الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

المدرسة الوطنية للبيطرة - الجزائر

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE – ALGER

PROJET DE FIN D'ETUDES
EN VUE DE L'OBTENTION
DU DIPLOME DE DOCTEUR VETERINAIRE

Thème:
CONTRIBUTION A L'ETUDE DES PARAMETRES HEMATOLOGIQUES DE L'AUTRUCHE:
Taux d'hématocrite chez l'autruche (*struthio camelus*) dans la région d'Alger.

Présenté par HABOUB SOUHILA
Soutenu : 04/06/2008.

Devant le Jury:

-. Président : Mr. LAAMARI .A	**Chargé de cours à l'ENV d'Alger**
-. Promoteur : Mme ILES.I	**Chargée de cours à l'ENVd'Alger**
-. Examinateur01 : Mme MOKRANI.N	**Chargée de cours à l'ENVd'Alger**
-. Examinateur 02 : Mme.MILLA	**Chargée e cours à l'ENV d'Alger**

Année universitaire : 2007-/2008

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, je tiens à adresser mes sincères remerciements à toute personne ayant contribué de loin ou de près à la réalisation du présent mémoire,
Qui n'aurait jamais été réussi sans leurs efforts et sacrifices. Je citerai :

❋ M^{me} ILES ma promotrice, je lui dois énormément. Quelle reçoit l'expression de ma reconnaissance pour m'avoir pris en charge, et, pour tout son dynamisme et ses compétences scientifiques qui m'ont permis de mener à bien cette étude. Je lui suis très reconnaissante pour sa compréhension, qu'elle reçoit toute expression de ma gratitude et respect.

❋ Mr. LAAMARI d'avoir bien voulu présider mon jury.

❋ M^{me} MOKRANI pour avoir bien voulu examiner mon travail et accepter de faire partie de mon jury, ainsi que pour ses encouragements.

❋ Mme MILLA pour avoir bien voulu examiner mon travail.

❋ Mr. BENDEDOUCHE pour sa compréhension.

❋ M^{me} CHAHED pour son aide et sa gentillesse.

❋ M^{me} DJELOUT

❋ Un grand merci pour Mr. GHAZLI de m'avoir confié ses autruches en toute confiance et toute sa famille.

❋ Docteur GHAZLI TAREK.

❋ Docteur FADLI RACHIDA pour son soutien, son aide précieuse, ses connaissances scientifiques et sa disponibilité.

❋ Mr. HAFFASSI FAICEL docteur vétérinaire spécialiste de la faune sauvage, d'avoir eu la gentillesse de m'accueillir et de me communiquer ses connaissances.

❋ Mme KERAGUEL docteur en pharmacie et son aide précieuse.

DEDICACES

Ce travail qui marque la fin de mes études pour l'obtention du diplôme de docteur vétérinaire, est aussi l'occasion pour moi de partager ma joie avec les êtres qui me sont les plus chers, dont beaucoup ne s'imaginent même pas l'ampleur de ma gratitude

Je dédie alors ce travail à :

Mon père

Ma très chère mère, pour son soutien jour après jour, ses sacrifices et sa sincère volonté de me voir heureuse.

Mes deux sœurs Ibtissem et Neila.

Mes très chers frères Salim et Abdelhak

Tonton Zine

Ma très chère tante Sabiha

Ma très chère Fati

Mes très chères cousines Nena, Sara, Teiba, Mouna, Hafida, Mira, Maya, Hakima, Fella, Imen, Fella et Lina

Mes amis(e) Maya, Isma, Khadidja, Nissma, Mouni, Narimen, Mina, Akila, Sana, Imen, Nazimou, Djamil, Raouf, Rostom et Noufel

A Redha

A Fateh

Tous ceux qui m'ont aidé de prés comme de loin dans mes études

SOMMAIRE

INTRODUCTION……..……..…. 8

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 1

BIOLOGIE DE L'AUTRUCHE

I. CLASSIFICATION DE L'AUTRUCHE……..……..…….. 15

I. 1. Classification des struthioniformes**……..……..…..... 16**

I. 2. Les sous espèces et leurs particularités**……..….. 18**

II. LA DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE……..……..19

II. 1. La distribution géographique de l'autruche à l'état sauvage**.....19.**

II.2. Répartition mondiale des élevages d'autruches**…… 20**

II.2.1. Historique de la domestication d'autruche**……..…….20**

II.2.1.1. Domestication de l'autruche dans le monde**……20**

II.2.1.2. Domestication de l'autruche en Algérie**...…..…….. 21**

II.2.2. La production actuelle mondiale de l'autruche**….....……..22**

III. ANATOMIE DE L'AUTRUCHE……24

III.1. La peau et les phanères**……..25**

III.2. La tête**……27**

III.3. L'appareil locomoteur**……..……28**

III.4. L'appareil digestif**……..……...31**

III.5. L'appareil respiratoire……34

III.6. L'appareil circulatoire……35

III.7. L'appareil reproducteur et activité sexuelle……..36

III.7.1. L'appareil reproducteur femelle……..36

III.7.2. L'appareil reproducteur mâle……..37

III.7.3. Le sexage……38

- Différenciation des sexes chez l'autruche adulte……..…….39

- Différenciation des sexes chez les autruchons……40

III.7.4. L'activité sexuelle…….……40

III.8. La fonction rénale……..43

III.9. Les organes des sens…..……..…….…… 43

III.10. Le système nerveux……..……...44

III.11. Le système immunitaire……44

CHAPITRE 2

PARAMETRES HEMATOLOGIQUES DE L'AUTRUCHE

I. Hématologie de l'autruche……..…46

I.1. Le taux sanguin d'hémoglobine…….……46

I.2. Les cellules sanguines…….……47

I.2.1. Les globules rouges……47

I.2.1.1. Les valeurs morphométriques des globules rouges..... 47

I.2.1.2. Indices érythrocytaires……48

- Volume globulaire moyen……. 48

- Teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine…..... 49

- Concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine.... 50

I.2.2. Les globules blancs...…….....… 51

- Les hétérophiles……..……. 51

- Les éosinophiles……..…… 51

- Les lymphocytes…….…… 51

- Les basophiles…….. 51

- Les monocytes…… 52

I.2.3. Les plaquettes sanguines…..……...…… 53

I.3. Numération et formule sanguine…… 53

II. L'HEMATOCRITE CHEZ L'AUTRUCHE…… 54

II.1. Définition de l'hématocrite …… 54

II.2. Méthodes de mesure……. 55

II.2.1. Méthodes manuelles……..…….. 55

- Microhématocrite…….....…….. 55

- Méthode de Wintrobe……..…… 56

II.2.2. Méthodes automatiques……..…… 57

- Le principe Coulter……... 57

- Le laser…….…….. 57

II.3. Intérêt clinique (diagnostic)……. 58

III. VALEURS DE L'HEMATOCRITE CHEZ L'AUTRUCHE ……. 59

APPROCHE EXPERIMENTALE

I. OBJECTIFS……61

II. MATERIEL ET METHODES…… 61

II.1. Animaux**……..…… 61**

II.2. Prélèvements de sang**……61**

- Chez l'autruche juvénile**……62**

- Chez l'autruche adulte**……62**

II.3. Mesure du taux d'hématocrite**……63**

❖ Choix de la méthode**…….…….. 63**

❖ Réalisation du Microhématocrite**…….…….. 64**

- Première étape**…….……..……..64**

- Deuxième étape**……..…….65**

- Troisième étape**……..…….65**

- Quatrième étape**……..…….66**

- Cinquième étape**……..……66**

- Sixième étape**……..…… 67**

III. RESULTATS ET DISCUSSION…….……67

- Le taux d'hématocrite chez les autruches adultes**……..… 68**

- Le taux d'hématocrite chez les autruchons**…….…….…71**

CONCLUSION ……...75

INTRODUCTION

La production mondiale de l'autruche d'élevage est en pleine expansion. Elle est passée de 350 000 en 2005 à 535 000 en 2006 (Carbajo, 2006). Le cuir, d'excellente qualité, représente le principal produit issu de l'autruche. Sa viande est également appréciée pour son taux élevé en protéines et faible en matières grasses (Benromdhane et al, 2000).

En Algérie nous dénombrons actuellement la présence de quelques 800 autruches en élevage à travers le territoire national (Djellali, 2005).
L'intérêt croissant que suscite depuis peu ce type d'élevage en Algérie nécessite, de la part des cliniciens vétérinaires, de connaître les valeurs des différents paramètres physiologiques. C'est dans cet objectif que nous avons entrepris de définir les valeurs usuelles du taux d'hématocrite chez les autruches élevées dans la région d'Alger. Le taux d'hématocrite constitue un indicateur clé de l'état de santé de l'animal.

La première partie de notre travail, la partie bibliographique, sera consacrée à la biologie générale de l'autruche, puis à l'étude de son hématologie. Dans la seconde partie, la partie expérimentale, nous avons défini les valeurs du taux d'hématocrite et étudié les éventuelles variations liées à l'âge.

LISTE DES ABREVIATIONS

C° : Degré Celsius

C.C.M.H : Concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine

cm : Centimètre

cm^3 : Centimètre cube

E.D.T.A : Acide éthylène- diamine- tétraacétique

g : Gramme

GB : Globule blanc

GR : Globule rouge

g/dl : Gramme par décilitre

Hct : Hematocrit (en anglais)

Ht : Hématocrite

Kg : Kilogramme

Km/h : Kilomètre par heure

ml : Millilitre

µm : Micromètre

μm^3 : Micromètre cube

mm^3 : Millimètre cube

m Osm : Milli Osmolle

PCV : Packed cell volume (en anglais)

Pg : Pico gramme

T.C.M.H : Teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine

V.G.M : Volume globulaire moyen

$: Dollars

% : Pourcentage

vs : Versus

LISTE DES FIGURES

Numéro	Titre	Page
1	Groupe des ratites	**15**
2	Autruche	**17**
3	Nandou	**17**
4	Casoar	**17**
5	Emeu	**17**
6	Distribution géographique de l'autruche	**19**
7	Autruche male (à gauche) et autruche femelle (à droite)	**24**
8	Structure de la plume d'autruche	**26**
9	Tête d'autruche	**27**
10	Squelette d'autruche	**28**
11	Diagramme de la structure du pied de l'autruche	**29**
12	Autruche	**30**
13	Casoar	**30**
14	Patte d'autruche	**30**
15	Estomac d'autruche	**32**
16	Tractus digestif de l'autruche	**33**
17	Vue dorso-ventrale des viscères d'autruche	**33**
18	Poumon d'autruche	**35**
19	Cœur d'autruche	**36**
20	Appareil reproducteur d'une autruche femelle	**37**

21	Vue latérale du cloaque et du phallus d'une autruche mâle adulte	**38**
22	Sexage et mise en évidence du phallus mâle	**39**
23	Parade nuptiale	**41**
24	Combat des mâles leur de saison de reproduction	**42**
25	Œuf d'autruche en comparaison avec un œuf de poule	**43**
26	Morphologie des globules blancs et des thrombocytes chez les oiseaux	**52**
27	Volume cellulaire par rapport au volume sanguin	**54**
28	Composition en volume du sang	**54**
29	Prélèvement sanguin chez l'autruche adulte	**62**
30	Microhématocrite	**63**
31	Sac thermique	**64**
32	Prélèvement sanguin (tube EDTA)	**65**
33	Absorption du microtube par capillarité	**65**
34	Obturation du microtube	**66**
35	Dépôt des microtubes dans la centrifugeuse	**66**
36	Lecture du taux d'hématocrite	**67**
37	Taux d'hématocrite chez l'autruche adulte et juvéniles	**74**

LISTE DES TABLEAUX

Numéro	Titre	Page
1	Classification des struthioniformes	**13**
2	Les différentes sous espèces struthiocamelus	**15**
3	Production d'autruches 2005 et 2006	**19**
4	Coût de revient d'un autruchon en fonction du pays producteur	**20**
5	Dimension des portions du tube digestif de l'autruche	**29**
6	Différentiation des sexes chez l'autruche adulte	**36**
7	Différentiation des sexes chez les autruchons	**37**
8	Période de ponte moyenne de l'autruche struthio selon l'hémisphère	**38**
9	Valeurs du taux sanguin d'hémoglobine chez l'autruche adulte	**44**
10	Mesure des érythrocytes chez l'autruche	**45**
11	Formule leucocytaire chez l'autruche adulte	**50**
12	Numération sanguine chez l'autruche adulte	**51**
13	Résultats de l'hématocrite pour chaque prélèvement sanguin	**65**
14	Résultats de l'hématocrite chez les adultes	**66**
15	Valeurs moyennes de l'hématocrite chez les adultes	**66**
16	Résultats de l'hématocrite chez les juvéniles	**69**
17	Valeurs moyennes de l'hématocrite chez les juvéniles	**69**

PARTIE BIBLOGRAPHIQUE

CHAPITRE 1
Biologie de l'Autruche

I. Classification de l’autruche

L’autruche fait partie d’un groupe d’oiseaux, les ratites qui sont tous inaptes au vol. Cet oiseau coureur est rangé dans l’ordre des struthioniformes, qui comprend plusieurs familles proches de l’autruche :

- Les Reidae : Nandou
- Les Dromaidae : Emeu
- Les Casuariidae : Casoar

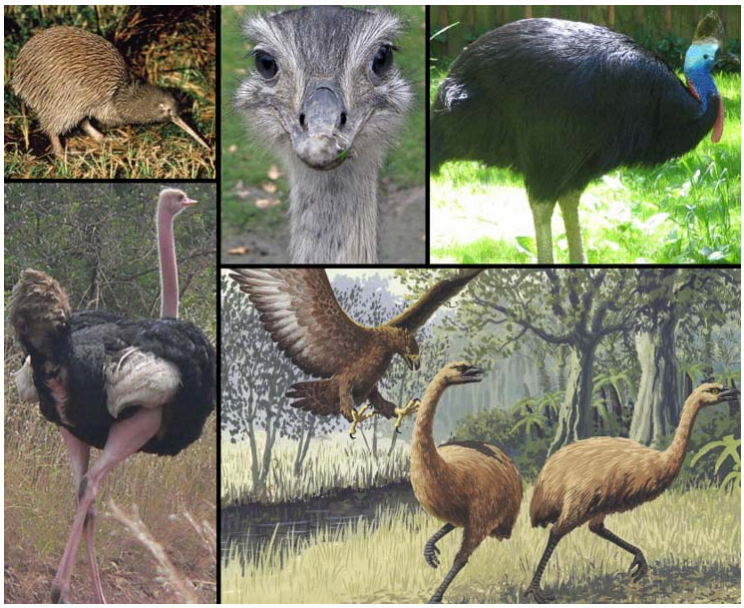


Figure n°1 : Groupe des ratites.

(REFERENCE n°43)

Le terme ratite provient du latin « ratis » signifiant radeau et se réfère au sternum plat sans crête ventrale et sans quille, c'est-à-dire un sternum concave dorsalement et convexe ventralement à la manière d’une assiette à soupe.

Si l’autruche ne vole pas, c'est parce que cet oiseau possède certaines caractéristiques morphologiques spécifiques. Le sternum ne possède pas de bréchet qui est nécessaire au vol. Le bréchet est l’excroissance osseuse du sternum où vient s’ancrer la masse musculaire permettant le battement des ailes. Par conséquent, d’autres organes liés au vol sont atrophiés chez l’autruche, notamment les muscles pectoraux et les clavicules.

Sur le plan zoologique l’autruche est classée comme suit :
Classe : oiseaux
S/classe : ratites
Ordre : struthioniformes
Famille : struthionidés
Genre : struthio
Espèce : ***struthio camelus***

I.1. Classification des struthioniformes

La classification de l’autruche est représentée dans le tableau n°1:

Tableau n°1 : Classification des struthioniformes.

(MASSON, 1990).

Ordre	Sous-ordre	Famille	Genre	Nom commun
Struthioniformes	Struthiones	Struthionidae	Struthio	Autruche (Figure n°1)
	Rheae	Rheidae	Rhea	Nandou (Figure n°2)
	Casuarii	Dromaiidae	Dromaius	Emeu (Figure n°4)

		Casuariidae	Casuarius	Casoar (Figure n°3)

Figure n° 2 : AUTRUCHE

(REFERENCE n°43)

Figure n° 3 : NANDOU

(REFERENCE n°43)

Figure n° 4: CASOAR (REFERENCE n°39)

Figure n° 5: EMEU (REFERENCE n°41)

Les sous espèces sont reportées dans le tableau n°2 :

Tableau n°2 : Les différentes sous espèces struthio camelus (MASSON, 1990)

Espèce	Sous-espèce
Struthio camelus (Linné, 1758)	S.c.camelus S.c.massaicus S.c.molybdophanes) S.c.australis S.c.syriacus

I.2. Les sous espèces et leurs particularités

- **Struthio camelus camelus** (autruche d'Afrique du nord) : Il s'agit d'une autruche de très grande taille à collerette blanche sur le tiers inférieur du cou très visible. La peau des cuisses et du cou est rose. C'est une espèce en voie d'extinction, visible au Sahel, au nord-est de l'Ethiopie et au Soudan (MASSON, 1990).

- **Struthio camelus massaicus** (autruche des Massai) : Elles sont caractérisés par la peau du cou et des cuisses rosâtres, Elle est localisée au Kenya et en Tanzanie (MASSON, 1990).

- **Struthio camelus molydophanes** (autruche des Somalis) : le sommet de sa tête est chauve à collier blanc très marqué. La peau des cuisses et du cou se

remarque par un gris-blanc. Cette sous espèce se localise en Afrique tropicale (MASSON, 1990).

- **<u>Struthio camelus australis</u>** (autruche d'Afrique du sud) : Elle est dotée de petites plumes sur le sommet de la tête, ne possède pas de collier, la peau des cuisses et du cou est bleu grise. Elle est localisée en Namibie, Botswana, Afrique du sud et en Australie du sud (MASSON, 1990).

II. La distribution géographique

II.1. La distribution géographique de l'autruche à l'état sauvage

Les autruches vivent dans les régions semi-arides avec les grands herbivores. Il est pourtant possible de les élever sous des climats beaucoup plus froids.
L'autruche est originaire des régions steppiques et subdésertiques à végétation clairsemée d'Afrique et d'Asie sud-occidentale. Via l'élevage, elle est devenue cosmopolite (Figure n°6).

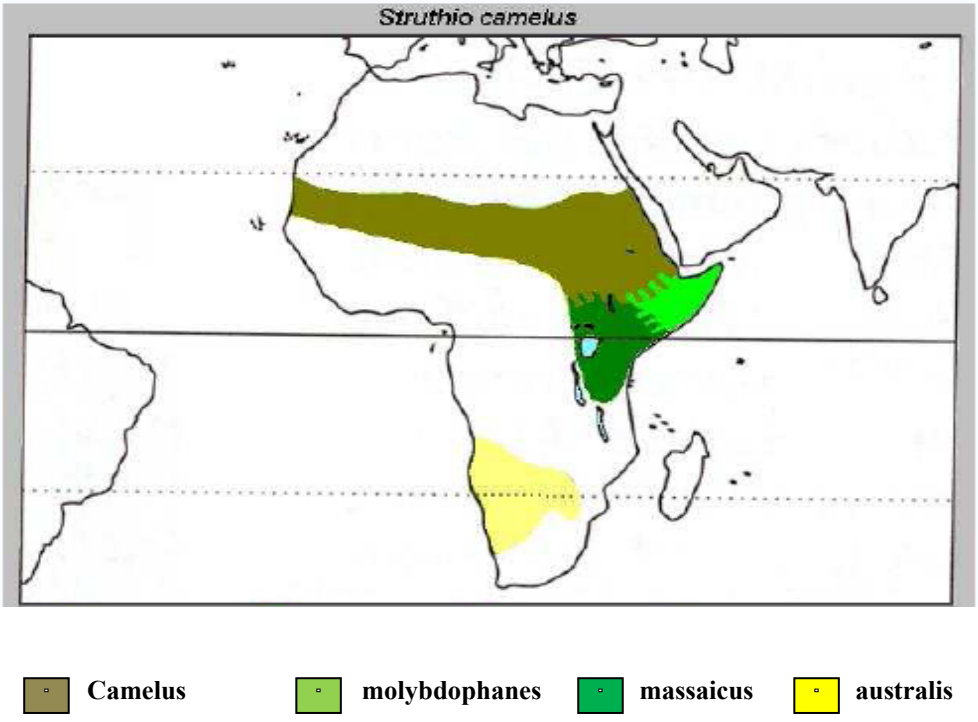


Figure n°6 : distribution géographique des sous espèces de l'autruche

(REFERENCE n°44)

II.2. Répartition mondiale des élevages d'autruches

II.2.1 Historique de la domestication d'autruche

Certains connaissent l'autruche souvent grâce aux parcs zoologiques, plus rares sont ceux qui savent que depuis bien longtemps déjà ces oiseaux sont exploités par l'homme.

II.2.1.1. Domestication de l'autruche dans le monde

En 1775, la première ferme d'élevage d'autruches voit le jour dans le sud de l'Afrique, prés du Cap. Les animaux vivent en stabulation libre et sont destinés essentiellement au commerce des plumes. Au début du XIX^{e} siècle, la première incubation artificielle d'œufs d'autruches est réalisée en Afrique du sud (SMIT, 1963) et les grandes autrucheries se développent dans la colonie anglaise du Cap pour répondre à la progression du marché des plumes d'autruches en Europe, en Russie et Etats-Unis. L'utilisation de l'autruche, avant la deuxième moitié du XIX^{e} siècle ne se faisait en majorité qu'à partir d'animaux sauvages capturés.

Vers 1880, des autruches sont importées d'Afrique du sud en Australie pour l'exploitation de leurs plumes. Des autruches furent abandonnées dans la nature et s'y sont acclimatées. Actuellement, quelques groupes prospèrent dans la région de Port Augusta, en Australie méridionale (TUCKWELL, RICE, 1993).
En 1903, les premiers succès d'incubation et d'élevage artificiel d'autruche sont réalisés à Stellingen en Allemagne. Le commerce de ces oiseaux s'est alors développé et destiné aux fermes exploitant leurs plumes.

Les fermes d'autruches se multiplient alors progressivement en Europe, aux Etats-Unis et en Amérique du Sud (GUITTIN, 1985).
Aujourd'hui, les plumes ne représentent qu'une faible part dans la valeur d'un animal. C'est le cuir et la viande qui sont prépondérants (HALIMAM, 1992).

II.2.1.2. Domestication de l'autruche en Algérie

Les autruches vécurent en Algérie à l'état sauvage jusqu'en 1874. Leur domestication débuta en 1860 dans le jardin d'Essai du Hamma.
Dés lors, Mr. Hardy directeur du jardin d'Essai du Hamma, et son successeur Mr. Rivière, ont pu, pendant longtemps, par une reproduction annuelle et constante des autruches, satisfaire aux demandes de plusieurs jardins d'Europe.

D'autres entreprises se sont montées par la suite, dans les environs d'Alger, sur l'initiative de marchands de plumes, mais de tous ces essais il ne restait rien en 1914. On n'a jamais pu déterminer de façon précise la cause de ces insuccès : captivité trop étroite, atmosphère trop humide, méconnaissance générale des mœurs et des habitudes des autruches (LE MEN. M. E, 1914).

Durant la guerre d'Algérie, et jusqu'après l'indépendance, l'élevage de l'autruche a été abandonné.
Ce n'est qu'en janvier 2001, et dans la région d'Ain-Bessam de la wilaya de Bouira, qu'un élevage d'autruche fut lancé par Mr. GHAZLI. Cet élevage a débuté avec 100 poussins d'un jour, 100 poussins âgés de 2 mois et 48 adultes (16 mâles et 32 femelles), importés tous de la Belgique par l'établissement Afric-autruche.

Bien que soutenue par le PNDA (Plan National du Développement Agricole) pour le développement de la filière avicole, l'élevage d'autruches ne connaît pas

encore une grande extension en Algérie. En effet, il existe seulement quatre éleveurs avec un cheptel comprenant environ 400 reproducteurs.
Actuellement l'autruche exploitée en élevage « cou noir » proviendrait d'un métissage obtenu par les Sud-africains à partir de trois genres (RAPPORT NATIONAL SUR LES RESSOURCES GENETIQUES ANIMALES EN ALGERIE, OCTOBRE 2003).

II.2.2. La production actuelle mondiale de l'autruche

La production mondiale d'autruche est en pleine expansion (tableau n°3). En 2006, 535 000 autruches d'élevage ont été abattues contre 350.000 en 2005 (CARBAJO E., 2006).

Tableau n°3 : Production d'autruches en 2005 et 2006

(CARBAJO, E, 2006)

Pays	Oiseaux abattus en 2005	Oiseaux abattus en 2006
Afrique du sud	150 000	200 000
Chine	50 000	100 000
Zimbabwe	20 000	20 000
Australie	12 000	22 500
Brésil	10 000	50 000
Etats-Unis	10 000	13 500
Israël	10 000	10 000
Hongrie	8 000	12 000
Espagne	7 000	7 000

Philippine	5 000	7 500

L'Afrique du sud occupe avec 200.000 autruches abattues par an, la première place mondiale.

La Chine a doublé sa consommation d'autruche entre 2005 (50.000) et 2006 (100.000). Ce pays a le meilleur coût de revient par autruche (tableau n°4).

Le cuir représente pour plus d'une centaine de pays, le principal produit issu de l'autruche. La viande n'est régulièrement consommée que dans dix pays. Le Japon est le plus grand consommateur du cuir d'autruche.

L'avenir de l'élevage de l'autruche reste tributaire de la commercialisation à grande échelle, de la viande d'autruche dont les caractéristiques sont très prometteuses : pauvre en graisse, rouge foncé, avec une texture similaire à la viande de bœuf (CARBAJO E., 2005).

Tableau n°4 : Coût de revient d'un autruchon en fonction du pays reproducteur

(CARBAJO, E, 2005)

Pays	**Prix par autruchon en $**
Chine	91.43
Mexique	101.48

Espagne	139.23
Iran	139.34
Serbie et Monténégro	140.63
Nigeria	145.06
Venezuela	146.18
Portugal	146.25
Chypre	149.52
Afrique de sud	151.25

III. Anatomie de l'autruche

L'autruche est le plus gros des oiseaux, un mâle adulte mesure entre 2 et 3 m et pèse environ 150 kg, les femelles sont plus légères (autour de 120kg). Les mâles ont un plumage noir et blanc alors que les femelles et les jeunes ont un plumage brun (Figure n°7).

Figure n°7 : Autruche mâle (à gauche). Autruche femelle (à droite)

(REFERENCE n°40)

Des espérances de vie supérieures à 50 ans ont déjà été enregistrées.
On les nomme également oiseaux coureurs en raison de leur rapide moyen de locomotion. L'autruche adulte est capable de courir à une vitesse de 70 Km/h pendant quelques minutes et peut soutenir une vitesse de 50 Km/h pendant 15 à 30 minutes.
Ces possibilités sont dues à la puissance des muscles des cuisses et à la disparition de trois des cinq doigts.

III.1. La peau et les phanères

La plume de l'autruche pousse de 0,5 à 0,75 cm par jour. Il n'y a pas réellement de mue et les plumes tombent donc toute l'année.
L'autruche n'a pas de glande uropygienne qui sécrète des substances rendant imperméables les plumes des oiseaux. Sous la pluie, les plumes sont saturées d'eau, ce qui représente un risque de refroidissement.
Le plumage de l'autruche joue un rôle d'isolant ce qui lui permet de supporter les variations climatiques allant de 40 °c à 0°c.
Contrairement aux autres oiseaux, les plumes d'autruches sont symétriques. Les barbules sont de même longueur de chaque côté du rachis et ne sont pas intermittentes. Les ramis sont absents et les plumes ne forment pas une unité résistante à l'air, cela est une des causes du non-vol des autruches.
Le plumage de l'autruche présente des variations avec l'âge, le sexe et l'espèce.
A l'éclosion, l'autruchon est recouvert de son plumage périnatal, constitué de petites touffes de barbes raides. La couleur varie du brun foncé au jaune. C'est entre 2 et 3 semaines que les premières plumes apparaissent.
Il faudra ensuite attendre 1 an avant que les autruches commencent à adopter le plumage d'adulte.

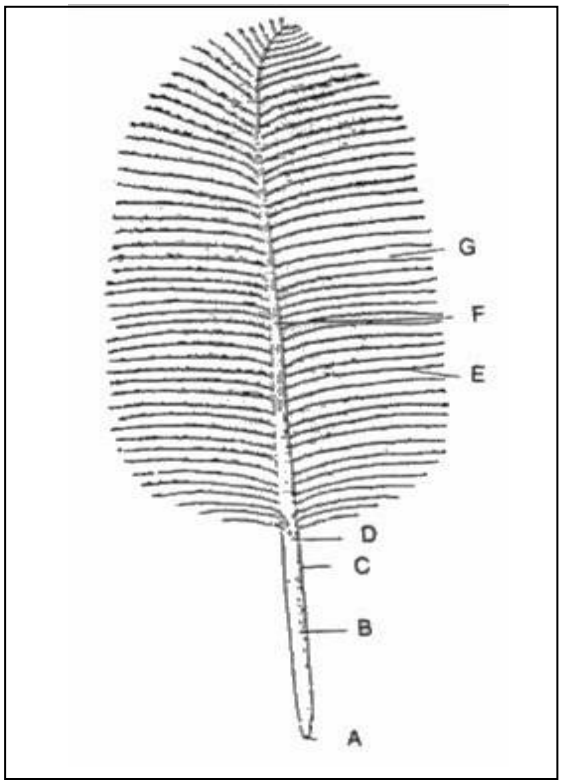


Figure n°8 : Structure de la plume d'autruche

(MASSON, 1990)

A : Ombilic inférieur, B : Papille, C : Tige creuse, D : Ombilic supérieur, E : Tige pleine, F : Barbes, G : Barbules.

La peau de l'autruche, épaisse, donne après tannage un cuir d'une excellente qualité, meilleur que celui de l'alligator. Il est actuellement le produit le plus demandé chez l'autruche (CORNETTE ET LE BAILLY, 1998).

III-2. La tête

L'autruche est dotée d'une tête petite, aplatie (Figure n°9) et composée d'os très tendres et très faibles, mais fortifié à son sommet par une plaque de cornes soutenue dans une situation horizontale sur une colonne osseuse composée de 17 vertèbres (Figure n° 10).

Le bec est obtus, arrondi à la pointe, avec la mandibule supérieure onguiculée, aplatie à l'extrémité et recouvert d'une lame cornée ; la mandibule inférieure est flexible.

Le bec est fendu jusqu'en dessous de l'œil. Les yeux de l'autruche occupent les deux tiers de la tête. Ils font saillie de chaque côté ce qui permet à celle-ci d'avoir une vision périphérique. Les narines sont oblongues et se prolongent du milieu du bec à la base des yeux.

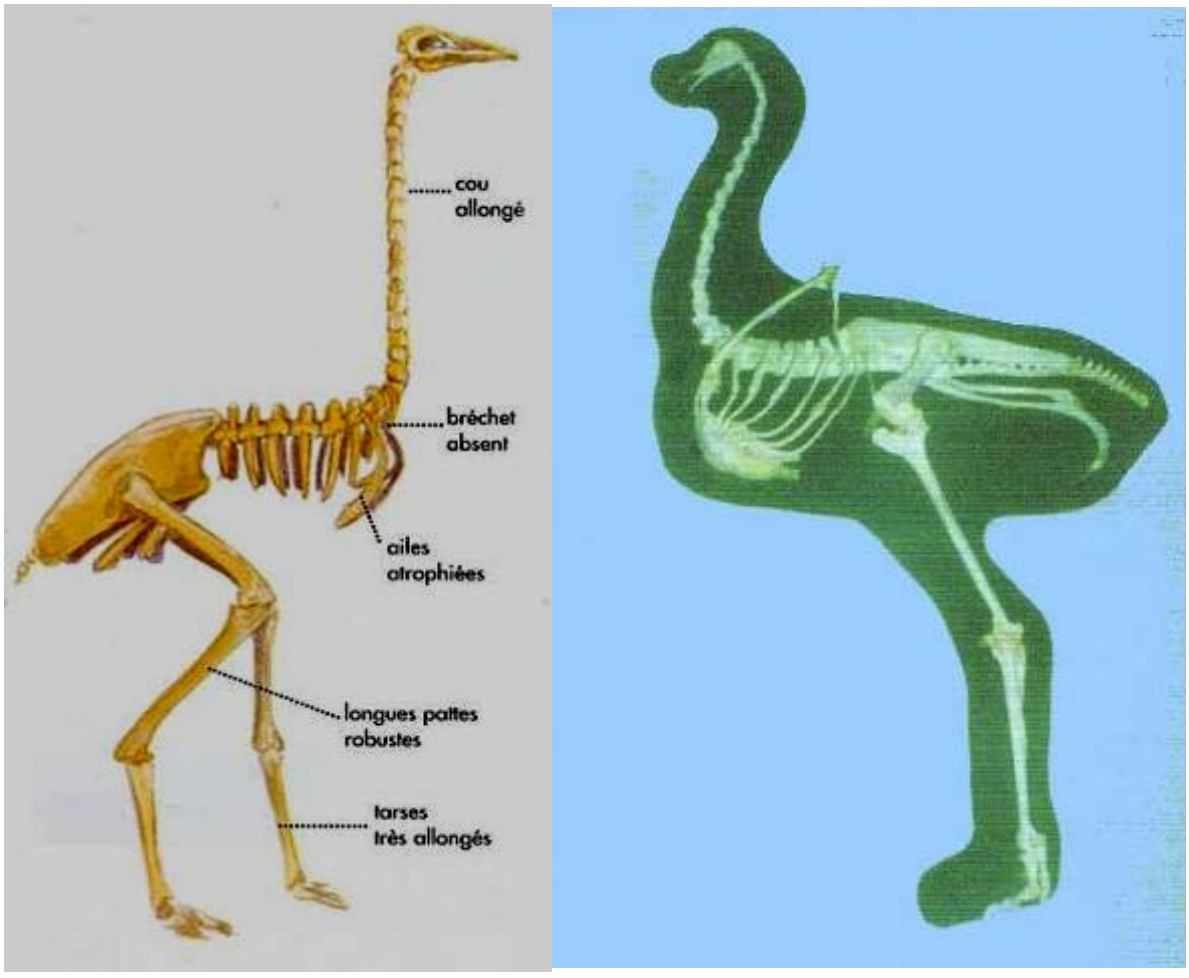
Les oreilles, très sensibles sont nues, situées à l'arrière de la tête.

Le cou est long, grêle, flexible et mobile dans tous les sens (CORNETTE et LEBAILLY, 1998).

Figure n°9 : Tête d'autruche

(REFERENCE n°40)

III.3. L'appareil locomoteur



(REFERENCE n°40) (KOCAN.A.A ,2002)

Figure n°10 : Squelette d'autruche

Les jambes sont charnues robustes et dépourvues de plumes. Le tibio tarse est long, recouvert de larges écailles ou scutelles se terminant par les pattes (CORNETTE ET LEBAILLY, 1998).

L'articulation fémoro-tibio-tarso-patellaire ou genou chez l'autruche ne correspond pas directement à l'articulation que l'on peut voir chez l'animal. Elle est en réalité située à la hauteur du corps et est recouverte par les ailes. Les genoux apparents

correspondent à l'articulation tibio-tarsale ou talon de l'animal. De même, la jambe correspondant au tibia est souvent improprement appelée cuisse (CORNETTE ET LEBAILLY, 1998).

Le tarse se prolonge par deux orteils qui répondent aux doigts trois et quatre du pied pentadactyle (POISSON 1926). Par ailleurs, l'autruche est le seul oiseau possédant deux doigts à la patte (Figure n°12) ; les autres ratites possèdent trois doigts (2,3 et 4) (Figure n°13). Le plus grand est le doigt intérieur, doté d'un ongle en forme de griffe (Figure n°14). Le doigt extérieur bien que réduit est essentiel à l'équilibre ; il y a quatre phalanges par doigt (Figure n°11) (CORNETTE ET LEBAILLY, 1998).

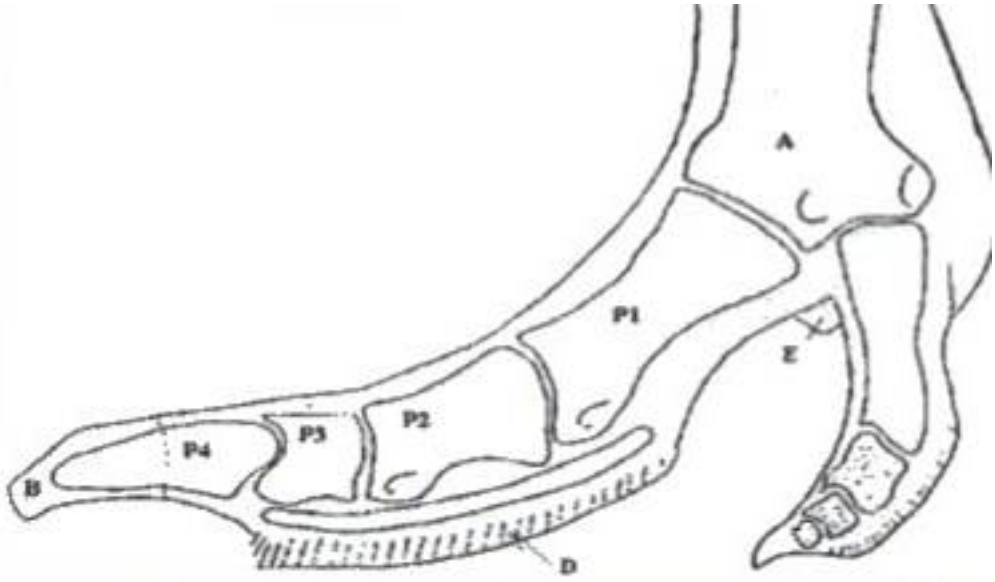


Figure n°11 : Diagramme de la structure du pied de l'autruche

(TULLY T.N., et al, 1995)

A : Os-tarso-métatarse, C : Coussinet pahallagien, B : Griffe, D : Coussinet digital, E : Coussinet phalango-métatarsal., P1 à P4 : Phalanges.

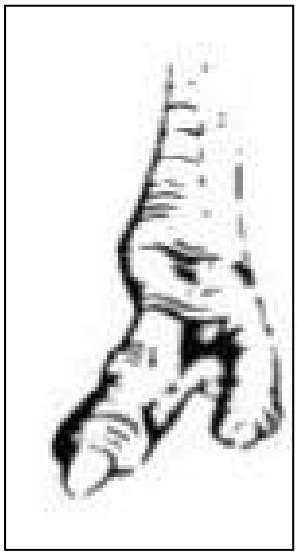


Figure n°12 : Autruche

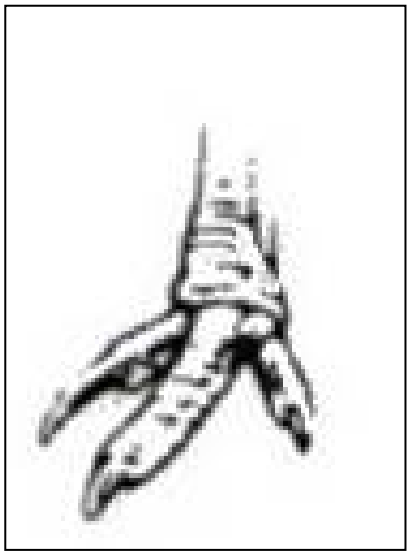


Figure n°13 : Casoar

(MASSON, 1990) (MASSON, 1990)

Figure n°14 : Patte d'autruche

(REFERENCE n°40)

III.4. L'appareil digestif

Le bec, assez médiocre, est capable d'une très grande ouverture. La langue est courte et sans aucun vestige de papilles. Plus loin s'ouvre un ample pharynx proportionné à l'ouverture du bec, et qui peut admettre un corps de la grosseur du poing.

L'autruche ne possède pas de dents, la salive produite ne contient aucune enzyme (MAI DEIROS C., 1994).

L'œsophage doté d'une grande capacité de dilatation longe la trachée à droite. Il s'ouvre dans le proventricule qui se trouve dans le thorax. Le jabot est absent chez les ratites.

La région stomacale se compose de deux secteurs bien distincts, une partie glandulaire (proventricule) séparée par une zone caudale ou musculaire par une

zone intermédiaire très marquée (CORNETTE ET LEBAILLY, 1998). Le proventricule est large, extensible et à paroi peu épaisse (SHANAWANY ET DINGLE, 1999). Il possède une garniture d'environ 300 glandes localisées sur sa courbure supérieure (CORNETTE ET LEBAILLY, 1998).

La poche suivante est l'estomac ou gésier ou ventricule. C'est un organe musculeux. A l'intérieur se trouve jusqu'à 1.5 Kg de gravier de la taille d'une bille (CORNETTE ET LEBAILLY, 1998).

Le rectum de l'autruche est volumineux et occupe la partie caudale droite de l'abdomen (SHANAWANY et DINGLE, 1999). Les mesures morphologiques de l'autruche sont consignées dans le tableau n°5.

Tableau n°5 : Dimensions des portions du tube digestif de l'autruche

(FOWLER, 1991)

Organe	Dimensions cm
Proventriculus	14 × 32
Ventriculus	12 ×16
Petit intestin	640
Duodénum	80
Jéjunum	160
Ileon	400
Gros intestin	
Caecum	4×94
Rectum	6×800
Poids du foie (en kg)	2,2

Les figures n°15, n°16 et n°17 donnent un aperçu de l'anatomie de ces organes.

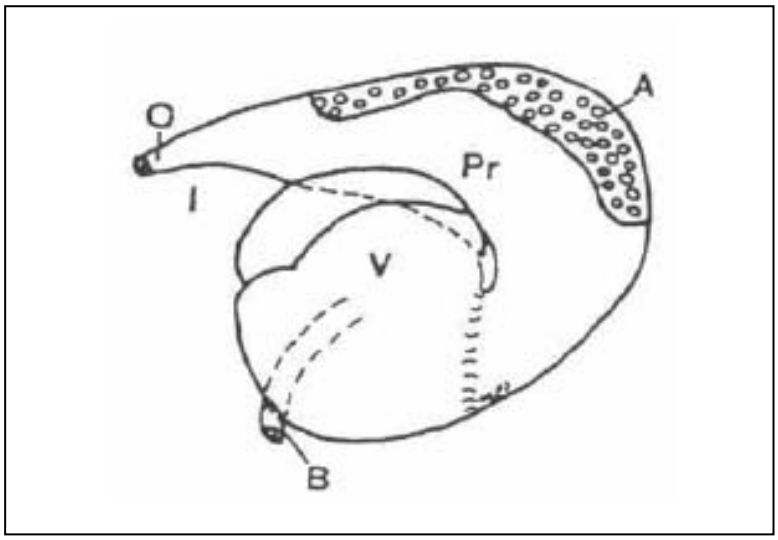


Figure n°15 : Estomac d'autruche

(FOWLER, 1991)

O : Œsophage, A : Zone à glande du proventricule, B : Duodénum, Pr : Proventricule, V : Ventricule

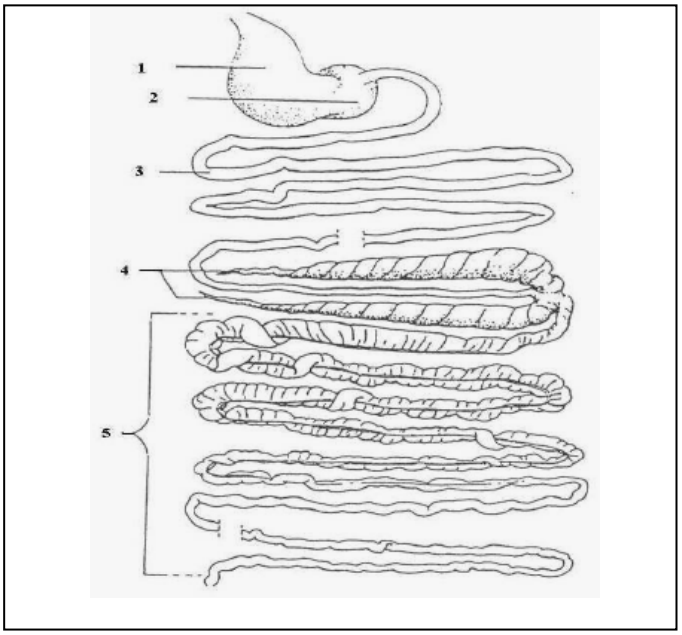


Figure n° 16 : Tractus digestif de l'autruche

(VANDERVOODT, 1994)

1 : Estomac glandulaire (proventricule), 2 : Gésier (Ventricule), 3 : Petit intestin, 4 : Coecums, 5 : Gros intestin

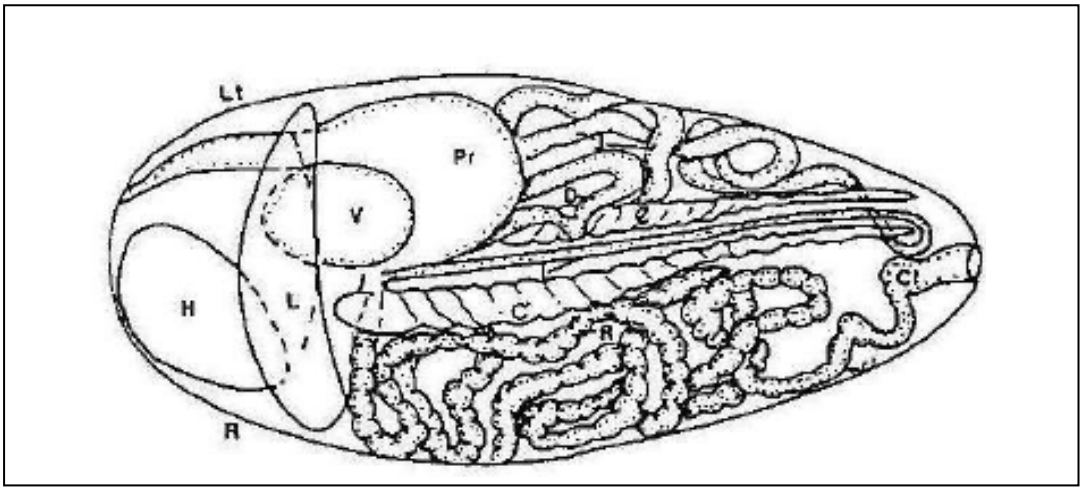


Figure n°17 : Vue dorso-ventrale des viscères d'autruche

(FOWLER.1991)

Lt : Gauche, R : Droite, H : Cœur, L : Foie, V : Ventricule, Pr : Proventricule, C : Cæcums, I : I'iléon, D : Duodénum, J : Jejunum, R : Rectum, CL : Cloaque.

III.5. L'appareil respiratoire

L'appareil respiratoire prend naissance à la cavité nasale par les narines et comprend successivement le larynx qui est bien développé. La trachée est formée d'anneaux cartilagineux complets mais relativement souples (SHANAWANY et DINGLE, 1999).

Comme tous les oiseaux, l'autruche n'a pas de cordes vocales. Pour produire des sons, elle possède un organe vocal, le syrinx, situé à la bifurcation des bronches, qui ne contient ni muscles, ni cordes vocales, mais seulement une membrane vibrante qui permet au mâle en état d'excitation sexuelle de produire un son caractéristique. Pendant la parade sexuelle, il gonfle son cou tel un cobra

et produit deux mugissements suivi d'un plus long : c'est le booming (POISSON, 1926). Des sons peuvent être également émis par la femelle, mais ce, de façon exceptionnelle (POISSON, 1926).

L'autruche a deux poumons rose clair (Figure n°18). Le volume du poumon gauche est de 815cm^3 tandis que celui du poumon droit est plus petit 748 cm^3 (JOHN.N.MAINA., 2001). Chacun aboutit à cinq sacs aériens en communication directe avec les principaux os du squelette (os des ailes, du sternum, colonne vertébrale, etc.)(CORNETTE et LEBAILLY, 1998).

Les poumons d'autruche sont relativement petits, comparés à ceux des autres mammifères, cependant ils présentent une meilleure efficience dans l'échange de gaz, grâce à la réduction de la taille des capillaires augmentant la surface d'échange (SHANAWANY et DINGLE, 1999).

La fréquence respiratoire est de 6-12 mouvements par minute, elle peut s'élever jusqu'à 40-60 mouvements/minute en cas de stress.

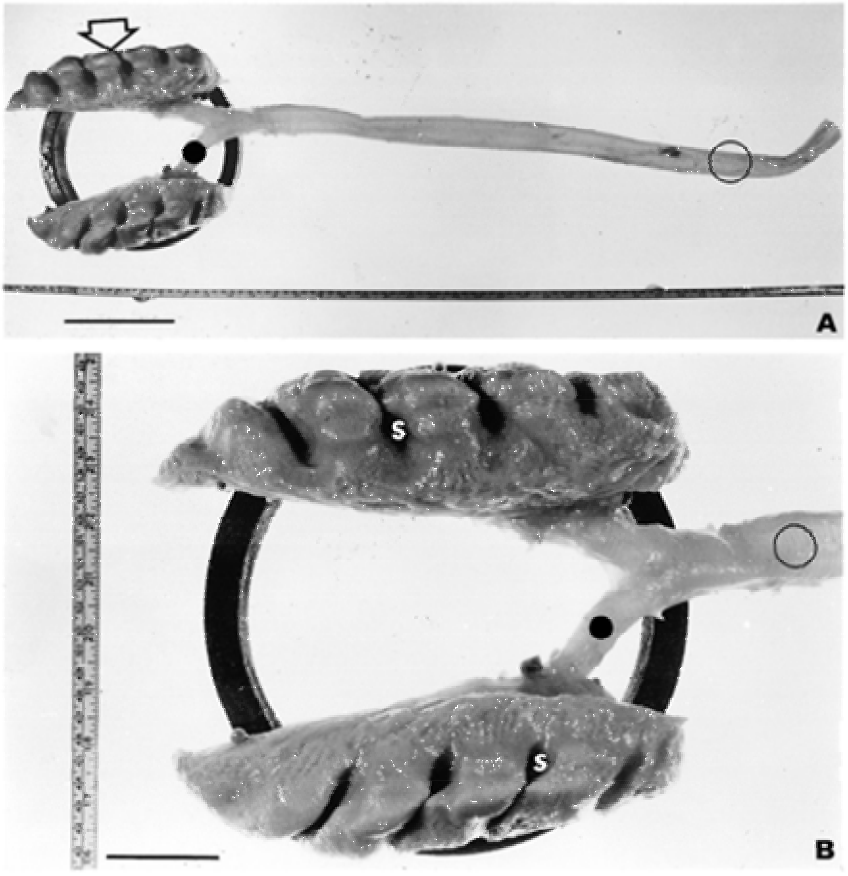


Figure n° 18 : Poumon d'autruche

(JOHN N. MAINA, 2001)

III.6. L'appareil circulatoire

Le cœur de l'autruche, comme celui des mammifères et des oiseaux est constitué de quatre compartiments (Figure n° 19).

Les zones de ponctions veineuses chez les ratites sont la veine jugulaire droite (plus large que la gauche), la veine brachiale et la veine métatarsienne médiale.

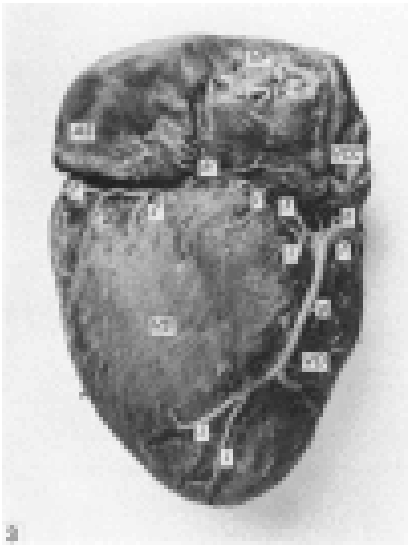


Figure n° 19 : Cœur d'autruche

(BEZUIDENHOUT.A.J., 1984)

III.7. L’appareil reproducteur et l’activité sexuelle

III.7.1. L’appareil reproducteur de la femelle

L’appareil reproducteur de la femelle autruche ne possède qu’un ovaire et un oviducte gauche développé et fonctionnel. Il n’y a ni ovaire ni oviducte suspendu du côté droit. L’ovaire gauche se présente sous forme d’une grappe, suspendu au mur dorsal du corps, ventralement aux reins (Figure n° 20)

La taille et la forme des ovaires changent considérablement selon le cycle de reproduction.

La femelle autruche possède également un phallus atrophié et plat d’une longueur qui varie entre 2 et 3cm.

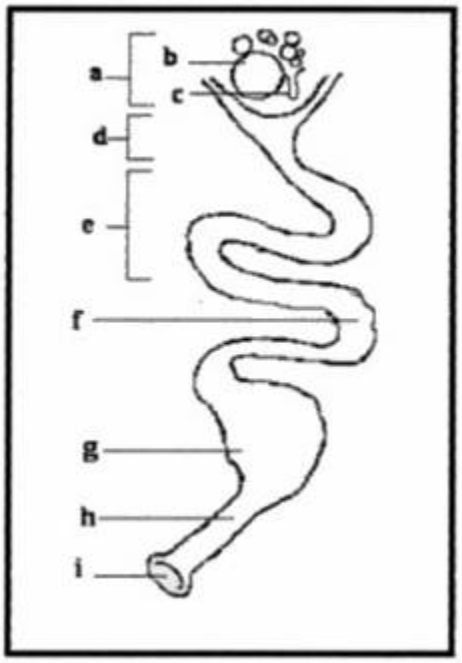


Figure n°20 : Appareil reproducteur d’une autruche femelle

(TULLY T.N., 1997)

a : ovaire gauche, b : ovule mature, c : follicule rompu, d : infundibulum, e : magnum, f : isthme, g : glande coquillaire, h : orifice dans l'urodeum

III.7.2. L'appareil reproducteur mâle

Chez le mâle il existe deux testicules fonctionnels. De couleur brun clair, ils sont situés au dessus des reins, s'agrandissant pendant la saison de reproduction. En effet, au repos, un testicule d'un jeune mâle de 18 mois a la grosseur d'un doigt, par contre, il prend la taille d'une orange pendant la saison sexuelle pour rétrécir ensuite lorsque le mâle se met à couver le nid (Figure n°21).

Les ratites, possèdent un organe d'intromission appelé phallus. Le phallus des autruches est analogue au pénis des mammifères, mais il ne lui est pas homologue. Il ne porte pas d'urètre et ne sert pas à la miction, il permet au mâle de déposer le sperme à l'entrée de l'oviducte de la femelle. Au repos le phallus mesure 20 cm de longueur et repose dans le proctodeum ; de ce fait, il est rejeté hors le cloaque pour permettre une miction ou une défécation.

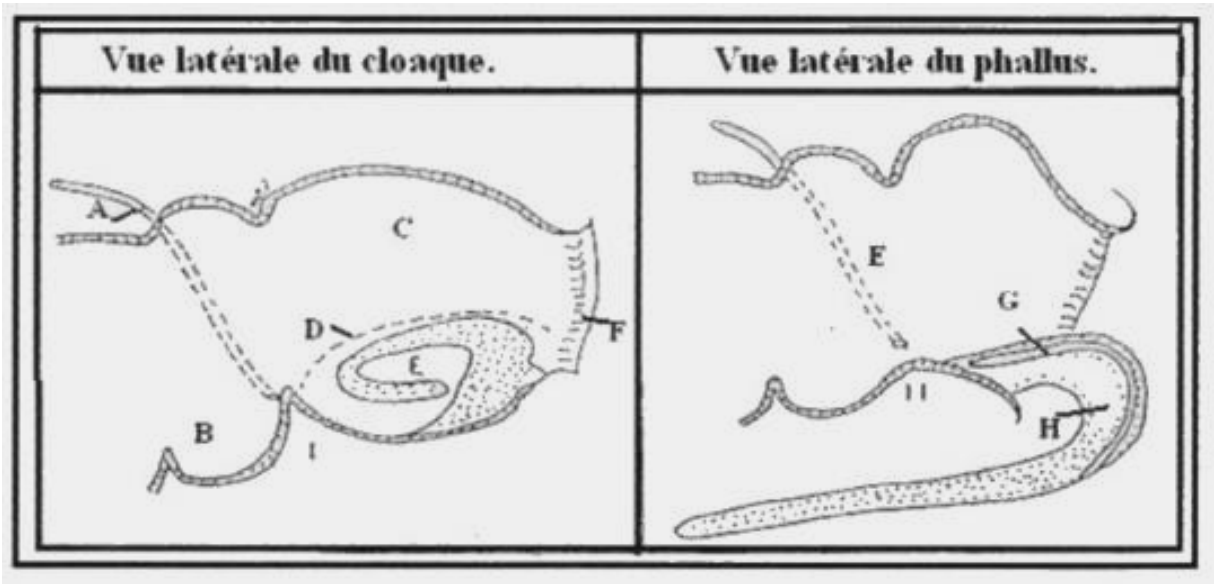


Figure n°21: Vue latérale du cloaque et du phallus d'un mâle adulte

(TULLY T.N., 1997)

A: canaux déférents, B: urodum, C: proctodeum, D: crypte du plancher du proctodeum, E: phallus rétracté, F: orifice du cloaque, G: Orifice dorsal, H: phallus en érection.

III.7.3. Le sexage

Puisque le plumage caractéristique de l'autruche mâle et femelle n'est évident qu'à partir de deux ans, la détermination du sexe des jeunes oiseaux par l'examen visuel du phallus est nécessaire (Figure n°22) (KOCAN. A. A, 2002)

La détermination du sexe de l'autruche peut être faite à n'importe quel âge mais de préférence l'examen doit être effectué environ entre le premier mois et le troisième mois. L'examen des oiseaux plus jeunes est souvent plus difficile.

La taille du phallus et sa forme permettent de différencier les deux sexes.

Figure n°22 : Sexage et mise en évidence du phallus mâle

(KOCAN. A. A, 2002)

Tableau n°6 : Différentiation des sexes chez l'autruche adulte

MÂLES	FEMELLES
Plumage noir, phallus au repos : 20cm, en érection : 40cm et courbé.	Plumage gris brun, phallus aplati sur le port génital.

Tableau n°7 : Différentiation des sexes chez les autruchons

MÂLES	FEMELLES
Phallus rond en coupe transversale, sillon dorsal, 1-4cm de long.	Phallus aplati en section transversale. 0.5-1cm de long

III.7.4. L'activité sexuelle

Chez les autruches la maturité sexuelle est atteinte vers 2 à 3 ans. La période de ponte diffère selon l'hémisphère (tableau n°6). Dans l'hémisphère nord, elle débute en mars et se termine en octobre. Dans l'hémisphère sud, elle commence en moyenne en juillet et s'achève en novembre (GUITTIN, 1985).

Les autruches peuvent être réellement dangereuses et agressives en période de reproduction (Figure n°24). Les autruches tapent les pattes vers l'avant

uniquement, à environ 50 à 80 cm au dessus du sol. C'est pourquoi, pour la contention, il est essentiel de se tenir derrière l'oiseau. Un moyen simple de calmer les ratites est de les mettre dans le noir grâce à un bonnet. Certains cependant peuvent réagir de manière violente, il faut alors enlever le bonnet rapidement (BUTTON C. et al, 1992).

Tableau n°8 : Période de ponte moyenne de l'autruche struthio selon l'hémisphère et durant les mois de l'année

(GUITTIN, 1985)

	J F M A M J J A S O N D
Hémisphère Nord	
Hémisphère Sud	

La parade nuptiale (Figure n°23) et l'accouplement des autruches sont désormais parfaitement connus.

Figure n°23 : Parade nuptiale

(REFERENCE n°42)

Dans la nature, les mâles en période de reproduction vivent en compagnie d'une à quatre femelles. La femelle pond en moyenne 16 œufs par saison de ponte et peut avoir deux saisons par an. Les femelles partagent un nid commun. Le mâle couve les œufs pendant la nuit, les femelles le relaient la journée. Les deux sexes s'occupent de l'élevage des jeunes.

Les nids sont formés de trous peu profonds. Les nids sableux et secs aident à l'obtention d'œufs propres. C'est pourquoi, il faut être attentif au drainage des enclos des adultes.

Le retrait quotidien des œufs du nid stimule les femelles dans la poursuite de la ponte. Dans ces conditions, la femelle peut pondre un œuf tous les deux jours. Au total, on peut obtenir de 40 à 60 œufs par saison de ponte.

Les œufs sont blancs à crème et pèsent de 1 100 à 1 600 grammes (Figure n°25).

Figure n°24 : Combat des mâles lors de la saison de reproduction

Figure n°25 : Œuf d'autruche en comparaison avec un œuf de poule

(REFERENCE n°40)

III.8. La fonction rénale

La spécificité des autruches par rapport aux autres oiseaux est l'émission d'une urine de façon séparée de l'émission de fèces. L'urine normale est un liquide incolore. Lors d'un bon état d'hydratation, l'osmolarité de l'urine est de 410 m Osml/l, et celle du plasma est de 313 m Osml/l (SKADHAUJE.E., 2007). Lors de déshydratation, l'urine devient blanche, épaisse, opaque, marquant le sol (LAMBER et al, 1995). Son osmolarité s'élève à 838 m Osml/l, et celle du plasma à 338 m Osml/l. Le rapport plasma/urine est de 2.5.

III.9. Les organes des sens

Les ratites ont une vision très précise. Les autruches sont les vertébrés qui ont les plus gros yeux comparés à la taille. L'ouïe est très fine, l'orifice est situé en arrière de l'œil. Leur perception du monde extérieur est très sensible, ce qui leurs confère une certaine facilité à repérer les prédateurs.

III.10. Le système nerveux

La particularité anatomique au niveau du système nerveux de l'autruche est la taille réduite du cerveau rappelant celui des reptiles ainsi que son poids relativement très faible : 33 à 40 g.

III.11. Le système immunitaire

Comme chez tous les oiseaux, le système immunitaire est composé d'organes lymphoïdes primaires : le thymus et la bourse de Fabricius, et d'organes lymphoïdes secondaires : la rate, les nodules lymphatiques et la moelle osseuse.

CHAPITRE 2
Paramètres Hématologique de l'Autruche

I. Hématologie de l’autruche

L’examen hématologique est très souvent demandé en pratique vétérinaire et humaine car il apporte des informations fondamentales sur l’état de santé et la prévention des maladies.

L’hémogramme est l’analyse quantitative (numération) et qualitative (formule) des éléments figurés du sang :

- Globules rouges (érythrocytes, hématies).
- Globules blancs (leucocytes).
- Plaquettes sanguines (thrombocytes).

Les indications des examens hématologiques sont multiples :

- Dépistage d’une anémie en s’appuyant sur le taux d’hémoglobine et les constantes érythrocytaires.
- Diagnostic d’un syndrome infectieux.
- Diagnostic d’un syndrome hémorragique.
- La recherche des atteintes associées aux différentes cellules sanguines.

Chez l’autruche, il y a relativement peu de publications traitants les paramètres hématologiques et ce malgré, l’ampleur prise par les élevages de l’autruche dans le monde.

I.1. Le taux sanguin d’hémoglobine

L’hémoglobine est le pigment des globules rouges du sang. Elle assure le transport de l’oxygène et du gaz carbonique entre l’appareil respiratoire et les

cellules de l’organisme. Les différentes valeurs du taux sanguin d’hémoglobine chez l’autruche adulte ont été rapportées dans le tableau n°9.

Tableau n° 9: valeurs du taux sanguin d’hémoglobine chez l’autruche adulte

Le taux sanguin d’hémoglobine	Références
16.92 g / dl	(FUDJE et al, 1995)
16.68 g / dl	(MUSHI et al, 1999)
15.6 g / dl	(PALOMEQUE et al, 1991)

I.2. Les cellules sanguines

I.2.1 Les globules rouges

Comme chez tous les oiseaux, les globules rouges chez l’autruche sont nucléés, ce sont des cellules elliptiques à noyau central.

I.2.1.1. Valeurs morphométriques des globules rouges

Le tableau n°10 montre les mesures des érythrocytes chez l’autruche adulte et l’autruche juvénile (MUSHI et al, 1999).

Tableau n° 10 : Mesures des érythocytes chez l'autruche

(PALOMEQUE et al, 1991)

Mesures	Unité	Juvéniles (5mois)	Adultes (1ans)
Longueur de la cellule	µm	13.18	13.30
Largeur de la cellule	µm	7.49	7.53
Longueur de la cellule/largeur de la cellule	µm	1.76	1.77
Longueur du noyau	µm	5.47	5.58
Largeur du noyau	µm	2.89	2.96

I.2.1.2. Indices érythrocytaires

- ✓ **Volume globulaire moyen**

Le volume globulaire moyen ou V.G.M. désigne le volume moyen de la taille de chaque globule rouge. Le volume globulaire moyen est une valeur biologique rendant compte de la taille des globules rouges. Il se mesure lors d'une prise de sang sur l'hémogramme ou numération sanguine. La valeur du V.G.M. permet souvent de poser le diagnostic étiologique de l'anémie.

Le calcul du V.G.M. est le résultat de l'hématocrite (Ht) divisé par le nombre de globules rouges. Le V.G.M. peut augmenter (macrocytose) chez certains sujets qui ont une carence en vitamine B12 et / ou Folates, troubles de la lignée érythrocytaire. A l'inverse, une carence en fer provoque une baisse du V.G.M. (mycrocytose) est une anémie microcytaire. Le V.G.M. permet d'orienter le diagnostic vers t-elle ou t-elle pathologie.

$$V.G.M = \frac{Ht\ \% \times 10}{\text{Nombre de G.R. en million/mm}^3}$$

On détermine le V.G.M. en divisant le volume globulaire total de 1 000 ml de sang par le nombre d'hématies en million par millimètre cube. Le résultat du calcul est exprimé en micron cube µ3. Chez l'autruche adulte, le V.G.M. rapportés par différents auteurs est de 201 µ3 (PALOMEQUE et al, 1991), 212 µ3 (FUDJE et al, 1995) et de 250 µ3 (BENROMDHANE et al, 2000). Chez l'autruchon âgé de un jour, le V.G.M est de 126.6 μ^3 (RAUKAR J, 2007). En comparaison, chez le chien le V.G.M. est de 70 µ3 (COLES.EH, 1979).

- ✓ **Teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine (pg)**

La teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine ou T.C.M.H. est la quantité moyenne d'hémoglobine dans un globule rouge.

$$T.C.M.H = \frac{\text{Teneur en Hb (g/100ml)} \times 10}{\text{Nombre de G.R en million/mm}^3}$$

La T.C.M.H se détermine en divisant la quantité d'hémoglobine présente dans 1 000 ml de sang par le nombre d'hématies en millions par millimètre cube.

Chez l'autruche adulte, la T.C.M.H. rapporté par différents auteurs est de 65.3 pg (PALOMEQUE et al, 1991), 82.19 pg (FUDJE et al, 1995) et de 94.6pg (BENROMDHANE et al, 2000). Chez le chien le T.C.M.H. est de 23pg (COLES.EH., 1979).

On parle d'hypochromie si T.C.M.H est inférieur à la normale, il n'existe pas d'hyperchromie.

- ✓ **Concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine**

La concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine ou C.C.M.H correspond à la concentration d'hémoglobine contenue dans chaque globule rouge.

$$C.C.M.H = \frac{\text{Teneur sanguine en Hb (g/100ml)} \times 100}{\text{Ht (\%)}}$$

La C.C.M.H s'exprime en % d'hémoglobine.

On parle d'hypochromie si C.C.M.H est inférieur à la normale.

Chez l'autruche adulte, le C.C.M.H rapporté par différents auteurs est de 32.5 % (PALOMEQUE et al, 1991), 37.65% (FUDJE et al, 1995) et 38.8% (BENROMDHANE et al, 2000). Le C.C.M.H chez le chien est de 33%.

I.2.2. Les globules blancs

Certaines cellules du sang des vertébrés non mammifères sont très différentes, par la forme, des cellules mammifères, mais ont des fonctions comparables.

- ✓ **Les hétérophiles :** sont l'équivalent aviaire des neutrophiles. Ils mesurent environ 10µm de diamètre. Leur cytoplasme est incolore et contient des granules cristallins acidophiles (Figure n°26). Les hétérophiles combattent les infestations par des parasites en enveloppant les substances étrangères dans leurs replis cellulaires (phagocytose). Ils assurent la destruction des agents pathogènes et surtout des bactéries (REFERENCE n°45).

- ✓ **Les éosinophiles :** sont légèrement plus petits que les hétérophiles mais possèdent de larges globules sphériques rouges mats et un cytoplasme bleu pâle (Figure n°26). Les éosinophiles jouent un rôle important dans le mécanisme immunitaire. Ils se multiplient en cas de maladies parasitaires ou d'allergie (REFERENCE n°45).

- ✓ **Les lymphocytes :** sont de taille variable, leur cytoplasme est clair, légèrement basophiles et de taille très réduite, limitée au pourtour du noyau (Figure n°26). Ils interviennent dans la réponse immunitaire. Les lymphocytes sont de deux sortes B (production d'anticorps) et T (immunité à médiation cellulaire) (REFERENCE n°45).

- ✓ **Les basophiles :** environ 10µm de diamètre, ils présentent de larges granules basophiles qui cachent le noyau. Ils jouent un rôle important dans la réaction inflammatoire et allergique en libérant un composé chimique qui déclenche

- ✓ un processus inflammatoire, réaction du corps combattant la maladie. Le basophile n'est pas un phagocyte (REFERENCE n°45).

- ✓ **Les monocytes :** sont de grosses cellules à cytoplasme bien développé (Figure n°26). Leur fonction principale est de phagocyter les particules volumineuses comme les champignons et les protozoaires. Ils ont aussi le pouvoir de phagocyter et d'éliminer les particules volumineuses de débris cellulaires pouvant s'accumuler dans les tissus (REFERENCE n°45).

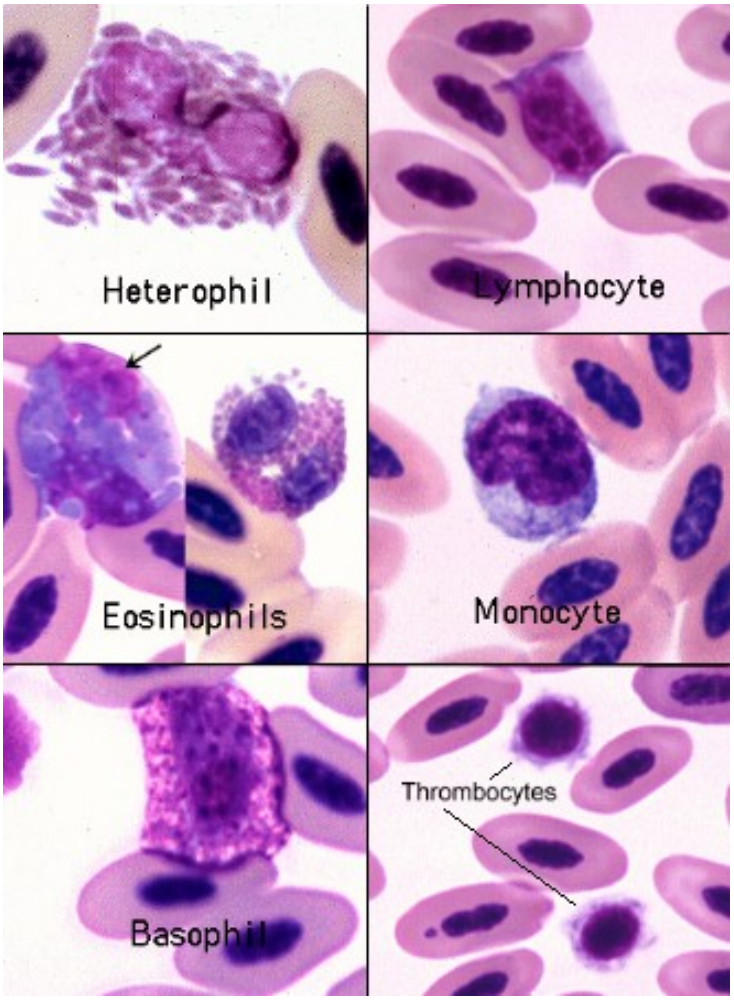


Figure n°26 : Morphologie des globules blancs et des thrombocytes chez les oiseaux

(REFERENCE n°45)

I.2.3. Plaquettes sanguines

Les thrombocytes chez les oiseaux sont de petites cellules avec un noyau rond et une chromatine très dense, contrairement aux mammifères chez qui le thrombocyte ne possède pas de noyau. Ils jouent un rôle prépondérant dans l'hémostase primaire (Figure n°26).

I.3. Numération et formule sanguine

Le tableau n°11 rapporte la formule leucocytaire de l'autruche. Les hétérophiles représentent la plus grande fraction des globules blancs (72.9%). Les valeurs de la numération sanguine de l'autruche adulte sont reportées dans le tableau n°12.

Tableau n°11 : Formule leucocytaire chez l'autruche adulte

(FUDJE et al, 1995)

Globules blancs	Taux
Hétérophiles	72.9%
Lymphocytes	24.2%
Monocytes	2.64%
Eosinophiles	0.035 %
Basophiles	0.2%

Tableau n°12 : Numération sanguine chez l'autruche adulte

Plaquettes sanguine (10^3 / mm^3)	G.R (10^6 / mm^3)	G.B (10^3 / mm^3)	Références
0.8	1.5	4.6	BENROMDHANE et al, 2000
	2.42	21	PALOMEQUE et al, 1991
	1.8	18.65	FUDJE et al, 1995

II. L'hématocrite chez l'autruche

II.1. Définition de l'hématocrite

L'hématocrite est le volume occupé par les globules rouges dans un volume donné de sang. Il s'exprime en pourcentage et est égale au produit du V.G.M. par le nombre des globules rouges (MOLLARD.J.F, 2002).

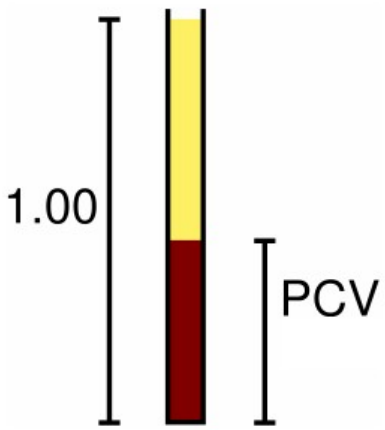


Figure n°27 : Volume cellulaire par rapport au volume sanguin
(Référence n°46)

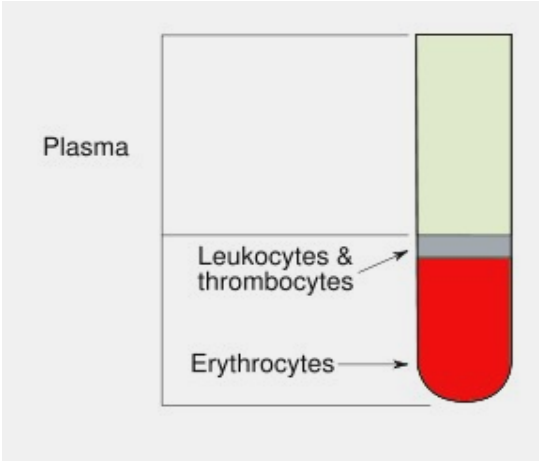


Figure n°28 : Composition en volume du sang
(Référence n°46)

A l'origine l'hématocrite, du grec « sang séparé », est le nom de l'appareil conçu par Wintrobe en 1929 pour mesurer le volume de globules par rapport à celui du sang qui les contient. Par extension, et de façon maintenant exclusive, c'est le résultat de l'examen effectué avec cet appareil. Dans la technique originale, on utilise un tube de verre gradué de 0 à 100, long de 11 cm, que l'on remplit avec plusieurs millilitres de sang oxalaté et dans lequel on sépare par centrifugation la masse des globules rouges de celle du plasma (MOLLARD.J.F., 2002).

En anglais, les termes packed cell volume (PCV) et hématocrit (Hct) sont souvent considérés comme synonymes. Les anglais retiennent le terme packed cell volume pour définir la valeur obtenue par centrifugation et réservent le terme hematocrit pour décrire le matériel et les méthodes utilisées. En France, le terme hématocrite est utilisé dans tous les cas (MOLLARD.J.F., 2002).

II.2. Méthodes de mesure

Le dispositif permettant la détermination de l'hématocrite fait partie de la liste de l'instrumentation obligatoire dans un laboratoire d'analyses médicales.

II.2.1 Méthodes manuelles

- ✓ **Microhématocrite**

La méthode microhématocrite est directement dérivée de la méthode originale et s'applique en principe au sang veineux ou capillaire. Le sang veineux est prélevé sur EDTA, le sang capillaire sur tube hépariné. La centrifugation doit intervenir dès que possible, mais un délai maximum de six heures est acceptable.

Le tube capillaire doit être scellé avec une cire spéciale, mais certains utilisent encore le scellement à la flamme, procédé peu recommandable. La lecture finale directe est habituellement effectuée à l'aide d'une échelle circulaire spéciale fournie avec la centrifugeuse.

La méthode microhématocrite est la méthode de référence. Elle est très connue, présente un niveau de précision acceptable et ne nécessite qu'une instrumentation simple (MOLLARD.J.F, 2002).

- ✓ **Méthode de Wintrobe**

Cette méthode est simple, exige un matériel présent dans tous les laboratoires. Après le prélèvement il est nécessaire de mélanger le tube avec délicatesse afin d'éviter l'hémolyse qui pourra fausser les résultats. Ensuite le tube de Wintrobe est remplit, une seringue de 5 ml et une aiguille de 12 ou 15/10 et de 12 à 15 cm de long. L'aiguille est enfoncée jusqu'au fond du tube puis le sang est chassé en retirant lentement l'aiguille. Il faut maintenir la surface de l'orifice de l'aiguille au dessous de la surface du sang, car la présence de bulles dans le sang peut modifier les résultats. Les tubes sont remplis au niveau zéro de la graduation de gauche, et sont posés dans la centrifugeuse.

Dans la lecture de l'hématocrite en tube de Wintrobe, il faut noter le niveau exact des hématies immédiatement au-dessous de la couche leucocyto-plaquettaire ainsi que l'épaisseur de cette dernière (COLES.EH., 1979).

II.2.2. Méthodes automatiques

- ✓ **Le principe Coulter**

Dans le principe décrit par Coulter (1956) les cellules sanguines sont utilisées pour interrompre un courant passant entre deux électrodes.

L'automate type Coulter Max, est tout à fait utilisable pour les analyses vétérinaires, les corrélations avec les résultats obtenus par les méthodes classiques sont élevées sauf pour le comptage des globules blancs. Lors de ce comptage, le sang est dilué et les globules rouges hémolysés libèrent leurs noyaux qui sont considérés par l'appareil comme étant des globules blancs, d'où des résultats faussement augmentés.

Pour remédier à cela, une petite correction après comptage manuel des globules blancs est réalisée et une baisse de 10% sur les résultats du Coulter est retenue.

- ✓ **Le laser**

Dans cette méthode plus récente le spécimen sanguin, très dilué comme dans le principe Coulter, passe dans une cuve en continu ou il est exposé à un rayon laser.

Chaque fois qu'une cellule traverse le faisceau, elle déclenche une impulsion dont l'amplitude est proportionnelle à son volume et à son contenu en hémoglobine.

Connaissant le volume de spécimen dilué ayant traversé la cuve et après traitement électronique approprié des impulsions, la valeur de l'hématocrite peut être calculée (MOLLARD.J.F, 2002).

II.3 Intérêt clinique (diagnostic)

L’hématocrite est une mesure de la fraction volumique des hématies. Il constitue un indicateur clé de l’état d’hydratation de l’organisme, de la présence d’une anémie ou d’une grave perte de sang, et de l’aptitude du sang à transporter l’oxygène.

Dans les conditions normales, la quantité de globules rouges est proportionnelle au volume sanguin total. En cas d’anémie récente due à une hémorragie aigue, 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’érythrocytes reste normal mais le volume plasmatique diminue. L’hématocrite augmente et donne une fausse idée d’hyperglobulie.

Un hématocrite abaissé peut être dû soit à une surhydratation, qui se traduit par une augmentation du volume du plasma, soit à une diminution du nombre des hématies due à une anémie ou à une hémorragie (MOLLARD.J.F, 2002).

Un hématocrite augmenté peut être dû à une perte de liquides, comme en cas de déshydratation, de traitement diurétique et de brûlures, ou à une augmentation du nombre d’hématies comme en cas de troubles cardiovasculaires et rénaux, et de déficience de la ventilation.

IV. Valeurs de l'hématocrite chez l'autruche

Le taux de l'hématocrite de l'autruche adulte varie de 39.3% (BENROMDHANE et al, 2000) à 48% (PALOMEQUE et al, 1991).

Il n'existe pas de différence significative entre le taux d'hématocrite des mâles et des femelles (respectivement 37.9% et 38.6%) (BENROMDHANE et al, 2000).

En revanche, d'importantes variations liées à l'âge ont été rapportées par différents auteurs. L'autruche d'un jour montre un taux d'hématocrite relativement bas, 18.87% (RAUKAR J. et al, 2007) et 19.96% (RAUKAR J., 2005). PALOMEQUE (1991) a mesuré, sur des mêmes individus, le taux d'hématocrite à deux âges différents 5 mois et 12 mois. Il a obtenu des valeurs respectives de 37% et 48%. Des résultats similaires ont été rapportés par (MUSHI et al, 1999) qui a montré que les autruchons juvéniles (1-10 mois) avaient un hématocrite inférieur aux adultes (11-18mois), respectivement 36% et 43.25%.

La variation de l'hématocrite en fonction de l'âge n'est pas spécifique à l'autruche, mais s'observe chez d'autres espèces d'oiseaux, tel le Flamant rose (MUSHI et al, 1999). Cependant, cette particularité ne constitue pas une caractéristique commune à toutes les espèces d'oiseaux (GESSAMEN et al, 1986 cité par PALOMEQUE et al, 1999).

Approche Expérimentale

I. Objectifs

Ce travail a pour objectifs de déterminer la valeur usuelle du taux d'hématocrite chez les autruches des élevages de la région d'Alger et d'étudier l'impact de l'âge sur le taux d'hématocrite.

II. Matériel et méthodes

L'expérimentation s'est déroulée de mars 2007 à août 2007, dans deux exploitations d'autruches situées à OULED BELHADJ et KOLEA.

II.1. Animaux

L'étude expérimentale a porté sur 24 autruches de la sous-espèce struthio camelus camelus, âgés de 1 jour à 24 mois.

L'échantillon, effectué au hasard des captures, est composé de 15 autruchons, tout sexe confondu, âgés de 1 à 35 jours, et de 9 adultes femelles âgées entre 15 et 24 mois. L'expérimentation a été réalisée en période de reproduction des autruches d'où la difficulté d'effectuer des prélèvements sanguins chez les mâles adultes qui étaient particulièrement agressifs.

Les autruchons sont élevés pour leur premier mois dans la région de CHAIBA, et les adultes dans la région de BALOUTTA.

II.2. Prélèvements de sang

Pour les autruches juvéniles, les prélèvements sanguins ont été réalisés en période estivale (août 2007), dans un espace clôturé par du grillage, tôt le matin.

Pour les autruches adultes, la plupart des prélèvements sanguins ont été réalisés au printemps 2007. Pour chaque individu, un examen sommaire de l'état général a été effectué avant chaque prélèvement.

- **Chez l'autruche juvénile**

Après contention, le prélèvement a été réalisé, grâce à des épicrâniennes, par ponction de la veine métatarsienne. Le sang a été prélevé sur tubes EDTA.

- **Chez l'autruche adulte**

Après une bonne contention, les prises de sang ont été effectuées dans des tubes de type vacutainer et des épicrâniennes, par ponction veineuse en soulevant l'aile de l'autruche (Figure n°29).

Figure n°29 : Prélèvement sanguin chez l'autruche adulte

II.3. Mesure du taux d'hématocrite

❖ Choix de la méthode

- **Microhématocrite**

La méthode microhématocrite est la méthode de référence, elle présente un niveau de précision acceptable. Elle nécessite un matériel simple qui est disponible dans tous les laboratoires.

Figure n°30 : Microhématocrite

Le sang collecté à été transporté dans une glacière (sac thermique) afin d'être analysé au laboratoire le jour même, avec une limite maximale de 2 heures et demi entre le moment du prélèvement et l'analyse.

Figure n° 31 : Sac thermique

Les conditions de stockage et de la préparation des échantillons sanguins sont importantes dans la détermination de l'hématocrite.

Le principe du microhématocrite est simple : un micro tube capillaire rempli par capillarité directement sur le sang prélevé, est séché soigneusement et obturé à son extrémité (argile, pâte à modeler) avant d'être centrifugé à grande vitesse (3000 tours par minute) pendant 3 minutes et en faisant bien attention à diriger l'extrémité obturée vers le bord extérieur de la centrifugeuse. Après centrifugation, la lecture est réalisée à l'aide d'un lecteur spécial pour déterminer le taux d'hématocrite.

- **Réalisation du microhématocrite**

- ✓ **Première étape**

Préparation du matériel micro tube, pâte à scellement, compresse, gants.

- ✓ **Deuxième étape**

Le port des gants est nécessaire pour éviter les risques biologiques. Le tube est agité délicatement (Figure n°32).

Figure n°32 : Prélèvement sanguin (tube EDTA)

- ✓ **Troisième étape**

Le microtube est immergé dans le sang qu'on laisse remonter par capillarité jusqu'à environ un centimètre de l'extrémité en inclinant légèrement le tube de sang.

Le microtube est retiré et l'extérieur est essuyé soigneusement avec une compresse en le maintenant à l'horizontale (Figure n°33).

Figure n°33 : Absorption du microtube par capillarité

✓ **Quatrième étape**

Maintenir le tube en position horizontale et introduire l'extrémité du tube dans la pâte à scellement puis dans du savon (Figure n°34).

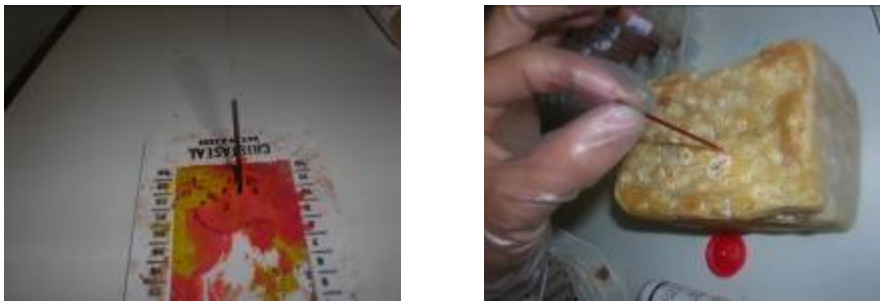


Figure n°34 : Obturation du microtube

✓ **Cinquième étape**

Le microtube est déposé dans la centrifugeuse à hématocrite en plaçant le coté obturé vers l'extérieur contre le joint. Sans oublier de placer les deux couvercles. On centrifuge à (3000 tours par minute) pendant 3 minutes (Figure n°35).

Figure n°35 : Dépôt des microtubes dans la centrifugeuse

- ✓ **Sixième étape**

Après ouverture de la centrifugeuse, le microtube est placé sur l'abaque pour la lecture.

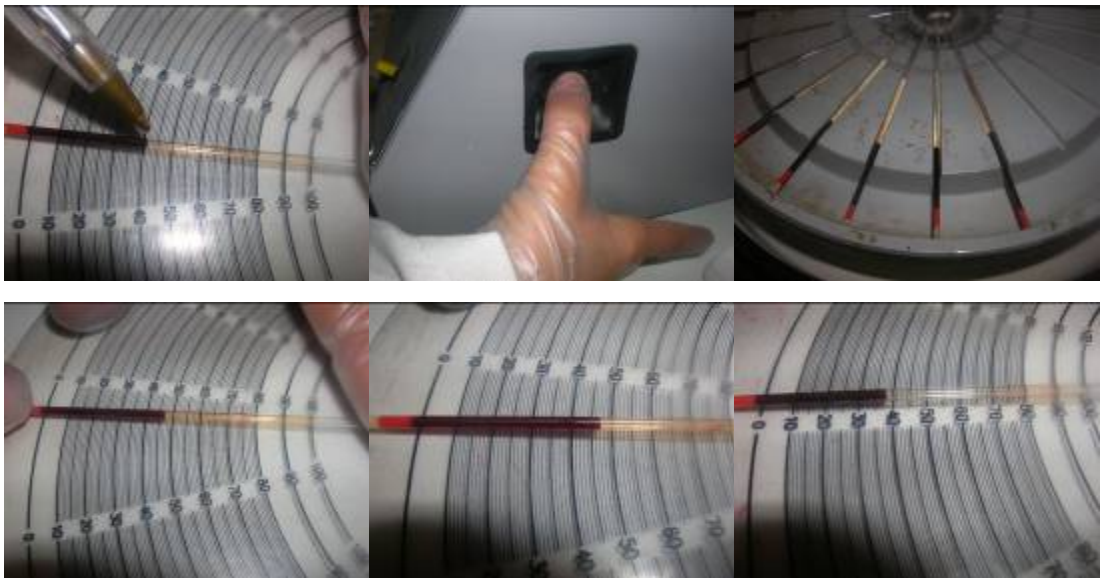


Figure n°36 : Lecture du taux d'hématocrite

III. Résultats et Discussion

Nous avons mesuré les taux d'hématocrite sur un échantillon total de 24 autruches juvéniles et adultes. Plusieurs autres prélèvements sanguins ont dû être écartés de l'évaluation, pour cause d'hémolyse (animaux agités, centrifugation tardive des échantillons), d'erreurs de manipulation, et d'incidents divers.

Nous avons donc retenues les valeurs suivantes, d'hématocrite exprimé en % (tableau n°13).

Tableau n° 13 : Résultats de l'hématocrite pour chaque prélèvement sanguin

Sujets	Hématocrite	Age
1	41,30%	adulte
2	38,90%	adulte
3	33,00%	adulte
4	31,50%	adulte
5	32,80%	adulte
6	36,40%	adulte
7	37,80%	adulte
8	38,10%	adulte
9	41,10%	adulte
10	24,20%	juvénile
11	25,10%	juvénile
12	24,40%	juvénile
13	18,00%	juvénile
14	28,00%	juvénile
15	17,00%	juvénile
16	16,00%	juvénile
17	14,00%	juvénile
18	19,00%	juvénile
19	21,00%	juvénile
20	22,00%	juvénile
21	31,00%	juvénile
22	26,00%	juvénile
23	11,00%	juvénile
24	24,00%	juvénile

- **Le taux d'hématocrite chez les autruches adultes**

Les taux d'hématocrite, mesurés sur des échantillons sanguins de 9 autruches adultes, âgés de 15 à 24 mois, sont reportés dans le tableau n°14 :

Tableau n° 14 : Résultats de l'hématocrite chez les adultes

Autruches Adultes	
1	41,30%
2	38,90%
3	33,00%
4	31,50%
5	32,80%
6	36,40%
7	37,80%
8	38,10%
9	41,10%
N = 9	36,77%

Tableau n° 15 : Valeurs moyennes de l'hématocrite chez les adultes

Paramètres Sanguin	Moyenne	médiane	minimum	maximum
Hématocrite	36,77	37,8	31,50	41,30

La valeur moyenne de l'hématocrite est de 36,77 %. Les valeurs minimale et maximale sont respectivement de 31,50 % et 41,30 % (tableau n°15). Ces taux se rapprochent de ceux rapportés par (BENROMDHANE et al, 2000) chez des autruches âgés de 10 à 60 mois et, élevées dans la région de Sousse en Tunisie (38,2 %).

D'autres auteurs décrivent des valeurs légèrement plus élevées, 43,2 % chez des autruches âgées de 12 mois (MUSHI et al, 1999) et 48 % chez des autruches âgées entre 11 et 18 mois (PALOMEQUE et al, 1991). Selon (MUSHI et al, 1999), le taux d'hématocrite de l'autruche présente des variations liées aux conditions d'élevage ainsi qu'aux conditions climatiques et géographiques. Les animaux élevés en haute altitude ont un nombre d'hématies, un volume

globulaire et une concentration en hémoglobine supérieurs à ceux d'animaux vivant à une altitude plus basse **(**COLES.E.H, 1979**).**

En Algérie, l'élevage d'autruches est relativement d'introduction récente, et nous ne disposons pas de données sur l'hématologie des autruches élevées dans ce pays.

Notre échantillon d'autruches adultes est constitué en totalité de sujets femelles. Les collectes de sang n'ont pu être effectuées chez les sujets mâles, car la contention des mâles, en période de reproduction, s'est avérée particulièrement difficile, et dangereuse. D'après les travaux de (BENROMDHANE et al, 2000), l'hématocrite des autruches adultes ne montre pas de variations significatives liées au sexe (37,9 % chez le mâle contre 38,6 % chez la femelle).

L'effort et le stress sont également susceptibles de modifier la valeur du taux d'hématocrite. Chez les mammifères, l'excitation et l'exercice augmentent spectaculairement les valeurs du nombre total d'hématies. Cela se produit par suite d'une contraction de la rate et de la libération d'hématies dans la circulation périphérique **(**COLES.E.H, 1979**).**

Lors de notre expérimentation, les autruches adultes se sont débattues. L'impact de l'effort sur les valeurs de l'hématocrite reste à déterminer chez l'autruche.

Plusieurs facteurs pathologiques provoquent des variations du taux d'hématocrite chez l'autruche. Les troubles parasitaires causés par les helminthes du tube digestif tel que le Lybiostrongylus douglassii induisent des anémies, avec une baisse du taux d'hématocrite (BECK RELJA, 2004). Les états de déshydratation provoquent une élévation du taux d'hématocrite. Selon**,** (BROWN et JONES, 1999)**,** l'élévation de l'hématocrite reste cependant peu marquée chez les autruches adultes déshydratées. (SKADHAUJE et al, 2007) a par ailleurs montré, chez les autruches soumises à une déshydratation, une élévation de l'osmolarité du plasma en comparaison avec les animaux témoins, respectivement 338 mOsm /l vs 313 mOsml/l.

L’indigestion représente la pathologie dominante chez l’autruche (SOLCAN.G, 2004). L’ingestion de corps étrangers, phénomène très fréquent chez l’autruche, notamment en période de stress (YUKSEK.N et al, 2002**),** induit des obstructions ou des perforations du proventricule ou du gésier. Les symptômes sont une anorexie, une perte de poids et une importante déshydratation. KOMNENOU (2003) rapporte des augmentations significatives des taux d’hématocrite chez les autruches victimes d’ingestion de corps étrangers ; les animaux malades ont un taux qui varie entre 57% et 69 %, contre 40-55 % pour les sujets sains.

Chez l’autruche, les valeurs du taux d’hématocrite diffèrent significativement en fonction de l’anticoagulant utilisé. L’hématocrite est plus élevé pour les tubes à EDTA en comparaison avec ceux à héparine, respectivement 52,6% vs 45,4% (MAFUVADZE, 2007**).**

- **Le taux d’hématocrite chez les autruchons**

Le tableau n°16 représente les valeurs du taux d’hématocrite chez 15 autruchons âgés entre 1 et 35 jours.

Tableau n° 16 : Résultats de l'hématocrite chez les juvéniles

Autruches juvéniles	
1	24,20%
2	25,10%
3	24,40%
4	18,00%
5	28,00%
6	17,00%
7	16,00%
8	14,00%
9	19,00%
10	21,00%
11	22,00%
12	31,00%
13	26,00%
14	11,00%
15	24,00%
N = 15	21,38%

Tableau n° 17 : Valeurs moyennes de l'hématocrite chez les juvéniles

Paramètres Sanguin	Moyenne	médiane	minimum	maximum
Hématocrite	21,38	22	11,00	31,00

La valeur moyenne de l'hématocrite est de 21.38 % (tableau n°17). La valeur minimale relevée est de 11 % et la maximale de 31 %. Ces variations peuvent s'expliquer par le fait que notre échantillon d'autruches a compris des sujets âgés de 1 jour jusqu'à 35 jours.

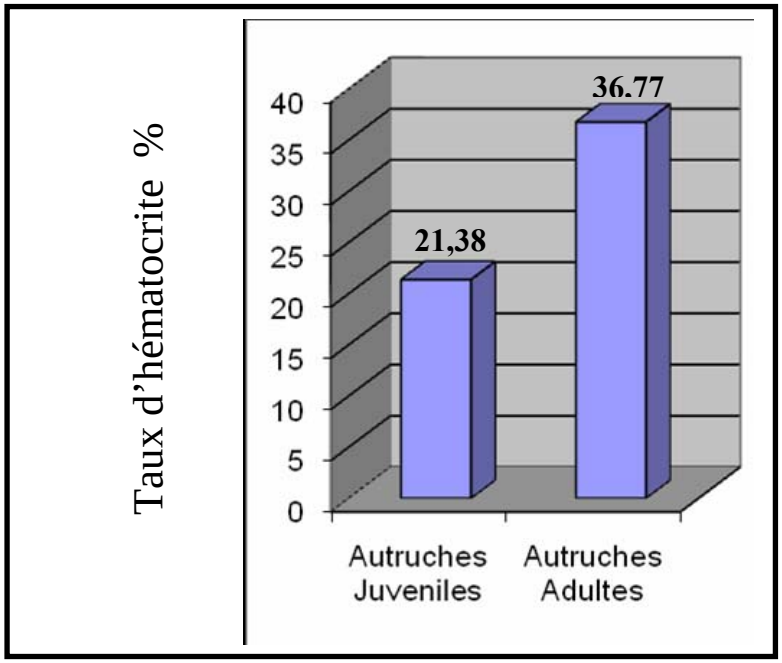
Notre échantillon d'autruches juvéniles a comporté des sujets mâles et femelles. Selon (CHEN Y**.,** 2003), le sexe n'influence pas les valeurs du taux d'hématocrite chez les autruchons âgés entre 4 et 12 semaines.

Dans notre étude, le taux d'hématocrite des autruchons est inférieur à celui des adultes (21.38 % vs 36.77%), ce qui est en accord avec les résultats des différents auteurs.

RAUKAR.J., (2005) a décrit chez les autruchons âgés de 1 jour un taux moyen de 18.87 %, avec des variations allant de 15.8 à 21.5 %. Selon (LEVY, 1989), les valeurs du taux d'hématocrite sont basses chez les autruchons et augmentent graduellement avec l'âge. (PALOMEQUE, 1991) rapporte, chez des autruches juvéniles âgées de 5 mois et des adultes âgés de 1 an, des taux respectifs de 37 % et 48 %.

Les variations du taux d'hématocrite en fonction de l'âge ne constituent pas une caractéristique spécifique à l'autruche, mais existent chez d'autres espèces d'oiseaux telles le Flamant rose (MUSHI, 1999).

D'après RAUKAR (2007), les autruchons sont plus exposés au risque d'anémie que les adultes. Ils présentent également un taux plus élevé de globules blancs que les autruches adultes, probablement à cause d'une incidence plus importante d'infections. Les poussins autruchons sont plus vulnérables aux affections, notamment parasitaires, qui ont pour conséquence l'anémie et une baisse du taux d'hématocrite.



Autruches Juvéniles	Moyenne 21,38
Autruches Adultes	Moyenne 36,77

Figure n°37 : Taux d'hématocrite chez l'autruche adulte et juvénile

CONCLUSION

Notre étude a permis de définir les valeurs usuelles du taux d'hématocrite chez les autruches (***Struthio camelus***) élevées dans la région d'Alger. Nos valeurs concordent avec celles rapportées par la bibliographie, et sont particulièrement proches de celles établies dans les élevages de la région de Sousse, en Tunisie. A l'instar des recherches effectuées dans divers pays d'Afrique et d'Europe, nous avons également mis en évidence l'influence de l'âge sur la valeur de l'hématocrite. La valeur du taux d'hématocrite est plus basse chez les catégories d'âge inférieur par rapport aux groupes d'âge supérieur. Il est essentiel pour le clinicien vétérinaire de connaître ces données physiologiques, et cela pour faciliter le diagnostic des cas pathologiques chez l'autruche. D'autres travaux seront utiles pour préciser les taux d'hématocrite chez les autruchons à des âges différents (1 jour, un mois, cinq mois). L'étude de l'impact du sexe de l'autruche, du stress et des saisons sur les valeurs de l'hématocrite devra également contribuer à la connaissance des paramètres hématologiques de ce ratite.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. BECK, RELJA; MARINCULIC, ALBERT, TISLJAR, MARINA, 2004: The occurrence of Lybiostrongylosis in Croatian ostrich farms

2. BENROMDHANE.S, M.N. ROMDHANE.S.MHIRI.M.A.BEN MILED et M. KORTAS, 2000: Les paramètres biochimiques et hématologiques chez l'autruche (Strutio camelus) dans un élevage tunisien.

3. BENZUIDENHOUT.A. J., 1984: Journal of Anatomy. The Coronary circulation of the ostrich (struthio camelus). J Anat. 1984 May; 138 (Pt3):385-397.

4. BROWNS C.R., JONES G.E, 1996: Some blood chemical, electrolyte and mineral values from young ostriches. JI S Afr Vet Ass. 1996. 67. 111-114.

5. BUTTON C., BARTON N.J., and VEALEP. L., OVEREND. D.J., 1992: A survey of libiostrangylus douglassi on ostrich farms in eastern Victoria. Austr Vet J. 1992. 70 (2). 76.

6. CARBAJO E., 2006: Veterinarians, Chaiman 3rd International Ratite Science Symposium Ostrich production to mature. WORLD POULTRY- Vol.22 N°8.2006.

7. CHEN YIENGHOW, FENG CHINWANG, 2003: The changes in haematology of ostrich.Taiwan Veterinary Journal, 2003(vol. 29) (No.4)347-352.

8. COLES. EH, **1979 :** Le laboratoire en clinique vétérinaire. Edition Vigot.

9. CORNETTE ET LEBAILLY P., 1998 : L'autruche, élevage et rentabilité. Les presses économiques de Gembloux : Gembloux, 182 p.

10. DJELLALI, 2005: Troisième journées scientifiques vétérinaires Ecole nationale vétérinaire à EL HARRACH

11. FOWLER M.E, 1991: Comparative chemical anatomy of ratites. J. Zoo and Wildlife Med. 1991. 22, 204-227.

12. FUDJE.TULLY T.N., PECHMAN R.D., CORNICK J., MORRIS J.M, 1995: A subchondral cyst : in the distal bone of an ostrichJ AU Med sur. 1995.9.41-44

13. GUITTIN P, 1985 : les struthioniformes en parc zoologique (thèse de doctorat). Université Paris VII: Paris, 1985.

14. HALIMAN, 1992 cité par CORNETTE ET LEBAILLY P**,** 1998 **:** l'autruche, élevage et rentabilité. Les presses économiques de Gembloux : Gembloux, 182 p.

15. JOHN MAINA, and Christopher Nathaniel, 2001: A qualitative and quantitative study of an ostrich, Struthio camelus.

16. KOCAN.A.A, 2002: An introduction to ratite ranching and medicine. Published by the Ostrich News Cache, Oklahoma state University 2002.405-429-3765.

17. KOMNENOU.A.TH, G.K. GEORGIADES, L. SAVVAS and A. DESSIRIS, 2003: Surgical Treatment of Gastric Impaction in Farmed Ostriches.

18. LAMBER M.S., DEEMING D.C., SIBLYR.M, AYRESL.L, 1995: The relation ship between pecking behaviour and growth rate of ostrich (Struthio camelus) chicks in captivity. Appl Anim Behav Sci. 1995. 46.93.101.

19. LE MEN. M.E.: Rapport sur l'élevage de l'autruche. 1914.

20. LEVY A., PERELMAN B., WANER T., VAN GREVENBROEK M., VAN CREVELD C. et YAGIL R., 1989: Haematological parameters of the ostrich (Struthio camelus). Avian Pathology, 1989, 18, 321-327.

21. MAFUVADZE BENFORD and KENEDY HONEY ERLWANGER, 2007: The effect of EDTA. heparin and storage on the erythrocyte osmotic fragility, plasma osmolality and haematocrit of adult ostriches (Struthio camelus). Veterinar ski ARHIV V77 (5). 427-434, 2007.

22. MAIDEIROS C., 1997: Vaccination of ostriches against New castle disease. Vet Rec. 1997. 140. 188.

23. MASSON C., CAMPODONICO P, 1990: Elevage des autruches. Rapport d'un stage effectué au Zimbabwe .Un D.E.S de production des régions chaudes. Bulletin G.T.V.90. 2. DIV.002.1990.

24. MOLLARD.J.F, 2002 : Hématocrite : les techniques de mesure et leurs limites dans le cadre de la gazométrie sanguine. Annales de biologie clinique. Volume 61, Numéro 2, 165-74.

25. MUSHI.E.Z., M.G. BINTA, R.G.Chabo, J.F.W, Isa, R.W.Kapaata, 1999: Selected Hematologic values of farmed ostriches (Struthio camelus) in Botswana. J Vet Diago Invest 11 372- 374(1999).

26. PALOMEQUE J., PINTO D., VISCOR G, 1991: Hematologic and blood chemical values of massai ostrich (Struthio camelus). J Wild Dis. 1991.27.34-40.

27. POISSON, 1926: Henri l'autruche avec quelques compléments sur le groupe des ratites (Nandou, Casoar-Emeu).In : Encyclopédie ornithologique. Tome II. Paul Lechevalier : Paris, 1926, 204p.

28. RAPPORT NATIONAL SUR LES RESSOURCES GENETIQUES ANIMALES EN ALG2RIE OCTOBRE, 2003 : Ministère de l'Agriculture et du développement Rural Algérien.

29. RAUKAR.J. and SIMPRAGA, 2005: Haematological parameters in the blood of one day old ostriches. University of Zagreb, Heinzelova 55, 10000 Zagreb. Croatia.

30. RAUKAR JELENA et al, 2007: Haematological status of one-day old ostriches (struthio camlus domesticus). Acta Veterinaria (Beograd), Vol.57, No.2-3,231-239, 2007.

31. SHANAWANY MM. ET DINGLE J, 1999: Ostrich production systems. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO): Rome, 1999, 256p. (FAO Animal Production and Health Paper; 144).

32. SKADHAUJE.E., C.N. Warui, J.M.Z. Kamau and G.M.O. Maloiy., **2007**: Function of lower intestine and osmoregulation in the ostrich: preliminary anatomical and physiological observation.

33. SOLCAN, G., PAUL. A, 2004: Indigestions in ostrich. Case reports: Bultinul Universitatii de Stiinte Agricole si Medicina Veterinara Cluj-Napoca, Seria Veterinara, 2004 (Vol; 61).

34. SMIT D.J, 1963: Ostrich farming in the little karoo. Department of Agricultural Technical Service: Pretoria, 1963, 103p. (Bull. N°358).

35. TUCKWELL, RICE, 1993: CORNETTE ET LEBAILLY P**,** 1998 **:** l'autruche, élevage et rentabilité. Les presses économiques de Gembloux: Gembloux, 182 p.

36. TULLY T.N., PECHMAN R.D., CORNICK J., MORRIS J.M, 1997: A subchondral cyst in the distal bone of an ostrich Au Med Sun. 1995. 9.41-44 VILLATED: Maladies des volailles. Manuel principe. Ed France agricole. Paris. 1997.

37. VANDER VOOT J .C, 1994: The Dasana Ostrich Guide. Banas : Bruxelles, 1994.216p.

38. YUKSEK NAZMI, ZAHID AGAOGLU, ABDULLAH KAYA, LOGMAN ASLAN ; HIDATET MERIN ERDOGAN, and YAKUP ALGUL, 2002 : Stomach Impaction in Ostriches (Struthio camelus) Blood Chemistry, Hematology, and Treatment.

39. http://images.google.fr/imgres?imgurl=http://bp0.blogger.com/

40. www.dinosoria.com/oiseaux/autruche_004.jpg

41. **www.inthenightwelive.com/.../images/autruche.jpg**

42. http://recettes.viabloga.com/news/pave-d-autruche-a-orange

43. **www.vivelanature.com/faune/espece-disparue/le...**.

44. http//Fr. wikipedia.org/wiki/Autruche d%27Afrique

45. Avian Blood Cell
www.diaglab.vet.cornell.educ/clin path/modul/hem1/avian.htm.

46. http://fr.Wikipedia.org/wiki/Hématocrite

ANNEXES

Annexes 1 : Classification de l'ordre des ratites.

Annexes 2 : Distribution géographiques des autruches sauvages.

Annexes 3 : Les ratites.

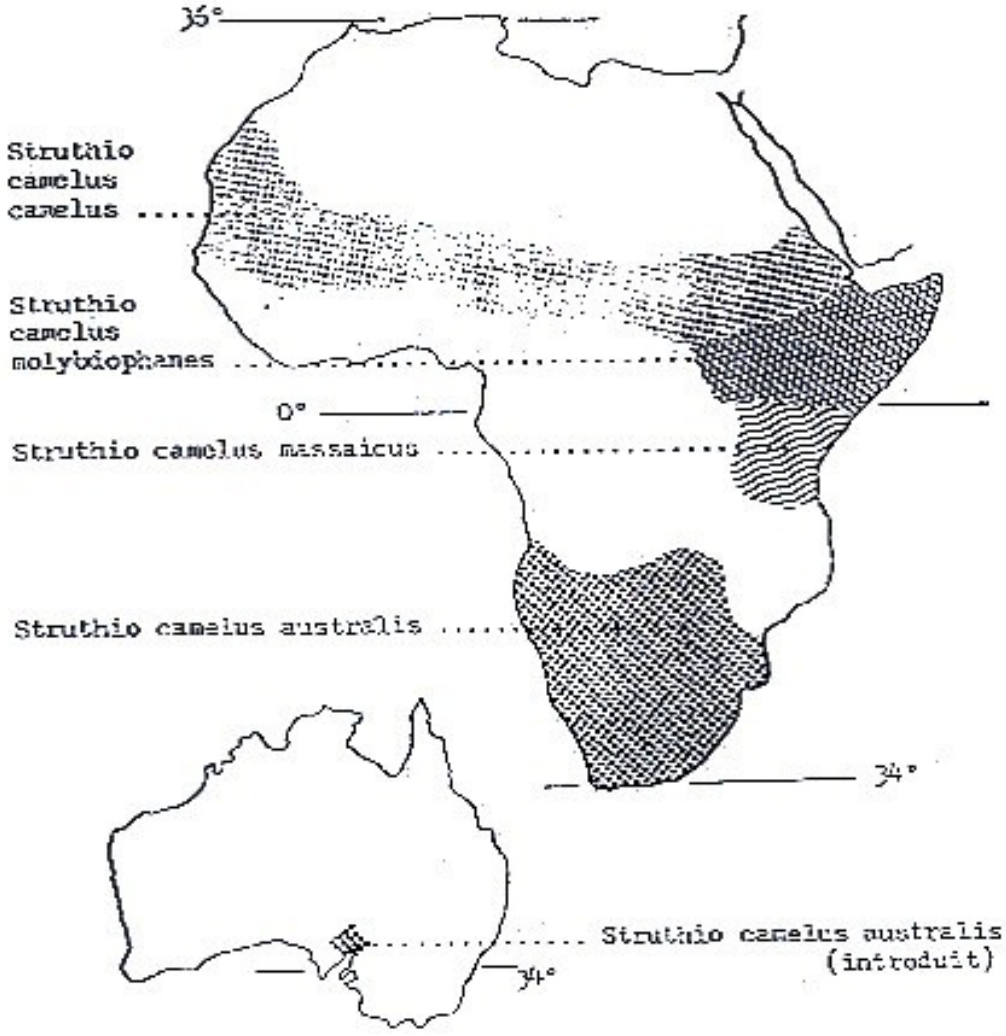
Annexes 4 : Séquences de l'éclosion d'un autruchon.

Annexes 5 : Recette de cuisine (paves d'autruche à l'orange).

ANNEXE 1 : CLASSIFICATION DE L'ORDRE DES RATITES

ORDRE	SOUS ORDRE	FAMILLE	GENRE	ESPECE	SOUS ESPECE
STRUTHIONIFORMES	STRUTHIONES	STRUTHIONIDAE	STRUTHIO	Struthio camelus Linné ,1758	S.c. Camelus Linné, 1758
					S.c. massaicus Neumann, 1898
					s.c.molybdophanes Reichenow ,1883
					S.c. australis Gurney, 1868
					S.c. Syriacus Rothschild, 1919
	RHEAE	RHEIDAE	Rhea	Rhea americana Linné, 1756	R.a.americana Linné, 1758
					R.a.intermedia Rothschild et Chubb, 1914
					R.a.albescens Lynch Arridalzaga et Holmberg, 1878
					R.a.nobilis brodkorb, 1939
					R.a.Araneipes brodkorb, 1938
				Ptercnemia pennata Orbigny, 1934	P.p.Garleppi Chubb, 1913
					P.p.Penatta Orbigny, 1834
					P.p. tarapacensis Chubb, 1913
	CASUARII	DROMAIIDAE		Dromaius novaehollandiae Latham, 1790	
		CASUARIIDAE		Casuaris benetti Gould, 1857	
				Casuaris Casuarius Linné, 1758	
				Casuarius unappendiculatus Blyth, 1860	
	APTERYG	APTERYGIDAE		Apteryx australis sahw, 1813	A.a.mantelli bartlett, 1852
					A.a.australis shaw, 1813
					A.a.lawryi Rothschild, 1893
				Apteryx owenii Gould, 1847	
				Apteryx haastii potts, 1872	

Annexe 2

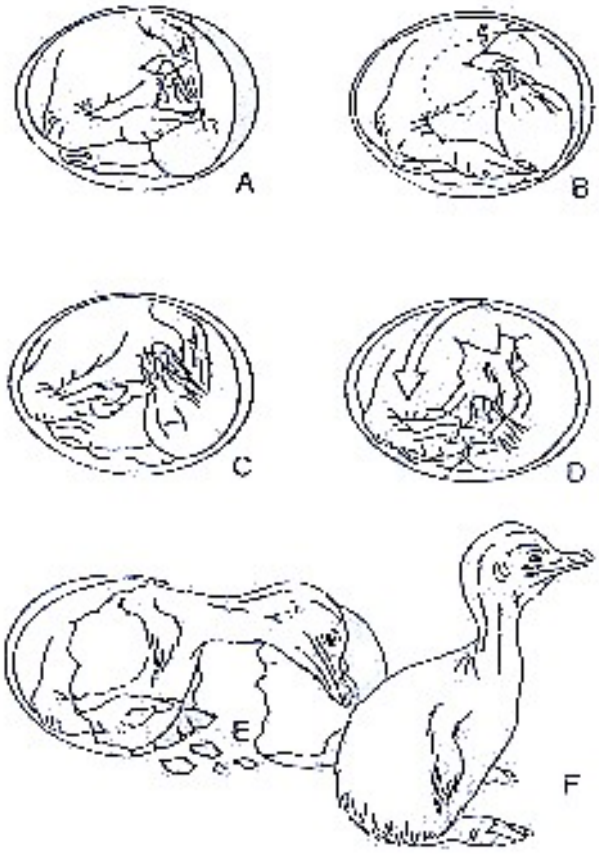

35°
Struthio
camelus
camelus
Struthio
camelus
molybdophanes
0°
Struthio camelus massaicus
Struthio camelus australis
34°
Struthio camelus australis
(introduit)
34°

Annexe 3 :

	AUTRUCHES	NANDOUS	EMEUS	CASOARS
PLUMAGE	♂ à plumage noir et blanc ♀ marron Dimorphisme sexuel très marqué	Gris-brunâtre. Ventre plus clair. Pas de dimorphisme sexuel	Gris brun (les plumes peuvent être marquées de noir) ♀ = ♂	Plumage noir. ♀ ≻ ♂ Pas de dimorphisme de plumage
TAILLE	1,80 à 2,50 m	1,50 m	1,50 à 1,80 m	1,37 à 1,52 ≠ 1,70
POIDS	70 à 200 Kg		55Kg	32 à 70 Kg
TETE	Très petite. Grands yeux à longs cils. Oreilles nues légerment découvertes.	Tête et cou emplumés. Tête et échine foncées.	Tête et haut de cou nus et clairs (au dessus et en arrière poils noirs)	Tête et cou nus. Parties dénudées du cou de vive couleur rouge rose.
COU	Grêle et poilu	Emplumé. blanc devant. Plus foncé derrière	Cou avec collier blanc peu visible	Cou nu
PIED	Pied à deux doigts (interne+gros avec ongle)	Pied à trois doigts reliés par une membrane	Pied à trois doigts	Pied à cinq doigts
AILES	Rudimentaires à larges plumes	Très grande	Rudimentaires (2 moignons)	Très rudimentaires
BEC	Bec obtus à pointe arrondie	Très variable selon l'espèce	Bec court et large	Haut, comprimé latéralement et se terminant par une production ≠ casque (sert de protection)
VOIX	♀ muette ♂ "rugit" Les petits émettent q.q. sons aigus.	♀ muette	♂ son rauque et bref ♀ gloussements	♂ et ♀: stables, beuglement et se terminant par une production ≠ casque (sert de protection)
Particularités	Vitesse de croisière : 40 à 50 Km/h. enjambées : 4m	Facile à domestiquer. Queue sans vecteurs	Aiment l'eau	Vitesse : 50 Km. Nage très bien

Annexe 4

A : le poussin tourne la tête pour être face à la chambre à air.
B : pré- éclosion.
C : bris de la coquille, éclosion proprement dite.
D : augmentation de l'ouverture de la coquille.
E : sortie de la coquille.
F : séchage.



Annexe 5 :

Ingrédients :

- 2 Pavés d'Autruche
- 1 Orange
- Beurre
- Huile
- Sel
- Poivre

Préparation :

- Laver l'orange à l'eau froide. Préparer quelques zestes d'orange sur une assiette. Couper deux belles rondelles d'Orange et réserver.
- Ouvrir le paquet de viande d'AutrucheCuisson :

Dans une petite poêle, mettre 20g de beurre plus une petite cuiller d'huile et chauffer. Lorsque le beurre est fondu, mettre cuire les pavés d'Autruche.
- Faire cuire pendant 4 minutes (2 mn de chaque coté). Saler et poivrer.
- Mettre ensuite tout le jus restant de l'orange dans la poêle. Réduire le jus de moitié à feu doux pour faire une sorte de sauce, et retourner une fois le pavé dans la poêle pour qu'il s'imprègne du parfum d'orange des deux cotés.
- En parallèle, dans une autre poêle, faire dorer les deux rondelles d'orange dans une noix de beurre.
- Servir dans chaque assiette avec une rondelle d'orange et un peu de sauce.

Le Conseil du Chef :

- Pour la présentation, mettre le zeste d'orange au moment du service dans les assiettes, sans le faire cuire.

Résumé

Dans le but d'une meilleure connaissance des paramètres hématologiques de l'autruche (Struthio camelus) issue des élevages de la région d'Alger, nous avons entrepris de mesurer les taux d'hématocrite sur 24 animaux. L'échantillon a inclus des sujets juvéniles âgés entre 1 jour et 35 jours, et des adultes âgés entre 15 et 24 mois.

La valeur moyenne de l'hématocrite chez l'autruche adulte, est de 36.77 %, avec une maximale de 41.30 % et une minimale de 31.50 %. Notre étude a permis de mettre en évidence les variations de l'hématocrite en fonction de l'âge. Les autruchons, âgés de 1 jour à 35 jours, présentent un taux d'hématocrite inférieur à celui des adultes (21.38 %).

Mots clés : autruche, hématocrite, sang, érythrocyte.

́Abstract

In order to better knowledge of hematological parameters of the ostrich (Struthio camelus) issue of farms in the Algiers region, we began to measure hematocrit of 24 animals. The sample included subjects juveniles aged between 1 day and 35 days, and adults aged between 15 and 24 months.
The average hematocrit in adult ostrich, is 36.77%, with a maximum of 41.30% and a minimum of 31.50%. Our study revealed variations in hematocrit depending on age. The autruchons, aged 1 day to 35 days, present a hematocrit less than that of adults (21.38%).

Keywords: ostrich, hematocrit, blood red.