



Open Archive TOULOUSE Archive Ouverte (OATAO)

OATAO is an open access repository that collects the work of Toulouse researchers and makes it freely available over the web where possible.

This is an author-deposited version published in : <http://oatao.univ-toulouse.fr/Eprints> ID : 11961

To cite this version :

Migeon Anne-Sophie. *Anatomie comparée des ratites*. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse - ENVT, 2014, 100 p.

Any correspondence concerning this service should be sent to the repository administrator: staff-oatao@inp-toulouse.fr.

ANATOMIE COMPARÉE DES RATITES

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

DIPLOME D'ÉTAT

*présentée et soutenue publiquement
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

par

MIGEON Anne-Sophie
Née, le 25 Août 1988 à Maisons Lafitte (78)

Directeur de thèse : M. Giovanni MOGICATO

JURY

PRÉSIDENT :
M. Alexis VALENTIN

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESSEURS :
M. Giovanni MOGICATO
M. Jean SAUTET

Maître de Conférences à l'École Nationale Vétérinaire de TOULOUSE
Professeur à l'École Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

MEMBRE INVITÉ :
M. Antoine LECLERC

Docteur Vétérinaire du Zoo de Beauval

Ministère de l'Agriculture de l'Agroalimentaire et de la Forêt

ECOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE

Directeur : M. Alain MILON

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

- M. **AUTEFAGE André**, *Pathologie chirurgicale*
- Mme **CLAUW Martine**, *Pharmacie-Toxicologie*
- M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, Statistiques, Modélisation*
- M. **CORPET Denis**, *Science de l'Aliment et Technologies dans les Industries agro-alimentaires*
- M. **DELVERDIER Maxence**, *Anatomie Pathologique*
- M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*
- M. **EUZEBY Jean**, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*
- M. **FRANC Michel**, *Parasitologie et Maladies parasitaires*
- M. **MARTINEAU Guy**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*
- M. **PETIT Claude**, *Pharmacie et Toxicologie*
- M. **REGNIER Alain**, *Physiopathologie oculaire*
- M. **SAUTET Jean**, *Anatomie*
- M. **SHELCHER François**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*

PROFESSEURS 1° CLASSE

- M. **BERTHELOT Xavier**, *Pathologie de la Reproduction*
- M. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Physiologie et Thérapeutique*
- M. **DUCOS Alain**, *Zootchnie*
- M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et Thérapeutique*

PROFESSEURS 2° CLASSE

- Mme **BENARD Geneviève**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
- M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*
- Mme **CHASTANT-MAILLARD Sylvie**, *Pathologie de la Reproduction*
- M. **DUCOS DE LAHITTE Jacques**, *Parasitologie et Maladies parasitaires*
- Mme **GAYRARD-TROY Véronique**, *Physiologie de la Reproduction, Endocrinologie*
- M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
- Mme **HAGEN-PICARD Nicole**, *Pathologie de la Reproduction*
- M. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
- M. **LIGNEREUX Yves**, *Anatomie*
- M. **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **PICAVET Dominique**, *Pathologie infectieuse*
- M. **SANS Pierre**, *Productions animales*
- Mme **TRUMEL Catherine**, *Pathologie médicale des Equidés et Carnivores*

PROFESSEURS CERTIFIES DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE

- Mme **MICHAUD Françoise**, *Professeur d'Anglais*
- M **SEVERAC Benoît**, *Professeur d'Anglais*

MAITRES DE CONFERENCES HORS CLASSE

- M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
- M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la Reproduction*
- Mlle **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
- Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, Anatomie pathologique*
- M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
- Mlle **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
- M. **JOUGLAR Jean-Yves**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*

Mme **LETRON-RAYMOND Isabelle**, *Anatomie pathologique*
M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et Mathématiques*
M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*
Mme **PRIYMENKO Nathalie**, *Alimentation*

| |
|--|
| MAITRES DE CONFERENCES (classe normale) |
|--|

M. **ASIMUS Erik**, *Pathologie chirurgicale*
Mme **BENNIS-BRET Lydie**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
Mlle **BIBBAL Delphine**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
Mme **BOUCLAINVILLE-CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*
Mlle **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie*
M. **CONCHOU Fabrice**, *Imagerie médicale*
M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*
M. **CUEVAS RAMOS Gabriel**, *Chirurgie Equine*
Mme **DANIELS Hélène**, *Microbiologie-Pathologie infectieuse*
M. **DOSSIN Olivier**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
Mlle **FERRAN Aude**, *Physiologie*
M. **GUERIN Jean-Luc**, *Elevage et Santé avicoles et cunicoles*
M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
Mlle **LACROUX Caroline**, *Anatomie Pathologique des animaux de rente*
Mlle **LAVOUE Rachel**, *Médecine Interne*
M. **LIENARD Emmanuel**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
M. **MAILLARD Renaud**, *Pathologie des Ruminants*
Mme **MEYNAUD-COLLARD Patricia**, *Pathologie Chirurgicale*
M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, Imagerie médicale*
M. **NOUVEL Laurent**, *Pathologie de la reproduction*
Mlle **PALIERNE Sophie**, *Chirurgie des animaux de compagnie*
Mlle **PAUL Mathilde**, *Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles et porcins*
Mme **PRADIER Sophie**, *Médecine interne des équidés*
M. **RABOISSON Didier**, *Productions animales (ruminants)*
Mme **TROEGELER-MEYNADIER Annabelle**, *Alimentation*
M. **VOLMER Romain**, *Microbiologie et Infectiologie (disponibilité à cpt du 01/09/10)*
M. **VERWAERDE Patrick**, *Anesthésie, Réanimation*
Mme **WASET-SZKUTA Agnès**, *Production et pathologie porcine*

MAITRES DE CONFERENCES et AGENTS CONTRACTUELS

M. **BOURRET Vincent**, *Microbiologie et infectiologie*

Mme **FERNANDEZ Laura**, *Pathologie de la reproduction*

ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS

Mlle **DEVIERS Alexandra**, *Anatomie-Imagerie*

M. **DOUET Jean-Yves**, *Ophthalmologie*

REMERCIEMENTS

A Monsieur le Professeur Alexis VALENTIN

Professeur des Universités,

Praticien hospitalier,

Zoologie-Parasitologie

Qui m'a fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury de thèse,

Hommage respectueux

A Monsieur Giovanni MOGICATTO,

Professeur de l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse,

Anatomie - Imagerie médicale

Qui m'a fait l'honneur d'accepter la direction de cette thèse et pour son aide précieuse,

Sincère reconnaissance

A Monsieur Jean SAUTET,

Professeur de l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse,

Anatomie

Qui a aimablement accepté de participer à ce jury de thèse,

En témoignage de mon profond respect

A Monsieur le Docteur Antoine LECLERC,

Vétérinaire du Zoo de Beauval,

Qui m'a fait l'honneur d'apporter sa contribution et ses connaissances à la direction de cette thèse,

Qu'il soit remercié pour son aide

A mes parents, pour m'avoir toujours soutenu et poussé pour arriver là où j'en suis, pour toujours avoir été là, dans les bons mais surtout dans les mauvais moments, pour tout ce que vous avez fait pour moi. Je ne pense pas réussir à trouver les mots justes pour vous dire à quel point je vous suis reconnaissante mais sachez que c'est grâce à vous que je suis devenue qui je suis et je ne saurais jamais assez vous dire merci pour tout. Je vous aime.

A ma sœur, pour tous nos souvenirs, tous nos délires mais aussi tous nos coups de gueule qui s'oublient aussi vite qu'ils sont venus, pour ce lien indestructible qu'il y a entre nous même si je suis partie tôt de la maison. Sache que malgré la distance je serais toujours là pour toi si tu as besoin. Tu es quelqu'un de fort et de formidable, ne doute jamais de tes capacités. Ta grande sœur qui ne pourrait pas être plus fière de toi.

A mes grands-parents, pour toujours être là à mes côtés à chaque nouvelle étape de ma vie. Pour votre soutien sans faille, pour votre gentillesse et votre générosité. J'espère vous garder près de moi le plus longtemps possible car je n'imagine pas ma vie sans vous.

A Cécile mais surtout Didier, merci pour m'avoir acceptée petite poulotte chez vous et pour m'avoir accompagné au fils des années, et pour prendre bien soin de Patch avec tout ce qui lui arrive.

A Maxime, pour être arrivé dans ma vie à un moment où je ne m'y attendais pas, pour tout ce que tu m'apportes, pour me supporter tous les jours mais surtout pendant cette thèse, pour la patience dont tu as fait preuve avec moi, pour notre complicité qui grandit chaque jour, pour ce futur qui se construit petit à petit et pour tout ce qui fait que cette relation est parfaite. Je t'aime.

A Stef, ma femme pour toujours. Pour tous nos souvenirs de prépas, nos fous rires par simples regards, parce qu'un jour c'est sur on sera voisine, parce que je n'aurais jamais survécu à la prépa sans toi et à notre amitié sans faille et pour toujours.

A Marie, pour notre amitié qui traverse les années et la distance en restant intacte. Même si on se voit peu tu sais que je ne t'oublierai jamais. A nos 20 ans de complicité.

A Chachou, parce que faire 5/2 m'aura aussi permis de te rencontrer, pour avoir contribué de manière non négligeable à ma folie verniesque, et parce que quand on se revoit c'est comme si on ne s'était jamais quitté.

A Toinou et Hadrien, pour nos rendez-vous annuels d'ancien jansonnien. En espérant qu'on puisse continuer de la faire au fils des années pour ne pas perdre contact.

A Hélène, ma super colloc quasiment aussi NPA que moi. Pour cette année de collocation parfaite, pour ces instants aux salons de thé, pour nos délires que per-

sonne ne comprend, pour nos futures virées shopping à Lyon, pour tout ce que tu m'as apporté quand on vivait ensemble. Colloc un jour, colloc toujours !

A Lucie, parce que ta joie de vivre et ton petit grain de folie font de toi un vrai rayon de soleil, pour nos discussions sans fin sur tout et sur rien, pour nos retours de soirée à rendre fou même les personnes les plus patientes et parce que notre amitié durera toujours même si j'ai du mal à donner beaucoup de nouvelles.

A Elodie et Amélie, pour nos souvenirs de galère totale mais aussi nos bons fous rires lors de vente de chouchou qui nous a beaucoup rapprochées, j'ai été ravie de partager ces moments avec vous les filles et j'espère que la prochaine fois qu'on verra ces T-shirts ce sera nous sur les serviettes de plages !

A Marie, parce que je suis bien contente d'avoir changé d'avis une fois arrivée à l'école, parce que j'ai trouvé plus bavarde que moi, pour avoir été binôme de ronéo pendant 4ans sans jamais aucun accro, pour tes après-midi piscine et pour tout le reste.

A Salim, pour ta gentillesse, pour avoir été là pour prendre soin de moi quand je n'en étais plus capable, parce que ces cinq années n'auraient pas été les mêmes si tu n'avais pas été là.

A Anais et Marjo, les deux meilleures poulottes à jamais, pour tout ce qu'on a partagé, pour tous ces moments à parler histoire de cœur, pour nos restos et nos salons de thé, pour avoir fait ma poulotte comme jamais (et parfois même encore plus que vous) à vos côtés et parce que ce qu'il s'est créé entre nous est un lien bien plus fort et bien plus particulier qu'une simple amitié.

A tous les poulots, Christophe, Gwen, Eléonore, Hélène, Anthony, Eve, Bastien, Vincent, Thomas, Floriane, Tich, et les autres pour avoir été d'aussi bon poulots, pour une inté qu'on n'oubliera pas, pour les cafés du midi sur le pouce aux cercles, pour les soirées mémorables, à très vite en tant que hyper-doc lors de votre accueil.

A tous mes autres copains de galère pendant ces cinq ans : à Guillaume mon trinôme de clinique, à Nico pour nos week-end chez toi, à Pierre-Paul pour toutes tes blagues graveleuses, à Pauline parce que tu as toujours le sourire et tu es toujours de bonne humeur, à Diane, Edwina, Elise, Manue, Marguerite, Erika, Anthia, Florian, Adrien, Damien, Cynthia, Fanny, Sophie, Edouard, Guillaume, ... Merci pour tous ces bons moments passés avec vous. Je ne vous oublierai pas et j'espère vraiment qu'on gardera contact au fil des années.

A Jérémy, parce que si je suis là c'est aussi grâce à toi.

A tous ceux que j'ai croisé pendant mes années à l'école et surtout aux cliniques et grâce à qui ces rotations ont été un peu plus supportable et sympathique.

A tous mes animaux qui ont été là dans ma vie ou qui en font encore partis: Sweetie, Charlie, Gribouille, Sylvestre, Chipie, Cocaïne, Minus, Patch, Zouzou, Belle, et même Kanelle et Nikita.

Et enfin à tous ceux que j'ai involontairement oublié mais qui ont contribué à mon épanouissement personnel et professionnel et qui se reconnaîtront.

| | |
|--|----|
| Introduction..... | 15 |
| 1. Origine et présentation des Ratites..... | 16 |
| 1.1. Origine et phylogénie des Ratites..... | 16 |
| 1.2. Présentation des familles de Ratites..... | 19 |
| 1.2.1. La famille des Rhéidés..... | 19 |
| 1.2.1.1. Le nandou d'Amérique..... | 19 |
| 1.2.1.1.1. Description..... | 19 |
| 1.2.1.1.1.1. L'adulte..... | 19 |
| 1.2.1.1.1.2. Le jeune..... | 20 |
| 1.2.1.1.1.3. Les sous espèces..... | 20 |
| 1.2.1.1.2. Géolocalisation..... | 22 |
| 1.2.1.1.3. Nourriture..... | 22 |
| 1.2.1.1.4. Comportement social..... | 23 |
| 1.2.1.1.4.1. Comportement..... | 23 |
| 1.2.1.1.4.2. Reproduction..... | 23 |
| 1.2.1.1.5. Statut et conservation..... | 23 |
| 1.2.1.2. Le nandou de Darwin..... | 24 |
| 1.2.1.2.1. Description..... | 24 |
| 1.2.1.2.1.1. L'adulte..... | 24 |
| 1.2.1.2.1.2. Le jeune..... | 25 |
| 1.2.1.2.1.3. Les sous espèces..... | 25 |
| 1.2.1.2.2. Géolocalisation..... | 26 |
| 1.2.1.2.3. Nourriture..... | 27 |
| 1.2.1.2.4. Comportement social..... | 27 |
| 1.2.1.2.4.1. Comportement..... | 27 |
| 1.2.1.2.4.2. Reproduction..... | 27 |
| 1.2.1.2.5. Statut et conservation..... | 27 |
| 1.2.2. La famille des Struthionidés..... | 28 |
| 1.2.2.1. L'autruche..... | 28 |
| 1.2.2.1.1. Description..... | 28 |
| 1.2.2.1.1.1. L'adulte..... | 28 |
| 1.2.2.1.1.2. Le jeune..... | 29 |
| 1.2.2.1.1.3. Les sous espèces..... | 30 |
| 1.2.2.1.2. Géolocalisation..... | 31 |
| 1.2.2.1.3. Nourriture..... | 32 |
| 1.2.2.1.4. Comportement social..... | 33 |
| 1.2.2.1.4.1. Comportement..... | 33 |
| 1.2.2.1.4.2. Reproduction..... | 33 |
| 1.2.2.1.5. Statut et conservation..... | 34 |
| 1.2.3. La famille des Aptérygidés..... | 34 |
| 1.2.3.1. Le kiwi austral..... | 34 |
| 1.2.3.1.1. Description..... | 34 |
| 1.2.3.1.1.1. L'adulte..... | 34 |
| 1.2.3.1.1.2. Le jeune..... | 35 |

| | | |
|--------------|--------------------------------|----|
| 1.2.3.1.1.3. | Les sous espèces..... | 36 |
| 1.2.3.1.2. | Géolocalisation..... | 36 |
| 1.2.3.1.3. | Nourriture..... | 37 |
| 1.2.3.1.4. | Comportement social..... | 38 |
| 1.2.3.1.4.1. | Comportement..... | 38 |
| 1.2.3.1.4.2. | Reproduction... .. | 38 |
| 1.2.3.1.5. | Statut et conservation..... | 39 |
| 1.2.3.2. | Le kiwi d'Owen..... | 39 |
| 1.2.3.2.1. | Description..... | 39 |
| 1.2.3.2.1.1. | L'adulte..... | 39 |
| 1.2.3.2.1.2. | Le jeune..... | 40 |
| 1.2.3.2.2. | Géolocalisation..... | 40 |
| 1.2.3.2.3. | Nourriture..... | 41 |
| 1.2.3.2.4. | Comportement social..... | 41 |
| 1.2.3.2.4.1. | Comportement..... | 41 |
| 1.2.3.2.4.2. | Reproduction..... | 42 |
| 1.2.3.2.5. | Statut et conservation..... | 42 |
| 1.2.3.3. | Le kiwi roa..... | 42 |
| 1.2.3.3.1. | Description..... | 42 |
| 1.2.3.3.1.1. | L'adulte..... | 42 |
| 1.2.3.3.1.2. | Le jeune..... | 43 |
| 1.2.3.3.2. | Géolocalisation..... | 44 |
| 1.2.3.3.3. | Nourriture..... | 44 |
| 1.2.3.3.4. | Comportement social..... | 44 |
| 1.2.3.3.4.1. | Comportement..... | 44 |
| 1.2.3.3.4.2. | Reproduction..... | 45 |
| 1.2.3.3.5. | Statut et conservation..... | 45 |
| 1.2.3.4. | Le kiwi d'Okarito..... | 45 |
| 1.2.3.4.1. | Description | 45 |
| 1.2.3.4.1.1. | L'adulte..... | 45 |
| 1.2.3.4.1.2. | Le jeune..... | 46 |
| 1.2.3.4.1.3. | Les sous espèces..... | 46 |
| 1.2.3.4.2. | Géolocalisation..... | 46 |
| 1.2.3.4.3. | Nourriture..... | 47 |
| 1.2.3.4.4. | Comportement social..... | 47 |
| 1.2.3.4.4.1. | Comportement..... | 47 |
| 1.2.3.4.4.2. | Reproduction..... | 47 |
| 1.2.3.4.5. | Statut et conservation..... | 47 |
| 1.2.4. | La famille des Dromaiidés..... | 48 |
| 1.2.4.1. | L'émeu..... | 48 |
| 1.2.4.1.1. | Description..... | 48 |
| 1.2.4.1.1.1. | L'adulte..... | 48 |
| 1.2.4.1.1.2. | Le jeune..... | 49 |
| 1.2.4.1.1.3. | La mue..... | 50 |
| 1.2.4.1.2. | Géolocalisation..... | 50 |

| | | |
|--------------|------------------------------------|----|
| 1.2.4.1.3. | Nourriture..... | 51 |
| 1.2.4.1.4. | Comportement social..... | 51 |
| 1.2.4.1.4.1. | Comportement..... | 51 |
| 1.2.4.1.4.2. | Reproduction..... | 51 |
| 1.2.4.1.5. | Statut et conservation..... | 52 |
| 1.2.5. | La famille des Casuariinés..... | 52 |
| 1.2.5.1. | Le casoar à casque..... | 52 |
| 1.2.5.1.1. | Description..... | 52 |
| 1.2.5.1.1.1. | L'adulte..... | 52 |
| 1.2.5.1.1.2. | Le jeune..... | 53 |
| 1.2.5.1.1.3. | Les sous espèces..... | 55 |
| 1.2.5.1.2. | Géolocalisation..... | 55 |
| 1.2.5.1.3. | Nourriture..... | 56 |
| 1.2.5.1.4. | Comportement social..... | 56 |
| 1.2.5.1.4.1. | Comportement..... | 56 |
| 1.2.5.1.4.2. | Reproduction..... | 56 |
| 1.2.5.1.5. | Statut et conservation..... | 56 |
| 1.2.5.2. | Le casoar uniconculé..... | 57 |
| 1.2.5.2.1. | Description..... | 57 |
| 1.2.5.2.1.1. | L'adulte..... | 57 |
| 1.2.5.2.1.2. | Le jeune..... | 57 |
| 1.2.5.2.1.3. | Les sous espèces..... | 58 |
| 1.2.5.2.2. | Géolocalisation..... | 58 |
| 1.2.5.2.3. | Nourriture..... | 59 |
| 1.2.5.2.4. | Comportement social..... | 59 |
| 1.2.5.2.4.1. | Comportement..... | 59 |
| 1.2.5.2.4.2. | Reproduction..... | 59 |
| 1.2.5.2.5. | Statut et conservation..... | 59 |
| 1.2.5.3. | Le casoar de Bennett..... | 59 |
| 1.2.5.3.1. | Description..... | 59 |
| 1.2.5.3.1.1. | L'adulte..... | 59 |
| 1.2.5.3.1.2. | Le jeune..... | 60 |
| 1.2.5.3.1.3. | Les sous espèces..... | 60 |
| 1.2.5.3.2. | Géolocalisation..... | 61 |
| 1.2.5.3.3. | Nourriture..... | 61 |
| 1.2.5.3.4. | Comportement social..... | 61 |
| 1.2.5.3.4.1. | Comportement..... | 61 |
| 1.2.5.3.4.2. | Reproduction..... | 62 |
| 1.2.5.3.5. | Statut et conservation..... | 62 |
| 2. | Anatomie comparée des ratites..... | 63 |
| 2.1. | L'appareil locomoteur..... | 63 |
| 2.1.1. | Les os..... | 63 |
| 2.1.2. | Les muscles..... | 65 |
| 2.1.3. | Les doigts..... | 66 |
| 2.2. | Les téguments..... | 66 |

| | |
|---|----|
| 2.2.1. Le système tégumentaire..... | 66 |
| 2.2.2. Les ailes..... | 67 |
| 2.2.3. Les plumes..... | 67 |
| 2.3. L'appareil respiratoire..... | 68 |
| 2.4. L'appareil digestif..... | 70 |
| 2.4.1. Du bec à l'estomac..... | 70 |
| 2.4.1.1. La langue..... | 70 |
| 2.4.1.2. L'œsophage..... | 72 |
| 2.4.1.3. L'estomac..... | 72 |
| 2.4.1.3.1. Le proventricule..... | 73 |
| 2.4.1.3.2. Le gésier..... | 73 |
| 2.4.2. L'intestin et ses annexes..... | 74 |
| 2.4.2.1. L'intestin grêle..... | 74 |
| 2.4.2.1.1. Le duodénum et le jéjunum..... | 74 |
| 2.4.2.1.2. L'iléon..... | 74 |
| 2.4.2.2. Le gros intestin..... | 75 |
| 2.4.2.2.1. Les caeca..... | 75 |
| 2.4.2.2.2. Le colon..... | 75 |
| 2.4.3. Les annexes du tube digestif..... | 77 |
| 2.4.3.1. Le pancréas..... | 77 |
| 2.4.3.2. Le foie..... | 78 |
| 2.5. L'appareil uro-génital..... | 78 |
| 2.5.1. L'appareil urinaire..... | 78 |
| 2.5.2. L'appareil reproducteur..... | 78 |
| 2.5.3. Les œufs..... | 81 |
| 2.6. L'appareil cardiovasculaire..... | 81 |
| 2.6.1. Le cœur..... | 81 |
| 2.6.2. La rate..... | 83 |
| 2.7. Les organes lymphoïdes..... | 83 |
| 2.7.1. Le thymus..... | 83 |
| 2.7.2. La bourse de Fabricius..... | 83 |
| 2.8. Le système nerveux..... | 83 |
| 2.9. Les organes du sens..... | 84 |
| 3. Intérêt de l'anatomie par rapport à la clinique..... | 89 |
| 3.1. Examen à distance..... | 89 |
| 3.1.1. L'examen physique..... | 89 |
| 3.1.2. La contention..... | 89 |
| 3.1.3. Le transport..... | 90 |
| 3.2. Les injections et les prélèvements..... | 90 |
| 3.2.1. Les injections et les prélèvements..... | 90 |
| 3.2.2. Les valeurs hématologiques et biochimiques..... | 91 |
| 3.3. L'imagerie..... | 92 |
| 3.4. L'anesthésie..... | 92 |
| 3.5. La chirurgie..... | 93 |
| 3.6. Les maladies..... | 93 |

| | |
|------------------------------------|-----|
| 3.7. Les traitements médicaux..... | 94 |
| 3.8. L'autopsie..... | 94 |
| Conclusion..... | 96 |
| Bibliographie..... | 98 |
| Table des illustrations..... | 100 |

INTRODUCTION

Le groupe des Ratites est un groupe vraiment à part dans la classe des oiseaux en raison de leur incapacité à voler, mais aussi de par leurs membres postérieurs très développés leur permettant de courir à une vitesse plus importante. Depuis quelques dizaines d'années, il se développe en France des élevages d'autruches et d'émeus, ce qui fait que ces espèces ont été de plus en plus étudiées pour pouvoir améliorer leur production. Cependant, la majorité des espèces de ce groupe voit leur population à l'état sauvage déclinée de plus en plus et certaines comme le kiwi sont menacées d'extinction, ce qui fait qu'il n'est pas rare d'en trouver en parc zoologique ou dans des collections privées de particuliers. En tant que vétérinaire il n'est pas impossible que l'on puisse être amené un jour à devoir soigner un individu de ce groupe. C'est pourquoi il est important et nécessaire d'avoir des bases en ce qui concerne l'anatomie de ces espèces, pour pouvoir reconnaître le pathologique du physiologique.

Le but de ce travail de thèse est de permettre aux vétérinaires, qui sont amenés à pratiquer des autopsies sur ces animaux, d'avoir les bases anatomique afin de reconnaître le physiologique du pathologique, et non d'avoir un manuel exhaustif sur toutes les différences anatomiques présentes entre les Ratites et les autres oiseaux ou entre les Ratites eux-mêmes. La première partie va présenter les différentes espèces, leurs caractères physiques, leur habitat et leur mode de vie. La deuxième partie va correspondre à l'anatomie comparée, et enfin la troisième partie va faire le lien entre l'anatomie et son intérêt pour la clinique.

1. Origine et présentation des Ratites

1.1. Origine et phylogénie des Ratites

Le groupe des Ratites est un groupe vraiment à part des autres oiseaux. Sa classification et son origine ont toujours été de grandes questions pour les biologistes et même encore de nos jours il y a des désaccords parmi les spécialistes.

La première grande question porte sur la monophylie ou la polyphylie du taxon. Un des maîtres penseurs de ce domaine fut Fürbringer (1888) qui après une étude poussée sur l'anatomie a conclu que les Ratites constituaient un assemblage artificiel : ce sont des descendants dégénérés d'oiseaux bon voiliers dont la divergence à partir du groupe originel s'est faite à différentes époques. On aurait un ensemble de formes ayant perdu la faculté de voler et non une sous-classe des Ratites d'un point de vue taxinomique. Les Ratites doivent être considérés comme les descendants de Carinates primitifs, développés uniquement dans le sens de la perte de vol, tout en conservant les caractères archaïques de leurs ancêtres tels que le palais paléognathe, la structure de la ceinture pectorale, etc Ainsi la disparition du bréchet (allant de pair avec l'aptitude à voler) a dû se produire à plusieurs reprises. Cette hypothèse a également été soutenue par Gadow (1891), un autre chercheur important dans ce domaine. [18]

Avec l'anatomie comparée, on peut voir qu'il est possible de diviser les oiseaux en deux grands groupes selon la structure de leur palais : les paléognathes et les néognathes. De plus, il apparaît que les Tinamous seraient les représentants actuels du groupe d'oiseaux pouvant voler ayant donné naissance aux Ratites. On retrouve les conceptions de Fürbringer et Gadow mais un peu modifiées : c'est à partir du type paléognathe et non carinate véritable (néognathe) qu'a eu lieu la régression du vol. Le polyphylétisme ne paraît plus nécessaire car tous les Ratites pourraient dériver d'une même souche dont les Tinamous nous offrent l'image. Ils constitueraient d'un point de vue taxinomique un groupe naturel. [18]

La classification de Sibley (1970), une nouvelle approche de la classification des oiseaux fondée sur l'étude de l'hybridation de l'ADN, a considérablement modifié la liste traditionnelle des ordres et des familles d'oiseaux. Cependant ces analyses ADN, considérées parfois comme définitives, ont fait perdre de vue les autres caractères taxinomiques (biogéographiques, morphologiques, éthologiques, écologiques et physico-chimiques) qui, réunis, servent à appuyer les études moléculaires et contribuent ainsi à une meilleure classification. Par ailleurs, ces études fondées sur les hybridations d'ADN nucléaire cèdent maintenant la place aux analyses sur l'ADN mitochondrial permettant de déterminer des affinités à la fois sur des taxons relativement éloignés et très proches.

| Classe | Sous-Classe | Ordre | Famille | Genre | Espèce | Nom vulgaire |
|--------|--------------|------------------|---------------|-----------|--------------------------------|--------------------|
| Aves | Paléognathe | Struthioniformes | Struthionidae | Struthio | <i>Struthiocamelus</i> | Autruche d'Afrique |
| | | Rheiformes | Rheidae | Rhea | <i>Rhea americana</i> | Nandou d'Amérique |
| | | | | | <i>Rhea pennata</i> | Nandou de Darwin |
| | | Casuariiformes | Dromaiidae | Dromaius | <i>Dromaiusnovaehollandiae</i> | Emeu d'Australie |
| | | | Casuariidae | Casuarius | <i>Casuariuscasuarius</i> | Casoar à casque |
| | | | | | <i>Casuariusbennetti</i> | Casoar de Bennett |
| | | Apterygiformes | Apterygidae | Apteryx | <i>Apteryxaustralis</i> | Kiwi austral |
| | | | | | <i>Apteryxowenii</i> | Kiwi d'Owen |
| | | | | | <i>Apteryxhaastii</i> | Kiwi roa |
| | | | | | <i>Apteryxrowi</i> | Kiwi d'Okarito |
| | Tinamiformes | Tinamidae | | | | |
| | Néognathe | | | | | |

Tableau 1. Présentation de l'ordre des Ratites selon la classification de Sibley-Ahlquist

La classification actuellement reconnue par une majorité d'ornithologues prend en compte à la fois les avancées de la classification de Sibley-Ahlquist modérées par rapport aux autres caractères taxonomiques mais aussi les travaux les plus récents. Actuellement la plupart des études moléculaires phylogénétiques semblent être d'accord sur l'origine monophylétique du groupe.

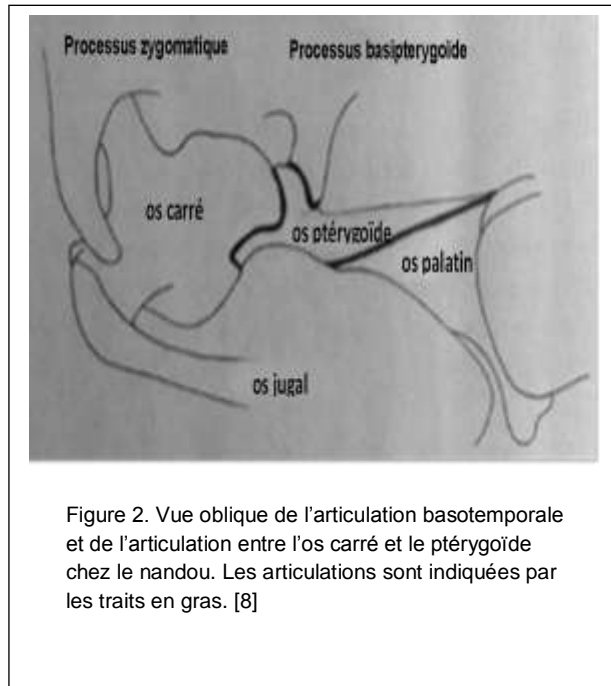
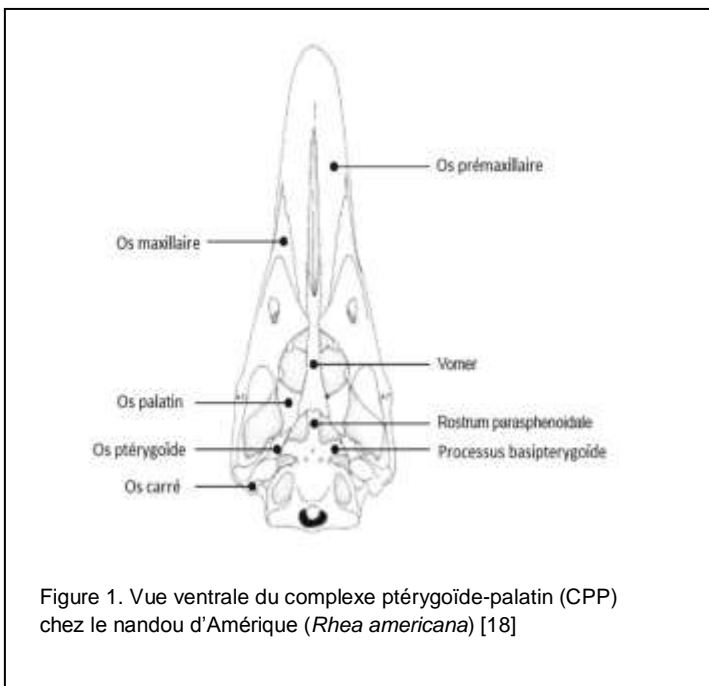
En plus de ces espèces vivantes, il existe des groupes fossiles faisant aussi partie du taxon des paléognathes : les oiseaux-éléphants de Madagascar et les moas de Nouvelle-Zélande.

La deuxième grande question concerne l'origine des paléognathes, afin de savoir si les paléognathes sont primaires ou dérivés des oiseaux modernes.

Merrem fut le 1^{er} à faire la distinction entre les paléognathes et les autres oiseaux en se basant sur l'absence de bréchet. Depuis il y a d'autres caractères qui se sont rajoutés comme le pelvis non soudé noté pour la première fois en 1900 par Pycraft et décrit comme la fenêtre ouverte ilio-ischiatique (les deux os ne sont pas soudés entre eux). Deuxième critère : la segmentation apparente de la rhamphothèque (étui corné recouvrant la partie osseuse des mandibules) par Parkes et Clark en 1996. Ils ont décrit des sillons très distinguables dans la rhamphothèque qui séparent la section médiale des parties latérales. Le troisième caractère est la morphologie de l'oreille avec plusieurs caractères dérivés décrits par Starck en 1995. Le quatrième est la présence du muscle génio-hyoïdien par Muller and Weber en 1998 qui est présent chez les reptiles et les paléognathes seulement. Et le dernier, le plus important est le palais paléognathe par Huxley en 1867. Ce terme désigne une combinaison de quatre éléments osseux de la partie ventrale de la partie faciale du crâne qui sont

l'os carré, l'os ptérygoïde, l'os palatin et le vomer. L'ensemble constitue le complexe ptérygoïde-palatin (CPP). [18]

Le CPP a été décrit par Bock (1963) : l'os ptérygoïde se trouve entre l'os carré et le basiphénoïde, une projection de ce dernier (le processus basiptérygoïde) permet de maintenir en place l'extrémité postérieure du ptérygoïde contre l'os carré. Les deux os palatins latéraux et le vomer médial connectent le ptérygoïde à la mâchoire supérieure [8]. Le vomer est assez large et s'articule avec l'os prémaxillaire et le maxillo-palatin à l'avant (sauf chez l'autruche) et avec l'os ptérygoïde à l'arrière. L'os ptérygoïde empêche l'os palatin de s'articuler avec le parasphénoïde. L'os palatin se connecte au ptérygoïde le long d'une suture. L'articulation baso-temporale est grande et se trouve à côté de l'extrémité postérieure du ptérygoïde.



L'articulation entre le ptérygoïde et l'os carré est complexe et inclut une partie du processus orbitaire de l'os carré. Le processus maxillaire de l'os nasal ne rencontre pas le maxillaire chez les Ratites de ce fait il existe un fossé entre les deux os. Cela permet d'avoir un mouvement indépendant de la partie distale du maxillaire. Le septum orbital est bien ossifié et est en continuité avec le septum nasal. Il n'y a pas de rupture entre l'os orbital et le septum nasal à la base de la mâchoire supérieure, ce qui renforce la structure. [8] Le CPP joue un rôle important dans les mouvements du bec supérieur.

Le CPP est un des éléments les plus caractéristiques des paléognathes. Les caractères principaux qui diffèrent entre les paléognathes et les néognathes concernant le CPP sont un processus du basiptérygoïde, un os carré court, une large articulation

ptérygoïdo-palatine située rostralement, un large vomer et un large ptérygoïde. Les 5 caractères décrits par Bock du CPP paléognathe sont encore d'actualité. On peut conclure que celui-ci est un vrai caractère qui distingue les paléognathes des néognathes, mais il paraît difficile de répondre à la question de l'origine du taxon sur la simple considération de ces caractères anatomiques. [18]

La première hypothèse acceptée sur l'origine du taxon est que les paléognathes sont le groupe le plus basal des oiseaux modernes (Feduccia 1995) et cela serait confirmé par un nombre important d'analyses moléculaires et d'analyses morphologiques (Elzanowski et kurochkin 1995). [18]

L'autre théorie serait que les paléognathes sont un groupe non basal et que les caractères qui seraient primitifs ont évolué par néoténie (Beer 1956, Jolie 1976). Cette hypothèse est supportée par des analyses phylogénétiques moléculaires (Mindell 1997-99, Harlid et Arnason 1999). [18]

Personne n'a encore statué sur quelle hypothèse serait la plus probable. La seule chose sur laquelle les scientifiques ont l'air de s'accorder est que la bifurcation entre les paléognathes et les néognathes aurait eu lieu au Crétacé (Cooper & Penny 1997 ; Zweers et al. 1997). [18]

Même si ce n'est pas de manière prolongée, les Tinamous ont la capacité de voler. Ainsi choisissons-nous de les exclure de ce travail, pour nous focaliser sur les "Ratites" en utilisant la classification de Sibley comme référence.

1.2. Présentation des familles de Ratites

1.1.1. La famille des Rhéidés

1.1.1.1. Le nandou d'Amérique

1.1.1.1.1. Description

1.1.1.1.1.1. L'adulte

Le nandou est le plus petit des Ratites, il mesure 1,2 à 1,4m et pèse 20-25kg [19] mais est l'oiseau le plus grand d'Amérique du Sud. Le mâle est de couleur gris-brun grisâtre sur le dessus et plutôt blanchâtre en dessous, sans tâches. Le sommet du crâne, la nuque, la base du cou et la partie supérieure du dos sont brun foncé voire noir. [8] Les côtés de la tête jusqu'à la partie supérieure du cou sont blanchâtres. [19] Il existe des individus complètement blancs mais cela est assez rare. Le bec et les pattes sont marron-jaunâtre et les yeux sont marrons. Le tarse présente des écailles transverses et est dépourvu de plumes contrairement au nandou de Darwin. [8]

La femelle ressemble beaucoup au mâle, elle est seulement plus petite et un peu moins foncée. [8]



1.1.1.1.2. Le jeune

Les jeunes sont gris avec des rayures noires, grises ou blanches qui disparaissent vers 5-7mois. Ils ont un cloaque visible jusqu'à 2 ans. Les jeunes adultes ont des cuisses d'un blanc très prononcé et très visible. [8] Ils atteignent leur taille adulte un peu après 3mois [19] et leur maturité sexuelle vers 2 ans en captivité mais cela peut être un peu plus tard à l'état sauvage. [8]



1.2.1.1.1.3 Les sous-espèces

Les sous-espèces diffèrent principalement par le noir sur leur cou, la couleur de la région inter-scapulaire ainsi que par leur taille.

Il existe 5 sous-espèces du nandou d'Amérique :

- *Rhea americana americana* : il a le dessus de la tête, le dessus de l'arrière du cou et la région inter-scapulaire brun foncé, presque noirs. Le cou est d'un blanc terne. [8]

- *R. a. intermedia* : le dessus de la tête est un peu moins noir que *R. a. americana*, plutôt de couleur suie et la région inter-scapulaire est plus grisâtre que noire. [8]

- *R. a. nobilis* : La région inter-scapulaire est brun foncé, la moitié supérieure du cou est orange cannelle, et la moitié inférieure est noire de jais. [8] La partie inférieure ventrale du cou a des nuances de roux. [19]

- *R. a. araneipes* : la région inter-scapulaire est brun-gris et le tiers inférieur du cou est noir alors que les deux autres tiers sont plus chamois. [8]

- *R. a. albescens* : il se distingue des autres par un cou et une région inter-scapulaire presque entièrement noirs. [8] Il est également plus petit que les autres. [19]



Figure 6. *Rhea americana americana*
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rhea_americana_qtl2.jpg



Figure 7. *R. a. intermedia*
<http://conhecendoanimais.blogspot.fr/2011/03/aves.html>



Figure 8. *R. a. nobilis*
<http://conhecendoanimais.blogspot.fr/2011/03/aves.html>



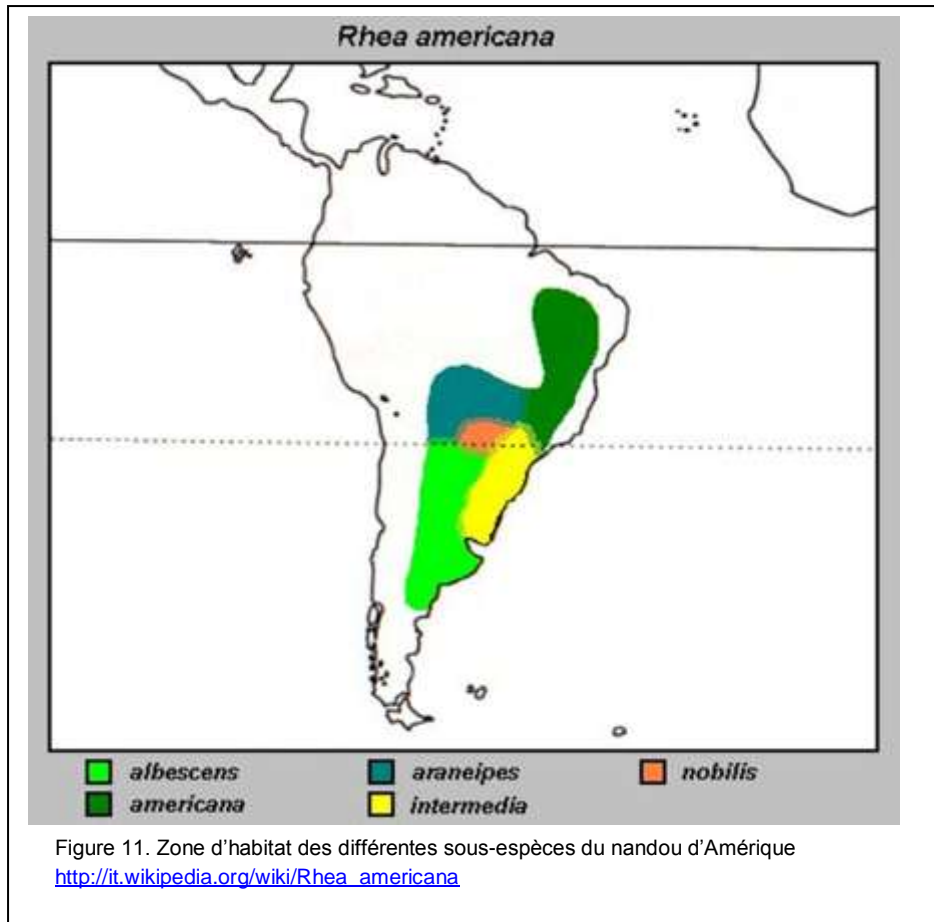
Figure 9. *R. a. albescens*
<http://birdphotodatabase.16mb.com/rhea-americana-albescens.html>



Figure 10. *R. a. araneipes*
<http://www.flickr.com/photos/theadvanturoseye/5732582975/>

1.1.1.1.2. Géolocalisation

Le nandou d'Amérique se trouve en Amérique du Sud, surtout dans l'Est du continent. Le *R. a. americana* se trouve plutôt dans la partie Est et Nord-est du Brésil, le *R. a. intermedia* dans la partie Sud du Brésil et en Uruguay, le *R. a. nobilis* au Paraguay, le *R. a. araneipes* et le *R. a. albescens* au Paraguay et en Bolivie. [8] On les retrouve généralement dans les prairies, les champs en lisière des bois (zones avec au moins un peu de végétations hautes), ils évitent les prairies ouvertes ainsi que les zones converties en terres cultivées. [19]



1.1.1.1.3. Nourriture

Le nandou est omnivore. Il mange à la fois des matières végétales (telles que des feuilles, graines, racines et fruits), des insectes, en particulier des sauterelles (Orthoptères), parfois des mouches (Diptères), et des petits vertébrés (tels que des lézards, grenouilles, petits oiseaux et serpents, et des poissons au Brésil). [19]

1.1.1.1.4. Comportement social

1.1.1.1.4.1. Comportement

Le nandou est un animal craintif qui cohabite très bien avec d'autres espèces, notamment des herbivores. En dehors de la période de reproduction, il peut vivre en troupeau de 10 à 100 individus mais on le retrouve plutôt en famille (groupe de 3 à 8 individus). C'est un animal polygame qui peut avoir jusqu'à 15 femelles. [8] C'est un animal sédentaire [19], diurne mais plutôt actif la nuit les jours de grosses chaleurs [15]

1.1.1.1.4.2. Reproduction

En saison de reproduction (de juillet à janvier selon les régions [19]), les mâles ont les plumes du cou et de la tête qui s'ébouriffent en premier puis cela s'étend aux plumes de la poitrine, des pattes, du dos et de la croupe, leur plumage s'assombrit, et ils deviennent plus agressifs. Lorsque deux mâles se rencontrent à cette période, ils se défient et les femelles du mâle dominé rejoignent le harem du mâle dominant. C'est le mâle qui s'occupe de construire le nid, de le défendre, de couvrir les œufs et d'élever les petits jusqu'à leurs six mois environ. Un nid peut contenir jusqu'à une soixantaine d'œufs mais la moyenne se situe vers 25. Lorsqu'un groupe contient deux mâles, le dominant construit un premier nid, se reproduit avec les femelles et laisse le dominé couvrir ce nid avec cette première « portée », pendant que le dominant va construire un deuxième nid, se reproduire de nouveau puis aller couvrir la deuxième « portée ». Ce mode de fonctionnement entraîne un taux de reproduction et de survie des petits plus important que dans les groupes où il n'y a qu'un seul mâle dominant. [8] Le temps d'incubation est de 30 et 45 jours [19] (moyenne de 38 jours) et les mâles restent rarement plus de 24 à 36h dans le nid après la première éclosion [8] car les œufs éclosent de manière synchronisée en 24 à 28h. [15] Les petits peuvent marcher en moins d'une heure après éclosion et au bout de 6h ils sont capables de courir de petites distances, et d'attraper de petits objets avec leur bec (comme des insectes par exemple). [8]

Les petits sont avec leurs parents jusqu'à leur six mois environ et restent ensemble après le départ des parents jusqu'à leur maturité sexuelle. [19]

1.1.1.1.5. Statut et conservation

Le nandou d'Amérique n'est pas menacé à l'échelle mondiale mais se trouve cependant sur la liste CITES II. La population a nettement diminué à cause de la chasse pour la viande et la consommation de ses œufs mais également de par une exportation massive de peaux (on échangeait plus de 50 000 peaux en 1980 dont la plupart étaient originaires du Paraguay), vers le Japon et les USA. Au cours des dernières années, la conversion de l'habitat en prairies pour l'agriculture et l'élevage du

bétail est devenue plus importante dans certaines régions, y compris dans les basses terres fermées et les pampas, où l'habitat disponible pour l'espèce est maintenant considérablement réduit et fragmenté. La fragmentation de l'habitat tend à conduire à la perte de la diversité génétique, à la dérive génétique et à la consanguinité des sous-populations isolées, avec des implications négatives pour la conservation. Les populations les plus saines aujourd'hui sont dans certaines parties de la région du Chaco. [19]

1.1.1.2. Le nandou de Darwin

1.1.1.2.1. Description

1.1.1.2.1.1. L'adulte

Le mâle mesure entre 92,5 et 100 cm et pèse entre 15 et 25 kg. [19] Il a la tête, le cou et la partie supérieure du corps brun-grisâtre à brun-roux, les plumes du dos et des ailes sont souvent teintées de blanc ce qui lui donne une apparence tachetée. La partie inférieure de la gorge et du cou est ocre, le poitrail et l'abdomen sont blanchâtres. Le bec est brun, cornu et plus petit que celui du nandou d'Amérique. Les yeux sont marrons. Les pattes sont jaunes et contrairement au *Rhea americana*, la partie supérieure du tibiotarse présente des plumes et a des petites écailles réticulées.

La femelle est un peu plus petite et pèse une vingtaine de kilos. [8] Elle est plus pâle que le mâle, a moins de taches blanches sur le dos et celles-ci sont plus petites mais lui est assez similaire dans l'ensemble. [19]

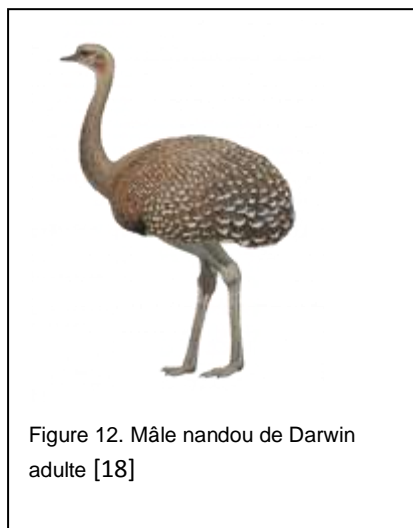


Figure 12. Mâle nandou de Darwin adulte [18]

1.1.1.2.1.2. Le jeune

Les jeunes sont duveteux et plus bruns que les adultes, [19] sans taches blanches sur la ligne du dos et chez les poussins le tarse est complètement recouvert de plumes. [8] La tête et le cou sont gris-brun clair, la gorge tire plus vers le blanc et le dessus du crâne et la partie dorsale du cou sont souvent plus foncé. Les parties supérieures du corps présentent trois stries longitudinales gris-brun foncé séparées par des stries plus blanches. Les parties inférieures du corps sont dans les tons blancs. Les poussins présentent des stries gris-brun de chaque côté de la poitrine et sur les flancs et des stries plus fines et plus foncées le long des cuisses. Les jeunes acquièrent leur plumage typique d'adulte de manière progressive en trois ou quatre ans, âge de leur maturité sexuelle. [19]



Figure 13. Jeunes nandou de Darwin.
<http://www.mangoverde.com/birdsound/images/00000016216.jpg>

1.1.1.2.1.3. Les sous espèces

Il existe trois sous-espèces du nandou de Darwin :

- *Pterocnemia pennata pennata* : il a 16 à 18 écailles frontales transverses sur le tarse inférieur et a une ligne du dos marron chamoisé plutôt que gris et a des taches blanches bien visible. C'est cette sous-espèce qui est appelée le nandou de Darwin. [8]

- *P. p. tarapacensis* : La tête et tout le cou sont gris cendré, le dos et les scapulas sont d'un gris uniforme avec les plumes les plus longues parfois teintées de blanc. [8] Les taches blanches sur le dos sont plus petites. [19] Il a 8 à 10 écailles frontales transverses sur le tarse. [8]

- *P. p. garleppi* : Il a également 8 à 10 écailles frontales transverses sur le tarse. La tête et le haut du cou sont jaune chamoisé au lieu de gris, la partie inférieure du cou brun mat et la région inter-scapulaire brun-gris avec sur les ailes et le long des scapulas un peu de blanc. [8]



Figure 14. *P. p. pennata*
http://farm5.staticflickr.com/4080/5444269548_325a984fee_z.jpg



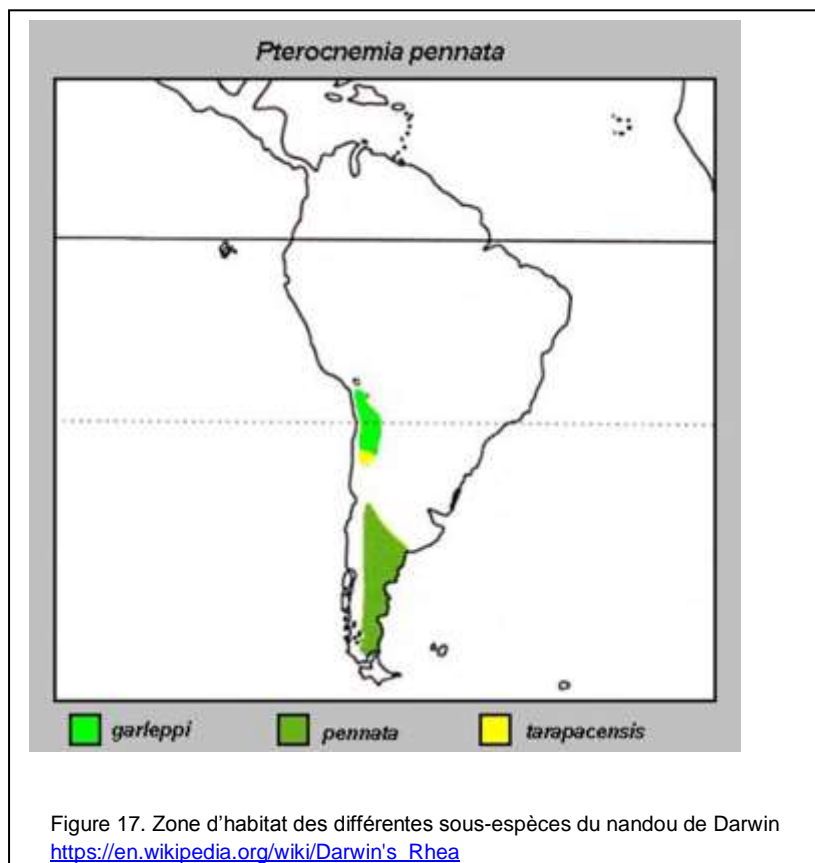
Figure 15. *P. p. tarapacensis*
http://www.agronomia.uchile.cl/webcur-sos/cmd/22004/cq/altiplano/Sur_i.jpg



Figure 16. *P. p. garleppi*
http://giorgetta.ch/fa_rheidae_pterocnemia_pennata.htm

1.1.1.2.2. Géolocalisation

Ces nandous vivent dans le Sud de l'Amérique du Sud : *P. p. pennata* vit dans le Sud du Chili et en Argentine, *P. p. tarapacensis* se trouve le long de la Cordillère des Andes, de la province du Chili jusqu'au Sud-ouest du Pérou, et *P. p. garleppi* se trouve à l'extrême Sud-est du Pérou, au Sud-ouest de la Bolivie et Nord-ouest de l'Argentine. Ils vivent dans les pampas herbeuses qui se situent au niveau de la mer jusqu'à 2000m, mais se reproduisent sur les plateaux où l'herbe est abondante. [8]



1.1.1.2.3. Nourriture

Il est omnivore et consomme principalement des matières végétales, y compris les semences et les herbes, également de petits animaux, en particulier les insectes. [19]

1.1.1.2.4. Comportement social

1.1.1.2.4.1. Comportement

Ce sont des populations sédentaires, mais celles du Sud se déplacent la plupart du temps dans les hautes terres d'élevage. [19] Ils vivent en groupe de 5 à 30 individus mais les individus solitaires ou en groupes de 2 ou 3 prédominent. Lorsqu'un danger se présente et qu'il se trouve au milieu de buissons, le nandou de Darwin s'allonge au sol et son plumage, qui a la même teinte que la terre, lui permet de se camoufler. C'est également un très bon nageur et il lui arrive de traverser des rivières pour avoir accès à des terres plus prospères. [8]

1.1.1.2.4.2. Reproduction

En saison de reproduction, les mâles se battent pour récupérer des femelles et former leur harem. C'est le mâle qui construit le nid. Celui-ci contient en moyenne 10 à 30 œufs mais il peut y avoir jusqu'à 50 œufs. [19] Il existe un système qui synchronise l'éclosion des différents œufs car le mâle ne reste pas plus de 48h dans le nid après l'éclosion du premier œuf. [8] La période d'incubation est de 30 à 44 jours (40 en moyenne). La saison de reproduction s'étend de septembre à janvier pour les espèces du Nord, débute en juillet en Argentine (Río Negro) et en novembre pour les espèces de l'extrême Sud. [19]

1.1.1.2.5. Statut et conservation

Il n'est pas globalement menacé mais se trouve cependant sur la liste CITES II et la sous espèce *P. p. pennata* se trouve sur la liste CITES I. Leurs nombres ont nettement diminué. La population du Nord (les sous-espèces *P. p. tarapacensis* et *P. p. garleppi*) est considérée comme sérieusement à risque, avec un total estimé de quelques centaines d'individus, la plupart dans le Nord-ouest de l'Argentine, où les densités enregistrées sur deux sites sont de 2 à 5 oiseaux/km² en 1983, l'estimation de la population péruvienne est d'environ 18 individus, et un très petit nombre également au Nord du Chili (principalement dans le parc national Lauca) et sur l'Altiplano en Bolivie. La cause principale du déclin est l'intense pression de chasse (pour la viande et les plumes) et la collecte des œufs (pour la nourriture). Ceci peut masquer les possibles effets de la modification de l'habitat.

Dans certaines régions, les immatures sont domestiqués et élevés. La principale menace pour cette espèce est aussi la conversion de l'habitat en terres agricoles ou en pâturages pour le bétail. [19]

1.1.2. La famille des Struthionidés

1.1.2.1. L'autruche

1.1.2.1.1. Description

1.1.2.1.1.1. L'adulte

C'est le plus gros oiseau terrestre, il mesure 2,1-2,75 m et pèse 100 à 156 kg. [19] La peau de la tête, du cou, des flancs et des cuisses n'a presque pas de plumes, elle est de couleur rose ou bleu-gris en fonction des sous-espèces. [8] On peut trouver une zone autour du sommet du crâne avec de petites plumes marron, qui s'étend jusqu'en bas du cou, [19] mais celle-ci n'est pas toujours présente. La peau de la tête est blanche, les plumes ressemblent à des poils et l'oiseau a des cils basanés. Sur le cou se trouve un duvet blanc de manière disparate. Il y a un anneau de plumes blanches en bas du cou chez certaines sous-espèces. Le reste du corps a le plumage noir. La queue est blanche ou chamois-roux, les ailes sont blanches. Les plumes de la queue sont bouclées et abaissées. Le bec est jaune, la mandibule inférieure nuancée de rouge. Les iris sont marrons. [8] Le tarse est de couleur chair, mais les écailles sont jaunes sur les bords et peuvent devenir rouge vif pendant la saison de reproduction. En saison de reproduction, chez le mâle les parties déplumées du cou et des cuisses deviennent moins rouges et de couleur plus terne. [19] Il présente également des callosités sur le sternum, au niveau des zones proximales du métatarse et sous les os du pubis. [15]

La femelle est plus petite que le mâle, elle mesure 1,75-1,90 m pour 90 à 110 kg [19] et a la tête et le cou couverts d'un duvet gris disparate, plus dense que chez le mâle. Le plumage est gris-brun avec des plumes blanches sur les extrémités et parfois sur les ailes et la queue. La peau nue de la tête, du cou, des flancs et des cuisses est marron pâle. Le tarse a des écailles de la même couleur que la corne et les doigts sont plus foncés. Le cou et le bec peuvent rougir un peu pendant la saison de reproduction et les écailles du tarse peuvent aussi se foncer en contraste avec celles des mâles qui rougissent. C'est le seul ratite chez qui on observe un dimorphisme sexuel. [8]



Figure 18. Mâle autruche adulte [18]

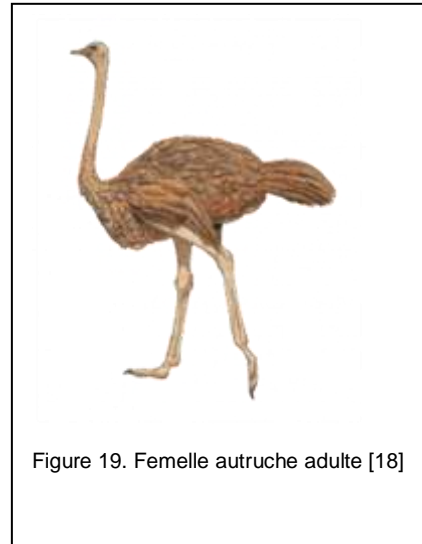


Figure 19. Femelle autruche adulte [18]

1.1.2.1.1.2. Le jeune

Il est comme la femelle mais avec un duvet plus dense et du duvet pouvant persister à d'autres endroits. La couleur est gris-brun et plus uniforme que chez la femelle. Le duvet sur le sommet du crâne est marron sable. Le cou plus pâle, la gorge blanc cassé. Il possède huit stries longitudinales noires continues sur le sommet du crâne et sur la partie dorsale du cou, qui s'interrompent pour former des taches noires sur les côtés et le dessus du cou. Les parties supérieures du corps sont un mélange de plumes duveteuses sable et gris foncé, inclinées par plusieurs traits prolongés, aplatis et tordus, noirs, marron-orange ou blanchâtre donnant l'apparence d'un tas de paille. La poitrine est jaune sable pâle, le ventre blanc cassé. A 1 mois d'âge, les plumes juvéniles poussent le duvet. Ces plumes finissent de pousser vers l'âge de 11 mois sur le dos. [8] Le jeune acquiert le plumage blanchâtre de sa queue et des rémiges dans sa deuxième année. [19] Le bec est couleur chair, plus foncé sur la rhinothèque. L'iris est de couleur marron foncé. [8]



Figure 20. Jeune autruche
<http://www.zootierliste.de/en/?klasse=2&ordnung=201&familie=20101&art=2010104>

1.1.2.1.1.3. Les sous espèces

Il existe quatre sous-espèces d'autruche :

- *S. c. camelus* : le mâle adulte a la tête, les trois-quarts supérieurs du cou, les côtés du corps et les cuisses presque nus et de couleur rosâtre. Le dessus du crâne est chauve, annelé avec des petites plumes raides marrons, s'étendant jusqu'à la base du cou. Un anneau de plumes blanches se situe entre la partie nue du cou et la partie inférieure. Cette sous-espèce a le corps et les ailes entièrement noirs. Les ailes et la queue ont des plumes lâches avec les extrémités blanches. La partie supérieure du bec est jaune, la partie inférieure est rouge. Les yeux sont marrons. Les pattes sont rouges avec les écailles du tarse rouge plus vif. La femelle est de couleur plus terne, les parties nues sont gris-marron sale avec plus de duvet que le mâle. Les plumes du corps sont marron foncé, les extrémités sont pâles. Les ailes et la queue sont grisâtres. Lors de la saison de reproduction, le cou, le bec et les écailles du tarse du mâle deviennent rouge plus vif. [8]

- *S. c. australis* : le plumage du corps du mâle est blanc et noir, celui de la femelle est gris. Le dessus du crâne n'est pas chauve, le cou est gris virant au rouge en saison de reproduction chez le mâle. Les écailles du tarse également rouge vif. Il n'y a pas d'anneau blanc autour du cou. Les plumes de la queue sont marron terne à marron-cannelle. [8]

- *S. c. molybdophanes* : le plumage du corps du mâle est blanc et noir, celui de la femelle est gris clair. Le dessus du crâne est chauve, la peau du cou et des cuisses est sans plumes et de couleur gris-bleu. Les écailles du tarse rouge vif, la queue blanche. Il n'y a pas d'anneau blanc autour du cou. [8] L'iris tend à être plus gris-marron clair chez le mâle et plus bleu-gris chez la femelle. [19]

- *S. c. massaicus* : le plumage du corps du mâle est blanc et noir, celui de la femelle est gris. Le dessus du crâne est partiellement nu, le cou et les cuisses sont gris rose, tournant au rouge vif chez le mâle en saison de reproduction, ainsi que les écailles du tarse qui sont rouge vif. Un anneau blanc très fin entour le cou, les ailes et la queue sont blanches mais la queue est souvent tachée de brun ou de rouge. [8]

Les jeunes en captivités muent vers 9-11 mois. La femelle mue avant la saison de reproduction et avant le mâle. [8]



Figure 21. *S. c. camelus*
<http://www.zootierliste.de/en/?klasse=2&ordnung=201&familie=20101&art=2010104>



Figure 22. *S. c. australis*
<http://www.zootierliste.de/en/?klasse=2&ordnung=201&familie=20101&art=2010104>



Figure 23. *S. c. molybdophanes*
<https://www.flickr.com/photos/piazz1969/5797867364/>



Figure 24. *S. c. massaicus*
<http://www.zootierliste.de/en/?klasse=2&ordnung=201&familie=20101&art=2010104>

1.1.2.1.2. Géolocalisation

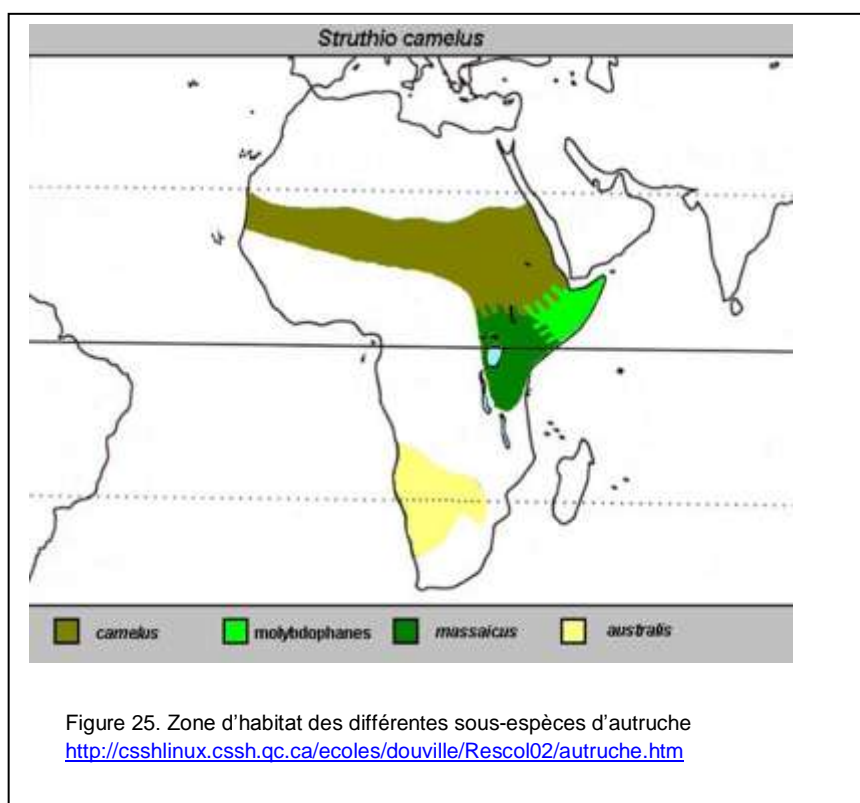
De nos jours on les trouve du Nord de l'Afrique au Sud du Sahara, comprenant la pointe de l'Afrique, et au Sud de l'Afrique, surtout à l'Ouest. [8] L'autruche présente dans le Nord de l'Afrique vit dans des plaines semi-arides, dans le désert ou dans la savane. Dans le Sud de l'Afrique elle vit dans des zones boisées ouvertes. [19]

S. c. camelus vit dans le Sud du Sahara et de la région du Sahel, de la Mauritanie à l'Éthiopie et on peut la retrouver sur les côtes de la Mer Rouge. [8]

S. c. australis vit dans le Sud de l'Afrique et au Sud de la Zambie. [8]

S. c. molybdophanes vit du Nord du Kenya au Sud-est de l’Ethiopie et de la Somalie. [8]

S. c. massaicus vit de l’Est de l’Afrique jusqu’au centre du Kenya et au Sud-ouest de la Tanzanie. [8]



1.1.2.1.3. Nourriture

Elle mange de l’herbe verte et des feuilles d’arbustes mais aussi des graines et des plantes grasses indispensables pour l’apport d’eau de l’animal, surtout dans le désert ou les régions semi-arides. [15] Pendant la saison de reproduction, se nourrir occupe environ 30% de son temps en journée. Elle mange des insectes comme des termites ou des sauterelles mais également de petits vertébrés comme des lézards ou des tortues. Ces animaux sont avalés en entier. Parfois les plus petits sont retenus dans l’œsophage, dans la partie supérieure, jusqu’à ce qu’il y en ait une quantité suffisante (environ 200mL) puis le tout est avalé jusque dans le gésier. Elle se nourrit plutôt de forb (plante herbacée à fleurs qui n'est pas un graminée) pendant la saison des pluies et d’herbe verte et des feuilles d’arbustes en saison sèche, ce qui fait que son régime alimentaire se rapproche plus de celui des ongulés que des oiseaux herbivores. [8] Elle mange souvent en groupe ou avec d’autres herbivores pour une meilleure protection et surveillance des prédateurs. [15]

1.1.2.1.4. Comportement social

1.1.2.1.4.1. Comportement

C'est un animal qui vit soit seul, soit en couple soit en petit groupe de 2 à 5 individus. On peut apercevoir des groupes plus importants près des points d'eau ou là où la nourriture est abondante. Il s'avère que l'autruche semble plus sédentaire dans les endroits arides que dans les endroits où il pleut beaucoup, mais elle est capable de faire jusqu'à 80 km pour trouver un point d'eau. On peut également avoir de très grands groupes de jeunes individus (allant jusqu'à une centaine d'animaux) qui semblent être formés par la coalescence de plusieurs couvées après désertion de leurs parents ou à cause d'un mâle dominant qui a « kidnappé » les couvées d'autres mâles. Ces groupes sont escortés par un ou plusieurs adultes jusqu'à l'âge de 9 mois et finissent par se dissoudre lorsqu'ils sont désertés par ceux-ci. L'autruche est un animal diurne mais il peut lui arriver de s'activer les nuits de pleine lune. Elle se repose en s'accroupissant sur le sol, souvent sur des endroits sableux, en milieu de journée, étant plus active tôt le matin ou en fin de journée. Elle ne recherche pas forcément l'ombre, même au plus chaud de la journée, et semble pouvoir être capable de maintenir son équilibre hydrique sans boire. Il fait souvent des bains de poussière. Les interactions sociales avec d'autres groupes d'autruches sont fréquentes. La position de la queue permet de savoir le statut de dominance : ce sont les oiseaux ayant la queue la plus verticale qui dominent ceux ayant la queue la plus horizontale ou la queue basse. [8]

1.1.2.1.4.2. Reproduction

La femelle a un territoire qui recoupe les territoires de plusieurs mâles (le plus souvent 3 ou 4). La première femelle à pondre dans le nid d'un mâle deviendra sa femelle principale et celle qu'il gardera et couvera le nid. [8] D'autres femelles vont pondre dans le nid et elles deviendront les femelles secondaires. Il y en a entre 2 et 5 généralement, [19] en fonction de la quantité de nourriture disponible sur le territoire. [15] Lorsque le nid contient entre 5 et 10 œufs, il commence à être gardé de manière permanente par le mâle et la femelle principale mais les autres femelles continuent de pondre. Au moment où l'incubation commence, la femelle pousse des œufs hors du nid pour qu'il ne reste plus qu'entre 18 et 25 œufs. Elle garde en priorité les siens. Ce comportement permettrait de mieux protéger les œufs présents dans le nid en permettant aux prédateurs (hyènes, chacals et vautours) de prendre d'abord les œufs à l'extérieur du nid. [8] La saison de reproduction dépend des régions et des saisons : elle a surtout lieu au début de la saison des pluies : juin-octobre à l'Est de l'Afrique, mars-avril et août-octobre au Sud-est du Kenya où il peut y avoir deux saisons des pluies. De ce fait, l'éclosion des œufs survient au moment de la période sèche. [19] Le nid fait environ 3 m de diamètre et se situe souvent dans

un espace aéré avec une bonne vue et pas loin du centre du territoire. [8] La femelle principale pond 5 à 11 œufs alors que les femelles secondaires pondent chacune entre 2 à 6 et une couvée est composée en moyenne d'une vingtaine d'œufs. [19] Un œuf ne pèse que 1,5% du poids de la femelle ce qui proportionnellement en fait un des œufs les plus petit chez les oiseaux. Les deux sexes couvent les œufs : le mâle la nuit et la femelle le jour. L'incubation commence 16 jours en moyenne après que la femelle principale ait pondu son premier œuf et dure 45-46 jours. L'éclosion dure 9 h environ et une couvée met 3 à 5 jours à éclore. Les petits quittent le nid vers 3 à 5 jours. Ils sont accompagnés par le mâle et la femelle principale le plus souvent jusqu'à l'âge de 9 mois. Vers 4-5 mois les petits sont recouverts de plumes grises et sont à peu près à leur moitié de la taille adulte. [8] Ils atteignent la maturité sexuelle vers 3-4 ans. [19]

1.1.2.1.5. Statut et conservation

L'autruche n'est globalement pas menacée. *S. c. molybdophanes* l'est un peu dans la région du Kenya. Un de leurs prédateurs serait le lion mais l'autruche ne fait pas partie de ses proies principales. Leur nombre et leur habitat diminue dans le Nord et l'Ouest, la plupart des populations du Nord sont sur la liste CITES I. Ces oiseaux étaient chassés pour leurs plumes au 19^{ème} siècle et tués pour la chasse et leurs œufs au 20^{ème} siècle. La perte de leur habitat reste la raison principale de leur déclin. [19]

1.1.3. La famille des Aptérygidés

1.1.3.1. Le kiwi austral

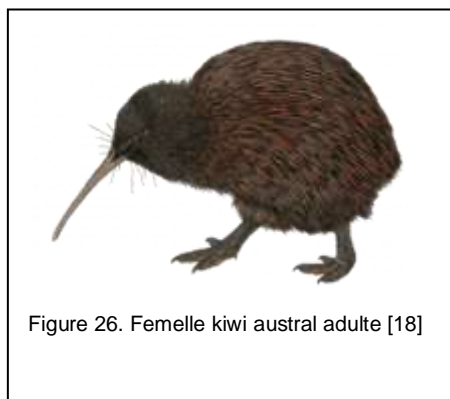
1.1.3.1.1. Description

1.1.3.1.1.1. L'adulte

Il mesure entre 50 et 65 cm et pèse 1,4 à 3 kg. [19] Sa tête et son cou sont d'un gris très foncé qui est plus pâle au niveau de la face et à la base du bec. Le dessus du corps est roux foncé, pouvant être strié de noir, voire majoritairement noir. Le dessous du corps est gris pâle ou brun-gris. Il ne possède pas de queue. Le bec est long et linéaire, de couleur crème voire un peu rosé, avec parfois la partie inférieure plus pâle à la base. La partie supérieure du bec peut être un peu brunâtre par endroit, et plus foncée à la base. La cire est de la même couleur que le bec. Les yeux sont marron-noir. Ils ont de grandes jambes et de grands pieds dont les couleurs varient du brun au blanc en fonction des sous-espèces. [8]

Leurs plumes, généralement brunes et relativement peu nombreuses, ressemblent à des poils. Ils possèdent de nombreuses vibrisses à la base du bec et au-dessus des yeux, ce qui leur confère un sens tactile développé, utile pour leurs activités nocturnes. Leur vue est faible, mais leur odorat développé ; fait remarquable, les narines sont situées à l'extrémité du bec. Les femelles ressemblent aux mâles. [8] Elles sont

plus grandes et plus lourdes (2 à 4 kg) que les mâles et ont un bec plus long légèrement incurvé vers le bas. [19]



1.1.3.1.1.2. Le jeune

Dès l'éclosion les poussins ont tous leur plumage, mais celui-ci est plus duveteux et est plus pâle au niveau de la face que l'adulte. Le plumage reste plus doux que celui de l'adulte jusqu'à leur maturité (vers 18-20 mois). [8]



1.1.3.1.1.3. Les sous espèces

Il existe trois sous-espèces de l'*Apteryx australis* :

- *A. a. australis* : son bec est blanc ivoire ou rose et ses pattes sont marrons ou blanc-rose. [8]
- *A. a. mantelli* : son plumage est plus rêche au toucher et plus roux sur le dos que les autres sous-espèces et il a également plus de stries noires sur les parties supérieures. Ses pattes sont marrons et occasionnellement pâles [8] et le bec est gris. [19]
- *A. a. lawryi* : il a les mêmes couleurs que *A. a. australis* mais les plumes sur les parties supérieures sont plus petites et les stries brunes rousses sont plus fines. Les pattes sont bleu-gris [8] et le bec est plus long et plus foncé que les autres sous-espèces. [19]



Figure 29. *A.a. australis*
http://www.naturezaccuriosa.com/wp-content/uploads/2013/05/apteryx_australis_kiwi.jpg



Figure 30. *A.a. mantelli*
<http://www.zootierliste.de/en/?klasse=2&ordnung=201&familie=20105&art=50901447>



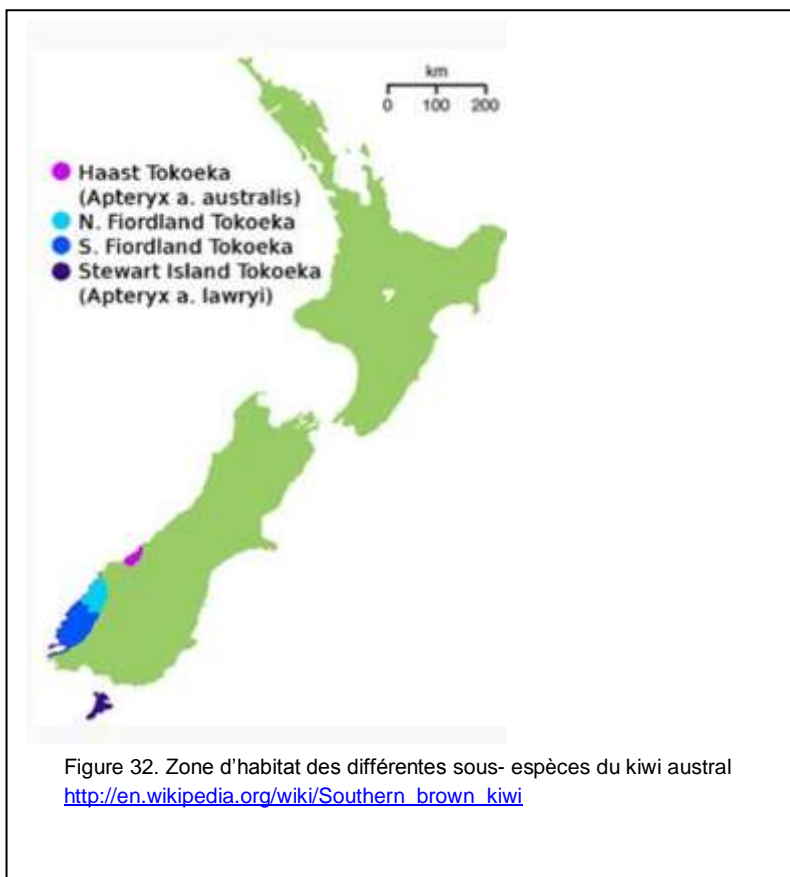
Figure 31. *A.a. lawryi*
<http://www.aotearoa.cz/fotogalerie/detail/fauna-noveho-zelandu-1/>

1.1.3.1.2. Géolocalisation

On trouve le kiwi dans les îles de Nouvelle Zélande, où la population est particulièrement dense dans les forêts du Nord. *A. a. australis* se trouve plus dans l'île du Sud, *A. a. mantelli* plus dans l'île du Nord et *A. a. lawryi* plus sur l'île Stewart (l'île la plus au Sud de l'archipel). Il vit dans les forêts tempérées à subtropicales ou dans la

broussaille où les précipitations, les températures et l'humidité ne sont pas trop importantes. [8]

La population a souffert de la prédation par les Mustélinés mais aussi par les pièges pour opossums. Cependant le nombre d'individus dans les îles est stable et tendrait même à s'accroître. [8]



1.1.3.1.3. Nourriture

Il se nourrit principalement d'invertébrés tels que des vers de terre, des araignées, des fourmis, des chenilles, mais aussi de fruits et de graines, de mousse ou de petites feuilles. Tout dépend de la saison et de ce qu'il trouve, même si les individus vivant dans les forêts ont un régime plus varié. Le kiwi ingère également des petites pierres qui vont se stocker dans son gésier (jusqu'à 20 g parfois). En période sèche, le kiwi peut perdre jusqu'à 16% de son poids mais la graisse sous-cutanée qu'il a lui permet de supporter jusqu'à trois semaines de jeûne. La femelle a une capacité d'ingestion qui augmente quelques jours avec la ponte mais elle jeûne pendant 1 à 2 jours juste après. [8]

1.1.3.1.4. Comportement social

1.1.3.1.4.1. Comportement

C'est un animal nocturne qui dort dans un refuge le jour et se nourrit la nuit, à l'exception d'*A. a. lawryi* qui se nourrit souvent la journée. [8] C'est un animal solitaire. [19] Le kiwi a un odorat très développé qui lui sert à trouver ses proies, l'ouïe et la vue sont nécessaires mais secondaires. La tanière peut être soit sous de la végétation, comme des fougères par exemple, ou dans des souches creuses, des racines d'arbre, dans trous naturels ou des terriers. Ces tanières sont occupées soit par un kiwi seul, soit par le couple, soit par plusieurs individus mais beaucoup plus rarement. Chaque oiseau a plusieurs refuges, il peut rester plusieurs jours de suite dans le même mais la plupart du temps il en change régulièrement. Ils sortent de leurs tanières 15 à 90 min après le coucher du soleil. [8]

Le kiwi austral peut vivre une vingtaine d'année. [19]

1.1.3.1.4.2. Reproduction

A l'état sauvage, la période de ponte se situe entre juin et février avec une activité plus importante entre août et septembre. [19] Cependant en captivité, les femelles peuvent pondre tout au long de l'année mais avec une activité plus importante en fin d'hiver et au printemps. Le nid est toujours bien caché et peut être creusé plusieurs mois voire plusieurs années avant la ponte. [8] Un terrier différent est utilisé pour chaque couvée, même pour une couvée de remplacement, qui est composée en général d'un seul œuf. [19] On peut avoir jusqu'à cinq pontes par an. Lorsqu'une couvée comprend deux œufs, il y a entre 19 à 55 jours d'écart entre les deux. Un œuf pèse environ $1/5^{\text{ème}}$ du poids de la femelle. Une fois qu'elle a pondu le premier œuf, celle-ci reste 1 à 2 jours dans le terrier, mais part tout de suite après la ponte du $2^{\text{ème}}$ œuf s'il y a. En général c'est le mâle qui va couvrir les œufs mais dans certains rares cas où un deuxième œuf est pondu dans un terrier différent du premier, la femelle le couve jusqu'à ce que le premier œuf éclore et jusqu'à ce que le mâle vienne prendre le relais. [8] La période d'incubation est de 75 à 84 jours en moyenne. [19] Le poussin reste dans le nid pendant 4 à 7 jours, temps qu'il lui faut pour arriver à marcher. [8] Il se nourrit seul après 5-6 jours. Il devient indépendant au bout de 14-20 jours et adulte entre 18 et 20 mois. La maturité sexuelle du mâle se fait à l'âge de 14 mois contre 2 ans pour la femelle. [19]

En captivité une femelle se met à pondre vers 4 ans et un mâle devient fertile vers 2 ans et demi. [8]

1.1.3.1.5. Statut et conservation

La sous espèce *mantelli* est fortement menacée tandis que les autres sont vulnérables. La sous-espèce *mantelli* est assez dispersée entre les îles du Nord et le Nord des îles du Sud. Mais la population est maintenant fragmentée, assez commun localement dans le Nord, il est assez disparate aux autres endroits. Les menaces principales sont la perte de son habitat mais aussi la prédation par les hermines et les opossums qui mangent les œufs, les chats et les hermines qui mangent les poussins et les jeunes, et les chiens, les furets et les opossums qui tuent les jeunes et les adultes. [19]

1.1.3.2. Le kiwi d'Owen

1.1.3.2.1. Description

1.1.3.2.1.1. L'adulte

Le mâle mesure 35 à 45 cm de haut pour un poids de 1 à 2 kg. C'est le plus petit des kiwis. Il a de longs poils gris-noir qui s'éparpillent autour de la base du bec. Le menton, la gorge et la face sont gris-brun plus pâle. Le front peut aller de brun foncé à brun clair, les plumes sont brun-gris pâle avec l'extrémité gris-noir. L'arrière du cou et les parties supérieures ont des nuances de brun foncé avec des bandes interrompues et irrégulières allant du blanc cassé au jaune pâle-brun clair. Ces bandes sont plus fines au niveau du cou où les plumes sont plus courtes ; la pointe des plumes est brun foncé et hérissée. Le reste des plumes est en partie dissimulé, d'un léger brun foncé avec une ou plusieurs bandes transverses allant du blanc crème au jaune-marron clair. C'est ce qui le distingue du kiwi austral qui a les bandes longitudinales et non transverses. Le plumage est hirsute, les ailes sont cachées et à l'état de vestige. Il n'a pas de queue. Le reste du corps est uniforme comprenant des bandes blanches sans nuance de brun. Le bec est ivoire, long, mince et droit ou légèrement incurvé vers le bas avec les narines à l'extrémité de celui-ci. [8]

La femelle ressemble au mâle mais est plus grande. [8]

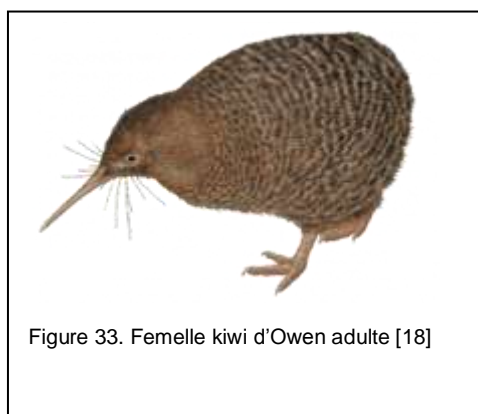


Figure 33. Femelle kiwi d'Owen adulte [18]

1.1.3.2.1.2. Le jeune

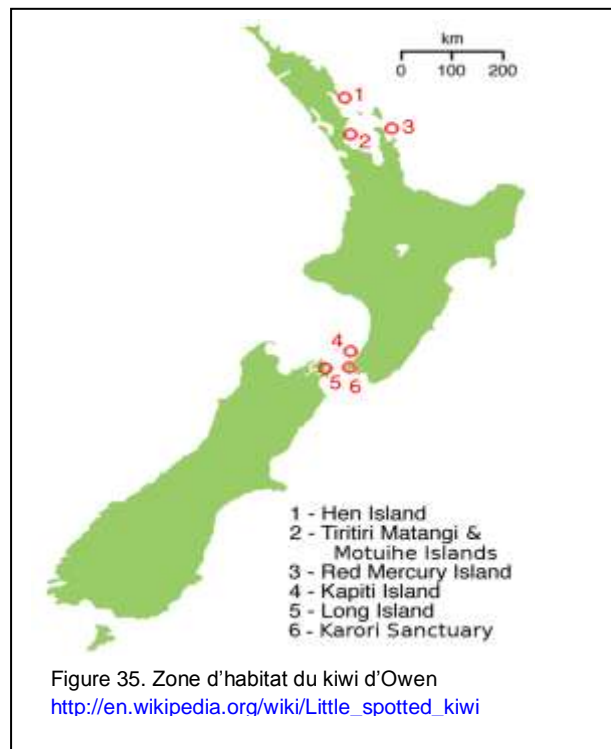
Il est similaire à l'adulte mais le plumage est plus doux et n'a pas cet aspect hirsute. Il présente de pâles bandes sur le corps à l'endroit où les plumes sont étroites, plus particulièrement sur les parties supérieures du corps et formant ainsi des chevrons. Le corps apparaît marron-noir avec des taches blanc-cassé à jaune terne, moins visibles sur les parties inférieures. [8]



Figure 34. Jeune kiwi d'Owen
<http://www.allsoluces.com/nds/blogame/mesamismavie/chapitre-5.html>

1.1.3.2.2. Géolocalisation

On le retrouve sur 4 îles de nos jours : Kapiti, RedMercury, Hen et Long. Il semblerait qu'il reste quelques individus sur l'île d'Urville. Il vit dans les forêts à arbres à feuilles larges et persistantes avec un sous-bois dense, et dans des régions vallonnées (jusqu'à 1000m). [8]



1.1.3.2.3. Nourriture

Animal nocturne également, le sens de l'odorat joue un grand rôle dans sa recherche de nourriture mais l'ouïe également car il possède une oreille développée. [8] Il mange la plupart des invertébrés en particulier les vers de terre (du groupe *Terrestrial*) et araignées (*Araneae*), présents dans le sol et la litière; des mille-pattes (*Diplopoda*), des coléoptères (*Coleoptera*), des orthoptères, des insectes (*Hemiptera*), des larves de lépidoptères et des pupes, des larves de tipule (*Tipulidae*) mais également des fruits tombés, des feuilles et des fougères sporanges. La recherche des produits alimentaires se fait par sondage avec le bec dans le sol et les cavités naturelles. [19]

1.1.3.2.4. Comportement social

1.1.3.2.4.1. Comportement

C'est un animal nocturne, sédentaire qui peut avoir un territoire de 2 à 3 hectares. [19] Il vit en couple et semble rester avec sa partenaire à vie. Il vit la journée dans des trous de berge, des troncs d'arbre creux ou sous des touffes de végétations, qu'il partage avec sa partenaire. Ici aussi c'est le mâle qui couve. Le petit et les parents restent en « contact » pendant encore environ 1 mois après que celui-ci soit indépendant. [8]

1.1.3.2.4.2. Reproduction

La période de reproduction, même si elle a lieu toute l'année, se situe surtout vers les mois de septembre et octobre. [8] Chaque terrier servant de nid n'est utilisé qu'une seule fois même pour une couvée de remplacement. Les œufs pèsent 301 g en moyenne soit un peu moins d'un quart du poids de la femelle. [19] Ici aussi la majorité des couvées ne comprennent qu'un seul œuf. Lorsqu'il y en a deux, leur ponte est séparée de 2-3 semaines d'écart. Si une couvée n'aboutit pas, une deuxième peut se faire 31 à 55 jours après. La période d'incubation est de 63 à 76 jours. Les poussins peuvent marcher 24 à 30 h après éclosion mais restent dans le nid encore quelques jours se nourrissant des restes de vitellus. Ils deviennent indépendants vers 2-3 semaines, âge où ils quittent le nid. [8]

1.1.3.2.5. Statut et conservation

Il est vulnérable. Il est présent sur 5 îles sur lesquelles il a été réintroduit pour la plupart et sur un site sur le continent où il a été aussi réintroduit. Au début du 21^{ème} siècle, la population est estimée à 1150 individus. Ce faible nombre s'explique par le faible taux de réussite de reproduction mais aussi par la prédation par le weka (*Gallirallus australis*), qui mange les œufs, par les carnivores domestiques ayant été introduits, par la destruction de son habitat par les incendies en été et par la colonisation. [19]

De nos jours il existe un programme de réintroduction de petites populations de kiwi sur des îles indemnes de prédateurs mais sans grand succès ce qui fait qu'il a peu de chance de survivre encore longtemps à l'état sauvage. [8]

1.1.3.3. Le kiwi roa

1.1.3.3.1. Description

1.1.3.3.1.1. L'adulte

Il est similaire au kiwi d'Owen mais est plus grand : 45 à 50 cm de haut pour un poids entre 2,6 et 3 kg. La tête et le cou sont gris foncé avec de petites taches noires sous les yeux. Le dessus du corps est gris-jaune pâle, nuancé avec de la noisette et des bandes irrégulières marron-noir. Certains individus sont entièrement mouchetés de gris, d'autres le sont seulement à certains endroits et sont de couleur rousse. Les plumes des parties supérieures sont marron-noir avec les extrémités hérissées, le reste des plumes en partie cachées, sont de couleur brun foncé avec des bandes transverses brunes ou marron clair et semblant s'estomper avec l'âge. La gorge et les parties inférieures sont gris clair, tirant sur le fauve entre les jambes. Le bec est long, blanc à crème, la partie supérieure parfois gris ardoise avec les narines dans un renforcement à l'extrémité. Les yeux sont marron-noir, avec un iris fin de couleur crème pâle voire parfois gris-bleu clair. Les pattes et les doigts ont des écailles brun

foncé, parfois de couleur gris clair à blanc, parfois teintées de rose sur les chevilles, et la peau se trouvant entre les écailles est de couleur blanc à gris perle. La couleur des griffes varie avec l'âge : noire chez les jeunes, cuivre avec une strie noire centrale chez les adultes, et blanche chez les individus âgés. Il n'y a pas de mue saisonnière du plumage. [8]

La femelle est identique au mâle mais plus grande. [8]

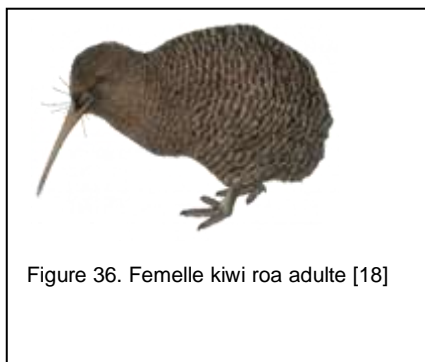


Figure 36. Femelle kiwi roa adulte [18]

1.1.3.3.1.2. Le jeune

A sa naissance, le plumage est similaire à celui de l'adulte mais avec des bandes claires de couleur plus gris-jaune que noisette sont présentes sur les parties supérieures. Le bec est rose clair. Les yeux gris-noir. Les pattes et les doigts sont plutôt roses, les écailles sur le bord avant des jambes et sur les articulations des doigts sont brun clair. Les griffes sont gris-noir. [8]



Figure 37. Jeune kiwi roa
<http://en.wikipedia.org/wiki/File:ApteryxHaastiiMKeulemans.jpg>

1.1.3.3.2. Géolocalisation

On le trouve sur l'île Sud de la Nouvelle Zélande et il est réduit à deux populations isolées. Il vit dans des régions subalpines à alpines allant jusqu'à 1200 m où on trouve des forêts d'hêtres ou de bois durs avec un sous-bois dense et recouvert de mousse. C'est une espèce qui a un habitat réduit et qui est sensible au poison et aux pièges contre les opossums. Sa population a considérablement diminué depuis la colonisation et l'installation des européens. [8]



1.1.3.3.3. Nourriture

Il peut cueillir de la nourriture qui se trouve jusqu'à 1m au-dessus de lui en marchant le long des arbres penchés à flanc de coteau. Il se nourrit principalement de petits invertébrés tels que des escargots, des larves de scarabées et des vers de terre l'hiver, ainsi que des araignées et des criquets en plus l'été. [8]

1.1.3.3.4. Comportement social

1.1.3.3.4.1. Comportement

La plupart du temps c'est un oiseau monogame et sédentaire, mais certaines femelles peuvent être polyandres avec un territoire incluant deux ou trois mâles. C'est

un animal nocturne qui sort de sa tanière au crépuscule et y rentre à l'aube, mais il peut rester dehors encore 1h après le lever de soleil dans le milieu de l'été. Il utilise un refuge différent tous les jours et les deux membres du couple utilisent le même. [8]

1.1.3.3.4.2. Reproduction

La saison de reproduction se situe aux alentours de juillet-novembre, pouvant s'étendre jusqu'en janvier pour les couvées de remplacement. Les couvées sont pour la plupart composées d'un seul œuf. Les deux sexes couvent l'œuf contrairement aux autres kiwis : la femelle couvant la nuit et le mâle le jour. La période d'incubation n'est pas connue. Les petits deviennent rapidement indépendants. [8]

1.1.3.3.5. Statut et conservation

Il est vulnérable. De nos jours on compte environ 8000 individus seulement. Il y a trois populations principales. Il semblerait que les populations vivant dans les plateaux humides soient stables ou du moins déclinent moins vite que les autres. Leur diminution est probablement due à des empoisonnements et pièges destinés à d'autres animaux et à la prédation par les animaux domestiques comme les chats, les chiens ou les cochons mais aussi par les opossums et les mustélidés. [19]

1.1.3.4. le kiwi d'Okarito

1.1.3.4.1. Description

1.1.3.4.1.1. L'adulte

Il mesure environ 55cm, et pèse entre 1,55 et 2,2 kg pour le mâle, contre 3,5 kg pour la femelle. Il présente un bec assez petit par rapport aux autres espèces. Le plumage est brun pour la majorité avec des parties rayées (les plumes sont noires à la base mais rousses en partie distale avec des pointes fauves). La tête, le cou et le ventre sont gris. La plupart des individus ont des plumes blanches sur la tête, surtout autour des yeux. L'iris est noir, le bec rose, les poils de la face sont courts, les jambes et les doigts sont roses ou marron clair. Il se distingue d'*A. australis* surtout par sa tête et son ventre plus gris, par ses ailes rayées et par son bec plus court et rose. [19]

La femelle est similaire au mâle, son bec est un peu plus long et elle est un peu plus grande. [19]

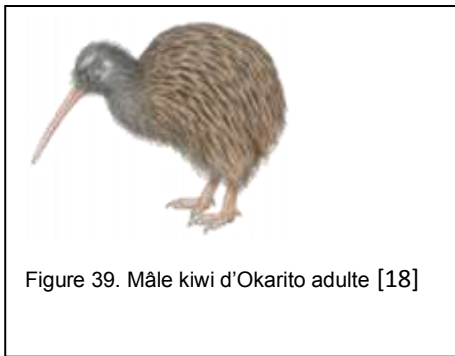


Figure 39. Mâle kiwi d'Okarito adulte [18]

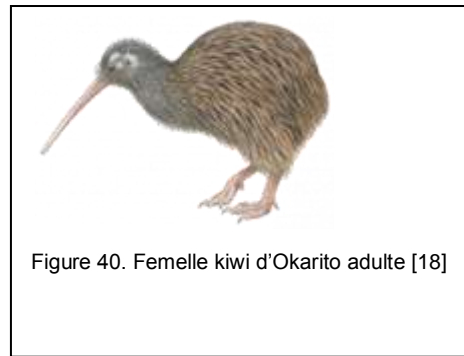


Figure 40. Femelle kiwi d'Okarito adulte [18]

1.1.3.4.1.2. Le jeune

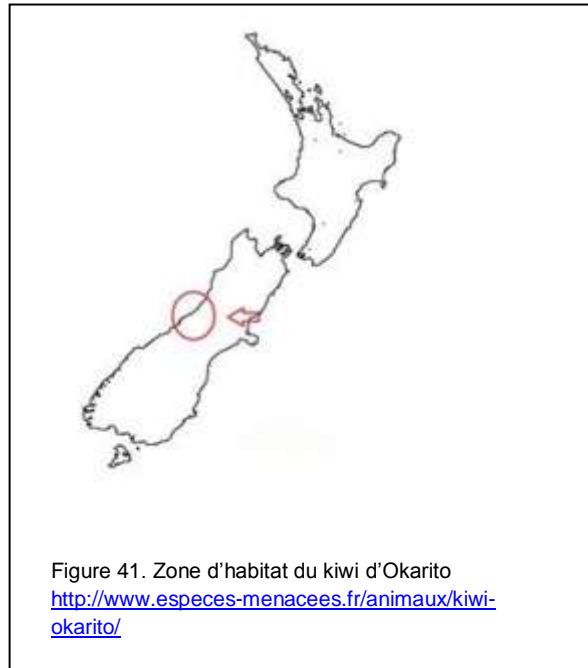
Il ressemble à l'adulte mais est plus petit. [19]

1.1.3.4.1.3. Les sous espèces

Il est considéré comme appartenant à l'espèce *A. australis* par Bird Life International car il lui est très ressemblant d'un point de vue morphologique mais génétiquement distinct et géographiquement isolé de celui-ci. [19]

1.1.3.4.2. Géolocalisation

On le trouve en Nouvelle Zélande, sur la côte Ouest, dans les îles du Sud et au Sud de la forêt Okarito. Il vit dans des forêts denses et tempérées. [19]



1.1.3.4.3. Nourriture

Il n'y a pas vraiment de données à ce sujet. Mais il a sûrement le même régime alimentaire que les autres espèces de kiwi. [19]

1.1.3.4.4. Comportement social

1.1.3.4.4.1. Comportement

C'est un animal sédentaire et nocturne qui vit en couple. Il vit en général jusqu'à 80 ans mais peut atteindre 100 ans. [19]

1.1.3.4.4.2. Reproduction

La saison de reproduction est de juin à mars. Les kiwi d'Okarito utilisent comme les autres kiwis des nids différents pour chaque couvée, même si c'est une couvée de remplacement. La femelle pond généralement un œuf mais peut en pondre jusqu'à 3. Les deux sexes vont incuber les œufs. Les petits sont autonomes dès l'éclosion mais ils restent avec leurs parents pendant plusieurs années. [19]

1.1.3.4.5. Statut et conservation

Ils ne sont pas bien définis mais l'espèce est très probablement menacé. Sa principale menace est la prédation surtout par des animaux qui ont été introduits sur les

îles tels que les opossums et les hermines mais aussi par les animaux domestiques comme les chats et les chiens. [19]

1.1.4. La famille des Dromaiidés

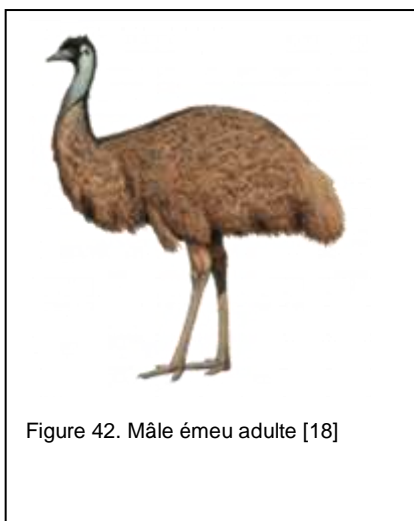
1.1.4.1. L'émeu

1.1.4.1.1. Description

1.1.4.1.1.1. L'adulte

Le mâle mesure de 1,5 à 1,9 m et pèse entre 30 et 55 kg. [19] Il présente quelques rares plumes noires sur le sommet du crâne, la nuque et jusqu'à mi-cou environ. La peau de la gorge et de la partie supérieure du cou est quasiment nue et bleuâtre. La coloration du plumage varie du brun grisâtre pâle ou d'un brun plus chaud à un gris mat avec des taches noires ou est noire dans son ensemble. On peut voir une raie avec une grossière perte de plumes au milieu du dos allant du bas de la nuque jusqu'au dos. La partie ventrale du cou est blanche pâle. Les iris sont crèmes, jaunes, oranges ou marrons. Le bec est court, large et courbé en partie distale, et de couleur noire. Les pattes et les doigts sont quant à eux gris foncé. [8] Il présente également des callosités au niveau du sternum. [15]

La femelle est assez ressemblante au mâle mais plus grosse que celui-ci (elle pèse en moyenne une cinquantaine de kilos pour 1,8 m) [8], de couleur plus sombre [19] et avec le cou et la tête plus bleus. [15] Pendant la période de mars à mai, les femelles peuvent être plus facilement différenciées des mâles car le cou et la tête deviennent plus foncés, le plumage se densifie dans cette région et la partie ventrale du cou est moins blanche. [8]



1.1.4.1.1.2. Le jeune

Chez le poussin, les surfaces du cou et de la poitrine présentent un pattern strié bilatéral et symétrique. La rayure dorsale médiane est blanche, les stries longitudinales foncées sont composées de deux stries noires entourées par du fauve et entourant une strie centrale blanche. Les stries deviennent de plus en plus étroites à mesure que l'on s'éloigne de la ligne du dos. Tous les poussins présentent un nombre fixe de stries qui est de huit plus une bande ventrale irrégulière. Sur la tête ces bandes s'interrompent et on observe plutôt des points qui donnent un dessin caractéristique de l'individu. Ce plumage duveteux du poussin reste jusqu'à trois mois environ. Jusqu'à 5 mois, le plumage du sub-adulte s'assombrit. Cela commence au niveau des ailes et du sommet du crâne, s'étend sur la ligne du dos et la partie inférieure du cou, puis sur tout le corps. L'animal est alors très foncé, presque noir sur la tête et le cou avec le reste du plumage finement rayé. Il commence à avoir son plumage d'adulte vers 7 mois qui commence au niveau de l'extrémité des ailes. Ce plumage continue de se développer parmi le plumage usé du sub-adulte : il apparaît comme des taches noires brillantes au milieu des plumes ternes et brunâtres. Les jeunes en phase de devenir adultes restent distinguables par leur région faciale plus foncée, par leurs plumes rayées n'étant pas encore tombées parmi les plumes adultes noires et surtout par des plumes encore présentes dans la région des ouïes : leur perte vers 15 mois signe le passage à l'âge adulte. Le jeune a un iris brun foncé qui change de couleur à l'âge adulte. Sa maturité sexuelle est atteinte vers deux ans. [8]



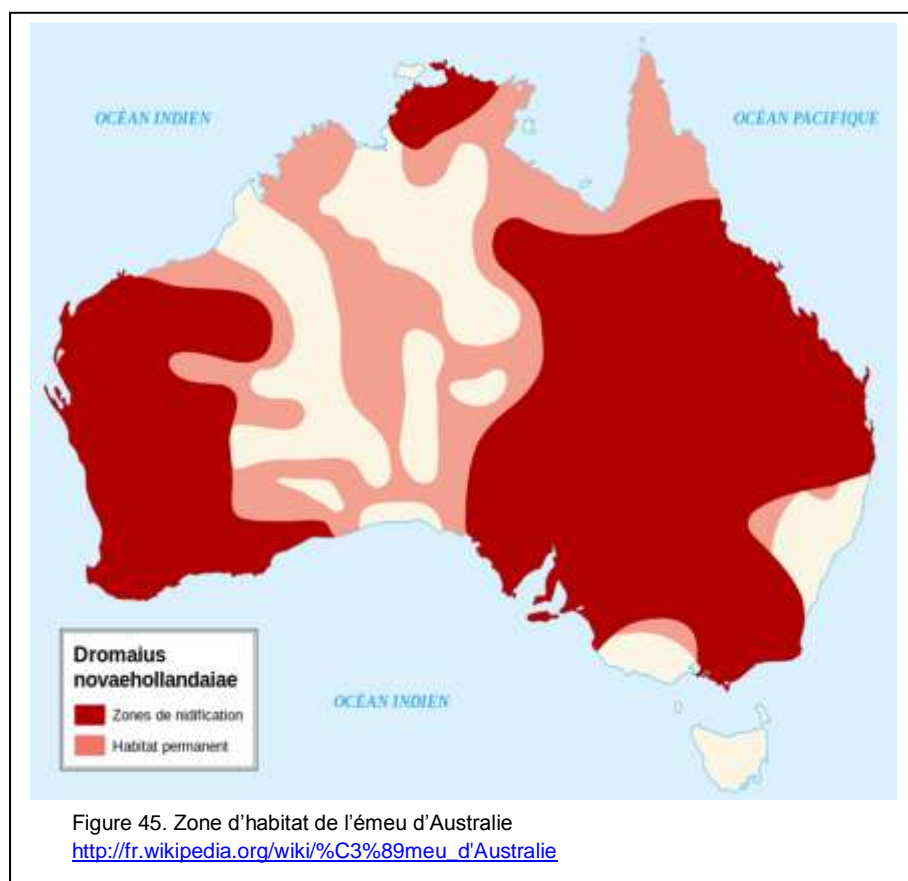
Figure 44. Jeune émeu
<http://www.publicdomainpictures.net/view-image.php?image=40316&picture=longues-pattes-emeu-poussin&jazyk=FR>

1.1.4.1.1.3. La mue

L'émeu mue non seulement pendant sa croissance mais également à l'âge adulte. A l'état sauvage les femelles muent juste avant la ponte en avril-mai. Le mâle mue plus de mai à juillet. Les individus ayant mué sont plus foncés que les autres. [8]

1.1.4.1.2. Géolocalisation

On ne trouve des émeus sauvages qu'en Australie de nos jours, dont la moitié en Australie occidentale. Ils étaient présents en Tasmanie mais ont été exterminés en 1865. Leur population actuelle est estimée entre 625 000 et 750 000 individus. [8] Ils vivent dans des espaces boisés, broussailleux mais aussi dans le bush et à différentes altitudes non définies. Ils peuvent vivre sur la côte comme dans l'arrière-pays. Ils évitent les endroits arides où les précipitations annuelles sont inférieures à 600 mm et les endroits trop peuplés. [19] Concernant les émeus vivant dans l'Ouest, on peut observer des mouvements de populations, en effet, ces oiseaux recherchent des zones où il a récemment plu pour trouver une meilleure nourriture : on observe des déplacements vers le Sud en hiver et vers le Nord en été. Au printemps ils s'éloignent de l'aridité du Nord-est pour rejoindre le Sud-ouest qu'ils quittent de nouveau en automne. L'émeu un oiseau très bien adapté à la vie dans le désert. Il peut rester plus d'un an au même endroit si la nourriture est abondante mais peut également parcourir plusieurs centaines de kilomètres en quelques mois pour rechercher un meilleur endroit pour se nourrir. C'est également un très bon nageur, il peut rejoindre une île se trouvant à 3 km du continent. [8]



1.1.4.1.3. Nourriture

Les émeus mangent des aliments dans lesquels les nutriments sont très concentrés : fruits, graines, fleurs, jeunes pousses d'herbe, insectes, chenilles, sauterelles, scarabées. Comme ils n'ont pas de dents, ils ingèrent des petites pierres qui dans le gésier servent à broyer la nourriture (ils peuvent en ingérer jusqu'à 750 g). La prise de nourriture est moins importante pendant les périodes de reproduction (en début d'hiver) et augmente à la fin de cette période et de l'incubation des œufs (printemps-été). Les émeus ne mangent qu'en journée, la quantité d'aliments ingérée varie donc selon les périodes de jours courts et de jours longs. Ils peuvent boire jusqu'à 6 litres d'eau par jour. [8]

1.1.4.1.4. Comportement social

1.1.4.1.4.1. Comportement

C'est un animal qui est plutôt sédentaire mais qui peut tout à fait migrer si les quantités en nourriture et en eau sont insuffisantes. [15]

L'émeu est réputé à tort comme étant un animal sociable. Il existe cinq cas dans lesquels les émeus sont en groupe :

- Un adulte mâle avec ses petits : en effet, c'est le mâle qui élève les petits. Pendant leur croissance les poussins sont très attachés les uns aux autres, plus qu'envers leur père. En grandissant, ce lien s'affaiblit, vers l'âge de 7 mois, le lien des poussins au père a disparu, mais celui entre les individus d'une même portée persiste.

- Un groupe de jeunes émeus au moment des migrations : Durant cette période, le lien se renforce entre les jeunes d'une même portée car tous les individus se dirigent vers le même endroit et le manque de nourriture atténue les comportements agressifs.

- Un groupe d'émeus adultes pendant les périodes de migrations pour les mêmes raisons que précédemment.

- Un rassemblement d'individu autour d'un point d'eau ou de nourriture

- Au bord d'une route : l'animal ayant peur du danger potentiel que représente cet obstacle, il s'arrête pour « réfléchir » et cela peut prendre du temps, ce qui fait qu'il est rejoint par d'autres individus se retrouvant bloqués à ce niveau également.

L'émeu est un animal qui vit plutôt de manière solitaire. [8] Contrairement à d'autres Ratites, c'est un animal qui supporte mal de vivre avec d'autres espèces, même herbivores, et ce même pour se nourrir. [8]

1.1.4.1.4.2. Reproduction

L'émeu est un oiseau qui se reproduit en hiver : décembre-janvier. La ponte peut commencer à partir de février mais a le plus souvent lieu entre avril et mai. [19]

Ici aussi c'est le mâle qui s'occupe de faire le nid (pouvant accueillir de 5 à 15 œufs), de couvrir les œufs et de s'occuper et d'éduquer les petits. [19]

Le mâle couve les œufs entre 56 et 61 jours (pendant cette période il est capable de ne quasiment rien manger grâce à la graisse sous-cutanée qu'il aura développé au niveau du dos et des cavités coelomiques avant la saison de reproduction) [15] et reste dans le nid jusqu'à 4 jours environ après la première éclosion. [8] Les petits sont capables de marcher après 5 à 24 h après l'éclosion, quittent le nid entre 2 et 7 jours, peuvent courir et nager vers une semaine et deviennent indépendants vers 5 mois. [19] Lors de la saison de reproduction, l'émeu est monogame. La femelle s'en va une fois qu'elle a pondu ses œufs, il est très rare qu'elle reste avec le mâle. De par son côté migrateur, il y a également peu de chances que d'une année sur l'autre on retrouve les mêmes couples. [8]

La maturité sexuelle est atteinte vers l'âge de 2-3 ans. [19]

1.1.4.1.5. Statut et conservation

Ce n'est pas un animal en danger. La population en Tasmanie s'est éteinte en 1865 sûrement en raison de la persécution (empoisonnement et chasse) et par la conversion de leur habitat en terre cultivable. Aujourd'hui la population est estimée à environ 630 000 à 725 000 dont 100 000 à 200 000 juste dans l'Ouest de l'Australie. Elle est considérée comme stable de nos jours. [19]

1.1.5. La famille des Casuariinés

1.1.5.1. Le casoar à casque

1.1.5.1.1. Description

1.1.5.1.1.1. L'adulte

Il peut mesurer de 1,30 m jusqu'à 1,70 m et peser entre 29 et 34 kg pour le mâle. [19] La tête et la nuque semblent nues mais sont la plupart du temps couvertes de quelques rares soies gris-noir. Il présente des rangées denses de demi-soies gris-noir sur la paupière supérieure et autour de l'oreille. La face et le cou sont bleu foncé, d'un bleu plus pâle au-dessus de l'œil. La peau de la nuque et les deux caroncules qui pendent à la base du cou sont roses. Il y a des variations dans la forme des caroncules : elles peuvent être divisées en trois lobes, ne pas être présentes du tout, ou bien être trois. La taille peut également varier, allant d'un petit bouton sur le devant du cou à un lobe pouvant faire 170 mm de long. Sur la partie inférieure du cou, des plis parallèles de peau nue forment un patch rectangulaire allant de la nuque et sur les côtés jusqu'à mi-cou en partie dorsale. La peau rugueuse, et donnant l'impression d'avoir comme des verrues, part de la base, va jusqu'au milieu de la partie inférieure du cou et s'arrête à la base du milieu de la partie inférieure du cou où les plumes commencent. Sur les côtés, à mi-cou, la démarcation avec les plumes se fait de manière nette en forme de U, le reste de la peau sans plumes sur les côtés du cou et sur le dessus du cou est lisse.

Un casque sur le dessus de la tête, comprimé latéralement mais sans dépression sur l'arrière, parfois incurvé sur un côté, va de la base du bec jusqu'au sommet du crâne. La partie externe de ce casque est de la peau kératinisée recouvrant un noyau calcifié, qui présente de larges et plates couches, surmontant ce qui semble être un dense réseau interne d'os trabéculaires mais qui pourrait également être du cartilage calcifié. Le noyau du casque est fermement fusionné avec le crâne. La surface des couches osseuses externes du noyau à l'avant et l'arrière du casque sont

plus larges et semblent plus résistantes que les autres surfaces. Le casque ne grandit pas rapidement pendant les deux premières années et atteint sa pleine taille pendant la cinquième année.

La base du cou est recouverte de plumes gris-noires denses, les parties supérieures ont des plumes avec une double gaine. Les plumes du corps sont entièrement gris-noires avec la base des plumes marron foncé. La gaine est brillante, les plumes de l'arrière deviennent marron plus clair et s'usent avec le temps, le plumage devient plus lâche et ressemble à des poils avec une surface de séparation à mi-hauteur qui descend le long du cou et du dos. Les ailes sont petites, visibles sous le plumage, et réduites à des plumes primaires. La queue est petite et composée de plumes denses et de couleur gris mat ou noire. Le bec est noir, court, légèrement incurvé vers le bas, les narines se situent à la moitié de la partie supérieure du bec. Les yeux sont ambres. Les jambes sont larges, tannées, grises, et couvertes sur le devant avec des écailles hexagonales et transverses pour celles qui sont près des doigts. Le doigt médial est armé d'une longue, fine griffe très tranchante. [8]

La femelle est similaire au mâle mais est plus lourde (58 kg), [19] plus large et souvent avec un plus gros casque et des couleurs plus vives. [8]

Cette espèce se distingue des autres par le fait qu'elle a deux caroncules charnues et colorées pendant sur le devant du cou. [8]

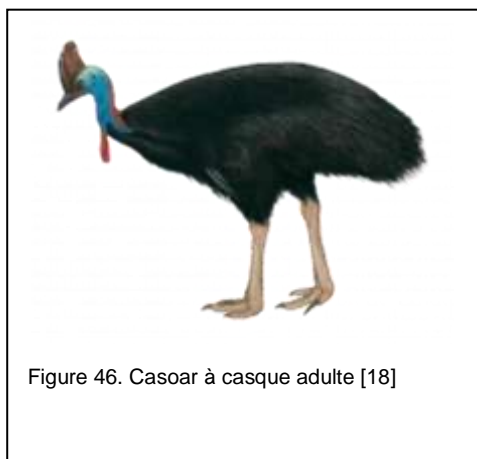


Figure 46. Casoar à casque adulte [18]

1.1.5.1.1.2. Le jeune

Le casque est plus petit que pour l'adulte, la base du crâne et la majeure partie du bas du cou sont couvertes de plumes denses orange-chamoisé, des gaines gris-noir, de petits patches de peau nue bleu clair à mi-base du cou. La peau nue commence à se colorer entre le 6^{ème} et 9^{ème} mois. De denses rangées de semi-soies gris-noir sur la paupière supérieure, marron autour des oreilles. La zone entre les yeux et le bec supérieur et la base du casque a des soies marron foncé de manière éparpillée. La gorge est couverte de petites et courtes plumes marron-gris clair, plus large sur les côtés du cou avec une gaine marron foncé. De petites taches de peau nue de chaque côté du cou sous les caroncules. La base du cou est couverte de plumes denses orange-chamoisé, le plumage du centre du dos au croupion et de la queue va du jaune brun au marron clair, les plumes de la base étant marron foncé. Celles du croupion et des extrémités du corps sont longues et marron foncé avec l'extrémité

chamois. Chez les immatures, les hypotiles des plumes peuvent être marron alors que le reste de la gaine est noir. Sur le dessus des ailes, les plumes sont courtes et de couleur orange-chamoisé, à la base, les plumes sont courtes, noires et tendent à être marron clair à l'extrémité. La poitrine jusqu'à l'évent est orange chamoisée aussi avec les plumes plus larges en bas et de couleur marron-noir. Le bec ressemble à celui de l'adulte mais la base de la partie inférieure du bec est chamois. Les yeux sont marrons et les pattes similaires à l'adulte. [8]

Les poussins ont la partie supérieure du crâne marron-roux avec des marques irrégulières marron foncé au centre. Le menton, la gorge, et le cou sont marron clair, s'étendant jusqu'à la partie supérieure de la poitrine. Les parties supérieures sont blanches avec trois stries marron foncé allant de la base du bas du cou jusqu'au croupion et deux stries de chaque côté du corps avec le plus souvent celle qui est inférieure interrompue et formant un dessin. En dessous de celle-ci une strie pas très marquée semblerait être en continuité avec les stries des pattes. Au milieu des stries principales, il y a une strie plus pâle au centre formée par des plumes aux extrémités plus pâles. Les parties inférieures jusqu'aux parties supérieures de la poitrine et de l'évent sont blanches avec des stries irrégulières gris-brun en descendant jusqu'à la poitrine. La queue est courte, poilue et d'un blanc terne. Les ailes sont petites et nues. Le bec est blanc à l'éclosion, devenant orange chamoisé après quelques semaines puis s'assombrit avec le temps. Les yeux sont marrons et les pattes roses. [8]

La mue du jeune en adulte est complète mais sa durée n'est pas connue. Le processus se fait de manière graduelle commençant au cou et au centre du dos avec un remplacement progressif par les plumes adultes jusqu'au croupion et aux extrémités. [8]

Vers 3 à 6 mois, les poussins muent pour un plumage uniforme marron de leur première année et commencent à développer un casque. Vers 1 à 2 ans les jeunes ont quasiment atteint leur taille adulte et acquièrent leur plumage d'adulte. Le casque et les caroncules se développent avec le temps. [15]

La maturité sexuelle se fait vers 2,5-3 ans, peut-être un peu avant pour les mâles. [15]



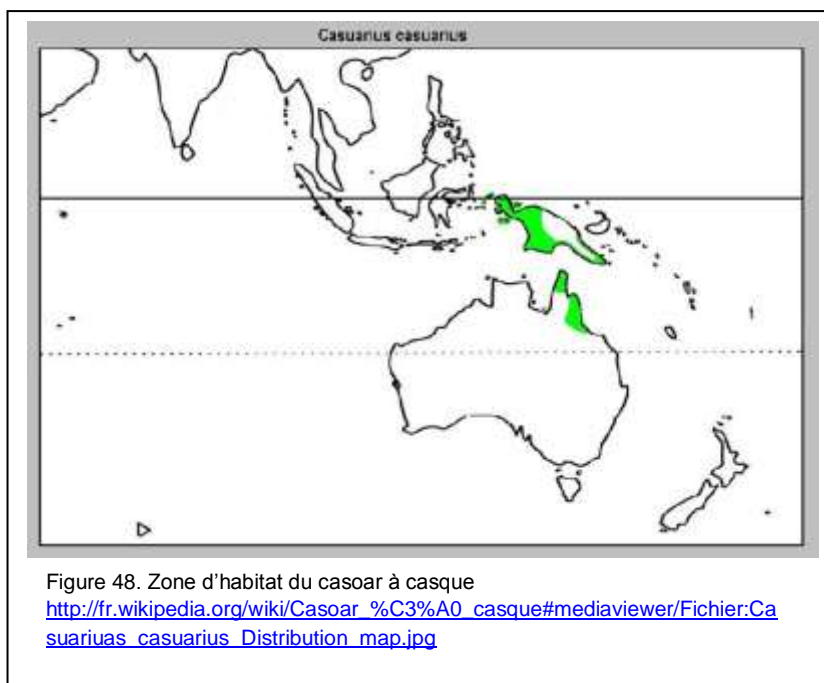
Figure 47. Jeune casoar à casque <http://www.oiseaux-birds.com/fiche-casoar-casque.html>

1.1.5.1.1.3. Les sous espèces

Au moins 14 espèces sont proposées, avec comme critères de différenciation la taille, la taille des caroncules et du casque et les couleurs des parties sans plumes. Plusieurs autres sous-espèces ont été décrites mais les détails concernant la localisation sont obscurs ou absents. Même si les différences entre ces espèces sont significatives, les différences entre les classes d'âge ne sont pas connues et peu de musées ont des spécimens disponibles pour les étudier. De plus les nombreuses introductions d'espèces faites par la population locale de Nouvelle Guinée rendent l'identification des différentes sous-espèces quasiment impossible, c'est pourquoi ce groupe sera traité comme étant un group monotypique. [19]

1.1.5.1.2. Géolocalisation

On le trouve au Nord-ouest, Sud et Est en Nouvelle Guinée, sur les îles Aru et à l'Est du cap York en Australie. Les casoars du Sud vivent dans les forêts tropicales denses mais ils peuvent aussi être trouvés dans les forêts d'eucalyptus. En Nouvelle Guinée, ils vivent en forêt, en lisière de forêt, dans des clairières avec des hautes herbes ou dans la savane et la plupart du temps en basse altitude mais on peut les trouver dans des endroits allant jusqu'à 1100m d'altitude. Ils sont craintifs et difficilement observables. [8]



1.1.5.1.3. Nourriture

Le casoar à casque mange principalement des fruits tombés de différents arbres fruitiers (notamment ceux des familles *Lauraceae*, *Myrtaceae*, *Elaeocarpaceae* et palmiers (*Arecaceae*)), des fleurs, des champignons, des invertébrés (escargots, insectes), des petits vertébrés (poissons, grenouilles, rongeurs), et même un peu de charognes. [19]

1.1.5.1.4. Comportement social

1.1.5.1.4.1. Comportement

En Australie c'est un animal solitaire. On peut le rencontrer en groupes de 7 ou 8 individus mais c'est surtout lorsque l'on est à côté d'un point de nourriture important tel que des arbres fruitiers. Dans ce genre de cas, les différents individus ne partagent pas mais chacun défend un arbre contre ses congénères. L'animal reste au même endroit plusieurs jours si les ressources alimentaires sont de qualité et en quantité suffisante. Ce sont des animaux qui nagent très bien, ils sont capables de traverser des rivières et sont capable de rejoindre des îles se trouvant à des distances allant jusqu'à 2,5 km. Le mâle et la femelle ont des territoires distincts et le mâle tolère la femelle sur son territoire le temps de l'accouplement et de la ponte. [8]

1.1.5.1.4.2. Reproduction

La période de reproduction a lieu le plus souvent l'hiver dans le Sud mais celle-ci varie en fonction du lieu de vie et de l'abondance de nourriture entre avril et novembre (juin- octobre à Queensland ; à partir de la fin de la saison sèche en Nouvelle-Guinée). Le nid est au sol, simple et peu profond (20 à 50 cm de haut). La couvée est composée de 3 à 8 œufs. Seul le mâle couve et la période d'incubation est de 47 à 61 jours (en moyenne 50 jours). La femelle reste avec le mâle jusqu'à la ponte puis s'en va retrouver un autre reproducteur. Les petits restent avec le mâle jusqu'à l'âge de 9 mois environ. [19]

1.1.5.1.5. Statut et conservation

Il est vulnérable. Il y a eu un rapide déclin en Australie depuis 1970 avec des extinctions locales en Nouvelle Guinée. Il resterait entre 6 000 et 15 000 individus dans le monde. Assez dispersé en Nouvelle Guinée, on ne le trouve plus à certains endroits où on le voyait souvent. En Australie il y a trois populations isolées au Nord-est de Queensland. Cette diminution de la population est due à la destruction de son habitat et à la chasse mais aussi à la construction de routes. [19]

1.1.5.2. Le casoar unicaronculé

1.1.5.2.1. Description

1.1.5.2.1.1. L'adulte

Il mesure entre 1,20 et 1,50 m et pèse une quarantaine de kilos pour le mâle contre une soixantaine pour la femelle. [19] Le plumage est noir et grossier, parfois avec de longues plumes traînant presque par terre. Le casque est noir, avec plusieurs formes : plus aplati derrière, beaucoup plus haut, ou parfois plus bas. Il possède des ailes rudimentaires se terminant parfois par une petite griffe. Il ne présente qu'une seule caroncule, petite, et de couleur jaune la plupart du temps, se situant à la base de la partie supérieure du cou. Sur la partie dorsale de la tête, il peut y avoir une marque marron-rouge. La caroncule au niveau de la face est souvent longue, large et fine mais peut être enflée à la base, de couleur bleu foncé lumineux. Les joues et la gorge sont bleues, en dessous de celle-ci, on a une peau ridée jaune safran se terminant dans la caroncule. La peau jaune continue autour du cou et jusqu'à sa base et descend un peu plus bas de chaque côté du cou. Le bec est large et noir. Les yeux sont marron foncé. Les jambes gris-marron à vert olive. [8]

Il semblerait qu'il y ait une mue mais elle ne se ferait pas d'un coup, plus quelques plumes à chaque fois. De plus les nouvelles plumes pousseraient les anciennes, ce qui les ferait tomber. [8]

La femelle est plus grosse que le mâle avec des couleurs plus intenses et un casque plus long. [8]



Figure 49. Casoar unicaronculé adulte [18]

1.1.5.2.1.2. Le jeune

Le casque est marron, le plumage jaune-marron, le cou et les parties inférieures du cou qui sont nues sont jaune pâle. La tête, le menton et l'occiput bleu-vert. Les jambes jaunes. [8]

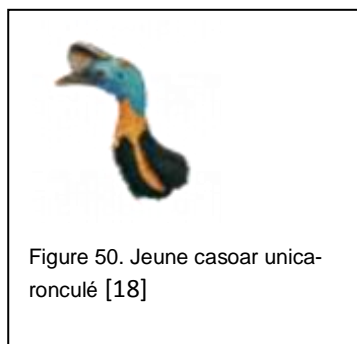


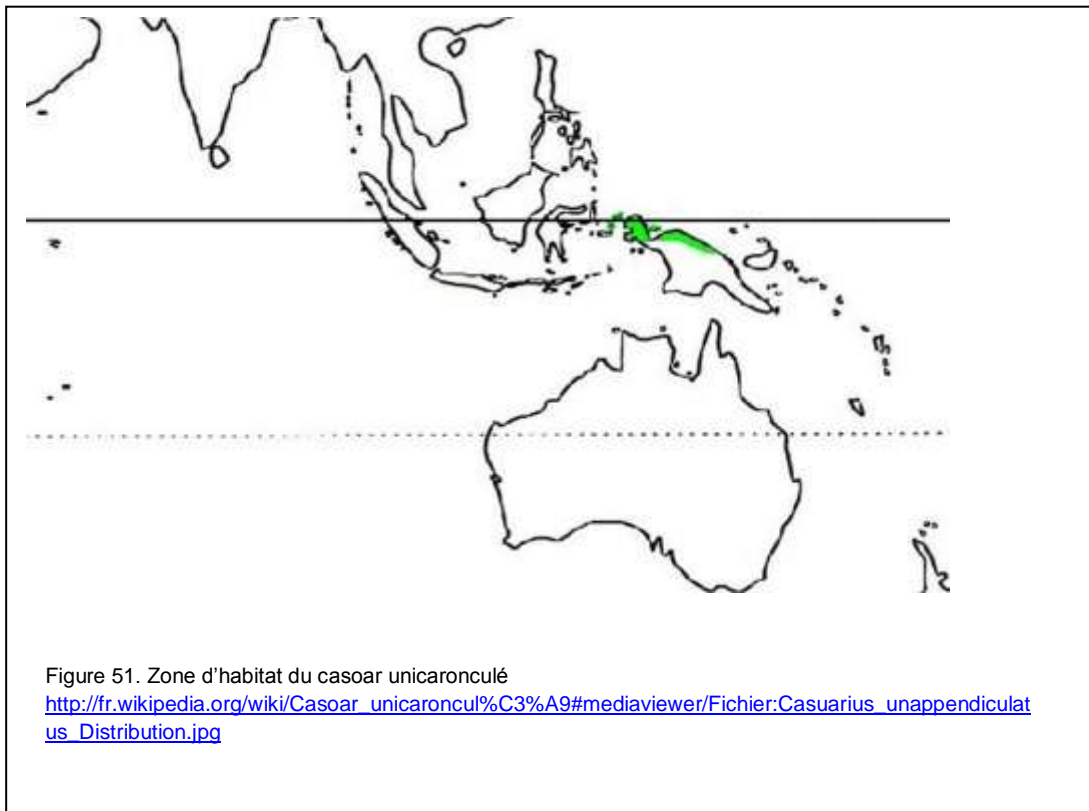
Figure 50. Jeune casoar unicaronculé [18]

1.1.5.2.1.3. Les sous espèces

Une douzaine de sous-espèces sont décrites, voire plus mais les détails concernant la localisation sont obscurs ou absents. Même si les différences entre ces espèces sont significatives, les différences entre les classes d'âge ne sont pas connues et peu de musées ont des spécimens disponibles pour les étudier. De plus les nombreuses introductions d'espèces faites par la population locale de Nouvelle Guinée rendent l'identification des différentes sous-espèces quasiment impossible, c'est pourquoi ce groupe va être traité comme étant un groupe monotypique. [19]

1.1.5.2.2. Géolocalisation

Il vivrait dans le Nord de la Nouvelle Guinée et dans les îles Yapen, Salawati. Il habiterait des forêts tropicales et marécageuses jusqu'à 700 m d'altitude mais souvent à plus basse altitude. Le fait qu'il soit observé parfois dans les champs réside dans le fait que la destruction croissante des forêts l'oblige à traverser ces espaces libres. [8]



1.1.5.2.3. Nourriture

On possède peu d'informations. Il semblerait qu'il se nourrisse principalement de fruits tombés, de champignons, d'invertébrés et de petits vertébrés ainsi que de fourrages. Son alimentation serait similaire à celle de ses congénères. [19]

1.1.5.2.4. Comportement social

1.1.5.2.4.1. Comportement

On ne dispose pas de beaucoup de données. Il semblerait que les données des autres espèces de casoars puissent être transposées à celle-ci. [8]

1.1.5.2.4.2. Reproduction

La période de reproduction s'étend de juin à octobre. Les femelles sont polyandres et pondent entre 3 et 5 œufs. L'incubation des œufs dure en moyenne 50 jours et le soin des poussins se fait exclusivement par les mâles. Les poussins deviennent indépendants au bout de 9 mois. [19]

1.1.5.2.5. Statut et conservation

Il est vulnérable. De manière générale, il est assez rare mais il est relativement commun d'un point de vue local. Sa population est en déclin. On ne connaît pas trop sa répartition géographique en Nouvelle Guinée. La population restante est estimée à 3 500 à 15 000 individus. Son déclin serait dû à la chasse mais surtout à la destruction de son habitat par l'expansion humaine. [8]

1.1.5.3. Le casoar de Bennett

1.1.5.3.1. Description

1.1.5.3.1.1. L'adulte

C'est le plus petit, il mesure de 1 m à 1,10 m et pèse de 15 à 25 kg. Le plumage du haut du cou s'étend plus loin que chez les autres espèces, la peau nue est jaune au début puis devient verte et prend sa couleur définitive une fois l'oiseau adulte. Elle peut être bleue, violette, rose, noisette, orange ou de différentes nuances de gris en fonction de sa localisation géographique. Il se distingue des autres casoars par l'absence de caroncules. Parfois il y a juste une tache rouge à la base du cou, qui peut être à l'arrière de celui-ci et s'étendre plus bas dans le plumage. Le cou et le poitrail sont noirs. Le casque est triangulaire, plus petit que chez les autres espèces, aplati sur l'arrière et de couleur grise avec une touffe de plumes noires juste derrière. Les ailes sont rudimentaires. Le bec est étroit et courbé avec une cire noire. Les pattes et les doigts sont gris cendre avec une griffe sur le doigt médial qui fait trois fois la taille des griffes des autres doigts. Les yeux sont noisettes. [8]

La femelle est similaire au mâle mais plus large, de couleur plus brillante et le casque plus haut. [8]

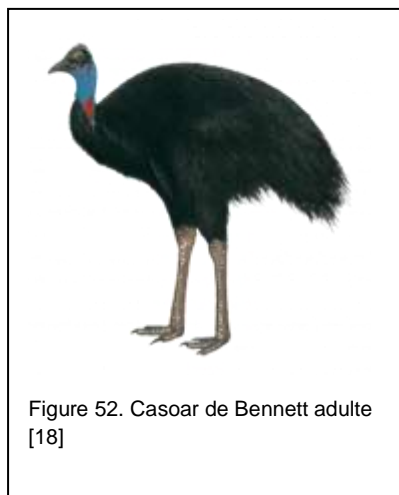


Figure 52. Casoar de Bennett adulte
[18]

1.1.5.3.1.2. Le jeune

D'un plumage marron uniforme avec les joues jaune clair. Les parties nues sont ternes et le casque est rudimentaire. Les pattes et les pieds sont plus pâles que chez l'adulte. [8]

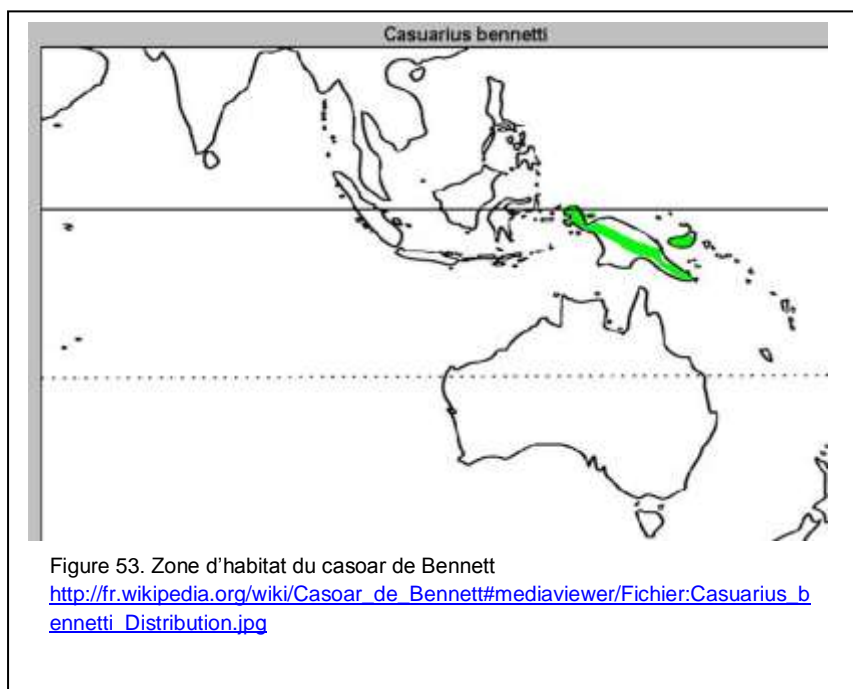
Les poussins sont duveteux, la tête et le cou sont roux mélangé avec des taches noires. Le menton et la gorge sont jaunâtres, le dessus du cou et les côtés du cou sont roux-chamoisé mélangé avec du noir. Le reste du corps est chamois crème. Cinq bandes noires longitudinales panachées avec du roux le long du dos et deux bandes noires descendent le long des flancs et des cuisses. En grandissant la couleur générale est rousse, mélangée avec du noir sur le dos et le croupion, devenant complètement noire chez les adultes.[8]

1.1.5.3.1.3. Les sous espèces

Il y a huit sous-espèces reconnues, surtout basées sur les colorations des différentes parties du corps sans plumes mais les détails concernant la localisation sont obscurs ou absents. [8] Même si les différences entre ces espèces sont significatives, les différences entre les classes d'âge ne sont pas connues et peu de musées ont des spécimens disponibles pour les étudier. De plus les nombreuses introductions d'espèces faites par la population locale de Nouvelle-Guinée rendent l'identification des différentes sous-espèces quasiment impossible, c'est pourquoi ce groupe va être traité comme étant un groupe monotypique. [19]

1.1.5.3.2. Géolocalisation

Il vit en Nouvelle Guinée, en Nouvelle Bretagne et sur les îles Yapen. En Nouvelle Guinée, son habitat se situe au Nord et le long de la principale chaîne de montagne allant jusqu'à 3 300 m d'altitude, évitant les terres de basses altitudes exceptées celles au Sud-est et au Nord-est où les autres espèces sont absentes. Il a sûrement été introduit en Nouvelle Bretagne mais a dû rejoindre par lui-même les îles Yapen. Il vit dans les forêts et secondairement dans les espaces de collines ou de montagnes où les autres espèces sont absentes. Bien que très chassé, il reste assez répandu et ne semble pas être menacé. [8]



1.1.5.3.3. Nourriture

Il mange des fruits tombés, des insectes et d'autres petits animaux ainsi que des petites pierres qui se logent dans le gésier. [8]

1.1.5.3.4. Comportement social

1.1.5.3.4.1. Comportement

Il est sédentaire et vit souvent seul ou en petit groupe familial. Il nage très bien. [19]

1.1.5.3.4.2. Reproduction

La période de reproduction a lieu de février à avril. Les femelles pondent entre 3 et 5 œufs et la période d'incubation est de 49 à 52 jours et les soins sont assurés par les mâles. [19]

1.1.5.3.5. Statut et conservation

Il n'est pas spécialement menacé. Généralement il est peu fréquent : assez fréquent dans le Nord-est de la Nouvelle Guinée mais rare ou absent dans beaucoup d'endroits en raison de la chasse. Sa population décline moins rapidement que les autres casoars car ils vivent plus en altitude mais les menaces principales sont la chasse, la perte de son habitat et la prédation par les chiens de garde des fermes ou errants et par les cochons sauvages qui mangent les œufs et les petits et entrent en concurrence pour la nourriture. [19]

2. Anatomie comparée des Ratites

2.1. L'appareil locomoteur

Chez les Ratites les muscles sont hauts sur la jambe, près du corps, cela diminue le mouvement d'inertie de la jambe mais aussi la force que doit fournir le muscle pour mettre en rotation la jambe. [8]

Pour que l'oiseau soit stable, son centre de gravité doit se trouver entre ses deux jambes, sinon il tomberait en avant ou en arrière quand il se tient debout. Les parties du corps en arrière doivent compenser celles en avant (la tête, le cou et la poitrine). Les Ratites ne peuvent pas bénéficier des grandes ailes pour compenser le poids des organes intestinaux, ce qui pourrait expliquer le fait qu'ils aient un grand cou. [8]

En ce qui concerne les muscles du membre postérieur chez le nandou, ils ressemblent beaucoup à ceux des autres Ratites à quelques différences:

- Le muscle fléchisseur médial de la jambe a deux tendons d'insertion contre un seul chez les autres Ratites.
- Le muscle gastrocnémien présente quatre parties chez l'émeu et le casoar, et il semblerait en avoir trois chez le kiwi tandis qu'il présente une partie accessoire et tendineuse chez l'autruche, qui pourrait être en rapport avec le muscle plantaire. Le gastrocnémien du nandou posséderait trois parties également.
- Chez le nandou comme chez les autres oiseaux ayant une locomotion de grande vitesse, les muscles qui interviennent dans l'extension de la hanche (*m.iliotibialislatéralis*, *m.flexorcurislateralis* *p.pelvica*, *m.caudofemoralis*, *m.iliofibularis*) et les extenseurs de la cheville (*m.gastrocnemius*) sont relativement de gros muscles ce qui indique l'importance de ces muscles pour générer une locomotion importante.
- Cependant certains autres muscles fléchisseurs de la hanche (*Mm. iliotrochantericus*, *m. iliofemoralisexternus*, *m. iliotibialisrânialis*) et de la cheville (*M. tibialisrânialis*) sont quant à eux plus petits. Une exception à cela : le muscle iliofibularis qui fléchit l'articulation du genou mais qui participe aussi à l'extension de la hanche. [23]

2.1.1. Les os

La ceinture pelvienne est caractérisée par l'ilium qui forme un bouclier osseux inversé au-dessus du départ des vertèbres fusionnées (symsacrum). Chez l'autruche l'ischium et les os du pubis sont projetés caudalement et sont fusionnés et tournent ventralement et caudalement pour former la symphyse pubienne. Chez les autres Ratites, l'ischium et les os du pubis sont séparés et il n'y a pas de symphyse pubienne. [14] Le pelvis des Ratites est caractérisé par un ilium et un ischium non soudés et l'ilium dépasse de l'acétabulum. [8]



Figure 54. Ceinture pelvienne d'une autruche adulte. A = fémur, B = synsacrum, C = ischium, D = os pubien, E = symphyse pubienne. [14]

La patelle est absente chez les Ratites. A la place, chez l'autruche, il y a un petit os sur le tendon de l'insertion du muscle quadriceps fémoral sur la crête du tibio-tarse. Cette crête agit comme un levier pour des mouvements de la jambe rapide et vers l'avant lors de la course et de la nage. L'articulation tibiotarse-tarsometatarse peut être confondue avec le jarret. Chez l'autruche et l'émeu, un des os du tarse reste non fusionné aux os contigus et sa localisation donne l'impression d'avoir une patelle. Cet os non soudé est absent chez les autres Ratites. [14]

De par la perte du vol, les Ratites ont perdu aussi les os pneumatisés, à l'exception du fémur chez l'autruche et l'émeu. Les os des Ratites sont plus denses et plus lourds que ceux des autres oiseaux. [10]

Les Ratites sont les seuls oiseaux à ne pas avoir de vertèbres soudées jusqu'au pygostyle. Ils possèdent entre 39 et 63 vertèbres au total.

Le kiwi a des tibiotarses avec un pont osseux protégeant les tendons extenseurs des doigts, chose non présente chez les autres Ratites. [17]

Le sternum unique donne au groupe des Ratites son nom. Le sternum est concave dorsalement et convexe ventralement. Il n'y a pas de bréchet et la surface ventrale est dépourvue de muscles. La ceinture thoracique est modifiée car il n'y a pas besoin de supporter le vol. Chez l'autruche, la scapula, l'os coracoïde et la clavicule sont fusionnés chez l'adulte et sont attachés sur la partie crâniale du sternum. Le kiwi n'a pas de clavicule. Chez les autres Ratites, les omoplates, peu développées, sont soudées en avant avec les coracoïdes. Chez l'émeu et le casoar, les clavicules sont rudimentaires. [17]



Figure 55. Sternum des Ratites. A = nandou, B = émeu, C = kiwi, D = autruche, E = casoar. [14]

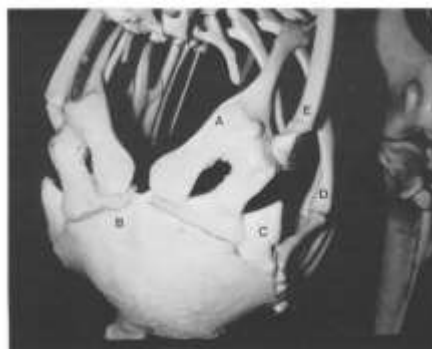


Figure 56. Thorax et sternum d'une autruche adulte. A = scapula et coracoïde fusionnées, B = sternum, C = extension cartilagineuse du sternum, D = côtes, E = humérus. [14]

| Os | Autruche ^a | Nandou ^b | Emeu | Casoar | Kiwi |
|-----------------|-----------------------|---------------------|----------------|----------------|--------------|
| Humérus | 2,5 x 39 | 1,5 x 30 | NA | 2 x 2,5 x 22 | NA |
| Radius | 0,8 x 13 | 0,4 x 21 | NA | NA | NA |
| Ulna | 1,5 x 13 | 0,8 x 21 | NA | NA | NA |
| Métacarpe | 9 | 6 | NA | NA | NA |
| Sternum | 25 x 28 | NA | 7-12 x 13 | 14,5 x 18 | 3 x 5 |
| Fémur | 4,5 x 6,5 x 34 | 2,5 x 20 | 3 x 3,5 x 22 | 3,5 x 3,5 x 23 | 1 x 1 x 10 |
| Tibio-tarse | 3 x 4 x 55 | 2 x 34 | 3 x 3 x 38 | 2,5 x 3,5 x 39 | 0,8 x 1 x 14 |
| Fibula | Soudée au tibia | | 27 | 31 | 10 |
| Tarso-métatarse | 3 x 3 x 47 | 2,5 x 32 | 2,5 x 2,5 x 38 | 2,5 x 3 x 28,5 | NA |
| Phalanges | | | | | |
| P-1 | 11 | 4 | NA | NA | NA |
| P-2 | 7 | 2,5 | NA | NA | NA |
| P-3 | 3 | 1,5 | NA | NA | NA |
| P-4 | 1 | 1 | NA | NA | NA |

Tableau 2. Comparaison de la taille des os (en cm) des Ratites adultes. [14]

^afemelle de 122 kg

^bmâle de 25kg

NA = non disponible

2.1.2. Les muscles

La paroi de la ligne médiale ventrale de l'abdomen est constituée de l'aponévrose des muscles abdominaux. Il n'y a pas de tissu musculaires sur 19 cm de chaque côté de la ligne blanche chez l'autruche. Chez le nandou et l'émeu, les muscles abdomi-

naux droits forment une fine couche de chaque côté de la ligne blanche sur environ 13 cm caudalement au sternum. Sinon les fibres musculaires se trouvent seulement dorsalement et latéralement et l'abdomen ventral est supporté par une tunique. [14]

Une incision le long de la ligne blanche pénètre la peau, la graisse sous-cutanée (il y en a très peu) et une dense tunique abdominale fibreuse. Plus profondément se trouve une couche de graisse rétro-péritonéale qui peut faire entre 2 et 8 cm. Les tendons des muscles massifs de la jambe ne s'ossifient pas comme ils le font chez la dinde. [14]

2.1.3. Les doigts

Le kiwi a 4 doigts dont un pouce très court et surélevé alors que les autres Ratites n'en ont pas. Les autres doigts sont pourvus d'ongles solides et pointus. L'autruche a deux doigts, le médial étant plus long et plus épais et possédant une griffe alors que le latéral n'a pas d'ongle. Le nandou, l'émeu et le casoar en ont 3. L'émeu a des ongles obtus, assez robustes et égaux alors que le doigt médial du casoar est pourvu d'un ongle beaucoup plus long que les autres (pouvant aller jusqu'à 10 cm de long) très robuste et presque droit et dont il peut se servir en tant qu'arme. [15, 17]. Chaque doigt a 4 phalanges ce qui diffère d'avec les autres oiseaux. [14]

2.2. Les téguments

2.2.1. Le système tégumentaire

Les cuisses des autruches sont dépourvues de plumes mais chez les autres espèces de Ratites, on en trouve jusqu'au tarsométatarse. Tous les Ratites sont dépourvus de glandes sébacées. Ils présentent des callosités qui sont des épaissements dermiques aux zones de frottement ou de pression. On a des callosités sternales chez les autruches, les nandous et les émeus, mais seule l'autruche en a sur les zones de projection ventrales et dorsales des os du pubis. [14]

Chez l'autruche, la peau des tarsométatarses, sur la face dorso-plantaire, et sur la face dorsale des doigts est composée d'écailles kératinisées non imbriquées. Des plus petites écailles couvrent le reste de peau présente dans ces zones. On trouve une autre modification de la peau sur la face plantaire des doigts. Chez l'autruche, le coussinet est épais et la surface de l'épiderme est constituée de tiges verticales de tissus kératinisés très serrées entre elles. Chez les autres Ratites, les coussinets plantaires sont de simples callosités. Ces coussinets font environ 1 cm d'épaisseur pour une surface de 6 x 18 cm sur le doigt principal et de 5 x 11 cm sur le doigt latéral (le plus petit). Un autre coussinet est formé de corps gras épais entourés par une capsule fibreuse. [14]

La peau des Ratites est plus épaisse que celle des autres oiseaux et surtout que celle du kiwi chez qui l'hypoderme proéminent permet le stockage de graisse : par exemple le kiwi austral, pendant la période de reproduction, peut stocker jusqu'à 50% de son poids corporel en graisse sous-cutanée et intra-coelomique. [10]

2.2.2. Les ailes

Les ailes de l'émeu sont des vestiges d'ailes accrochées dans la région antérieure du corps, sans plumes primaires et n'ayant qu'un seul doigt qui se termine par une petite griffe : l'extrémité de l'alula est kératinisée pour former un crochet (on le retrouve également chez l'autruche) [4, 15, 17]

Les ailes de l'autruche ont trois doigts avec des griffes sur les deux doigts antérieurs. [4]

Le nandou a deux doigts avec une griffe sur le premier. Les grandes ailes des autruches et des nandous leur servent pendant les courses pour garder leur équilibre et dans leur parade de séduction. [4]

Chez le kiwi, les ailes ont un squelette normalement constitué mais sont extrêmement réduites à deux moignons peu perceptibles, dissimulés parmi le reste du plumage. [17]

Chez le casoar les ailes sont des vestiges qui se terminent par une griffe et dont les rémiges sont réduites à 5-6 plumes nues qui [15] sont en fait de solides tiges de kératines épaisses [4] qui se courbent sous le corps de l'oiseau. [15] Les plumes modifiées du casoar l'aident à manœuvrer à travers la végétation dense et lui servent aussi d'arme. [4]

De par les ailes de tailles réduites, les muscles pectoraux et supracoracides ainsi que les autres muscles des ailes sont très réduits chez les Ratites comparativement aux autres oiseaux. [5]

2.2.3. Les plumes

Chez toutes les espèces du groupe sauf le nandou, les barbes des plumes n'ont pas de barbules assez efficaces pour tenir les barbes ensemble sur une aile rigide. Ainsi le plumage semble lâche, terne [17] et est moins imperméable. [10] Les plumes ne sont pas distribuées de manière uniforme sur la surface du corps mais sont limitées aux ptérylies. [14]

Chez le nandou, les rémiges sont bien développées mais ne sont ni ornamentales, ni fonctionnelles en vue du vol, l'oiseau s'en servant seulement pour faciliter sa course. [17]

Pour le casoar et l'émeu, les ailes sont réduites à de courts moignons sur lesquels s'insèrent quelques hampes cornées, dépourvues de barbes qui sont les seuls vestiges des pennes. Par leur structure très différente du plumage, chaque plume possède un hyporachis aussi développé que la plume elle-même, contrairement aux autruches et aux nandous. [17] L'émeu a des plumes à double gaine et sans barbules et qui pendent de chaque côté du corps de l'animal et les plumes du casoar sont à double gaine. [15]

Comme chez les nandous, les rectrices sont tout à fait indistinctes. Chez le kiwi il n'y a pas de rectrices et les plumes n'ont pas d'hyporachis développé. [17]

Le kiwi a des plumes d'apparence ébouriffée, elles sont lisses à la base avec l'extrémité imperméable et ressemblent à des poils. Elles ont des barbes non accrochées les unes aux autres. [15]

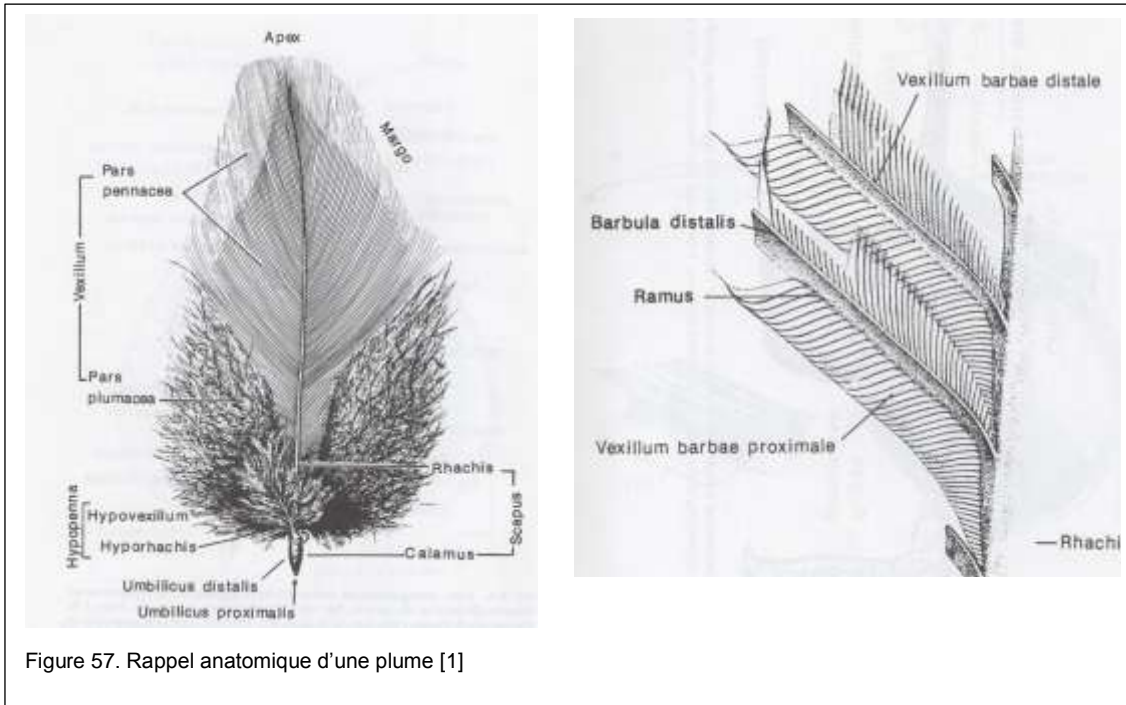


Figure 57. Rappel anatomique d'une plume [1]

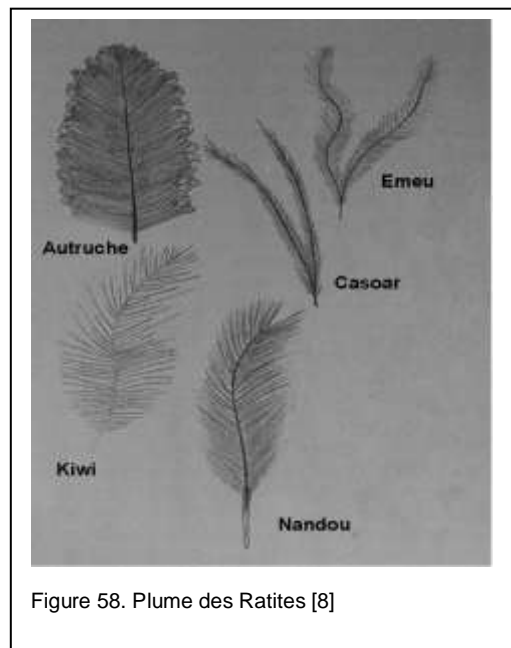


Figure 58. Plume des Ratites [8]

2.3. L'appareil respiratoire

Le larynx des Ratites est bien développé. Ils n'ont pas de cordes vocales et pas de cartilage épiglottal mais les cartilages aryténoïdes, cricoïdes et thyroïdes peuvent être identifiés. La trachée a des anneaux cartilagineux complets et flexibles qui sont aplatis dorso-ventralement pour produire soit un anneau comprimé, soit une ellipse chez l'autruche, ou un ovale légèrement aplati chez le nandou. [14] La syrinx des Ratites est peu développée en comparaison avec les autres oiseaux, ce qui reflète leur absence de vocalisation. [10] Les anneaux cartilagineux de la trachée continuent sur les bronches mais sont incomplets médialement. Une membrane tympanique

similaire à celle vue sur le paon est présente. Chez l'émeu, les anneaux cartilagineux sont eux aussi complets mais sont interrompus par une fente de 6 à 8 cm de long sur la surface ventrale de la trachée, [14] crâniale à la bifurcation bronchique (10-15 cm en avant). Chez le jeune, une fine membrane couvre la fente et quand l'oiseau grandit, cette membrane devient un sac extensible de 30 cm de diamètre une fois distendu. [4] Quand l'air est envoyé dans ce sac, la peau du cou s'étend et un son retentissant est produit, principalement chez la femelle. Chez le mâle c'est plus un grondement. [14]

Les Ratites ont un sternum qui reste fixe pendant la respiration. Il est fixé pour permettre à celui-ci de supporter le poids des animaux au repos. La respiration repose sur les mouvements latéraux des côtes. [10]

Les poumons sont enfoncés autour des structures osseuses du thorax dorsal. L'anatomie générale des sacs aériens des Ratites est similaire à celle des autres oiseaux mais leur capacité est bien plus réduite. [10] Le kiwi et l'émeu ont le même nombre de lobes pulmonaires (qui est de 4), le nandou et l'autruche ont 5 lobes à chaque poumon tandis que le casoar en a huit. [22]

La fréquence respiratoire chez une autruche adulte à température ambiante est de 6 à 12 mouvements par minute (mpm), mais celle-ci peut monter jusqu'à 40-60 mpm en cas de stress thermique. L'autruche peut maintenir sa température corporelle à 38-40°C même si la température ambiante est de 50°C. [14]. La température corporelle est régulée principalement par évaporation par les voies respiratoires hautes alors que le reste se fait par évaporation cutanée. [8] Les autruches ne rentrent pas en alcalose lorsqu'elles sont haletantes car l'air est shunté par les bronches primaires et les sacs aériens et ne passe pas par les poumons. [14]

Chez l'autruche, la respiration incorpore le système des sacs aériens en entier. La trachée se divise en deux bronches primaires, une pour chaque poumon. Ces bronches primaires traversent tout le poumon pour aller se connecter aux sacs aériens les plus postérieurs, *i.e.* abdominaux et post-thoraciques. La connexion entre la trachée et les autres sacs aériens (les antérieurs, inter-claviculaires, claviculaire latéral, et les thoraciques crâniens et caudaux (= pré-thoracique)) se fait par les bronches secondaires. L'air inspiré arrive en premier dans les sacs aériens postérieurs, court-circuitant les poumons et les sacs aériens antérieurs. Pendant l'expiration, la majorité de l'air provenant des sacs aériens postérieurs entre dans les poumons et les sacs aériens antérieurs reçoivent de l'air qui a traversé les poumons. La moitié de l'air est recyclé en 2 à 4 mouvements respiratoires. La respiration chez l'émeu suit à peu près le même schéma. L'émeu et les autres espèces du groupe possèdent une parabronche simple entre la bronche ventrale et la bronche dorsale (et non un réseau de parabronches entre la bronche primaire et les sacs aériens postérieurs). La parabronche traverse les poumons jusqu'aux sacs aériens postérieurs. Les émeus et les casoars ont un mécanisme de thermorégulation différent de celui de l'autruche : à haute température, 30% de l'évaporation de l'eau se fait par la peau du cou et par celle des jambes, où les vaisseaux sanguins sont proches de la peau, cependant le système respiratoire compte pour 70%. Chez le nandou l'évaporation de la chaleur par la peau n'augmente pas avec l'effort ou la température. Lorsqu'il court à petite vitesse, les pertes de chaleur se font par la respiration. Lors de plus grand effort, la chaleur n'est pas évacuée mais stockée jusqu'à la fin de l'effort par un mécanisme qui permet au corps d'augmenter sa température jusqu'à plus de 45°C.

Le pourcentage de chaleur stockée augmente aussi avec la température ambiante. [8]

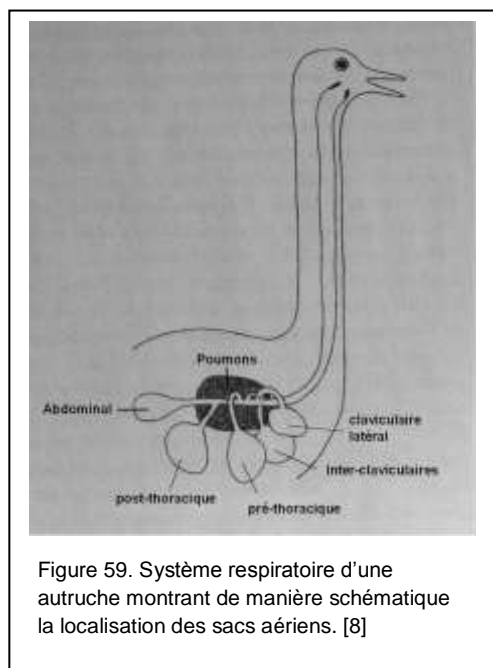


Figure 59. Système respiratoire d'une autruche montrant de manière schématique la localisation des sacs aériens. [8]

2.4. L'appareil digestif

2.4.1. Du bec à l'estomac

2.4.1.1. La langue

La topographie de la langue est la même pour tous les Ratites, elle est composée d'une racine et d'un corps et de manière générale la langue est petite par rapport à la taille du bec si on compare aux autres oiseaux. Cela s'explique par le fait que les Ratites avalent rapidement de gros morceaux de nourriture. En effet la taille de la langue chez les oiseaux est en relation avec la manière dont ils se nourrissent. Deux raisons peuvent expliquer la réduction de la taille de la langue : le fait qu'ils avalent leur nourriture en entier ce qui rend la langue peu utile, mais aussi par leur technique de nourrissage : les Ratites referment rapidement leur bec après préhension de la nourriture et une langue plus longue risquerait d'être blessée lors de cette fermeture rapide. [6]

Malgré une structure similaire, les langues des Ratites diffèrent par leur forme, leur pigmentation, leur taille par rapport au bec, des caractéristiques propres à chaque individu (comme la poche linguale chez l'autruche) et la forme et la composition du paraglosse, différences résumées dans le tableau 3.

Les papilles linguales dorsales, latérales et caudales sont un caractère commun sur la langue des oiseaux mais il semblerait que ce ne soit pas le cas chez les Ratites chez qui elles seraient sous-développées. La fonction de ces papilles serait d'assister le transport de nourriture. [6]

Chez les Ratites le paraglosse est cartilagineux et ne s'ossifie pas en vieillissant. Chez l'émeu, le nandou et le casoar, il est en forme de pointe de flèche, bien qu'il

existe des différences entre individus notamment au niveau de la forme de sa base. Chez le kiwi, c'est une structure qui est bien plus fine que chez les autres Ratites et dont la base est allongée et fendue. Celui de l'autruche est divisé en deux paraglosses fins qui encadrent la projection rostrale du basihyoïde et qui est localisé ventro-latéralement à lui. La rigidité apportée par le paraglosse chez les paléognathes est nécessaire pour pousser la nourriture dans l'œsophage pendant la phase de déglutition. [6]

| Espèce | Sous-espèce | Forme du corps de la langue | Forme de la racine de la langue | Pigmentation | Corps de la langue |
|---|---|---|-------------------------------------|---------------------------------|---|
| Emeu (<i>Dromaius novaehollandiae</i>) | | Triangulaire | Triangulaire | Corps: oui Racine : variable | Dentelée avec des papilles latérales et caudales |
| Autruche (<i>Struthiocamelus</i>) | | Triangulaire ou en forme \cap court et/ou émoussée. 'poche linguale' caudale | Aplatie | Corps: non Racine : non | Lisse avec deux projections caudolatérales |
| Nandou | Nandou d'Amérique (<i>Rhea americana</i>) | Triangulaire avec l'apex arrondi | Aplatie | Corps: oui Racine : non | Lisse avec deux projections caudales et des papilles caudolatérales bilatérales |
| | Nandou de Darwin (<i>Pterocnemiapennata</i>) | En forme de V avec l'apex pointu | Pas de donnée | Pas de donnée | Lisse |
| Casoar (<i>Casuarius casuarius</i>) | | Triangulaire, plus longue que large, apex arrondi rostralement sans papille, pas de papilles caudales | Aplatie | Corps: non Racine : non | Similaire à l'émeu mais avec un pattern différent |
| Kiwi | Mantelli (<i>Apteryx australismantelli</i>) | Extrémité obtuse, rétuse or tronquée | Racine présente mais pas importante | Non | Lisse |
| | haasti (<i>Apteryx haasti</i>) | Rectangle, apex tronquée ou rétuse | | Non | Emoussée |
| | d'owen (<i>Apteryx oweni</i>) | Similaire à A.haasti mais avec des restrictions plus larges | | Non | Pliée |

Tableau 3. Tableau comparatif de la langue chez les Ratites [6]

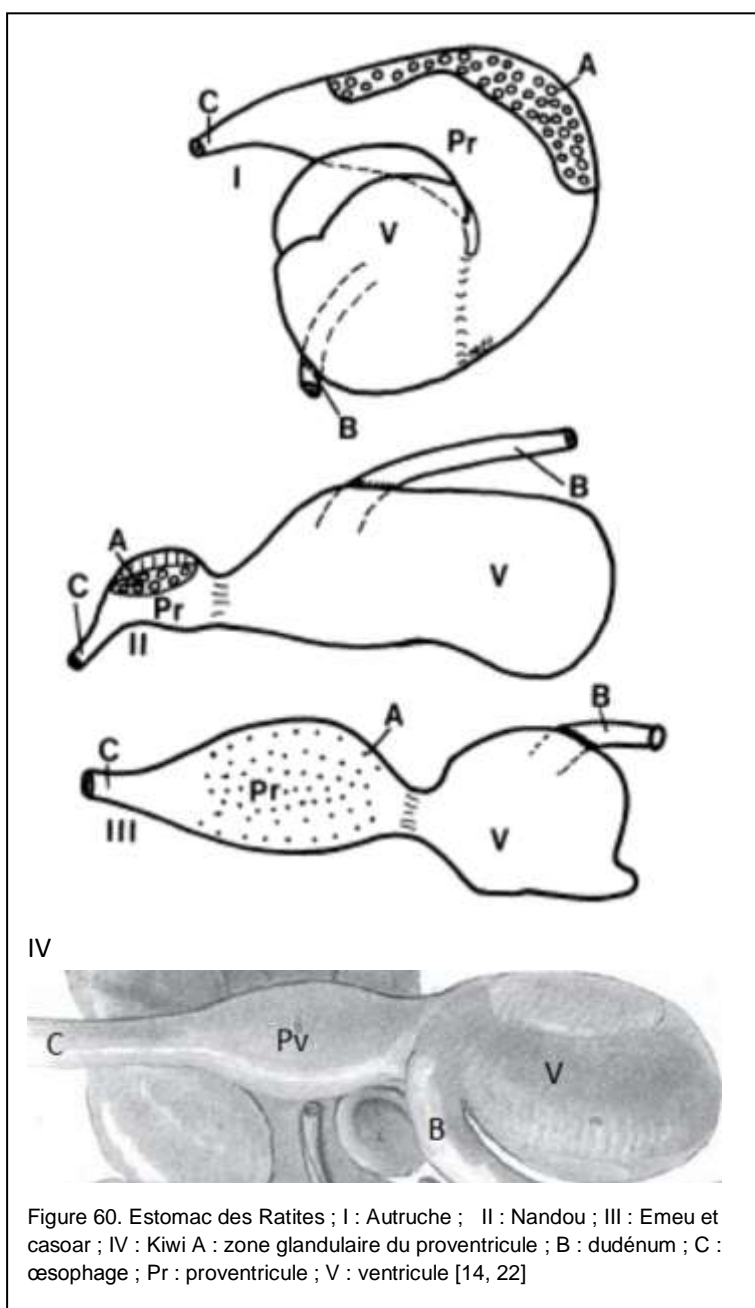
La langue aurait également un rôle sensoriel pour le goût et le toucher, ainsi qu'une fonction immunitaire, ce qui n'est pas le cas chez l'autruche et le nandou. [7]

2.4.1.2. L'œsophage

Il se trouve généralement sur le côté droit du cou, mais toutes les structures cervicales sont mobiles. [14] L'œsophage a un diamètre très extensible grâce aux plis longitudinaux de sa paroi qui permettent sa dilatation lors du passage du bol alimentaire [10] (qui peut rester dans l'œsophage jusqu'à 30 minutes) et sa surface a un aspect kératinisé. [14] Par ailleurs, la paroi est pourvue de nombreuses glandes sécrétrices de mucus permettant une lubrification adéquate des éléments ingérés. [13] Le jabot est absent chez tous les Ratites. La jonction entre l'œsophage et le proventricule se fait plus caudalement [14] et il n'y a pas de sphincter entre les deux. [10]

2.4.1.3. L'estomac

L'estomac est formé de deux parties bien distinctes : le proventricule qui est l'estomac glandulaire et le ventricule musculueux qu'est le gésier.



2.4.1.3.1. Le proventricule

A la différence de chez les autres oiseaux, chez qui toute la surface du proventricule sécrète des enzymes digestives, chez les Ratites, celle-ci ne se fait qu'à un seul endroit, au niveau de la grande courbure. Chez l'autruche, le proventricule est large, dilaté et a une fine paroi musculeuse. [14] La zone sécrétrice se trouve à côté de la jonction avec l'œsophage et s'étend ventro-caudalement. [4] L'extrémité distale du proventricule passe dorsalement au gésier et se déverse dans celui-ci en partie caudale. Chez le nandou, celui-ci est une petite structure dilatée, crâniale au gésier [14] et qui est adjacent à l'axe principal du tractus gastro-intestinal. [4] La zone sécrétrice est limitée à une petite zone en partie dorsale. [14] Chez l'émeu et le casoar, le proventricule est large et fusiforme et entoure la lumière centrale du tractus digestif. La zone sécrétrice est plus large chez l'émeu que chez le casoar. [4] Le proventricule du kiwi est cylindrique, de forme allongée et étroite et de petite taille. La zone sécrétrice se trouve sur toute la surface de celui-ci. [22]

Le revêtement dur et foncé (revêtement de koïline) que l'on retrouve sur le proventricule et le gésier est dû à une protéine sécrétée par des glandes combinées avec des débris cellulaires. Ce revêtement est par contre absent chez le casoar. La couleur verdâtre ou marron vient des pigments des reflux biliaires du duodénum. [14] Le proventricule est caudal au gésier chez l'autruche mais crânial chez les autres Ratites. [10] Chez le casoar et l'émeu, la séparation entre le proventricule et le gésier est visible grâce à une petite bande circulaire d'épithélium plus blanc et plus fin. [22]

Chez les Ratites, le proventricule exerce deux grands rôles :

- il correspond au premier site de digestion du bol alimentaire, grâce aux enzymes digestives (pepsinogène, pepsine) et a un pH acide qui permet leur activation. Le pH est régulé grâce aux glandes sécrétrices d'acide chlorhydrique et de mucus,
- son second rôle demeure hypothétique : en effet, le proventricule reprendrait le rôle de stockage des aliments, normalement joué par le jabot, grâce à l'importante élasticité de sa paroi [20].

Les différences dans la structure du proventricule sont sûrement liées au régime alimentaire. En effet, chez l'autruche, les parois de celui-ci lui permettent d'avoir un régime alimentaire composé d'aliments secs et volumineux. Chez l'autruche le proventricule, comme le gésier, contient des petites pierres (= gastrolithes) ce qui fait que l'autruche est sûrement le seul ratite chez qui le proventricule a un rôle de sécrétion mais aussi de broyage. Chez les autres espèces, le régime alimentaire est plus humide, ce qui fait que la zone sécrétrice est plus petite et que l'on ne trouve des gastrolithes que dans le gésier. Le passage entre le proventricule et le gésier est plus étroit ce qui évite le passage de matériel large. [4]

2.4.1.3.2. Le gésier

Celui de l'autruche a une paroi épaisse similaire au gésier des oiseaux mangeurs de graines. Il est situé légèrement sur la gauche de la ligne médiane sur le bord caudal du sternum. Chez le nandou, il est plus allongé et également légèrement sur la

gauche par rapport à la ligne médiane mais il est plus caudal au sternum que chez l'autruche. Le gésier est un peu plus large et un peu moins musclé chez l'émeu et le casoar. [14] De plus, le gésier du kiwi de forme ovale, ne ressemble pas à un gésier typique lorsqu'il est contracté mais plus à l'estomac d'un oiseau carnivore. [22]

Il est situé entre les deux lobes hépatiques. Le pyllore s'ouvre dans son quadrant droit supérieur, comme chez tous les Ratites à l'exception de l'autruche [14]

Le rôle du gésier est le traitement mécanique des aliments [20] (même si des glandes sécrétrices de pepsinogène ont également été identifiées dans la paroi) grâce au « grit » (cailloux ingérés) et aux contractions de sa paroi. Par ailleurs, la paroi est recouverte d'un revêtement résistant aux abrasions secondaires au broyage par les cailloux (revêtement de koïline) Ce type de digestion permet d'avoir à la sortie du gésier des éléments alimentaires suffisamment réduits pour être envoyés vers le duodénum [20] .

Chez l'émeu, il n'y a *a priori* aucune fermentation microbienne dans l'estomac [20], contrairement à l'autruche où l'on trouve des acides gras volatiles (AGV) à des concentrations comparables à celles des pré-estomacs des ruminants. [9]

2.4.2. L'intestin et ses annexes

2.4.2.1. L'intestin grêle

La première partie de l'intestin forme une boucle autour du pancréas puis revient dans la région du gésier avant de continuer caudalement. Chez l'autruche il y a une deuxième boucle qui part du bord du pancréas. [4] Chez le nandou, le petit intestin est assez court et droit. Le petit intestin de l'émeu occupe quasiment toute la partie caudale au gésier. [14]. Chez le kiwi on observe une boucle supra-duodénale. [8]

Chez l'émeu le pH de l'intestin est acide autant que le gésier est alcalin. L'émeu peut stocker jusqu'à 11 kg de tissus adipeux surtout au niveau du dos, dans le cou et autour du canal alimentaire. Celui-ci sert de réserve et sera métabolisé par l'oiseau quand ses besoins en énergie dépasseront les apports alimentaires. Cette graisse est utile également lors des déplacements saisonniers des animaux. Un autre avantage de ces réserves pour un oiseau vivant dans un milieu aride est la production d'eau pendant le métabolisme ce qui permet de garder l'équilibre en eau. [8]

2.4.2.1.1. Le duodénum et le jéjunum

Le diverticulum marque la séparation entre le jéjunum et l'iléon. Ce petit nodule, de la grosseur d'un demi-pois, correspond au vestige du vitellus une fois résorbé. [9]

2.4.2.1.2. L'iléon

Il y a digestion de 35 à 45% des NDF (=Neutral Detergent Fibre), surtout l'hémicellulose, principalement par fermentation dans l'iléon. Chez l'autruche et le nandou,

l'iléon est assez facile à localiser avec son attache mésentérique entre la paire de caeca et entre dans le gros intestin à la jonction iléo-colique. [14]

2.4.2.2. Le gros intestin

2.4.2.2.1. Les caeca

Le caecum est pair chez les Ratites. Chez l'autruche, dès l'incision initiale de la ligne médiane de la paroi abdominale ventrale, les caeca allongés sont visibles et partent en diagonale et de manière caudale de la droite vers la gauche. La lumière des caeca des autruches et des nandous a des plis spiralés qui donnent une apparence sacculiforme. [8] Les caeca des émeus et des casoars sont petits, tubulaires avec des plis longitudinaux [4] et sont non fonctionnels. [14]. Le kiwi a une longue paire de caeca et un rectum très court. [10] Comme chez le casoar et l'émeu, le kiwi n'a pas de valvules spirales ou transverses dans les caeca et le colon. [22]

2.4.2.2.2. Le colon

Le colon et le coprodeum de l'émeu montrent une organisation de la muqueuse élaborée avec beaucoup de grands sacs proches les uns des autres encerclant les organes. Ces structures permettent une bonne réabsorption l'eau contenue dans l'urine et provenant des uretères avant excrétion de celle-ci. Il est intéressant de noter que cette réabsorption se fait par le système digestif et non urinaire. [8] Le rectum de l'autruche est volumineux et occupe l'abdomen caudal droit. Un rectum long et large est nécessaire pour la digestion d'une nourriture volumineuse et l'absorption des fluides. Le rectum entre dans le cloaque via un sac rectal qui communique ensuite avec le coprodeum. Celui-ci est séparé du sac rectal par un sac recto-coprodeal. Le coprodeum est un large sac dilaté qui peut être recouvert par une membrane épaisse et foncée similaire à celle que l'on peut trouver sur le gésier et le proventricule. L'urodeum est court mais à l'intérieur de ce compartiment se trouvent les orifices des uretères, l'oviducte de la femelle et le canal déférent du mâle. Un sac uroproctodeal sépare partiellement l'urodeum du proctodeum au travers duquel toutes les excréments passent via le conduit pour être excrétés. [14]

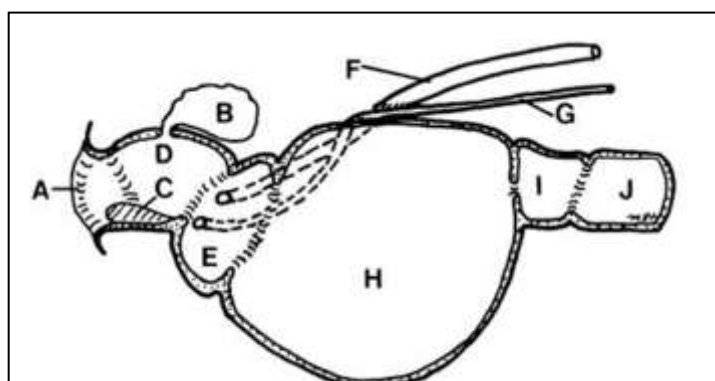


Figure 61. Vue latérale droite d'un cloaque d'une autruche. A = évent, B = bourse de fabricius, C = partie génitale, D = proctodeum, E = urodeum, F = uretère, G = conduit génital, H = coprodeum, I = poche rectale, J = rectum [14]

Chez l'autruche, il y a production d'acides gras volatiles dans les caeca et le colon par fermentation bactérienne des aliments, ce qui représente plus de 70% de l'énergie métabolique pour l'oiseau. L'animal est capable de dégrader à 38% la cellulose ingérée et à 66% l'hémicellulose, chiffres comparables avec ceux des gros mammifères herbivores. [8]

Les longs colons sont souvent caractéristiques des espèces omnivores et herbivores. Le régime alimentaire de l'autruche comprenant des arbustes, des feuilles et de l'herbe nécessite un plus grand colon et caecum pour une digestion complète et une meilleure absorption de l'eau. L'émeu et le casoar dont le régime alimentaire comprend surtout des fruits et des graines n'ont pas besoin d'un long tractus intestinal pour une absorption idéale des nutriments. [4] Le transit alimentaire se fait en 36 à 48 h chez l'autruche, en 6 à 8 h chez l'émeu [15] et en 18 h chez le nandou [27]. Chez le kiwi il se fait en 5 à 20 h [10] et en 75 à 85 minutes lorsqu'il se nourrit d'invertébrés [8]. De par son tractus digestif court, beaucoup de graines se retrouvent non digérées chez le casoar. [15]

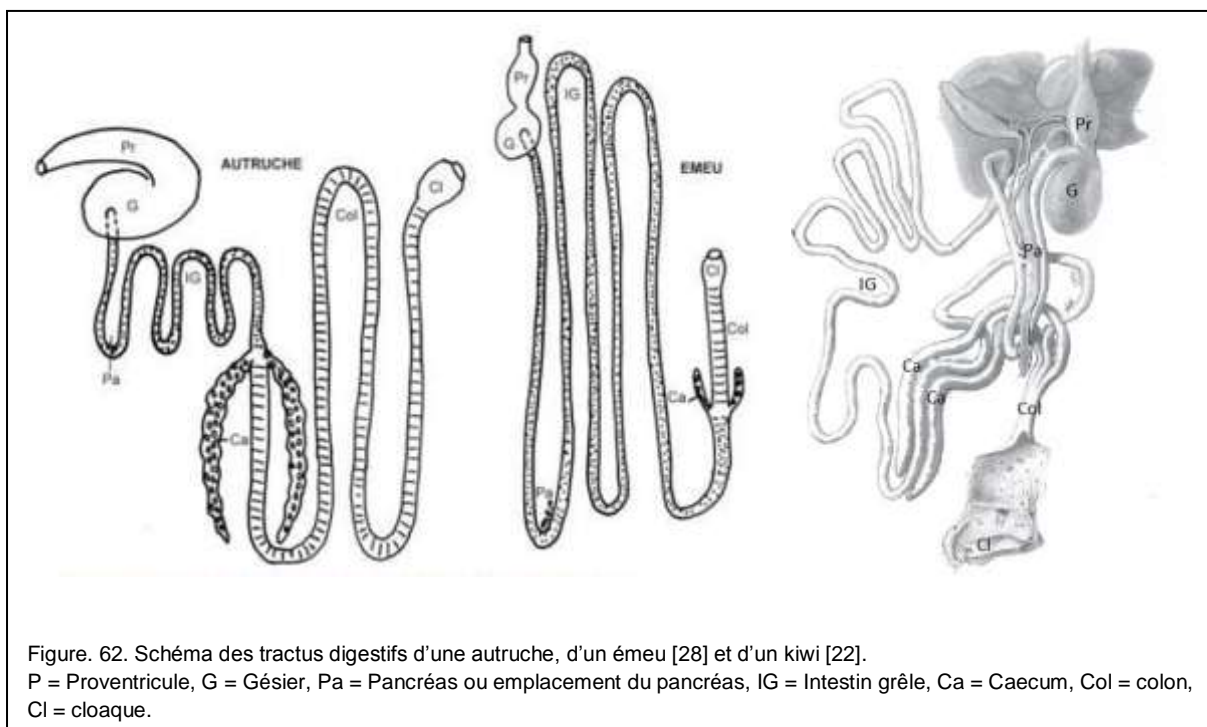
| Organe | Autruche ^a | Nandou ^b | Emeu ^c | Casoar | Kiwi |
|-------------------|-----------------------|---------------------|-------------------|--------|--------------|
| Estomac | | | | | |
| Proventricule | 14 x 32 | 4 x 4 x 8 | 2,5 x 5,5 x 7,5 | NA | NA |
| zone glandulaire | 1 x 4-7 x 24 | 5 x 5 x 6 | | NA | NA |
| gésier | 12 x 16 | 9 x 9 x 17 | 4,5 x 6,5 x 10 | NA | 0,75 x 0,55* |
| Intestin grêle | 640 | 140 | 287 | NA | NA |
| Duodénum | 80 | NA | NA | NA | NA |
| Jéjunum | 160 | NA | NA | NA | NA |
| Iléum | 400 | 2 x 54 | NA | NA | NA |
| Gros intestin | | | | | |
| Caecum | 1-8 x 94 | 3 x 48 | 1,5 x 8,6 | NA | 1,9* |
| Rectum | 6 x 800 | 3 x 40 | 2,5 x 25 | NA | NA |
| Cloaque | | | | | |
| Coprodeum | 10 x 15 | 7 | NA | NA | NA |
| Urodeum | 5 | 3 | NA | NA | NA |
| Proctodeum | 2 -3 | 3 | NA | NA | NA |
| Foie | 2,2 | NA | NA | NA | - |
| Vésicule biliaire | Absente | 1 x 5 | 1-2 x 8 | NA | - |

Tableau 4. Comparaison des différentes tailles (en cm) du tube digestif des Ratites [8, 14]

^afemelle de 122 kg
^bmâle de 25 kg
^cmâle de 15 kg
 NA = non disponible

| | Autruche | | | Emeu | | | Nandou | | Casoar | Kiwi | | |
|----------------|---|-------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|---------------------|----|--------------------------------------|
| | Longueur chez une femelle adulte (en cm) ^a | % de la longueur totale | | Longueur à l'âge de 35 jours | % de la longueur totale | | | Longueur chez un mâle adulte (en cm) | % de la longueur totale | | NA | Longueur chez un kiwi adulte (en cm) |
| | | Femelle adulte | A l'âge de 30 jours | | A l'âge de 35 jours | A l'âge de 100 jours ^b | A l'âge de 300 jours ^b | | Mâle adulte | A l'âge de 40 jours | | |
| Intestin grêle | 512 | 36 | 37 | 243 | 94 | 91 | 90 | 140 | 61 | 53 | NA | Entre 21,5 et 24,5* |
| Caecum | 94 | 7 | 6 | 6 | 2 | 2 | 2 | 48 | 21 | 28 | NA | NA |
| Rectum | 800 | 57 | 57 | 9 | 4 | 7 | 7 | 40 | 17 | 19 | NA | NA |

Tableau 5. Comparaison des longueurs des intestins (en cm) chez les Ratites [8, 14]
^a122 kg
^bDe Cho et al



2.4.3. Les annexes du tube digestif

2.4.3.1. Le pancréas

Celui-ci se trouve dans la première boucle intestinale et est attaché des deux côtés de celle-ci par le mésentère. [4]

Le pancréas de l'émeu est unilobé et crénelé, il est accolé à l'anse du duodénum dans lequel il libère des enzymes digestives grâce au canal pancréatique. [9]

Le pancréas est allongé et étroit et a deux lobes, dont l'extrémité du lobe antérieur s'étend jusqu'à la courbure du duodénum chez le kiwi. Il se situe dans la partie antérieure de l'inter-espace duodénale. [22]

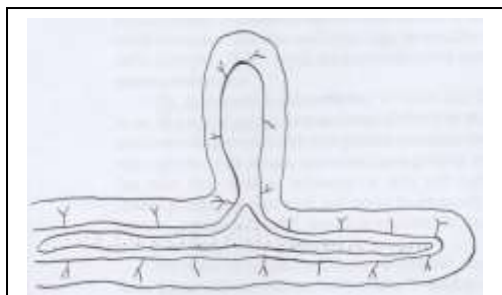


Figure 63. Boucle duodénale chez une autruche entourant le pancréas (zone en pointillée). Noter la présence de la deuxième boucle duodénale présente seulement chez l'autruche. [4]

2.4.3.2. Le foie

Le foie est crânial au gésier et caudal à la membrane transverse (diaphragme). La vésicule biliaire est absente chez l'autruche présente chez le kiwi [22] et l'émeu et est présente de manière variable chez le nandou. [5]

Le foie possède deux lobes entre lesquels se loge le gésier en face viscérale et dont ses extrémités antérieures vont de chaque côté du proventricule. Le lobe droit est le plus long, de forme sub-triangulaire, le gauche de forme subquadrata. Le foie est relié au cœur crânialement, caudalement par le gésier, ventralement par le sternum et dorsalement par la veine cave caudale, l'œsophage et le proventricule. [2]

2.5. L'appareil uro-génital

2.5.1. L'appareil urinaire

Les reins et les uretères des Ratites sont similaires à ceux des autres oiseaux mais la capacité du rein à concentrer l'urine chez les Ratites est faible. [8] Le système porte rénal sera décrit dans le paragraphe sur le système cardiovasculaire. Chez le nandou, il n'y a pas de vessie mais un sac dilaté de l'uretère qui stocke l'urine. [14]

2.5.2. L'appareil reproducteur

Comme chez les autres oiseaux, seul l'ovaire gauche est développé chez les femelles, sauf chez le kiwi où les deux ovaires sont fonctionnels et alternent pour l'ovulation [15] mais les œufs sont toujours pondus par l'oviducte gauche. [8] Chez l'adulte on a une grappe aplatie d'ovaires (de 1 à 8 cm de diamètre) et un infundibulum en forme d'éventail qui continue en un oviducte avec une paroi fine de 118 cm de long pour 3 cm de diamètre chez l'autruche. L'utérus est un segment étendu du

tractus génital. Le conduit génital continue dans l'urodeum du cloaque. Les testicules sont bruns clairs chez l'autruche, le nandou et le casoar mais noirs chez l'émeu. Les testicules augmentent de volume lors de la saison de reproduction. [14]

Le phallus des Ratites comme ceux des oiseaux n'a pas d'urètre ni de fonction urinaire mais seulement reproductrice. Le kiwi et l'autruche ont un phallus sans cavité interne. Au repos il se trouve sur la partie ventrale du proctodeum. Sur la partie dorsale du phallus il y a une scissure phallique. Le nandou, l'émeu et le casoar, ont un phallus avec une cavité et un manchon partiellement inversé qui se réverse pendant l'érection. La structure tubulaire donne l'apparence d'un urètre mais il n'y a aucune communication avec le tractus urinaire. Comme chez l'autruche et le kiwi, il y a une scissure sur le phallus. Celle-ci permet de guider la semence dans le cloaque de la femelle. [14]

Chez l'autruche, le phallus de l'adulte est rouge vif et n'est pas parfaitement rond en coupe transversale. Il est replié sur lui-même dans une large poche sur le plancher du proctodeum lorsqu'il est au repos. Il mesure environ 20 cm, ce qui fait qu'il occupe la plupart du proctodeum et dépasse de l'évent pour permettre la défécation et la miction. Le phallus en érection mesure 40cm, et sort du cloaque en formant une courbe ventro-crâniale, avec la scissure phallique côté dorsal et à la base. De par l'asymétrie des corps fibro-lymphatiques, le phallus en érection tend à dévier sur la gauche. Le mécanisme qui stimule l'érection reste encore inconnu. La femelle autruche a un phallus diminué (3 cm de long) que l'on trouve sur le plancher du proctodeum. Il peut y avoir un petit sillon sur la surface dorsale. En coupe transversale il est aplati. [14]

Le kiwi a un phallus qui au repos se trouve sur lui aussi sur le plancher du proctodeum. Il a une forme triangulaire avec l'apex pointu caudalement. [14]

Le nandou, l'émeu et le casoar ont un phallus qui au repos se trouve sur la paroi ventrale du proctodeum pour une partie. Le reste se trouve dans une poche sous la muqueuse du proctodeum. Environ la moitié de cette cavité s'éverse pendant l'érection pour allonger le phallus. Cependant, une attache à la base de cette poche permet d'éviter une éversion totale. La scissure phallique se trouve sur la partie dorsale du phallus. La femelle adulte émeu a une légère proéminence sur le monticule génital. [14]

Les jeunes peuvent être sexés en éversant le proctodeum par l'évent. [14]

Chez les jeunes autruches, le phallus de la femelle est mou, avec juste une trace du sillon sur la face dorsale alors que celui du mâle est irrégulièrement rond en coupe transversale avec un sillon proéminent en partie dorsale. Pour avoir une idée, le phallus d'un jeune mâle de 7 mois et pesant 53 kg mesure 1 x 1,5 x 3 cm. Les piliers des corps phalliques sont proéminents sur le plancher du proctodeum. [14]

Chez l'émeu la jeune femelle a une petite protubérance sur le proctodeum ventral. Chez un jeune mâle de 2 à 5 semaines et pesant environ 3 kg, le phallus mesure 2 mm de diamètre et 5 mm de long. Il est légèrement spiralé et rond en coupe transversale. La scissure phallique est à peine visible. [14]

Pour les jeunes nandous, la forme et la taille du phallus est similaire à celui de des jeunes émeus. [14]

La jeune femelle casoar n'a pas de phallus, seulement un petit monticule génital. Le phallus du jeune mâle est similaire en forme à celui de l'adulte mais est juste plus petit. [14]

| Espèces | Mâle juvénile | Femelle juvénile | Mâle adulte | Femelle adulte |
|----------|--|---|--|---|
| Autruche | Phallus rond en coupe, de 1 à 4 cm de long avec un sillon dorsal | Phallus aplati en coupe, de 0,5 à 1 cm, sillon très peu marqué | Phallus de 20 à 40 cm, courbé | Petite structure semblable à un phallus, de 1 à 4 cm de long, droit |
| Emeu | Tube creux de 0.5 à 1 cm, spiralés comme les grands oiseaux | Monticules génitaux, légère proéminence sur les monticules génitaux | Phallus en spirale, tube creux, de 3 à 12 cm de long | Monticules génitaux, légère proéminence sur les monticules génitaux |
| Nandou | Similaire à l'émeu mais plus allongé | Monticules génitaux, sans proéminence | Similaire à l'émeu | Monticules génitaux, sans proéminence |
| Casoar | Phallus de 0.5 à 1 cm, triangulaire en coupe | Petit monticule génital | Phallus de forme triangulaire caudalement | Monticule génital |
| Kiwi | - | - | Phallus de forme triangulaire caudalement | - |

Tableau 6. Tableau comparatif des organes reproducteurs chez les Ratites [10]

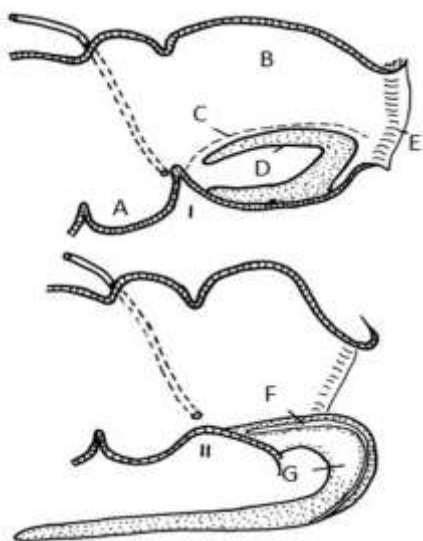


Figure 64. Vue latérale gauche d'un cloaque et phallus au repos et en érection d'un mâle autruche. A = urodeum, B = proctodeum, C = crypte non couverte du plancher du proctodeum, D = phallus au repos, E = évent, F = sillon dorsal, G = phallus en érection. [14]

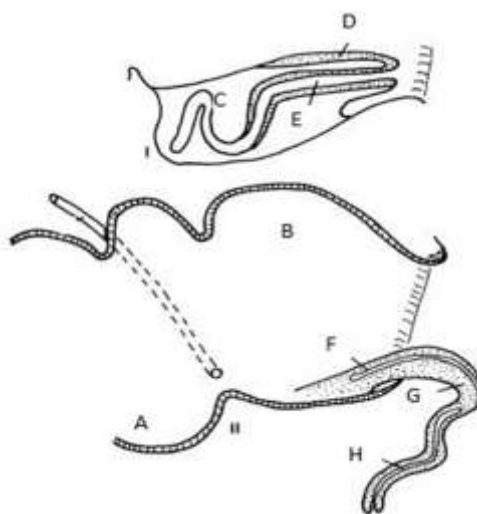


Figure 65. Vue latérale gauche d'un phallus au repos et en érection d'un mâle émeu ou nandou adulte. A = urodeum, B = proctodeum, C = poche qui contient le phallus, D = parois érectiles du phallus, E = tube inversé creux du phallus, F = sillon phallic, G = tissu érectile, H = phallus en érection. A noter que le premier dessin représente le phallus dans la poche qui le contient. [14]

2.5.3. Les œufs

Chez l'autruche, ils sont jaunes puis deviennent blancs, [19] sphériques avec des pores très visibles, [15] mesurent 130 x 160 mm [19] et peuvent peser de 1,1 à 1,6 kg. Les œufs d'émeu une forme ovale, et sont vert foncé. Ils mesurent 130 x 90 mm et pèsent entre 450 et 700 g. Le nandou d'Amérique a des œufs qui mesurent 132 x 90 mm et pèsent entre 400 et 700 g. Ils sont de couleur jaune or ou jaune plus pâle mais deviennent blancs quand ils sont couvés. [15] Ceux du nandou de Darwin sont de couleur vert olive tournant au chamois avec l'incubation et sont légèrement plus petit que ceux du nandou d'Amérique 127 x 87 mm. [19] Les œufs du casoar sont elliptiques, vert foncé ou bleu-vert, mesurant 135 x 90 mm et pesant entre 550 et 650 g. [15] Les œufs du kiwi austral mesurent 115-137 x 70-83 mm pour une moyenne de 430 g, ce qui représente 15 à 20% du poids de la femelle. Pour le kiwi d'Owen, les œufs mesurent 105-113 x 68-76 mm et pèsent en moyenne 300 g, ce qui fait jusqu'à 25% du poids de la femelle. Ils sont tous de couleur vert clair à blanc. [19]

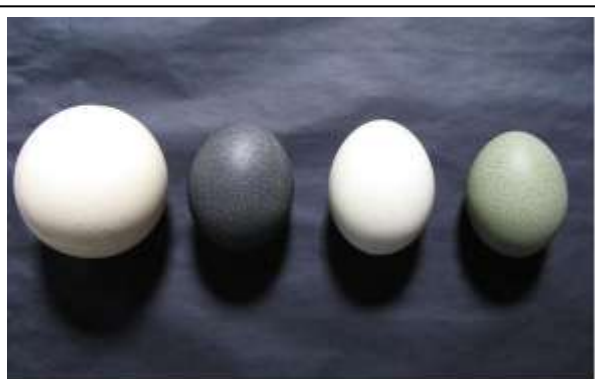


Figure 66. Comparaison des différents œufs de Ratites.
De gauche à droite : autruche, émeu, nandou, casoar.

http://aeschne.files.wordpress.com/2011/05/oeuf_010.jpg



Figure 67. Présentation d'un œuf de kiwi par rapport à sa taille.

http://fr.wikipedia.org/wiki/Taxidermie#mediaviewer/Fichier:Kiwi_hg.jpg

2.6. L'appareil cardio-vasculaire

2.6.1. Le cœur

Le cœur a quatre chambres comme chez les autres oiseaux et les mammifères. Comme chez les autres espèces d'oiseaux, la jugulaire droite est plus large que la gauche. La taille et la localisation de la jugulaire gauche est variable : chez certains individus elle rejoint la jugulaire droite, chez d'autres, la veine cave crâniale. La jugulaire droite chez un nandou adulte de 25 kg fait 1,5 à 2 cm de diamètre. L'artère carotidienne vient de l'arc aortique et parcourt le cou le long du bord ventral des vertèbres et en profondeur dans la masse musculaire cervicale. Les Ratites ont un système porte rénal similaire à celui des autres oiseaux et des reptiles. Bien que le rôle précis de ce système porte ne soit pas vraiment connu, le flux veineux à travers le rein est sous le contrôle du système nerveux autonome. [14]

Avec la réduction des ailes, il y a d'importantes modifications dans les régions irriguées par les artères pectorales et axillaires comparées aux autres oiseaux. Les artères qui irriguent normalement les muscles pectoraux des autres oiseaux irriguent la peau, les ailes et les muscles pectoraux chez le kiwi. [16]

Chez l'autruche et le kiwi, le sinus veineux embryonnaire n'est pas complètement incorporé à l'intérieur de la paroi de l'atrium droit ce qui fait que les veines caves crânielles et caudales entrent d'abord dans un sinus veineux avant de se jeter dans l'atrium droit. Chez les autruches, les veines pulmonaires entrent dans l'atrium gauche indépendamment et sont complètement séparées l'une de l'autre par un septum. Chez le kiwi la valve atrio-ventriculaire droite n'est pas uniquement musculaire mais est en partie membraneuse. Le septum inter-ventriculaire chez l'autruche est représenté par une cloison musculaire très épaisse. Le pecten oculi est du type « à ailettes » chez l'autruche et du type « conique » chez le kiwi. Le nœud atrio-ventriculaire se situe dans la couche endocardique atriale de la valve atrio-ventriculaire droite chez l'autruche. [29]

Le système artériel du membre pelvien de l'autruche est assez similaire à celui des oiseaux domestiques à quelques exceptions près qui sont:

- L'artère pubienne irrigue le muscle obturateur latéral
- L'artère fémorale nourricière proximale est une branche provenant de l'artère fémorale médiale. Cette dernière irrigue la majorité des muscles médiaux de la cuisse, ainsi que la hanche, via une branche articulaire
 - Il y a trois artères nourricières du fémur :
 - o L'artère *circum flexa femoris medialis* part de l'artère fémorale médiale et irrigue le muscle fémorotibialis latéral et la capsule articulaire de la hanche.
 - o L'artère coxale caudale permet un apport de sang supplémentaire aux muscles au-dessus de l'ilium post-acétabulaire.
 - o L'artère cutanée fémorale caudale est une petite branche provenant de la partie latérale de l'artère ischiale et est distribuée dans la peau dans la partie caudo-latérale de la cuisse.
 - L'artère cutanée fémorale latérale se termine en partie latérale de l'artère ischiatique et passe latéralement à la peau de la partie de la cuisse
 - L'artère caudale tibiale irrigue le poplité, le *m. flexor hallucis longus*, la tête caudale du *m. flexor perforatus digiti III* et le *m. flexor digiti longus* et se termine sur la tête médiale du gastrocnémiem.
 - L'artère tibiale crâniale n'est pas divisée chez l'autruche
 - L'artère métatarsienne profonde ne va pas jusqu'à la partie plantaire de l'articulation de la cheville et on n'observe pas de branche additionnelle qui s'étend distalement pour rejoindre l'arc plantaire à l'extrémité distale du tarsométatarse.
 - L'artère métatarsienne dorsale latérale ne bifurque pas en artère métatarsienne dorsale latérale et médiale, mais des artères tarsiennes plantaires médiale et latérale ont été observées chez l'autruche.
 - Il n'y a pas de branche descendante de l'artère plantaire médiale observée chez l'autruche. [12]

2.6.2. La rate

Chez l'autruche, la rate a la forme d'un haricot, comme les reins des mammifères [4] et est située latéralement et dorsalement sur le côté droit du proventricule. Chez le nandou, elle se situe au même endroit mais sa forme est celle d'un cylindre tordu. La rate de l'émeu est longue et cylindrique. Celle du casoar est aplatie et ressemble à un polygone irrégulier [14] tandis que celle du kiwi serait de la forme et de la taille d'une noisette. [22]

2.7. Les organes lymphoïdes

2.7.1. Le thymus

L'émeu a un thymus multilobé, assez long, plat et en forme de J. Celui du nandou est un hémisphère plat. Celui de l'autruche est varié, certains individus ont un thymus sphérique comme le nandou alors que d'autres ont un thymus plus long et multilobé similaire à celui de l'émeu. [4]

2.7.2. La bourse de Fabricius

Elle se situe sur le côté dorsal du proctodeum. [14] Chez l'autruche et l'émeu celle-ci fait partie intégrante de la paroi dorso-latérale du proctodeum et est entourée caudalement par une tunique musculaire. Chez le nandou c'est un appendice crânial ou une extension sacculaire du proctodeum et n'a pas de tunique musculaire. [Figure 61] Chez les Ratites, les lobules de la bourse ont une organisation lymphoïde opposée à celles trouvées chez les autres oiseaux où l'on a les lymphocytes T dans les couches externes et les lymphocytes B dans les couches internes. [4]

Les follicules de la bourse qui disparaissent normalement pendant le développement des autres espèces aviaires sont conservés chez l'autruche et l'émeu. La conformation sacculaire de la bourse de Fabricius chez le nandou le prédispose à l'accumulation de cailloux, fréquemment ingérés par cette espèce. La bourse de Fabricius aurait une structure plus primitive chez l'autruche et l'émeu que chez le nandou. [4]

2.8. Le système nerveux

Le système nerveux des Ratites ne présente aucune particularité. L'autruche peut rester en décubitus sternal pendant un long moment sans problème mais si elle reste en décubitus latéral, elle peut avoir une paralysie du nerf périmérial, et ce au bout d'une heure. [14]

La plupart de l'innervation du membre pelvien de l'autruche est similaire à celle des autres oiseaux domestiques à part quelques différences :

- Le plexus lombaire est formé par l'union de 4 racines nerveuses vertébrales.
- Le nerf cutané fémoral crânial est une branche du nerf coxal crânial.

- Le nerf fémoral est le point de départ de beaucoup de ramifications qui innervent les muscles de la cuisse (parties crâniale, latérale et médiale) et l'articulation du grasset.
 - Le nerf cutané fémoral médial n'est pas observé chez l'autruche.
 - Le nerf obturateur innerve les muscles obturateurs latéral et médial et le muscle pubio-ischio-fémoral.
 - Le plexus sacré est formé de 7 racines nerveuses vertébrales (de la 5ème à la 11ème racine synsacrée).
 - Le nerf ischio-fémoral provient du tronc crânial du plexus sacré.
 - Le nerf métatarsien plantaire médial s'étend distalement jusqu'à l'articulation du tarse pour innerver la peau de l'aspect caudo-médial du tarso-métatarse.
 - Le nerf fibulaire profond continue en nerf métatarsien dorsal médial pour innerver l'articulation de la cheville et la peau de l'aspect dorsal du tarso-métatarse puis continue comme le nerf digité jusqu'à la surface abaxiale du doigt 3.
 - Le nerf fibulaire profond ne se divise pas en nerf métatarsien dorso-médiale.
- [11]

2.9. Les organes des sens

Les Ratites ont une très bonne vue ainsi qu'une excellente ouïe. L'orifice de l'oreille externe est facilement localisable, caudalement à l'œil. [14]

Les yeux de tous les oiseaux sont de constitution identique malgré des différences de forme. Cependant les Ratites ont un peigne à ailettes plus ou moins nombreuses et plus ou moins ramifiées, sauf le kiwi chez qui les yeux sont réduits et dépourvus de peigne. [17]

Chez l'émeu la paupière supérieure est garnie de cils. Pour protéger son œil l'émeu, comme les autres Ratites, possède une troisième paupière qui se ferme horizontalement, de l'intérieur vers le bord externe de l'œil. [13] Tous les Ratites à part le kiwi trouvent leur nourriture grâce à la vue. Le crâne de l'émeu montre bien l'importance de la vision. Le tectum large, en parallèle avec l'œil grand de l'oiseau, est plus grand que chez les oiseaux qui volent (sauf les falconidés) ce qui montre que le système visuel de l'oiseau est important. On note également que l'émeu a un lobe olfactif présent même s'il n'a pas été démontré qu'il utilise l'odorat. [8] Les kiwis ayant une vision et un champ visuel réduits, la zone du cerveau correspondante a de ce fait une taille plus petite. En contrepartie, les zones du cerveau concernant le toucher et l'olfaction sont bien développées. La glande uropygiale est grande et est adjacente au cloaque. [3]

Les kiwis trouvent leur nourriture grâce à leur très bon odorat (leurs narines sont situées en partie distale du bec, contrairement aux autres espèces) et au toucher. Les lobes olfactifs du cerveau, qui sont sessiles, sont bien développés, chacun mesurant 12 mm de diamètre. Une partie du crâne est modifiée pour permettre ce système olfactif développé. Il n'y a pas de septum inter-orbitaire, la capsule nasale est élargie et remplit l'espace entre les orbites. La surface de l'épithélium fonctionnel est augmentée par cinq piliers transverses au niveau des cornets nasaux. [8] De plus le troisième cornet nasal de cet oiseau est composé d'environ 5 sacs transverses et dont leurs tailles sont augmentées par rapport à la taille de la zone respiratoire restante. [25]

Les masses latérales de l'ethmoïde qui sont développées chez les Aptérygides et les Casuaridés sont absentes chez l'autruche. [24]

| Organes | | Espèces | | | | |
|---------------------|----------------------|---|---|--|--|--|
| | | Autruche | Emeu | Casoar | Nandou | Kiwi |
| Appareil locomoteur | Os | Fémur pneumatisé. Présence symphyse pubienne. Scapula, os coracoïde et clavicule fusionnés. Absence de bréchet. | Fémur pneumatisé. Absence symphyse pubienne. Scapula et os coracoïde fusionnés. Absence de bréchet. | Absence os pneumatisé. Absence symphyse pubienne. Scapula et os coracoïde fusionnés. Absence de bréchet. | Absence os pneumatisé. Absence symphyse pubienne. Scapula et os coracoïde fusionnés. Absence de bréchet. | Absence os pneumatisé. Absence symphyse pubienne. Absence clavicule. Absence de bréchet. |
| | Muscles | <i>m. flexor cruris medialis</i> un seul tendon. Muscle gastrocnémien en 2 parties. | <i>m. flexor cruris medialis</i> un seul tendon. Muscle gastrocnémien en 4 parties. | <i>m. flexor cruris medialis</i> un seul tendon. Muscle gastrocnémien en 4 parties. | <i>m. flexor cruris medialis</i> deux tendons. Muscle gastrocnémien en 3 parties. | <i>m. flexor cruris medialis</i> un seul tendon. Muscle gastrocnémien en 3 parties. |
| | Doigts | 2 doigts. Le médial possédant une griffe. | 3 doigts. Ongles obtus, robustes, égaux. | 3 doigts. Le médial possédant un ongle beaucoup plus long que les autres. | 3 doigts. | 4 doigts dont un pouce. |
| Téguments | Système tégumentaire | Absence de plumes sur les cuisses, cuisses recouvertes coussinet plantaire épais. | Plumes jusqu'au tarso-métatarse, coussinets plantaires = simples callosités. | Plumes jusqu'au tarso-métatarse, coussinets plantaires = simples callosités. | Plumes jusqu'au tarso-métatarse, coussinets plantaires = simples callosités. | Plumes jusqu'au tarso-métatarse, coussinets plantaires = simples callosités, hypoderme proéminent = stockage de graisse. |

| | | | | | | |
|-----------------------|---------------|--|---|--|--|--|
| | Ailes | Grandes ailes avec 3 doigts dont 2 griffes sur les antérieurs. | Vestiges, avec 1 seul doigt possédant une griffe. | Vestiges, se terminent par 1 griffe. | Grandes ailes avec 2 doigts dont 1 griffe sur le premier. | Réduites à 2 moignons. |
| | Plumes | Sans barbules. | A double gaine, sans barbules, hyporachis bien développé. | A double gaine, sans barbules, hyporachis bien développé. | Rémiges bien développés. | Sans rectrices, sans hyporachis développé. |
| Appareil respiratoire | Trachée | Anneaux cartilagineux ayant une forme elliptique. | Sac trachéal crâniale à la bifurcation bronchique. | | Anneaux cartilagineux ayant une forme ovale légèrement aplati. | |
| | poumons | 5 lobes. | 4 lobes. | 8 lobes. | 5 lobes. | 4 lobes. |
| Appareil digestif | Langue | Triangulaire ou de forme \cap | Triangulaire | Triangulaire, plus longue que large | Triangulaire en forme de \vee | Rectangulaire |
| | Jabot | Absent | | | | |
| | Proventricule | Large, dilaté, fine paroi musculuse, zone sécrétrice à côté de l'œsophage et s'étend ventro-caudalement caudal au gésier | Large, et fusiforme. Crânial au gésier | Large et fusiforme. Crânial au gésier. Revêtement koilin absent. | Petite structure dilatée, crânial au gésier, zone sécrétrice limitée à une petite zone dorsale | Cylindrique, allongé et étroit. Crânial au gésier. Zone sécrétrice sur toute la surface. |
| | Gésier | Paroi épaisse. | Plus large et moins musclé. | Plus large et moins musclé. | Plus allongé et plus caudal au sternum. | Modérément musclé, de forme ovale. |

| | | | | | | |
|---------------------------|-----------------------|---|---|--|--------------------------------------|--|
| | Intestin grêle | Deux boucles duodénales. | Une boucle duodénale. | Une boucle duodénale. | Une boucle duodénale. | Une boucle supra-duodénale. |
| | Caeca | Allongés, lumière avec plis spiralés. | Petits, tubulaires et non fonctionnels. Plis longitudinaux. | Petits, tubulaires et non fonctionnels. Plis longitudinaux. | Lumière avec plis spiralés. | Longue paire de caeca. |
| | Colon | | | | | Très court. |
| | Pancréas | | Unilobé et crénelé. | | | Deux lobes, allongé et étroit. |
| | Foie | 2 lobes entourant le gésier. | 2 lobes entourant le gésier. | 2 lobes entourant le gésier. | 2 lobes entourant le gésier. | 2 lobes entourant le gésier. |
| | Vésicule biliaire | Absente. | Présente. | Présence variable. | Présente. | |
| Appareil uro-génital | Reins | Similaires à ceux des oiseaux. | | | | |
| | Vessie | | | | Absente mais sac dilaté de l'urètre. | |
| | Organes reproducteurs | Ovaire gauche développé, testicules brun-marrons. Phallus sur plancher du proctodeum. | Ovaire gauche développé, testicules noirs. Phallus dans poche sous la muqueuse du proctodeum. | Ovaire gauche développé, testicules brun-marrons. Phallus dans poche sous la muqueuse du proctodeum. | | Les 2 ovaires sont développés. Phallus sur plancher du proctodeum. |
| Appareil cardiovasculaire | Cœur | Possède 4 chambres. | | | | |

| | | | | | | |
|--|---------------------|---|---|---|---|---|
| | Veines | Jugulaire droite plus large que la gauche. | | | | |
| | Rate | Forme de haricot. | Longue et de forme cylindrique. | Aplatie et en forme de polygone irrégulier. | Forme de cylindre tordu. | Forme d'une noisette. |
| Organes lymphoïdes | Thymus | Forme variable. | Multilobé, long, plat et en forme de J. | | Hémisphère plat. | |
| | Bourse de Fabricius | Partie intégrante de la paroi dorso-latérale du proctodeum. Tunique musculaire. Lobules avec organisation lymphoïde inversée. | Partie intégrante de la paroi dorso-latérale du proctodeum. Tunique musculaire. Lobules avec organisation lymphoïde inversée. | Lobules avec organisation lymphoïde inversée. | Appendice crâniale ou extension du proctodeum. Pas de tunique musculaire. Lobules avec organisation lymphoïde inversée. | Lobules avec organisation lymphoïde inversée. |
| Système nerveux | | Pas de grosses particularités. | | | | |
| Organes des sens | Vision | Présence de peigne. Zone du cerveau en lien avec la vision bien développée. | Présence de peigne. Zone du cerveau en lien avec la vision bien développée. | Présence de peigne. . Zone du cerveau en lien avec la vision bien développée. | Présence de peigne. . Zone du cerveau en lien avec la vision bien développée. | Absence de peigne. . Zone du cerveau en lien avec la vision peu développée et champs visuel réduit. |
| | Odorat | Lobes olfactifs peu développés. | Lobes olfactifs assez développés. | | | Lobes olfactifs très développés. |
| Tableau 7. Tableau récapitulatif des grandes différences anatomiques entre les différentes espèces de Ratites. | | | | | | |

3. Intérêt de l'anatomie comparée par rapport à la clinique

3.1. Examen à distance

Il est important de connaître le mode de vie des animaux lors de cette étape : par exemple il est normal d'observer un casoar isolé. Concernant les autruches, en fonction de la taille de leur enclos (et notamment pour les parcs zoologiques laissant ces animaux en semi-liberté) et de la saison (saison de reproduction principalement), on peut observer des individus isolés sans pour autant que ceux-ci soient malades. [10]

3.1.1. L'examen physique

Il n'est pas facile de faire un bon examen physique de ces animaux sans une anesthésie. Même avec une bonne contention, on aura un animal stressé ce qui peut fausser les valeurs.

L'examen clinique des Ratites ne diffère pas de ceux pratiqués chez les autres espèces : il faut faire un examen minutieux et systématique.

| | Poids (kg) | Fréquence cardiaque (bpm) | Fréquence respiratoire (mpm) |
|----------|------------|---------------------------|------------------------------|
| Autruche | 80 - 150 | 30 - 60 | 6 - 12 |
| Emeu | 35 - 55 | 42 - 76 | 13 - 21 |
| Casoar | 85 | 35 - 90* | 20 - 44 |
| Nandou | 25 | - | - |
| Kiwi | 1.5 - 4.0 | 70 - 240 | 12 - 60 |

Tableau 8. Valeur physiologique des différentes espèces de Ratites [10]
*Enregistré sous sédation

L'anatomie du phallus chez le nandou, le casoar et le kiwi rend le sexage par l'évent difficile car on peut difficilement faire sortir le phallus avec un doigt comme on peut le faire chez l'autruche et le kiwi. A la place, le doigt doit être inséré profondément dans le proctodeum et faire pression sur le plancher pour forcer l'extraction du phallus au moment où le doigt se retire. [14]

3.1.2. La contention

On peut mettre une capuche sur la tête des autruches et des nandous. Cette technique peut fonctionner de temps en temps sur les casoars mais pas sur les émeus. Il faut faire attention lors de cette manœuvre à la veine jugulaire car si la contention est trop forte au niveau du cou ou que l'on ne fait pas assez attention, il peut

se former un hématome qui peut être fatal lors d'un trauma. [10] Concernant les casoars, la meilleure contention constitue l'utilisation d'un bouclier, à manier à plusieurs, pour caler l'animal contre un mur si l'animal est relativement docile. Si ce n'est pas le cas, il vaut mieux privilégier l'anesthésie.

3.1.3. Le transport

Il est important de se souvenir que les Ratites sont des animaux bipèdes et qui ont du mal à garder leur équilibre sur un sol instable. Il faut donc absolument éviter les moyens de transports larges avec un sol glissant. Pour les grands Ratites comme les autruches, émeus ou casoars, un van pour chevaux est bien adapté si l'on apporte les modifications suivantes : des murs lisses assez épais et solides, et un sol recouvert avec des copeaux de bois mouillé ou du sable mouillé. Pour les plus petits Ratites ainsi que pour les jeunes, de petites caisses individuelles font l'affaire. [26]

3.2. Les injections et les prélèvements

3.2.1. Les injections et les prélèvements

Certains Ratites comme l'autruche sont destinés à la consommation, ainsi les injections intramusculaires dans la cuisse sont prohibées et sont faites préférentiellement dans les muscles le long de la colonne vertébrale de la partie thoracique. [10] Les injections sous-cutanées ne sont pas idéales car la peau adhère aux tissus sous-jacents. [26]

A cause du système porte rénal, les médicaments néphrotoxiques tels que les antibiotiques aminoglycosides peuvent atteindre les reins en concentration importante s'ils sont administrés dans les muscles de la jambe. De plus les molécules éliminées par les tubules rénaux, tel que la kétamine peuvent être excrétées avant d'avoir atteint la circulation générale, empêchant d'avoir l'effet escompté. De ce fait il est préférable de privilégier les injections dans la partie antérieure du corps. [14]

Pour les prélèvements il y a plusieurs sites possibles : la jugulaire droite pour les jeunes et les petits Ratites. Pour les plus gros, il faut faire attention avec la jugulaire qui a une paroi fine et qui peut facilement se rompre. La veine brachiale peut être utilisée chez les autruches mais pas chez les autres espèces car la taille des ailes est trop petite. La veine métatarsienne médiale est accessible chez toutes les espèces mais il faut faire attention à ce que la contention soit bien adaptée pour ne pas prendre le risque d'être blessé par les pieds. Chez les kiwis c'est la seule veine prélevable, en effet la veine jugulaire n'est pas accessible à cause de la couche graisseuse sous-cutanée. [10]

La localisation des veines superficielles est importante pour prendre du sang et faire les injections en intraveineuse. [26]

On peut placer des cathéters chez les Ratites aux endroits utilisés pour le prélèvement de sang. [26]. On peut également faire des abdominocentèses à l'aide de la

tête d'une canule sur des oiseaux sur lesquels on suspecte une torsion intestinale, un corps étranger perforant ou une rétention d'œuf. [10]

3.2.2. Les valeurs hématologiques et biochimiques

| | Autruche | Emeu | Casoar | Nandou | Kiwi |
|---------------------------------------|-----------------|----------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| PCV (%) | 45 (41 - 57) | 47.4 (39 - 57) | 48.1 (33.5 - 58) | 45.5 (29 - 59) | 46 (38 - 54) |
| Hb (g/L) | 140 - 172 | 136 - 170 | 174 (135 - 200) | 126 (64 - 170) | - |
| CCMH (g/L) | 347 - 412 | 352 - 433 | 352 - 433 | 451 (444 - 457) | 250 (110 - 333) |
| Globules blancs (x10 ⁹ /L) | 18.7 (10 - 24) | 14.9 (8 - 21) | 17.55 (8.6 - 31.6) | 11.8 (4.1 - 25.7) | 11.6 (8.7 - 14.5) |
| Neutrophiles (x10 ⁹ /L) | 10.8 - 16.6 | 8.0 - 13.1 | 11.1 (6.4 - 20.9) | 7.4 (0.5 - 20.0) | 6 (4.0 - 8.2) |
| Lymphocytes (x10 ⁹ /L) | 2.2 - 7.7 | 1.5 - 6.6 | 5 (2.0 - 9.5) | 3.6 (0.5 - 7.0) | 4.2 (2.5 - 5.9) |
| Eosinophiles (x10 ⁹ /L) | 0 - 0.37 | 0 - 0.9 | 0.3 (0.2 - 0.4) | 0.4 (0.05 - 0.7) | 0.18 (0.7 - 0.29) |
| Monocytes (x10 ⁹ /L) | 0 - 0.75 | 0 - 0.15 | 1.1 (0.1 - 2.8) | 0.5 (0.04 - 1.6) | 0.3 (0.1 - 0.5) |
| Basophiles (x10 ⁹ /L) | 0 - 0.37 | 0.15 | 0.4 (0.19 - 0.8) | 0.4 (0.07 - 1.6) | 0.56 (0.09 - 1.3) |
| CK (U/L) | 800 - 6508 | 70 - 818 | 365 - 1335 | 0 - 2640 | 521 - 971 |
| AST (U/L) | 226 - 547 | 80 - 380 | 269 - 1399 | 20 - 192 | 64 - 138 |
| Acides biliaires (imol/L) | 2 - 34 | 2 - 30 | - | - | - |
| Protéines sériques (g/L) | 24 - 53 | 34 - 44 | 45 - 75 | 34 - 62 | 54 - 62 |
| Acide urique (mmol/L) | 0.59 - 8.9 | 0.59 - 8.3 | 0.24 - 4.5 | 0.17 - 1.4 | 0.3 - 0.38 |
| Ca (mmol/L) | 2.0 - 3.4 | 2.2 - 3.2 | 2.3 - 3.0 | 2.6 - 8.2 | 1.85 - 3.1 |
| Glucose (mmol/L) | 9.1 - 18.3 | 5.6 - 13.5 | 5.5 - 12.8 | 2.1 - 8.8 | 3.0 - 3.9 |
| LDH (U/L) | 408 - 1236 | 318 - 1243 | - | 269 - 1640 | 2380 |

Tableau 9. Gammes de références hématologiques et biochimiques des Ratites [10]

3.3. L'imagerie

La principale difficulté rencontrée avec les Ratites pour les clichés radiographiques est la taille de l'animal, notamment pour l'autruche, le casoar et l'émeu. En effet, les cassettes radiographiques dont dispose la majorité des vétérinaires, notamment en canine, ne permettent pas de contenir certaines structures dans leur ensemble. Il vaut mieux se tourner vers des structures bovine ou équine ayant du matériel plus adapté ou vers des structures s'occupant de faune sauvage. De plus, la densité musculaire, la faible densité des os et la présence de plumes rendent difficile l'obtention d'une bonne image radiographique des tissus mous. [26] On obtient de meilleur résultat lorsqu'il s'agit de radiographie osseuse. [13]

Par ailleurs l'échographie est souvent utilisée à visée diagnostic. La plus grosse difficulté avec cette technique d'imagerie est d'obtenir une bonne image sans être gêné par les sacs aériens abdominaux. L'endoscopie (notamment la gastroscopie) peut également être utilisée comme moyen de diagnostic lors d'impaction par exemple. [26]

3.4. L'anesthésie

De par l'absence de sphincter œsophage/proventricule, il faut faire attention aux régurgitations pendant les anesthésies. [10] Pour un meilleur effet des agents anesthésiques il est conseillé de faire les injections dans un endroit calme, isolé des autres animaux et de laisser l'animal dans le noir le temps que les molécules fassent effet. [26]

Les Ratites peuvent facilement être intubés car leur glotte est large et rapidement accessible quand la bouche est tenue ouverte et la langue tirée en avant. [14]

La présence chez l'émeu du sac situé sur la trachée peut entraîner des complications pour les anesthésies par inhalation. Si une pression positive est utilisée pour gonfler les sacs aériens et les poumons, l'air est dirigé dans le sac et le gonfle. Cela peut être évité en enroulant la partie inférieure du cou avec une bande adhésive élastique en prenant soin de ne pas comprimer les vaisseaux. La sonde trachéale doit être insérée caudalement à la fente trachéale, mais une sonde très longue serait nécessaire pour un oiseau adulte et l'on risquerait l'intubation de seulement une bronche, ce qui pourrait provoquer l'occlusion des bronches. [14]

L'importante musculature autour de l'os tibiotarsal proximal entraîne la formation d'une bosse de taille importante quand l'animal est en décubitus latéral. Lorsque celui-ci est couché, une pression importante se fait sur cette bosse, ce qui peut comprimer le nerf fibulaire ou entraîner un œdème ischémique. Lors d'une anesthésie générale de ces oiseaux il est nécessaire d'utiliser soit un matelas pneumatique ou à air ou un rembourrage en mousse pour éviter ce genre de complication. [14]

Lors du réveil, il faut faire attention à mettre l'animal dans un box où il ne pourrait pas se faire mal car lors du réveil, les Ratites peuvent avoir des mouvements violents et incontrôlés du cou et donc se briser les vertèbres. [10]

3.5. La chirurgie

Les jambes musclées des Ratites, ainsi que les griffes présentes à l'extrémité de leurs doigts, représentent un très bon moyen d'attaque. Ce qui fait qu'en captivité, on peut être souvent amené à traiter des lacérations ou d'autres blessures traumatiques telles que des fractures par exemple. [4] Les fractures sont fréquentes chez les Ratites et les réductions réussies ne sont pas courantes car ce sont des animaux facilement stressés, bipèdes, qui doivent pouvoir marcher en post-opératoire. Les fractures fémorales et tibiotarsales proximales présentent souvent des hémorragies internes, surtout chez les autruches. Les fractures du tarsométatars sont souvent ouvertes et infectées. Un décubitus prolongé provoque des nécroses du muscle et une contraction des tendons. On peut utiliser des écharpes et des attelles chez l'émeu pour certaines fractures, mais cela ne fonctionne pas chez l'autruche. Les fractures des ailes peuvent arriver lors d'une mauvaise contention. [26]

De par l'absence de jabot et de sphincter œsophagien, mais aussi en raison d'une jonction assez étroite entre le proventricule et le gésier, il est assez fréquent de devoir faire des proventriculotomies ou des ventriculotomies lors d'impaction ou pour aller chercher des corps étrangers. [4]

Quand une laparotomie est réalisée, l'essentiel du tissu adipeux devra être retiré avant de suturer la paroi. [14]

En ce qui concerne la partie reproduction, de par la taille importante des œufs, il est parfois nécessaire de devoir intervenir lors de rétention d'œuf. Sur les poussins de moins de deux semaines, on peut avoir à intervenir lors de rétention de sac vitellin ou lorsque celui-ci est infecté. [4]

3.6. Les maladies

Les autruches sont assez sujettes aux ruptures spontanées de l'aorte qui sont le plus souvent localisées au niveau de l'arc aortique. [26]

Il faut faire également faire attention aux parasites dans les conduits auditifs. [14] L'autruche est prédisposée à faire des impactions et des coliques de par son temps de transit alimentaire plus long alors que l'émeu chez qui le transit se fait beaucoup plus rapidement on trouve beaucoup plus rarement ce genre de problème. [27]

3.7. Les traitements médicaux

Pour administrer des traitements par voie orale, la façon la plus précise est par une sonde stomacale. Cependant, cela peut stresser l'oiseau et devenir dangereux pour les manipulateurs. Comme ce sont des oiseaux assez curieux, il se peut qu'ils prennent d'eux-mêmes les comprimés en raison de leur aspect nouveau et peu habituel. Pour les individus ayant besoin de recevoir de grandes quantités de médicaments ou avec une fréquence d'administration importante, on peut utiliser une sonde œsophagienne transcutanée. S'il y existe une forme galénique pouvant se mélanger à l'eau de boisson ou à la nourriture, cela donne de bons résultats également. [4]

Pour tout ce qui est médicament par injection, se référer au paragraphe concerné.

3.8. L'autopsie

La méthode pour les autopsies sur ces animaux ne change pas vraiment de celles pour les autres espèces. Les commémoratifs et l'anamnèse sont importants et doivent être recueillis au préalable.

Voilà quelques recommandations pour augmenter ses chances de trouver un diagnostic sur les échantillons et prélèvements récoltés pendant l'examen post-mortem :

- L'examen doit se faire dans un endroit clos et bien ventilé avec une lumière suffisante pour bien identifier et examiner les organes.
- Préparer à l'avance des pots de prélèvements et des écouvillons stériles. Les tissus prélevés pour l'histologie doivent être mis dans une solution saline tampon à 10% et correctement étiquetée, dans un récipient imperméable avec un ratio de 1/10 de prélèvement pour le liquide afin d'assurer une fixation optimale.
- Pour les autopsies des grands Ratites, prévoir des instruments adéquats (on peut utiliser ceux utilisés en équine ou bovine)
- Les manipulateurs doivent être correctement équipés pour éviter de contaminer les tissus mais aussi pour se protéger de potentielles zoonoses : masque, combinaison, bottes ou sur-chaussures, gants et lunettes. [28]

En ce qui concerne la technique d'autopsie, la méthode reste similaire à celle utilisée chez les autres espèces :

- Examiner en premier lieu l'aspect externe de l'animal, à la recherche de lésions, de plaies, de fractures évidentes ou ouvertes des ailes ou des pattes. Regarder s'il n'y a pas d'écoulement hémorragique au niveau du cloaque ou des cavités orales, nasales ou oculaires. On peut faire des prélèvements au niveau du cloaque ou des choanes si besoin.
- Au niveau de la cavité orale, de la trachée et de l'œsophage, regarder s'il y a des signes évidents de certaines pathologies. Il peut être intéressant de faire

des prélèvements de la trachée, de l'œsophage, de la muqueuse orale, de la conjonctive et du cerveau pour un examen histologique.

- Inciser l'animal du processus xiphoïde jusqu'au cloaque le long de la ligne blanche.

- Examiner les organes en place. Faire des prélèvements du foie et de la rate pour un examen histologique. Le tractus gastro-intestinal doit être ouvert, le contenu digestif examiné et il faut rechercher la présence d'endoparasites ou des signes d'entérite mais aussi la présence de corps étrangers, très fréquents chez ces espèces.

- Les reins doivent être examinés à la recherche de néphrite ou d'accumulation d'urate.

- En ce qui concerne le système reproducteur de la femelle, des écouillons de la lumière de l'oviducte et des ovules doivent être effectués si possible.

- Le cœur, les poumons et les vaisseaux principaux doivent être examinés et un échantillon sanguin provenant de l'oreillette droite doit être prévu pour un examen microbiologique.

- Les poumons doivent être retirés de la cavité thoracique et examinés pour une éventuelle infection mycosique ou virale.

- Les articulations fémorotibiales (correspondant au grasset) et tarsiennes (correspondant au jarret) doivent être ouvertes et examinées à la recherche d'arthrite. Des écouillons des écoulements doivent être prélevés.

- De manière générale, tout tissu présentant une anomalie doit être prélevé et soumis à un examen histologique et microbiologique. En routine il est recommandé de prendre des sections de 2 x 0,5 cm de tous les organes majeurs en plus de la peau. [28]

CONCLUSION

Les Ratites sont un petit groupe comprenant 5 espèces, toutes ayant comme caractéristique commune leur incapacité à voler. Cette inaptitude leur confère des caractères anatomiques communs tels que l'absence de bréchet, des muscles pectoraux réduits, un appareil locomoteur développé, ... Cependant ceux-ci présentent bon nombre de différences. Tout d'abord par leur aspect physique extérieur : poids, taille, plumage, ... mais également au niveau de leur anatomie interne. Pour éviter de faire des conclusions inexactes lors des rapports d'autopsie en transposant l'anatomie d'autres oiseaux aux Ratites ou en se basant sur l'anatomie d'un ratite pour un autre, il est important de connaître les différences majeures qu'il existe entre toutes ces espèces.

Bien que leur anatomie commence à être de plus en plus connue et détaillée, l'origine du caractère le plus fort des Ratites (leur inaptitude à voler) fait encore débat au sein de la communauté scientifique. Un article a récemment été publié sur ce sujet essayant d'expliquer comment la disparition du vol chez ces espèces serait survenue et en quoi cela permettrait d'aider à comprendre l'origine et la phylogénie de ce groupe. [21]

AGREMENT SCIENTIFIQUE

En vue de l'obtention du permis d'imprimer de la thèse de doctorat vétérinaire

Je soussigné, MOGICATO Giovanni, Enseignant-chercheur, de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, directeur de thèse, certifie avoir examiné la thèse de **Anne-Sophie MIGEON** intitulée « **Anatomie comparée des ratites** » et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.

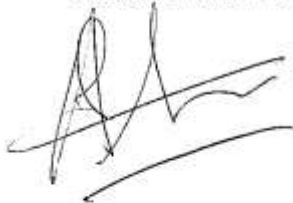
Fait à Toulouse, le 19 mai 2014
Docteur Giovanni MOGICATO
Enseignant chercheur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse



Vu :
Le Directeur de l'Ecole Nationale
Vétérinaire de Toulouse
Professeur Alain MILON



Vu :
Le Président du jury :
Professeur Alexis VALENTIN



Vu et autorisation de l'impression :
Le Président de l'Université
Paul Sabatier
Professeur Bertrand MONTUBERT
Par délégation, la Vice-Présidente du CEVU
Madame Régine ANDRÉ OBRECHT



Conformément à l'Arrêté du 20 avril 2007, article 6, la soutenance de la thèse ne peut être autorisée qu'après validation de l'année d'approfondissement.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] BAUMEL J.J (1993) Handbook of avian anatomy: nomina anatomica avium. Second edition. Cambridge: the club. 77.p.
- [2] BEZUIDENHOUT A.J (1999) Anatomy of the ostrich In DEEMING D.C, The ostrich : biology, Production and Health CABI Publishing, Oxon, Cambridge. 360p. ISBN 978-0851993508
- [3] CASTRO I, CUNNINGHAM S.J, GSELL A.C, JAFFE K, CABRERA A, LIENDO C. (2010). Olfaction in birds: a closer look at the kiwi (Apterygidae). J. Avian Biol; **41** ; 213-218.
- [4] CHO P, BROWN R, ANDERSON M (1984). Comparative gross anatomy of ratites. Zoo Biology, **3**, 133-144.
- [5] Coles B.H (1997), Avian Medicine and Surgery. Second edition. London: Blackwell Science Ltd. 408p. ISBN 0-632-03356-8.
- [6] CROLE M.R., SOLEY J.T. (2009) Morphology of the tongue of the emu (*Dromaius novaehollandiae*). I. Gross anatomical features and topography, Onderstepoort J. Vet. Res. 76 p 335–345.
- [7] CROLE M.R., SOLEY J.T. (2009). Morphology of the tongue of the emu (*Dromaius novaehollandiae*). II. Histological features, Onderstepoort J. Vet. Res. 76 p 347–361.
- [8] DAVIS S.J.J.F (2002) Ratites and Tinamous (Bird Families of the world). New-York: Oxford University Press Inc. 360p. ISBN 0 19 854996 2
- [9] DELEBECQUE HP (2004). L'alimentation de l'émeu (*Dromaius novaehollandiae*). Thèse de doctorat vétérinaire , Toulouse 3, 121p.
- [10] DONELEY B. (2005) Management of captives ratites. In: Harrison G.J, LIGHT-FOOT T.L clinical avian medicine Volume 2. Spix Publishing.
- [11] EL-NAHLA S.M, EL-MAHDY T, ABBOTT L.C, HASSAN S.A.M (2010). Innervation of the pelvic limb of the adult ostrich (*Struthio camelus*). Anat. Histol. Embryol, **39**, 411–425.
- [12] EL-NAHLA S.M, EL-MAHDY T, ABBOTT L.C, HASSAN S.A.M (2010). The arterial supply of the pelvic limb of the adult ostrich (*Struthio camelus*). Anat. Histol. Embryol, **39**, 339–354.
- [13] FORESTIER J. (2014). Contribution à l'étude de l'émeu. *Dromaius novahollandiae*. Thèse de doctorat vétérinaire, Toulouse 3, 117p.

- [14] FOWLER M.E (1991). Comparative clinical anatomy of ratites. *J.ZOO.Wild.Med.*, **22**, 204-227
- [15] FOWLER.M.E et MILER R.E (2003) Zoo and wild animal medicine. Fifth edition. Saunders. 99ép. ISBN 978-0-7216-9499-3
- [16] GLENNY F.H (1942) Arteries in the heart region of the Kiwi. *The Auk* [en ligne], **59**, 225-228. <http://www.jstor.org/stable/4079552> (consulté le 10/05/2014)
- [17] GRASSET P.P (1950), *Traité de zoologie- Anatomie, systématique, biologie*. T.XV Oiseaux. Paris : Masson et Cie.1164p.
- [18] GUSSEKLOO, S.W.S (2000), *The evolution of the Palaeognathous Birds, Functional morphology and evolutionary patterns*. Thèse universitaire, Leyde, 182p.
- [19] *Handbook of the birds of the world alive* [en ligne]. Disponible sur: <http://www.hbw.com/species/> (Consulté le 17/04/14)
- [20] HERD R.M., DAWSON T.J. (1984) Fiber digestion in the emu, *Dromaius novaehollandiae*, a large bird with a simple gut and high rates of passage. <http://www.jstor.org/stable/3881448> (consulté le 10/05/2014). *Physiol. Zool.*, **57**,1, 70 - 84.
- [21] MITCHELL K.J (2014). Ancient DNA reveals elephant birds and kiwi are sister taxa and clarifies ratite bird evolution. *Science*, **344**, 898-900.
- [22] OWEN R. (1841). On the anatomy of the Southern Apteryx (*Apteryx Australis*) *Transaction of the zoological society of London*, **2**, 257-302
- [23] PICASSO M.B.J (2010). The hindlimb muscles of *Rhea Americana*. *Anat. Histol. Embryol.* **39**, 462–472
- [24] POISSON H.L (1925). L'autruche à Madagascar. Thèse de doctorat vétérinaire, faculté de médecine et de pharmacie de Lyon. 158p.
- [25] STAGER K.E (1967). Avian olfaction. *American Zoologist* [en ligne], **7**, 415-420.
- [26] STEWART J. (1994) Ratites. In *Avian medicine : principles and application*. Zoological Education Network. P.1284-1326.
- [27] TULLY T.N, DORRESTEIN G.M, JONES A.K (2009). *Handbook of avian medicine*. Second Edition. Saunders Ltd. 456p. ISBN 978 0 7020 28748
- [28] TULLY T.N, SHANE S.M (1996). *Ratite Management, Medicine and Surgery*. Krieger Pub Co.214p. ISBN 978-0894648748.
- [29] ZOLLER G. (2013) *Pathologie cardiovasculaire des oiseaux*. Thèse de doctorat vétérinaire, Lyon I, 182p.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

TABLEAUX

| | |
|--|----|
| Tableau 1. Présentation de l'ordre des Ratites selon la classification de Sibley - Ahlquist..... | 17 |
| Tableau 2. Comparaison de la taille des os (en cm) des Ratites adultes..... | 65 |
| Tableau 3. Tableau comparatif de la langue chez les Ratites..... | 71 |
| Tableau 4. Comparaison des différentes tailles (en cm) du tube digestif des Ratites..... | 76 |
| Tableau 5. Comparaison des longueurs des intestins (en cm) chez les Ratites..... | 77 |
| Tableau 6. Tableau comparatif des organes reproducteurs chez les Ratites..... | 80 |
| Tableau 7. Tableau récapitulatif des grandes différences anatomiques entre les différentes espèces de Ratites..... | 85 |
| Tableau 8. Valeur physiologique des différentes espèces de Ratites..... | 89 |
| Tableau 9. Gammes de références hématologiques et biochimiques des Ratites..... | 91 |

FIGURES

| | |
|--|----|
| Figure 1. Vue ventrale du complexe ptérygoïde-palatin (CPP) chez le nandou d'Amérique (<i>Rhea americana</i>)..... | 18 |
| Figure 2. Vue oblique de l'articulation basotemporale et de l'articulation entre l'os carré et le ptérygoïde chez le nandou..... | 18 |
| Figure 3. Mâle nandou d'Amérique adulte..... | 20 |
| Figure 4. Femelle nandou d'Amérique adulte..... | 20 |
| Figure 5. Jeune nandou d'Amérique..... | 20 |
| Figure 6. <i>Rhea americana americana</i> | 21 |
| Figure 7. <i>R. a. intermedia</i> | 21 |
| Figure 8. <i>R. a. nobilis</i> | 21 |
| Figure 9. <i>R. a. albescens</i> | 21 |
| Figure 10. <i>R. a. araneipes</i> | 21 |
| Figure 11. Zone d'habitat des différentes sous-espèces du nandou d'Amérique..... | 22 |
| Figure 12. Mâle nandou de Darwin adulte..... | 24 |
| Figure 13. Jeunes nandou de Darwin..... | 25 |
| Figure 14. <i>P. p. pennata</i> | 26 |
| Figure 15. <i>P. p. tarapacensis</i> | 26 |
| Figure 16. <i>P. p. garleppi</i> | 26 |
| Figure 17. Zone d'habitat des différentes sous-espèces du nandou de Darwin..... | 26 |
| Figure 18. Mâle autruche adulte..... | 29 |
| Figure 19. Femelle autruche adulte..... | 29 |
| Figure 20. Jeune autruche..... | 29 |
| Figure 21. <i>S. c. camelus</i> | 31 |

| | |
|--|----|
| Figure 22. <i>S. c. australis</i> | 31 |
| Figure 23. <i>S. c. molybdophanes</i> | 31 |
| Figure 24. <i>S. c. massaicus</i> | 31 |
| Figure 25. Zone d'habitat des différentes sous-espèces d'autruche..... | 32 |
| Figure 26. Femelle kiwi austral adulte..... | 35 |
| Figure 27. Mâle kiwi austral adulte..... | 35 |
| Figure 28. Jeune kiwi austral..... | 35 |
| Figure 29. <i>A.a. australis</i> | 36 |
| Figure 30. <i>A.a. mantelli</i> | 36 |
| Figure 31. <i>A.a. lawryi</i> | 36 |
| Figure 32. Zone d'habitat des différentes sous- espèces du kiwi austral..... | 37 |
| Figure 33. Femelle kiwi d'Owen adulte..... | 39 |
| Figure 34. Jeune kiwi d'Owen..... | 40 |
| Figure 35. Zone d'habitat du kiwi d'Owen..... | 41 |
| Figure 36. Femelle kiwi roa adulte..... | 43 |
| Figure 37. Jeune kiwi roa..... | 43 |
| Figure 38. Zone d'habitat du kiwi roa..... | 44 |
| Figure 39. Mâle kiwi d'Okarito adulte..... | 46 |
| Figure 40. Femelle kiwi d'Okarito adulte..... | 46 |
| Figure 41. Zone d'habitat du kiwi d'Okarito..... | 47 |
| Figure 42. Mâle émeu adulte..... | 48 |
| Figure 43. Femelle émeu adulte..... | 48 |
| Figure 44. Jeune émeu..... | 49 |
| Figure 45. Zone d'habitat de l'émeu d'Australie..... | 50 |
| Figure 46. Casoar à casque adulte..... | 53 |
| Figure 47. Jeune casoar à casque..... | 54 |
| Figure 48. Zone d'habitat du casoar à casque..... | 55 |
| Figure 49. Casoar unicaronculé adulte..... | 57 |
| Figure 50. Jeune casoar unicaronculé..... | 57 |
| Figure 51. Zone d'habitat du casoar unicaronculé..... | 58 |
| Figure 52. Casoar de Bennett adulte..... | 60 |
| Figure 53. Zone d'habitat du casoar de Bennett..... | 61 |
| Figure 54. Ceinture pelvienne d'une autruche adulte..... | 64 |
| Figure 55. Sternum des Ratites..... | 65 |
| Figure 56. Thorax et sternum d'une autruche adulte..... | 65 |
| Figure 57. Rappel anatomique d'une plume..... | 68 |
| Figure 58. Plume des Ratites..... | 68 |
| Figure 59. Système respiratoire d'une autruche montrant de manière schématique la localisation des sacs aériens..... | 70 |
| Figure 60. Estomac des Ratites..... | 72 |
| Figure 61. Vue latérale droite d'un cloaque d'une autruche..... | 75 |
| Figure. 62. Schéma des tractus digestifs d'une autruche, d'un émeu et d'un kiwi.... | 77 |

| | |
|---|----|
| Figure 63. Boucle duodénale chez une autruche entourant le pancréas..... | 78 |
| Figure 64. Vue latérale gauche d'un cloaque et phallus au repos et en érection d'un mâle autruche adulte..... | 80 |
| Figure 65. Vue latérale gauche d'un phallus au repos et en érection d'un mâle émeu ou nandou adulte..... | 80 |
| Figure 66. Comparaison des différents œufs de Ratites..... | 81 |
| Figure 67. Présentation d'un œuf de kiwi par rapport à sa taille..... | 81 |

NOM: MIGEON

PRÉNOM : Anne-Sophie

TITRE : ANATOMIE COMPAREE DES RATITES

RÉSUMÉ : Les ratites sont un groupe dont l'importance à grandit au cours des dernières années aussi bien par les élevages d'autruches ou d'émeus pour leur viande que par leur place en parc zoologique. Dans un contexte comme dans l'autre, les vétérinaires sont amenés à faire des autopsies de ces animaux. Il est donc important de connaître l'anatomie de chaque espèce pour pouvoir reconnaître le pathologique du physiologique, mais aussi pour pouvoir adapter les gestes cliniques tels que des prises de sang, des injections ou encore la contention au mieux possible pour chaque individu. Cet ouvrage présente une comparaison de l'anatomie des différentes espèces du groupe des ratites entre-elles et mais aussi par rapport aux autres oiseaux, et montre en quoi ces particularités anatomiques ont une importance pour la clinique.

MOTS-CLÉS : Ratites, Autruche, *Struthio camelus*, Emeu, *Dromaius novaehollandiae*, Nandou, *Rhea americana*, Caosar, *Casuarius casuarius*, Kiwi, *Aptéryx australis*, Anatomie comparée.

ENGLISH TITLE : COMPARATIVE ANATOMY OF RATITES

ABSTRACT : Ratites are a group which has seen its importance growing since the last decades thanks to ostriches and emus farming but also by their place in zoological parks. In one context like the other, veterinarians are supposed to run autopsies of those animals. That why it is important to know the anatomy of each specie, for being able to make the difference between the pathologic and the physiologic, but also for adapting clinical process such as blood test, injections or the most suitable handling for each bird.

This work presents a comparison of the anatomy of the different species of the ratites group among them, but also between them and the others birds, and points out how those distinctive feature have their importance for the clinic.

KEYWORDS: Ratites, ostrich, *Struthio camelus*, emu, *Dromaius novaehollandiae*, rhea, *Rhea americana*, cassowary, *Casuarius casuarius*, kiwi, *Aptéryx australis*, comparative anatomy.