



ANNEE 2004 THESE : 2004 – T O U 3 – 4021

L'ALIMENTATION DE L'EMEU (*Dromaius novaehollandiae*)

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

DIPLOME D'ETAT

*présentée et soutenue publiquement en 2004
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

par

Aymeric, Henri-Paul DELEBECQUE
Né, le 3 avril 1977 à TOURCOING (Nord)

Directeur de thèse : Madame le Docteur Nathalie PRIYMENKO

JURY

PRESIDENT :
M. Henri DABERNAT

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEUR :
Mme Nathalie PRIYMENKO
M. Jean-Yves JOUGLAR

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE
Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE



MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PÊCHE
ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE

| | | | |
|-----------------------------|---|-----|-------------------------|
| Directeur | : | M. | P. DESNOYERS |
| Directeurs honoraires..... | : | M. | R. FLORIO |
| | | M. | J. FERNEY |
| | | M. | G. VAN HAVERBEKE |
| Professeurs honoraires..... | : | M. | A. BRIZARD |
| | | M. | L. FALIU |
| | | M. | C. LABIE |
| | | M. | C. PAVAU |
| | | M. | F. LESCURE |
| | | M. | A. RICO |
| | | M. | A. CAZIEUX |
| | | Mme | V. BURGAT |
| | | M. | D. GRIESS |

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

- M. **CABANIE Paul**, *Histologie, Anatomie pathologique*
- M. **CHANTAL Jean**, *Pathologie infectieuse*
- M. **DARRE Roland**, *Productions animales*
- M. **DORCHIES Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
- M. **GUELFY Jean-François**, *Pathologie médicale des Equidés et Carnivores*
- M. **TOUTAIN Pierre-Louis**, *Physiologie et Thérapeutique*

PROFESSEURS 1^{ère} CLASSE

- M. **AUTEFAGE André**, *Pathologie chirurgicale*
- M. **BODIN ROZAT DE MANDRES NEGRE Guy**, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*
- M. **BRAUN Jean-Pierre**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
- M. **DELVERDIER Maxence**, *Histologie, Anatomie pathologique*
- M. **ECKHOUTTE Michel**, *Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale*
- 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. **MILON Alain**, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*
- M. **PETIT Claude**, *Pharmacie et Toxicologie*
- M. **REGNIER Alain**, *Physiopathologie oculaire*
- M. **SAUTÉT Jean**, *Anatomie*
- M. **SCHELCHER François**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour*

PROFESSEURS 2^e CLASSE

- Mme **BENARD Geneviève**, *Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale*
- M. **BERTHELOT Xavier**, *Pathologie de la Reproduction*
- M. **CORPET Denis**, *Science de l'Aliment et Technologies dans les industries agro-alimentaires*
- M. **DUCOS DE LAHITTE Jacques**, *Parasitologie et Maladies parasitaires*
- M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*
- M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
- Mme **KOLF-CLAUW Martine**, *Pharmacie - Toxicologie*
- M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et Thérapeutique*
- M. **LIGNEREUX Yves**, *Anatomie*
- M. **PICAVET Dominique**, *Pathologie infectieuse*

PROFESSEUR ASSOCIE

- M. **HENROTEAUX Mare**, *Médecine des carnivores*

INGENIEUR DE RECHERCHES

- M. **TAMZALI Youssef**, *Clinique équine*

PROFESSEURS CERTIFIES DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE

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

MAITRE DE CONFERENCES HORS CLASSE

- M. JOUGLAR Jean-Yves, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour*

MAITRE DE CONFERENCES CLASSE NORMALE

- M. ASIMUS Erik, *Pathologie chirurgicale*
M. BAILLY Jean-Denis, *Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale*
M. BERGONIER Dominique, *Pathologie de la Reproduction*
M. BERTAGNOLI Stéphane, *Pathologie infectieuse*
Mme BOUCRAUT-BARALON Corine, *Pathologie infectieuse*
Mlle BOULLIER Séverine, *Immunologie générale et médicale*
Mme BOURGES-ABELLA Nathalie, *Histologie, Anatomie pathologique*
M. BOUSQUET-MELOU Alain, *Physiologie et Thérapeutique*
Mme BRET-BENNIS Lydie, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
M. BRUGERE Hubert, *Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale*
Mlle CADIERGUES Christelle, *Dermatologie*
Mme CAMUS-BOUCLAINVILLE Christelle, *Biologie cellulaire et moléculaire*
Mme COLLARD-MEYNAUD Patricia, *Pathologie chirurgicale*
M. CONCORDET Didier, *Mathématiques, Statistiques, Modélisation*
Mlle DIQUELOU Armelle, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
M. DUCOS Alain, *Zootéchnie*
M. DOSSIN Olivier, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
M. FOUCRAS Gilles, *Pathologie du bétail*
Mme GAYRARD-TROY Véronique, *Physiologie de la Reproduction, Endocrinologie*
M. GUERIN Jean-Luc, *Productions animales*
Mme HAGEN-PICARD Nicole, *Pathologie de la Reproduction*
M. JACQUIET Philippe, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
M. JAEG Jean-Philippe, *Pharmacie et Toxicologie*
M. LYAZRHI Faouzi, *Statistiques biologiques et Mathématiques*
M. MAREnda Marc, *Pathologie de la reproduction*
M. MATHON Didier, *Pathologie chirurgicale*
Mme MESSUD-PETIT Frédérique, *Pathologie infectieuse*
M. MEYER Gilles, *Pathologie des ruminants*
M. MONNEREAU Laurent, *Anatomie, Embryologie*
Mme PRIYMENKO Nathalie, *Alimentation*
Mme RAYMOND-LETRON Isabelle, *Anatomie pathologique*
Mlle SANS Pierre, *Productions animales*
Mlle TRUMEL Catherine, *Pathologie médicale des Equidés et Carnivores*
M. VALARCHER Jean-François, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour*
M. VERWAERDE Patrick, *Anesthésie, Réanimation*

MAITRES DE CONFERENCES CONTRACTUELS

- M. DESMAIZIERES Louis-Marie, *Clinique équine*
M. LEON Olivier, *Elevage et santé en productions avicoles et porcines*

MAITRE DE CONFERENCES ASSOCIE

- M. REYNOLDS Brice, *Pathologie chirurgicale*

ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS

- M. CORBIERE Fabien, *Pathologie des ruminants*
Mme MEYNADIER-TROEGELER Annabelle, *Alimentation*
M. MOGICATO Giovanni, *Anatomie, Imagerie médicale*
Mlle PALIERNE Sophie, *Chirurgie des animaux de compagnie*

A notre président de thèse

Monsieur le professeur DABERNAT

Professeur des universités

Praticien hospitalier

Bactériologie

Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse.
Hommages respectueux.

A notre jury de thèse

Madame le docteur PRIYMENKO

Maître de Conférence à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse

Alimentation

En remerciement de sa patience et de ses précieux conseils.
Qu'elle veuille bien trouver ici l'expression de notre très profonde gratitude.

Monsieur le docteur JOUGLAR

Maître de Conférence à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse

Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour

Qui a aimablement accepté de participer à ce jury de thèse.
Sincères remerciements.

Au docteur DEMOURY

Qui nous a toujours accueilli avec bienveillance et qui nous a conseillé dans l'élaboration de ce travail.
Sincères remerciements.

Au personnel du laboratoire d'alimentation de l'E.N.V.T., pour les analyses des coquilles d'œufs.

A mes parents

Pour leur aide, leur soutien, leur confiance et les valeurs enseignées depuis toutes ces années.

Qu'ils trouvent à travers ce modeste travail toute la reconnaissance et le respect que je leur dois.

A ma sœur, Ludivine

Sache que ton grand frère sera toujours là pour toi.

A ma marraine, Françoise

Pour son soutien et sa disponibilité permanente.

A Mamie, Papy, José, Marie-Claire, Colette, Nicole, Hélène, Céline, Matthieu, Manu, Gabriela, François, Virginie et Arthur.

A Bonne Maman

A Alain

A Stéphanie

Pour me supporter et tout ce que tu m'apportes chaque jour.

Que notre chemin ensemble soit le plus long possible.

A mes Bretons préférés : Martine, Michel, Céline et Manu

A tous mes amis

Les Ch'tis :

Hugues, Samuel, Antoine, Sébastien et Frédéric

Si t'en reveux, y'en re n'a !

Les Toulousains (dans le désordre) :

Charles, Cochon, Ludo C., Laurent F., Sophie, Mékéta, Yann, Clémentine, Méph, Caro, Anne, Jeff, Xav, Milou, Jérôme, Violaine, Manutapan, Hélène, Ω, Julien, 100π, Pif, Fick, Bubble, Delmine, Stouck, Arnaud, Carole, Ludo B., Sissou, Philou, Canari, Laurent N., Estelle, P'tit Nico, Manue, Adrien, Romu, Matt, Psy, Gros Nico, Tchass, Scut, Djege, Meuh, Séverine, Minette, Ston...et les autres.

TABLE DES MATIERES

| | |
|---|------------|
| INTRODUCTION..... | p12 |
| 1^{ère} PARTIE : PRESENTATION DES RATITES ET ETUDE ZOOLOGIQUE DE L'ÉMEU..... | p13 |
| I - CLASSIFICATION SYSTEMATIQUE..... | p14 |
| I.1 - La Sous-Classe des Carinates..... | p14 |
| I.2 - La Sous-Classe des Impennés..... | p14 |
| I.3 - La Sous-Classe des Ratites..... | p14 |
| II - PRESENTATION DES RATITES..... | p17 |
| II.1 - Ordre des Aptérygiformes..... | p17 |
| II.2 - Ordre des Struthioniformes..... | p18 |
| II.2.1 - Famille des Struthionidés..... | p18 |
| II.2.2 - Famille des Rhéidés..... | p19 |
| II.2.3 - Famille des Casuariidés | p21 |
| II.2.3.1 - Sous-Famille des Casuariinés..... | p21 |
| II.2.3.2 - Sous-Famille des Dromicéiinés..... | p22 |
| II.3 - Origine des Ratites..... | p23 |
| III - MORPHOLOGIE DES RATITES..... | p24 |
| III.1 - Morphologie comparative des Struthioniformes..... | p24 |
| III.2 - Morphologie de l'émeu..... | p27 |
| III.2.1 - Morphologie générale de l'adulte..... | p27 |
| III.2.2 - Morphologie du jeune et développement..... | p28 |
| IV - MILIEU ET MODE DE VIE A L'ÉTAT SAUVAGE..... | p30 |
| IV.1 - Répartition géographique..... | p30 |
| IV.2 - Milieu de vie..... | p31 |
| IV.3 - Organisation sociale..... | p31 |
| IV.4 - Les migrations..... | p31 |
| IV.5 - L'alimentation de l'émeu sauvage..... | p32 |
| IV.5.1 - Variation du régime alimentaire selon les saisons..... | p32 |
| IV.5.2 - Variation du comportement d'ingestion selon les saisons..... | p33 |

| | |
|--|------------|
| IV.5.3 - L'adaptation physiologique à la sécheresse..... | p34 |
| IV.6 - La reproduction en milieu naturel..... | p34 |
| IV.6.1 - La saison de reproduction..... | p34 |
| IV.6.2 - L'accouplement..... | p35 |
| IV.6.3 - La ponte et l'incubation des œufs..... | p35 |
| IV.6.4 - L'élevage des petits..... | p36 |
| V - QUELQUES ASPECTS DE L'ELEVAGE DE L'EMEU..... | p37 |
| V.1 - Généralités sur l'élevage..... | p39 |
| V.2 - Le logement des animaux..... | p39 |
| V.2.1 - Les poussins de moins de 3 mois..... | p39 |
| V.2.2 - Les jeunes de 3 à 12 mois et les adultes..... | p40 |
| V.2.3 - Les reproducteurs..... | p41 |
| V.3 - La reproduction..... | p41 |
| V.3.1 - Saison de reproduction..... | p41 |
| V.3.2 - L'accouplement..... | p41 |
| V.3.3 - Ponte..... | p41 |
| V.3.4 - Incubation des œufs..... | p42 |
| V.4 - L'alimentation..... | p45 |
| 2^{ème} PARTIE : ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE DIGESTIVE..... | p46 |
| I - DU BEC A L'ESTOMAC : INGESTION ET PREPARATION A LA DIGESTION..... | p47 |
| I.1 - Le bec et la cavité buccale..... | p47 |
| I.2 - L'œsophage..... | p47 |
| I.3 - L'estomac..... | p48 |
| I.3.1 - Proventricule..... | p48 |
| I.3.2 - Gésier..... | p49 |
| II - L'INTESTIN ET SES ANNEXES : DIGESTION ET ABSORPTION..... | p50 |
| II.1 - L'intestin grêle..... | p51 |
| II.1.1 - Duodénum et jéjunum..... | p51 |
| II.1.2 - Iléon..... | p52 |
| II.2 - Le gros intestin..... | p52 |

| | |
|--|-----|
| II.2.1 - Les caeca..... | p52 |
| II.2.2 - Le colon..... | p53 |
| II.3 - Les annexes du tube digestif..... | p53 |
| II.3.1 – Pancréas..... | p53 |
| II.3.2 – Foie..... | p53 |
| III - UN CAS PARTICULIER : LA DIGESTION DES FIBRES..... | p55 |
| III.1 - Digestibilité des fibres et apport énergétique..... | p55 |
| III.2 - Localisation des fermentations microbiennes au sein du tractus digestif..... | p56 |
| III.3 – Discussion..... | p57 |
| IV - LES DIFFERENCES MAJEURES ENTRE L'ADULTE ET LE POUSSIN..... | p58 |

3^{ème} PARTIE : DE L'ESTIMATION DES BESOINS ALIMENTAIRES AU RATIONNEMENT..... p62

CHAPITRE 1 : VERS UNE ESTIMATION DES BESOINS ALIMENTAIRES..... p63

| | |
|---|-----|
| I - LES BESOINS EN EAU..... | p63 |
| I.1 – Sources..... | p63 |
| I.2 - Aspect quantitatif..... | p63 |
| I.3 - Aspect qualitatif..... | p64 |
| II - LES BESOINS D'ENTRETIEN..... | p65 |
| II.1 - Besoin en énergie..... | p65 |
| II.2 - Besoins en protéines..... | p66 |
| II.3 - Besoins en minéraux et en oligo-éléments..... | p67 |
| II.4 - Besoins en en vitamines..... | p68 |
| III - LE BESOIN DE L'EMEU EN CROISSANCE..... | p70 |
| III.1 - Besoins en énergie..... | p70 |
| III.2 - Besoins en protéines..... | p71 |
| III.3 - Besoins en vitamines, en minéraux et en oligo-éléments..... | p73 |
| IV - LES BESOINS EN PONTE..... | p75 |
| IV.1 Besoins en énergie..... | p75 |
| IV.2 - Besoins en en protéines..... | p76 |
| IV.3 - Besoins en vitamines, en minéraux et en oligo-éléments..... | p77 |

| | |
|--------------------------------|-----|
| CHAPITRE 2 : RATIONNEMENT..... | p79 |
|--------------------------------|-----|

| | |
|--|-----|
| I - CONTRAINTES LORS DE FORMULATIONS DE RATIONS..... | p79 |
|--|-----|

| | |
|--|-----|
| I.1 - Contraintes nutritionnelles pour formuler des rations destinées aux émeus adultes..... | p79 |
|--|-----|

| | |
|--|-----|
| I.2 - Contraintes nutritionnelles pour formuler des rations destinées aux émeus en croissance..... | p80 |
|--|-----|

| | |
|--|-----|
| II - QUELQUES EXEMPLES DE RATIONS..... | p81 |
|--|-----|

| | |
|---|-----|
| III - LES MODES DE DISTRIBUTION DE L'ALIMENT..... | p84 |
|---|-----|

| | |
|------------------------|-----|
| III.1 - A volonté..... | p84 |
|------------------------|-----|

| | |
|-----------------------|-----|
| III.2 – Rationné..... | p84 |
|-----------------------|-----|

| | |
|--|-----|
| III.3 - Alimentation par sondage des oiseaux malades ou blessés..... | p86 |
|--|-----|

| | |
|---|------------|
| 4^{ème} PARTIE : TROUBLES ET PATHOLOGIE LIES A L'ALIMENTATION..... | p88 |
|---|------------|

| | |
|---|-----|
| CHAPITRE 1 : PATHOLOGIE ALIMENTAIRE DU POUSSIN..... | p89 |
|---|-----|

| | |
|---------------------------------|-----|
| I - DEFORMATION DES PATTES..... | p89 |
|---------------------------------|-----|

| | |
|----------------------|-----|
| I.1 – Symptômes..... | p89 |
|----------------------|-----|

| | |
|----------------------|-----|
| I.2 – Etiologie..... | p91 |
|----------------------|-----|

| | |
|--------------------------|-----|
| I.3 – Thérapeutique..... | p93 |
|--------------------------|-----|

| | |
|------------------------|-----|
| I.4 – Prophylaxie..... | p94 |
|------------------------|-----|

| | |
|--------------------------------------|-----|
| II - RACHITISME ET OSTEOFIBROSE..... | p96 |
|--------------------------------------|-----|

| | |
|--------------------------------------|-----|
| II.1 - Description et étiologie..... | p96 |
|--------------------------------------|-----|

| | |
|--------------------------------------|-----|
| II.2 - Traitement et prévention..... | p96 |
|--------------------------------------|-----|

| | |
|--|-----|
| III - AUTRES TROUBLES LIES A DES CARENCES..... | p97 |
|--|-----|

| | |
|---|-----|
| III.1 - Opisthotonos (« Tumbling chick syndrome »)..... | p97 |
|---|-----|

| | |
|---|-----|
| III.1.1 - Description et étiologie..... | p97 |
|---|-----|

| | |
|---|-----|
| III.1.2 - Traitement et prévention..... | p97 |
|---|-----|

| | |
|--------------------------------------|-----|
| III.2 - Cou tordu ou torticolis..... | p98 |
|--------------------------------------|-----|

| | |
|--------------------------------------|-----|
| III.3 - Recourbement des doigts..... | p98 |
|--------------------------------------|-----|

| | |
|---|------|
| CHAPITRE 2 : PATHOLOGIE DE LA REPRODUCTION..... | p99 |
| I - CHUTE DE PONTE..... | p99 |
| II - ANOMALIE DES ŒUFS..... | p101 |
| CHAPITRE 3 : AUTRES TROUBLES..... | p103 |
| I - PICA ET CANIBALISME..... | p103 |
| I.1 – Description..... | p103 |
| I.2 – Etiologie..... | p104 |
| I.3 – Traitement..... | p104 |
| I.2 – Prévention..... | p104 |
| II - ATTEINTES MECANIKES DE L'APPAREIL DIGESTIF..... | p105 |
| II.1 - Occlusion intestinale liées à l'ingestion de corps étrangers..... | p105 |
| II.2 - Prolapsus du cloaque..... | p105 |
| CONCLUSION..... | p107 |
| BIBLIOGRAPHIE..... | p108 |
| LISTE DES ILLUSTRATIONS..... | p113 |
| ANNEXE 1 : Comparaison des apports recommandés chez l'autruche et l'émeu..... | p116 |
| ANNEXE 2 : Composition de différentes matières premières utilisées pour élaborer des rations..... | p119 |

INTRODUCTION

Moins connu et étudié que l'autruche, l'émeu (*Dromaius novaehollandiae*), originaire d'Australie, est également un oiseau coureur appartenant aux Ratites. Les élevages sont encore récents : ils sont apparus il y a une trentaine d'années en Australie, et depuis une dizaine d'années seulement en France. Ces élevages se trouvent souvent confrontés à des problèmes de gestion, de sélection, de pathologie, d'alimentation... d'autant plus que, d'une part, les connaissances scientifiques concernant l'émeu sont encore fragmentaires et que, d'autre part, il existe de nombreuses particularités physiologiques spécifiques à cette espèce.

Ce travail, résultant d'une étude bibliographique et d'un stage effectué au sein de plusieurs élevages, a pour vocation de rassembler les connaissances sur cet oiseau et en particulier sur son alimentation en élevage.

Nous commencerons dans une première partie par une étude zoologique et zootechnique afin de situer l'émeu au sein de la Sous-Classe des Ratites. Dans un deuxième temps, l'anatomie et la physiologie du tractus digestif seront abordées et comparées avec celles d'autres Ratites pour souligner les spécificités de l'émeu. La troisième partie est une étude des besoins alimentaires, des apports recommandés et de la pratique du rationnement. Enfin, les principaux troubles liés à l'alimentation seront décrits dans une dernière partie.

**PREMIERE PARTIE : PRESENTATION DES
RATITES ET ETUDE ZOOLOGIQUE DE L'EMEU**

I - CLASSIFICATION SYSTEMATIQUE

« *Aucune définition de l'espèce n'a jusqu'à présent satisfait tous les naturalistes ; cependant chaque naturaliste sait vaguement ce qu'il veut dire lorsqu'il parle d'une espèce* » (Charles Darwin). Il n'existe en effet aucune classification, quel qu'en soit l'auteur, qui n'ait jamais porté à caution. Toutefois, tout le monde s'accorde à distinguer, dans la Classe des Oiseaux, trois grandes divisions très inégales :

I.1 - La Sous-Classe des Carinates

Les Carinates, aux ailes normales ou très rarement atrophiées, ont un sternum pourvu d'un bréchet (ou carène) où s'insèrent les muscles pectoraux (le grand pectoral étant le muscle abaisseur de l'aile et le petit pectoral le muscle releveur de l'aile). La plupart sont donc capables de voler.

I.2 - La Sous-Classe des Impennés

Chez les Impennés, les ailes sont transformées en nageoires (exemple : le manchot).

I.3 - La Sous-Classe des Ratites

La Sous-Classe des Ratites correspond aux oiseaux dont le sternum, ayant une forme de plateau, est dépourvu de bréchet. Les Ratites ne peuvent donc pas voler, leurs ailes sont atrophiées et non fonctionnelles, aussi les appelle-on Brévipennes (du Latin *brevis*, court et *penne*, plume). La course étant leur seul moyen de locomotion, on dit également que ce sont des « oiseaux coureurs ».

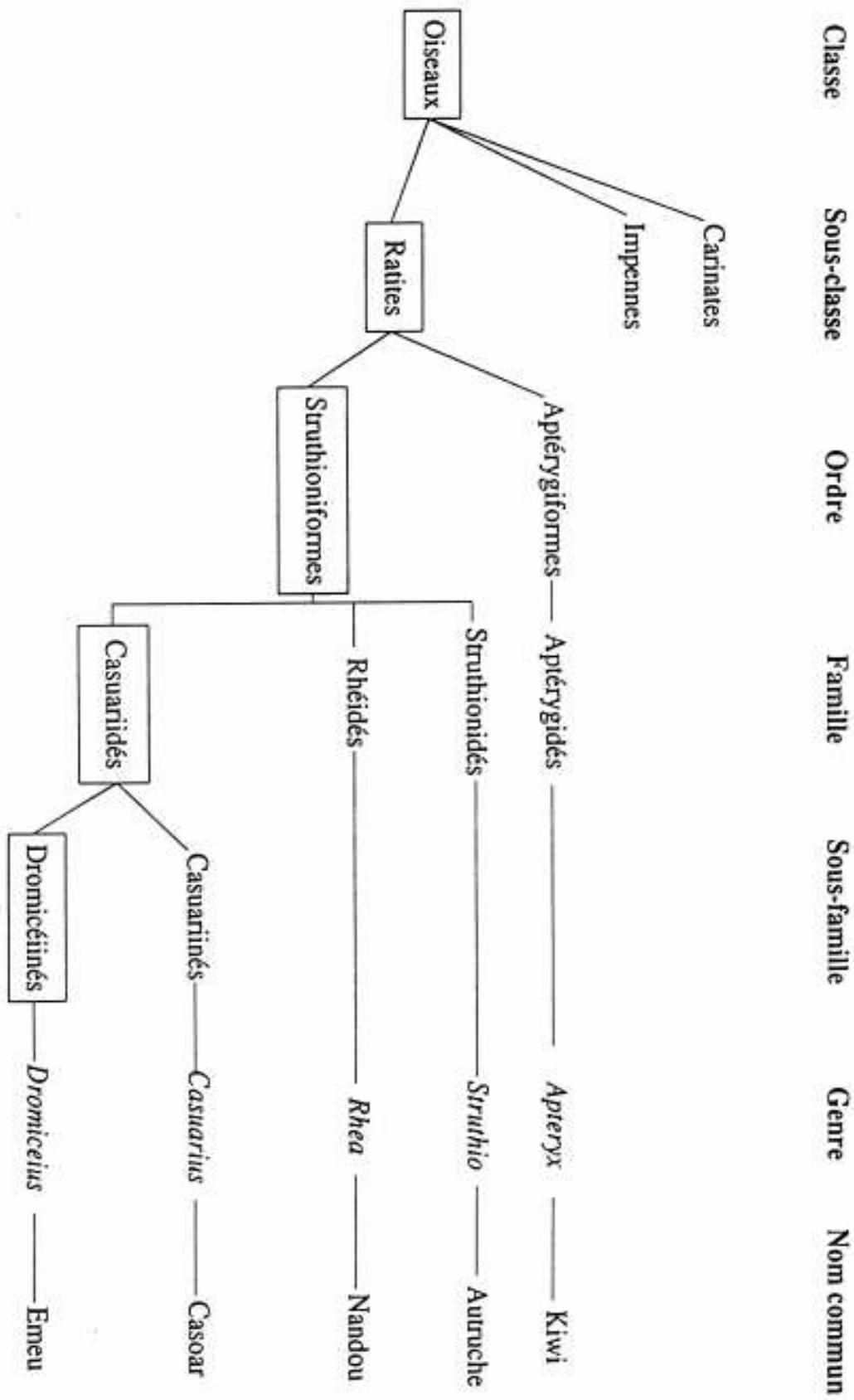
On trouve globalement deux types de classification dans la littérature zoologique. Elles diffèrent à partir de l'Ordre (Tableau 1).

Tableau 1. Classification systématique (I) (d'après 1, 3).

| | 1^{er} type de classification | 2^{ème} type de classification |
|----------------------|--|---|
| Embranchement | Vertébrés | Vertébrés |
| Classe | Oiseaux | Oiseaux |
| Sous-classe | Ratites | Ratites |
| Ordre | Casuariiformes | Struthioniformes |
| Famille | Dromaïdés | Casuariidés |
| Sous-famille | | Dromicéiinés |
| Genre | <i>Dromaius</i> | <i>Dromiceius</i> |

Le tableau 2 permet de situer les émeus au sein de la Classe des Oiseaux et de la Sous-Classe des Ratites (selon le 2^{ème} type de classification).

Tableau 2. Classification systématique (II) (d'après 44).



II - PRESENTATION DES RATITES

II.1 - Ordre des Aptérygiformes

L'ordre des Aptérygiformes comporte un seul Genre : *Apteryx*, il s'agit du kiwi. Sa morphologie est sensiblement différente des autres Ratites. Cet oiseau, de la grosseur d'une poule, possède un long bec (ressemblant a celui d'une bécasse), n'a pas de queue et ses membres postérieurs sont munis de quatre doigts.



Photo 1. Kiwi.

On distingue trois espèces :

- le kiwi brun ou grand aptéryx (*Apteryx australis*) se rencontre sur les trois principales îles de Nouvelle-Zélande (une sous espèce sur chaque île),
- l'aptéryx d'Owen (*Apteryx oweni*) et le grand aptéryx tacheté (*Apteryx haasti*) ne se trouvent que sur l'île méridionale. Leurs mœurs sont identiques.

Les kiwis vivent dans les forêts humides et les prairies des bordures forestières ; ils se nourrissent la nuit de vers, d'insectes et de baies.

La femelle pond deux œufs énormes (chacun fait le quart de son poids) par an. Le mâle construit le nid, couve les œufs (75 jours environ) et élève les jeunes **(6)**.

II.2 - Ordre des Struthioniformes

L'ordre des Struthioniformes comporte trois Familles : les Struthionidés, les Rhéidés et les Casuariidés.

II.2.1 - Famille des Struthionidés

L'autruche (*Struthio camelus*) est le seul représentant de cette famille (on distingue cinq sous-espèces). C'est le plus grand oiseau vivant, qui peut atteindre 2.50 m de haut pour un poids de 150 kg. Le plumage du mâle est noir et blanc, celui de la femelle est marron. Le pied présente deux doigts (le médial, plus gros est pourvu d'un ongle).



Photo 2. Autruches mâles et femelles.

L'autruche vivait autrefois en grand nombre dans plusieurs régions d'Afrique et d'Asie du Sud-Ouest. De nos jours, elle vit à l'état sauvage dans les steppes de l'Afrique. Introduite en 1880 en Australie pour être élevée en vue de la production de plumes, son élevage a été abandonné et on la trouve à l'état sauvage dans le sud du pays.

Les autruches accompagnent parfois des mammifères tels que les zèbres et les gnous.

Omnivore, l'autruche se nourrit de divers fruits, graines, feuilles, racines, plantes, invertébrés et petits lézards. Elle avale aussi du sable et des cailloux qui facilitent sa digestion.

Le mâle est polygame et le nid contient les œufs de toutes les femelles du même mâle. Les couvées vont de 15 à 60 œufs, chaque femelle en pondant 6 à 8. L'incubation dure environ 40 jours. Le mâle couve la nuit, relayé le jour par une ou plusieurs femelles.

D'abord chassées pour ses plumes, les autruches sont élevées en Afrique du Sud depuis 1858. Aujourd'hui, on en trouve également en Afrique du Nord, en Amérique du Nord et en Europe. Ces animaux s'adaptent bien à la vie en captivité **(6, 9)**.

II.2.2 - Famille des Rhéidés

La Famille des Rhéidés comprend le nandou, dont il existe deux espèces : le nandou américain (*Rhea americana*) et le nandou Darwin (*Pterocnemia pennata*), le second étant plus petit. Le nandou américain mesure 1.50 m de haut pour un poids de 25 kg, ce qui fait de lui le plus grand oiseau du nouveau monde. Contrairement à celles de l'autruche, les ailes sont très grandes mais le vol demeure impossible. Le membre postérieur est muni de trois doigts reliés par une membrane. La tête et le cou sont emplumés, le plumage est gris-brun.



Photo 3. Nandous américains.

Les nandous vivent exclusivement dans les pampas herbeuses d'Amérique du Sud. Le nandou américain peuple le Nord-Est du Brésil jusqu'au centre de l'Argentine. Le nandou de Darwin vit au pied des Andes de Bolivie et du Pérou jusqu'au détroit de Magellan.

Ils vivent en compagnie de cerfs et se mêlent souvent au bétail.

Ils sont essentiellement phytophages (graines, racines, herbes et autres feuilles) mais capturent à l'occasion insectes, mollusques et petits vertébrés.

Le mâle, polygame, peut avoir jusqu'à huit femelles. La couvée varie entre 20 et 30 œufs, dont le mâle assure seul l'incubation pendant 35 à 40 jours.

La domestication du nandou est possible mais délicate. Il reste un animal craintif et très fragile. La reproduction en captivité est souvent difficile **(6, 9)**.

II.2.3 - Famille des Casuariidés

La Famille des Casuariidés comprend deux Sous-Familles : les Casuariinés et les Dromicéiinés.

II.2.3.1 - Sous-Famille des Casuariinés

Il existe trois espèces de casoars. Le plus grand, le casoar commun ou casoar à casque (*Casuarus casuarus*) peut atteindre 1.70 m de haut pour un poids de 60 kg. Il vit principalement dans les forêts humides de Nouvelle-Guinée et des îles environnantes et au Nord-Est de l'Australie. Le casoar unicarunculé (*Casuarus unappendiculatus*) peuple les forêts marécageuses le long des rivières et des côtes de Nouvelle-Guinée. Le casoar de Bennett (*Casuarus bennetti*) est beaucoup plus petit que les précédents (1 m de haut) et habite les montagnes boisées de Nouvelle-Guinée et des îles voisines.



Photo 4. Casoar commun.

Le corps du casoar est court et trapu. Le plumage est presque noir et a une texture brillante. Les membres portent trois doigts. La tête est ornée d'une crête ou casque osseux aplati dressé à 15 cm au dessus du sommet du crâne. La peau de la tête et du cou est bleue, et chez deux des trois espèces, des caroncules ou excroissances cutanées de couleur rouge, orange et jaune, pendent du cou jusqu'au dessus de la gorge.

Ces oiseaux semblent vivre en couple. Le mâle incube seul les œufs (3 à 8) pendant sept semaines environ.

Les casoars se nourrissent essentiellement de fruits, de plantes sauvages ou cultivées, et probablement de petits animaux lorsque les fruits se font rares.

Ces animaux, irascibles et agressifs, peuvent être dangereux pour l'homme. L'élevage reste rare et difficile (6, 9).

II.2.3.2 - Sous-Famille des Dromicéiinés

Dans la Sous-Famille des Dromicéiinés, il ne reste à ce jour, qu'une seule espèce d'émeu : *Dromaius novaehollandiae* ou *Dromiceius novaehollandiae* selon le type de classification. L'émeu vit à l'état sauvage en Australie, dans la savane et les steppes de buissons épineux.

L'émeu noir (*Dromaius minor*) était un peu plus petit que *Dromaius novaehollandiae*. Il avait été découvert en 1802 sur l'île King, située près des côtes australiennes. Le dernier émeu noir est mort en 1822 au zoo de Londres.



Photo 5. Emeu.

II.3 - Origine des Ratites

Plusieurs hypothèses ont été émises pour expliquer l'origine des Ratites. La plus solide semble être celle de FURBRINGER (1888) et GADOW (1891). Pour eux, les Ratites constituent un assemblage artificiel; ils seraient les « *descendants dégénérés d'oiseaux bons voiliers, (...), un ensemble de formes ayant perdu la faculté de voler et devant être rattachées à des familles diverses de Carinates* ». La perte de la fonction du vol, et parallèlement la disparition du bréchet, se situerait vers l'Eocène, et concernerait principalement certains Crypturiformes, Galliformes, et Gruiformes primitifs (37).

L'anatomie comparée permet de préciser l'origine des Ratites.

Remarquons tout d'abord que le tinamou est un oiseau d'Amérique tropicale, appartenant aux Carinates. Il ressemble à une perdrix, vit sur le sol et ne vole que par nécessité. Son organisation sociale est comparable à celle des Ratites et il présente des similitudes anatomiques avec ces derniers **(37)**.

Au sein des Oiseaux, il existe deux grands groupes qui diffèrent au niveau des os du crâne :

- Les Paléognathes : les prévomers sont de grande taille et les ptérygoïdes sont soudés aux palatins. Ce groupe comprend tous les Ratites et les tinamous, à un détail près : les ptérygoïdes s'articulent avec les palatins chez les Autruches,
- les Néognathes : les prévomers sont réduits et les ptérygoïdes s'articulent avec les palatins. Ce groupe comprend tous les Carinates sauf les tinamous.

Ces données permettent de penser que tous les Ratites pourraient dériver d'une même souche d'oiseaux voiliers dont le tinamou nous offre l'image actuelle. En ce qui concerne la classification systématique, ils formeraient donc un groupe naturel. La régression du vol aurait eu lieu à partir des types Paléognathes et non des Carinates comme le pensaient FURBRINGER et GADOW .

En conclusion, nous pouvons donc affirmer que l'émeu est un oiseau appartenant à la Sous-Classe des Ratites et donc ne volant pas, mais descendant néanmoins d'oiseaux voiliers qui, comme lui, appartiennent au groupe des Paléognathes, et dont la représentation actuelle est le tinamou.

Après cette présentation des Ratites, nous allons maintenant étudier la morphologie des Struthioniformes et en particulier celle de l'émeu. Le kiwi, ayant une morphologie bien différente des autres Ratites, ne sera volontairement pas présenté.

III - MORPHOLOGIE DES RATITES

III.1 - Morphologie comparative des Struthioniformes

Le tableau 3 présente la morphologie des Struthioniformes.

Tableau 3. Description des Struthioniformes (d'après 6, 9, 34).

| | AUTRUCHE | NANDOU |
|-----------------------|--|--|
| Plumage | M : noir et blanc F : marron Dimorphisme sexuel très marqué | Gris-brun Ventre plus clair Aucun dimorphisme sexuel |
| Taille | 2 à 3m | 1m à 1m60 selon l'espèce |
| Poids | 80 à 200 kg | 15 à 25 kg |
| Tête | Très petite Grands yeux à long cils Oreilles nues, découvertes | Emplumée Tête et échine enfoncées |
| Cou | Grêle et emplumé | Emplumé Blanc devant, plus foncé derrière |
| Pied | 2 doigts dirigés vers l'avant (le médian est plus gros et muni d'un ongle) | 3 doigts, dirigés vers l'avant, reliés par une membrane et possédant tous un ongle |
| Ailes | Rudimentaires Larges plumes | Très grandes (mais non fonctionnelles) |
| Bec | Obtus, arrondi à la pointe | Variable selon l'espèce |
| Voix | F : muette M : « rugit » Petits : quelques sons aigus | F : muette |
| Particularités | Vitesse moyenne : 45 km/h Pointes : 80 km/h Enjambées de 4 m Domestication facile, très bonnes capacités d'adaptation | Domestication possible mais animal fragile et craintif |

M : mâle
F : femelle

Tableau 3. Description des Sruthioniformes (suite et fin).

| | EMEU | CASOAR |
|-----------------------|---|---|
| Plumage | Gris-brun F : plumage plus dense (tête et cou) et plus sombre en général pendant la période de reproduction Dimorphisme sexuel peu marqué | Noir Aucun dimorphisme sexuel |
| Taille | 1m50 à 1m90 | 1m à 1m70 selon les espèces |
| Poids | 40 à 65 kg | 30 à 75 kg (plus massif) |
| Tête | Nue « Poils » noirs au dessus et en arrière Peau bleue en regard des oreilles | Nue, peau bleue Casque osseux au sommet du crâne |
| Cou | Nu sur le haut Collier blanc peu visible Emplumé | Nu, peau bleue Caroncules cutanées jaunes à rouges au dessus de la gorge chez deux des trois espèces |
| Pied | 3 doigts, dirigés vers l'avant, munis d'ongles égaux et robustes | 3 doigts, dirigés vers l'avant, le médian possédant un ongle plus long |
| Ailes | Rudimentaires | Très rudimentaires |
| Bec | Court et large | Haut, comprimé latéralement, se termine par un casque osseux recouvert se peau |
| Voix | F : gloussement de 2 types - bégaiement rapide et aigu - bruit de « tam-tam », à 2 tons, sourd (lié au développement du sac de la gorge) M : grognement rauque et bref | M-F : beuglement sourd |
| Particularités | Vitesse moyenne : 40 km/h Pointes : 60 km/h Enjambées de 3 m Aime l'eau Rustique, bonnes capacités d'adaptation, domestication facile | Vitesse : 50 km/h Bon nageur Agressifs, voire dangereux |

III.2 - Morphologie de l'émeu

III.2.1 - Morphologie générale de l'adulte

L'émeu, *Dromaius novaehollandiae*, originaire d'Australie, est le deuxième plus grand oiseau vivant (après l'autruche). Il mesure 1m75 de hauteur en moyenne pour un poids de 50 kg.

Le plumage de l'adulte est gris brun, mais les plumes, molles et duveteuses comme chez le poussin, peuvent être marquées de noir. Les barbes n'ont pas de barbules qui les maintiennent ensemble (ce qui rend la plume rigide). Ces caractères portent à penser que les émeus subissent une certaine néoténie, c'est à dire que certains caractères infantiles persistent chez l'adulte (cela existe également chez d'autres Ratites). Mais, à la différence des autres oiseaux, les plumes sont implantées uniformément à la surface du corps.

Le dimorphisme sexuel est très peu marqué et quasi nul hors saison de reproduction. En général, le mâle est un peu plus petit que la femelle.

Pendant la saison de reproduction, le plumage de la femelle s'assombrit globalement et se densifie au niveau de la tête et surtout du cou. De plus, le mâle émet un cri guttural, sorte de grognement rauque et bref, tandis que la femelle produit des gloussements de deux types : un bégaiement rapide et aigu et un bruit sourd à deux tons, décrit comme un son de « tam-tam », dont la résonance est due à l'existence d'un vaste sac aérien qui communique avec la trachée-artère.

Le mâle possède un pénis, mis en évidence par éversion du cloaque (c'est le seul moyen de sexer un émeu avec certitude).

La tête est nue, à part la présence de quelques « poils » noirs sur le dessus et l'arrière. En regard des « ouïes », la peau est de couleur bleue.

Le bec (12 cm de long), court et large, droit à la base puis légèrement courbé en partie distale, possède une carène dorsale.

Le cou, emplumé, sauf dans sa partie supérieure, présente un collier blanc peu visible.

Les ailes, très rudimentaires, se réduisent à deux moignons. Elles n'ont strictement aucun rôle chez l'émeu (chez l'autruche et le nandou, les ailes portent des rémiges primaires qui facilitent la course et servent de gouvernail).

La queue ne possède pas de rectrices.

Le membre postérieur est adapté à la course : la cuisse est courte et épaisse, la jambe et le pied sont longs et solides. Ce dernier se termine par trois doigts munis chacun d'un ongle (ou griffe) robuste. Tous les doigts sont tournés vers l'avant (l'émeu ne se perche pas et n'a donc pas besoin d'un doigt tourné vers l'arrière qui servirait de béquille).

Les émeus sont donc des oiseaux coureurs, pouvant atteindre une vitesse de 65 km/h. Après un bref élan, ils font des enjambées de près de trois mètres (**9, 26, 34**).

III.2.2 - Morphologie du jeune et développement

Les petits sont « des répliques en miniature des adultes », ils pèsent de 440 à 500 g à la naissance, ce qui représente à peine 10 % du poids adulte.

L'iris, brun foncé chez le jeune, devient orange chez l'adulte.

Le plumage des émeus change progressivement au cours de leur vie, il n'y a pas de mues brutales. On peut cependant distinguer plusieurs plumages en fonction de l'âge :

- Chez le poussin, des bandes noires longitudinales symétriques encadrent des bandes blanches et jaunes plus fines. Leur nombre est fixe : huit, plus une bande ventrale irrégulière. Sur la tête, elles s'interrompent et donnent un dessin caractéristique de l'individu. Les plumes, à une seule penne, sont douces et flexibles. Ce plumage apparaît quelques jours après l'éclosion et perdure jusqu'à l'âge de trois mois,

- le plumage des jeunes immatures fonce de plus en plus jusqu'à l'âge de cinq mois. Les plumes, à double penne, sont lancéolées,
- dès six à huit mois, le plumage définitif se met progressivement en place, à partir de l'extrémité des ailes. La coloration bleue de la peau dans la région des ouïes (qui, dans un groupe, confère le statut d'adulte) apparaît après la chute des plumes dans cette zone, vers l'âge de 15 mois. Avant cet âge, le plumage juvénile limite l'agressivité des mâles plus âgés envers les jeunes.

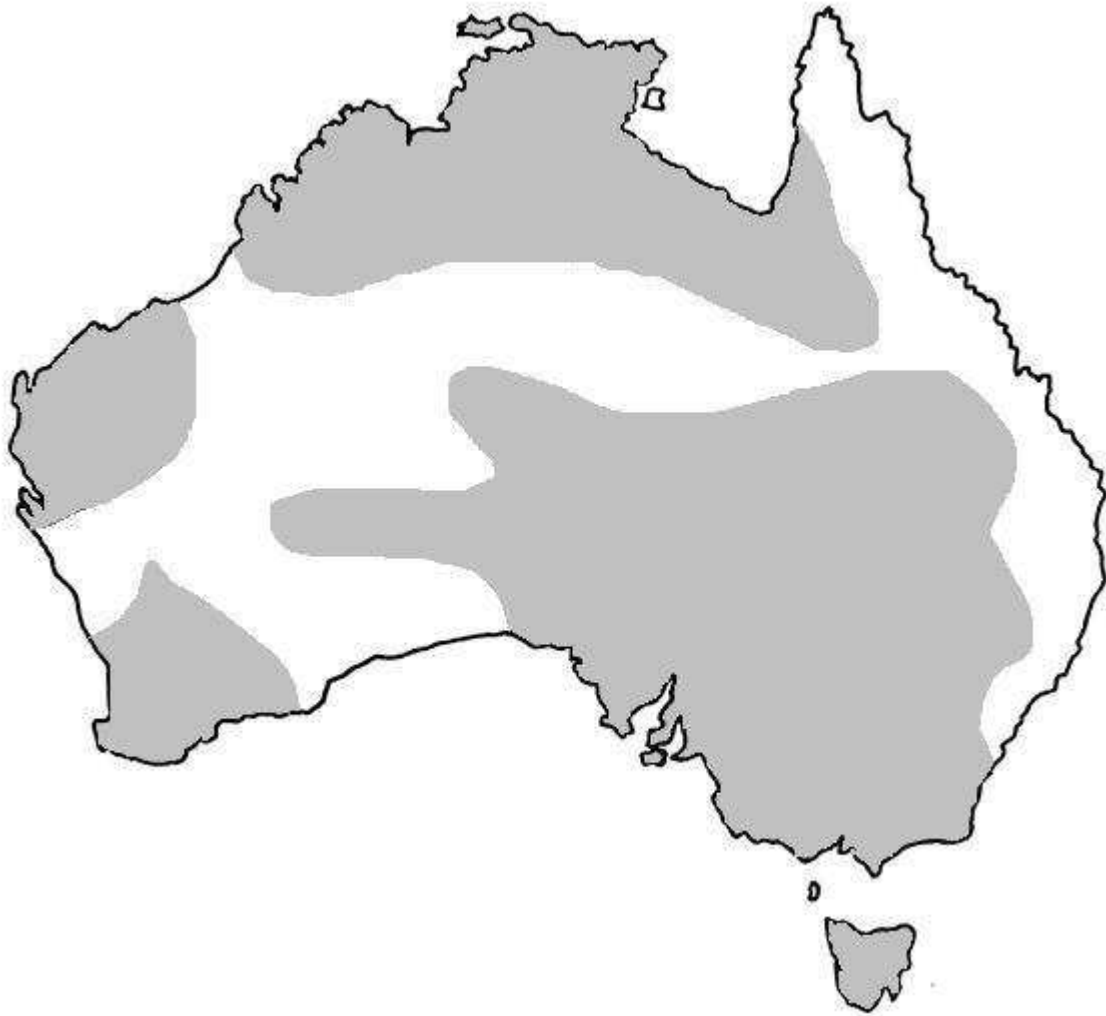
La détermination du sexe est possible de manière assez précoce, par recherche du pénis sur la face ventrale du cloaque, à l'aide d'un spéculum chez les plus jeunes ou par palpation interne chez les plus âgés. A l'état d'adulte, cette manipulation peut se révéler dangereuse car les animaux s'excitent facilement et se débattent.

La maturité sexuelle est atteinte vers l'âge de vingt mois. On estime que la reproduction est possible dès la fin de la deuxième année. En parc zoologique, les premières pontes fertiles ont eu lieu vers l'âge de trois ans (**9, 26, 34**).

IV - MILIEU ET MODE DE VIE DE L'ÉMEU À L'ÉTAT SAUVAGE

IV.1 - Répartition géographique

Les émeus sauvages vivent uniquement en Australie, dont la moitié en Australie occidentale (Carte 1). Leur population serait d'environ 400 000 individus.



Carte 1. Répartition géographique des émeus sauvages (d'après 39).

Les zones grises représentent les régions où l'émeu est présent à l'état sauvage, sans tenir compte de la densité animale.

IV.2 - Milieu de vie

Les émeus fréquentent surtout des zones de steppe à buissons épineux (« scrub »), des savanes sèches et même, des régions semi-désertiques.

En hiver (mois de juillet), les températures varient de 10 à 20 °C. En été (mois de janvier), elles s'étalent de 20 à plus de 30 °C.

Les précipitations annuelles sont souvent inférieures à 500 mm, voire à 250 mm dans certaines régions (**13, 39**).

IV.3 - Organisation sociale

Les émeus sont monogames et vivent en couple toute l'année. Cependant, les groupes sont de taille et de nature variable : il existe ainsi des animaux solitaires, des couples avec ou sans progéniture ou encore, des groupes d'adultes immatures.

Contrairement à d'autres Ratites (autruches, nandous) qui cohabitent souvent avec des Mammifères herbivores, il semble que les émeus mâles tolèrent difficilement la vie en compagnie d'autres espèces.

Etant donné leur taille et leurs moyens de défense, les adultes n'ont pas d'ennemi naturel, excepté l'homme. Par contre, les jeunes et les œufs peuvent se faire consommer par des rapaces (aigles, buses), des renards ou certains lézards (pour les œufs non gardés). Heureusement, les parents veillent sur leur descendance (**21**).

IV.4 - Les migrations

Les émeus sont des oiseaux nomades qui se déplacent par groupes de 5 à 10 individus, en dehors de la période de reproduction, pour rechercher de l'eau et satisfaire leur appétit. Les migrations se font donc au rythme des saisons de sécheresse et de pluie. Ainsi, au printemps, lorsque la sécheresse sévit dans le Nord de l'Australie occidentale, les oiseaux ont tendance à se déplacer vers le Sud-Ouest où les pluies et les points d'eau sont plus importants. En automne, ils reviennent vers le Nord-Est (**12, 13, 39**).

En saison sèche, les émeus peuvent occasionner des dégâts importants aux cultures et piller les points d'eau qui suffisent à peine au bétail domestique. Considéré comme un fléau par les agriculteurs, l'émeu a d'abord été chassé à outrance et a frôlé l'extinction. Puis des clôtures ont été érigées sur des centaines de kilomètres pour protéger les cultures. A ce jour, deux types de chasse sont autorisées : d'une part, une « chasse sélective » pratiquée par les gardes forestiers pour maintenir l'équilibre de l'espèce et d'autre part, une « chasse traditionnelle » par les aborigènes, uniquement à des fins de subsistance (ils ne peuvent ainsi pas vendre les produits dérivés) **(34)**.

IV.5 - L'alimentation de l'émeu sauvage

Contrairement aux idées reçues, les émeus ne mangent pas n'importe quoi. Ce sont des consommateurs très sélectifs.

En fait, ils ont pour nourriture de base :

- Des feuilles d'arbres et de buissons,
- de l'herbe sèche et des graines,
- de l'herbe fraîche,
- des fruits, surtout tombés des arbres, et des baies,
- des fleurs,
- des insectes (chenilles, sauterelles), ainsi que des vers et des petits mollusques terrestres **(13)**.

IV.5.1 – Variation du régime alimentaire selon les saisons

En été (décembre), les émeus mangent des graines d'arbrisseaux comme le mulga (*Acacia aneura*), par exemple. Quand les pluies arrivent, l'herbe pousse et les émeus délaissent les graines au profit des jeunes pousses. Si les pluies sont vraiment abondantes, on voit apparaître de nombreuses chenilles dont les émeus sont très friands (on a pu compter jusqu'à 3 000 chenilles d'une taille d'environ 5 cm dans le tube digestif d'un individu).

En hiver (juin), ils mangent des feuilles, des fruits et des fleurs. En cette saison, ils rencontrent de nombreux problèmes pour se nourrir. Premièrement, la durée du jour étant plus courte, elle limite la période de recherche de nourriture. Ensuite, l'énergie nécessaire à la thermorégulation est plus importante en raison du froid. Et parallèlement, les aliments sont moins disponibles et moins nutritifs.

Au printemps (septembre), les émeus se nourrissent encore de fruits tels le quangdong (*Santalum acuminatum*) ainsi que de nombreuses sauterelles.

Puis revient l'été et de nouveau, le régime grainivore.

Les jeunes naissent en juin-juillet lorsque les pluies d'automne et d'hiver ont déjà fait germer l'herbe. Les poussins mangent en particulier les jeunes feuilles succulentes de certaines plantes (*Portulacca sp*, par exemple), puis de l'herbe et très vite ils se nourrissent comme les adultes **(13, 26)**.

IV.5.2 – Variation du comportement d'ingestion selon les saisons

Dans le Sud-Ouest de l'Australie, on a constaté que les émeus mâles et femelles diminuent leur consommation de nourriture lorsque qu'ils commencent à s'accoupler au début de l'hiver et l'augmentent durant le printemps et l'été, lorsque la saison de reproduction et l'incubation des oeufs s'achèvent. Ils mangent plus durant les jours longs et moins durant les jours courts, les émeus ne se nourrissant que lorsqu'il fait jour. La fréquence des repas est identique quelque soit la durée du jour mais la durée des repas est plus importante au cours des jours longs. La durée des journées affecte l'appétit mais pas l'intérêt pour la nourriture.

Ces comportements alimentaires sont-ils la conséquence directe de l'éclairement ou de modifications hormonales ? On observe en effet des concentrations plasmatiques plus élevées en testostérone et un comportement sexuel plus marqué chez les émeus mâles durant les jours courts, période où ils couvent les oeufs et mangent peu ou pas du tout **(4)**.

IV.5.3 – L'adaptation physiologique à la sécheresse

L'émeu est bien adapté aux conditions climatiques très dures des régions semi-désertiques de l'Australie, bien que ses reins aient de faibles capacités à concentrer les urines. En fait, la portion distale de l'intestin (rectum) et le cloaque, peuvent réabsorber la majeure partie de l'eau et des ions venant des reins et de l'iléon, que l'alimentation soit riche (baies de *Rhagodia*) ou pauvre (baies de *Santalum*) en chlorure de sodium. Cette possibilité de transport au niveau de l'épithélium des portions distales du tube digestif est plus importante chez l'émeu que chez les autres oiseaux en général, et cela est dû à une surface épithéliale multipliée par 5 du fait d'importantes villosités et microvillosités (15).

IV.6 - La reproduction en milieu naturel

IV.6.1 – La saison de reproduction

Comme nous l'avons vu précédemment, le comportement alimentaire, la saison de reproduction et la photopériode sont étroitement liés. En fait, des mécanismes endocriniens entrent en jeu. Après une diminution de la durée d'éclaircissement journalière (c'est à dire lors d'un passage de jours longs à des jours courts), on observe une augmentation des concentrations plasmatiques en LH (luteinizing hormone), en testostérone et en prolactine, chez le mâle. En sus des modifications alimentaires que nous avons déjà décrites, ces variations hormonales déclenchent la libido du mâle. Ainsi l'activité sexuelle dépend de la photopériode : l'émeu est un oiseau qui se reproduit durant les jours courts (« short-day breeder »), bien que les mécanismes qui régulent la sécrétion des hormones sexuelles soient similaires à ceux proposés pour les oiseaux qui se reproduisent durant les jours longs (« long-day breeding birds ») (5).

La reproduction peut s'échelonner de février-mars, c'est à dire de l'automne austral, jusqu'en juillet-aout (selon les conditions climatiques du territoire concerné).

IV.6.2 - L'accouplement

Les émeus sont aptes à se reproduire, lorsqu'ils ont plus de 2 ans.

La femelle est stimulée par le mâle en rut et émet en général un bruit caractéristique de « tam-tam ». Ils restent côte à côte pendant un moment, puis la femelle s'assied, le mâle s'accroupit derrière et la monte. Ils forment alors un couple fidèle pour la saison et même souvent pour la vie **(39)**.

IV.6.3 - La ponte et l'incubation des œufs

La ponte s'étale donc en général d'avril à juin et commence lorsque le mâle a confectionné le nid (une simple dépression située auprès d'un buisson et contenant quelques brins d'herbe, des feuilles et des fragments d'écorce). La femelle pond de 7 à 18 œufs durant une saison avec un intervalle de 2 à 4 jours entre chaque œuf. Entre chaque ponte la femelle s'éloigne du nid et se désintéresse complètement des œufs. Seul le mâle couve les œufs pendant 56 à 61 jours avec une grande assiduité. La variation de la durée d'incubation dépend des conditions du milieu (température, hygrométrie) et des temps de pause au cours de l'incubation, lorsque le mâle est contraint de rechercher sa nourriture et l'eau dont il s'abreuvra. Certains individus restent pendant toute cette période sans manger ni boire au point de perdre 7 à 8 kg **(13, 21, 39)**.

Les œufs sont volumineux; ils mesurent 135 mm de longueur sur 90 mm de diamètre et pèsent environ 600 g. Ils sont plutôt allongés, de couleur vert-foncé, leur surface est granuleuse **(13, 28, 39)**.



Photo 6. Œuf d'émou.

IV.6.4 - L'élevage des petits

Le père élève seul les petits. Ces derniers, nidifuges, naissent capables de se déplacer et de se nourrir seuls. A la naissance (en juin), les jeunes émeus pèsent 440 à 500 g. Ils ont un duvet gris-jaunâtre avec des bandes longitudinales foncées sur le dos et les côtés. Ils suivent leur père en courant entre ses pattes. La nuit venue, ils se blottissent contre son plumage. Les jeunes émeus restent avec leur père pendant 18 mois environ, mais cela peut être plus court dans les régions favorisées **(13, 39)**.

V - QUELQUES ASPECTS DE L'ÉLEVAGE DE L'ÉMEU

En France, l'émeu est considéré comme un gibier d'élevage. L'abattage et la consommation sont autorisés par le Ministère de l'Agriculture depuis 1993. Seuls cinq ou six abattoirs en France sont agréés pour l'abattage des Ratites.

L'éleveur doit être titulaire d'un certificat de capacité pour l'entretien de ces animaux et être autorisé à ouvrir un établissement d'élevage d'animaux non domestiques. Le certificat de capacité est délivré par le Ministère de l'Environnement, sur présentation d'une attestation de stage, et après examen du dossier, dans lequel le postulant démontre sa capacité à mettre en œuvre ses connaissances.

La principale production commerciale de l'élevage concerne la viande. Les cuisses donnent de 10 à 15 kg de viande rouge sombre, appréciée pour sa tendreté et sa pauvreté en cholestérol.

Les productions secondaires (cuir, plumes, huile) sont peu ou pas valorisées en France :

- les plumes sont peu recherchées, quelque soit le pays d'élevage,
- le cuir : un émeu de 12 mois peut produire jusqu'à 0.8 m² de cuir. Il est inutilisé en France mais il existe un petit marché en Australie pour la maroquinerie,
- l'huile : à partir de la graisse sous cutanée, on peut extraire 5 à 10 litres d'huile par animal, selon les procédés. Les aborigènes l'utilisent depuis des siècles pour ses propriétés analgésiques et anti-inflammatoires. Intéressant les industries cosmétiques et pharmaceutiques, cette huile est de plus en plus étudiée et commercialisée, d'abord en Australie puis en Amérique du Nord, et enfin depuis quelques années en Europe.

Le schéma de production (figure 1) et les notions d'élevage qui suivent sont essentiellement basés sur l'expérience d'un stage effectué au sein de la société *Emeu des Flandres* dans le Nord de la France, en avril 1999.

En 1995, le Dr Demoury, vétérinaire libéral en clientèle mixte et passionné d'émeus a créé la société *Emeu des Flandres* qui s'occupe de la production de l'émeu et de la commercialisation de sa viande. Le Dr Demoury place ses émeus destinés à l'engraissement ou la reproduction en pension chez d'autres éleveurs. Un couvoir a été construit en 1996. Après incubation et éclosion des œufs, les poussins sont placés en pension ou vendus. La société *Emeu des Flandres* propose aussi aux éleveurs d'incuber leurs œufs. La société s'occupe également de distribuer la viande aux grandes surfaces ou directement aux particuliers. A ce jour, la société n'est malheureusement plus en activité.

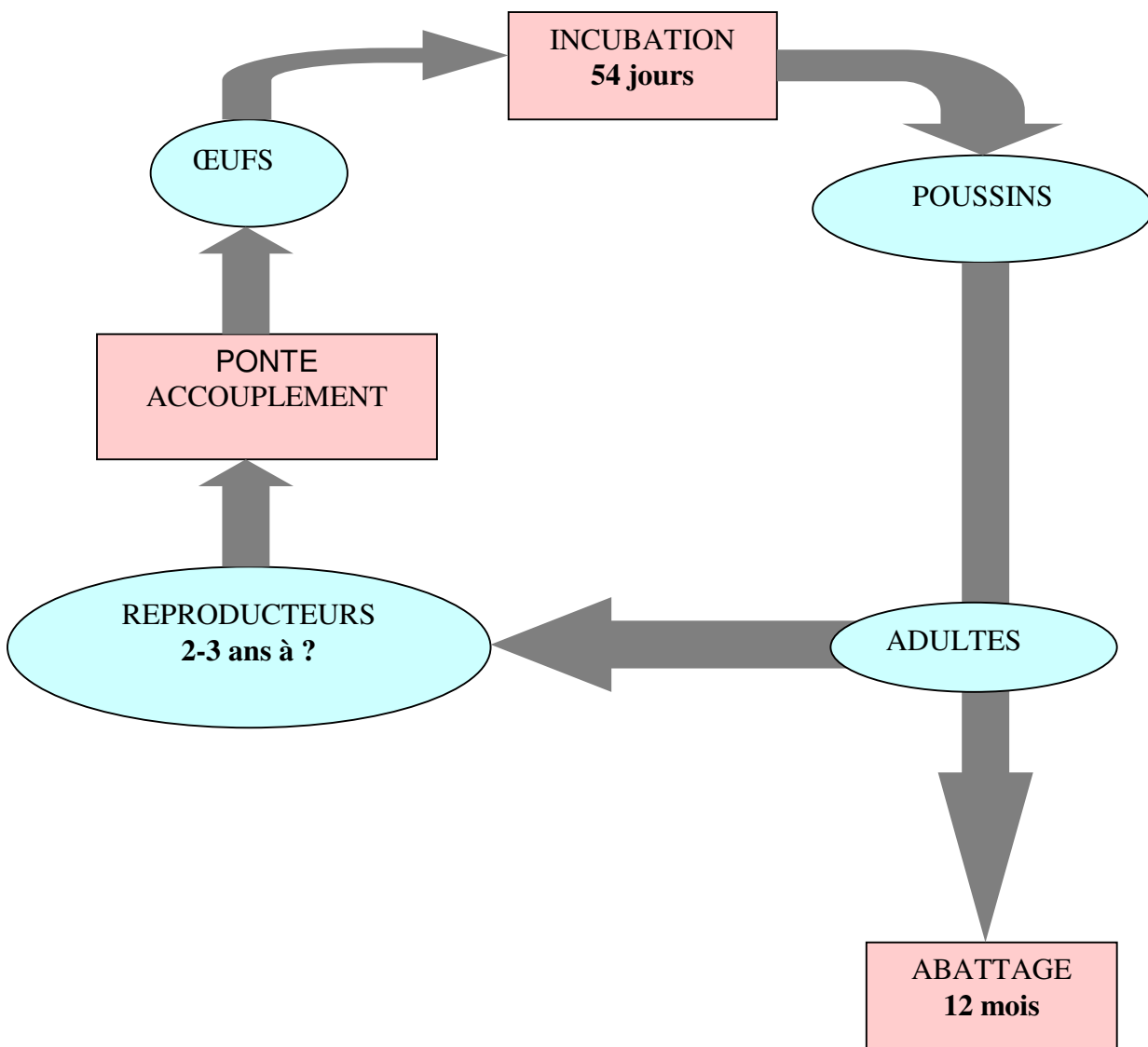


Figure 1. Cycle de production de l'émeu.

V.1 – Généralités sur l'élevage

L'émeu est un animal plutôt rustique qui s'adapte bien à nos contrées et se domestique assez facilement dans la mesure où on ne lui inflige pas de stress immodéré et si l'on respecte des transitions lors de changements de facteurs d'ambiance ou de régime alimentaire.

En conditions d'élevage, les poussins sont souvent regroupés en lots homogènes et donc séparés des adultes. Il existe aussi un mode d'élevage dit « naturel », où chaque couple vit avec sa progéniture, le mâle éduquant et protégeant ses poussins. Les animaux sont abattus à partir de l'âge d'un an dans un établissement agréé. Quelques individus, sélectionnés d'après leur ascendance (caractère, fertilité, fécondité), sont conservés pour former de nouveaux reproducteurs (figure 1).

Les animaux étant sexuellement matures à partir de 2 à 3 ans, les couples sont soit achetés et déjà formés, soit constitués sur l'exploitation après avoir observé le comportement des adultes célibataires.

Les œufs sont ramassés manuellement au fur et à mesure de la ponte et incubés artificiellement.

Il est évident que les méthodes d'élevage diffèrent selon les lieux géographiques, le climat et la structure d'élevage (zoo ou ferme).

V.2 – Le logement des animaux

V.2.1 - Les poussins de moins de 3 mois

Les jeunes poussins ne peuvent pas être placés à l'extérieur tout de suite. Il leur faut un local propre avec une litière de paille ou de copeaux de bois, chauffé entre 26°C et 32°C. L'idéal est d'avoir une communication sur l'extérieur pour les laisser sortir progressivement (si le temps est sec).

Les animaux réclament une attention particulière jusque l'âge de 3 mois (c'est à dire tant qu'ils ont leur plumage rayé jaune et noir) (tableau 4).

Tableau 4. Recommandations zootechniques pour les émeus de 0 à 3 mois (**d'après 11**).

| | |
|--------------------|--|
| Densité | - 3 oiseaux par m ² avec un maximum de 25 par groupe pour les 4 premières semaines - 3 oiseaux par m ² avec un parcours extérieur de 5 m ² par animal de 5 à 12 semaines |
| Température | 32 °C avec une réduction de 1.5°C par semaine à partir de 5 semaines |
| Lumière | entre 8 et 16 heures par jour. 40 lux |

V.2.2 - Les jeunes de 3 à 12 mois et les adultes

Après l'âge de 3 mois, les émeus sont généralement placés à l'extérieur dans des prés clôturés (2 m de haut). Outre les mangeoires et les abreuvoirs, il faut prévoir des structures à l'intérieur de ces enclos permettant aux émeus de s'abriter contre la pluie et surtout contre la chaleur. La taille de ces enclos varie en fonction de l'âge des animaux, des densités maximales sont à respecter (tableau 5).

Tableau 5. Recommandations zootechniques pour les émeus de 3 à 18 mois (**d'après 11**).

| | |
|-----------------------------|---|
| Jeunes de 3 à 6 mois | - Abris avec une densité maximale de 2 oiseaux par m ² et parcours extérieur avec un minimum de 40 m ² par émeu pour les plus jeunes - 175 à 250 émeus par hectare maximum pour les plus âgés ² |
| Jeunes de 6 à 12 mois | 100 à 175 émeus par hectare maximum ¹ |
| Adultes à partir de 12 mois | 12 à 24 émeus par hectare, au maximum ² |

¹selon l'âge des animaux et le climat (pâturage en région sèche ou humide)

²selon le climat (pâturage en région sèche ou humide)

V.2.3 - Les reproducteurs

Il existe deux types de logement possibles pour les reproducteurs :

- soit à l'intérieur : chaque couple a son propre box. Ce système facilite la collecte des œufs. Mais dans ce cas, il faut mettre les animaux sur un terrain où ils peuvent courir en dehors de la saison de reproduction.
- soit à l'extérieur : on place plusieurs couples dans un même pré clôturé, muni d'abris en plastique où les femelles peuvent pondre. Cependant, certains préconisent de mettre chaque couple dans un enclos individuel **(36)**, à raison de 0.25 hectare par couple **(11)**.

V.3 – La reproduction

V.3.1 – Saison de reproduction

On a vu précédemment que l'émeu se reproduit les jours courts (« short-day breeder »). Dans notre hémisphère, la saison de reproduction s'étale donc de novembre à mars **(21)**.

V.3.2 – L'accouplement

La monte naturelle se passe de la même façon qu'à l'état sauvage. Certains éleveurs utilisent l'insémination artificielle pour augmenter le nombre d'œufs pondus par femelle **(36)**.

V.3.3 – Ponte

De même que dans la nature, la femelle pond un œuf tous les 2 à 4 jours. Par contre, la production est plus importante : dans de bonnes conditions, un couple peut fournir jusqu'à 40 œufs par saison. Ceci est dû au fait que l'alimentation en élevage est adaptée et équilibrée ; le ramassage systématique des œufs stimule également le coït et donc la ponte.

V.3.4 – Incubation des œufs

Une très grande majorité d'éleveurs a recours à l'incubation artificielle. Cela permet d'une part, une production d'œufs plus importante et d'autre part, une amélioration du taux d'éclosion (jusqu'à 90 % dans de bonnes conditions).

Les œufs sont donc ramassés manuellement dans les nids au fur et à mesure de la ponte et peuvent d'abord être stockés dans une pièce (une dizaine de jours maximum) afin d'obtenir des lots d'œufs rentrant en incubation en même temps.

Les œufs sont ensuite placés dans l'incubateur. La durée d'incubation dépend essentiellement de la température (tableau 6).

Tableau 6. Durée d'incubation selon la température (d'après 34).

| Température | Durée moyenne d'incubation |
|--------------------|-----------------------------------|
| 35.5 °C | 55 à 56 jours |
| 35.8 °C | 52 à 54 jours |
| 36.1 °C | 50 à 52 jours |
| 36.4 °C | 49 à 51 jours |
| 36.7 °C | 46 à 48 jours |

Il semble que les meilleurs résultats d'éclosion soient obtenus pour des températures comprises entre 35.8 °C et 36.4 °C.

Le Dr Demoury incubait ses œufs à 35.7 °C. A cette température, la durée de l'incubation est d'environ 54 jours. Dans ces mêmes conditions, l'humidité doit être de 25 à 40 % pour permettre aux œufs de perdre normalement du poids.

Après s'être assuré que les coquilles sont propres et sèches, les œufs sont placés dans l'incubateur en position horizontale (la position verticale augmente l'incidence des malpositions du poussin dans l'œuf), dans des bacs équipés de mécanismes de rotation (sinon il faut retourner les œufs trois fois par jour).

Il faut contrôler les machines (température, humidité de l'air) et les œufs au moins deux fois par jour. En effet, les œufs clairs (non fécondés) peuvent pourrir et éclater ; tous les œufs de l'incubateur risquent alors d'être contaminés par des germes de putréfaction. En cas d'odeur suspecte dans l'incubateur, il faut sentir les œufs un par un et retirer les œufs pourris.

Au bout de 48 à 50 jours, on place les œufs dans un compartiment à éclosion. La température est la même mais l'humidité est un peu plus élevée. Les nouveaux nés peuvent y rester 24 heures, temps moyen d'éclosion de tous les œufs du lot (photos 7 et 8).

Dès leur naissance, les animaux sont désonglés et identifiés par une puce électronique placée sous la peau du cou. Les nombrils sont désinfectés. Ils sont ensuite mis en poussinière.



Photo 7. Lot de poussins en cours d'éclosion.



Photo 8. Le même lot, quelques heures plus tard.

V.4 - L'alimentation

Concernant les élevages que j'ai visités, les animaux étaient nourris plus ou moins à volonté, dans des mangeoires collectives, avec des granulés, à base de céréales, de graines protéagineuses, oléagineuses, et de leurs sous-produits, de minéraux, de vitamines et d'acides aminés de synthèse.

Selon le stade physiologique de l'émeu, il existe plusieurs formules :

- « Emeu Démarrage » : aliment utilisé de 0 à 2 mois d'âge,
- « Emeu 2 mois – abattage » est un aliment de croissance,
- « Emeu Ponte » : le mâle et la femelle reçoivent le même aliment pendant la période de ponte,
- « Emeu Entretien » : est utilisé pour les reproducteurs en dehors de la ponte.

Le rationnement des animaux sera l'objet d'une étude plus détaillée par la suite.

Après cette présentation générale de l'émeu, (nécessaire pour appréhender la suite) nous allons maintenant détailler l'anatomie et la physiologie de l'appareil digestif de cet oiseau.

DEUXIEME PARTIE : ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE DIGESTIVE DE L'EMEU

L'anatomie de l'appareil digestif et la physiologie de la digestion ne seront pas traitées séparément mais conjointement, compartiment par compartiment, afin de souligner si possible pour chaque organe la relation « structure - fonction ». Dans ce même but, quelques comparaisons seront faites avec d'autres Ratites (autruche essentiellement).

I - DU BEC A L'ESTOMAC : INGESTION ET PREPARATION A LA DIGESTION

I.1 - Le bec et la cavité buccale

Le bec (12 cm de long) sert à la préhension des aliments.

La langue dont la face dorsale est en dent de scie aide à la déglutition **(19)**. On suppose qu'elle a également un rôle tactile et gustatif, comme chez d'autres espèces.

La salive permet un enrobage des aliments. On ignore si elle contient des enzymes.

I.2 - L'œsophage

Long de 76 cm moyenne **(22)**, l'œsophage traverse le cou sur son côté droit (mais reste mobile) **(18)**. Son rôle est d'amener le bol alimentaire (pH de 6.8 **(22)**) de la cavité buccale vers l'estomac, où commence la digestion.

La paroi de l'œsophage comporte plusieurs plis longitudinaux qui augmentent sa surface et son élasticité. Le diamètre de la lumière peut ainsi varier sensiblement, de sorte que l'oiseau peut avaler de gros morceaux sans se blesser **(18)**. De plus, de nombreuses glandes sécrètent du mucus qui permet une lubrification des aliments **(22)**.

Le jabot étant absent, comme chez les autres Ratites, l'œsophage débouche directement sur l'estomac sans démarcation nette **(18)**.

I.3 - L'estomac

L'estomac est formé de deux parties bien distinctes : d'une part, le proventricule (ou ventricule succenturié) correspondant à l'estomac glandulaire et d'autre part, le ventricule musculueux correspondant au gésier (Figure 2).

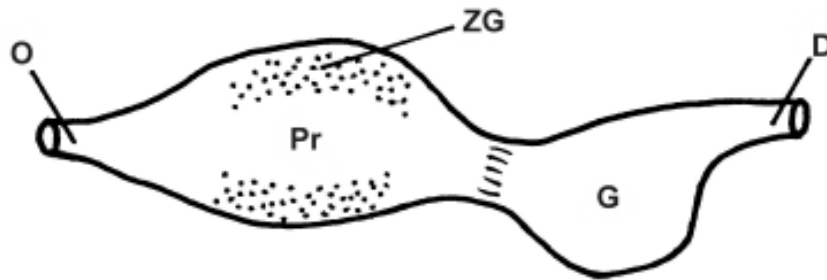


Figure 2. Représentation schématique de l'estomac de l'émeu (d'après 18).

Avec O : œsophage, Pr : proventricule, ZG : zone glandulaire du proventricule, G : gésier, D : duodénum.

L'estomac de l'émeu est comparable à celui du casoar, mais diffère de celui de l'autruche et du nandou.

I.3.1 - Proventricule

Long de 14 cm en moyenne (22), le proventricule, assez volumineux, est en forme de fuseau (18). C'est le premier organe digestif chez les ratites. Au niveau de la zone glandulaire (figure 2), répartie sur toute la surface interne, il y a une sécrétion de pepsinogène (précurseur de pepsine) et d'acide chlorhydrique par les glandes qui sécrètent aussi du mucus. Le pH est de 2.8, ce qui permet l'activation de la pepsine et le début de la digestion des protéines (22). Sa paroi étant relativement élastique, on suppose que le proventricule joue aussi un rôle dans le stockage de la nourriture, en l'absence de jabot (22).

I.3.2 - Gésier

Le gésier, se situant entre les deux lobes hépatiques, prolonge le proventricule et est sensiblement plus grand que ce dernier. Il s'agit d'une grande poche ronde d'une dizaine de centimètres de long et pouvant peser jusqu'à 1.3 kg une fois rempli **(22)**. Le gésier est muni d'une paroi épaisse et très musclée, comportant plusieurs plis internes. Le pylore se situe sur le côté droit du gésier chez tous les Ratites et dans sa partie supérieure pour tous, sauf pour l'autruche **(18)**.

Un revêtement résistant à l'abrasion recouvre la paroi interne du gésier. Il est composé de protéines (comparables à la kératine), produites par des glandes pariétales, et de débris cellulaires. Cette production « cornée » s'use lentement et est en croissance continue **(19, 22)**.

Des glandes sécrétrices de pepsinogène ont également été identifiées dans la paroi du gésier **(22)**. Le pH est à ce niveau de 2.5 et la protéolyse continue. Cet organe est le siège d'une digestion mécanique : les cailloux que l'animal ingère (le « grit »), les contractions de la musculature pariétale et l'« épithélium corné » qui recouvre la surface interne permettent un véritable broyage du contenu stomacal (comparable à la mastication des Mammifères). Ainsi, seules passent dans le duodénum les particules suffisamment petites, les éléments les plus grossiers étant retenus dans la partie ventrale du gésier (ce qui limite les risque d'occlusion) **(2)**.

Chez l'émeu, il n'y a *a priori* aucune fermentation microbienne dans l'estomac **(22)**, contrairement à l'autruche où l'on trouve des acides gras volatiles (AGV) à des concentrations comparables à celles des pré-estomacs des ruminants **(17)**.

II - L'INTESTIN ET SES ANNEXES : DIGESTION ET ABSORPTION

L'intestin grêle se divise en duodénum puis en jéjunum et iléon ; le gros intestin comprend d'une part les caeca, et d'autre part le colon (ou rectum selon les auteurs).

L'émeu a le plus court des intestins des Ratites, par rapport à sa taille.

En comparant les longueurs relatives des différents segments intestinaux (tableau 7), on constate que l'émeu possède un intestin grêle très développé (88.5 %) et un gros intestin réduit (11.5 %). Ces proportions sont inversées chez l'autruche (respectivement 36 % et 64 %). Ceci semblerait indiquer que l'émeu est moins adapté à une alimentation fibreuse que l'autruche, ce qui le rapprocherait plutôt du poulet.

Tableau 7. Comparaison des longueurs intestinales, chez le poulet et différents ratites (d'après 2, 40).

| | Autruche | | Emeu | | Nandou | | Poulet | |
|----------------|-----------|-----------|-----------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | <i>cm</i> | % | <i>cm</i> | % | <i>cm</i> | % | <i>cm</i> | % |
| Intestin grêle | 512 | 36 | 315 | 88.5 | 132 | 63 | 61 | 90 |
| (un) Cæcum | 94 | 7 | 12 | 3.3 | 46 | 22 | 5 | 7 |
| Colon | 800 | 57 | 29 | 8.2 | 31 | 14 | 2 | 3 |

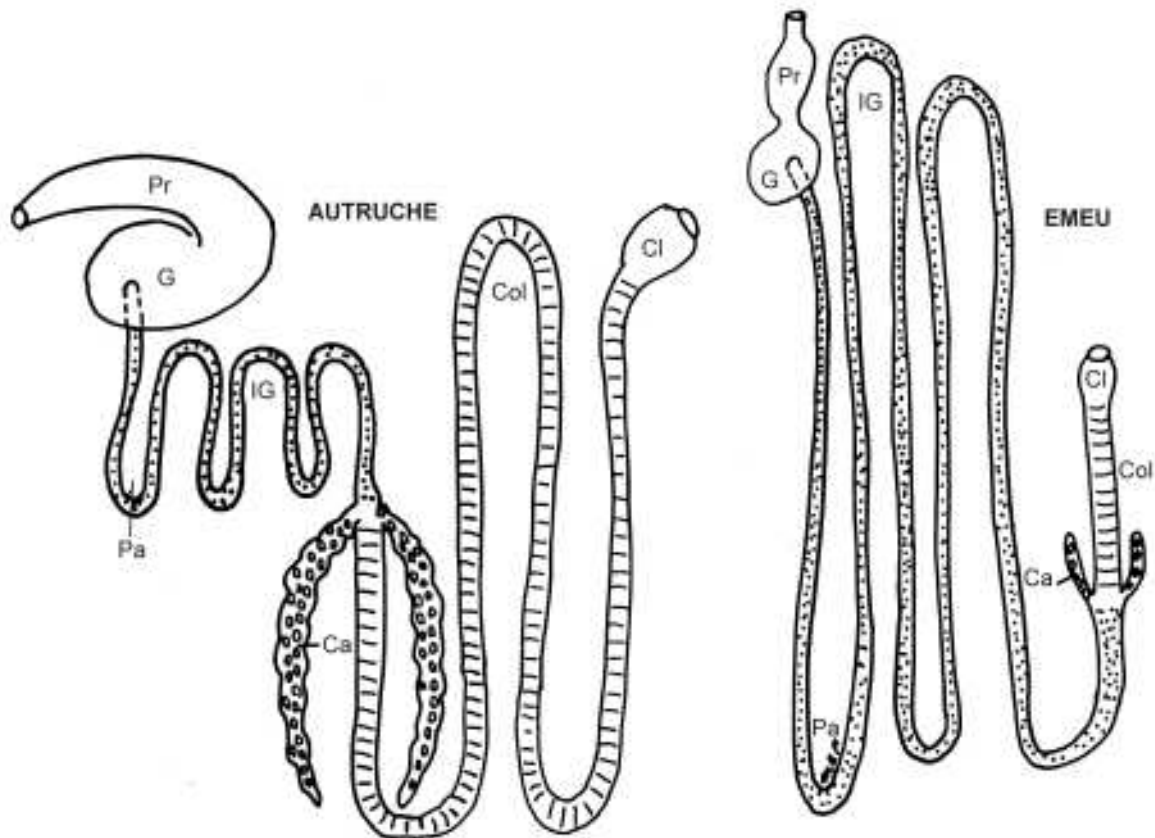


Figure 3. Schéma comparatif du tractus digestif de l'autruche et de l'émeu (d'après 18).

Avec Pr : proventricule, G : gésier, Pa : emplacement du pancréas, IG : intestin grêle, Ca : cæcum, Col : colon, Cl : cloaque.

II.1 - L'intestin grêle

L'intestin grêle représente donc près de 90 % de la longueur de l'intestin et occupe une grande partie de l'abdomen (19).

La structure histologique est relativement uniforme d'un segment à l'autre. On note la présence de glandes de Lieberkühn. La surface de la muqueuse est augmentée par la présence de plis et de villosités, qui facilitent l'absorption des nutriments (22).

II.1.1 – Duodénum et jéjunum

Le duodénum fait suite à l'estomac et mesure environ 50 cm de long (22). Ses deux premières portions (descendante puis ascendante) forment une boucle qui loge le

pancréas (figure 3). Il reçoit les sécrétions pancréatiques et biliaires par des canaux séparés.

Le jéjunum prolonge le duodénum sur 1m20 en moyenne **(22)**. Il n'y a pas de différence macroscopique entre 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.

Bien que les enzymes digestives chez l'émeu n'aient pas été spécifiquement identifiées, il est très probable que ces deux segments intestinaux soient le siège d'une grande partie de la digestion. En effet, il a été montré que l'osmolalité est deux fois plus élevée dans le duodénum et le jéjunum (681 mosm/kg) que dans les autres compartiments (290 à 367 mosm/kg), ce qui indique que les sécrétions y sont importantes (intestinales, biliaires et pancréatiques). Le pH est de 6.7 **(22)**.

II.1.2 - Iléon

L'iléon s'étend du diverticulum jusqu'à la jonction des caeca. C'est la partie la plus longue de l'intestin (environ 1 m 50), il a une capacité de près de deux litres. Sa paroi est plus fine que celle des segments précédents, la couche musculuse étant plus réduite. Le transit est donc ralenti **(22)**. Chez l'émeu, les éléments fibreux les plus grossiers sont retenus au niveau de l'iléon distal **(2)**. Ces particularités font de l'iléon un compartiment possible pour le stockage de l'eau, l'absorption des nutriments et la digestion microbienne des fibres. Le pH est de 8.2 à ce niveau **(22)**.

II.2 - Le gros intestin

II.2.1 - Les caeca

Le gros intestin débute par une paire de caeca chez l'émeu, comme chez les autres Oiseaux. Les caeca de l'émeu mesurent de 6 à 12 cm de long et sont très fins, ils ressemblent plus à ceux de la poule qu'à ceux des autres Ratites (figure 3 et tableau 7).

La paroi est fine, les glandes de Lieberkühn sont peu développées et, bien que les villosités soient nombreuses et développées dans les portions proximales **(22)**, les caeca de l'émeu sont à priori non fonctionnels, contrairement à ceux de l'autruche et du nandou **(18)**.

II.2.2 - Le colon

Le colon est très court et ne mesure que 30 cm de long. Sa paroi est plus épaisse que celle de l'intestin grêle et semble extensible **(22)**. Il débouche sur le cloaque.

Le colon et le cloaque participent de façon importante à l'absorption de l'eau et des ions, grâce à une surface épithéliale multipliée par cinq du fait des villosités et microvillosités. Ceci est essentiel pour cet animal vivant en milieu semi-désertique et dont les reins ont une faible capacité à concentrer les urines **(15)**. Les cellules à mucus sont nombreuses dans la partie distale du colon, ainsi que dans le cloaque **(22)**.

II.3 - Les annexes du tube digestif

II.3.1 - Pancréas

De couleur jaunâtre et d'aspect crénelé, le pancréas se loge entre les deux premiers segments du duodénum qui forment une anse. Il ne comporte qu'un lobe chez l'émeu. Il sécrète des enzymes digestives qui sont déversées dans le duodénum, via le canal pancréatique.

II.3.2 - Foie

Le foie possède deux lobes principaux, le lobe gauche étant plus petit et subdivisé, contrairement au lobe droit. Le foie sain est de couleur rougeâtre à brun **(34)**. D'un poids moyen de 470 g chez l'adulte **(20)**, il est crânial au gésier et caudal à la membrane transversale (diaphragme primitif). Il existe une vésicule biliaire chez

l'émeu et le nandou mais pas chez l'autruche **(18)**. La vésicule biliaire de l'émeu est attachée à l'un des lobes du foie et mesure 8 cm de long **(19)**.

III – UN CAS PARTICULIER : LA DIGESTION DES FIBRES

D'après ce que nous venons de voir, l'émeu ne semble pas disposer d'un appareil digestif adapté à la digestion des fibres végétales : d'une part, l'intestin est court et ne possède pas de compartiment volumineux et d'autre part, le transit total est rapide (en moyenne 4 h pour la phase liquide et 6 h pour la phase solide).

A contrario, l'autruche a la capacité de digérer les fibres de façon beaucoup plus importante que les autres espèces d'oiseaux (17, 43). Elle possède en effet un intestin long et développé (notamment son colon et ses caeca) et son transit digestif est beaucoup plus lent (environ 40 h). On estime ainsi qu'elle peut digérer jusqu'à 60 % des fibres (NDF) de sa ration (40).

Pourtant HERD et DAWSON (22) ont montré que l'émeu a une certaine aptitude à digérer les fibres et ils ont tenté d'en expliquer les raisons.

III.1 – Digestibilité des fibres et apport énergétique

Le tableau 8 présente la digestibilité des constituants fibreux à partir de rations expérimentales.

Tableau 8. Digestibilité des constituants fibreux chez l'émeu (d'après 22).

| Constituant | Digestibilité apparente (%) |
|------------------|-----------------------------|
| NDF ¹ | 35 à 45 |
| Hémicellulose | 51 à 61 |
| ADF ² | 0 à 18 |
| Cellulose | 0 à 19 |
| Lignine | 4 à 23 |

¹ neutral detergent fiber

² acid detergent fiber

Les variations de digestibilité obtenues dépendent de la nature des rations testées : de densité énergétique voisine (12 kJ/g), elles différaient par leur teneur en fibres (26 à 36 % de NDF). La digestibilité des fibres était d'autant plus élevée que la ration était riche en fibres, l'animal dégradant en priorité les éléments les plus digestes.

De même que l'énergie issue de la digestion du NDF est plus importante avec des rations riches en fibres. Selon la quantité de fibres présente dans l'alimentation et le mode de détermination de l'énergie métabolisable ainsi produite, on estime que le NDF contribue de 10 à 50 % au besoin d'entretien. Cependant, l'oiseau ne va pas utiliser nécessairement tous les nutriments issus de la dégradation des fibres.

III.2 – Localisation des fermentations microbiennes au sein du tractus digestif

Des mesures des concentrations en acides gras volatiles (AGV) ont été réalisées dans plusieurs compartiments afin de situer plus précisément le ou les sites de fermentations **(22)**.

Les gésiers contenaient peu d'AGV, mais lors de l'expérience, ces derniers étaient presque vides et d'autres auteurs ont constaté que les éléments les plus grossiers sont retenus dans la partie ventrale du gésier **(2)**. Le duodénum et le jéjunum n'ont pas été examinés, car ils ont été identifiés comme le principal site de digestion enzymatique. Des concentrations importantes en AGV ont été mesurées dans l'iléon et le colon (14 à 18 mmol/L). A titre de comparaison, des concentrations en AGV dix fois supérieures ont été mesurées dans l'estomac, le colon et les caeca de l'autruche **(43)**.

L'iléon contenant le plus grand volume de digesta (c'est à dire 7 à 10 fois celui du colon), il a été considéré comme le principal site de fermentation chez l'émeu. Cependant d'autres expériences seraient nécessaires pour préciser le rôle de l'estomac dans la digestion des fibres.

III.3 – Discussion

Bien que ne possédant pas un appareil digestif adapté à la digestion des fibres, l'émeu peut tout de même digérer 35 à 45 % du NDF. Cela peut s'expliquer notamment par un broyage dans l'estomac des aliments fibreux, dans un premier temps. Ensuite l'hémicellulose peut être partiellement hydrolysée à pH acide par la pepsine, ainsi qu'une partie de la lignine. Mais la microflore reste essentielle dans les processus de dégradation des fibres végétales et on ne connaît pas sa répartition dans les différents segments digestifs, chez l'émeu.

A l'état sauvage, l'émeu est un omnivore qui consomme de petites quantités d'aliments de bonne qualité (insectes, graines, fruits, jeunes pousses) et qui complète son alimentation avec des aliments plus fibreux. Il sait choisir des plantes pauvres en lignine et riches en hémicellulose, plus digestes.

IV - LES DIFFERENCES MAJEURES ENTRE L'ADULTE ET LE POUSSIN

La principale différence entre un poussin nouvellement éclos et un oiseau plus âgé est la présence du sac vitellin (ou vitellus) qui occupe une grande partie de l'abdomen (figures 4 et 5).

Puisque ce sac contient des réserves alimentaires pour le poussin qui n'a donc pas besoin d'ingérer d'aliments, le gésier est relativement petit. La région qui entoure le point d'attache entre le sac vitellin et l'intestin (situé entre le jéjunum et l'iléon) est remplie de parties de vitellus pouvant varier du jaune au vert. Le vert provient sans doute des sécrétions biliaires.

Le poussin disposant d'une grande quantité de vitellus riche en lipides, il n'est pas étonnant que sa vésicule biliaire soit relativement grande. La bile, liquide vert foncé qui en provient, aide à digérer les lipides en les émulsifiant.

Le foie lui-même est beaucoup plus jaune chez le poussin nouvellement éclos à cause de la grande quantité de graisses métabolisées.

Les éléments du vitellus sont assimilés, soit directement via les vaisseaux vitellins, soit indirectement via l'intestin.

.

Avec l'âge, le gésier et le proventricule augmentent de volume et le sac vitellin diminue pour ne plus être, à trois semaines, qu'un petit nodule jaune-clair de la taille de la moitié d'un pois, attaché à l'intestin grêle, le diverticulum. En parallèle, pendant les trois premières semaines, le gésier grandit pour remplir l'espace que le sac vitellin occupait dans l'abdomen du poussin **(34)**.

Les enzymes digestives secrétées par la paroi intestinale ont une activité relativement élevée au moment de l'éclosion, mais qui diminue par la suite. Ceci est dû à l'érosion de l'épithélium intestinal exposé aux microorganismes de l'environnement. Jusqu'à l'âge de 3 mois, les jeunes ratites sont ainsi très sensibles aux carences alimentaires, aux microbes, etc **(2)**.

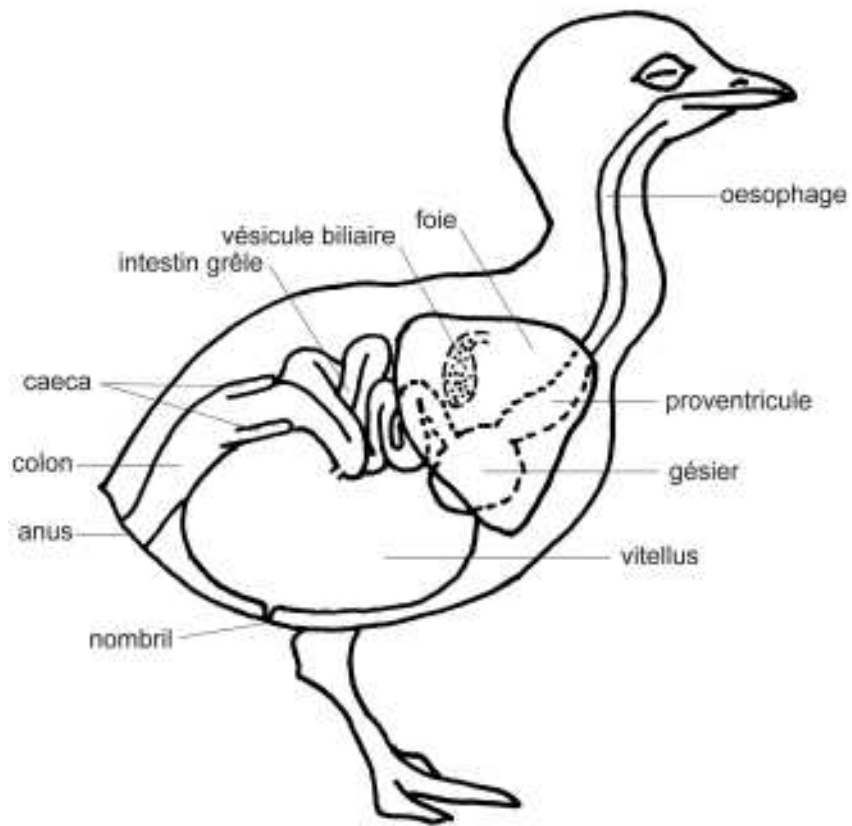


Figure 4. Représentation de l'appareil digestif du poussin d'un jour (**d'après 34**).

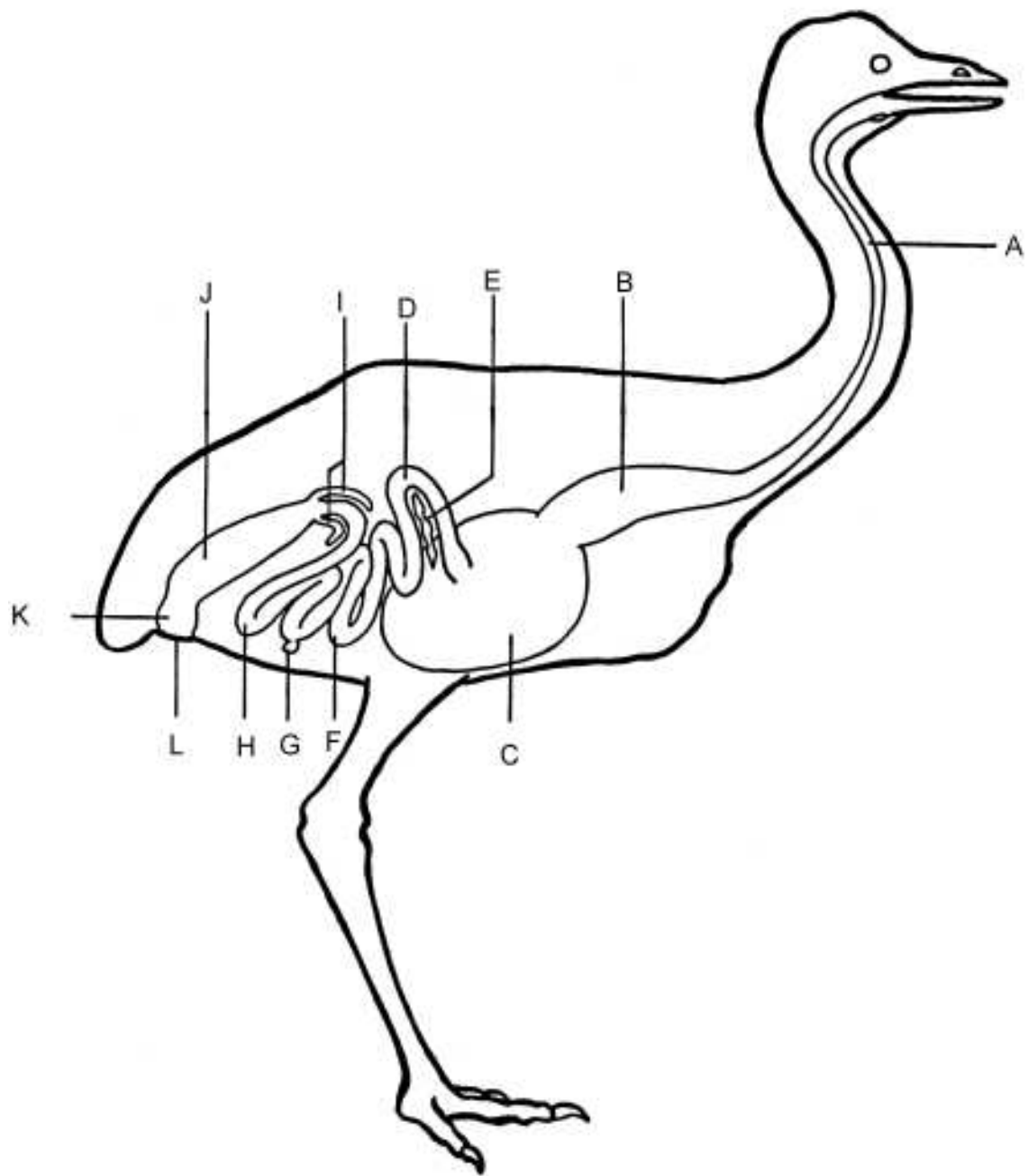


Figure 5. Représentation de l'appareil digestif d'un émeu de 3 mois (d'après 34).

Avec A : œsophage, B : proventricule, C : gésier, D : duodénum, E : pancréas, F : jéjunum, G : diverticulum, H : iléon I : caeca, J : colon, K : cloaque, L : anus

L'appareil digestif de l'émeu présente ainsi des particularités anatomiques et fonctionnelles. Cet oiseau dispose d'un tractus digestif court, avec un intestin grêle long et un gros intestin peu développé. De plus, son transit digestif est rapide. Ainsi, par son appareil digestif et son mode de vie à l'état sauvage (variations du régime alimentaire et du comportement d'ingestion selon les saisons), l'émeu est adapté à la consommation d'aliments riches et digestibles, lorsque ces derniers sont disponibles. Dans le cas contraire, il est également capable d'utiliser ses réserves et de tirer partiellement parti des aliments fibreux.

Ceci implique que cet animal a des besoins alimentaires spécifiques qui vont être présentés dans la troisième partie.

TROISIEME PARTIE : DE L'ESTIMATION DES BESOINS ALIMENTAIRES AU RATIONNEMENT

CHAPITRE 1 : VERS UNE ESTIMATION DES BESOINS ALIMENTAIRES

Pour déterminer les priorités des besoins alimentaires d'un animal, on crée une carence sélective, c'est à dire qu'à partir d'un même régime, on retire à chaque fois un seul des constituants de base (eau, glucides, lipides, protides, minéraux, etc) et on observe les effets sur la santé et le bien-être de l'animal. Selon le délai d'apparition des troubles et leur intensité, on établit ces priorités.

I – LES BESOINS EN EAU

L'eau est le premier besoin alimentaire à satisfaire en production animale. Ses propriétés physico-chimiques en font un composant essentiel pour l'organisme, aussi bien au niveau structural que fonctionnel.

I.1 - Sources

La grande majorité de l'eau est apportée par l'alimentation et l'abreuvement. L'eau dite « métabolique » ou « endogène », obtenue lors de certaines réactions biochimiques, est comparativement négligeable (2).

I.2 - Aspect quantitatif

Les besoins en eau sont généralement exprimés en litre par kg de matière sèche ingérée (L/kg MSI) et varient considérablement selon les espèces terrestres étudiées (de 1 à 4 L/kg MSI) (24). Plus précisément, on considère qu'il faut de 1.8 à 2.6 L/kg MSI pour l'autruche, ce qui est du même ordre de grandeur que les recommandations pour les volailles domestiques (2 à 3.5 L/kg MSI) (16). On peut estimer que ce besoin est similaire pour l'émeu (2 à 3 L/kg MSI). La quantité d'eau bue, chez les oiseaux en général, dépend de la température ambiante (elle double

lorsque l'on passe de 25 à 35°C) et de la nature de la ration (si elle est riche en sel ou en fibres, les besoins en eau augmentent).

Cependant, l'émeu, comme d'autres oiseaux vivant en milieu aride, est capable, au cours de la saison sèche, de limiter ses pertes hydriques grâce à des mécanismes physiologiques et comportementaux **(42)** :

- Les émeus peuvent diminuer leur activité physique et leur métabolisme de base. Ils baissent ainsi leurs dépenses énergétiques ainsi que leurs pertes en eau générales,
- ces oiseaux sont aussi capables de supporter une certaine augmentation de leur température corporelle et utilisent donc moins d'eau pour la thermolyse,
- plus spécifiquement, les émeus peuvent limiter les pertes d'eau cutanées en modifiant la nature des lipides de la peau pour en diminuer la conductance thermique,
- de plus, on suppose qu'ils peuvent restreindre les pertes d'eau respiratoires en diminuant leur fréquence respiratoire et en augmentant l'extraction d'oxygène.

En élevage, il est préférable de fournir aux animaux un accès permanent à l'eau.

I.3 - Aspect qualitatif

On recommande chez les Ratites, une eau peu minéralisée avec un résidu à sec inférieur à 3000 mg/L, avec en particulier un maximum de 500, 100 et 10 ppm, pour les sulfates, nitrates et nitrites, respectivement **(2)**.

De plus, l'eau doit être de bonne qualité microbiologique.

L'eau étant un cas particulier, ses besoins ont été étudiés à part. Les autres seront présentés par classe d'animaux.

II – LES BESOINS D'ENTRETIEN

Les besoins d'entretien correspondent aux besoins en énergie, en protéines, en minéraux et vitamines d'un animal adulte, non productif, pour se maintenir en bonne santé.

II.1 - Besoin en énergie

La couverture des besoins énergétiques est la deuxième priorité après les besoins en eau. Chez les oiseaux, ces besoins sont exprimés en énergie métabolisable (EM), correspondant à l'énergie brute (EB) des aliments de la ration, minorée des pertes énergétiques fécales (EF), urinaires (EU) et gazeuses (EG).

Le métabolisme de base (MB en kJ/jour) est l'énergie minimum nécessaire à un animal à jeun, à sa température de confort et au repos pour maintenir ses fonctions vitales. Il a été mesuré indirectement chez l'émeu **(8)**, puis estimé en fonction du poids vif (PV en kg), à :

$$MB = 245 \times PV^{0.73} \text{ (22)}$$

ou encore à :

$$MB = 227 \times PV^{0.75} \text{ (14)}.$$

Il semble que métabolisme de base du mâle soit de 20 % inférieur à celui de la femelle, chez l'émeu. Cette différence se rencontre dans d'autres espèces aviaires où le plus gros des deux sexes a le métabolisme de base le moins élevé. Cependant, dans le cas de l'émeu, il n'y a pas de différence de poids entre les deux sexes durant l'hiver, et les mâles sont moins lourds que les femelles durant l'été. Néanmoins, le métabolisme basal des mâles reste inférieur à celui des femelles tout au long de l'année **(29)**. On rappelle que, à l'état sauvage, seul le mâle couve les œufs et qu'il peut jeûner durant cette période.

Pour obtenir le besoin énergétique d'entretien, il faut ajouter au besoin énergétique lié au métabolisme de base les dépenses supplémentaires liées à l'alimentation, à la thermorégulation et à l'activité musculaire.

DAWSON et HERD **(14)** ont établi le besoin d'entretien en énergie métabolisable (EM_e) pour l'émeu adulte à :

$$EM_e = 284 \times PV^{0.75} \text{ (} EM_e \text{ en kJ/jour, PV en kg),}$$

ce qui correspond à 4517 kJ par jour pour un adulte de 40 kg.

Ce besoin énergétique d'entretien peut sembler faible en soi et par rapport au métabolisme de base ($EM_e = 1.25 \times MB$), surtout pour un bipède. Cependant, plusieurs points sont à prendre en compte : premièrement, l'évolution des Ratites à partir d'ancêtres capables de voler s'est accompagnée d'une réduction des dépenses énergétiques **(8)**, ensuite, les oiseaux vivant en milieu aride comme l'émeu ont des besoins et des dépenses énergétiques plus faibles que les autres **(42)**. Finalement, on sait qu'il existe un reflux d'urine du cloaque vers le colon. On peut supposer, comme chez d'autres espèces, un recyclage de l'azote par la flore digestive, ce qui constituerait un apport supplémentaire d'azote et d'énergie **(14)**. Ainsi, chez l'autruche, le besoin énergétique d'entretien journalier est estimé à $425 \text{ kJ/kg PV}^{0.75}$, mais passe à $311 \text{ kJ/kg PV}^{0.75}$ en tenant compte de ce recyclage **(10)**.

Sauf précision contraire, les apports seront toujours exprimés, par la suite, par rapport à la matière brute de la ration, comme il est d'usage chez les oiseaux.

A titre indicatif, on estime qu'un émeu adulte consomme de 800 à 1200 g de nourriture par jour **(20, 35)**.

II.2 - Besoins en protéines

L'apport journalier minimum doit être de $0.09 \text{ g d'azote/kg PV}^{0.75}$, soit $0.56 \text{ g de protéine/kg PV}^{0.75}$ (9 g pour un émeu de 40 kg). Ce besoin semble faible, ce qui appuie l'hypothèse d'un recyclage bactérien de l'azote urinaire dans le colon **(14)**.

Tout comme chez les autres oiseaux, certains acides aminés sont dits essentiels : il s'agit de la lysine, la méthionine, la thréonine, le tryptophane, l'histidine, la phénylalanine, la leucine, l'isoleucine, la valine, l'arginine et la glycine **(2)**. La lysine et méthionine sont dits acides aminés limitants car ils sont peu présents dans les protéines alimentaires. Il est souvent nécessaire d'apporter un supplément d'acides aminés de synthèse dans la ration.

Le tableau 9 reprend les apports recommandés en énergie, en protéines et en acides aminés essentiels.

Tableau 9. Apports recommandés en énergie, en protéines et en acides aminés chez l'émeu à l'entretien **(d'après 31)**.

| | |
|-------------------------------|------|
| Energie métabolisable (MJ/kg) | 10.5 |
| Protéines ¹ | 16 % |
| Lysine (%) | 0.63 |
| Méthionine (%) | 0.25 |
| Méthionine + Cystéine (%) | 0.47 |
| Tryptophane (%) | 0.12 |
| Isoleucine (%) | 0.41 |
| Thréonine (%) | 0.38 |

¹ (40)

II.3 - Besoins en minéraux et en oligo-éléments

Les besoins en minéraux et oligo-éléments ne sont pas connus avec précision chez l'émeu. Les apports recommandés dans le tableau 10, ont été présentés dans plusieurs publications, à partir de compositions de rations utilisées avec succès chez l'émeu en élevage.

Tableau 10. Apports recommandés en minéraux chez l'émeu à l'entretien (d'après 2).

| | Minimum recommandé | Maximum toléré |
|---------------------------------|--------------------|--|
| Calcium (%) | 1 | Rapport Ca : P ≤ 2 |
| Phosphore total (%) | 0.6 | |
| Phosphore <i>nonphytate</i> (%) | 0.5 | |
| Sodium (%) | 0.15 | NaCl :1% (eau de boisson) ou 4% (aliment) |
| Chlore (%) | 0.12 | |
| Potassium (%) | 0.3 | |
| Magnésium (%) | 0.07 | 0.6 |
| Manganèse (ppm) | 60 | 2000 |
| Zinc (ppm) | 70 | 2000 |
| Fer (ppm) | 80 | 1000 |
| Cuivre (ppm) | 20 | 5000 |
| Sélénium (ppm) | 0.2 | 5 (*) |
| Iode (ppm) | 0.4 | 50 |

(*) Il semble que l'intervalle entre l'apport minimum recommandé et la dose toxique en sélénium soit plus faible. Des cas de mortalités embryonnaires à la suite d'une intoxication ont été reportés chez l'émeu, avec des rations pour reproducteurs contenant en moyenne 1.4 ppm de sélénium (25).

II.4 - Besoins en vitamines

Les vitamines liposolubles (A, D, E et K) peuvent être stockées dans le foie, par des graisses non métabolisables, tandis que les vitamines hydrosolubles (B et C) sont elles, très peu ou pas stockées dans l'organisme. L'émeu, comme les autres oiseaux, n'a pas de besoins spécifiques en vitamine C car il est capable de la synthétiser.

Le tableau 11 récapitule tous les apports recommandés, incluant ceux en vitamines, d'après plusieurs publications, et d'après la composition de rations utilisées en élevage chez l'émeu et d'autres espèces. Concernant les vitamines, les minéraux et les oligo-éléments non mentionnés (dans les tableaux 11, 16, 18 et l'annexe 1), on peut se référer aux apports recommandés chez les dindes en croissance, excepté pour le fer pour lequel on estime que les besoins de l'émeu sont supérieurs à ceux de la dinde (40).

Tableau 11. Apports recommandés chez l'émeu à l'entretien (d'après 40).

| | |
|----------------------------------|---------|
| Energie métabolisable (MJ/kg) | 10.6 |
| Protéines (%) | 16 |
| Acides aminés soufrés totaux (%) | 0.6 |
| Méthionine (%) | 0.36 |
| Lysine (%) | 0.75 |
| Fibres brutes (%) | 6 à 7 |
| NDF (%) | 14 à 16 |
| Calcium (%) | 1.2 |
| Phosphore non phytate (%) | 0.6 |
| Sodium (%) | 0.2 |
| Vitamine A (UI/kg) | 8800 |
| Vitamine D3 (UI/kg) | 3300 |
| Vitamine E (UI/kg) | 44 |
| Vitamine B12 (µg/kg) | 22 |
| Choline (ppm) | 2200 |
| Cuivre (ppm) | 33 |
| Zinc (ppm) | 110 |
| Manganèse (ppm) | 154 |
| Iode (ppm) | 1.1 |

III – LES BESOINS DE L'ÉMEU EN CROISSANCE

Les besoins alimentaires varient au cours de la croissance. La plupart des auteurs distinguent trois périodes (démarrage, croissance et finition) durant lesquelles les besoins et les apports recommandés diffèrent sensiblement.

III.1 – Besoins en énergie

Le tableau 12 présente les apports recommandés en énergie métabolisable, en fonction de l'âge, d'après plusieurs sources.

Tableau 12. Apports énergétiques recommandés chez l'émeu en croissance (d'après 20, 32, 40).

| | Démarrage | Croissance | Finition | |
|------------|-----------|------------|---------------|---|
| Age (sem) | 0 à 6 | 6 à 36 | 36 à 48 | 1 |
| EM (MJ/kg) | 11.2 | 11 | 12 | |
| Age (sem) | 0 à 14 | 14 à 34 | 34 à abattage | 2 |
| EM (MJ/kg) | 11.2 | 10.2 | 10.2 | |
| Age (sem) | 0 à 8 | 8 à 24 | 24 à 40 | 3 |
| EM (MJ/kg) | > 11 | > 10.5 | > 11 | |

¹ (40)

² (32)

³ (20)

Les différences constatées selon les auteurs viennent du fait que, selon le type de production, la durée d'engraissement peut varier de 48 à 70 semaines, de même que l'adiposité de la carcasse à l'abattage. Ainsi, en Australie par exemple, on cherche à obtenir des carcasses plutôt grasses qui sont bien valorisées pour la production d'huile : la durée d'engraissement est donc plus longue et la densité énergétique des rations plus élevée durant la finition. Par contre, on constate que les densités énergétiques recommandées au démarrage sont identiques, quelque soient les auteurs : en dessous de 11.2 MJ d'EM/kg, les besoins ne sont pas couverts et au dessus, on risque des problèmes de croissance (cf partie 4).

III.2 – Besoins en protéines

Le tableau 13 indique les apports recommandés en protéines et acides aminés essentiels pour une ration à 11.5 MJ d'EM/kg. Les apports recommandés ont été estimés à partir de l'analyse de la composition chimique de corps d'émeus sacrifiés à différents âges (20).

Tableau 13. Apports recommandés en protéines et en acides aminés chez l'émeu en croissance (d'après 20).

| Age (sem) | Protéines brutes (%) | Lysine (%) | Méthionine (%) | AAST (%) ¹ | Thréonine (%) | Isoleucine (%) | Leucine (%) | Conso. ² |
|-----------|----------------------|------------|----------------|-----------------------|---------------|----------------|-------------|---------------------|
| 0 - 2 | 11.9 | 0.65 | 0.18 | 0.59 | 0.58 | 0.50 | 1.31 | 35 |
| 2 - 3 | 17.0 | 0.98 | 0.28 | 0.67 | 0.79 | 0.67 | 1.74 | 88 |
| 3 - 4 | 15.1 | 0.87 | 0.25 | 0.57 | 0.69 | 0.59 | 1.52 | 140 |
| 4 - 6 | 13.7 | 0.79 | 0.22 | 0.48 | 0.62 | 0.54 | 1.37 | 220 |
| 6 - 8 | 14.6 | 0.77 | 0.23 | 0.50 | 0.67 | 0.58 | 1.47 | 259 |
| 8 - 10 | 13.3 | 0.71 | 0.18 | 0.41 | 0.61 | 0.53 | 1.33 | 368 |
| 10 - 12 | 11.6 | 0.64 | 0.18 | 0.41 | 0.54 | 0.47 | 1.18 | 374 |
| 12 - 16 | 9.4 | 0.53 | 0.15 | 0.34 | 0.44 | 0.38 | 0.97 | 561 |
| 16 - 20 | 9.0 | 0.50 | 0.15 | 0.36 | 0.42 | 0.37 | 0.94 | 603 |
| 20 - 24 | 8.9 | 0.50 | 0.16 | 0.38 | 0.42 | 0.37 | 0.94 | 630 |
| 24 - 28 | 9.1 | 0.52 | 0.16 | 0.41 | 0.44 | 0.38 | 0.98 | 597 |
| 28 - 32 | 11.4 | 0.67 | 0.21 | 0.51 | 0.55 | 0.48 | 1.23 | 545 |
| 32 - 36 | 11.6 | 0.70 | 0.21 | 0.53 | 0.57 | 0.49 | 1.26 | 544 |
| 36 - 40 | 11.0 | 0.69 | 0.21 | 0.51 | 0.54 | 0.47 | 1.20 | 614 |
| 40 - 44 | 13.4 | 0.87 | 0.25 | 0.60 | 0.66 | 0.56 | 1.46 | 604 |
| 44 - 48 | 11.3 | 0.75 | 0.22 | 0.50 | 0.55 | 0.47 | 1.23 | 820 |
| 48 - 52 | 11.2 | 0.73 | 0.22 | 0.50 | 0.54 | 0.47 | 1.21 | 851 |
| 52 - 56 | 11.4 | 0.76 | 0.22 | 0.51 | 0.56 | 0.48 | 1.24 | 829 |
| 56 - 60 | 8.8 | 0.58 | 0.17 | 0.39 | 0.43 | 0.37 | 0.96 | 1051 |
| 60 - 62 | 8.8 | 0.58 | 0.16 | 0.39 | 0.43 | 0.38 | 0.96 | 1026 |
| 62 - 63 | 8.4 | 0.56 | 0.16 | 0.36 | 0.41 | 0.36 | 0.92 | 1175 |

¹ AAST : Acides aminés soufrés totaux.

² Consommation d'aliment (g/oiseau/jour)

La lysine est en pratique l'acide aminé le plus limitant. Chez les émeus âgés de 23 à 65 jours, les teneurs en lysine pour optimiser le gain moyen quotidien (GMQ) et l'indice de consommation ont été estimées à 0.90 et 0.83 g/MJ d'EM, respectivement **(30)**. Comme la croissance et la consommation d'aliment dépendent de la densité énergétique de la ration, il est plus approprié d'estimer les besoins en acides aminés par unité d'énergie (tableau 14).

Tableau 14. Apports recommandés en énergie et en acides aminés chez l'émeu en croissance (d'après 32).

| | Démarrage 0 à 14 sem. | Croissance 14 à 34 sem. | Finition 34 sem. à abattage |
|------------------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| EM (MJ/kg) | 11.2 | 10.2 | 10.2 |
| Lysine (g/MJ) | 0.80 | 0.75 | 0.70 |
| (%) | 0.9 | 0.8 | 0.7 |
| Méthionine ¹ | 0.50 | 0.50 | 0.50 |
| Méthionine + Cystéine ¹ | 0.80 | 0.80 | 0.80 |
| Tryptophane ¹ | 0.19 | 0.19 | 0.19 |
| Isoleucine ¹ | 0.65 | 0.65 | 0.65 |
| Thréonine ¹ | 0.60 | 0.60 | 0.60 |

¹ Ces teneurs sont exprimées par rapport à la lysine.

Les données du tableau 14 ont été collectées en comparant les courbes de croissance obtenues avec des rations à teneurs variables en acides aminés. Les apports recommandés en acides aminés, correspondent à ceux qui maximisent le GMQ et minimisent la consommation d'aliment.

En comparant les estimations des tableaux 13 et 14, on constate que les recommandations concordent entre elles.

III.3 – Besoins en vitamines, en minéraux et en oligo-éléments

Le tableau 15 présente les apports recommandés en vitamines, en minéraux et en oligo-éléments. Dans ce cas, les besoins théoriques ont été estimés à partir de l'analyse de la composition chimique de corps d'émeus, sacrifiés à différents âges.

Tableau 15. Apports recommandés en minéraux et en oligo-éléments chez l'émeu en croissance (d'après 20).

| Age (sem.) | Calcium | | Phosphore | | Manganèse | | Zinc | | Cuivre | |
|---------------|--------------------|------|--------------------|------|---------------------|------|---------------------|-------|---------------------|-------|
| | g/o/j ¹ | % | g/o/j ¹ | % | mg/o/j ² | ppm | mg/o/j ² | ppm | mg/o/j ² | ppm |
| 0 - 2 | 0.21 | 0.60 | 0.12 | 0.35 | 0.31 | 8.86 | 3.0 | 86.93 | 0.5 | 15.25 |
| 2 - 3 | 1.05 | 1.20 | 0.66 | 0.75 | 0.24 | 2.68 | 3.0 | 34.56 | 0.4 | 4.25 |
| 3 - 4 | 1.08 | 0.77 | 0.51 | 0.36 | 0.23 | 1.64 | 2.9 | 20.87 | 0.1 | 0.98 |
| 4 - 6 | 1.28 | 0.58 | 0.88 | 0.40 | 0.42 | 1.91 | 5.7 | 26.05 | 0.2 | 0.77 |
| 6 - 8 | 2.56 | 0.99 | 1.54 | 0.60 | 0.57 | 2.21 | 7.9 | 30.41 | 0.4 | 1.36 |
| 8 - 10 | 3.73 | 1.01 | 2.34 | 0.64 | 0.57 | 1.54 | 7.8 | 21.21 | 0.4 | 1.04 |
| 10 - 12 | 4.20 | 1.12 | 2.16 | 0.58 | 0.63 | 1.69 | 8.1 | 21.64 | 0.4 | 0.98 |
| 12 - 16 | 3.64 | 0.65 | 2.41 | 0.43 | 0.61 | 1.09 | 9.0 | 15.98 | 0.5 | 0.86 |
| 16 - 20 | 3.56 | 0.59 | 2.42 | 0.40 | 0.71 | 1.17 | 10.5 | 17.38 | 0.5 | 0.89 |
| 20 - 24 | 4.22 | 0.67 | 2.35 | 0.37 | 0.74 | 1.18 | 13.0 | 20.64 | 0.7 | 1.05 |
| 24 - 28 | 4.74 | 0.79 | 3.49 | 0.58 | 0.80 | 1.35 | 16.5 | 27.64 | 0.7 | 1.17 |
| 28 - 32 | 6.15 | 1.13 | 4.04 | 0.74 | 0.83 | 1.52 | 18.3 | 33.62 | 0.8 | 1.46 |
| 32 - 36 | 5.84 | 1.07 | 5.09 | 0.94 | 0.82 | 1.51 | 20.9 | 38.40 | 0.9 | 1.59 |
| 36 - 40 | 6.20 | 1.01 | 5.84 | 0.95 | 0.83 | 1.35 | 21.4 | 34.91 | 0.8 | 1.36 |
| 40 - 44 | 5.53 | 0.92 | 5.24 | 0.87 | 0.94 | 1.56 | 21.8 | 36.16 | 1.0 | 1.66 |
| 44 - 48 | 5.31 | 0.65 | 5.10 | 0.62 | 0.94 | 1.15 | 22.6 | 27.55 | 0.9 | 1.05 |
| 48 - 52 | 5.22 | 0.61 | 4.80 | 0.56 | 0.96 | 1.13 | 20.1 | 23.59 | 0.9 | 1.02 |
| 52 - 56 | 4.17 | 0.50 | 4.87 | 0.59 | 1.00 | 1.21 | 23.5 | 28.31 | 1.1 | 1.28 |
| 56 - 60 | 5.24 | 0.50 | 5.76 | 0.55 | 1.09 | 1.04 | 23.8 | 22.69 | 1.1 | 1.02 |
| 60 - 62 | 5.41 | 0.53 | 5.50 | 0.54 | 1.12 | 1.09 | 25.6 | 24.93 | 1.0 | 0.94 |
| 62 - 63 | 5.45 | 0.46 | 5.15 | 0.44 | 1.19 | 1.01 | 27.2 | 23.15 | 1.1 | 0.98 |

¹ g/oiseau/jour

² mg/oiseau/jour

Certains apports recommandés dans le tableau 15 semblent faibles par rapport à d'autres recommandations.

Le tableau 16 récapitule les apports recommandés chez l'émeu en croissance, d'après plusieurs publications, et d'après la composition de rations utilisées en élevage chez l'émeu et d'autres espèces.

Tableau 16. Apports recommandés chez l'émeu en croissance (d'après 40).

| | Démarrage (0 à 6 sem.) | Croissance (6 à 36 sem.) | Finition (36 à 48 sem.) |
|----------------------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Energie métabolisable (MJ/kg) | 11.2 | 11 | 12 |
| Protéines brutes (%) | 22 | 20 | 17 |
| Acides aminés soufrés totaux (%) | 0.86 | 0.78 | 0.65 |
| Méthionine (%) | 0.48 | 0.44 | 0.38 |
| Lysine (%) | 1.10 | 0.94 | 0.78 |
| Fibres brutes (%) | 6 à 8 | 6 à 8 | 6 à 7 |
| NDF (%) | 14 à 16 | 14 à 17 | 10 à 13 |
| Calcium (%) | 1.5 | 1.3 | 1.2 |
| Phosphore non phytate (%) | 0.75 | 0.65 | 0.60 |
| Sodium (%) | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| Vitamine A (UI/kg) | 15400 | 8800 | 8800 |
| Vitamine D3 (UI/kg) | 4400 | 3300 | 3300 |
| Vitamine E (UI/kg) | 99 | 44 | 44 |
| Vitamine B12 (µg/kg) | 44 | 22 | 22 |
| Choline (ppm) | 2200 | 2200 | 2200 |
| Cuivre (ppm) | 33 | 33 | 33 |
| Zinc (ppm) | 110 | 110 | 110 |
| Manganèse (ppm) | 154 | 154 | 154 |
| Iode (ppm) | 1.1 | 1.1 | 1.1 |

IV – LES BESOINS EN PONTE

Les besoins des émeus en ponte ont été estimés pour la femelle. Aucune étude ne présente les besoins spécifiques du mâle dans les conditions d'élevage, où, certes l'incubation est artificielle, mais où sa fertilité doit être optimisée. Par commodité, le mâle et la femelle sont donc généralement nourris avec le même aliment.

La durée totale de formation d'un œuf (de l'ovulation à la ponte) étant d'environ 6 semaines, il convient de distribuer un aliment pour reproducteurs au moins 6 semaines avant le commencement de la saison de ponte **(31)**, d'autant plus que les mâles et les femelles diminuent leur consommation alimentaire durant cette période.

IV.1 Besoins en énergie

A l'état sauvage, le mâle ne se déplace pas, ne se nourrit pas et ne boit pas durant toute la période d'incubation. Une étude reproduisant ces conditions a montré que la dépense énergétique moyenne était de 2700 à 3400 kJ/jour pour un mâle pesant 40 kg avant l'incubation et perdant 113 g de PV par jour **(7)**. Cette dépense est du même ordre de grandeur que les besoins énergétiques liés au métabolisme de base, ce qui montre que dans cette situation, le mâle est capable de diminuer ses dépenses énergétiques au minimum.

En élevage, les apports énergétiques recommandés vont de 10 à 11 MJ/kg d'aliment selon les auteurs (tableaux 17 et 18). Les besoins du mâle comme ceux de la femelle étant tous deux supérieurs au besoin d'entretien (10.5 MJ/kg) et l'appétit diminuant, il semble qu'un apport de 11 MJ/kg soit plus adapté.

IV.2 - Besoins en protéines

La ration doit contenir de 20 à 22 % de protéines brutes en période de ponte **(40)** contre 16 % à l'entretien. Certains acides aminés doivent être apportés en plus grande quantité par rapport à l'entretien. Le tableau 17 indique les apports recommandés en énergie, en protéines et en acides aminés, chez l'émeu en période de ponte.

Tableau 17. Apports recommandés en énergie, en protéines et en acides aminés chez l'émeu en ponte **(d'après 31 et 40)**.

| | |
|-------------------------------|---------|
| Energie métabolisable (MJ/kg) | 11 |
| Protéines ¹ | 20 à 22 |
| Lysine (%) | 0.81 |
| Méthionine (%) | 0.38 |
| Méthionine + Cystéine (%) | 0.67 |
| Tryptophane (%) | 0.18 |
| Isoleucine (%) | 0.58 |
| Thréonine (%) | 0.60 |

¹ **(40)**

IV.3 - Besoins en vitamines, en minéraux et en oligo-éléments

Le tableau 18 reprend tous les apports recommandés chez l'émeu en ponte, d'après plusieurs publications, et d'après la composition de rations utilisées en élevage. Les apports recommandés en vitamines, en minéraux et en oligo-éléments sont présentés dans ce tableau.

Tableau 18. Apports recommandés chez l'émeu en ponte (d'après 40).

| | |
|----------------------------------|-----------|
| Energie métabolisable (MJ/kg) | 10 |
| Protéines (%) | 20 à 22 |
| Acides aminés soufrés totaux (%) | 0.75 |
| Méthionine (%) | 0.40 |
| Lysine (%) | 1.00 |
| Fibres brutes (%) | 7 à 8 |
| NDF (%) | 16 à 18 |
| Calcium (%) | 2.4 à 3.5 |
| Phosphore non phytate (%) | 0.6 |
| Sodium (%) | 0.2 |
| Vitamine A (UI/kg) | 8800 |
| Vitamine D3 (UI/kg) | 3300 |
| Vitamine E (UI/kg) | 99 |
| Vitamine B12 (µg/kg) | 44 |
| Choline (ppm) | 1980 |
| Cuivre (ppm) | 33 |
| Zinc (ppm) | 110 |
| Manganèse (ppm) | 154 |
| Iode (ppm) | 1.1 |

La femelle en ponte a un besoin en calcium important : le rapport Ca/P recommandé est de 3 à 4, contre un maximum de 2 en moyenne pour l'émeu en croissance ou à l'entretien (cf tableau 10).

Par contre, le mâle n'a pas un besoin en calcium aussi élevé et trop de calcium nuit à la spermatogenèse. De plus, un excès de calcium ou de phosphore peut inhiber l'absorption de manganèse, de zinc, de cuivre ou d'autres oligo-éléments. Une carence en zinc peut aussi altérer la fertilité.

Par conséquent, il conviendrait de fournir un complément minéral riche en calcium à la femelle de façon séparée. Ceci est rarement réalisé en pratique. Par commodité, le mâle et la femelle reçoivent la même ration.

Si l'on compare les besoins essentiels de l'émeu avec ceux de l'autruche et du poulet, on constate que le besoin énergétique d'entretien est du même ordre de grandeur chez l'émeu et l'autruche (284 et 311 kJ/kg PV^{0.75} respectivement), ce qui représente 75% du même besoin estimé chez les volailles domestiques (**10, 14**). Les apports énergétiques recommandés (en EM) sont plus élevés chez le poulet que chez les Ratites et sont aussi plus importants chez l'émeu que chez l'autruche, pour tous les stades de production.

Les besoins en fibres sont deux fois plus importants chez l'autruche que chez l'émeu. Ils sont minimes chez le poulet, chez qui la digestibilité des fibres est quasi nulle.

Les besoins en protéines brutes chez l'autruche et l'émeu sont voisins, mais inférieurs à ceux du poulet. Cependant, les apports recommandés diffèrent pour certains acides aminés (cf Annexe 1).

Les besoins en vitamines et minéraux sont proches pour les trois oiseaux, mais ils ont été peu étudiés chez les Ratites.

Il semble donc que l'émeu présente des besoins alimentaires propres aux Ratites et à son espèce en particulier. Il doit donc faire l'objet d'un rationnement particulier.

CHAPITRE 2 : RATIONNEMENT

I – CONTRAINTES LORS DE FORMULATIONS DE RATIONS

I.1 - Contraintes nutritionnelles pour formuler des rations destinées aux émeus adultes

Le tableau 19 présente quelques contraintes nutritionnelles pour formuler des rations destinées aux adultes.

Tableau 19. Contraintes nutritionnelles lors de formulation de rations pour les émeus à l'entretien et en ponte (d'après 2).

| | Entretien | Ponte |
|------------------------|------------|------------|
| EM (MJ/kg) | 7.1 à 10.9 | 8.4 à 11.7 |
| Protéines (%) | 12 à 20 | 15 à 25 |
| Lysine (%) > | 0.45 | 0.80 |
| Méthionine (%) > | 0.28 | 0.40 |
| Acide linoléique (%) > | 0.4 | 1.0 |
| Fibres (%) > | 4.0 | 4.0 |

I.2 - Contraintes nutritionnelles pour formuler des rations destinées aux émeus en croissance

Les contraintes nutritionnelles pour formuler des rations destinées aux émeus en croissance sont données dans le tableau 20.

Tableau 20. Contraintes nutritionnelles lors de formulation de rations pour les émeus en croissance (d'après 20).

| | 0-8 sem. | 8-24 sem. | 24-40 sem. | 40-70 sem. |
|-------------------------|----------|-----------|------------|------------|
| Protéines (%) > | 16.5 | 16.5 | 15.0 | 13.0 |
| Lysine (g/MJ EM) | 0.80 | 0.65 | 0.60 | 0.48 |
| (AA rapport à lysine) | | | | |
| Lysine | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Méthionine > | 0.40 | 0.50 | 0.50 | 0.50 |
| TSAA > | 0.75 | 0.66 | 0.66 | 0.66 |
| Arginine > | 0.90 | 1.04 | 1.04 | 1.04 |
| Isoleucine > | 0.50 | 0.57 | 0.57 | 0.57 |
| Isoleucine < | 0.76 | 0.76 | 0.76 | 0.76 |
| Leucine > | 1.03 | 1.36 | 1.36 | 1.36 |
| Leucine< | 1.72 | 1.72 | 1.72 | 1.72 |
| Phénylalanine> | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 |
| Thréonine> | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 |
| Tryptophane > | 0.19 | 0.19 | 0.19 | 0.19 |
| Valine > | 0.68 | 0.81 | 0.81 | 0.81 |
| Valine < | 0.94 | 0.94 | 0.94 | 0.94 |
| EM (MJ/kg) > | 11.0 | 10.5 | 11.0 | 11.0 |
| Lipides (%) > | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 |
| Acide linoléique (%) > | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| Fibres (%) > | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 |
| Calcium (%) > | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 |
| Phosp. disponible (%) > | 0.65 | 0.60 | 0.40 | 0.40 |
| Phosp. disponible (%) < | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 |
| Sodium (%) > | 0.16 | 0.16 | 0.16 | 0.16 |

II – QUELQUES EXEMPLES DE RATIONS

Ainsi les formules des volailles domestiques ne sont pas adaptées aux besoins de l'émeu. En plus des exigences alimentaires spécifiques à cet oiseau, pour établir des rations, il faut tenir compte des grandes variations d'appétit de cette espèce, qui dépendent de la saison, des conditions climatiques, de l'âge et du stade de production : les adultes en reproduction peuvent ainsi diminuer leur consommation de nourriture de 50 à 75%.

De plus, les valeurs énergétiques des aliments entrant dans la composition des rations sont calculées à partir d'équations définies chez les volailles domestiques et ne tiennent pas compte de l'énergie issue de la fermentation des fibres. Les densités énergétiques des rations (hors démarrage) sont donc certainement sous-estimées **(2)**.

Les tableaux 21 et 22 sont des exemples de rations adaptées aux différents stades de production de l'émeu. Les formulations présentées dans les deux tableaux suivant sont issues de publications australiennes et contiennent de la farine de viande. En France, l'utilisation de farine de viande est interdite en alimentation animale ; il faut donc la remplacer par une autre source de protéines.

Tableau 21. Exemple de rations pour l'entretien et la ponte (composition en kg pour 100 kg d'aliment)
(d'après 31).

| | Entretien | Ponte |
|---|-----------|-------|
| Sorgho | 30.0 | 31.6 |
| Blé | 34.2 | 30.0 |
| Farine de viande et d'os (55 %) | 5.7 | 10.3 |
| Tourteau de soja 45 | - | 4.9 |
| Tourteau de tournesol 32 | - | 6.5 |
| Son | 10.0 | 10.0 |
| Farine de luzerne | 16.4 | - |
| Chaux | 2.0 | 5.7 |
| Phosphate bicalcique | 0.7 | - |
| Sel | 0.29 | 0.22 |
| DL-Méthionine de synthèse | 0.09 | 0.17 |
| L-Lysine HCl de synthèse | 0.10 | 0.07 |
| Complément en oligo-éléments et vitamines | 0.50 | 0.5 |

Tableau 22. Exemple de rations pour la croissance (composition en kg pour 100 kg d'aliment)
(d'après 32).

| | Démarrage (0 à 14 sem.) | Croissance (14 à 34 sem.) | Finition (après 34 sem.) |
|---|----------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Sorgho | 34.7 | 30.9 | 31.6 |
| Blé | 36.0 | 30.0 | 30.0 |
| Farine de viande et d'os (55 %) | 10.3 | 10.0 | 10.1 |
| Tourteau de soja 45 | 3.2 | - | - |
| Tourteau de tournesol 32 | 9.9 | 8.6 | 6.7 |
| Farine de coton | 2.9 | - | - |
| Son | - | 15.0 | 15.0 |
| Farine de luzerne | - | 2.9 | 4.1 |
| Chaux | 1.8 | 1.5 | 1.5 |
| Sel | 0.28 | 0.21 | 0.20 |
| DL-Méthionine de synthèse | 0.23 | 0.19 | 0.17 |
| L-Lysine HCl de synthèse | 0.23 | 0.17 | 0.11 |
| Complément en oligo-éléments et vitamines | 0.50 | 0.50 | 0.50 |

III – LES MODES DE DISTRIBUTION DE L'ALIMENT

Deux modes de distribution de l'aliment sont possibles : soit à volonté, soit rationné (34).

III.1 - A volonté

Les mangeoires sont constamment pleines et les animaux ont toujours accès à la nourriture. Cette méthode permet aux oiseaux de consommer ce dont ils ont besoin et de ne souffrir d'aucune carence ou déficience. Permettant aussi un gain de temps pour l'éleveur, c'est le mode de distribution le plus fréquemment employé.

III.2 - Rationné

Une certaine quantité de nourriture est distribuée à heures régulières, tous les jours. Pour être efficace, cette méthode demande une observation plus minutieuse des oiseaux et exige de savoir distinguer à l'œil et au toucher un émeu maigre, normal ou gras, qu'il soit poussin ou adulte. Apparemment plus contraignante, ce mode de distribution présente pourtant de nombreux avantages pour les oiseaux et donc pour l'éleveur également.

- Economie et efficacité alimentaires

Une étude a montré que les oiseaux consomment moins d'aliment et le métabolisent plus efficacement lorsque les repas sont à heures fixes et sont suivis d'une période de repos (34). De plus, une meilleure connaissance des quantités consommées facilite les prévisions budgétaires de l'éleveur.

- Respect de l'équilibre et de l'intégrité de la ration

Les ingrédients d'une ration n'ont souvent pas tous la même granulométrie (granulés, légumes et verdure fraîche, compléments en poudre pour les minéraux, les vitamines, et les oligo-éléments). Lors d'une distribution à volonté, les éléments les

moins grossiers s'accumulent facilement dans le fond des mangeoires et sont donc moins consommés. Le tri volontaire par les oiseaux est aussi facilité. Une distribution rationnée diminue le risque de déséquilibre et de carence alimentaires. De plus, les aliments stagnent moins longtemps dans les mangeoires, limitant les risques de contamination bactérienne ou fongique.

- Routine et apprivoisement

Chez tous les animaux, la routine est sécurisante et diminue le stress. De plus, associer la présence humaine avec un stimulus agréable (la nourriture), facilite l'apprivoisement. Ainsi, le ramassage des œufs pendant le repas est tout à fait indiqué.

- Détection des maladies

L'un des signes précurseurs de maladie chez bien des espèces est la diminution de l'appétit, ce qui est difficile à quantifier lorsque les oiseaux mangent à tout moment de la journée. Si l'éleveur détecte un problème plus tôt chez un oiseau, il le soignera plus facilement et augmentera les chances de guérison.

- Prévention des abus de nourriture

Tout animal confiné peut avoir tendance à trop manger s'il a un accès illimité à la nourriture, soit par ennui, soit par goût. Une croissance trop rapide des poussins entraîne souvent des déviations de pattes et les reproducteurs trop gras voient leur fertilité diminuer.

Ces deux modes de distribution de l'aliment s'appliquent à des oiseaux sains. Il faut parfois procéder autrement pour des animaux malades ou blessés.

III.3 - Alimentation par sondage des oiseaux malades ou blessés

L'alimentation assistée est préconisée lorsque les oiseaux sont trop faibles pour boire et manger d'eux-mêmes. On utilise alors un aliment mixé et mélangé à de l'eau pour obtenir une pâte liquide. Cependant, il ne faut jamais alimenter par sondage oesophagien un oiseau qui n'a pas encore commencé à boire et à manger de lui-même. En effet, on ne sonde pas les poussins qui n'ont pas complètement acquis le réflexe pharyngé car on risque une fausse déglutition à la suite d'une régurgitation. Dans ce cas, on se contente d'injections par voie sous-cutanées de glucose 5 % et de Ringer-LactateND (34).

- Le poussin

Il est conseillé d'utiliser une seringue en plastique de 10 à 50 mL selon la taille de l'oiseau, munie d'un tube en plastique souple et à l'extrémité arrondie. Le tube doit être aussi long que le cou de l'oiseau à sonder. Plus le poussin est jeune, plus il faut prendre de précautions : le manipuler doucement, lui donner le liquide en plusieurs fois par petites quantités et bien lubrifier la sonde. A titre indicatif, on administre une quantité journalière totale de 10 à 100 mL, répartie en 2 à 5 prises, selon la taille de l'oiseau.

- L'adulte

Il est conseillé de faire maintenir l'oiseau par une seconde personne. Dans ce cas, on peut utiliser un dispositif similaire au précédent ou plus simplement une seringue droguese pour veau. L'adulte peut recevoir de plus grandes quantités à la fois : de 100 à 200 mL par prise pour une quantité quotidienne totale de 500 à 1 000 mL. L'administration de plus grandes quantités permet de réduire le nombre des interventions (une à deux par jour) et donc de limiter le stress pour l'oiseau.

Les émeus ayant des besoins alimentaires propres à son espèce, les formules proposées pour les volailles domestiques ne leur conviennent pas. L'idéal est de réaliser des rations spécifiques à partir d'ingrédients dont la composition est connue (cf Annexe 2). Il est également possible de distribuer une quantité fixe et limitée de granulés pour volailles (dinde, poule) et de compléter *ad libitum* avec de la luzerne **(26)**.

Des troubles, qui vont être décrits dans la quatrième partie, peuvent apparaître en élevage, lorsqu'il existe un problème de composition ou de distribution des rations.

QUATRIEME PARTIE : TROUBLES ET PATHOLOGIE LIES A L'ALIMENTATION

CHAPITRE 1 : PATHOLOGIE ALIMENTAIRE DU POUSSIN

I - LES DEFORMATIONS DES PATTES

Bien connues chez les volailles domestiques, les déformations des pattes constituent un problème très fréquent chez l'émeu et représentent même la dominante pathologique du poussin, d'après une étude réalisée auprès de parcs zoologiques, de fermes australiennes et de la société France Autruche (27). Ces troubles peuvent être à l'origine de pertes économiques importantes. L'essentiel des cas concerne des poussins de moins de 6 semaines (plus ils sont jeunes, plus ils sont exposés) (9, 21, 27). Quelques cas ont cependant été observés à l'âge de 6 mois (21).

I.1 - Symptômes

Deux types distincts de déformation ont été principalement décrits dans la littérature : le syndrome des pattes écartées (« spraddle legs ») et le déplacement de tendon du muscle gastrocnémien ou perosis (« slipped tendons »).

- Syndrome des pattes écartées

Cette affection, congénitale ou acquise dans les deux ou trois premières semaines, est souvent bilatérale et correspond à une déformation de l'articulation coxo-fémorale empêchant l'abduction normale du membre (41). Parfois, l'oiseau peut compenser son handicap en adaptant ses aplombs (il marche sur ses jarrets) et devenir adulte s'il continue à se nourrir, mais il reste une non valeur économique.



Photo 9. Poussin aux pattes écartées.

- Perosis

Lors de perosis, on observe un aplatissement et un élargissement de l'articulation du jarret provoquant le glissement du tendon du muscle gastrocnémien (tendon d'Achille) par rapport à sa position physiologique **(41)**. Ceci induit une déviation latérale du tibio-tarse d'un angle de 60° **(9, 21)**, voire même jusqu'à 90° **(9)**. Le péroné est généralement inclus dans cette rotation **(21)**. L'atteinte s'accompagne souvent d'un gonflement du jarret.



Photo 10. Perosis.

NB. la déviation de la patte n'est pas mise en évidence

Toutefois, les difformités des pattes ne se résument pas à ces deux syndromes. Le développement anormal de n'importe quel os (ostéodysplasie) ou quelle articulation (chondrodysplasie) de la patte peut être à l'origine de déformations et de troubles locomoteurs. De plus, on suppose que dans certain cas, l'atteinte est primitivement musculaire (myopathie), et induit par la suite un trouble ostéo-articulaire **(41)**.

I.2 - Etiologie

Tous les auteurs s'accordent à dire que l'origine de ces problèmes est multifactorielle et que l'apparition de troubles implique assez souvent la réunion de plusieurs conditions d'ordre génétique, zootechnique et alimentaire.

- Facteurs génétiques

Aucune étude ne prouve que des facteurs génétiques favorisent les problèmes de pattes chez l'émeu. Cependant, pour les volailles domestiques chez qui il existe des

troubles identiques, il a été clairement démontré que certaines lignées d'oiseaux étaient prédisposées **(41)**.

- Facteurs zootechniques

Le manque d'exercice des poussins est souvent évoqué **(9, 21, 41)**. Ne faisant plus assez d'efforts musculaires, ces derniers ne mobilisent pas suffisamment les articulations de leurs pattes qui restent fragiles.

L'élevage en captivité peut encourager l'inactivité lorsque, par exemple, les aires de parcours sont insuffisantes ou les mangeoires constamment remplies (l'envie d'explorer leur territoire diminue). De même, un sol rugueux peut être à l'origine d'une inflammation des coussinets, la douleur induite favorisant ensuite l'inactivité **(27, 41)**.

De mauvaises conditions d'incubation (température, humidité) peuvent aussi être impliquées. L'œuf perd de l'eau durant l'incubation et, à l'éclosion, le poussin ne pèse plus que les 2/3 du poids initial de l'œuf **(28, 34)**. Les poussins « oedémateux » à l'éclosion (qui n'ont pas perdu assez d'eau durant l'incubation) présentent fréquemment des troubles du vitellus (rétention ou non absorption du sac) et des pattes **(34, 41)**.

Concernant le syndrome des pattes écartées, l'alimentation est très rarement mise en cause. Les facteurs zootechniques sont déterminants.

- Facteurs alimentaires

Premièrement, une croissance très rapide due à une ration trop riche en énergie ou distribuée en grande quantité favorise les problèmes de pattes chez l'émeu **(9, 34, 41)**. Le corps se développe alors « plus vite » que les pattes. C'est à dire que les tissus des membres (os, cartilages, tendons, ligaments, muscles) ne sont pas assez matures pour supporter le poids du corps **(23)**.

Ensuite, certaines carences spécifiques, déjà connues chez les volailles et constatées chez l'émeu, seraient impliquées **(2, 9, 34, 41)**. Ces carences concernent soit la ration des jeunes émeus, soit la ration des pondeuses lorsque les troubles interviennent pendant la première semaine de vie du poussin **(34)**.

Il s'agit de carences :

- En vitamines du groupe B (en particulier en choline puis en biotine et en niacine), nécessaires au métabolisme osseux et cartilagineux,
- en vitamine D3, impliquée dans l'absorption et l'utilisation du calcium et du phosphore,
- en vitamine E, agent antioxydant maintenant l'intégrité des membranes cellulaires, notamment au niveau musculaire,
- en calcium et en phosphore, indispensables dans la formation et le maintien du squelette, ou d'un déséquilibre phosphocalcique,
- en manganèse, intervenant dans le métabolisme cartilagineux,
- en cuivre, nécessaire à la synthèse d'élastine (protéine des tissus osseux et cartilagineux),
- en sélénium, cofacteur de la vitamine E,
- en zinc, impliqué dans la croissance osseuse.

Dans certains cas, les carences ne sont pas primaires, mais secondaires à un déséquilibre entre plusieurs minéraux ou oligo-éléments (compétition d'absorption ou de transport). Ceci concerne entre autre, le calcium, le phosphore, le zinc, le fer et le cuivre **(2)**.

I.3 - Thérapeutique

Les traitements s'avèrent très souvent décevants, d'autant plus que l'évolution des symptômes est rapide. Il peut y avoir une chance de succès si on intervient dans les 24 heures qui suivent les premiers signes. Il faut apporter les vitamines, les minéraux et les oligo-éléments concernés et éventuellement entraver les pattes avec un « 8 aux jarrets » **(9, 21)**.

Les traitements chirurgicaux (cerclages, grattage des os, ostéotomies correctrices, et autres ostéosynthèses) semblent peu efficaces et ne sont économiquement pas rentables **(2, 34)**.

I.4 – Prophylaxie

Les traitements étant relativement inefficaces, la prévention est primordiale. Lors d'une saison, dès l'apparition des premiers cas, il faut intervenir rapidement afin de limiter le nombre d'oiseaux atteints.

On peut alors :

- Modifier les rations.

Il convient premièrement de diminuer la densité énergétique des rations destinées aux poussins en diminuant la part des céréales ou des granulés de la ration **(21)** ou en ajoutant de la luzerne. Ensuite, il faut apporter un supplément en calcium, en phosphore, en vitamines B, A, D et E, ainsi qu'en oligo-éléments si nécessaire **(21)**. Il faut éviter de dépasser les recommandations car on risque alors, soit une intoxication (vitamines A et D, sélénium), soit une autre carence par compétition d'absorption entre deux éléments (exemple : entre le zinc et le cuivre **(2)**).

Lorsque les troubles interviennent pendant la première semaine de vie des poussins, les rations des reproducteurs doivent également être contrôlées, et adaptées ou supplémentées en conséquence.

- Changer le mode de distribution des aliments.

Si la nourriture est disponible *ad libitum*, il convient de limiter les périodes d'accès à la nourriture : à 4 heures par jour maximum pendant le premier mois d'âge **(32)**.

- Lutter contre l'inactivité des poussins.

Pour inciter les émeus à faire de l'exercice, on peut espacer les différents points d'alimentation. Il est également possible d'offrir aux poussins quelques insectes vivants (comme des moucheron, 200 g par jour et par animal). Les jeunes émeus passent alors une bonne partie de leur temps à les poursuivre **(9, 21)**.

Si le sol est dur ou rugueux, donc susceptible d'irriter les coussinets des poussins, on peut préconiser de modifier la nature du sol et de mettre en place un revêtement synthétique ou un sol paillé **(21)**.

II - RACHITISME ET OSTEOFIBROSE

II.1 – Description et étiologie

Le rachitisme est une atteinte généralisée du squelette due à un déficit ou à un déséquilibre alimentaire en calcium, en phosphore et en vitamine D, ou encore résultant d'une malabsorption d'un ou de plusieurs de ces éléments. Les os deviennent plus mous, voire flexibles. Les os longs des pattes sont les premiers atteints. On constate alors des difficultés à se déplacer et les pattes deviennent arquées chez les poussins **(41)**.

On parle d'ostéofibrose (trouble de la minéralisation des os chez le jeune) lors d'excès de phosphore et de déséquilibre phosphocalcique.

II.2 – Traitement et prévention

Il convient, dans un premier temps, de vérifier la ration distribuée aux poussins et de la corriger si nécessaire. Ainsi, l'administration par erreur d'un aliment pour poule ou le libre accès à des sources de calcium comme des coquilles d'huîtres sont des causes fréquentes de rachitisme **(41)**.

Ensuite, il est souhaitable de sortir les poussins à l'extérieur afin de les exposer au soleil. Une injection unique de vitamine D₃ est nécessaire en cas de déficit avéré dans la ration **(34)**.

Un respect des apports recommandés en vitamines et minéraux doit permettre d'éviter ce problème. On rappelle que le rapport Ca/P ne doit pas dépasser 2 pour les émeus en croissance.

III - AUTRES TROUBLES LIES A DES CARENCES

III.1 – Opisthotonos (« Tumbling chick syndrome »)

III.1.1 – Description et étiologie

Appelé polynévrite chez les pigeons, les poules et les dindes, ce trouble, d'origine nerveuse, provient d'une carence en thiamine (vitamine B1). Chez l'émeu, des carences en vitamine E, en cuivre et en sélénium ont aussi été suspectées **(41)**.

Dès le premier jour d'âge, le poussin commence à fixer le ciel, pousse des cris stridents et tremble de la tête. Rapidement la tête s'étire vers l'arrière (opisthotonos) et se balance latéralement, jusqu'à faire chuter le poussin.

Les poussins plus âgés peuvent aussi être touchés lors d'infection, certaines bactéries détruisant la thiamine **(34)**.

III.1.2 – Traitement et prévention

Pour traiter les animaux atteints, on réalise une injection unique de vitamines B, de vitamine E et de sélénium. Il est conseillé de favoriser l'exercice des poussins et de les inciter à boire. Dans le cas de poussins plus âgés, où la carence est provoquée par un germe détruisant la thiamine, il faut ajouter un traitement antibiotique (amoxicilline). La guérison s'observe généralement dès le deuxième ou troisième jour du traitement **(34)**.

Dans le cas d'une atteinte précoce, la carence est prénatale. Il faut donc contrôler la ration des reproducteurs. Sinon, la ration des poussins est directement en cause **(41)**.

III.2 - Cou tordu ou torticolis

Cette déformation, d'origine musculo-tendineuse, s'observe chez les jeunes poussins, souvent dès l'éclosion. Une carence en vitamine E et en sélénium chez le poussin ou un déséquilibre de la ration des pondeuses en minéraux et oligo-éléments (non identifiés précisément) sont à l'origine de ce problème.

Bien que les déformations soient parfois sévères, les poussins guérissent souvent après avoir corrigé l'apport en minéraux et en oligo-éléments **(41)**.

III.3 - Recourbement des doigts

La déformation résulte d'une instabilité de l'articulation distale des doigts. De même que pour les déformations des pattes, l'origine est certainement multifactorielle **(41)**. Après l'ajout de levure séchée à la ration, les doigts se redressent au bout de quelques semaines, ce qui semblerait indiquer que ce trouble est lié à une carence en une ou plusieurs vitamines du groupe B **(34)**.

CHAPITRE 2 : PATHOLOGIE DE LA REPRODUCTION

Les troubles décrits dans ce chapitre ont été observés dans plusieurs élevages au cours d'un stage réalisé en avril 1999 dans le Nord. A la suite d'une erreur dans la préparation de l'aliment par le fabricant (vitamines périmées notamment), de nombreux problèmes étaient apparus : déformation des pattes chez les poussins, pica, cannibalisme et troubles de la reproduction. Nous allons décrire les phénomènes observés, présentant dans un premier temps ceux liés à la reproduction.

I – CHUTE DE PONTE

Tous les élevages ayant acheté cet aliment complet type « ponte », distribué à partir de novembre 1998, ont constaté une chute de ponte par rapport aux saisons précédentes. La ponte a repris normalement après changement de l'aliment en juin 1999, dans tous les élevages.

Une exploitation (*Emeu des 2 Caps*) disposait de 15 couples de reproducteurs : cinq étaient au pré et consommaient à la fois des granulés et de l'herbe, les dix autres étaient en box individuels et ne consommaient que des granulés.

La figure 5 montre l'évolution de la ponte, de décembre 1998 à mars 1999, pour les couples placés à l'intérieur et ceux placés à l'extérieur.

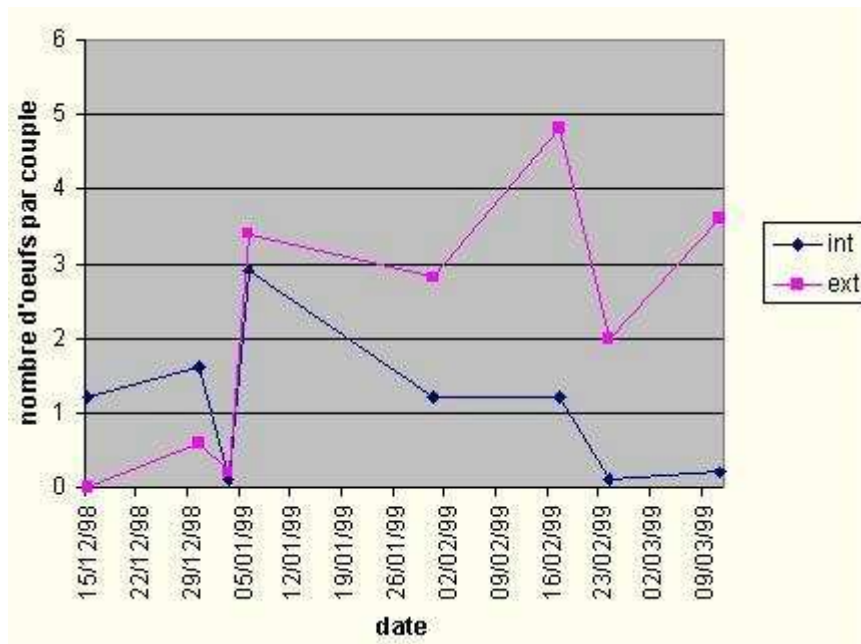


Figure 6. Courbe de ponte (élevage *Emeu des 2 Caps*, saison 1998-99).

Cette figure montre que la ponte a chuté chez tous les couples après utilisation de l'aliment suspecté (fin 1998). Ensuite, la ponte a mieux repris chez les couples placés au pré, que chez couples en box. On peut supposer que les reproducteurs nourris uniquement aux granulés sont restés carencés tandis que ceux placés au pré ont pu trouver dans l'herbe certains éléments qui manquaient dans l'aliment industriel.

II – ANOMALIE DES OEUFS

A partir d'avril 1999, on a observé une augmentation de la quantité d'œufs clairs (non fécondés) ; de même, certains œufs présentait une coquille de couleur plus pâle (de vert clair à gris clair), la couleur normale d'un œuf d'émeu étant vert foncé (photo 11). De plus, on a constaté que parmi les œufs non fécondés il se trouvait une majorité d'œufs à coquille pâle. Des coquilles ont donc été prélevées et analysées à l'ENVT pour comparer leur composition (tableau 22).



Photo 11. Coquilles d'œufs de couleurs normale et anormales.

Tableau 23. Composition de coquilles d'œufs (par rapport à la matière brute).

| échantillon | MS (%) | Min (%) | Ca (%) | P (%) | Cu (ppm) | Zn (ppm) | Fe (ppm) |
|-------------|--------|---------|--------|-------|----------|----------|----------|
| 1 | 98.71 | 95.15 | 37.31 | 0.122 | 9.527 | 57.21 | 28.98 |
| 2 | 99.00 | 95.52 | 36.87 | 0.141 | 8.706 | 24.72 | 28.89 |
| 3 | 98.60 | 94.38 | 36.27 | 0.167 | 3.241 | 29.77 | 62.97 |
| 4 | 98.71 | 96.81 | 37.15 | 0.121 | 0.078 | 7.66 | 61.33 |

Echantillon 1 et 2 : coquille normale, échantillon 3 : coquille vert-clair, échantillon 4 : coquille grise

Les teneurs en matière sèche (MS), en minéraux, en calcium et en phosphore étaient du même ordre de grandeur pour tous les échantillons. Par contre, les coquilles anormales contiennent moins de cuivre et de zinc, et plus de fer que les coquilles normales.

Le pigment responsable de la couleur vert foncé de la coquille est un ester de la biliverdine XIa (**33**) contenant du cuivre. Sur les œufs de couleur pâle, manquerait la couche la plus externe de la coquille, contenant ce pigment.

Nous avons donc supposé qu'il existait une carence en cuivre dans l'aliment et ainsi qu'un déséquilibre entre le cuivre et le fer, avec un excès de fer, dans la ration des reproducteurs (**38**).

CHAPITRE 3 : AUTRES TROUBLES

I - PICA ET CANIBALISME

I.1 – Description

Le pica est un trouble du comportement alimentaire se caractérisant par la consommation d'éléments anormaux (exemple : fientes, plumes) pouvant aller jusqu'à de graves blessures, voire au cannibalisme. Les animaux se mutilent ou s'attaquent les uns les autres.



Photo 12. Emeus présentant du pica.

I.2 – Etiologie

Ces troubles apparaissent lorsque la densité des oiseaux est trop élevée et que ces derniers sont carencés en minéraux, en vitamines ou en oligo-éléments.

En ce qui concerne les émeus de l'élevage suivi (photo 12), on suppose que les vitamines de l'aliment industriel qu'ils recevaient étaient périmées. Outre le pica et le cannibalisme, les oiseaux présentaient d'importants retards de croissance. Environ 90 oiseaux sur les 260 du lot sont morts. Il s'agit d'un cas extrême où tous les émeus en croissance étaient sévèrement poly-carencés.

I.3 – Traitement

Dans ce même cas, l'aliment a été remplacé pour tous les animaux. De plus, les oiseaux les plus atteints ont été isolés par petits groupes (photo 12) et des injections de vitamines par voie intramusculaire (exemple : Vita-VetoND, 2 mL, 2 à 3 fois par semaine pendant un mois) ont été réalisées. Les oiseaux se sont progressivement rétablis.

Il est également conseillé d'appliquer une bombe cicatrisante ou répulsive sur toutes les blessures.

I.2 – Prévention

Pour éviter ce problème, il convient de respecter les recommandations en terme de densité animale et de vérifier l'intégrité et l'équilibre de la ration.

II – ATTEINTES MECANQUES DE L'APPAREIL DIGESTIF

II.1 - Occlusion intestinale liée à l'ingestion de corps étrangers

L'ingestion de corps étrangers est moins fréquente chez l'émeu que chez l'autruche et le nandou, étant donné que chez l'émeu, le pylore se situe dans la partie crâniale du gésier et que le transit est rapide. De longues tiges ligneuses et des fibres synthétiques (exemple : ficelle de bottes de paille) sont souvent à l'origine de ce problème, chez l'émeu.

Les facteurs prédisposants sont :

- des repas à des heures irrégulières ou omis,
- la présence de matières fibreuses trop grossières ou synthétiques,
- l'absence de cailloux et de gravier de gros diamètre dans le gésier,
- un abreuvement insuffisant.

Les oiseaux qui souffrent d'occlusion intestinale sont généralement amorphes, se tiennent courbés, ne mangent ni ne boivent beaucoup et n'exonèrent que peu ou pas de selles. Le gésier devient très dur à la palpation et le reste par la suite (physiologiquement, le gésier est dur et plein après le repas et se ramollit quelques heures plus tard).

Le traitement consiste à administrer des laxatifs, des lubrifiants, des antibiotiques et des antispasmodiques, comme chez les autres espèces.

Lors d'ingestion d'objets contondants (bris de verre par exemple), on peut avoir une perforation intestinale ou une autre blessure entraînant ensuite une péritonite, l'animal est alors condamné **(34)**.

II.2 - Prolapsus du cloaque

Les efforts de défécations sont parfois tellement importants qu'ils peuvent entraîner un prolapsus du cloaque. Ceci est dû soit à une diarrhée infectieuse (gastro-entérite), soit au contraire, à une constipation (souvent secondaire à une occlusion).

Il faut alors nettoyer la partie saillante avec une solution iodée et la repousser délicatement à l'intérieur. Il est conseillé de faire une suture en lacet de bourse pour quelques jours, tout en préservant un espace pour laisser l'oiseau déféquer. On mettra l'animal atteint sous antibiotiques.

Très rarement et pour des raisons inconnues, l'oviducte de la femelle en ponte peut également glisser vers le bas par le cloaque **(34)**.

Les troubles de la croissance chez le poussin, et en particulier, les déformations des pattes, sont prépondérants en pathologie alimentaire chez l'émeu. Ces problèmes se rencontrent également chez les autres ratites : ces déformations sont ainsi connues chez l'autruchon depuis très longtemps.

CONCLUSION

Ce travail démontre que les Dromicéinés se révèlent être des oiseaux rustiques, pouvant s'adapter à des climats et des conditions de vie différents de leur milieu d'origine. Leur structure sociale est facilement reproductible en captivité. Le choix de l'émeu comme animal de rente est donc justifié.

Cependant il convient de connaître les exigences particulières à cet oiseau. La maîtrise de l'alimentation est ainsi indispensable pour une production économiquement rentable et une garantie du bien-être animal. Des erreurs de rationnement peuvent donc entraîner de lourdes pertes pour l'éleveur et un manque à gagner important.

On rappelle que l'élevage de l'émeu est une pratique récente (une trentaine d'années seulement). Par conséquent, les connaissances de terrain et les données scientifiques sont encore limitées, notamment en termes d'alimentation (la reproduction de cet oiseau a été la plus étudiée). La production de viande d'émeu n'est pas, *a priori*, moins rentable que celle d'autruche. Cette dernière est plus ancienne (environ 150 ans) et donc plus répandue et mieux maîtrisée.

La rentabilité économique de l'élevage, qui n'a pas été traitée dans cette étude, reste discutée à ce jour en France. Le développement de la filière émeu dans notre pays passe premièrement, par une diminution des coûts de production et donc par de meilleures connaissances en zootechnie, en alimentation et deuxièmement, par une diversification des productions (huile, cuir, plumes). La production d'huile d'émeu se développe de plus en plus en Australie et en Amérique du Nord.

BIBLIOGRAPHIE

1. ALLABY M.

The concise Oxford dictionary of zoology.
2ème édition. Oxford, Allaby, 1992, p151.

2. ANGEL C.R., SCHEIDELER S.E., SELL J.L.

Ratite nutrition.

In : TULLY T.N., SHANE S.M.

Ratite management, medicine and surgery.

Malabar : KRIEGER publishing company, 1996, 188p.

3. BERLIOZ J.

Systematique.

In : GRASSE P.P.

Traité de zoologie – Anatomie, systématique, biologie. T.XV Oiseaux,
Paris : Masson et Cie, 1950, 845 - 1055.

4. BLACHE D., MARTIN G.B.

Day length affects feeding behaviour and food intake in adult male emus (*Dromaius novaehollandiae*).

Br. Poult. Sci., 1999, **40**, 573 - 578.

5. BLACHE D., TALBOT R.T., BLACKBERRY M.A., WILLIAMS K.M., MARTIN G.B., SHARP P.J.

Photoperiodic control of the concentration of luteinizing hormone, prolactin and testosterone in the male emu (*Dromaius novaehollandiae*), a bird that breeds on short days.

J. Neuroendocrinol., 2001, **13**, 998 -1006.

6. BURTON M.

Le dictionnaire en couleurs des animaux.

Paris/Bruxelles : Elsevier Séquoia, 1974, 400p.

7. BUTTEMER W.A., DAWSON T.J.

Body temperature, water flux and estimated energy expenditure of incubating emus (*Dromaius novaehollandiae*).

Comp. Biochem. Physiol., 1989, **94**, 21 - 24.

8. CALDER W.A., DAWSON T.J.

Resting metabolic rates of ratites birds : the kiwi and the emu.

Comp. Biochem. Physiol., 1978, **60**, 479 - 481.

- 9. CAMPODONICO P., MASSON C.**
Les Ratites : élevage et productions.
Maisons-Alfort, CIRAD, Département d'élevage et de médecine vétérinaire, 1992, 98p.
- 10. CILLIERS S.C., HAYES J.P., CHWALIBOG A., SALES J., DU PREEZ J.J.**
Determination of energy, protein and amino acid requirements for maintenance and growth in ostriches.
Anim. Feed Sci. Technol., 1998, **72**, 283 - 293.
- 11. Code of practice for the husbandry of captive emus (Victoria).**
Bureau of Animal Welfare, Attwood, 2001.
State of Victoria, Department of primaries industries. ISSN 1329-8062.
Available from Internet : <http://nre.vic.gov.au> (page consultée le 3 décembre 2003)
- 12. DAVIES S.J.J.F.**
Aspects of the study of emus in semi-arid Western-Australia.
Proc. Ecol. Soc. Aust., 1968, **3**, 160 - 166.
- 13. DAVIES S.J.J.F.**
Emus.
Aust. Nat. Hist, 1963, **14**, 225 - 229
- 14. DAWSON T.J., HERD R.M.**
Digestion in the emu: low energy and nitrogen requirements of this large ratite bird.
Comp. Biochem. Physiol., 1983, **75**, 1, 41 - 45.
- 15. DAWSON T.J., HERD R.M., SKADHAUGE E.**
Osmotic and ionic regulation during dehydration in a large bird, the emu (*Dromaius novaehollandiae*) : an important role for the cloaca-rectum.
Q. J. Exp. Physiol., 1985, **70**, 423 - 436.
- 16. DEGEN A.A., KAM M. et al.**
Growth rate, total body water volume, dry matter intake and water consumption of domestic ostriches (*Struthio camelus*).
Anim. Prod., 1991, **52**, 225 - 232.
- 17. FEVRE F.**
L'alimentation des autruches : essai de rationnement pratique sur des animaux de 0 à 12 mois à la Réunion.
Th. : Med.vet. : Alfort : 2000, 105p.
- 18. FOWLER M.E.**
Clinical anatomy of ratites.
In : TULLY T.N., SHANE S.M.
Ratite management, medicine and surgery.
Malabar : KRIEGER publishing company, 1996, 188p.

- 19. FOWLER M.E.**
Comparative clinical anatomy of ratites.
J. Zoo. Wild. Med., 1991, **22**, 204 – 227.
- 20. FRAPPLE P., O'MALLEY P., SNOWDEN J., HAGAN R.**
Emu processing and product developpement.
Rural Industries Research and Developpement Corporation, 1997.
ISBN 0 642 24686 6 - ISSN 1321 2656
Available from Internet : <http://www.dpie.gov.au/rirdc> (page consultée le 2 décembre 2003)
- 21. GUITTIN P.**
Les Struthioniformes en parc zoologique : reproduction, croissance, élevage.
Th. D univ. Paris VII, 1985, 405p.
- 22. HERD R.M., DAWSON T.J.**
Fiber digestion in the emu, *Dromaius novaehollandiae*, a large bird with a simple gut and high rates of passage.
Physiol. Zool., 1984, **57**,1, 70 - 84.
- 23. JULIAN R.J.**
Rapid growth problems : ascites and squelettal deformities in broilers.
Poult. Sci., 1998, **77**, 1773 - 1780.
- 24. KAMPHUES J.**
Water requirement of food-producing animals and pets.
Dtsch. Tierärztl. Wochenschr., 2000, **107**, 297 - 302.
- 25. KINDER L.L., ANGEL C.R., ANTHONY N.B.**
Apparent selenium toxicity in emus (*Dromaius novaehollandiae*).
Avian. Dis., 1995, **39**, 652 – 657.
- 26. LICOUR H.**
L'élevage des émeus.
Th. : Med.vet. : Nantes : 1993, 109p.
- 27. LOCATELLI V.**
Principales maladie rencontrées chez l'émeu.
Th. : Med.vet. : Nantes : 1993, 105p.
- 28. MAJEWSKA D.**
The influence of emu (*Dromaius novaehollandiae*) egg storage time on hatchability and chick survival.
Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Animal Husbandry, 2001, **4**.
Available from Internet : <http://www.ejpau.media.pl> (page consultée le 7 décembre 2003)

- 29. MALONEY S.K., DAWSON T.J.**
Sexual dimorphism in basal metabolism and body temperature of a large bird, the emu.
Condor, 1993, **95**, 1034 -1037.
- 30. MANNION P.F., KENT P.B., BARRAM K.M., TRAPPETT P.C., BLIGHT G.W., SALES J.**
Lysine requirements of growing emus.
Br. Poult. Sci., 1999, **40**, 309 - 311.
- 31. MANNION P.F., KENT P.B.**
Nutrition for breeding emu.
Quennsland Government, Department of Primary Industries, 1998a.
Available from Internet : <http://www.dpi.qld.gov.au> (page consultée le 3 décembre 2003)
- 32. MANNION P.F., KENT P.B.**
Nutrition for growing emu.
Quennsland Government, Department of Primary Industries, 1998b.
Available from Internet : <http://www.dpi.qld.gov.au> (page consultée le 3 décembre 2003)
- 33. MINNAAR M., HERNANDEZ E.**
Nutritional analysis of emu eggs.
American Emu Association, 1998.
Available from Internet : <http://www.aea-emu.org>
- 34. MINNAAR M., MINNAAR P.**
The emu farmer's handbook.
Groverton : INDUNA Company, 1992, 177p.
- 35. NICHOLLS J.**
Investigation of growth rate and cost factors affecting commercial emu rearing using cool climate forage based production systems
Rural Industries Research and Developpement Corporation, projet N° NAP15.
Available from Internet : <http://www.dpie.gov.au/rirdc> (page consultée le 3 décembre 2003)
- 36. PIGGOT M.**
Emu farming : a golden nest-egg.
Aust. Farm J., 1991, **13**, 94 - 95.
- 37. PIVETEAU J.**
Origine et évolution des oiseaux
In : GRASSE P.P.
Traité de zoologie - Anatomie, systématique, biologie. T.XV Oiseaux,
Paris : Masson et Cie, 1950, 792 - 835.

38. PRIYMENKO N.

Suspected copper deficiency in emus laying abnormal light blue eggs.

In : 11th ESVIM Congress.

Dublin, Ireland, 5-8 september 2001, 174-175.

39. SANFT K., GRZIMEK B.

Famille des Dromicéidés

In : GRZIMEK B. et FONTAINE M .

Le monde animal, T.VII Oiseaux 1.

Zürich : Stauffacher, 1972, 103 -107.

40. SCHEIDELER S.E., SELL J.L.

Nutrition guidelines for ostriches and emus.

Iowa State University, University Extension, 1997.

Available from Internet : <http://www.extension.iastate.edu> (page consultée le 7 décembre 2003)

41. SPEER B.L.

Developmental Problems in young ratites

In : TULLY T.N., SHANE S.M.

Ratite management, medicine and surgery.

Malabar : KRIEGER publishing company, 1996, 188p.

42. TIELEMAN B.I, WILLIAMS J.B.

The adjustment of avian metabolic rates and water fluxes to desert environments.

Physiol. Biochem. Zool., 2000, **73**, 461 - 479.

43. TRICOT X.

L'élevage de l'autruche en France : étude expérimentale sur la digestion des fibres végétales.

Th. : Med.vet. : Maisons Afort : 1995, 105p.

44. VALLARDI F. et coll. :

Encyclopédie du monde animal. T. II Oiseaux, reptiles, amphibiens.

Paris , Librairie Aristide Quillet, 1964, 349 - 357.

LISTE DES ILLUSTRATIONS

TABLEAUX

| | |
|---|--------|
| Tableau 1. Classification systématique (I)..... | p15 |
| Tableau 2. Classification systématique (II)..... | p16 |
| Tableau 3. Description des Sruthioniformes..... | p25-26 |
| Tableau 4. Recommandations zootechniques pour les émeus de 0 à 3 mois..... | p40 |
| Tableau 5. Recommandations zootechniques pour les émeus de 3 à 18 mois..... | p40 |
| Tableau 6. Durée d'incubation selon la température..... | p42 |
| Tableau 7. Comparaison des longueurs intestinales, chez le poulet et différents ratites..... | p50 |
| Tableau 8. Digestibilité des constituants fibreux..... | p55 |
| Tableau 9. Apports recommandés en énergie, en protéines et en acides aminés chez l'émeu à l'entretien..... | p67 |
| Tableau 10. Apports recommandés en minéraux chez l'émeu à l'entretien..... | p68 |
| Tableau 11. Apports recommandés chez l'émeu à l'entretien..... | p69 |
| Tableau 12. Apports énergétiques recommandés chez l'émeu en croissance..... | p70 |
| Tableau 13. Apports recommandés en protéines et en acides aminés chez l'émeu en croissance..... | p71 |
| Tableau 14. Apports recommandés en énergie et en acides aminés chez l'émeu en croissance..... | p72 |
| Tableau 15. Apports recommandés en minéraux et en oligo-éléments chez l'émeu en croissance..... | p73 |
| Tableau 16. Apports recommandés chez l'émeu en croissance..... | p74 |
| Tableau 17. Apports recommandés en énergie, en protéines et en acides aminés chez l'émeu en ponte..... | p76 |
| Tableau 18. Apports recommandés chez l'émeu en ponte..... | p77 |
| Tableau 19. Contraintes nutritionnelles lors de formulation de rations pour les émeus à l'entretien et en ponte..... | p79 |
| Tableau 20. Contraintes nutritionnelles lors de formulation de rations pour les émeus en croissance..... | p80 |

| | |
|---|------|
| Tableau 21. Exemple de rations pour l'entretien et la ponte..... | p82 |
| Tableau 22. Exemple de rations pour la croissance..... | p83 |
| Tableau 23. Composition de coquilles d'œufs (par rapport à la matière brute).... | p101 |

CARTES

| | |
|--|-----|
| Carte 1. Répartition géographique des émeus sauvages..... | p30 |
|--|-----|

PHOTOGRAPHIES

| | |
|--|------|
| Photo 1. Kiwi (d'après The Oklahoma State Ostrich Book)..... | p17 |
| Photo 2. Autruches mâles et femelles (d'après www.fr.ch/mhn/divers/kenya-image/autruche.jpg)..... | p18 |
| Photo 3. Nandous américains (d'après le cd rom "Animalement vôtre" publié par Micro Application)..... | p20 |
| Photo 4. Casoar commun (d'après le site www.public.asu.edu/~sproctor/FinalDays.htm)..... | p21 |
| Photo 5. Emeu (photo personnelle)..... | p23 |
| Photo 6. Œuf d'émeu (d'après le site www.CentralPets.com)..... | p36 |
| Photo 7. Lot de poussins en cours d'éclosion (photo personnelle)..... | p44 |
| Photo 8. Le même lot, quelques heures plus tard (photo personnelle)..... | p44 |
| Photo 9. Poussin aux pattes écartées (photo personnelle)..... | p90 |
| Photo 10. Perosis (photo personnelle)..... | p91 |
| Photo 11. Coquilles d'œufs de couleurs normale et anormales (photo personnelle)..... | p101 |
| Photo 12. Emeus atteints de pica (photo personnelle)..... | p103 |

FIGURES

- Figure 1.** Cycle de production de l'émeu.....p38
- Figure 2.** Représentation schématique de l'estomac de l'émeu.....p48
- Figure 3.** Schéma comparatif du tractus digestif de l'autruche et de l'émeu.....p51
- Figure 4.** Représentation de l'appareil digestif du poussin d'un jour.....p59
- Figure 5.** Représentation de l'appareil digestif d'un émeu de 3 mois.....p60
- Figure 6.** Courbe de ponte (élevage *Emeu des 2 Caps*, saison 1998-99).....p100

ANNEXE 1 : Comparaison des apports recommandés chez l'autruche et l'émeu.

Apports recommandés chez l'autruche et l'émeu à l'entretien (d'après 40).

| | Autruche | Emeu |
|----------------------------------|-----------------|-------------|
| Energie métabolisable (MJ/kg) | 8.3 à 8.8 | 10.6 |
| Protéines (%) | 16 | 16 |
| Acides aminés soufrés totaux (%) | 0.6 | 0.6 |
| Méthionine (%) | 0.35 | 0.36 |
| Lysine (%) | 0.75 | 0.75 |
| Fibres brutes (%) | 15 à 17 | 6 à 7 |
| NDF (%) | 24 à 27 | 14 à 16 |
| Calcium (%) | 1.2 | 1.2 |
| Phosphore non phytate (%) | 0.6 | 0.6 |
| Sodium (%) | 0.2 | 0.2 |
| Vitamine A (UI/kg) | 8800 | 8800 |
| Vitamine D3 (UI/kg) | 2200 | 3300 |
| Vitamine E (UI/kg) | 55 | 44 |
| Vitamine B12 (µg/kg) | 20 | 22 |
| Choline (ppm) | 1900 | 2200 |
| Cuivre (ppm) | 33 | 33 |
| Zinc (ppm) | 88 | 110 |
| Manganèse (ppm) | 154 | 154 |
| Iode (ppm) | 0.9 | 1.1 |

Apports recommandés chez l'autruche et l'émeu en croissance (d'après 40).

| | Démarrage | | Croissance | | Finition | |
|----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| | Autruche (0 à 9 sem.) | Emeu (0 à 6 sem.) | Autruche (9 à 42 sem.) | Emeu (6 à 36 sem.) | Autruche (après 42 sem.) | Emeu (36 à 48 sem.) |
| Energie métabolisable (MJ/kg) | 10.3 | 11.2 | 10.2 | 11 | 9.6 | 12 |
| Protéines brutes (%) | 22 | 22 | 19 | 20 | 16 | 17 |
| Acides aminés soufrés totaux (%) | 0.70 | 0.86 | 0.68 | 0.78 | 0.60 | 0.65 |
| Méthionine (%) | 0.37 | 0.48 | 0.37 | 0.44 | 0.35 | 0.38 |
| Lysine (%) | 0.90 | 1.10 | 0.85 | 0.94 | 0.75 | 0.78 |
| Fibres brutes (%) | 6 à 8 | 6 à 8 | 9 à 11 | 6 à 8 | 12 à 14 | 6 à 7 |
| NDF (%) | 14 à 16 | 14 à 16 | 17 à 20 | 14 à 17 | 19 à 22 | 10 à 13 |
| Calcium (%) | 1.5 | 1.5 | 1.2 | 1.3 | 1.2 | 1.2 |
| Phosphore non phytate (%) | 0.75 | 0.75 | 0.6 | 0.65 | 0.6 | 0.60 |
| Sodium (%) | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| Vitamine A (UI/kg) | 11000 | 15400 | 8800 | 8800 | 8800 | 8800 |
| Vitamine D3 (UI/kg) | 2650 | 4400 | 2200 | 3300 | 2200 | 3300 |
| Vitamine E (UI/kg) | 120 | 99 | 55 | 44 | 55 | 44 |
| Vitamine B12 (µg/kg) | 40 | 44 | 20 | 22 | 20 | 22 |
| Choline (ppm) | 2200 | 2200 | 2200 | 2200 | 1900 | 2200 |
| Cuivre (ppm) | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 |
| Zinc (ppm) | 120 | 110 | 120 | 110 | 88 | 110 |
| Manganèse (ppm) | 1524 | 154 | 154 | 154 | 154 | 154 |
| Iode (ppm) | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 0.9 | 1.1 |

Apports recommandés chez l'autruche et l'émeu en ponte (d'après 40).

| | Autruche | Emeu |
|----------------------------------|-----------------|-------------|
| Energie métabolisable (MJ/kg) | 9.6 | 10 |
| Protéines (%) | 20 à 21 | 20 à 22 |
| Acides aminés soufrés totaux (%) | 0.70 | 0.75 |
| Méthionine (%) | 0.38 | 0.40 |
| Lysine (%) | 1.00 | 1.00 |
| Fibres brutes (%) | 12 à 14 | 7 à 8 |
| NDF (%) | 22 à 24 | 16 à 18 |
| Calcium (%) | 2.4 à 3.5 | 2.4 à 3.5 |
| Phosphore non phytate (%) | 0.7 | 0.6 |
| Sodium (%) | 0.2 | 0.2 |
| Vitamine A (UI/kg) | 11000 | 8800 |
| Vitamine D3 (UI/kg) | 2200 | 3300 |
| Vitamine E (UI/kg) | 110 | 99 |
| Vitamine B12 (µg/kg) | 40 | 44 |
| Choline (ppm) | 1900 | 1980 |
| Cuivre (ppm) | 44 | 33 |
| Zinc (ppm) | 88 | 110 |
| Manganèse (ppm) | 154 | 154 |
| Iode (ppm) | 1.1 | 1.1 |

ANNEXE 2 : Composition de différentes matières premières utilisées pour élaborer des rations (d'après 40).

Composition de différentes matières premières utilisées pour élaborer des rations¹ (d'après 40).

| | Dry matter | Metabolizable energy | Crude protein | Ether extract | Crude fiber | Neutral Detergent fiber | Calcium | Total phosphorus | Non-phytate phosphorus | Methionine | Cystine | Lysine |
|----------------------------------|------------|----------------------|---------------|---------------|-------------|-------------------------|---------|------------------|------------------------|------------|---------|--------|
| | (%) | (kcal/lb) | (%) | | | | | | | | | |
| Alfalfa meal (17% protein) | 92 | 2,090 | 17.5 | 2.5 | 24.1 | 45.0 | 1.44 | .22 | .22 | .24 | .19 | .73 |
| Barley | 89 | 3,400 | 11.0 | 1.8 | 5.5 | 19.0 | .03 | .36 | .17 | .18 | .24 | .40 |
| Blood meal, spray dried | 93 | 3,625 | 88.9 | 1.0 | .6 | 0.0 | .41 | .30 | .30 | 1.09 | 1.03 | 7.88 |
| Brewer's grains, dried | 92 | 2,080 | 25.3 | 6.2 | 15.5 | 46.0 | .29 | .52 | n.a. | .57 | .39 | .90 |
| Canola meal | 93 | 2,000 | 38.0 | 3.8 | 12.0 | n.a. ⁴ | .68 | 1.17 | .30 | .71 | .87 | 1.94 |
| Corn, grain | 89 | 3,560 ² | 8.5 | 3.8 | 2.2 | 9.0 | .02 | .28 | .08 | .18 | .18 | .26 |
| Corn gluten feed | 90 | 1,750 | 21.0 | 2.5 | 8.0 | 45.0 | .40 | .80 | n.a. | .45 | .51 | .63 |
| Cottonseed meal | 90 | 2,400 | 41.4 | .5 | 13.6 | 26.0 | .15 | .97 | .22 | .51 | .62 | 1.76 |
| Fish meal, Menhaden | 92 | 2,820 | 60.0 | 9.4 | .7 | 0 | 5.11 | 2.88 | 2.88 | 1.63 | .57 | 4.51 |
| Meat and bone meal | 93 | 2,150 | 50.4 | 10.0 | 2.8 | 0 | 10.30 | 5.10 | 5.10 | .75 | .66 | 3.00 |
| Oats, grain | 89 | 3,025 ² | 11.4 | 4.2 | 10.8 | 32.0 | .06 | .27 | .05 | .18 | .22 | .50 |
| Oat hulls | 92 | 400 | 4.6 | 1.4 | 28.7 | 78.0 | .13 | .10 | n.a. | .07 | .06 | .14 |
| Peanut meal | 92 | 2,200 | 50.7 | 1.2 | 10.0 | 14.0 | .20 | .63 | .13 | .54 | .64 | 1.54 |
| Peanut hulls | 91 | 440 | 7.8 | 2.0 | 62.9 | 74.0 | .26 | .07 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Rice bran, defatted ³ | 94 | 2,020 | 15.1 | 1.75 | 13.0 | n.a. | .08 | 1.77 | .25 | .27 | .28 | .62 |
| Sorghum, grain | 87 | 3,288 | 8.8 | 2.9 | 2.3 | 18.0 | .04 | .32 | n.a. | .16 | .17 | .21 |
| Soybean meal (44% protein) | 89 | 3,725 ² | 44.0 | .8 | 7.0 | n.a. | .29 | .65 | .27 | .62 | .66 | 2.69 |
| Soybean meal (48% protein) | 90 | 2,440 | 48.5 | 1.0 | 3.9 | n.a. | .27 | .62 | .22 | .67 | .72 | 2.96 |
| Soybean hulls | 91 | 720 | 12.1 | 2.1 | 40.1 | 67.0 | .49 | .21 | n.a. | .12 | .07 | .64 |
| Sunflower meal (32% protein) | 90 | 2,515 ² | 32.0 | 1.1 | 24.0 | n.a. | .21 | .93 | .14 | .74 | .60 | 1.13 |
| Wheat, grain | 87 | 2,900 | 14.1 | 2.5 | 3.0 | n.a. | .05 | .37 | .13 | .21 | .30 | .37 |
| Wheat bran | 89 | 2,804 ² | 15.7 | 3.0 | 11.0 | 51.0 | .14 | 1.15 | .20 | .23 | .32 | .61 |
| Wheat middlings | 88 | 2,000 | 15.0 | 3.0 | 7.5 | 37.0 | .12 | .85 | .30 | .21 | .32 | .69 |
| Yeast, Brewer's | 93 | 1,990 | 44.4 | 1.0 | 2.7 | n.a. | .12 | 1.40 | n.a. | .70 | .50 | 3.23 |
| Limestone | 92 | | | | | | 38.0 | | | | | |
| Dicalcium phosphate | 92 | | | | | | 16.0 | 21.0 | 21.0 | | | |
| Oyster shell | 92 | | | | | | 38.0 | .1 | .1 | | | |

¹Data obtained from "Nutrient Requirements of Poultry," National Research Council (1994) unless stated otherwise.

²These ME_g values were obtained from the Dissertation of S.C. Cilliers, University of Stellenbosch (College of Agriculture), Stellenbosch 7600, South Africa.

³Values adjusted from National Research Council (1994) values, according to oil removal.

⁴Information not available.

AGREMENT ADMINISTRATIF

Je soussigné, P. DESNOYERS, Directeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, certifie que
M. DELEBECQUE Aymeric, Henri-Paul
a été admis(e) sur concours en : 1997
a obtenu son certificat de fin de scolarité le : 8 juillet 2002
n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.

AGREMENT SCIENTIFIQUE

Je soussignée, N. PRIYMENKO, Maître de Conférences de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,
autorise la soutenance de la thèse de :

M. DELEBECQUE Aymeric, Henri-Paul

intitulée :

« L'alimentation de l'émou *Dromaius novaehollandiae* »

Le Professeur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Docteur Nathalie PRIYMENKO



Vu :
Le Président de la thèse :
Professeur Henri DABERNAT



Vu :
Le Directeur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Docteur Pierre DESNOYERS



Vu le : 12 DEC. 2003
Le Président
de l'Université Paul Sabatier
Professeur Jean-François SAUTEREAU



Toulouse, 2004

NOM : DELEBECQUE

PRENOM : AYMERIC

TITRE : L'ALIMENTATION DE L'EMEU (*Dromaius novaehollandiae*)

RESUME : L'élevage de l'émeu (*Dromaius novaehollandiae*) a commencé en Australie dans les années 1970 et est apparu en France depuis une dizaine d'années. La maîtrise de l'alimentation est essentielle pour la production de cet animal. La première partie de ce travail présente la zoologie et quelques notions d'élevage de l'émeu. La seconde partie est consacrée aux particularités de l'appareil digestif et à la digestion. Puis, les besoins alimentaires, les apports recommandés et la pratique du rationnement sont abordés avant de présenter les troubles liés à l'alimentation.

MOTS CLES :

EMEU / RATITE / STRUTHIONIFORME / ALIMENTATION / BESOINS

ENGLISH TITLE : THE EMU'S NUTRITION (*Dromaius novaehollandiae*)

ABSTRACT : Emu rearing started in Australia during the 70's and appeared in France in the 90's. Nutrition control is essential for breeding emu. The first part of this work presents the zoology of the emu and some husbandry notions. The second part deals with the particularities of the gastrointestinal tracts and digestion. Then, nutrition requirements, recommended intakes and the actual application of rations are studied in the third part. The fourth part is a description of nutrition-related troubles.

KEY WORDS :

EMEU / RATITE / STRUTHIONIFORME / NUTRITION / REQUIREMENTS