011).

Une autre étude a été réalisée sur les variations saisonnières du régime alimentaire du fennec « *Vulpes zerda* », à partir de 130 crottes collectées de l'automne 2010 au printemps 2011 à Ben Ahmed, dans la région de Ghardaïa (Sahara septentrional algérien). Cette étude a livré 76 proies animales appartenant à 17 ordres, 30 familles et 75 espèces. Les proies principales ont été les insectes (554 Individus), suivis par les mammifères (142 individus) et les arachnides (14 individus). Cependant, en biomasse les mammifères ont été les proies dominantes (86,5%) devant les insectes (10,7%) et les oiseaux (1,2 %).

Les fréquences des principaux groupes ont varié au cours des trois saisons. L'automne a été la saison de plus forte prédation sur les mammifères. En hiver, les isoptères ont été les proies les plus nombreuses, au printemps ce furent les orthoptères et les arachnides. La prédation des coléoptères, squamates et oiseaux a été stable au fil des saisons. Ces résultats confirment que le fennec est un prédateur opportuniste (Khechekhouche et *al.*, 2011).

Chapitre 02

HEMATOCRITE ET RESISTANCE GLOBULAIRE

I. L'HEMATOCRITE

1- Définition

L'hématocrite (Ht) est le pourcentage du volume sanguin occupé par les globules rouges (Descat, 2002) (Figure 12).

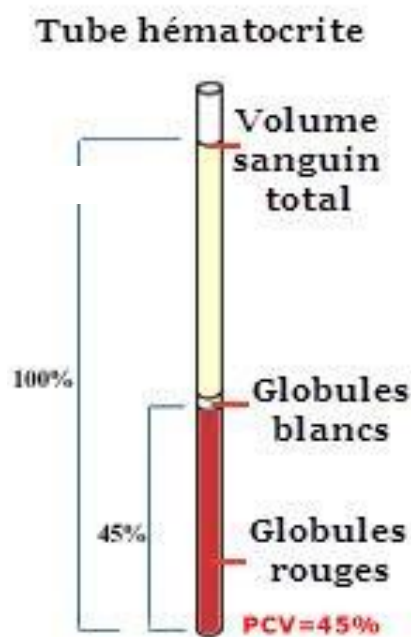


Figure 12. Schéma d'un tube à hématocrite (Patrick, 2012)

2- Détermination de l'hématocrite

-manuelle : L'hématocrite peut être mesuré par centrifugation d'un échantillon de sang en tube capillaire à l'aide d'une micro centrifugeuse. (Ardouni, 2013).

- Par automate : L'hématocrite est généralement calculé par les automates à partir du nombre et du volume des hématies mesurés par impédance ou diffraction laser. La valeur déterminée par un automate est légèrement plus faible que celle obtenue par mesure directe après centrifugation qui ne peut éliminer la présence d'une petite quantité de plasma résiduel entre les hématies. Il est exprimé en L/L (unités internationales) ou en % (unités conventionnelles) (Ardouni, 2013).

3- Les variations physiologiques et pathologiques du taux d'hématocrite

a- Physiologique

L'hématocrite capillaire ou artériel est d'environ 1 à 2 % inférieur à l'hématocrite veineux. Cela est lié aux mouvements d'eau (entre le plasma et les globules rouges) destinés à maintenir l'équilibre osmotique entre ces deux phases lors des mouvements ioniques liées au transport du CO₂ dans le sang. La conséquence est un léger gonflement des érythrocytes « veineux » par rapport aux érythrocytes « artériels », donc un hématocrite veineux plus élevé que l'hématocrite artériel (Soudy, 2005).

i. Sexe :

L'hématocrite chez le mâle est supérieur à celui de la femelle.

Exemple : chez l'homme 42-52%, la femme 37-47%. (Cloutie et *al.*, 2014).

ii. L'alimentation

Une étude a comparé le taux d'hématocrite sur 200 chiens de différentes races nourris soit avec une alimentation crue, soit avec des croquettes, et cela pendant un minimum de 9 mois avant la collecte des échantillons de sang. Les résultats ont montré que l'hématocrite chez les chiens nourris avec une alimentation crue est supérieure (53.5%) à celui des chiens nourris avec des croquettes (47%). (Dodds, Site officiel).

b- Pathologique

Dans les conditions normales, la quantité de globules rouges est proportionnelle au volume sanguin total. En cas d'anémie due à une hémorragie aiguë, on observe une perte parallèle de globules et de plasma. L'hématocrite peut rester normal pendant les six heures suivant l'accident. Dans l'anémie chronique, la perte de volume érythrocytaire est compensée par une augmentation du volume plasmatique et l'hématocrite diminue. Dans l'hydrémie consécutive à la néphrite œdémateuse ou à certaines insuffisances cardiaques le volume globulaire ne varie pas, mais le volume plasmatique augmente et l'hématocrite diminue. En cas d'hémoconcentration consécutive à des brûlures récentes ou à certains états de choc toxique ou infectieux, le volume d'érythrocyte reste normal mais le volume plasmatique diminue. L'hématocrite augmente et donne une fausse idée d'hyperglobulie.

Chez les brûlés, ce phénomène est suivi d'une anémie sévère, due à la combinaison de plusieurs facteurs. En cas de polyglobulie vraie (hypervolémie, maladie de Vaquez chez l'homme, insuffisance ventriculaire droite) les volumes globulaires et plasmatiques augmentent, mais le premier proportionnellement plus que le second (Souidy, 2005).

L'anémie hémolytique d'origine auto-immune ou liée à un défaut du globule rouge lui-même : hémoglobinopathie (drépanocytose), anomalie membranaire (sphérocytose héréditaire) ou enzymatique (déficit en G6PD).

i. Autre causes : (cité par lab tests online)

Hématocrite bas	Hématocrite élevé
-Production diminuée d'hémoglobine (thalassémie) -Déficits nutritionnels (fer, folates, Vitamine B12) -Une atteinte de la moelle osseuse (toxique, radiation, chimiothérapie, infection) -Insuffisance rénale chronique (diminution de la production d'érythropoïétine (EPO), hormone produite par le rein stimulant la production de GR par la moelle osseuse) -Maladie inflammatoire chronique -Pathologie de la moelle osseuse (anémie aplasique, syndrome myélodysplasique) ou cancer médullaire (leucémie, lymphome, myélome).	-Déshydratation (la cause la plus commune). Le volume de plasma diminuant, le nombre de GR par volume de liquide augmente. -La polyglobulie vraie : une maladie rare dans laquelle le corps produit un excès de GR de manière inappropriée -Maladie respiratoire : le corps tente de compenser le manque d'oxygène lié au trouble de la fonction respiratoire en produisant plus de GR -Cardiopathies congénitales : dans certaines formes une communication anormale entre les deux côtés du cœur conduit à un niveau d'oxygène abaissé dans le sang. Le corps tente de compenser en produisant plus de GR. -Causes génétiques : altération de la sensibilité à l'oxygène, anomalie de libération de l'oxygène par l'hémoglobine.

II. LA RESISTANCE GLOBULAIRE

1- Définition

C'est la propriété que les globules rouges possèdent de rester intacts ou de se détruire au contact de diverses substances. L'étude in vitro de la résistance globulaire à diverses substances, permet de déterminer la fragilité hématique. Une des méthodes pour évaluer cette résistance est le test de la fragilité osmotique.

2- Test de fragilité osmotique

Le principe de ce test est le suivant (Quéval et *al.*, 1989) : les érythrocytes baignent dans le plasma qui a une osmolarité moyenne de 300mOsm/L. Dans les conditions physiologiques, l'osmolarité du plasma varie faiblement, de 250 à 310 mOsm/L chez le chien. Lorsque les globules rouges sont placés dans une solution hypotonique au plasma (<210mOsm/L), l'eau pénètre dans les cellules selon la loi de l'osmose. Les globules rouges se gonflent et finissent par éclater ; c'est l'hémolyse. Les hématies libèrent de l'hémoglobine dans la solution qui se laque.

Selon les espèces, l'hémolyse se produit pour des concentrations salines plus ou moins basses, correspondant au seuil de résistance globulaire. (Quéval et *al.*, 1989).

3- Comportement des globules rouges

En présence de solutions salines de concentrations différentes les hématies vont réagir comme suit :

-dans une solution isotonique au plasma, les globules rouges sont en équilibre osmotique.. La membrane plasmique étant perméable à l'eau, l'eau pénétrera ou sortira des érythrocytes dans le sens de son gradient de concentration. Les flux d'eau sont bidirectionnels et équilibrés : le volume des globules rouges reste inchangé. Dans ce cas, il n'y a pas de flux net d'eau.

-en présence d'une solution hypertonique, les globules rouges se vident d'eau et leur volume diminue. Ils prennent un aspect crénelé (Figure 13).C'est le phénomène de plasmolyse.

-en présence d'une solution hypotonique, les globules rouges se gonflent d'eau jusqu'à ce que la concentration des électrolytes soit égale à l'intérieur comme à l'extérieur. Dans ce cas, on distingue 3 stades successifs:

*l'eau rentre dans les globules rouges à travers la membrane. Le disque biconcave figuré par l'hématie normale devient une sphère par gonflement (Figure 13).

* l'eau continue à pénétrer. Il y a distension de la membrane et augmentation du volume de la «sphère» jusqu'au « volume critique» avant l'éclatement.

* l'eau pénètre encore et il y a éclatement de la membrane érythrocytaire avec fuite d'hémoglobine à l'extérieur. C'est l'hémolyse, le « volume critique » ayant été dépassé. (Figure 13).

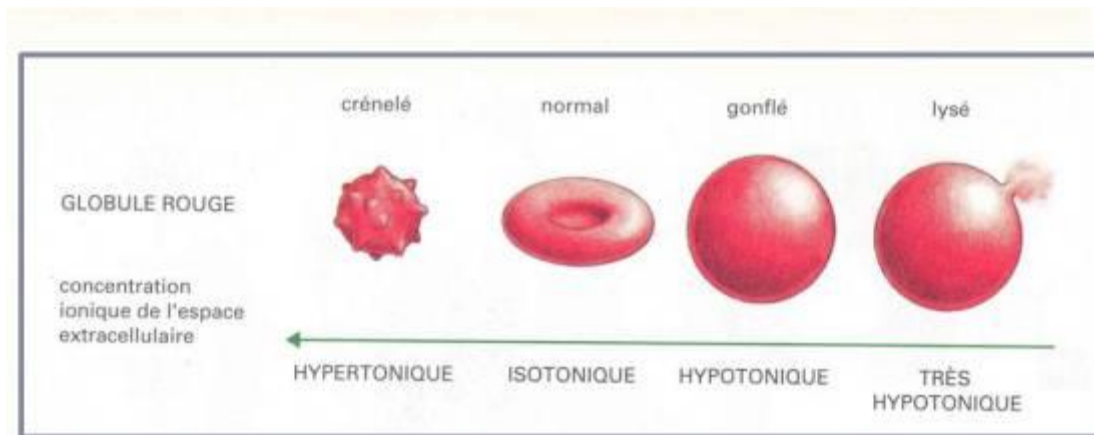


Figure 13. Schéma d'un globule rouge dans des concentrations ioniques variables du milieu extracellulaire (Bruse et al., 1998)

L'aspect visuel des tubes dépend de la présence ou pas d'hémolyse. En absence d'hémolyse (l'osmolarité du milieu est/ou presque physiologique), les hématies intactes sédimentent et forment un **culot érythrocytaire**. Le **surageant** est parfaitement incolore. En descendant l'échelle des dilutions, on observe un premier tube où il commence à y avoir hémolyse et dont le liquide surageant le culot hématique a pris une teinte jaune rosée. On dit qu'il y a « **hémolyse initiale** » (Hi) et la concentration saline de ce tube correspond à la « **résistance globulaire minimale** ». En poursuivant la lecture dans le sens des concentrations décroissantes, on observe que les tubes deviennent de plus en plus roses et dans un tube dont le culot érythrocytaire a totalement disparu, le surageant est rouge cerise et l'agitation ne détermine pas d'ondes soyeuses. L'hémolyse est alors totale (Ht) et la concentration saline de ce tube représente la «

résistance globulaire maximale ». La résistance des hématies est appréciée par l'étendue qui existe entre Hi et Ht (Quéval et al., 1989)

La résistance globulaire dépend essentiellement de la forme des érythrocytes: les globules sphériques (sphérocytose) moins résistants car le seuil critique est atteint plus rapidement, les

globules plats sont quant à eux plus résistants. La résistance globulaire à l'hypotonie correspond à la concentration en chlorure de sodium de la solution dans laquelle se produit l'hémolyse (Quéval et *al.*, 1989). Elle est variable selon l'espèce animale (Figure14) (Matsuzawa et Ikarashi, 1979).

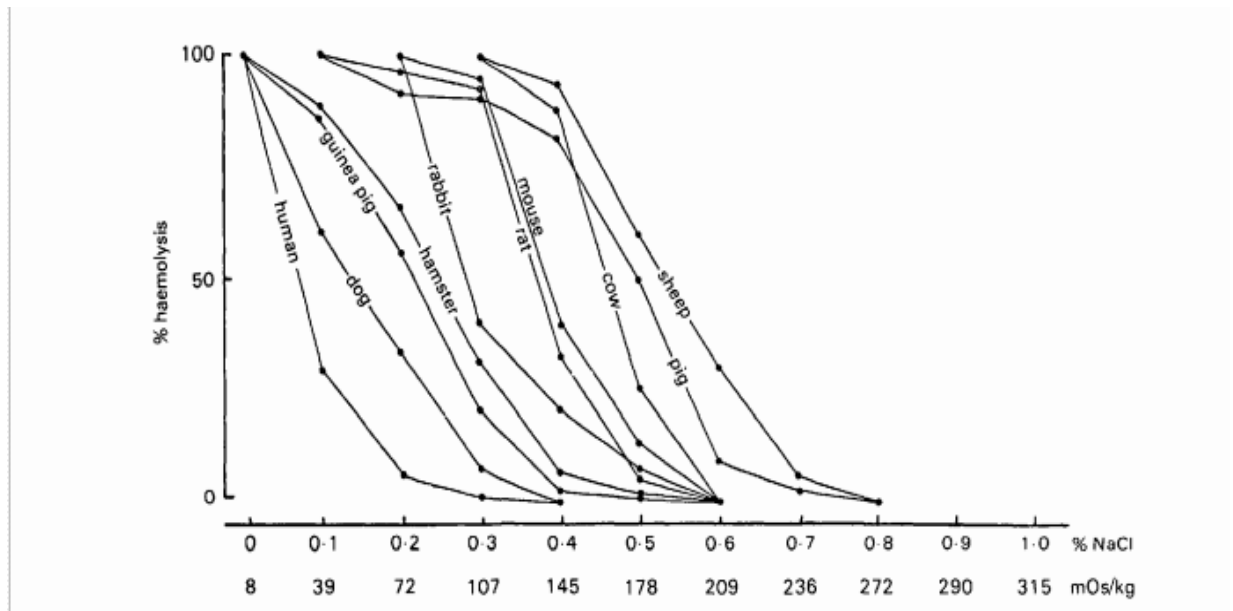


Figure 14. Taux d'hémolyse osmotique des érythrocytes chez différentes espèces animales (Matsuzawa et Ikarashi, 1979)

4- Les variations physiologique et pathologique de la résistance globulaire

a- Physiologique

-Effet du sexe

Des études menées sur les camelins (Lektib et *al.*, 2016), les oiseaux domestiques, les bovins et les moutons montrent que la fragilité osmotique érythrocytaire (FOE) est plus élevée chez les mâles. Cependant, contrairement à ces observations, d'autres résultats ont enregistré un FOE inférieur chez les hommes par rapport aux femmes. Des observations similaires ont été rapportées chez le rat géant africain, le chien, la dinde et la chèvre.

b- Effet de la saison

Chez les chameaux, la résistance osmotique a augmenté de manière significative pendant la saison verte et a diminué en hiver (Lektib et *al.*, 2016).

-Effet de l'âge

Les globules rouges plus âgés présentent une fragilité osmotique plus élevée. L'augmentation significative de FOE avec l'âge pourrait s'expliquer par des altérations métaboliques et une réduction de la défense contre l'osmolarité. Selon Walls et *al.* (1976), cité par Lektib et *al.*, 2016, les jeunes hématies humaines étaient capables de se protéger efficacement contre l'hémolyse induite par le thyropéroxydase, tandis que, les hématies plus âgées présentaient moins de protection. Il convient également de noter que l'activité du G-6-PD est connue pour diminuer avec le vieillissement érythrocytaire. Cette diminution est associée à une diminution de la concentration de glutathion et à une augmentation de la formation de méthémoglobine dans les cellules plus anciennes. De plus, la durée de vie des érythrocytes aurait été réduite de 50% chez les rats plus âgés par rapport aux plus jeunes (Lektib et *al.*, 2016).

-Effet du diamètre érythrocytaire

La résistance à l'hypo-osmolarité dépend, en grande partie, du volume des érythrocytes et de leur capacité à augmenter leur volume par rapport à leur volume initial, sans risque d'hémolyse. Les hématies de petites tailles comme celles de la chèvre (20fL), peuvent augmenter de 25% de leur volume initial ; les hématies de grande taille, comme celles du chameau (55fL), sont capable d'augmenter leur volume de 200% par rapport à leur volume initial (Barascud et *al.*, 1998).

b-Pathologique :

La fragilité osmotique est augmentée lors de sphérocytose. Le sphérocyte, est un microcyte de forme parfaitement sphérique. La présence de ces sphérocytes sur le frottis de sang est caractéristique de la sphérocytose héréditaire. La sphérocytose héréditaire est une anémie hémolytique héréditaire secondaire à des anomalies des protéines membranaires du globule rouge, du fait des lésions membranaires provoquant une diminution de la surface membranaire par rapport à son volume, est une cellule dont la fragilité osmotique est augmentée.(Do Rouviere, 2008). Certains parasites sanguins, tels que *Hemobartonella felis* chez le chat, augmentent la fragilité osmotique (Baruscud et *al.*, 1998),.

Le test de fragilité osmotique a le potentiel d'être un test d'évaluation puissant et relativement peu coûteux de la stabilité membranaire dans les investigations expérimentales ou dans les évaluations cliniques de pathologies érythrocytaires membranaires. Le test exploite les

modifications structurelles caractéristiques de la membrane du globule rouge lorsque la cellule est soumise à des contraintes .

III. DONEES CHEZ LE FENNEC

a- Morphologie des cellules sanguines

Certains indices érythrocytaires (VGM, nombre de cellules) du fennec sont comparables à ceux du renard nain d'Amérique du nord (Briend-Marchal et Didou, 2016).

1- Erythrocytes :

Les érythrocytes des fennecs sont semblables aux érythrocytes des autres canidés. Ce sont des disques biconcaves avec une pâleur centrale modérément marquée. Leur volume globulaire moyen (VGM) est compris entre 49 et 62 μm^3 .

2- Thrombocyte :

Les Thrombocytes sont de forme arrondie, aux contours plus ou moins irréguliers. Ils présentent parfois des pseudopodes. Ils apparaissent rose pâle avec une fine granulation azurophile, dispersée dans le cytoplasme.

3- Lymphocytes :

Les lymphocytes sont des cellules rondes de taille variable. Les petits lymphocytes ont un noyau homogène, très condensé, de forme ronde, entouré d'une fine bande de cytoplasme bleu pâle. Les lymphocytes moyens ont un cytoplasme plus visible et leur noyau est rond ou encoché. De grands lymphocytes au cytoplasme plus abondant sont également observables.

4- Monocytes :

Les monocytes sont les plus grandes cellules visibles sur un frottis. Ils possèdent un cytoplasme abondant, bleu-gris, contenant parfois des vacuoles optiquement vides, de taille variable. Leur noyau est hétérogène, de forme irrégulière, (en « U » massif ou en « S ») avec une chromatine peignée.

5- Granulocytes : Les granulocytes neutrophiles sont les leucocytes les plus abondants. Ce sont des cellules rondes dont le noyau est segmenté (trois à cinq parties) et condensé. Leur cytoplasme apparaît rose pâle et contient de fins granules ovoïdes roses

Les **granulocytes éosinophiles** ont le même diamètre que les granulocytes neutrophiles. Ils s'en distinguent par un noyau légèrement moins segmenté et par une abondance de petits granules ronds et rose-orangé envahissent le cytoplasme. Celui-ci apparaît bleu pâle lorsqu'il est visible et contient également quelques vacuoles.

Les **granulocytes basophiles** : leur morphologie est similaire à celles des autres canidés, ce sont des cellules rondes, légèrement plus grandes que les granulocytes neutrophiles et contiennent dans leur cytoplasme bleu pâle un petit nombre de granules ronds basophile (bleu foncé à violet). (Didou et Briend-Marchal, 2016)

b- Valeurs hématologiques

Les principales valeurs hématologiques du fennec sont comparées à celles de deux autres espèces, le dromadaire et le renard (Tableau 5). Le taux d'hématocrite du fennec est compris entre 40 et 54%.

Tableau 5. Comparaison entre les valeurs hématologiques physiologiques du fennec (*Vulpes zerda*), du dromadaire (*Camelus dromedarius*) et du renard roux (*Vulpes vulpes*) en unités internationales. (Briend-Marchal et Didou, 2016)

/	Hématocrite (%)	Hémoglobine (g/L)	Hématie (10^{12} /L)	Leucocyte (10^9 /L)	Lymphocyte (10^9 /L)	Monocyte (10^9 /L)
Fennec	40-54	131-179	7,1-9,8	3,3-8,4	0,8-3,6	0-0,5
Dromadaire	26-37	114-152	6,5-11,0	8,8-21,3	2,1-6,4	0-1,0
Renard	35-54	141-175	6,6-27,1	3,7-7,8	0,6-2,9	0,1-0,4

c- La fragilité osmotique des érythrocytes du fennec (*Vulpes zerda*)

Nos recherches bibliographiques n'ont pas relevé, à ce jour, de travaux sur la fragilité osmotique érythrocytaire du fennec.

Partie 02

ETUDE EXPERIMENTALE

Objectifs de l'étude

- Déterminer le **taux d'hématocrite** des fennecs du Zoo du Hamma.
- Etudier les effets de solutions de **différentes osmolarités** sur les hématies du fennec.
- Réaliser le test de fragilité osmotique des érythrocytes du fennec.
- Déterminer par une lecture visuelle l'hémolyse initiale (Hi) qui correspond à la **résistance globulaire minimale** et l'hémolyse totale (Ht) qui correspond à la **résistance globulaire maximale**
- Mesurer par spectrophotométrie le pourcentage d'hémolyse en fonction de l'osmolarité de la solution, et construire une courbe donnant le point d'hémolyse 50%.

I. Matériel et Méthodes

1. Lieu et environnement

L'étude s'est déroulée dans le Parc Zoologique du Jardin Botanique du Hamma (Figure15). Créé en 1832 à Alger, le Jardin d'Essai s'étend sur une surface de 32 hectares. C'est un jardin de type botanique. Il est considéré comme l'un des [jardins d'essai](#) et [d'acclimatation](#) les plus importants au monde. La dénomination du lieu sous le terme de *Hamma* (qui signifie fièvre, faisant allusion à la fièvre paludique qui sévissait à l'époque), est due à sa richesse en eau et à son état d'insalubrité. (Site Officiel du Jardin Botanique du Hamma).

Le Zoo de ce jardin a vu le jour en 1900; il contient actuellement plusieurs espèces animales qui vivent en captivité, des herbivores tels que le mouflon à manchettes et la gazelle dorcas, des carnivores tels que le tigre du Bengale, le lion d'Afrique et le fennec, notre sujet d'étude. Le rôle et la mission de ce jardin est l'éducation par la sensibilisation des visiteurs à la protection de la biodiversité, la recherche et la conservation et la protection de plusieurs espèces. (Site Officiel du Jardin Botanique du Hamma).



**Figure 15 : Parc Zoologique du Jardin Botanique du Hamma, Alger
(Site officiel du Jardin Botanique du Hamma)**

2- Animaux

L'étude a été effectuée sur 11 fennecs adultes (âge > 11mois), dont 10 mâles et 1 femelle.

Quatre fennecs de l'étude sont nés au niveau du Zoo, d'autres proviennent des dons de citoyens. L'enclos des fennecs renferme les 11 individus qui vivent ensemble ; le coin de l'enclos est presque toujours ensoleillé (Figures15-16). L'alimentation de ces animaux consiste principalement en du poulet et viande de mulet, la distribution de l'aliment et de l'eau est régulière et se fait chaque matin.

Suivi sanitaire des animaux : lors de la détection d'un sujet malade, le vétérinaire du zoo isole le fennec dans une cage individuelle au niveau de la clinique du parc, et lui administre le traitement.



Figure 16. Fennecs du Zoo du Jardin Botanique du Hamma (Photo personnelle)

3. Collecte de sang et mode de contention

Les collectes de sang ont eu lieu en Octobre 2018 et en Mars 2019. Le jour de la collecte de sang, l'animal est identifié (mâle/femelle) et pesé à l'aide d'une balance électronique. Le fennec est alors immobilisé en vue de la prise de sang. Les fennecs n'ont pas été anesthésiés ou sédatisés. Un aide saisit d'une main la tête du fennec en assurant la fermeture de la gueule et de l'autre les 3 pattes, en libérant une seule patte pour le prélèvement. Les prélèvements ont été effectués sur la veine radiale (Figure 17). Les prélèvements ont été réalisés par la vétérinaire du Zoo, qui a appliqué du savon liquide iodé (Bétadine) pour raser les poils, puis placé un garrot afin de détecter la veine (Figure18). Un échantillon de 1 à 2 mL de sang est collecté sur chacun des animaux, puis recueilli dans un tube hépariné. Chaque tube est identifié puis immédiatement placé dans une glacière pour maintenir le sang frais.



Figure 17. Technique du prélèvement sanguin chez le fennec (photo personnelle)



Figure 18. Technique du prélèvement sanguin chez le fennec (photo personnelle)

4. Mesure du taux d'hématocrite

L'hématocrite a été mesuré dans le Laboratoire de Physiologie Animale de l'ENSV d'Alger.

Les valeurs de l'hématocrite ont été déterminées sur les 11 échantillons de sang prélevés au niveau de la veine radiale du fennec et recueillis dans des tubes héparinés. Les mesures de l'hématocrite ont eu lieu dans les 2 à 3 heures suivant la collecte de sang. L'hématocrite a été défini à l'aide de tubes capillaires micro-hématocrite. Après une délicate homogénéisation des tubes héparinés, les tubes capillaires sont placés directement dans le sang. Ce dernier remonte par capillarité. Les tubes capillaires sont remplis à 75%. Après un essuyage, les capillaires sont scellés à leur extrémité non fermée, avec du mastic. Pour ce faire on enfonce à l'horizontale le tube capillaire dans le mastic tenu à la verticale, jusqu'à ce que le tube capillaire touche le fond de la plaque de mastic. Les tubes à hématocrite sont placés dans les rainures du plateau de la centrifugeuse et centrifugés pendant 5 min à 12000 tours/min selon la méthode de Hettich. Cette méthode est définie dans la norme DIN 58933³.

Après la centrifugation, la lecture immédiate du taux d'hématocrite est réalisée de la manière suivante : l'emplacement de tube sur l'abaque de lecture se fait de telle sorte que le bas du culot

³ DIN 58933-1 : Hämatologie. Bestimmung des Volumenanteils der ErythrozytenimBlut. Teil 1: ZentrifugationsmethodealsReferenzmethode. Berlin :BeuthVerlag, janvier 1995.

globulaire rouge soit au niveau de la graduation zéro, et que le haut du plasma (ménisque inférieure) soit au niveau de la graduation 100. Le taux d'hématocrite correspond au pourcentage lu juste en dessous de l'anneau blanc des globules blancs et des plaquettes (Figure 19).

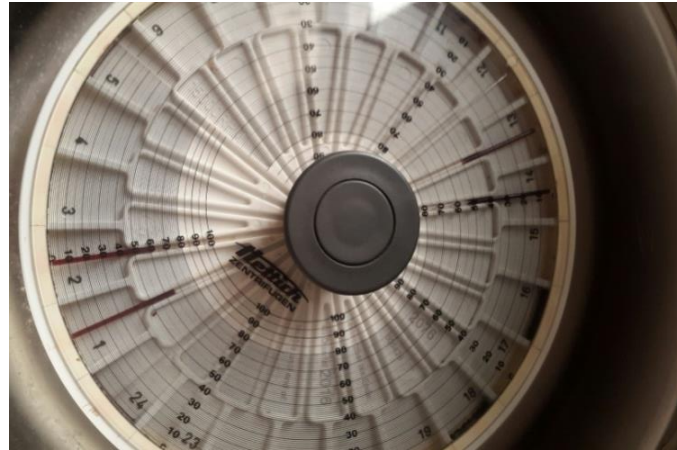


Figure 19. La lecture du taux d'hématocrite (photo personnelle)

5. Evaluation de la résistance globulaire

Les tests de fragilité osmotique ont été effectués au sein du Laboratoire de Physiologie Animale de l'ENSV d'Alger. Ils ont eu lieu dans les 2 à 3 heures suivant la collecte de sang.

a- Préparation des solutions à concentration saline décroissante

Pour chacun des 10 échantillons sanguins, dix tubes à hémolyse (Figure 20), renfermant des concentrations salines croissantes en utilisant une solution saline tamponnée au phosphate (PBS⁴, 10 % NaCl), pH=7,4) (annexe 03) ont été préparés (Tableau 6) (Okwusid, 2011).

⁴phosphate buffered saline =tampon phosphate saline

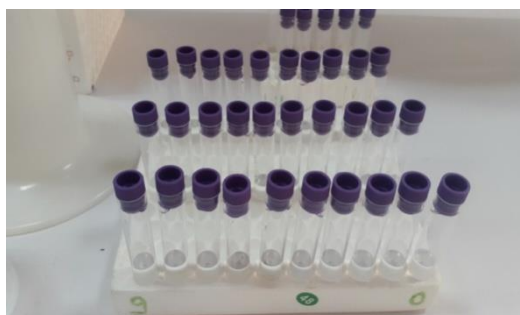


Figure20. Préparations des différentes solutions osmotiques pour chaque échantillon (photo personnelle)

Tableau 6. Préparations des différentes solutions osmotiques selon Okwusid(2011)

Tube n°	Vol sanguin (mL)	Vol PBS (mL)	Vol d'eau distillée (mL)	Vol final (mL)	NaCl (%)
T9	0,01	2,25	0,24	2,50	0,90
T 8	0,01	2,00	0,49	2,50	0,80
T 7	0,01	1,75	0,74	2,50	0,70
T6	0,01	1,50	0,99	2,50	0,60
T 5	0,01	1,25	1,24	2,50	0,50
T4	0,01	1,00	1,49	2,50	0,40
T3	0,01	0,75	1,74	2,50	0,30
T2	0,01	0,50	1,99	2,50	0,20
T1	0,01	0,25	2,24	2,50	0,10
T0	0,01	0,00	2,49	2,50	0,00

b- Les étapes de l'expérimentation

▪ Etape1 : lavage des hématies

Les échantillons sanguins ont été placés directement dans la centrifugeuse à 3000tours/mn pendant 10mn. Le plasma et la couche de globules blancs de chaque tube ont été retirés à l'aide d'une micropipette (200 μ L) et le culot érythrocytaire a subi 3 lavages successifs avec une solution saline du sérum physiologique (NaCl 0,9%) (Figure 21). Après chaque lavage et changement de solution, les échantillons sont de nouveau centrifugés. A l'issue de la dernière centrifugation, 10 μ L ont été prélevé du culot érythrocytaire et placé en suspension dans chaque tube à hémolyse (Tableau 6),

Le protocole de référence prévoyait un volume final de 5mLde solution, cependant, vue l'impossibilité de collecter une quantité suffisante de sang du fennec (1 à 2 mL) les chiffres correspondants à chaque composant (Okwusidi, 2011) ont été divisés par 2. Le volume final de chaque tube à hémolyse a ainsi été de 2,5mL.

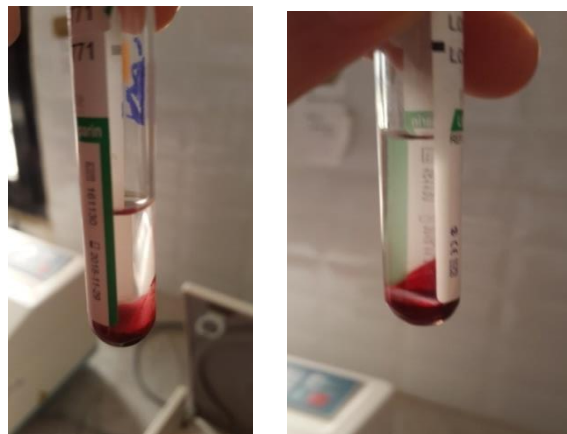


Figure 21. Etape de lavages des globules rouges (photo personnelle)

▪ Étape 2 : Test de fragilité osmotique des globules rouges

Le test de fragilité osmotique exploite les modifications structurales caractéristiques de la membrane des globules rouges lorsque la cellule est soumise à des contraintes (Partpart, 1947; Murphy, 1967). L'expérience a été effectuée sur les érythrocytes lavés selon une méthode normalisée décrite précédemment (Oyewale, 1993; Okwusidi, 2002, 2004).

Les échantillons à analyser ont été placés à température ambiante pendant 5 minutes. Les solutions à osmolarité croissante de NaCl ont été homogénéisées par retournement. Les hématies ont été prélevées (10µL) à partir du culot érythrocytaire grâce à une micropipette : ce volume est placé dans chaque tube à hémolyse en commençant par le tube 0 (0% NaCl) qui ne contient que de l'eau distillée.

Tube n° 9 : 0,9% de NaCl ;**Tube n° 8** : 0,8% de NaCl ;**Tube n° 7** : 0,7% de NaCl ;**Tube n° 6** : 0,6% de NaCl ;**Tube n° 5** : 0,5% de NaCl ;**Tube n° 4** : 0,4% de NaCl ;**Tube n° 3** : 0,3% de NaCl ;**Tube n° 2** : 0,2% de NaCl ; **Tube n° 1** : 0,1% de NaCl ;**Tube n°0** : Eau distillée.

Les tests ont été effectués pour un volume final de 2,5 mL. Les tubes ont été placés pendant 1 heure à la température ambiante, suite de quoi les échantillons ont été centrifugés à 2500 tours/mn pendant 10 minutes. L'évaluation visuelle du test de fragilité osmotique s'est basé sur deux critères : la présence ou non d'un culot érythrocytaire et la couleur du surnageant (Quéval et al., 1989).

<i>Observation du culot</i>	<i>Observation du surnageant</i>	<i>Déduction</i>
Présence d'un culot érythrocytaire	Liquide surnageant incolore	Pas d'hémolyse
Présence d'un culot érythrocytaire	Liquide surnageant jaune rosé	Hémolyse partielle
Absence de culot érythrocytaire	Liquide surnageant rouge	Hémolyse totale

▪ Étape 3 : Dosage d'hémoglobine

Cette étape a été réalisée dans le Laboratoire de Biochimie Clinique de l'ENSV d'Alger.

Afin de détecter l'hémolyse, la concentration d'hémoglobine libérée par les érythrocytes est mesurée dans le surnageant (Barascud et *al.*, 1998). La densité optique du surnageant a été déterminée par la spectrophotométrie à une longueur d'onde de 540nm, qui est l'onde d'absorbance de l'hémoglobine (Barascud et *al.*, 1998). L'hémolyse est exprimée en pourcentage, en se référant au taux maximal de 100% d'hémolyse pour l'échantillon contenant de l'eau distillée. Le tube à 0,9% de NaCl (PBS, pH = 7.4) est utilisé comme tube témoin.

Le dosage de l'hémoglobine permet d'évaluer le pourcentage d'hémolyse et de construire une courbe donnant le point d'hémolyse 50%. Lorsque la densité optique ne varie plus, l'hémolyse totale est atteinte.

La détermination du taux d'hémolyse s'obtient selon la formule suivante (Quéval et *al.*, 1989) :

$(d.o.x)/(d.o.100)*100= p.100 \text{ d'hémolyse}^5$

d.o.x = La densité optique du surnageant du tube X.

d.o.100 = La densité optique du surnageant du tube 100% d'hémolyse (eau distillée)

P.100 = le pourcentage.

6. Analyse statistique

Les données ont été analysées par le logiciel STATISTICA, Version 6. Les résultats ont été exprimés par la moyenne $\pm$ écart type. La relation entre le poids corporel et le taux d'hématocrite a été déterminé par un Test non paramétrique (corrélation de Spearman).

L'Effet de la saison sur le taux d'hématocrite (Printemps vs Automne) a été analysé par le Test U de Mann Whitney. Les différences entre les moyennes ont été considérées comme significatives pour $P < 0,05$ et proches de la significativité pour $P < 0,1$.

⁵ Formule 02

II. Résultats

Les résultats sont basés sur les échantillons sanguins collectés sur les 11 fennecs du Zoo du Jardin Botanique du Hamma. Le poids corporel moyen des fennecs a été de 1286 ± 209 g, avec un poids minima de 950 g et un poids maxima de 1600 g (Tableau 7).

1- L'hématocrite

Le taux d'hématocrite moyen, mesuré sur l'ensemble des fennecs ($n=11$), a été de **$50,36 \pm 8,12\%$** , avec des variations allant de 39 à 65 % (Tableau 7). Nous avons observé que 60% des fennecs ($n=6$) avaient un taux d'hématocrite supérieur ou égal à 50%.

Tableau 7. Taux d'hématocrite des fennecs du Jardin Botanique du Hamma

Echantillon	Genre	Poids (kg)	Date du prélèvement	Température ambiante °C		Ht %
				Un mois avant le prélèvement	Le jour du prélèvement	
A	Femelle	1,40	20-03-2019	23/4°	13/8°	65
B	Mâle	1,20	20-03-2019	23/4°	13/8°	49
C	Mâle	1,40	20-03-2019	23/4°	13/8°	60
D	Mâle	1,20	20-03-2019	23/4°	13/8°	53
E	Mâle	1,60	17-10-2018	26/16°	23/16°	39
F	Mâle	1,10	17-10-2018	26/16°	23/16°	52
G	Mâle	1,50	17-10-2018	26/16°	23/16°	45
H	Mâle	1,0	17-10-2018	26/16°	23/16°	42
I	Mâle	1,40	17-10-2018	26/16°	23/16°	42
J	Mâle	1,40	17-10-2018	26/16°	23/16°	50
K	Mâle	0,95	17-10-2018	26/16°	23/16°	57

- **Relation entre le poids corporel et le taux d'hématocrite :** le taux d'hématocrite n'a pas varié selon le poids corporel ($r = -0,28$, $P > 0,05$).

- **Effet de la saison sur le taux d'hématocrite :** Le taux d'hématocrite enregistré durant le printemps tend à être plus élevé que celui relevé en automne (respectivement $56,75 \pm 7,10\%$ vs. $46,71 \pm 2,44$, $P=0,07$).

2- Le test de la fragilité osmotique des érythrocytes

Le test sur la fragilité des globules rouges a été réalisé sur les échantillons sanguins provenant de 10 fennecs mâles. Le 11^{ème} échantillon (femelle) n'a pas pu être exploité à cause de l'insuffisance quantitative du prélèvement.

a- Lecture visuelle

L'hémolyse s'est produite plus ou moins complètement selon la concentration saline. Pour tous les échantillons provenant des 10 fennecs, hémolyse n'a pas eu lieu aux concentrations de 0,9%, 0,8% et 0,7% de NaCl. Pour ces tubes, l'observation d'un culot nous indique que les hématies intactes ont sédimenté ; le surnageant est parfaitement incolore, ce qui témoigne d'une absence d'hémoglobine dans la solution (Figures 22 à 25).

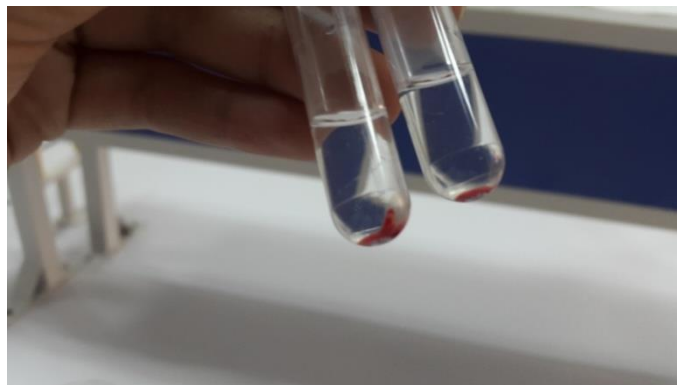


Figure 22. Le culot érythrocytaire de l'échantillon A, des tubes à 0,8% et 0,9% de NaCl (photo personnelle)

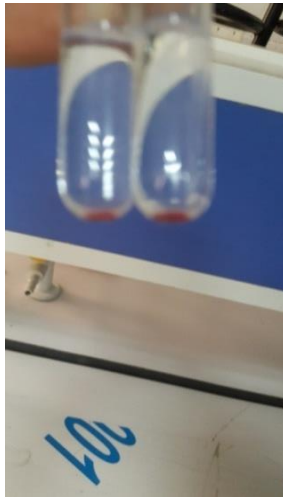


Figure 23. Le culot érythrocytaire de l'échantillon D, tube 8 et 9 (photo personnelle)



Figure 24.le culot érythrocytaire de l'échantillon F, tube 8 et 9 (photo personnelle)



Figure 25.le culot érythrocytaire de l'échantillon G, tube 8 et 9 (photo personnelle)

En descendant l'échelle des dilutions, on observe un premier tube où il commence à y avoir une hémolyse :le liquide surnageant a pris une teinte jaune rosée, et le culot érythrocytaire est

présent. On dit qu'il y a une hémolyse initiale (Hi) et la concentration saline de ce tube correspond à la « **résistance globulaire minimale** ». (Quéval et *al.* 1989) (Figures 26 et 27)

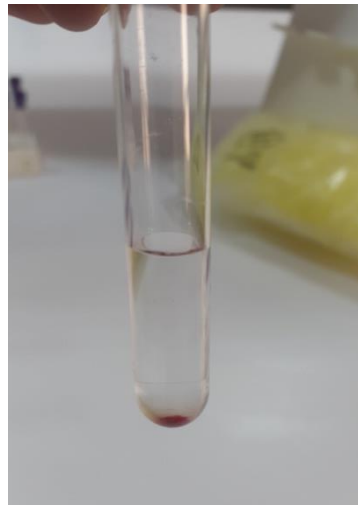


Figure 26. L'hémolyse initiale (Hi) de l'échantillon D, tube 5 (photo personnelle)

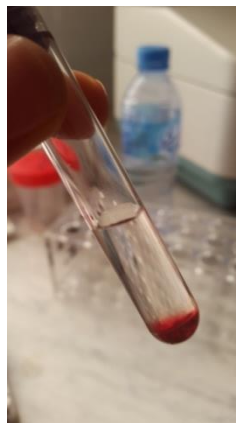


Figure 27. L'hémolyse initiale (Hi) de l'échantillon F, tube 4 (photo personnelle)

En poursuivant la lecture dans le sens des concentrations décroissantes, on observe que les tubes deviennent de plus en plus rouges (Figure 28): le culot érythrocytaire a totalement disparu (échantillons B, C, D, F, G, H, I) et presque disparu (A, E, J) et le surnageant est rouge cerise. L'hémolyse est alors totale (Ht) et la concentration saline de ce tube représente « **la résistance globulaire maximale** ». La résistance des hématies est appréciée par l'étendue qui existe entre HI et Ht (Quéval et *al.* 1989)

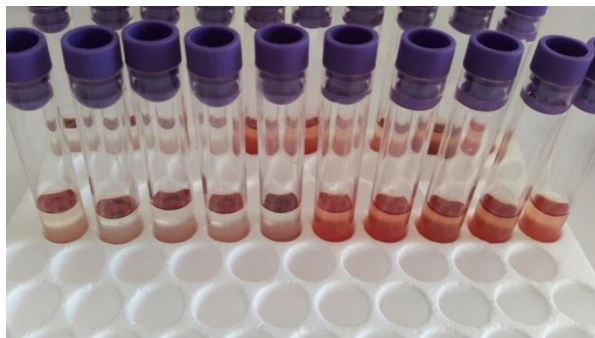


Figure 28. Test de la fragilité osmotique de l'échantillon J (photo personnelle)

Les résultats des hémolyses initiales et totales de chaque échantillon sont reportés dans le tableau 8.

Tableau 8. Les résultats d'hémolyse initiale et totale pour chaque échantillon

Echantillon	Hi « résistance globulaire minimale » (% NaCl)	Ht « résistance globulaire maximale » (%NaCl)
B	0,3	0
C	0,5	0
D	0,6	0
E	0,5	0
F	0,4	0
G	0,4	0
H	0,5	0
I	0,4	0
J	0,4	0
K	0,5	0
Moyenne	0,45	0

Hi : hémolyse initiale ; Ht : hémolyse totale

Selon nos résultats, l'hémolyse initiale a été observée :

- Pour 10% des échantillons (n=1), à 0,6% de NaCl
- Pour 40% des échantillons (n=4) à 0,5% de NaCl
- Pour 40% des échantillons (n=4) à 0,4% de NaCl
- Pour 10% des échantillons (n=1) à 0,3% de NaCl

Ainsi, 80% des échantillons testés ont présenté une hémolyse initiale aux concentrations salines comprises entre 0,4%et 0,5% de NaCl. La résistance globulaire minimale moyenne s’observe à la concentration de 0,45% de NaCl. Tous les échantillons ont présenté une hémolyse totaleà la concentration de 0% de NaCl (eau distillée).

b- Lecture spectrophotométrique

Le calcul du pourcentage d’hémolyse est réalisé selon la formule décrite précédemment (formule 02). (Tableau9)

Tableau 9.Evaluation du pourcentage d’hémolyse obtenu par le dosage de l’hémoglobine à l’aide d’un spectrophotomètre (n=10 échantillons)

Tube	NaCl%	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Moy
9	0,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,8	9,27	2,04	3,03	2,14	22,34	10,99	32,84	37,14	1,03	2,04	12,29
7	0,7	0,00	1,32	2,32	2,04	27,66	32,97	38,81	48,57	2,06	26,53	18,23
6	0,6	18,56	0,00	3,64	5,10	30,85	36,26	43,28	72,86	4,12	28,57	24,32
5	0,5	19,59	33,67	50,51	6,43	36,17	43,96	58,21	15,71	51,55	55,10	37,09
4	0,4	49,48	79,59	85,86	36,73	42,55	50,55	50,75	21,43	82,47	82,65	58,21
3	0,3	43,29	91,84	63,64	79,59	68,09	73,63	59,70	77,14	69,07	91,84	71,78
2	0,2	45,36	89,80	78,79	98,98	71,28	72,53	97,01	94,29	90,72	93,88	83,26
1	0,1	80,41	91,84	94,95	94,90	78,72	96,70	98,51	92,86	97,94	78,57	90,54
0	0,0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

La lecture spectrophotométrique montre qu'aux concentrations de 0,3%, 0,2% et 0,1% de NaCl, le taux moyen d'hémolyse est respectivement de 71,78%, 83,26% et 90,54%. Pour tous les échantillons, l'hémolyse n'a pas été totale à la concentration de 0,1% de NaCl où nous avons enregistré un taux moyen d'hémolyse de 90,54%.

Nous avons réalisé la courbe de la fragilité osmotique moyenne (Figure 29) afin de préciser le point 50% d'hémolyse. Les résultats montrent que 50% d'hémolyse s'observe pour un taux de NaCl égal à 0,44%.

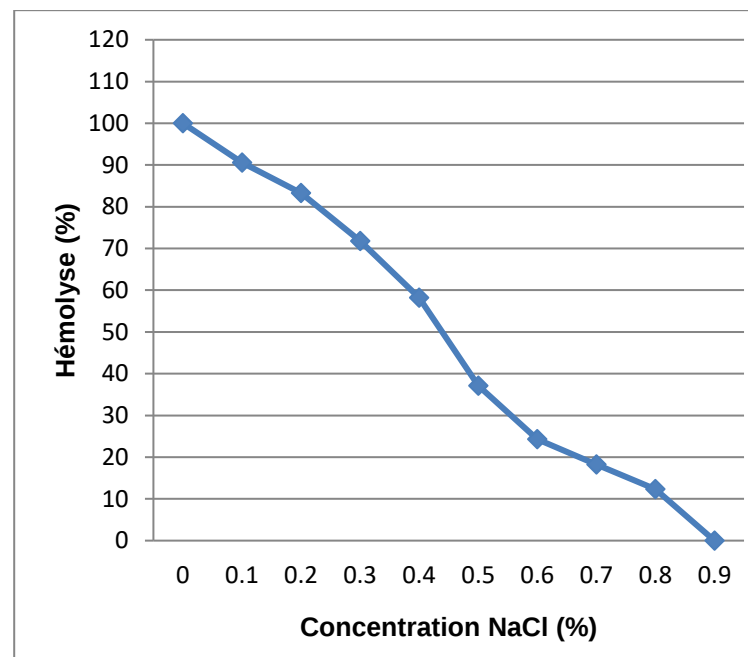


Figure 29. Courbe de la fragilité osmotique des érythrocytes du fennec (n=10 animaux).

L'observation des courbes individuelles d'hémolyse (Figures 30 à 40) montre que, pour quatre fennecs (E, F, G et H), l'hémolyse a débuté à une concentration de NaCl de 0,8% (272 mOsm/Kg) qui est proche de l'osmolarité physiologique du plasma. Ces faits suggèrent, que pour ces quatre fennecs, il y a eu une hémolyse, probablement lors de la collecte du sang. Ces fennecs (E, F, G et H) ont été agités lors du prélèvement sanguin. Nous avons, de ce fait, retracé la courbe d'hémolyse, sans tenir compte des fennecs E, F, G et H (Figure 30).

Le point hémolyse a 50 % est 0.46%.

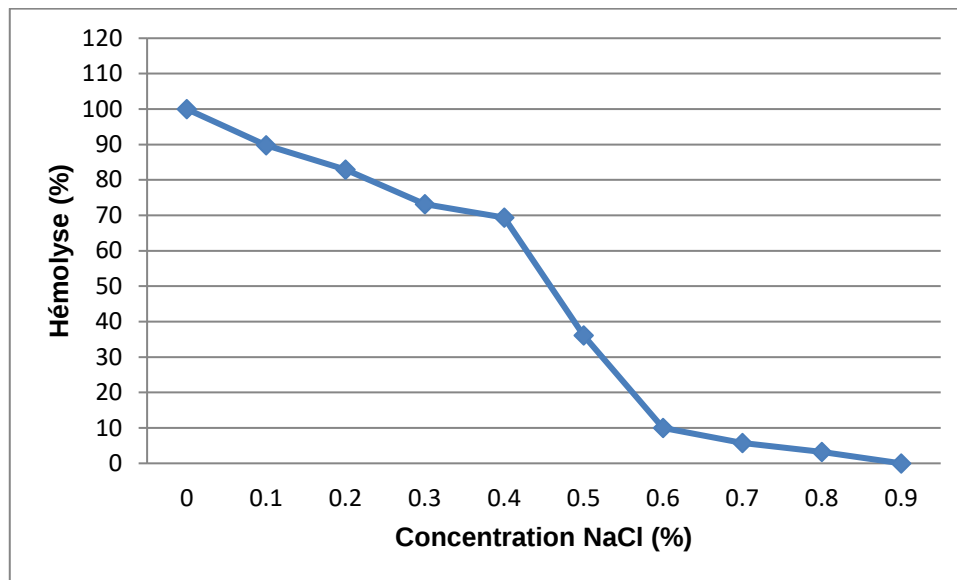


Figure 30. Courbe de la fragilité osmotique des érythrocytes du fennec (n=6 animaux).

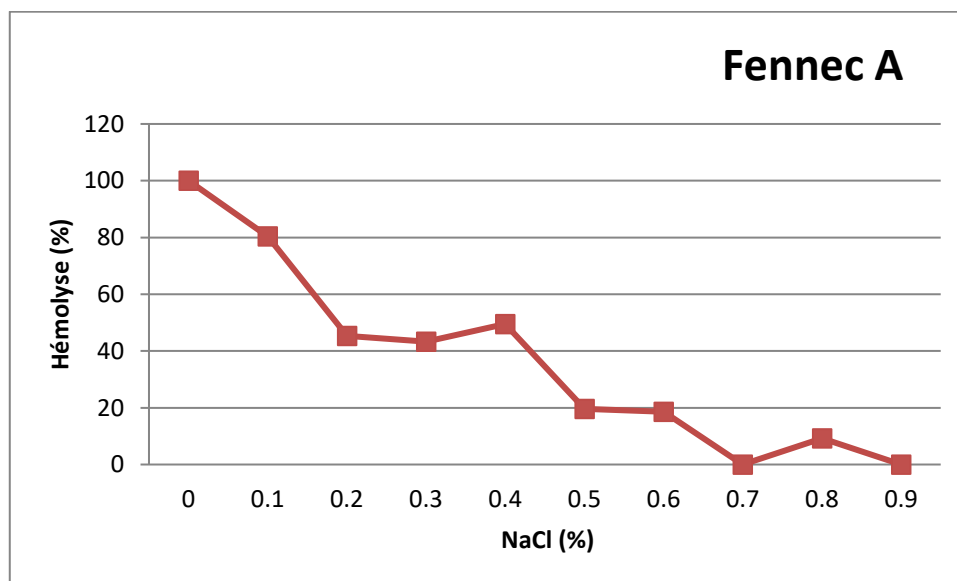


Figure 31: Courbe d'hémolyse du fennec A (échantillon A)

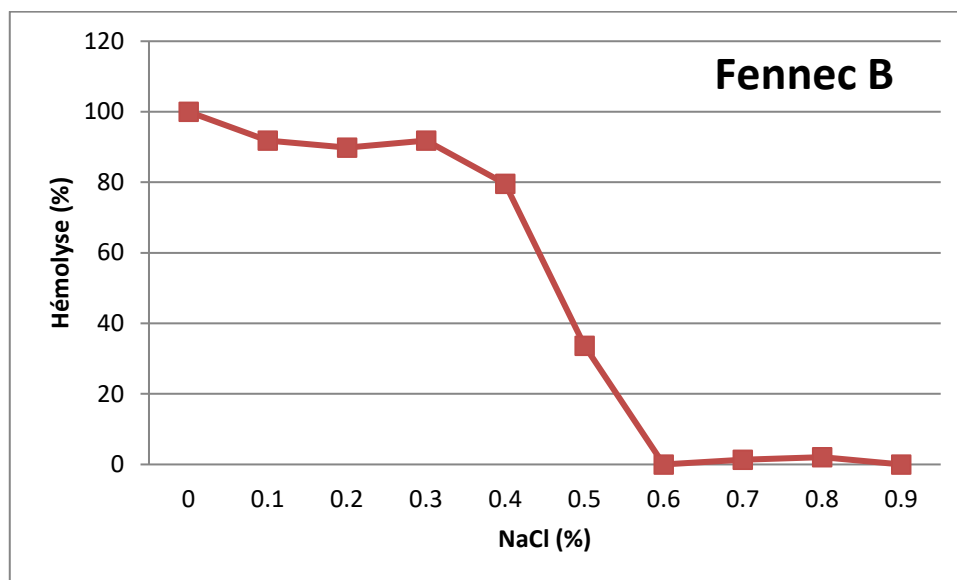


Figure 32: Courbe d'hémolyse du fennec B (échantillon B)

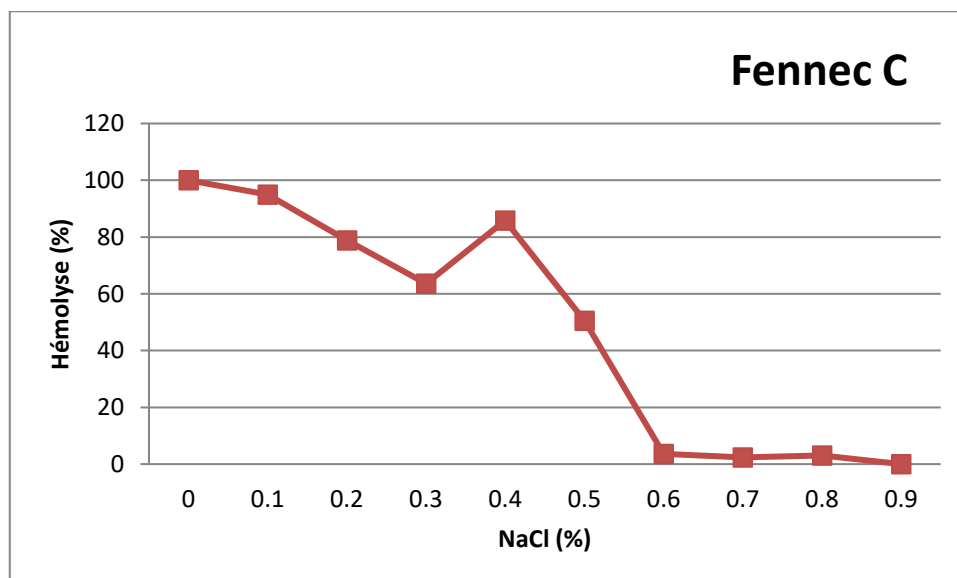


Figure 33: Courbe d'hémolyse du fennec C (échantillon C)

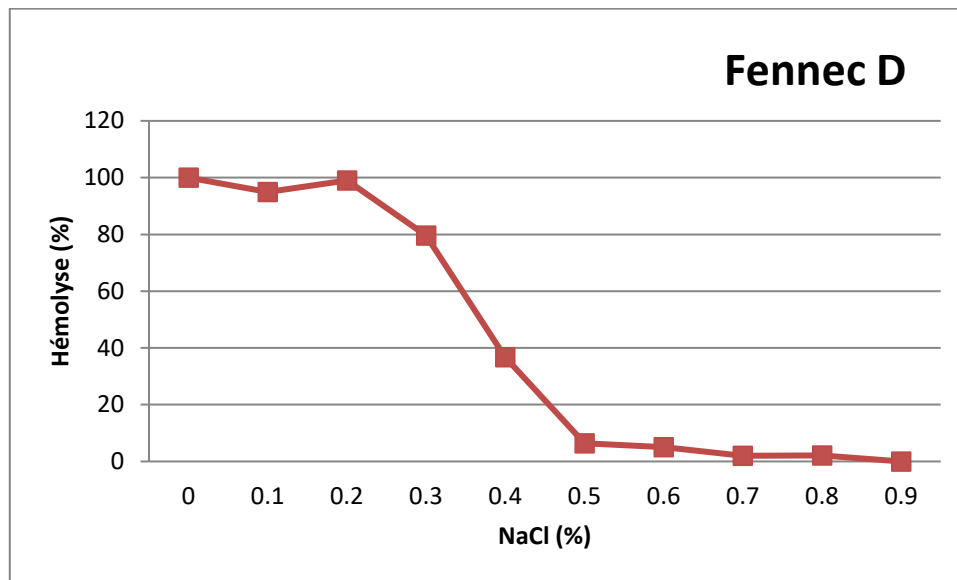


Figure 34: Courbe d'hémolyse du fennec D (échantillon D)

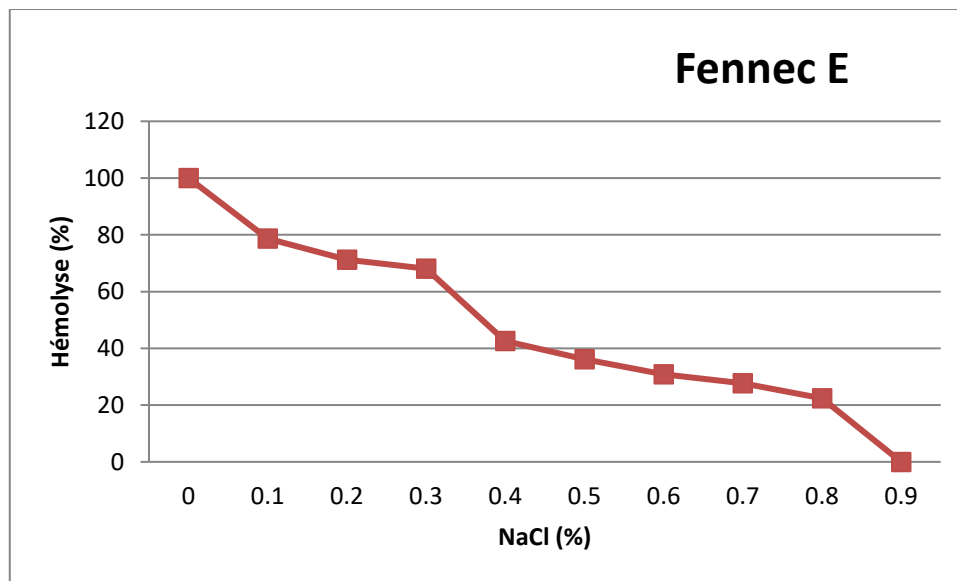


Figure 35. Courbe d'hémolyse du fennec E (échantillon E)

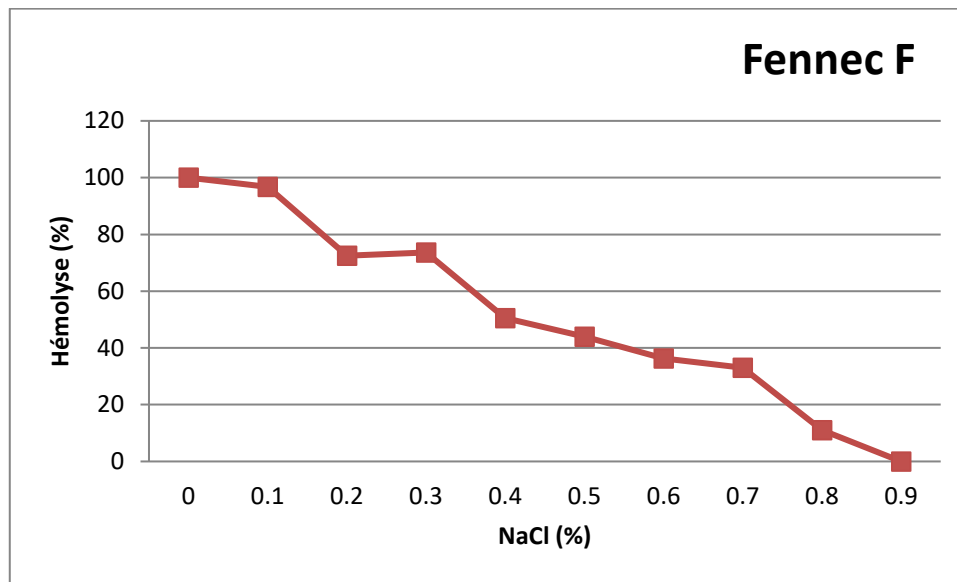


Figure 36. Courbe d'hémolyse du fennec F (échantillon F)

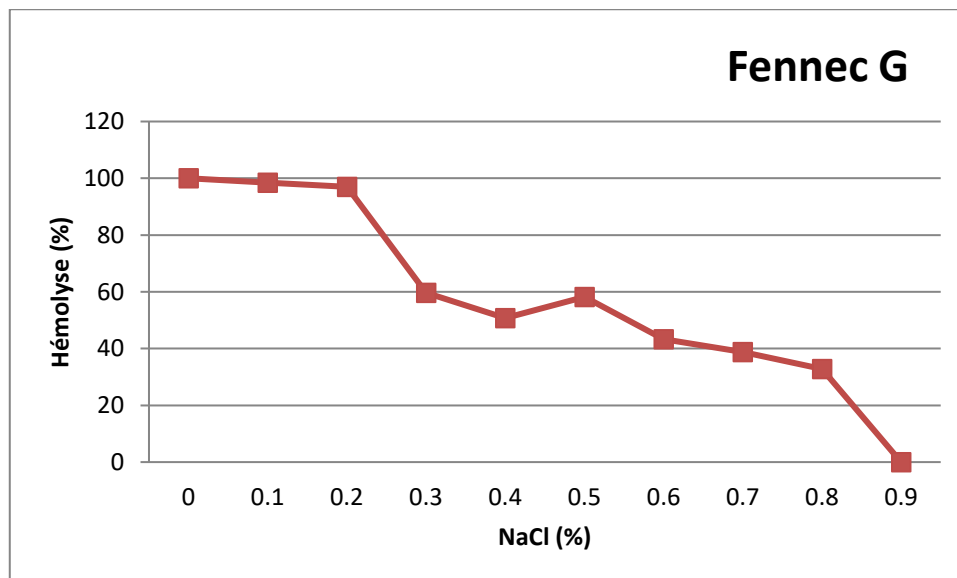


Figure 37. Courbe d'hémolyse du fennec G (échantillon G)

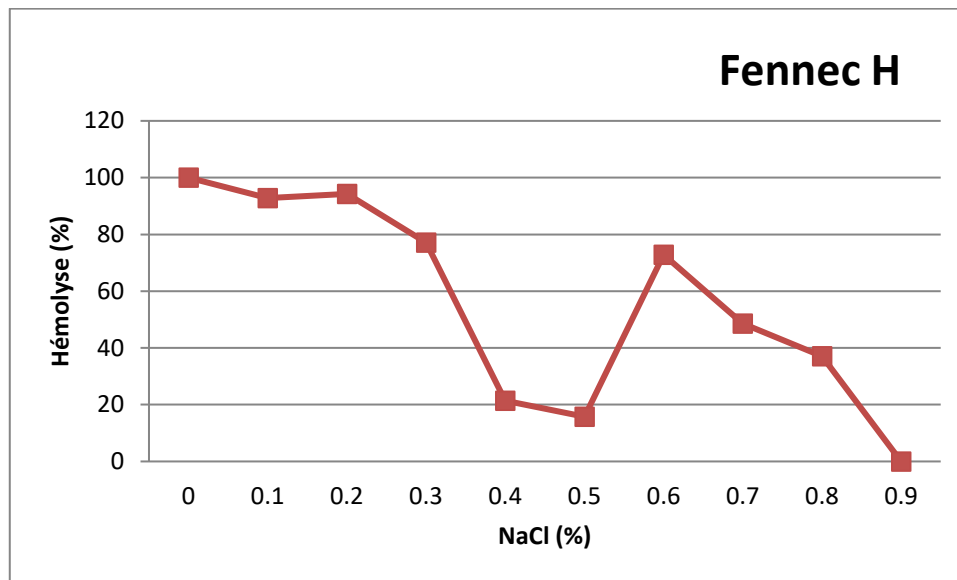


Figure 38. Courbe d'hémolyse du fennec H (échantillon H)

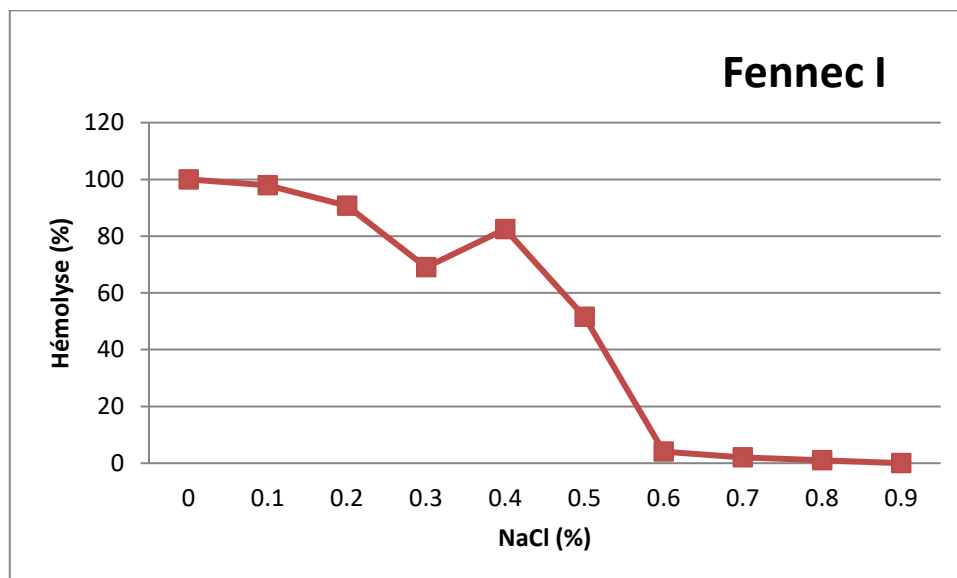


Figure 39. Courbe d'hémolyse du fennec I (échantillon I)

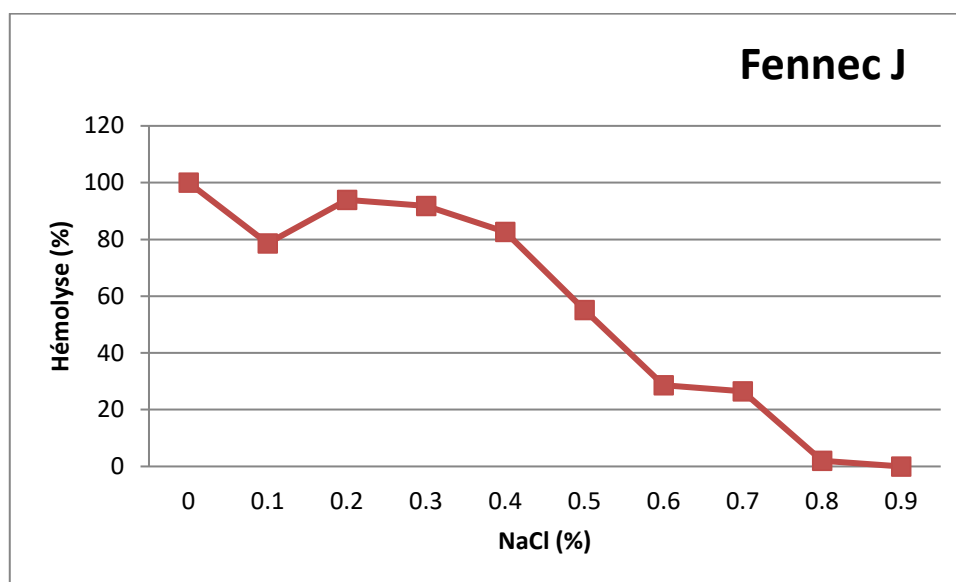


Figure 40. Courbe d'hémolyse du fennec J (échantillon J)

III. Discussion

Cette recherche a été menée dans l'objectif de définir, chez le fennec (*Vulpes zerda*), deux paramètres sanguins : le taux d'hématocrite et la résistance globulaire des érythrocytes.

Les fennecs de l'étude ont présenté un bon état sanitaire. Leur poids corporel moyen correspond à ceux rapportés par différents auteurs qui décrivent un poids corporel moyen du fennec adulte compris entre 800 et 1500 g (Incorvaia 2005 ; Lariviere, 2002 ; Cuzin, 1996). En captivité, le fennec est capable de maintenir son poids constant, et même de prendre du poids à partir d'un régime de viande fraîche (Incorvaia, 2005).

L'hématocrite

L'hématocrite correspond au volume occupé par les globules rouges (hématies ou érythrocytes) dans le sang par rapport au volume total de sang. Exprimé en pourcentage, le taux d'hématocrite est mesuré lors d'une analyse de sang pour prévenir, diagnostiquer ou suivre certaines anomalies sanguines comme l'anémie ou la polyglobulie.

Nos travaux ont permis de déterminer le taux d'hématocrite des fennecs du Zoo du Jardin Botanique du Hamma. Ce taux, évalué à $50,36 \pm 8,12\%$, est conforme aux données bibliographiques qui estiment, chez les fennecs vivants en captivité, un taux d'hématocrite variant entre 40 et 54% (Briend-Marchal et Didou, 2016), avec une moyenne de 47,6% (Incorvaia, 2005). Comparé à la formule sanguine du chien, le fennec se distingue par un

nombre de globules rouges plus élevé (9 millions/mm³ contre 6,5 millions/mm³). Les hématies du fennec sont également plus petites, avec un diamètre de 6,6 microns, contre 7,2 microns chez le chien (Incorvaia, 2005). .

Résistance globulaire du fennec

Notre étude a permis de définir, en lecture visuelle, deux valeurs d'hémolyse chez le Fennec: l'hémolyse initiale (Hi) qui représente « la résistance globulaire minimale » et l'hémolyse totale (Ht) qui représente « la résistance globulaire maximale ». La résistance des hématies est appréciée par l'étendue qui existe entre Hi et Ht.

La **résistance globulaire minimale** du fennec a été observée à la concentration de 0,45% de NaCl. La résistance globulaire varie significativement en fonction de l'espèce animale (Tableau 10). Chez le chien, la résistance globulaire minimale est proche de celle que nous avons enregistré chez le fennec, elle est évaluée à 0,45-0,50%, (Quéval et *al.*, 1989). En revanche, selon nos données, le fennec possède une **résistance globulaire maximale** (Point d'hémolyse totale) différente de celle décrite chez le chien (0,32-0,36% NaCl; Quéval et *al.*, 1989). Chez le fennec, l'hémolyse totale a été observée uniquement dans les tubes renfermant de l'eau distillée (0% NaCl). Ce résultat doit être confirmé, en augmentant notamment le nombre de fennecs testés.

Tableau 10 : Résistance globulaire (RG) chez différentes espèces mammifères (%) (Quéval et <i>al.</i>, 1989)		
Espèce	RG Minimale¹	RG Maximale²
Âne	0,54	0,35
Bœuf	0,59-0,66	0,40-0,50
Chameau	0,30	0,21
Chat	0,69-0,72	0,46-0,50
Chèvre	0,62-0,74	0,48-0,60
Chien	0,45-0,50	0,32-0,36
Mouton	0,56	0,43
Lapin	0,50	0,30
1 : Point d'hémolyse initiale ; 2 : point d'hémolyse totale		

Parmi les espèces mammifères, les chameaux et dromadaires possèdent des érythrocytes particulièrement résistants, leur résistance globulaire maximale étant observée aux concentrations de 0,21% NaCl. Chez la chèvre, la résistance globulaire maximale est relativement faible, et varie entre 0,48-0,60% NaCl (Quéval et *al.*, 1989). La forte résistance des érythrocytes du dromadaire (Figure 41) est attribuée à la forme ovale de leur sérythrocytes, ainsi qu'à la constitution chimique de la membrane plasmique érythrocytaire (Oyewale et *al.*, 2011).

Peinado et *al.* (1992) ont montré chez les mammifères artiodactyles l'existence d'une relation inverse entre la résistance osmotique et la taille des érythrocytes (volume et diamètre).

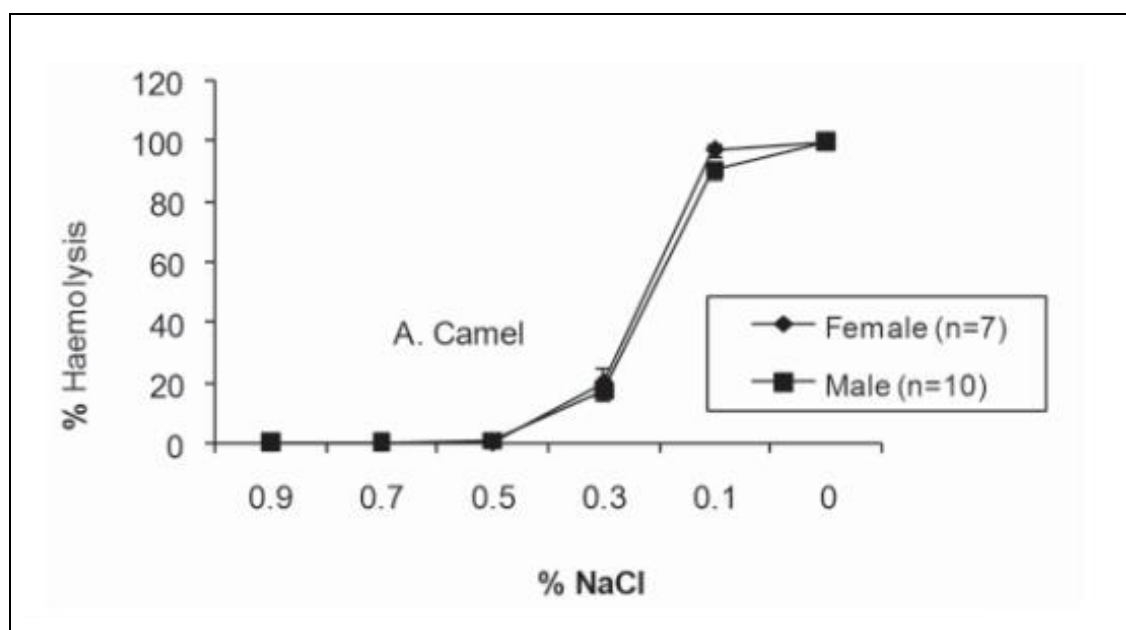


Figure 41: Courbe d'hémolyse chez le dromadaire (Oyewale et *al.*, 2011).

La lecture spectrophotométrique de la concentration d'hémoglobine dans le surnageant, nous a permis de définir le taux d'hémolyse en fonction de la concentration saline, et de comparer ce taux à ceux d'autres espèces (Tableau 10). Il ressort, qu'à la concentration de 0,2% NaCl, le fennec présente une hémolyse de 83,26%, contre 95.14% chez les bovins Zébu et 95,78% chez les bovins Taurine (Quéval et *al.*, 1989),

NaCl %	Taux d'Hémolyse % Zébu(Bovin) (Quéval et al., 1989)	Taux d'Hémolyse % Taurine (Bovin) (Quéval et al., 1989)	Taux d'Hémolyse Fennec (nos données)
0.9	2,78	1,49	0
0.8	4,05	1,57	12,29
0.7	13,64	3,62	18,23
0.6	34,92	14,10	24,32
0.5	75,56	45,90	37,09
0.4	93,82	89,78	58,21
0.3	94,04	93,76	71,78
0.2	95,14	95,78	83,26
0.1	96,71	96,45	90,54
0.0	100	100	100

Le dosage spectrophotométrique de l'hémoglobine nous a permis de définir chez le fennec **le point 50% d'hémolyse** ; il s'observe pour un taux de NaCl égal à 0,44%. En comparaison, chez le chien, ce taux est équivalent à 0,47% de NaCl (Baruscud et *al.*, 1998).

Plusieurs facteurs physiologiques peuvent modifier la résistance globulaire, tel l'âge, le sexe, la saison (Lektib et *al.*, 2016). Le type d'anticoagulant utilisé dans les tubes de collecte peut également influencer sur la résistance globulaire. Chez l'autruche, la résistance globulaire moyenne des érythrocytes (50% d'hémolyse) est observée à des concentrations salines comprises entre 0,35 et 0,45% pour les échantillons collectés sur héparine, contre 0,85% pour ceux prélevés sur EDTA. (Benford et Erlwanger, 2007). De même, chez le dromadaire, l'EDTA augmente la fragilité osmotique des érythrocytes en comparaison de l'héparine. Dans le sang collecté sur EDTA, les solutions salines de 0,4%, 0,3% et 0,2% de NaCl induisent des hémolyses respectives de 12%, 21% et 98%, contre 6%, 10% et 80% pour l'héparine (Lektib et *al.*, 2016). Nos échantillons sanguins de ce fait ont été collectés dans des tubes héparinés.

Conclusion

Cette étude a permis d'évaluer à $50,36 \pm 8,12\%$ le taux d'hématocrite des fennecs vivant en captivité dans le Zoo du Jardin Botanique du Hamma, à Alger. L'originalité de nos travaux réside dans l'étude de la résistance globulaire des érythrocytes de ces animaux. Nos résultats préliminaires ont ainsi permis de déterminer la résistance globulaire moyenne du fennec qui est

de 0,44%. Pour tous les échantillons de sang testés, l'hémolyse n'a pas été totale à la concentration de 0,1% de NaCl, suggérant une bonne résistance globulaire des érythrocytes du fennec. Ces travaux nécessitent d'être poursuivis et approfondis, en incluant notamment un plus grand nombre d'animaux.

En perspective, l'étude de l'influence de divers facteurs (âge, sexe, saison) sur la résistance globulaire, contribuera à améliorer les connaissances sur la physiologie du Fennec *Vulpes zerda*, et sur ses étonnantes capacités d'adaptation dans le désert du Sahara.

LA BIBLIOGRAPHIE

- 1- **ARDOUNI S., 2013.** Hémogramme: avancées actuelles. [en ligne]. Thèse (numéro 35) pour l'obtention du doctorat en pharmacie, Université Mohammed V- souissifaculé de médecine et de pharmacie – Rabat. Disponible sur <Http://ao.um5.ac.ma/xmlui/bitstream/handle/123456789/1103/P0352013.pdf?Sequence=1&isallowed=y> . (consulté le 05/2019)
- 2- **ASA CH. S. et CUZIN F., 2013.** Mammals of Africa part 4/6. [enligne]. Edition: Kingdonj,, Happold D., Butynski T., Hoffmann M., Happold M. And Kalian J. Bloomsbury publishing, London. Disponible sur https://books.google.dz/books?Id=jgambnst8ikc&printsec=frontcover&dq=Mammal+Species+of+the+World&hl=fr&sa=X&ved=0ahukewibsj31triahxaagmbhb_IB2kQ6AEIKDAA#v=onepage&q=Mammal%20Species%20of%20the%20World&f=false (consulté 08/2018).
- 3- **ASA CH. .S. et CUZIN, F., 2013.** *Vulpes zerda* Fennec Fox. In Mammals of Africa. Carnivores, Pangolins, Equids andRhinceroses (Volume5). [enligne]. Kingdon, J. S. And Hoffmann, M. (edition). Bloomsbury, London 2013. page 74-77.Disponiblesurhttps://books.google.dz/books?id=B_07noCPc4kC&printsec=frontcover&dq=mammals+of+africa&hl=fr&sa=X&ved=0ahUKEwjatqvE3Y7lAhUzrHEKHx6gAaMQ6AEILTAA#v=onepage&q=fennec&f=false (consulté 08/2018).
- 4- **BARASCUD Y., GUEIFI J.F., CONCORDET D., DOSSIN O., BRAUN J.P., 1998.** La fragilité osmotique du chien : validation préanalytique et analytique, valeurs usuelles, variations pathologiques. Revue de Médecine Vétérinaire, 1998, 149, 8-9, 867-874https://www.researchgate.net/publication/264243221_La_fragilite_osmotique_des_erythrocytes_du_chien_validation_preanalytique_et_analytique_valeurs_usuelles_variations_pathologiques/link/55d2d77908ae7fb244f54a12/download
- 5- **BENFORD M. AND ERLWANGER K.H., 2007.** The effect of EDTA, heparin and storage on the erythrocyte osmotic fragility, plasma osmolality and haematocrit of adult ostriches (*Struthiocamelus*). Veterinarski Arhiv 77 (5), 427-434, 2007 https://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=39024&lang=en
- 6- **BRIEND-MARCHAL A. et DIDOU A., 2016.** Atlas d'hématologie des animaux de la faune captive. MED'COM éditions, Collection ATLAS..ISBN-10 : 2354032358
- 7- **BRUCE A., BRAY D., LEWIS J., RAFF M., ROBERTH K., WATSON J. D., 1998.** Biologie moléculaire de la cellule,. Disponible sur Http://unt-ori2.crihan.fr/unspf/2010_Strasbourg_Pigault_Osmose/co/14_hematies.html

Consulté en septembre 2019)

- 8- **CHIARELLI A.B. 1975.** The chromosome of the Canidae in : *The wild canids*, N.W. Fox (Ed.) Van Nostrand Reinhold, New-York, 508 p.
- 9- **CLOUTIE L. R. A. et JUTRAS A. La formule sanguine complète. [en ligne].**
Disponible sur
<https://www.oiiq.org/sites/default/files/uploads/periodiques/Perspective/vol11no1/09-PratiqueClinique.pdf> (consulté 10/2019).
- 10- **CUZIN F., 2013.** Mammals of Africa part 5/6.[**en ligne**]. Edition: Kingdon J.,Happold D. ,Butynski T. ,Hoffmann M. ,Happold M. And Kallian J. 2013. Bloomsbury publishing, London. Disponible sur
https://books.google.dz/books?Id=B_07nocpc4kc&printsec=frontcover&dq=mammals+of+Africa&hl=fr&sa=X&ved=0ahukewia96y_ubriahul8xqkhe5zdh0q6aeikdaa#v=onepage&q=mammals%20of%20Africa&f=false (consulté 08/2018).
- 11- **DESCAT F., 2002.** Hématologie du rat : hémogramme et myelogramme. [**en ligne**].
Thèse de fin d'étude, École Nationale Vétérinaire de Toulouse, 2002. Disponible sur :
http://oatao.univ-toulouse.fr/678/1/andro_678.pdf?Viewtype=Print&viewclass=Print
(consulté 05/ 2019).
- 12- **Détermination de l'hématocrite par centrifugation** Méthode Hettich. [**en ligne**].
Disponible sur :
https://www.hettich.ch/assets/files/applikationen/Methode_Diagnostic_Haematocrite.pdf
(consulté 01/2018).
- 13- **DODDS J.** les valeurs sanguins des chiens nourris au cru[**en ligne**].Disponible sur :
<https://www.dogsnaturallymagazine.com/normal-blood-values-and-raw-fed-dogs/>
consulté 10/2019
- 14- **DO-ROUVIERE J., 2018.** Diagnostic de la sphérocytose héréditaire par cryométrie en flux. [**en ligne**]. Diplôme d'état de docteur en pharmacie.31/10/2008. Disponible sur :
http://docnum.univ-lorraine.fr/public/SCDPHA_T_2008_DO_ROUVIERE_JULIE_ANNE.pdf
(consulté09/2019)
- 15- **DRAGESCO-JOFFE A., 1993** La vie sauvage au sahara. Delachaux et Niestlé, Lausanne, Paris 240p.
- 16- **FEZZAI K., 2011.** Ecologie trophique du Fennec du Sahara *Fennecus zerda* (Zimmermann, 1780) dans Sahara septentrional (n'goussa, Ouargla). [**en ligne**].
Mémoire Ingéniorat. Agronomie. 2011 Ouargla, 126 p. Disponible sur
<https://bu.univ-ouargla.dz/ingenieur/pdf/fezzai-khedija.pdf?Idmemoire=1123> (consulté 07/2018).
- 17- **GANGLOFF L. 1972.** Breeding Fennec foxes, *Fennecus zerda*, at Strasbourg Zoo.
International Zoo Yearbook, 12 : 115-116
- 18- **GAUTHIER-PILTERS H. 1967.** The Fennec. *African Wildlife*, 21 : 117-125.

- 19- **GEFFEN, E., R. HEFNER, D.W MACDONALD, AND M. UCKO. 1992.**
Morphological adaptations and seasonal weight changes in Blanford's fox, *Vulpes cana*.
Journal of Arid Environments 23: 287-292.
- 20- **GRZIMEK B. 1974.** Le monde animal en 13 volumes. *Stauffer*, Zurich, 174p.
- 21- **HARRISON D. L.** The mammals of Arabia: Carnivora, Artiodactyla, Hyracoidea.
Ernest benn limited, London, United Kingdom 1968. 2-1, 381. Disponible sur :
https://scholar.google.com/scholar?cluster=15291522668288509727&hl=fr&as_sdt=2005&sciodt=0,5 consulté (08-2018)
- 22- **HOFFMANN, M. et SILLERO-ZUBIRIC., 2015.** *Vulpes zerda*. [enligne]. The IUCN Red List of Threatened Species .Disponible sur
<https://www.iucnredlist.org/species/41588/46173447> (consulté 09/ 2018)
- 23- **INCORVAIA G., 2005.** Étude des facteurs potentiellement limitant de la répartition des *fennecus zerda*, dans le sud-tunisien. [en ligne]. Thèse de fin d'étude. Présentée à l'université CLAUDE-BERNARD-LYON (médecin-pharmacien) et soutenue publiquement le 24 février 2005 pour obtenir le grade de docteur vétérinaire.151p. Disponible sur :
http://www.carnivoreconservation.org/files/thesis/incorvaia_2005_dvm.pdf (consulté 08/ 2018).
- 24- **KHECHEKHOUCHE E., BRAHIMI K., KERBOUB A., SLIMANI S., BISSATI S., S DOUMANDJI , AULAGNIERS., 2018.** Variation saisonnières du régime alimentaire du fennec *vulpes zerda* (Canidae,Carnivora), en Algérie . [en ligne]. *Vue d'Ecologie (Terre et Vie)*, Vol. 73 (2), 2018 : 103-114. Disponible sur
<File:///C:/Users/pc/Downloads/TV2-2018Khechekhoucheetal.103-114.pdf> (consulté 08/2018)
- 25- **KOENIG, L. 1962.** Zur fortpflanzung und jugendentwicklung des wustenfuchses (*Fennecus zerda* Zimm. 1780). *Zeitschrift fur Tierpsychologie* 27:205-246.
- 26- **KOWALSKI K. ET RZEBIK-KOWALSKA. 1991.** Mammals of Algeria. *Polish Academy of Sciences.Institut of Systematics and Evolution of Animals*. Wroclaw, Warszawa, Kraskow Zaklad Narodony Imienia Ossoinskich Wydawnictwo Polskiej Akademia nauk, 370p.
- 27- **LAB TESTS ONLINE** Hématocrite[en ligne]. Disponible sur
<http://www.labtestsonline.fr/tests/hematocrit.html?Tab=3> (consulté 09/2019).
- 28- **LARIVIÈRES., 2002.** Mammalianspecies*Vulpeszerda*(Zimmermann 1780). [enligne].published 26 december 2002 by the American Society of Mammalogists. Page &-5.article numéro 714. Disponible sur
https://watermark.silverchair.com/714-1.pdf?Token=aqecahi208be49ooan9kkhw_Ercy7Dm3ZL_9Cf3qfKAc485ysgAAAkwwgJDBgkqhkiG9w0BBwagggI0MIICMAIBADCCAikGCSqGSib3DQEHATAeBglghkgB

[ZQMEAS4wEQQM5RtZjtW6coHzcq6xAgEQgIIB-la63ly5ve6ewogil2enwyqzfhc337cbxwtcnuxpe4dgleb_bgl6ue7nmndebeuw0l9v2kdjaemu4f8f1siz8itkhytc_mafqqo3xp3vklldwhbyfjbezrx-tyfullvaicwoevoihdofp5okdwgry0cgje49v1w7ff6iao3u81apf8hq2kj9qtyh1ffmicb9uipk_epezev-8lmpmbt_f5kc9rkjkligfpxyk7_Pi_miu8klsznqyld9i09pnucbmavas2wgmzl1spmi4bhlvhc9i9b6kzhnrg1diko37yeqojhmyli-m3fwg_xjgmdo-ecfrhonhgp9xflnmk25yzjvpm30bygxi5jkpsiwzturk74m3y6ktwoohk5t4spoo1dwwkpyfrp_dfel_saajrly8l-qys-9rnetgfp92tdgikiwmcmqehg4pf0llvvq9tlk_dobvyjbpkf6vbx474sovysbv_Ouuf5PJxbIVk8t9a7-cyiri5jq7yser3gljnv6w3dki7zv7c_k1xvbjkhwvcdh2hjca63ep704-ha9vftfc2ipse4tu40tbvrokamzo73ybpwy_unzpwahlcb_atahfq8fhqr5zsg031a-ebcfi1ffb4ubgl8yuiec0a0eal650pioxom21bgpotuqm2ug-90lj5sn](https://www.researchgate.net/publication/302405236_Study_of_Incubation_Conditions_for_Erythrocytes_Osmotic_Fragility_Testing_in_Dromedary_Camel_Camelus_dromedarius) (consulté 10/2018).

- 29- **LE BERRE M.** *Faune du Sahara. Mammifères.* Ed. Rymond Chabaud, T. 2, Paris, 359 p. disponible sur <https://www.abebooks.fr/rechercher-livre/titre/faune-du-sahara/auteur/le-berre/> (consulté 08/2018)
- 30- **LEKTIB I., BARGAÂ R., CHAKIR Y., BELHOUARI A. HAMMOUMI A., EL KHASMI M. 2016.** Etude des conditions d'incubation des tests de fragilité osmotique des érythrocytes chez le dromadaire (*Camelus dromedarius*) International Journal of Research in Environmental Science (IJRES) Volume 2, Issue 2, 2016, PP 22-32[en ligne]. Disponible sur : https://www.researchgate.net/publication/302405236_Study_of_Incubation_Conditions_for_Erythrocytes_Osmotic_Fragility_Testing_in_Dromedary_Camel_Camelus_dromedarius consulté 09/2019).
- 31- **MACDONALD D.W. ET SILLERO-ZUBIRI C. (ED.) 2004.** Biology and conservation of wild canids. *Wild life Conservation Research Unit*, University of Oxford. Oxford University Press.
- 32- **MALOIIY G.M.O. ET JEWELL P.A. 1988.** The Biology of large African mammals in their environnement : proceedings of a symposium held at the Zoological Society of London on 19 and 20 May. *Zool. Soc. London*, Oxford University Press, Oxford, 304p.
- 33- **MATSUZAWA T. et IKARASHI Y., 1979.** (Haemolysis of various mammalian erythrocytes in sodium chloride, glucose and phosphate-buffer solutions. *Laboratory Animals*),13, 329-331 1979, <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1258/002367779780943297>
- 34- **MURPHY, JR (1967):** The influence of pH and temperature on some physical properties of normal erythrocytes and erythrocytes from patients with hereditary spherocytosis. *J. Lab, Clin. Med.* 1967; 69: 758 - 775.
- 35- **NOLL-BANHOLZERU., 1978.** Water balance and kidney : structure in the fennec). [enligne].Comp. Biochem. Physiol, Vol. 62 A, 593-597. Disponiblesur<https://kundoc.com/pdf-water-balance-and-kidney-structure-in-the-fennec-.html> (consulté08/2018)

- 36- **OKWUSIDI J. I., 2011.**Osmotic Fragility in Stored Non-Detergent Washed Human Erythrocytes..Afr. J. Biomed. Res. 14 (May 2011); 143 - 146<https://www.ajol.info/index.php/ajbr/article/view/95248/84594> (consulté 02/ 2018)
- 37- **OYEWALE J., DZENDA, T., LUKUMAN Y., AKANBI, D., AYO, J., OWOYELE, O., MINKA, N., DARE, T., 2011.**Altérations de la fragilité osmotique des érythrocytes de chameaux et d'ânes causées par la température, le pH et le stockage de sang (Alterations in the osmotic fragility of camel and donkey erythrocytes caused by temperature, pH and blood storage). Veterinary Archives. 81. 459-470.[https://www.researchgate.net/publication/291820705 Alterations in the osmotic fragility of camel and donkey erythrocytes caused by temperature pH and blood storage/citation/download](https://www.researchgate.net/publication/291820705_Alterations_in_the_osmotic_fragility_of_camel_and_donkey_erythrocytes_caused_by_temperature_pH_and_blood_storage/citation/download)
- 38- **PARTPART, AK (1947);** The Osmotic resistance (Fragility) of Human Red Cells, J. Clin. Invest. 1947; 26 :636 cited in Dacie and Lewis: Practical Hematology 7ed. 1991 p. 196.
- 39- **PATRICK** Comprendre les résultats des globules rouges dans une prise de sang. [en ligne]. Conseils vétérinaire de Patrick. Mars 2012. Disponible sur <https://conseilsveterinaire.com/comprendre-les-resultats-des-globules-rouges-dans-une-prise-de-sang/>(consulté 09/2019).
- 40- **PEINADO V.I., VISCOR G., PALOMAQUE J. 1992** Osmotic fragility in some artiodactylid mammals. Relationships with plasma osmolarity and red cell dimensions. Unidad de Fisiologia, Departamento de Bioquímica y Fisiologia, Universidad de Barcelona, Avd. Diagonal, 645 E-08071 Barcelona, Spain
- 41- **Phosphate Buffered Saline Buffer (PBS).** [en ligne]. Description du produit. Uptimainterschim. Disponible sur <https://www.interchim.fr/ft/6/68723A.pdf> (consulté 08/2019)
- 42- **QUEVAL R., PAGOT E., SYLLA S. MAILLARD J.C., 1989.** Résistance globulaire des hématies bovines. Revue Élevage. Médecine vétérinaire. Pays tropical. [en ligne]. 1989, p. 437-446. Disponible sur <https://agritrop.cirad.fr/394834/1/ID394834.pdf> (consulté 01/2018).
- 43- **SEDDON P.J., et LARIVIÈRE S., 2001.** :Espèce de mammifère vulpes rueppelli (mammalian species vulpes rueppelli), [en ligne].Published 26 December 2001 by the American Society of Mammalogists ,Numéro 678. Disponible sur : [https://bioone.org/journalarticle/Download?Fulldoi=10.1644%2F1545-1410\(2001\)678%3C0001%3AVR%3E2.0.CO%3B2](https://bioone.org/journalarticle/Download?Fulldoi=10.1644%2F1545-1410(2001)678%3C0001%3AVR%3E2.0.CO%3B2) (consulté 08/2019).
- 44- **SHELDON J.W. 1992.** Wild dogs : the natural history of the non-domestic Canidae. Academic Press, San Diego, 248p.

- 45- SOUDY B. 2005.** Effets Théoriques, évolution bioclinique des variations de l'hématocrite au cours de l'hémodilution normovolémique. **[en ligne]**. Faculté de médecine, de pharmacie et d'odontostomatologie. Thèse pour obtenir le grade de docteur en médecine (diplôme d'état) 2005. Disponible sur [Http://www.keneya.net/fmpos/theses/2005/med/pdf/05m211.pdf](http://www.keneya.net/fmpos/theses/2005/med/pdf/05m211.pdf) (consulté 09/2019)
- 46- SPERBER 1944** , Studies on the mammalian kidney.Zoolbidrag Uppsala 22, 249-431.
- 47- VALDESPINO C., ASA C.S.,et. BAUMAN J.O., 2002. Cycles oestriques, accouplement et gestation chez le renard fennec** (estrous cycles, copulation, and pregnancy in the fennec fox) (vulpes zerda).Journal of Mammalogy, Volume 83, Issue 1, February 2002, Pages 99–109, **[enligne]**.Disponible sur : [Https://pdfs.semanticscholar.org/f4e8/1fd41cdbb09aebcc3cd9c31790fbc48ff31b.pdf](https://pdfs.semanticscholar.org/f4e8/1fd41cdbb09aebcc3cd9c31790fbc48ff31b.pdf) (Consulté en 10/2018).
- 48- WACHER, T., BAUMAN K. & CUZIN, F., 2015.Vulpes zerda. [enligne].** La liste rouge des espèces menacées de l'UICN (*The IUCN Red List of threatened species*) 2015: e.T41588A46173447. Disponible sur <https://www.iucnredlist.org/species/41588/46173447> (consulté 08/ 2018)
- 49- WAYNE R.K., GEFFEN E., GIRMAN D.J., KOEPPFLI K.P., LAU L.M. ET MARSHALL C.R. 1997.**Molecular systematics of the Canidae. *Systematic Biology*, 46 : 622-653.
- 50- WOZENCRAFT, W.C.,** Ordre Carnivora (OrderCarnivora).In: Espèces de mammifères du monde: une référence taxonomique et géographique (Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference).**[enligne]**. D.E. Wilson and D.M. Reeder (edition), troisième Edition, pp. 532-628. Johns Hopkins University Press, Baltimore.

****Autre source d'information :**

- 51- [Www.iucn.org](http://www.iucn.org)**
- 52- [Www.canids.org](http://www.canids.org)**
- 53- [Www.futura-sciences.com](http://www.futura-sciences.com)**
- 54- [Www.jardinbotaniqueduhamma.dz](http://www.jardinbotaniqueduhamma.dz)**
- 55- [Https://www.pinterest.com/pin/555631672746534777/](https://www.pinterest.com/pin/555631672746534777/)**

LES ANNEXES :

Species	Red List 2004	Species	Red List 2004
Falklands wolf	EX	Coyote	LC
Darwin's fox	CR C2a(ii)	Crab-eating fox	LC
Island fox	CR A2be + 3e	Culpeo	LC
Red wolf	CR D	Golden jackal	LC
		Gray fox	LC
African wild dog	EN C2b	Grey wolf	LC
Dhole	EN C2a(i)	Indian fox	LC
Ethiopian wolf	EN C2a(i), D	Kit fox	LC
		Pampas fox	LC
Blanford's fox	VU C1	Raccoon dog	LC
Bush dog	VU C2a(i)	Red fox	LC
Dingo	VU A1e	Side-striped jackal	LC
		Swift fox	LC
Maned wolf	NT	Tibetan fox	LC
Arctic fox	LC	Fennec fox	DD
Bat-eared fox	LC	Hoary fox	DD
Black-backed jackal	LC	Pale fox	DD
Cape fox	LC	Rüppell's fox	DD
Chilla	LC	Sechuran fox	DD
Corsac fox	LC	Short-eared dog	DD

Notes:

Categories for the IUCN Red List of threatened species that apply to the Canidae. For a detailed treatment and definitions of the criteria refer to IUCN (2001) and www.redlist.org.

Extinct (EX): there is no reasonable doubt that the last individual of the taxon has died.

Critically Endangered (CR): the best available evidence indicates that the taxon meets any of the criteria A to E for Critically Endangered, and it is therefore considered to be facing an extremely high risk of extinction in the wild.

Endangered (EN): the best available evidence indicates that the taxon meets any of the criteria A to E for Endangered, and it is therefore considered to be facing a very high risk of extinction in the wild.

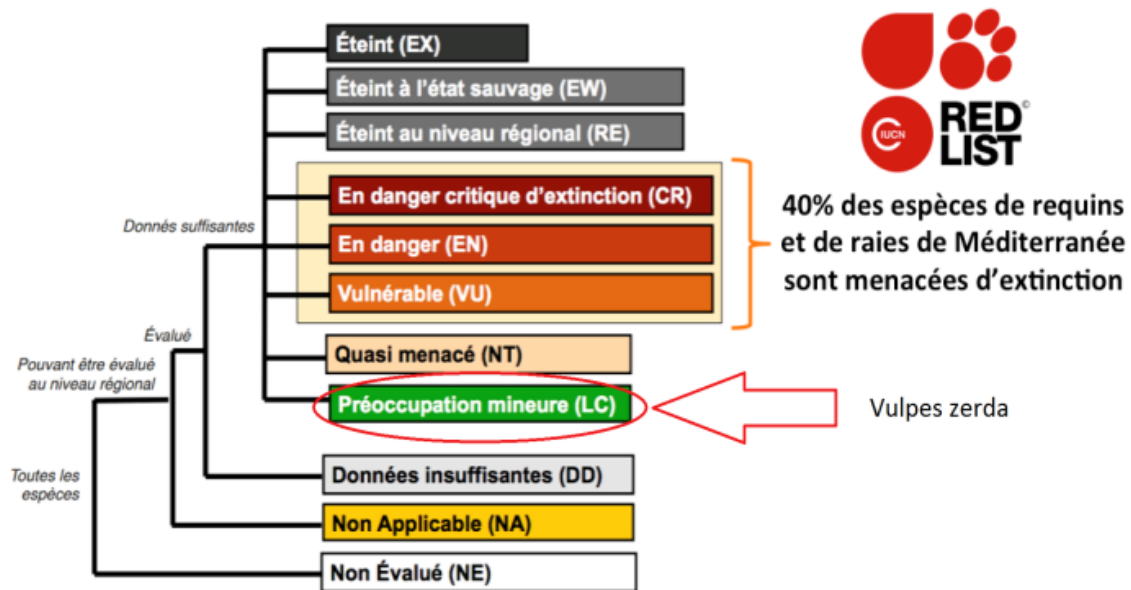
Vulnerable (VU): the best available evidence indicates that the taxon meets any of the criteria A to E for Vulnerable, and it is therefore considered to be facing a high risk of extinction in the wild.

Near Threatened (NT): the taxon has been evaluated against the criteria but does not qualify for any of the above now, but is close to qualifying for or is likely to qualify for a threatened category in the near future.

Least Concern (LC): the taxon has been evaluated against the criteria and does not qualify for any of the above. Widespread and abundant taxa are included in this category.

Data Deficient (DD): there is inadequate information to make a direct, or indirect, assessment of its risk of extinction based on its distribution and/or population status of the taxon. DD is not a category of threat, the taxon may be well studied, and its biology well known, but appropriate data on abundance and/or distribution are lacking.

Annexe1. Classement du Fennec sur la liste rouge du « canidspecialistGroup », UICN, des Canidés sauvages, 2004



Annexe 2. Le statut du vulpes zerda (zimmermann 1780) selon IUCN à partir de 2008

Annexe3. : (Phosphate Buffered Saline Buffer (PBS)) Uptima / Interchim

Phosphate Buffered Saline Buffer (PBS) is a classic solution with physiological buffering range
Composition of PBS (1X) is 137mm Sodium Chloride, 10mm phosphate, 2.7mm Potassium Chloride; phis 7.4

Résumé

Cette recherche a été menée dans l'objectif de définir, chez le fennec (*Vulpes zerda*), deux paramètres sanguins : le taux d'hématocrite et la résistance globulaire des érythrocytes. L'étude a été effectuée sur 11 fennecs adultes du Zoo du Jardin Botanique du Hamma, dont 10 mâles et une femelle, d'un poids corporel moyen de 1286 ± 209 g. Un échantillon de sang (1 à 2 mL), a été collecté sur chaque animal, au niveau de la veine radiale, puis recueilli sur tube hépariné. Le taux d'hématocrite a été défini à l'aide de tubes capillaires à micro-hématocrite. Pour le test de fragilité osmotique des érythrocytes, les solutions ont été préparées à partir de sérum physiologique tamponné au phosphate, (PBS 1%, pH= 7,4). Les hématies (10 μ L) ont été placées dans 9 tubes à hémolyse renfermant des concentrations décroissantes de NaCl (0,9% à 0,1%) et dans un tube contenant de l'eau distillée (0% NaCl). Afin de détecter le taux d'hémolyse, la densité optique du surnageant a été déterminée par spectrophotométrie (540nm). L'hémolyse est exprimée en pourcentage, en se référant au taux maximal de 100% d'hémolyse pour l'échantillon contenant de l'eau distillée. Les résultats ont été exprimés par la moyenne $\pm$ écart type. Le taux d'hématocrite moyen a été de $50,36 \pm 8,12\%$. La lecture visuelle a montré que 80% des échantillons a présenté une hémolyse initiale entre 0,4% et 0,5% de NaCl. La résistance globulaire minimale moyenne s'observe à la concentration de 0,45% de NaCl. La lecture spectrophotométrique a révélé qu'aux concentrations de 0,3%, 0,2% et 0,1% de NaCl, le taux moyen d'hémolyse est respectivement de 71,78%, 83,26% et 90,54%. Le point 50% d'hémolyse s'observe pour un taux de NaCl égal à 0,44%. Pour tous les échantillons, l'hémolyse n'a pas été totale à la concentration de 0,1% de NaCl. Ces résultats préliminaires suggèrent que les érythrocytes du fennec ont une relative bonne résistance globulaire.

Mots clés: érythrocytes, fennec, hématocrite, hémolyse, résistance globulaire.

Summary

This research was conducted with the objective of defining, in fennec (*Vulpes zerda*), two blood parameters: the hematocrit level and the erythrocyte globular resistance. The study was carried out on 11 adult fennecs of the Hamma Botanical Garden Zoo, including 10 males and one female, with an average body weight of 1286 ± 209 g. A blood sample (1-2 mL) was collected from each animal at the radial vein and collected on a heparinized tube. The hematocrit level was defined using capillary tubes with micro-hematocrit. For the erythrocytes osmotic fragility test, the solutions were prepared from phosphate buffered saline, (1% PBS, pH = 7.4). The red blood cells (10 μ L) were placed in 9 hemolysis tubes containing decreasing concentrations of NaCl (0.9% to 0.1%) and in a tube containing distilled water (0% NaCl). In order to detect the hemolysis rate, the optical density of the supernatant was determined spectrophotometrically (540 nm). Hemolysis is expressed as a percentage, referring to the maximum rate of 100% hemolysis for the sample containing distilled water. The results were expressed as mean $\pm$ standard deviation. The average hematocrit level was $50.36 \pm 8.12\%$. Visual reading showed that 80% of the samples had initial haemolysis between 0.4% and 0.5% NaCl. The average minimum globular resistance is observed at the concentration of 0.45% NaCl. The spectrophotometric reading revealed that at concentrations of 0.3%, 0.2% and 0.1% NaCl, the mean hemolysis rate is 71.78%, 83.26% and 90.54% respectively. . The 50% haemolysis point is observed for a NaCl level equal to 0.44%. For all samples, hemolysis was not complete at 0.1% NaCl. These preliminary results suggest that fennec erythrocytes have relatively good globular resistance. **Key words:** erythrocytes, fennec, hematocrit, hemolysis, globular resistance.

المخلص

أجري هذا البحث بهدف تحديد عنصرين متغيرين في الدم لدى الفنك (ثعلب الصحراء) معدل الهيماتوكريت (حجم الخلايا المكندسة) والمقاومة الكروية للكريات الحمراء. أجريت هذه الدراسة على 11 ثعلبًا بالغًا في حديقة حيوانات الحامة الجزائر بما في ذلك 10 ذكور واثني بمتوسط وزن يبلغ 1286 ± 20 . جمعت عينة (2-1 مل) في أنبوب هيبارين لكل حيوان و هذا عن طريق اخذ الدم من الوريد الشعاعي. تم التحصل على مستوى الهيماتوكريت باستخدام أنابيب الشعرية. لإختبار هشاشة كرات الدم الحمراء ، تم تحضير المزيج من محلول ملحي مضاف له الفوسفات (درجة الحموضة 7.4) بمستوى تركيز 1% وضعت خلايا الدم الحمراء (10 ميكرو لتر) في 9 أنابيب انحلال الدم التي تحتوي على تركيزات متناقصة من كلوريد الصوديوم (0.9 % إلى 0.1 %) وفي أنبوب يحتوي على الماء المقطر 0 % كلوريد الصوديوم. من أجل الكشف عن معدل انحلال الدم ، تم تحديد الكثافة الضوئية للطف الضوئي (540 نانومتر). تم التعبير عن انحلال الدم بنسبة مئوية، مع الإشارة إلى الحد الأقصى لمعدل انحلال الدم بنسبة 100 % للعينة التي تحتوي على الماء المقطر.

تم التعبير عن النتائج بالمعدل $\pm$ écart type. متوسط مستوى الهيماتوكريت $50.36 \pm 8.12\%$

ولقد لوحظ متوسط الحد الأدنى من المقاومة . أظهرت القراءة البصرية أن 80 % من العينات كان لديها انحلال أولي يتراوح بين 0.4 % و 0.5 % كلوريد الصوديوم. الكروية بتركيز 0.45 % كلوريد الصوديوم. وكشفت القراءة الطيفية أنه بتركيز 0.3 % ، 0.2 % و 0.1 % كلوريد الصوديوم، كان معدل انحلال الدم هو 71.78 % ، 83.26 % و 90.54 % على التوالي.

لوحظت نقطة انحلال الدم بنسبة 50 % لمستوى كلوريد الصوديوم بنسبة 0.44 % . بالنسبة لجميع العينات لم يكتمل انحلال الدم عند 0.1 % كلوريد الصوديوم. هذه النتائج الأولية تشير إلى أن كريات الدم الحمراء لدى الفنك لديها مقاومة كروية جيدة نسبيًا.

الكلمات المفتاحية: كريات الدم الحمراء، الثعلب (الفنك)، الهيماتوكريت، انحلال الدم، المقاومة الكروية.

