

**L'ALIMENTATION
DES AUTRUCHES
EN
ELEVAGE :ETUDE
BIBLIOGRAPHIQUE**

TABLE DES MATIERES

Introduction.....	p 17
<u>Première partie</u> : BASES DE L'ALIMENTATION	p 19
I / NOTIONS ZOOTECHNIQUES	p 21
A / MODES D'ELEVAGE.....	p 21
B / CONDUITE DU TROUPEAU.....	p 22
1 / INCUBATION.....	p 22
2 / ECLOSION.....	p 22
3 / LE PREMIER MOIS.....	p 23
4 / JUSQU'A SIX MOIS.....	p 24
5 / DE SIX A QUATORZE MOIS.....	p 25
6 / A PARTIR DE QUATORZE MOIS.....	p 26
II / ANATOMIE DU TRACTUS DIGESTIF	p 26
A / DESCRIPTION.....	p 27
B / TOPOGRAPHIE.....	p 29
C / HISTOLOGIE.....	p 31
III / PHYSIOLOGIE DE LA DIGESTION	p 32
A / PREHENSION.....	p 33
B / DIGESTION MECANIQUE.....	p 33
C / DIGESTION CHIMIQUE.....	p 34
1 / LE SUC PANCREATIQUE.....	p 34
2 / LA BILE.....	p 34
3 / LES PEPTIDES REGULATEURS DE L'APPAREIL DIGESTIF.....	p 35
D / DIGESTION MICROBIENNE.....	p 35
1 / MISE EN EVIDENCE.....	p 35
2 / CONDITIONS.....	p 36
3 / EFFICACITE DE LA DIGESTION MICROBIENNE.....	p 37
E / ABSORPTION.....	p 38
IV / COMPORTEMENT ALIMENTAIRE	p 39
A / PRISE ALIMENTAIRE.....	p 39
B / ABREUVEMENT.....	p 40
<u>Deuxième partie</u> : BESOINS ET RECOMMANDATIONS ALIMENTAIRES	p 43
I / LES BASES DU BESOIN ALIMENTAIRE	p 45
A / BESOINS D'ENTRETIEN.....	p 45
B / BESOINS LIES A LA CROISSANCE.....	p 45
C / BESOINS LIES A LA REPRODUCTION.....	p 47

II / APPORTS ALIMENTAIRES RECOMMANDES	p 49
A / QUANTITE A DISTRIBUER ET CAPACITE D'INGESTION DES ANIMAUX	p 49
B / ENERGIE.....	p 50
1 / VALEUR ENERGETIQUE DES ALIMENTS.....	p 50
2 / BESOINS ENERGETIQUES.....	p 51
C / FIBRES.....	p 52
D / PROTEINES.....	p 53
E / GRAISSES.....	p 56
F / MINERAUX ET VITAMINES.....	p 57
G / EAU DE BOISSON.....	p 59
<u>Troisième partie</u> : PRATIQUE DE L'ALIMENTATION	p 61
I / MATIERES PREMIERES UTILISABLES	p 63
A / FOURRAGES.....	p 63
B / RACINES ET TUBERCULES.....	p 65
C / CEREALES ET SOUS-PRODUITS.....	p 65
D / GRAINES OLEAGINEUSES ET SOUS-PRODUITS.....	p 66
E / MATIERES PREMIERES D'ORIGINE MINERALE.....	p 66
II / CONDUITE DE L'ALIMENTATION	p 67
A / ALIMENTATION DES AUTRUCHONS EN CROISSANCE.....	p 67
1 / ALIMENTATION DES POUSSINS (DEMARRAGE).....	p 67
a / RATIONS.....	p 68
b / DISTRIBUTION.....	p 69
2 / ALIMENTATION DES JEUNES (CROISSANCE ET FINITION).....	p 71
a / RATIONS.....	p 72
b / DISTRIBUTION.....	p 74
B / ALIMENTATION DES AUTRUCHES EN REPRODUCTION.....	p 75
1 / RATIONS.....	p 76
2 / DISTRIBUTION.....	p 77
<u>Quatrième partie</u> : TROUBLES PATHOLOGIQUES LIES A L'ALIMENTATION	p 79
I / TROUBLES DU COMPORTEMENT ALIMENTAIRE	p 81
A / INGESTION DE CORPS ETRANGERS.....	p 81
B / ENGOUEMENT.....	p 82
II / INTOXICATIONS	p 85
A / METAUX LOURDS.....	p 85
B / PLANTES TOXIQUES.....	p 86
1 / AVOCAT.....	p 86
2 / PERSIL.....	p 86
3 / DIVERS.....	p 87
C / UTILISATION DE MATIERES PREMIERES DESTINEES A D'AUTRES ESPECES	p 87
1 / ADDITIFS ALIMENTAIRES.....	p 87

2 / UREE.....	p 88
D / ALIMENTS AVARIES.....	p 88
1 / MYCOTOXINES.....	p 88
2 / BOTULISME.....	p 89
III / CARENCES ET EXCES.....	p 89
A / DYSTROPHIE MUSCULAIRE NUTRITIONNELLE.....	p 92
B / DEFORMATIONS OSSEUSES.....	p 93
C / DERMATOSES.....	p 94
D / SYNDROME DU DOIGT DEVIE.....	p 94
E / RUPTURE AORTIQUE.....	p 95
F / EXCES DE SEL.....	p 96
IV / TROUBLES ALIMENTAIRES SPECIFIQUES AUX AUTRUCHONS EN CROISSANCE.....	p 96
A / RETENTION - INFECTION DU SAC VITELLIN.....	p 96
B / PROLAPSUS CLOACAL.....	p 98
C / COLIQUES PAR SURCHARGE.....	p 98
D / STASE GASTRIQUE.....	p 99
Conclusion.....	p 101
Bibliographie.....	p 103

TABLE DES ILLUSTRATIONS

FIGURES

Figure n° 1 : courbe de croissance théorique des autruchons entre l'éclosion et dix huit mois. p 47

SCHEMAS

Schéma n° 1 : Schéma du proventricule et du ventricule chez l'autruche, d'après Stewart (1994)..... p 27

Schéma n° 2 : Schéma du cloaque d'une autruche adulte, en vue latérale droite, d'après Stewart (1994)..... p 29

Schémas n° 3 : Schémas topographiques des organes abdominaux de l'autruche, a) en vue latérale gauche, b) en vue latérale droite, c) en vue dorsoventrale, d'après Stewart (1994)..... p 30

TABLEAUX

Tableau n°1 : Evolution du contenu digestif en fonction du poids de l'autruchon, d'après ENVT (1995)..... p 37

Tableau n° 2 : Composition d'un œuf d'autruche sans la coquille, en % de MS sauf * en % de MB, d'après Angel (1993) p 48

Tableau n° 3 : Valeurs énergétiques de quelques aliments chez l'autruche et le coq..... p 51

Tableau n° 4 : Concentration énergétique recommandée pour les autruches en fonction du stade physiologique, en kcal d'EM autruche/kg de MS..... p 52

Tableau n° 5 : Apports énergétiques recommandés chez les femelles en période de ponte, en kcal d'EM autruche/j, d'après Du Preez (1991)..... p 52

Tableau n° 6 : Apports recommandés en cellulose brute (CB)..... p 53

Tableau n° 7 : Apports recommandés en protéines brutes et en acides aminés, en % minimum de MS, chez les autruches en fonction du stade physiologique..... p 55

Tableau n° 8 : Besoins estimés en protéines brutes et en acides aminés, en g/j, pour des autruches femelles adultes, d'après Du Preez (1991)..... p 56

Tableau n° 9 : Digestibilité de la graisse en fonction de l'âge des autruchons, d'après Angel (1993)..... p 57

<u>Tableau n° 10</u> : Apports recommandés en matières grasses, en % de MS.....	p 57
<u>Tableau n° 11</u> : Supplémentation en minéraux et vitamines pour des rations destinées à des autruches à différents stades physiologiques, d'après Cilliers et al. (1994b).....	p 58
<u>Tableau n° 12</u> : Supplémentation en vitamines et électrolytes à ajouter à l'eau de boisson (100 g/15 L d'eau), d'après Kreibich et al. (1995).....	p 59
<u>Tableau n° 13</u> : Quantités de graines à semer en kg/ha : A) pour sol humide ; B) pour sol sec ; C) pour sol sec ne convenant pas pour la luzerne, pour des pâtures destinées aux autruches (climat tempéré), d'après Kreibich et al. (1995).....	p 64
<u>Tableau n° 14</u> : Caractéristiques nutritives du foin de luzerne, en % de MS sauf * en % de MB, d'après Carbajo Garcia et al. (1997).....	p 65
<u>Tableau n° 15</u> : Composition de quelques céréales utilisées dans l'alimentation des autruches.	p 66
<u>Tableau n° 16</u> : Valeur énergétique et teneur en protéines brutes des tourteaux de soja et de tournesol chez l'autruche.....	p 66
<u>Tableau n° 17</u> : Concentration en calcium et phosphore d'aliments minéraux utilisés pour l'alimentation des autruches.....	p 67
<u>Tableau n° 18</u> : Apports alimentaires recommandés pour les autruchons au démarrage, en % de MS.....	p 68
<u>Tableau n° 19</u> : Ingéré volontaire quotidiennement consommé, en g de MS, pour des autruchons au démarrage.....	p 68
<u>Tableau n° 20</u> : Exemples de rations pour des poussins âgés de quatre jours à quatre mois, d'après Kreibich et al. (1995).....	p 69
<u>Tableau n° 21</u> : Apports alimentaires recommandés pour les autruchons en croissance ou en finition, en % de MS.....	p 72
<u>Tableau n° 22</u> : Ingéré volontaire quotidiennement consommé, en kg de MS, pour des autruchons en croissance ou en finition.....	p 72
<u>Tableau n° 23</u> : Exemples de rations mixtes pour autruchons en croissance, d'après Kreibich et al. (1995).....	p 73
<u>Tableau n° 24</u> : Exemples de rations mixtes pour autruchons en finition, d'après Kreibich et al. (1995).....	p 73
<u>Tableau n° 25</u> : Apports alimentaires recommandés pour les autruches adultes, en % de MS.	p 75

Tableau n° 26 : Ingéré volontaire quotidiennement consommé, en kg de MS, pour des autruches en entretien ou en reproduction..... p 75

Tableau n° 27 : Exemples de rations complètes destinées à des reproducteurs en période sexuelle, d'après Kreibich et al. (1995)..... p 76

Tableau n° 28 : Rôles et symptômes de carence des vitamines, d'après Kreibich et al. (1995) sauf * d'après Angel (1993)..... p 90

Tableau n° 29 : Rôles et symptômes de carence des minéraux, d'après Kreibich et al. (1995) sauf * d'après Angel (1993)..... p 91

LISTE des ABREVIATIONS

AGV	Acides gras volatils
AST	Aspartate transaminase
ATP	Adénosine triphosphate
cm	Centimètre
CUD	Coefficient d'utilisation digestive
CK	Créatine kinase
° C	Degré celcius
dAA	Digestibilité des acides aminés
EB	Energie brute
ED	Energie digestible
EM	Energie métabolisable
GMQ	Gain moyen quotidien
g	Gramme
g/j	Gramme par jour
ha	Hectare
IC	Indice de consommation
INRA	Institut national de recherche agronomique
IM	Intra-musculaire
IO	Intra-osseuse
j	Jour
kcal	Kilocalorie
kg	Kilogramme
L	Litre
MB	Matière brute
MG	Matières grasses
MS	Matière sèche
m	Mètre
m ²	Mètre carré
ml	millilitre
mm	millimètre
mM	Millimole
mOsm/L	Milliosmole par litre
NDF	Neutral detergent fiber
ppm	Partie par million
PO	Per os
PV	Poids vif
pH	Potentiel d'hydrogène
%	Pourcentage
PB	Protéines brutes
SC	Sous-cutanée
UI	Unité internationale

INTRODUCTION

L'autruche est une espèce animale que l'on peut rencontrer à l'état sauvage, dans son pays d'origine, l'Afrique, ou en captivité, dans les zoos, sur tous les autres continents.

Cependant depuis quelques décennies, il est aussi possible de trouver ces oiseaux dans des endroits bien particuliers : les exploitations agricoles. En effet, les premiers élevages d'autruches ont été créés en 1857 (Kimminau, 1993). Tout d'abord restreints à l'Afrique du Sud, ces élevages ont maintenant gagné aussi bien l'Europe que l'Amérique. Pour autant, peu d'informations scientifiques sont disponibles dans la littérature. Les méthodes empiriques utilisées à travers le monde font quelquefois l'objet de synthèses, mais peu d'expériences ont été réalisées à ce jour, pour affiner les connaissances concernant cette espèce.

Cette constatation sera peut être bientôt désuète, car les élevages d'autruches sont aujourd'hui en plein essor. Si la renommée de son cuir n'est plus à faire, d'autres productions sont de plus en plus recherchées. C'est notamment le cas de sa viande : entre les nouvelles exigences diététiques des consommateurs d'une part, et les problèmes liés à d'autres viandes d'autre part, l'éleveur d'autruche peut espérer conquérir une part plus importante du marché de la viande.

Pour pouvoir répondre à cette demande croissante des consommateurs, les élevages doivent, soit se développer, soit devenir plus performants. Dans les deux cas, il est important de maîtriser tous les paramètres concernant cette production pour que l'exploitation reste rentable. Or la rentabilité d'une exploitation est directement liée au coût de l'alimentation (jusqu'à 50 % des dépenses de l'exploitation selon une étude de Carbajo Garcia et al., 1997). Il apparaît donc essentiel, vu le contexte actuel, de proposer une étude regroupant les dernières informations concernant l'alimentation afin de permettre aux éleveurs de tirer profit de leurs ressources et de gérer au mieux leurs coûts alimentaires.

L'étude bibliographique suivante est divisée en quatre parties. La première regroupe les informations de base concernant les principales notions zootechniques de l'élevage des autruches et les éléments de base de l'alimentation, à savoir : l'anatomie et la physiologie digestives ainsi que l'étude du comportement alimentaire. La deuxième partie définit les besoins alimentaires des autruches et les recommandations nutritionnelles. La troisième partie est une synthèse des différentes pratiques de l'alimentation en élevage. Enfin, la quatrième partie rassemble les risques et troubles pathologiques qui peuvent apparaître suite à une alimentation incorrecte ou inadaptée.

Première partie

BASES DE L'ALIMENTATION

Pour l'ensemble de cette étude, nous n'envisagerons que l'espèce *Struthio camelus* (Linné, 1758), car c'est la plus fréquemment rencontrée en élevage. Celle-ci fait partie de la sous-classe des Ratites qui regroupe des oiseaux dont le sternum prend la forme d'une cuirasse mais ne comporte pas d'arête médiane. Ces oiseaux ne peuvent donc pas voler, puisqu'il n'y a pas d'appui pour les muscles pectoraux, mais sont, en revanche, d'excellents coureurs. Ce sont les plus gros oiseaux vivants : ils mesurent entre 1,80 et 2,70 m et pèsent jusqu'à 130 kg (Kimminau, 1993).

Outre ses dimensions démesurées et son incapacité à voler, l'autruche présente de nombreuses autres particularités. Cependant nous ne nous intéresserons ici qu'aux spécificités concernant l'alimentation.

Nous commencerons par décrire les principales notions zootechniques à connaître pour comprendre les différents aspects de l'alimentation de ces oiseaux. Ensuite nous détaillerons les particularités anatomiques, physiologiques et comportementales des autruches qui nous permettront de comprendre leurs besoins nutritionnels.

I / NOTIONS ZOOTECHNIQUES

A / MODES D'ELEVAGE

Comme dans les élevages des autres espèces animales domestiques, il existe trois types de modes d'élevage chez les autruches :

EXTENSIF : dès leur plus jeune âge (vers environ trois à quatre mois), les autruchons sont sortis sur des grandes parcelles et leur nourriture est essentiellement issue du pâturage. Ce système est peu répandu en France, alors qu'il est majoritaire en Afrique du Sud, pays berceau de l'élevage des autruches. Dans ce pays, les pâturages ont lieu sur les veld (ou veldt : « *plateau herbeux en Afrique du Sud* », Larousse). En moyenne, il faut cinq hectares de veldt par autruche adulte (Campodonico et al., 1992).

INTENSIF : dans ce cas, les animaux sont mis dans les meilleures conditions possibles afin d'obtenir les meilleures performances. C'est pourquoi l'alimentation, principalement sous forme de concentrés, est le plus souvent distribuée dans des auges et les paddocks sur lesquels évoluent les animaux sont seulement des aires d'exercice. En France, ce sont les élevages les plus fréquents.

SEMI-INTENSIF : ce système est un intermédiaire entre les deux précédents. Les animaux sont parqués dans des enclos extérieurs de taille moyenne (ou en chargement supérieur à celui sous conditions extensives). Les animaux pâturent pendant la saison de pousse de l'herbe (printemps et été). La qualité et la quantité de la pâture doivent être régulièrement vérifiées (par analyse d'échantillons ou utilisation de tables d'alimentation) de façon à pouvoir apporter, si nécessaire, un aliment complémentaire. Le reste de l'année, l'éleveur distribue la nourriture à son troupeau dans des auges.

B / CONDUITE DU TROUPEAU

Nous allons suivre les paramètres environnementaux et la gestion d'un troupeau, de l'incubation des œufs jusqu'à la reproduction des adultes. Le but de ce chapitre n'est pas de fournir en détail des méthodes d'élevage, mais simplement de mettre en place les conditions dans lesquelles l'éleveur doit distribuer la nourriture.

1 / INCUBATION

L'incubation dure environ **quarante à quarante deux jours** (Guittin, 1983 ; Smith, 1993). Elle peut se faire de façon naturelle en laissant les œufs au nid ou de façon artificielle. Dans ce cas, les œufs sont retirés du nid juste après la ponte et placés dans des incubateurs artificiels. Cette méthode permet de meilleurs résultats de reproduction (nombre d'œufs supérieur, taux d'éclosion élevé) à condition de maîtriser (c'est à dire pouvoir mesurer, conserver ou modifier) les paramètres de la chambre d'incubation : température entre **35,5 et 37,5°C** (Campodonico et al., 1992), hygrométrie entre **25 et 30 %** (Champie, 1996), ventilation permettant de conserver un **taux d'oxygène de 20 % minimum** (Champie, 1996), positionnement des oeufs. Pendant l'incubation, les œufs peuvent perdre jusqu'à 14 % de leur poids en évaporation (Smith, 1993). La **pesée** régulière des œufs (une fois par semaine) est donc un bon moyen d'ajustement des paramètres environnementaux. Ces manipulations répétées sont pourtant un risque de contamination. Aussi, il est nécessaire d'envisager une **désinfection** régulière des coquilles avec des agents spécifiques (dérivés phénoliques en aérosol ou lumière ultraviolette) mais pas de lavage à l'eau qui enlèverait la pellicule naturelle protectrice (Smith, 1993). Toutefois, il est important de noter que les causes de mortalité embryonnaire et néonatale sont plus souvent des erreurs dans la gestion des paramètres d'incubation que des contaminations (Smith, 1993).

2 / ECLOSION

L'observation d'autruches sauvages a montré que les mâles participent à la cassure de la coquille lors de l'éclosion (Campodonico et al., 1992). Pourtant, des études réalisées sur un grand nombre d'élevages américains ont prouvé que la mortalité dans les trois mois qui suivent l'éclosion est plus importante lorsque l'éleveur a aidé le poussin à sortir de sa coquille (Smith, 1993). Le choix difficile de participer ou non à l'éclosion revient donc à l'éleveur qui doit, *a posteriori*, constater si son intervention a été bénéfique et s'il est valable de la renouveler.

Une fois éclos, les poussins sont mis dans une couveuse pendant trois jours (Guittin, 1983). La température doit être aux environs de **36,5°C** pendant les vingt quatre premières heures (Guittin, 1983), puis se maintenir autour de **34°C** les jours suivants (Champie, 1996). Le chauffage peut se faire par le sol, mais il est conseillé de prévoir également des **lampes chauffantes à infrarouge suspendues** (Deeming et al., 1994). L'hygrométrie doit être importante au moment de l'éclosion (**50 à 60 %**), mais doit être ensuite rapidement réduite (**40 %**) pour permettre le séchage des poussins (Champie, 1996). Le sol des couveuses ne doit pas être glissant pour permettre l'apprentissage de la station debout et de la marche (Campodonico et al., 1992). Après quarante huit heures d'isolement (Guittin, 1985), les poussins sont regroupés en lot. La taille d'un lot dépend du nombre d'œufs éclos en même temps, mais douze poussins semble un maximum

(Deeming et al., 1994). Chaque bande est logée dans un local dont les dimensions permettent de fournir au minimum **0,5 à 1 m² par poussin** (Campodonico et al., 1992).

Pendant ces premiers jours, les poussins ne reçoivent pas de nourriture. En effet, à l'éclosion ils possèdent des réserves dans une poche : **le vitellus**. Celui-ci peut représenter jusqu'à **40 % du poids de naissance**. Or, il est indispensable que ces réserves soient **utilisées dans les deux premières semaines de vie**, sinon des troubles pathologiques peuvent apparaître (voir quatrième partie). Par contre, des **abreuvoirs** doivent être prévus, car l'abreuvement peut commencer dès le premier jour (Guittin, 1985). Ces abreuvoirs doivent être adaptables à la taille des autruchons, de couleur vive pour être attrayants et ne pas être trop profonds pour éviter les risques de noyade. L'apport d'eau permet également la distribution de vitamines et électrolytes pour les poussins qui semblent les plus fragiles (Kimminau, 1993).

3 / LE PREMIER MOIS

De la couveuse, les poussins sont transférés dans une éleveuse. La température du local doit descendre lentement à **20-25°C** (Campodonico et al., 1992 ; Deeming et al., 1994). La baisse de la température doit être de 2,5°C par jour pour éviter le stress et les coups de froid (Deeming et al., 1994). Les lampes chauffantes à infrarouge suspendues restent un moyen efficace pour répartir correctement la chaleur dans tout le local. Progressivement, l'humidité de la pièce est ramenée à l'humidité ambiante (Campodonico et al., 1992). A cet âge, il est recommandé de garder comme **densité minimum 1 m² par animal** (Degen et al., 1991). Cependant, les lots sont remaniés par rapport au stade précédent. En effet, il faut ajouter au lot de poussins du même âge, un ou deux poussins un peu plus âgés qui mangent déjà (Guittin, 1983). Ces « vieux » poussins vont servir de modèle aux « jeunes » qui ne savent pas encore manger (voir troisième partie). Si le nombre de poussins est suffisant, il est conseillé de faire des lots de poussins de poids homogène. Deeming et al. (1994) ont observé qu'en séparant des poussins âgés de dix jours en lot de poids et de taille homogènes, ils obtenaient de meilleurs résultats de croissance pour les plus petits d'entre eux. Pour autant, les rapports de poids entre chaque groupe restent les mêmes : les plus gros poussins à dix jours restent les plus gros poussins à trente cinq jours. Si la taille des bâtiments le permet, il ne faut pas hésiter à prévoir une **aire d'exercice supplémentaire intérieure** (1 à 5 m² par animal) (Kreibich et al., 1995), car quelquefois à cet âge les poussins s'ennuient et les risques de troubles du comportement alimentaire et de suralimentation sont fréquents (Guittin, 1985). De plus, le sol des locaux ne doit pas être recouvert de sable, de paille ou de sciure, car les poussins peuvent consommer ces substrats et mourir d'un engouement de l'estomac (voir quatrième partie) (Dinnes, 1972). L'idéal est un sol dur bétonné (facile d'entretien) recouvert d'un revêtement synthétique, d'un treillis métallique, d'une natte en caoutchouc ou d'une toile de jute (Kreibich et al., 1995).

Les **premiers aliments** commencent à être distribués. Nous détaillerons dans notre troisième partie quels types d'aliments peuvent être utilisés. Retenons pour l'instant, que ces aliments doivent être fournis en **quantité limitée** (pour éviter les risques de diarrhée et/ou de croissance trop rapide), en de nombreux repas (**cinq à six par jour**, ce qui facilite le transit digestif et limite l'ennui des poussins) et dans des auges adaptées aux poussins (c'est à dire longues – **2 m** – car les poussins agissent par mimétisme et donc veulent tous manger en même temps, mais peu profondes – **4 cm** – pour faciliter la prise alimentaire) (Guittin, 1985). Il est plus prudent de

distribuer la nourriture dans des auges que directement sur le sol, car cela évite aux poussins d'essayer de consommer la litière et les habitue au matériel d'élevage (les poussins sont très facilement stressés) (Dinnes, 1972). Ces auges doivent être suffisamment nombreuses, réparties sur toute la surface du bâtiment et faciles à nettoyer. Le **nettoyage** doit se faire **au minimum une fois par jour**, en même temps que celui des abreuvoirs et du sol (Deeming et al., 1994). Par contre, avant chaque repas, les refus doivent être retirés (et peuvent être distribués aux poussins plus âgés). La **coprophagie** est physiologique à cet âge. C'est grâce à ce mécanisme que les autruchonsensemencent leur tube digestif d'une flore cœcale très utile. Elle doit cependant être surveillée : trop importante, elle peut être un signe de sous-alimentation, de déséquilibre alimentaire ou de stress (Guittin, 1985).

4 / JUSQU'À SIX MOIS

Si les conditions météorologiques le permettent, il est possible de **laisser sortir les animaux**. La vie en extérieur présente plusieurs avantages : la lumière naturelle favorise la formation de vitamine D₃ (vitamine intervenant dans la croissance osseuse), l'espace permet aux jeunes de maintenir une activité musculaire suffisante pour conserver une croissance harmonieuse et la sortie progressive des oiseaux leur permet de s'habituer petit à petit à leur environnement et de réduire le stress indissociable de chaque changement de situation (Kimminau, 1993).

Les premières sorties doivent se faire la journée, quand la température est **supérieure à 18°C voire 21°C** (Campodonico et al., 1992 ; Kimminau, 1993). Au début, les sorties sont courtes et fréquentes. Elles se font sur des parcelles préparées pour recevoir des autruchons, c'est à dire :

- **Clôturées** : **au minimum 1 m 80** de hauteur, avec un grillage à maille suffisamment serrée (type grillage pour volaille) sur le premier mètre (protection contre les chiens errants et la faune sauvage), en évitant l'utilisation de fil de fer barbelé et/ou de matériel tranchant (risque de blessures) et en prévoyant un poteau de soutien bien visible **tous les quatre mètres** environ de manière à ce que la clôture soit suffisamment solide (des autruches qui paniquent, courent dans tous les sens et peuvent aller jusqu'à se jeter dans les clôtures ou même donner des coups de pied à l'encontre des poteaux) (Kreibich et al., 1995).
- **Propres** : les autruchons qui découvrent un nouvel environnement ont souvent tendance à explorer les lieux oralement, c'est à dire à donner des coups de bec au sol et ingurgiter tout ce qu'ils trouvent si la taille de l'objet en question le permet. L'idéal est un **gazon coupé court** (Guittin, 1985). Si cela est possible, il est judicieux de prévoir des **bacs à sable** au sol (Kreibich et al., 1995). Ils permettent le déparasitage partiel des animaux mais les premiers bains de sable doivent se faire sous surveillance de l'éleveur, car les oiseaux peuvent consommer ce sable et risquer un engouement de l'estomac (voir quatrième partie).
- **Suffisamment spacieuses** : les premiers jours il faut prévoir des enclos fournissant **1 m² par animal** (Kreibich et al., 1995), mais très rapidement il faut passer à **2,5 m² par animal** (Degen et al., 1991), puis, entre quatre et six mois fournir des parcours de **10 à 30 m² par animal** (Kreibich et al., 1995).
- **Abritées** : surtout si le climat est humide ou froid. L'abri peut être le local de la nuit qui reste accessible le jour ou des abris supplémentaires (l'abri nocturne reste alors fermé pendant la journée). Ces derniers doivent être suffisamment hauts – **1,5 à 2 m** – car les

autruchons grandissent vite à cet âge (jusqu'à 1 cm par jour au maximum de la croissance) (Kreibich et al., 1995). Les abris diurnes doivent avoir une surface minimum de **10 m²** s'ils contiennent une auge et un abreuvoir ou **2 m² par animal** s'ils sont vides (Kreibich et al., 1995).

- Avec des mangeoires : au départ, l'alimentation continue d'être distribuée dans les locaux (pour limiter les changements) mais progressivement des auges sont éparpillées dans les enclos pour habituer les animaux à manger dehors (Kimminau, 1993). Il en est de même avec les abreuvoirs.

La nuit, les animaux doivent être rentrés dans un local fermé. Celui-ci doit conserver une température de **25°C** (Campodonico et al., 1992). Pour ce local, il faut prévoir **0,1 m² par animal** à un mois puis augmenter jusqu'à **2 m²** vers trois mois (Kreibich et al., 1995). Les auges et les abreuvoirs sont conservés dans ce local jusqu'au départ des autruchons.

5 / DE SIX A QUATORZE MOIS

Dorénavant, les autruchons sont aptes à vivre en permanence dehors. Toutefois, les abris extérieurs évoqués précédemment sont toujours nécessaires (pour se réfugier en cas de mauvais temps par exemple). Pour un abri, il faut **2 à 4 m² par animal** avec un minimum de 10 m². Les animaux ayant presque leur taille adulte (1 m 70 à 2 m), ces abris doivent avoir une **hauteur minimum de 2 m 20**. De même, les clôtures des enclos doivent mesurer au minimum **2 m 20** (ENVT, 1995). Le sol peut être constitué de sable, de gravier, de terre meuble ou de gazon coupé court. Dans tous les cas, l'éleveur doit veiller à ce que les autruchons n'ingèrent pas le substrat du sol en grande quantité (voir quatrième partie). L'enclos doit permettre aux autruchons de faire de l'exercice, c'est pourquoi il faut prévoir **50 m² par animal**, soit pour des lots d'une douzaine d'autruches, 800 m² par groupe (Kreibich et al., 1995).

L'alimentation, le plus souvent sous forme de granulés, est distribuée dehors dans des **auges** faciles à nettoyer, solidement attachées, à un endroit accessible (il faut éviter les lieux de passage, le long des clôtures). Ces mangeoires ne doivent pas présenter d'arrêtes tranchantes ni d'angles vifs. Elles sont élevées à une certaine hauteur (variable en fonction de l'âge des animaux) de manière à éviter que les oiseaux puissent y pénétrer. Des nourrisseurs type jeune bovin peuvent convenir à condition de rallonger les pieds (ENVT, 1995). Ils contiennent 300 à 400 kg d'aliment. Les nourrisseurs individuels contenant 50 à 100 kg sont encore mieux adaptés (ENVT, 1995). L'idéal est de les répartir uniformément sur l'enclos afin de faciliter leur accessibilité. Si les auges ne peuvent pas être abritées par un toit, il faut percer le fond pour que l'eau de pluie puisse s'évacuer. Les râteliers à foin doivent être à une hauteur suffisante et ne laisser passer que la tête et le cou des autruches.

Les **abreuvoirs** ne doivent pas être trop profonds pour éviter que les animaux s'y baignent. Il est possible d'utiliser les bacs de 500 L, mais il est préférable de les réserver pour les adultes. Les abreuvoirs à niveau constant restent la meilleure solution (ENVT, 1995). Avec un bac, la consommation d'eau est mesurable, mais il faut le remplir tous les jours, surtout en période de fortes chaleurs.

Tous les accessoires de distribution doivent être **nettoyés régulièrement** avec des ammoniums

quatrenaires, de l'eau oxygénée à 5 % ou des dérivés phénoliques (Kimminau, 1993).

6 / A PARTIR DE QUATORZE MOIS

Les animaux élevés pour leur viande sont **abattus à partir de quatorze mois**. Ceux destinés à la reproduction sont mis en lots d'environ douze reproducteurs (quatre mâles et huit femelles) jusqu'à leur **maturité sexuelle entre deux et quatre ans** (Kimminau, 1993). La longévité moyenne d'une autruche est de trente à soixante et dix ans mais les meilleurs reproducteurs peuvent être utilisés **au maximum une quarantaine d'années** (Kimminau, 1993). La reproduction chez l'autruche est saisonnée. Sous nos latitudes, la saison commence en **mars-avril** et se termine en **août – septembre** (Campodonico et al., 1992). La saison comprend l'accouplement, la ponte et la couvaison si elle a lieu. L'utilisation de l'incubation artificielle permet d'obtenir plus d'œufs au cours d'une saison de reproduction (jusqu'à **cinquante voire quatre vingt œufs** pour les meilleures reproductrices) et d'allonger la période de ponte (Campodonico et al., 1992).

Pour stimuler les accouplements, il est préférable de **séparer les individus de chaque sexe** au moins trois à quatre semaines avant le début de la saison sexuelle (ENVT, 1995) ou mieux de les séparer dès la fin de la saison de reproduction (Campodonico et al., 1992). Lors de cette séparation, on constate que l'agressivité chez les femelles est plus importante que chez les mâles (ENVT, 1995). Au moment de la reproduction, plusieurs solutions sont envisageables selon l'objectif de l'éleveur. Si celui-ci désire suivre la paternité des œufs afin de sélectionner ses meilleurs mâles, il doit organiser des **trios** de reproducteurs comprenant un mâle et deux femelles (ENVT, 1995). Dans ce cas, les mâles de chaque groupe doivent pouvoir se voir ou se sentir, car l'isolement d'un mâle en captivité peut parfois diminuer sa libido (Campodonico et al., 1992). Cependant afin d'éviter les bagarres, les clôtures séparant deux groupes doivent être doublées en laissant une marge de sécurité d'environ 1 m 80 (Campodonico et al., 1992). Une autre méthode consiste à conserver des lots de douze **reproducteurs** comprenant quatre mâles et huit femelles (ENVT, 1995). Cette solution est proche de ce qui est observé en milieu naturel (Campodonico et al., 1992) mais, dans ce cas, il est important de surveiller les mâles qui ont tendance à être plus agressifs.

L'alimentation est distribuée comme précédemment dans des auges réparties sur la totalité de l'enclos. Certaines peuvent être mises sous des abris, en prévention des jours de mauvais temps. Ces abris sont plus nombreux si la couvaison est assurée par les reproducteurs (un abri par nid). D'un point de vue superficie, il faut compter **au minimum 10 m² par abri** (5 m² par animal) et **1 000 à 1 500 m² de parcours par trios** (200 m² par femelle et 800 m² par mâle) (Kreibich et al., 1995).

II / ANATOMIE DU TRACTUS DIGESTIF

Le tractus digestif commence avec le bec qui prolonge la cavité buccale et se termine par le cloaque. Nous donnerons pour chaque organe sa couleur, son poids ou sa longueur et une description sommaire.

A / DESCRIPTION

La préhension des aliments est permise par un bec large, constitué de deux étuis cornés. Il n'y a pas de dent. Dans la cavité buccale, les glandes salivaires sont nombreuses et dispersées. La langue est courte et émoussée. Elle a l'aspect d'une large demi-lune repliée sur elle-même, formant ainsi un petit sac (Shanawany, 1996). Grâce à sa mobilité, la langue entraîne le bol alimentaire vers l'œsophage.

L'**œsophage** mesure 1,10 m de long. C'est un tube de diamètre très variable. Au repos, il présente de nombreux plis longitudinaux qui permettent à l'organe de se dilater et d'accumuler les bols alimentaires (Fowler, 1991). Cette dilatation fait office de **jabot** car cet organe est **absent chez tous les Ratites**. Sans nette démarcation, l'œsophage se poursuit par un premier estomac, le proventricule.

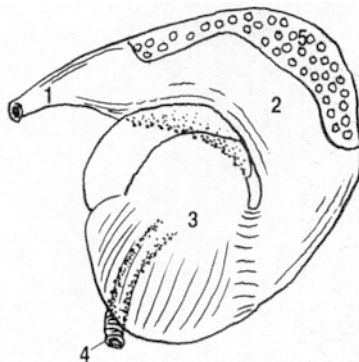
Le **proventricule** est une grande poche dilatée gris-brun, de 14 x 30 à 30 x 40 cm (Fowler, 1991 ; Skadhauge et al., 1984). Sa paroi est mince. Elle possède environ trois cent glandes sécrétrices (**estomac glandulaire**), localisées sur une mince plage de couleur jaunâtre (Carbajo Garcia et al., 1997) sur la partie dorsale de la grande courbure. Une large ouverture, sans isthme gastrique (Bezuidenhout, 1986), permet le passage des aliments vers le deuxième estomac : le ventricule (schéma n° 1).

Le **ventricule** ou **gésier**, de couleur gris-brun, mesure de 12 x 16 à 30 x 40 cm (Fowler, 1991 ; Skadhauge et al., 1984), et pèse environ 2 kg (Fowler, 1991). Sa paroi est épaisse (jusqu'à 92 mm) (Kreibich et al., 1995), car elle possède une couche musculaire bien développée (**estomac musculaire**). Chez l'adulte, le gésier peut contenir jusqu'à 1,5 kg de cailloux.

Un manteau kératinoïde (de « koilin ») de 3 à 4 mm d'épaisseur (Kreibich et al., 1995), tapisse la paroi du proventricule et du ventricule. Il contient des cellules épithéliales, de la bile et des sécrétions protectrices du tissu glandulaire (Carbajo Garcia et al., 1997). Son rôle est de protéger la paroi contre l'acidité des sécrétions et contre l'action abrasive du contenu du gésier.

Schéma n° 1 : Schéma du proventricule et du ventricule chez l'autruche, d'après Stewart (1994).

Légendes : 1) œsophage ; 2) proventricule ; 3) ventricule ; 4) duodénum ; 5) aire glandulaire.



Le ventricule s'ouvre sur l'intestin grêle grâce à un puissant sphincter musculaire : le **pylore**.

L'intestin grêle mesure entre 6 et 8 m de long (Fowler, 1991 ; Skadhauge et al., 1984). Il comprend le duodénum, le jéjunum et l'iléon.

Le **duodénum**, de couleur rose, mesure entre 80 et 150 cm de long (Fowler, 1991 ; Skadhauge et al., 1984). Il commence au pylore puis forme une longue boucle étroite, l'anse duodénale. Celle-ci est divisée en deux parties, la partie proximale ou descendante et la partie distale ou ascendante (Bezuidenhout, 1986) qui présente une petite boucle secondaire. L'ensemble est soutenu par un mince repli du mésentère de couleur gris bleuté foncé (Carbajo Garcia et al., 1997).

Le **jéjunum**, de couleur rose, mesure 160 cm de long. Il est composé d'une première partie droite puis devient sinueux. Il se termine par un petit diverticule vitellin, le diverticule de Meckel (Bezuidenhout, 1986).

L'**iléon**, d'abord rose devient progressivement rouge-vert foncé vers sa partie terminale, la jonction iléo-rectale. Il mesure 4 m de long. C'est la partie la plus longue de l'intestin grêle.

Le gros intestin comprend les caeca, le colon-rectum et le cloaque.

Les **caeca** sont **pairs chez tous les Ratites** (Fowler, 1991). Chez l'autruche, ils sont longs, dilatés et sacculés (95 cm dont 14 cm non sacculé, Carbajo Garcia et al., 1997). A la base de chaque caecum, les parois sont minces, la lumière large et de nombreux replis spiralés donnent un aspect sacculé. En direction de l'apex, les corps s'effilent, les parois s'élargissent tandis que disparaissent les saccules. Le caecum droit est en général légèrement plus long que le gauche.

Le **colon-rectum**, vert foncé - de la couleur des ingestats - mesure 16 m de long (Bezuidenhout, 1986). C'est la partie la plus longue du tractus intestinal. Il se divise en deux parties. Le colon proximal possède une paroi mince, une lumière large avec des replis contenant des matières fécales molles. Il représente 25 % de la longueur totale (Skadhauge et al., 1984). Le rectum distal présente une paroi épaisse, une lumière étroite sans sac et contient des matières fécales dures sous forme de boulettes. La transition entre les deux parties est progressive. Les premiers centimètres sont étroits et droits puis le colon devient large et très enroulé. Sa partie terminale, large et rectiligne s'ouvre dans le coprodeum du cloaque. La séparation est marquée par un pli rectocoprodeal (Fowler, 1991).

Le **cloaque** (schéma n° 2) se divise en:

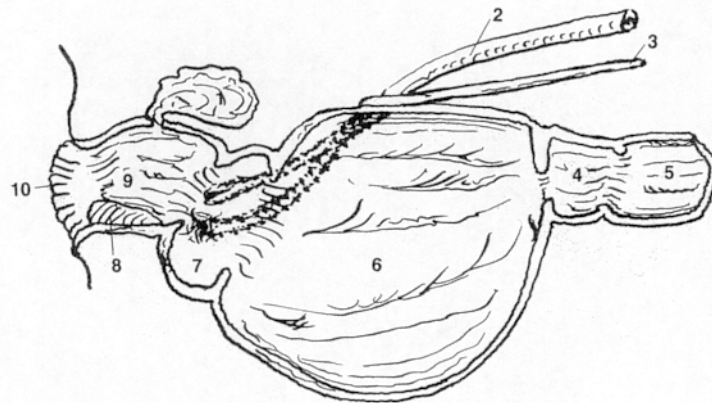
- coprodeum, large sac dilaté recouvert d'une épaisse membrane foncée (semblable à la membrane de « koilin » du ventricule),
- urodeum, étroit et contenant les orifices génito-urinaires, et
- proctodeum terminal abritant le phallus chez le mâle.

L'autruche est le seul oiseau capable d'uriner et de déféquer de manière distincte grâce à un sphincter musculaire qui sépare le coprodeum de l'urodeum.

A partir de dix huit mois, une bourse cloacale se développe au sommet du cloaque.

La bourse de Fabricius s'ouvre au plafond du proctodeum (Bezuidenhout, 1986).

Schéma n° 2 : Schéma du cloaque d'une autruche adulte, en vue latérale droite, d'après Stewart (1994).



Légendes : 1) bourse cloacale ; 2) uretère ; 3) tractus génital ; 4) chambre rectale ; 5) rectum ; 6) coprodeum ; 7) urodeum ; 8) éminence génitale ; 9) proctodeum ; 10) anus.

Le **pancréas**, de couleur jaune à rouge pâle, repose dans le mésentère entre les deux branches de l'anse duodénale. Il s'étend du gésier à la terminaison de la boucle (Bezuidenhout, 1986). Le canal pancréatique s'ouvre dans le duodénum ascendant, près de la jonction duodéno-jéjunale (Bezuidenhout, 1986).

Le **foie** de couleur bleu-marron, pèse environ 2 kg chez les autruches adultes (Fowler, 1991). Il est situé en arrière et de chaque côté du cœur, ventralement aux poumons (Koehl et al., 1998). Il est composé de deux lobes. Le lobe gauche se divise en trois: un petit lobe caudo-dorsal, un grand lobe caudo-ventral et un petit lobe gauche intermédiaire. Le lobe droit n'est pas divisé. Il n'y a pas de vésicule biliaire (Fowler, 1991). Le canal cholédoque s'ouvre dans le duodénum descendant à environ 7 cm du gésier (Bezuidenhout, 1986).

B / TOPOGRAPHIE

Le but de ce chapitre est de situer les organes les uns par rapport aux autres afin d'avoir par exemple une approche facilitée lors d'interventions chirurgicales (voir quatrième partie).

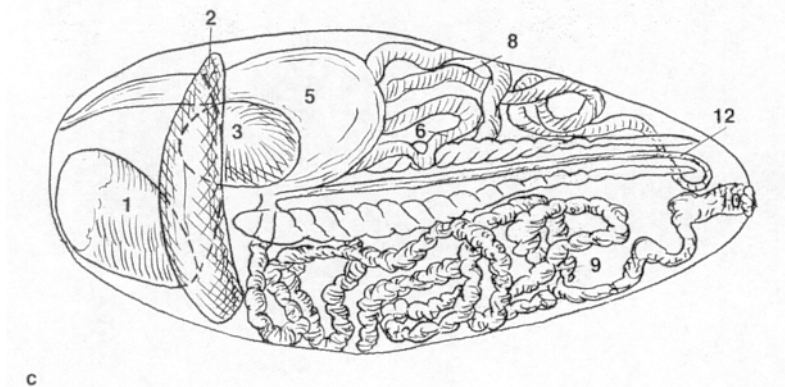
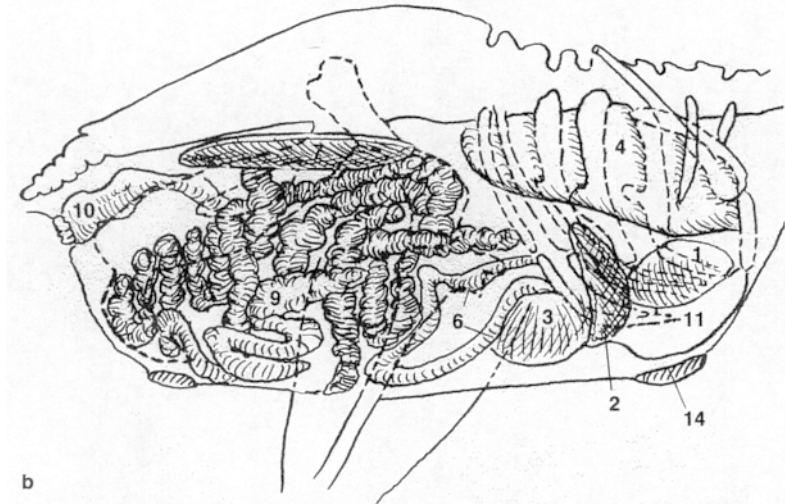
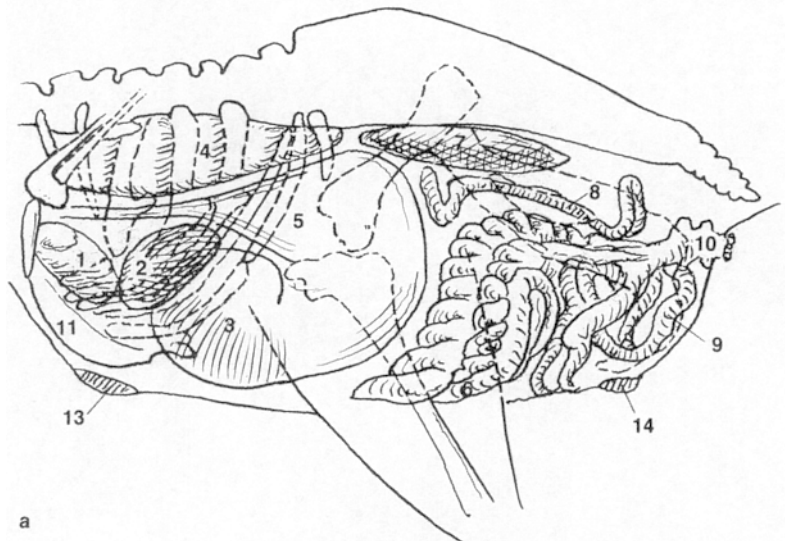
Les schémas n° 3 a, b et c présentent la topographie des organes en place sous différentes incidences.

Schémas n° 3 : Schémas topographiques des organes abdominaux de l'aoutruche, d'après Stewart (1994) :

- a) vue latérale gauche,
- b) vue latérale droite,
- c) vue dorsoventrale.

Légendes :

- 1) Cœur
- 2) Foie
- 3) Ventricule
- 4) Poumons
- 5) Proventricule
- 6) Duodénum
- 7) Rein
- 8) Jéjunum
- 9) Rectum
- 10) Cloaque
- 11) Sternum
- 12) Iléum
- 13) Callosité sternale
- 14) Callosité pelvienne



L'œsophage cervical passe caudalement du côté droit du cou, dorsalement à la trachée et à la veine jugulaire droite. A son entrée dans le thorax, il passe caudalement entre le cou et les poumons. Au niveau de la sixième côte vertébrale, il se dilate en proventricule (Bezuidenhout, 1986). Au passage des aliments, il est facile de voir l'œsophage se déformer.

Le proventricule occupe la partie crâniale gauche de l'abdomen. Son bord dorsal s'étend de la sixième côte à l'acétabulum. Son bord caudal repose sur une ligne verticale passant par l'acétabulum. Distalement, il tourne vers l'avant sur le plancher abdominal pour s'ouvrir dans le gésier (Bezuidenhout, 1986).

Le gésier se situe dans la partie crânio-ventrale de l'abdomen, entre le foie et le proventricule. Sa partie ventrale repose sur le sternum (Bezuidenhout, 1986).

L'anse proximale du duodénum longe caudo-ventralement le côté droit de l'abdomen, traverse la ligne médiane juste en avant de l'ombilic puis suit caudo-dorsalement, le côté gauche de l'abdomen. A mi-chemin de la paroi abdominale gauche, le duodénum fait demi-tour marquant ainsi le début de l'anse ascendante. Celle-ci longe le bord caudal de la branche descendante. A hauteur de la septième côte vertébrale le duodénum se dirige caudalement pour continuer alors par le jéjunum (Bezuidenhout, 1986).

De la septième à la dernière côte, le jéjunum reste caudo-ventral puis sa partie enroulée, caudale au duodénum occupe la partie crânio-ventrale de l'abdomen dorsal (Bezuidenhout, 1986).

Au départ, l'iléon s'étend caudalement, occupant la partie caudo-ventrale de l'abdomen. Puis dans le pubis, il se dirige crânialement, entouré des apex des deux caeca. En avant du pubis, l'iléon se poursuit crânialement, à gauche passant sur la boucle duodénale puis atteignant le bord dorso-caudal du proventricule. Ensuite, l'iléon se replie ventralement le long du bord caudal du proventricule, traverse la ligne médiane le long du bord caudal du gésier et fini médialement à la jonction duodéno-jéjunale (Bezuidenhout, 1986).

Les caeca débutent à la droite de la jonction iléo-rectale, caudalement au foie, entre le gésier et le pôle crânial du rein droit. Ils s'étendent caudalement jusqu'au pubis. A sa base, le caecum gauche s'appuie caudo-dorsalement sur l'ileum, tandis que le caecum droit crânio-ventralement (Bezuidenhout, 1986).

Le rectum reste caudal. Les premiers centimètres passent latéralement au caecum gauche puis le segment proximal, sinueux occupe la partie dorsale droite de l'abdomen, du foie et gésier au pubis. Le segment distal occupe la partie caudo-dorsale gauche de l'abdomen et du pubis (Bezuidenhout, 1986).

Le cloaque se situe en région dorso-caudale du pubis (Bezuidenhout, 1986).

C / HISTOLOGIE

Le tractus gastro-intestinal de l'autruche est histologiquement très proche de celui du poulet. On retrouve la muqueuse, la sous-muqueuse, la musculeuse et la séreuse. Cependant quelques différences peuvent être mises en évidence (Bezuidenhout et al., 1990).

La muqueuse de l'**œsophage**, revêtue d'un épithélium stratifié est riche en glandes ramifiées à mucus. La musculeuse comprend trois plans de fibres musculaires : un plan de fibres longitudinales internes important, un plan de fibres circulaires médianes et un plan de fibres longitudinales externes peu développé (Bezuidenhout et al., 1990).

La muqueuse du **proventricule**, revêtue d'un épithélium tubulaire droit et ramifié, forme de

nombreux plis parallèles. Elle présente deux types de glandes. Les glandes superficielles (glandes tubulaires simples et ramifiées) sont situées à la base de chaque pli (Carbajo Garcia et al., 1997). Elles s'enfoncent jusqu'à la lamina propria. Celle-ci forme, autour des glandes, une capsule lâche contenant des fibres élastiques, du collagène, des nerfs, des vaisseaux sanguins et lymphatiques. Les glandes profondes sont regroupées le long de la paroi dorso-latérale sur une aire limitée. Elles s'enfoncent jusqu'à la musculaire muqueuse. Celle-ci, dont le développement est variable mais souvent faible, se compose de fibres longitudinales et circulaires (Bezuidenhout et al., 1990).

La muqueuse du **ventricule** est parsemée de larges cryptes peu profondes dans lesquelles s'ouvrent des glandes tubulaires droites ou ramifiées. Quatre types de glandes peuvent être identifiées : les cellules basales, les cellules principales, les cellules endocrines intestinales et les cellules épithéliales de revêtement. Ces dernières faisant saillie dans la lumière, donnent à la surface une apparence en nid d'abeille.

La musculaire muqueuse est bien développée.

La couche circulaire de la musculature est inférieure à 60 mm de diamètre, tandis que la couche longitudinale, peu développée est incomplète dans sa majeure partie.

La séreuse, bien développée tout au long du tube digestif est ici largement remplacée par une adventice constituée de tissus conjonctif et adipeux (Bezuidenhout et al., 1990).

La muqueuse des **intestins** se projette sous forme de villosités en nombre, forme et taille variables suivant la région concernée. Dans la région proximale, elles sont nombreuses et bien développées – présentant même des villosités secondaires et tertiaires – puis sont clairsemées et petites au niveau des caeca et du rectum. Elles ne possèdent pas de chylifère central. Entre les villosités, de petites cryptes sont présentes. Elles sont bien marquées en région proximale puis disparaissent progressivement. La muqueuse des caeca et du rectum proximal forme de nombreux plis circulaires, définissant des compartiments distincts. Ceux-ci jouent un rôle important dans le ralentissement de l'ingesta. Les caeca sont de type intestinal c'est à dire qu'ils ressemblent histologiquement à l'intestin.

Le revêtement épithélial est un simple épithélium cylindrique au sein duquel se dispersent des cellules caliciformes. Ces dernières sont plus nombreuses à l'approche du rectum. Distalement, les cellules principales se couvrent de nombreuses microvillosités. Des leucocytes, résidents ou circulants ainsi que des cellules argentaffines peuvent être observées. Par contre, aucune cellule de Paneth n'a été mise en évidence dans cette espèce.

La sous-muqueuse, peu développée dans le reste du tube digestif est épaisse dans les caeca et le rectum. Elle contient de nombreux mélanocytes.

La musculature est bien développée dans l'iléon mais devient très mince dans les caeca et le rectum proximal. A ces niveaux, la couche circulaire forme des épaississements triangulaires sous les plis muqueux. De nombreux mélanocytes sont présents (Bezuidenhout et al., 1990).

III / PHYSIOLOGIE DE LA DIGESTION

La digestion correspond à l'ensemble des processus permettant aux aliments d'être transformés en constituants simples et absorbables, appelés nutriments. Elle comprend la préhension, la digestion mécanique, la digestion chimique, la digestion microbienne et l'absorption.

A / PREHENSION

Nous n'étudierons dans ce paragraphe que les mécanismes permettant la prise d'aliment et d'eau. Le choix des aliments et tout ce qui concerne le comportement alimentaire sera traité ultérieurement.

La préhension des aliments se fait par picage. Après plusieurs mouvements d'arrachage avec le bec, l'autruche fait osciller sa tête. Quand la quantité d'aliments accumulée au fond de la gorge est suffisante, l'animal dégluti. Les aliments stockés dans la gorge ne subissent pas de modifications physiques notables. Le suc salivaire, riche en mucus, assure à la fois la lubrification du bol alimentaire, pour faciliter son passage dans l'œsophage et l'humidification permanente de la cavité bucco-pharyngée. Sa composition, mal connue, semble analogue à celle des mammifères, c'est à dire avec de l'amylase et des ions bicarbonates en concentration élevée.

Le bol alimentaire est lentement dégluti le long de l'œsophage (facilement observable de l'extérieur), la tête et le cou pouvant être relevés (surveillance) ou baissés.

La préhension de l'eau se fait grâce à la mobilité de la mâchoire inférieure qui envoie plusieurs lapées directement dans l'œsophage. La descente le long de l'œsophage se fait lorsque l'autruche relève le cou qui prend alors la forme d'un S (Kreibich et al., 1995).

La langue, grâce à une musculature développée, permet aux particules alimentaires et à l'eau de rejoindre l'œsophage.

B / DIGESTION MECANIQUE

Les aliments qui pénètrent dans le gésier ont été peu transformés (nous le verrons dans le paragraphe suivant sur la digestion chimique). C'est à ce niveau que commence la digestion mécanique. L'étude de l'anatomie du ventricule nous a révélé la présence d'une musculature épaisse et puissante, ainsi que de nombreux cailloux retenus en permanence à l'intérieur de celui-ci. Ainsi, la digestion qui se déroule au sein de cet estomac musculaire, résulte d'un broyage mécanique des aliments réalisé, grâce à l'activité cyclique des différentes couches musculaires, combinée à la présence du grit. Le cycle se déroule en cinq phases (Fèvre, 2000):

- la contraction du proventricule et la relaxation des muscles épais du ventricule permettent l'arrivée du bol alimentaire dans le gésier,
- la contraction des muscles entraîne la fermeture de l'isthme entre le proventricule et le ventricule,
- la relaxation des muscles provoque l'ouverture du pylore permettant le passage des liquides vers le duodénum,
- la contraction des muscles épais et la relaxation des muscles fins entraînent la fermeture du pylore et l'ouverture de l'isthme,
- la contraction soutenue et intermittente des muscles épais permettent le broyage du bol alimentaire grâce à la présence du grit.

Le rythme du cycle dépend de plusieurs facteurs. Par exemple, la faim ou l'ingestion d'une nourriture compacte augmente la fréquence des contractions.

Les particules alimentaires du chyme ayant atteint une taille suffisamment petite se retrouvent dans l'intestin grêle où commence un deuxième type de digestion : la digestion chimique.

C / DIGESTION CHIMIQUE

S'il est vrai que l'essentiel de la digestion chimique se déroule dans l'intestin grêle, cependant il faut noter qu'il existe une digestion chimique pré-intestinale qui se déroule dans le proventricule.

Les cellules de la paroi du proventricule sécrètent différentes molécules dont l'ensemble forme le suc gastrique. Ce suc se compose d'acide chlorhydrique (sécrété par les cellules oxyntico-peptidiques), d'enzymes (pepsine) (Muirhead, 1995), ainsi que de peptides régulateurs de l'appareil digestif (somatostatine, glucagon, bombésine, polypeptide pancréatique aviaire). La présence d'acide chlorhydrique rend le suc gastrique très acide (pH : 1,6). L'action du suc gastrique sur le bol alimentaire a pour résultat de solubiliser les sels minéraux, d'ioniser les électrolytes et de détruire les structures tertiaires des protéines alimentaires (Swart et al., 1993a). Le temps de séjour dans le proventricule étant bref, la digestion est limitée, mais elle se poursuit au cours du broyage dans le gésier, car le pH reste bas (pH : 2,1) (Swart et al., 1993a). L'action combinée de la pré-digestion chimique et mécanique transforme le bol alimentaire à la sortie du ventricule en une bouillie appelée chyme.

Grâce au pylore, puissant sphincter musculueux, seules les particules les plus fines peuvent sortir du gésier et pénétrer dans l'intestin grêle. Le chyme étant excessivement acide, une épaisse couche de mucus recouvre l'épithélium duodéal. Ce mucus, ainsi que des électrolytes et des enzymes, constituent le suc intestinal, de couleur jaune pâle. Ce suc permet la digestion chimique. L'origine de ces composants est intestinale, pancréatique et biliaire (Larbier et al., 1992).

1 / LE SUC PANCREATIQUE

Le suc pancréatique est composé essentiellement de bicarbonates et de pro-enzymes. Les bicarbonates neutralisent l'acidité du chyme ce qui entraîne la remontée du pH. Les pro-enzymes, précurseurs inactifs, se transforment en enzymes actives dans la lumière intestinale grâce à l'augmentation du pH. Il est supposé que le suc pancréatique possède un pouvoir hydrolytique sur les protides, les glucides et les lipides puisque l'ablation du pancréas réduit de 70 % l'efficacité de la digestion (Fèvre, 2000). Différentes études ont permis d'identifier plusieurs pro-protéases dont le trypsinogène et le chymotrypsinogène, une amylase, deux lipases et une colipase (Tricot, 1995 ; Fèvre, 2000). Le chymotrypsinogène possède la même activité que chez les autres espèces animales, à savoir : activation en chymotrypsine, coupure des chaînes peptidiques au niveau des acides aminés aromatiques (phénylalanine, tyrosine et tryptophane). La colipase semble essentielle à l'activité des lipases qui consiste à hydrolyser les triglycérides en monoglycérides, acides gras et glycérol.

2 / LA BILE

La bile est un liquide verdâtre, légèrement acide (pH : 6), contenant des sels biliaires et des lipides (cholestérol et phospholipides) et dont les rôles sont similaires à ceux connus chez les autres espèces animales (digestion et absorption des lipides et phospholipides, des vitamines

liposolubles A, D, E, K, ...).

3 / LES PEPTIDES REGULATEURS DE L'APPAREIL DIGESTIF

La vitesse du transit digestif est en partie régulée par des peptides. Bezuidenhout et al. (1990) ont utilisé une méthode de coloration des cellules endocrines immunoréactives par un antisérum pour identifier ces peptides et les sites de sécrétion. Les auteurs ont ainsi découvert que le glucagon n'est pas synthétisé dans le duodénum mais dans le proventricule et le pylore, que la structure moléculaire de la sécrétine est différente de celles des oiseaux ou des mammifères et qu'il ne semble pas exister de motiline. Par ailleurs, le processus de régulation est similaire à celui décrit dans d'autres espèces animales.

D / DIGESTION MICROBIENNE

La digestion issue d'une activité microbienne est une particularité essentielle pour comprendre la physiologie digestive de l'autruche. C'est pourquoi, nous détaillerons un peu plus ce chapitre. Nous allons tout d'abord envisager les différentes molécules qui laissent supposer la présence d'une flore microbienne, puis nous expliquerons où cette population se maintient et pourquoi, et enfin nous préciserons l'importance de cette digestion pour l'autruche.

1 / MISE EN EVIDENCE

La présence d'une flore microbienne, responsable de fermentations, a pu être mise en évidence grâce à différents marqueurs dont:

- la concentration en AGV et leurs proportions molaires,
- la concentration d'acide lactique et
- la concentration en ammoniacque.

Les AGV et l'acide lactique sont un index de la fermentation microbienne des hydrates de carbone. Concernant les **AGV**, l'acétate est quantitativement le plus important chez l'autruche. S'y ajoutent dans le gros intestin du propionate, du butyrate, plus quelques traces d'autres AGV. Au total, la concentration moyenne d'AGV varie de 171 mM/5 g MB dans le colon proximal à 195 mM/5 g MB dans le colon distal. Ces valeurs sont proches des concentrations mesurées chez les ruminants, comme par exemple 160 mM/5 g MB dans le rumen des moutons (Fèvre, 2000). Dans les caeca, la concentration moyenne est plus faible soit environ 140 mM/5 g MB avec en proportion molaire, 6,3 % de propionate et 2 % de butyrate. Dans le gros intestin, ces pourcentages diminuent. Or, un fort taux d'acétate combiné à une faible valeur en propionate est significatif de fermentations de fibres ou parois cellulaires végétales (Swart et al., 1993b).

L'**acide lactique** existe sous deux formes isomères : la forme lévogyre (L-isomère) et la forme dextrogyre (D-isomère). Si les organismes supérieurs ne synthétisent que la forme L-isomère, les bactéries, elles, produisent les deux formes. L'acide lactique présent dans le tractus digestif a donc deux origines : il peut soit provenir de la muqueuse gastrique, soit être issu des fermentations microbiennes d'hydrates de carbone. A pH bas, les bactéries produisant de l'acide lactique sont avantagées par rapport à celles produisant des AGV. Lorsqu'on mesure les

concentrations en acide lactique le long du tube digestif, on s'aperçoit que sa concentration s'élève rapidement dans l'intestin grêle (66 à 51 mM/5 g MB) dont 95 à 96 % de L-isomère, alors qu'elle reste faible dans les caeca (7 mM/5 g MB) mais contient jusqu'à 30 % de D-isomère. Dans le colon, elle est de 19 à 26 mM/5 g MB dont 35 à 40 % de D-isomère. Ainsi, si le L-isomère prédominant dans l'intestin grêle indique que la muqueuse gastrique est la principale source d'acidité, la forte production de D-isomère dans les caeca montre une origine surtout bactérienne. Considérant que les bactéries produisent autant de D-isomère que de L-isomère, la fermentation microbienne fournit ainsi 60 à 80 % de l'acide lactique du gros intestin (Swart et al., 1993b).

L'**ammoniaque** est un index de la fermentation microbienne des protéines et de l'urée. Sa concentration est élevée dans le gros intestin (52 à 71 mM/5 g MB) plus faible dans les caeca (19 mM/5 g MB). Ces valeurs proviennent d'une activité bactérienne protéolytique, d'une désamination d'acides aminés, d'uréase. Elles confortent ainsi l'idée d'une activité fermentaire élevée (Swart et al., 1993b).

2 / CONDITIONS

Les trois marqueurs ci-dessus indiquent la présence d'une flore microbienne dans le gros intestin (colon essentiellement) et les caeca. Le maintien de cette flore est permise grâce :

- à l'anatomie du gros intestin (caeca développés et sacculés, colon allongé dont la partie proximale est très large et forme de nombreux replis),
- au temps de rétention élevé des digestas dans le gros intestin,
- au pH proche de la neutralité dans cette partie du tube digestif.

Les **particularités anatomiques** décrites chez l'adulte précédemment, se mettent en place progressivement au cours de la croissance. Le tableau n° 1 nous montre l'évolution des capacités digestives des autruches en fonction de l'âge et du poids de l'animal. L'augmentation du volume des caeca et du colon (de 50 à 70 % du contenu digestif) en fonction de l'âge de l'autruche conforte l'idée que les fermentations microbiennes s'installent progressivement.

Tableau n° 1 : Evolution du contenu digestif en fonction du poids de l'autruchon, d'après ENVT (1995).

Poids de l'autruchon, en kg	5 – 10	15 –18	42 –50
Age, en mois	1 à 2	2,5 à 3	4,5 à 5,5
Durée du transit alimentaire, en heures	39	31,8	47,9
Contenu digestif, en g de MS :			
Proventricule et gésier	121	162	321
Intestin grêle	19	28	25
Caecum et colon	158	240	721

Le temps de **transit global moyen** est d'environ **40 heures**. Il est indépendant du poids de l'animal (Swart et al., 1993a). Cette valeur est proche de celles trouvées chez des espèces herbivores telles que les ruminants (chez qui des fermentations ont lieu dans les pré-estomacs) ou les équidés (fermentations dans l'intestin postérieur). Il est par contre très différent de celle de la poule (7 heures) ou de l'Emeu Australien (5,5 heures).

Les digestas restent ainsi toute la nuit retenus dans l'intestin postérieur. Les premiers fèces évacués au lever sont quantitativement les plus importants de la journée (Swart et al., 1993a).

Grâce à la présence des bicarbonates, le **pH** très acide dans le proventricule (1,6) et le ventricule (2,1), remonte très rapidement dans l'intestin grêle proximal (6,9) puis progressivement dans le colon distal (8,2). Les caeca sont en quelque sorte une « chambre à part » puisque leur pH reste tamponné à 6,9 (Swart et al., 1993a).

3 / EFFICACITE DE LA DIGESTION MICROBIENNE

La flore microbienne en place dans les caeca et le colon est capable d'utiliser une partie des fibres de la ration des autruches. Ces fibres regroupent, selon la classification alimentaire, des glucides pariétaux (substances pectiques, hémicellulose et cellulose) et des substances non glucidiques comme la lignine et les cires. Ces éléments inutilisables directement par les enzymes digestives des autruches devraient en principe être excrétés par voie fécale. Or, les microbes présents dans le gros intestin sont capables de les dégrader. Le métabolisme microbien permet de synthétiser de nouveaux éléments que les bactéries utilisent pour croître et se multiplier. Une partie des nouvelles molécules sont utilisés par l'autruche : c'est le cas par exemple des AGV, de l'acide lactique, de certains acides aminés ou de l'ammoniaque (Swart et al., 1993b).

Le métabolisme microbien est également à l'origine de la libération de molécules de gaz, de l'hydrogène. Mais, contrairement à ce qui se passe chez les ruminants, chez les autruches, l'hydrogène est essentiellement utilisé dans l'acétogenèse réductrice (réduction de deux molécules de CO₂ en une molécule d'acétate). Les molécules d'acétate résultantes (25 % de la totalité de l'acétate produit dans le tube digestif) sont utilisées par l'autruche pour couvrir une partie de ses besoins énergétiques (Fievez et al., 2001).

Plusieurs expériences ont permis de mesurer l'efficacité des fermentations microbiennes au sein du tube digestif des autruches. Ainsi Swart (1993a) a distribué à quinze **autruchons** pesant entre 5 et 50 kg (âgés de quarante deux à deux cent dix jours), une ration à base de maïs et de luzerne (66 %) apportant 2950 kcal d'EM/kg de MS. Il a obtenu comme valeurs moyennes de digestibilité pour l'ensemble du lot :

- CUD du **NDF** = **47 %**,
- CUD de l'**hémicellulose** = **66 %**,
- CUD de la **cellulose** = **38 %**.

Ces moyennes ne reflètent pas l'apparition progressive des fermentations microbiennes au cours de la croissance. Par contre, Angel (1993) a étudié la digestibilité du NDF chez des autruchons âgés de trois semaines à trente mois recevant une ration formulée à 1983 kcal EM/kg de MS. Il a trouvé que le CUD du NDF:

- chez un autruchon de trois semaines = 6,5 %,
- à dix semaines = 51 %,
- à trente mois = 61,6 %, ce qui est proche de la valeur **CUD du NDF = 63 % chez des autruches adultes** calculée par Swart (Angel, 1993).

L'importance pratique de ces fermentations a été mise en évidence par Swart (1993b). Il a étudié *in vitro* (méthode de Allo et al.) la production d'AGV pour évaluer la contribution possible de ces fermentations microbiennes à une économie d'énergie chez les autruchons en croissance. Les **acides gras issus de la fermentation des fibres végétales permettent de fournir de 52 %** (chez une autruche de 7 kg) **à 76 %** (chez une autruche de 46 kg) **de l'EM**. Parmi ces AGV, l'acétate contribue à lui seul pour 38 à 53 % de cette énergie. Des études ultérieures *in vitro*, ont démontré que chez l'autruche adulte, les AGV couvrent 56 à 66 % des besoins énergétiques d'entretien dont 7 % issu de l'acétogénèse réductrice (Fievez et al., 2001).

E / ABSORPTION

L'absorption assure le passage des nutriments et de l'eau à travers la paroi du tube digestif. Les sites d'absorption sont présents tout au long du tube digestif, principalement dans l'intestin grêle mais également dans le gros intestin. Ce phénomène est très proche de ce qui se passe chez les autres animaux avec deux voies de passage (paracellulaire ou transcellulaire), trois mécanismes de transport (diffusion passive, diffusion facilitée et transport actif) et différents facteurs influençant le taux d'absorption (concentration du nutriment, présence d'un système de transport pour ce nutriment et surface de l'aire d'absorption).

Vu l'importance des fermentations microbiennes dans le gros intestin, nous allons détailler un peu plus précisément ce qui se passe dans le gros intestin, d'un point de vue de l'absorption.

Comme pour les fermentations, l'absorption est favorisée à la fois par l'anatomie du gros intestin et des caeca, et par le passage ralenti des ingestas. Skadhauge et al. (1984) ont mesuré les concentrations en anions, cations, nutriments (AGV) et en eau, le long du colon sur quatre autruches sauvages afin de mesurer l'importance et de situer les différents sites d'absorption. Dans la partie antérieure, le sodium et les AGV sont largement absorbés alors que l'absorption du potassium est réduite. Dans la région moyenne, le chlore est absorbé en petite quantité, tandis que l'absorption du sodium et des AGV diminue. A l'extrémité postérieure du colon, une infime

partie du sodium est encore absorbée, alors que du potassium est excrété. L'eau suit le trajet du sodium. De ce fait, la teneur hydrique des digestas décroît de 92 à 67 % (soit de 11,5 à 2 ml d'eau/g de digesta). Le pH du colon augmente d'une unité le long du colon, conséquence de l'absorption progressive des ions H⁺. Au final, une majorité d'électrolytes monovalents, de nutriments et d'eau est récupérée, ce qui conduit à des pertes fécales réduites.

IV / COMPORTEMENT ALIMENTAIRE

A l'état sauvage, les autruches sont des oiseaux grégaires vivants en groupe de taille variable : de façon commune en paires et trios, de façon occasionnelle en petits groupes d'une dizaine d'individus et de façon exceptionnelle en grands groupes d'une vingtaine d'oiseaux ou plus (Mc Keegan et al., 1997).

A / PRISE ALIMENTAIRE

L'habitat naturel des autruches, savane sèche ou plaines semi-arides, offre comme nourriture des pâtures pauvres. Les autruches sauvages ne sont pas strictement herbivores, puisqu'elles avalent occasionnellement des insectes, des petits mammifères, des lézards voire quelquefois, des œufs d'autres oiseaux. Cependant, leur nourriture principale reste l'herbe avec une nette préférence pour les plantes grasses, les feuilles et les graines de dicotylédones ainsi que des baies et des jeunes pousses d'arbrisseaux (Degen et al., 1989). Les autruchons apprennent à se nourrir en imitant les adultes. Ils sont également coprophages, ce qui leur permettrait d'ensemencer leur tube digestif de la flore microbienne de leurs parents. Les coups de bec vers le sol permettent aussi aux animaux d'ingurgiter des cailloux. Ceux-ci gagnent rapidement le gésier où ils sont stockés. La constitution de cette réserve commence dès le plus jeune âge, car elle est indispensable au bon fonctionnement du tube digestif des autruches, puisque ces cailloux servent de meule pour écraser les aliments. Le broyage étant lui-même abrasif pour le grit, le stock de cailloux est renouvelé régulièrement.

La nourriture peu énergétique des autruches sauvages les oblige à parcourir de grands espaces. Degen et al. (1991) ont observé des autruches s'éloigner, au cours d'une journée, de 80 km de leur lieu d'abreuvement habituel. Cette quête de nourriture représente de 65 à 85 % des activités quotidiennes (Degen et al., 1989). Les autruches sont strictement diurnes. La nuit, elles restent groupées, généralement en position assise, les jambes repliées sous le corps, en tenant la tête et le cou dressés ou allongés sur le sol.

Le maintien en captivité influence nettement le comportement des autruches : l'espace de vie est limité, la nourriture est facilement accessible et de meilleure qualité, les prédateurs sont inexistantes. Ces changements génèrent parfois des troubles du comportement liés vraisemblablement à l'ennui et au stress (voir quatrième partie). D'autres caractéristiques, intrinsèques à l'aliment, peuvent influencer l'alimentation des autruches. Tout d'abord, l'aliment doit correspondre au goût des autruches. En effet, la cavité buccale des autruches renferme des papilles gustatives qui reconnaissent le sucré et l'amer (Muirhead, 1995). Certains fabricants ont ainsi, réussi à augmenter l'appétence de leurs aliments en leur ajoutant de arômes de pomme et des cas de refus alimentaires ont été décrits à la suite de la présence de produits amers comme l'oxyde de magnésium (Muirhead, 1995). Chez les autruchons, Bubier et al. (1996) ont mis en

évidence leur nette préférence pour les aliments de couleur verte (ce qui correspondrait à l'alimentation herbivore des autruches) et, dans une moindre mesure, pour ceux de couleur blanche (ce qui pourrait correspondre à la coprophagie des jeunes qui ingèrent des fientes d'adultes couramment recouvertes d'urates chez les autruches sauvages). Enfin, certaines présentations d'aliments favorisent des temps d'ingestion très courts, comme par exemple les aliments concentrés. Degen et al. (1984) rapportent que, pour des autruches nourries exclusivement à base de concentrés, distribués à l'âge deux fois par jour, le temps nécessaire à leur alimentation est réduit à 6,6 % des activités quotidiennes.

L'influence de la captivité sur le comportement des autruches, est variable en fonction de la taille du groupe, du sexe et de l'âge de l'individu (Mc Keegan, 1997). L'allotissement en grand troupeau serait responsable d'une diminution de la vigilance notamment des mâles qui à l'état sauvage sont voués à la protection du groupe et d'une augmentation de la fréquence des coups de bec portés vers le sol (Mc Keegan, 1997). En début de saison sexuelle, les mâles prennent sur le temps d'ingestion pour accomplir leur parade nuptiale, tandis que les femelles augmentent leur temps d'alimentation dès que la ponte commence (Mc Keegan, 1997).

B / ABREUVEMENT

A l'état sauvage, les autruches sont tributaires d'un environnement sec et chaud. L'évolution de ces oiseaux a permis une adaptation à l'économie hydrique ; en effet :

- ils sont capables d'excréter une urine très concentrée (osmolalité de l'urine pouvant atteindre **800 mOsm/L**) (Skadhauge et al., 1994),
- ils possèdent des glandes salines nasales fonctionnelles,
- ils peuvent expirer de l'air non saturé (pertes respiratoires minimum = 1,3 mg/ml d'O₂ consommé) (Withers, 1993),
- ils savent réduire l'évaporation cutanée en cas de déshydratation (évaporation cutanée = 40 % de l'évaporation totale) (Withers, 1993),
- leur colon développé est un site majeur d'absorption et de réabsorption ; les pertes fécales hydriques sont donc relativement faibles,
- ils sont capables de se réhydrater très rapidement (consommation de **12 à 14 L d'eau en trois heures**, soit 17 % de la masse corporelle) sans se mettre en danger (dilution modérée du plasma, insuffisante pour provoquer une hémolyse) (Withers, 1993).

Si ces particularités permettent aux autruches de survivre dans leur habitat naturel, il est cependant prudent en captivité de toujours veiller au bon approvisionnement en eau potable et fraîche. En effet, les performances supérieures espérées dans le cadre d'un élevage, ainsi que la distribution d'aliment sec (type fourrage ou granulés déshydratés) ne vont pas de pair avec une limitation de l'apport hydrique. Rappelons que l'eau représente 69,6 % du poids vif d'une autruche (Degen et al., 1989).

L'abreuvement se fait par l'intermédiaire du bec qui, à la manière d'une pelle grâce à la mobilité de la mâchoire inférieure, ramasse le liquide en plusieurs petites lapées. Celles-ci seront ensuite dégluties lorsque l'animal relève la tête.

Nous arrivons au terme de notre première partie concernant les bases de l'alimentation. Nous avons pu constater que l'autruche est un oiseau bien particulier. Son élevage requiert certaines compétences techniques (comme tout élevage moderne) que les éleveurs doivent maîtriser. Cet animal possède deux estomacs qui ont pour rôle de réduire les aliments en fines particules, un très long gros intestin accompagné de deux caeca bien développés qui sont le siège de fermentations microbiennes importantes, et son comportement alimentaire est adapté à un environnement pauvre et sec.

Ces considérations nous amène maintenant à quantifier et qualifier les besoins alimentaires des autruches et les recommandations qui en découlent.

Deuxième partie

BESOINS ET RECOMMANDATIONS

ALIMENTAIRES

Les performances d'un animal dépendent de sa valeur génétique et de son environnement dont le principal facteur est l'alimentation. Celle-ci est aussi le premier poste de dépenses d'un élevage. L'amélioration de la technicité des éleveurs et le rapprochement des niveaux de production des animaux des limites génétiques, entraînent une demande constante d'informations plus précises concernant l'alimentation.

Cette deuxième partie regroupe toutes les informations connues sur les besoins nutritionnels des autruches et les recommandations alimentaires. Ces informations sont à la fois issues de recherches expérimentales et de données empiriques qui n'ont pas encore de support scientifique mais dont l'utilisation à long terme laisse supposer la valeur fiable.

I / LES BASES DU BESOIN ALIMENTAIRE

Se nourrir est une nécessité vitale puisque l'alimentation permet l'entretien et le renouvellement de l'organisme, ainsi que les productions. L'alimentation doit apporter :

- de l'énergie, qui est fournie par l'ensemble de la matière organique lors de son oxydation (fourniture de molécules riches en énergie comme l'ATP). Cette énergie est indispensable pour maintenir une activité musculaire ou permettre la transformation des molécules de l'aliment en molécules de l'organisme.
- des éléments plastiques (constitutifs), qui permettent la construction et le renouvellement de l'organisme (eau, protéines et acides aminés, minéraux, électrolytes).
- des catalyseurs, qui assurent les transformations des molécules alimentaires en molécules énergétiques et plastiques (oligo-éléments, vitamines, protéines enzymatiques).

Ces besoins sont par habitude, classés en deux groupes :

- d'une part, les besoins d'entretien sont les dépenses minimales indispensables à la survie de l'organisme,
- d'autre part, les besoins de production englobent toutes les dépenses qui sont nécessaires à la genèse de produits. Ces dépenses peuvent être liées à la croissance de l'animal, à sa reproduction (ponaison, couvaion) ou à la production d'éléments constitutifs (viande, cuir, plumes).

A / BESOINS D'ENTRETIEN

Lorsque l'organisme est au repos, il doit tout de même maintenir l'activité de ses organes vitaux (cardio-respiratoires, excréteur, sécréteur), sa température interne (pour les animaux à sang chaud), ainsi qu'une activité musculaire optimale pour la station debout, l'alimentation (ingestion, mastication, digestion, déplacements pour la recherche de nourriture), mais aussi la pousse des phanères (plumes, ongles) et le renouvellement des tissus et organes. Ces dépenses constituent donc le besoin minimum vital : le besoin d'entretien.

B / BESOINS LIES A LA CROISSANCE

A l'éclosion, les poussins pèsent environ 1 kg dont 40 % constitue le sac vitellin (Guittin, 1983). La présence de ce sac rempli de réserves permet aux jeunes poussins venant d'éclore de ne pas se nourrir avant quelques jours. Aussi, une perte de poids est normale pendant cette

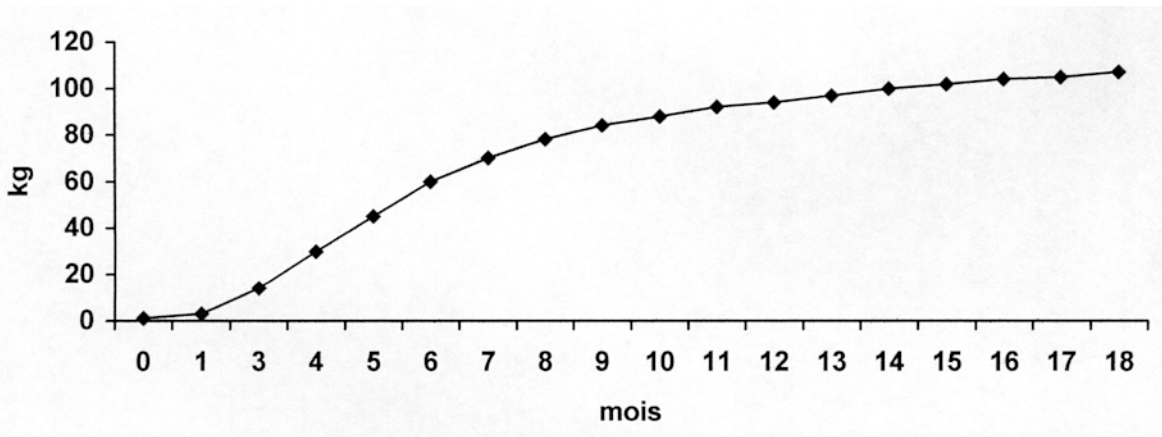
période-là. La chute de poids maximum se situe vers le cinquième jour, la perte totale représentant en moyenne 15 % du poids initial (Guittin, 1985). Deeming (1994) a montré que le poids à l'éclosion pouvait se prédire avec une fiabilité de 90 %, grâce au poids initial de l'œuf et sa perte d'eau à 40 jours d'incubation.

A cinq semaines, les poussins pèsent environ 4 kg (Deeming, 1993). Entre huit et dix semaines, ils atteignent 10 kg, et à trois mois mesurent un mètre pour 15 à 20 kg. Swart (1993d) s'est intéressé à la croissance d'autruchons entre 10 et 30 kg (soit environ entre deux et quatre mois). Leur courbe est similaire à celle des autres animaux d'élevage. Au départ, la croissance est essentiellement due à un dépôt de protéines (dépôt de protéines/dépôt de gras = 2,3/1 à 10 kg de PV) qui progressivement va s'égaliser avec le dépôt de gras (protéines/gras = 1/1 à 26 kg) puis être essentiellement du gras (protéines/gras = 1/2 à 30 kg). Proportionnellement au kg de croissance, la composition du croît reste assez constante en protéines alors qu'elle double en gras. De ce fait, le taux de conversion alimentaire est nettement réduit en deuxième phase de croissance (au-dessus de 30 à 40 kg). L'origine de la cassure nette entre ces deux phases n'a pas été élucidée par Swart, mais il suppose que cela correspond à un changement physiologique chez l'animal (aux environs de quatre mois). Selon les travaux de Degen (1991), ce changement est plus progressif, et se retrouve chez toutes les autres espèces animales. Il correspond à l'augmentation progressive de la part des besoins d'entretien par rapport aux besoins totaux, tandis que la part des besoins de croissance diminue. De plus, progressivement, une partie de l'eau corporelle est remplacée par du tissu adipeux, ce qui augmente le coût énergétique de chaque unité de croît.

A six mois, les jeunes autruches ont un poids d'environ 60 kg et mesurent 85 % de leur taille adulte (soit environ 1m 70). A partir de là, la croissance se ralentit nettement. Entre huit et dix mois, les autruches atteignent 80 kg, et entre douze et quatorze mois, elles franchissent les 100 kg. Leur poids correspondant au stade d'adulte, se stabilise entre un an et demi et deux ans et demi (100 à 110 kg pour les femelles, 120 à 130 kg pour les mâles).

L'évolution des données précédentes peut être reportée sur un graphique qui représente la courbe de croissance des autruchons. La figure n° 1 est une courbe théorique dont les éleveurs peuvent se servir pour comparer les performances de leurs animaux.

Figure n° 1 : courbe de croissance théorique des autruchons entre l'éclosion et dix huit mois.



Les résultats de croissance précédents permettent de décomposer cette période en trois phases pour lesquelles, les objectifs de croissance sont différents.

La période entre l'éclosion et quatre mois est appelée **démarrage**. C'est la période la plus délicate à réussir. Dans certains élevages en difficulté, il peut y avoir à ce moment-là une mortalité atteignant jusqu'à 60 % (Smith, 1993). Elle correspond à une phase de croissance très rapide. Après une courte période d'amaigrissement physiologique, le GMQ se situe aux environs de 200 g/j pour atteindre un maximum de 400 à 450 g/j vers l'âge de trois à quatre mois. L'IC moyen est d'environ 1,5 à 2,5 (Fèvre, 2000).

Entre quatre et onze mois, la croissance se régularise, c'est la phase de **croissance** proprement dite. Le GMQ diminue progressivement. La moyenne sur cette période est 280 g/j. De ce fait, l'IC se dégrade progressivement, passant de 4 à l'âge de quatre mois, à 10 à l'âge de dix mois (Gandini et al., 1986 ; Degen et al., 1991 ; Fèvre, 2000).

De onze à quatorze mois, la croissance s'achève. Cette période est ainsi appelée **finition**. Le GMQ est faible, aux environs de 120 g/j entraînant un IC élevé, compris entre 15 et 20 (Degen et al., 1991).

C / BESOINS LIES A LA REPRODUCTION

La maturité sexuelle arrive entre **deux et quatre ans** (Kimminau, 1993) suivant :

- le sexe (femelles : deux à trois ans, mâles : trois à quatre ans) (Champie, 1996),
- le poids (femelles : 100 à 110 kg, mâles : 120 à 130 kg),
- l'état général (l'obésité contrarie la reproduction, or 80 % des autruches adultes des élevages américains seraient obèses d'après une enquête rapportée par Smith, 1993),
- l'état sanitaire,
- la période de naissance (femelles nées au printemps : deux ans, femelles nées à l'automne : trois ans),
- le respect des normes d'élevages comme par exemple l'espace minimum à attribuer aux futurs reproducteurs (800 m² par couple) (Kreibich et al., 1995) ou la séparation des individus en fonction du sexe quelques semaines avant l'entrée en phase de reproduction (ENVV, 1995).

Les reproducteurs sont conservés pendant une vingtaine d'années à partir de leur maturité

sexuelle (Champie, 1996) mais les meilleurs peuvent être utilisés jusqu'à **quarante ans** (Kimminau, 1993).

La saison sexuelle correspond à la belle saison sous nos latitudes, car elle est dépendante de la photopériode (Champie, 1996). Elle démarre au **printemps**, en mars-avril et se termine en **automne**, en septembre-octobre (Campodonico et al., 1992). Une alimentation adaptée et une gestion correcte des œufs (retrait permanent des œufs du nid et utilisation d'incubateurs artificiels) permet de faire durer la période de ponte cinq à six mois.

Lors de leur première saison sexuelle, les femelles pondent **vingt cinq à trente œufs** (Campodonico et al., 1992). Au cours de leur **deuxième** saison de ponte, elles peuvent pondre jusqu'à **cinquante ou soixante œufs** (Campodonico et al., 1992). Ce chiffre peut croître à chaque saison jusqu'à un maximum de **quatre vingt dix œufs pour les meilleures reproductrices**.

Les œufs mesurent de **145 à 165 mm de long** et de **116 à 165 mm de large**. Ils pèsent entre **1,2 et 1,6 kg** (Campodonico et al., 1992). Ces œufs d'aspect poli et uni, sont de couleur blanc crème. La **coquille** de l'œuf mesure 2 à 3 mm d'épaisseur (Champie, 1996). Elle se présente comme une trame protéique en deux couches renfermant des cristaux de carbonate de calcium qui constituent 90 à 95 % de la coquille (Larrier et al., 1992). La coquille représente environ 20 % du poids de l'œuf (Champie, 1996). Le tableau n° 2 donne la composition du contenu d'un œuf d'autruche, sans la coquille.

Tableau n° 2 : Composition d'un œuf d'autruche sans la coquille, en % de MS sauf * en % de MB, d'après Angel (1993).

NUTRIMENTS	UNITES	COMPOSITION
Humidité*	% MB	75,1
Protéines	% MS	47,1
Graisses	% MS	43,7
Calcium	% MS	0,260
Phosphore	% MS	0,798
Vitamine A	UI/g	19,29
Vitamine E	UI/g	0,062
Acide folique	ppm	1,93
Acide pantothénique	ppm	30,1
Riboflavine	ppm	9,72
Thiamine	ppm	5,85
Magnésium	ppm	559,0
Manganèse	ppm	6,6
Sélénium	ppm	1,57
Zinc	ppm	53,7
Iode	ppm	3,2
Fer	ppm	101,3

La composition des œufs d'autruches est proche de celle des œufs de poules (Champie, 1996). Aussi, les besoins spécifiques des autruches femelles en période de ponte sont proches de ceux décrits chez les poules pondeuses. Il faut particulièrement veiller aux apports en calcium, en

acide linoléique, en vitamine E et en acide pantothénique (Muirhead, 1995).

II / APPORTS ALIMENTAIRES RECOMMANDÉS

L' **INRA** définit les **recommandations alimentaires** comme « *la quantité d'énergie ou d'éléments nutritifs que l'animal doit ingérer pour réaliser les performances souhaitées, dans la limite de ses capacités de production. Dans la plupart des cas, ces apports alimentaires couvrent les dépenses physiologiques, ou besoins nets, avec une certaine marge de sécurité ; on peut alors parler aussi de **besoins alimentaires**. Dans certains cas, cependant, ils ne couvrent pas la totalité des dépenses physiologiques et impliquent une mobilisation des réserves corporelles* ».

Nous allons détailler les apports recommandés en énergie, en fibres, en protéines, en matières grasses, en vitamines, en minéraux et en eau.

A / QUANTITE A DISTRIBUER ET CAPACITE D'INGESTION DES ANIMAUX

La quantité d'aliments ingérée dépend du type d'aliment utilisé, des modalités de distribution de celui-ci, ainsi que de la capacité d'ingestion des animaux (« *souvent appelé à tort **appétit**, elle désigne la quantité d'aliments que peut ingérer volontairement l'animal alimenté à volonté* », source **INRA**). L'apport de nourriture pose donc un problème : quelle quantité doit être distribuée ? La réponse à cette question est loin d'être simple. En effet, plusieurs paramètres interviennent pour calculer ces quantités, qu'ils soient directement liés à l'animal ou fonction de l'aliment lui-même.

Les critères relatifs à l'**animal** sont fonction du stade physiologique de l'autruche.

La distribution d'aliment ne commence qu'au troisième ou quatrième jour après l'éclosion, pour éviter les problèmes digestifs, notamment les diarrhées.

Pendant les périodes de démarrage et de croissance, il est nécessaire de rationner les autruchons. En effet, la prise de poids dépend à la fois de l'alimentation et de la conduite d'élevage. Lorsque les animaux sont nourris avec des rations concentrées, équilibrées et distribuées *ad libitum*, la prise de poids est rapide et maximale (Gandini et al., 1986). Cependant, ce type de croissance engendre une mortalité anormalement élevée et des déformations des membres, surtout aux articulations. En effet, une croissance trop rapide pendant les trois ou quatre premiers mois, ne permet pas un développement osseux adéquat. Il est donc nécessaire de surveiller attentivement les progressions pondérales des jeunes afin d'optimiser leur croissance.

Pendant la période de finition, l'alimentation des jeunes n'est plus rationnée, puisque la croissance peut se réaliser de façon harmonieuse (à condition de conserver des aliments équilibrés et adaptés). De même, chez les adultes, les aliments peuvent être distribués *ad libitum*.

La consommation d'un **aliment** dépend de son appétibilité. Celle-ci peut varier en fonction de l'âge par exemple. Chez les très jeunes autruchons, il a été observé que les farines sont préférées aux granulés et l'alimentation humide, aux aliments secs. Cependant d'autres paramètres doivent être pris en compte pour faire le choix d'un aliment comme son coût, sa disponibilité, sa composition.

L'ingéré volontaire a été estimé. Il commence à **3 - 4 % du PV**, en début de croissance et se

termine à **2 - 2,5 % du PV**, en fin de croissance et à l'âge adulte (Kreibich et al., 1995).

B / ENERGIE

1 / VALEUR ENERGETIQUE DES ALIMENTS

La teneur en énergie est un des paramètres les plus importants. Ce n'est cependant pas le plus simple à calculer. En effet, la totalité de l'énergie contenue dans l'aliment n'est pas disponible pour l'animal. L'énergie totale contenue dans l'aliment avant sa consommation représente l'énergie brute. Une partie de cette EB est évacuée dans les excréments, c'est la partie non digestible. Une partie de l'énergie digestible est éliminée dans l'urine et il reste alors comme énergie disponible pour l'animal, l'énergie métabolisable. Ensuite suivant si cette EM est utilisée pour l'entretien ou les productions, on définit une énergie nette d'entretien ou de production car toutes les voies métaboliques n'ont pas le même rendement énergétique. De plus, pour chaque animal le rendement des étapes ci-dessus est spécifique. Il faut donc pour chaque aliment et pour chaque animal qui le consomme, définir un niveau d'énergie disponible. Chez les oiseaux, il est habituel d'utiliser l'EM.

Pour les autruches, la valeur énergétique des aliments a longtemps été transposée à partir des tables aviaires, porcines voire celles des veaux. Pourtant, aujourd'hui, il est clair au vue de la physiologie des autruches, que la valeur EM d'un aliment peut être très différente de celle obtenue chez un poulet. C'est ce qu'ont démontré expérimentalement Cilliers et al. (1994a, 1997a, 1999). Leurs expériences ont permis d'établir la valeur EM d'une dizaine d'aliments largement utilisés chez l'autruche. Cilliers a travaillé sur des lots de quinze à trente six autruches, isolées en cage à métabolisme. Ces cages spécifiques permettent l'apport rationné d'eau et d'aliments. Le refus est recueilli grâce à un plateau sous la cage. Les excréments sont récupérés dans un sac en toile doublé de plastique, attaché sur la croupe de chaque individu. Les aliments testés, ont été donnés en ration complète ou mélangés à de la luzerne (cas pour le triticale, le maïs, le tourteau de soja ou la farine de poisson). La durée du transit, relativement longue chez l'autruche, a imposé de laisser aux animaux une période d'adaptation au régime alimentaire de sept jours avant de commencer les mesures. Ensuite, la pesée des rations, des refus et des excréments ont lieu pendant cinq jours. Tout d'abord, la valeur EB de l'aliment est mesurée à l'aide d'un calorimètre à bombe adiabatique. Ensuite la valeur énergétique des refus permet - par différence - de calculer l'énergie ingérée. Une équation de régression linéaire entre l'énergie ingérée et l'énergie excrétée (valeur énergétique des excréments) permet de tracer une droite. La pente de cette droite (notée « b ») permet d'obtenir la valeur EM de l'aliment testé :

$$EM = EB \times (1 - b)$$

Pour obtenir l'EM corrigé pour un bilan azoté nul, le protocole précédent est appliqué, après avoir mesuré la teneur en azote pour chaque élément (méthode Kjeldhal). Les valeurs EM obtenues au cours de différentes expériences pour l'autruche et pour le coq, sont regroupées dans le tableau n° 3.

Tableau n° 3 : Valeurs énergétiques de quelques aliments chez l'autruche et le coq.

ALIMENTS	VALEUR ENERGETIQUE CHEZ L'AUTRUCHE, en kcal d'EM/kg de MS	VALEUR ENERGETIQUE CHEZ LE COQ, en kcal d'EM/kg de MS
Foin de Luzerne	2055	-
Orge maltée	3330	2710
Avoine	2935	2543
Triticale	3160	2828
Maïs grain	3641	3366
Son de blé	2849	2045
Foin d'Atriplex (<i>Atriplex nummularia</i>)	1696	1077
Foin de Roseau (<i>Phragmites australis</i>)	2074	667
Lupin (<i>Lupinus albus</i>)	3495	2249
Tourteau de soja	3215	2162
Tourteau de tournesol	2581	2127
Farine de poisson	3620	3337

Ces résultats mettent en évidence le problème lié à l'utilisation des tables alimentaires aviaires pour formuler les rations des autruches. En règle générale, les autruches utilisent mieux les aliments que les volailles. La différence est d'autant plus marquée lorsque l'aliment contient des fibres. Ainsi la valeur EM de la luzerne chez l'autruche est augmentée de 53 % par rapport à celle du poulet. D'une manière plus générale, Angel (1993) a calculé que la valeur EM d'une ration contenant 16,6 % de fibres était sous-estimée de 30 %, lorsqu'on utilise les tables aviaires pour des autruches âgées d'au moins dix semaines. Il est important en effet de préciser l'âge des autruches qui consomment la ration, car les fermentations microbiennes ne se mettent en place que progressivement (voir première partie).

2 / BESOINS ENERGETIQUES

Comme pour les autres espèces d'élevage, plusieurs auteurs ont tentés de mettre en équation les besoins énergétiques des autruches. Ainsi, Swart (1993c) a montré que la part de l'entretien dans les besoins énergétiques d'un autruchon (BEE) correspond à l'équation suivante:

$$\text{BEE} = 105 \text{ kcal} / \text{kg}^{0,75} / \text{jour}$$

Degen (1991) lui, a pu calculé les besoins énergétiques liés à la croissance des autruchons (BEC) en se servant d'un modèle de régression non linéaire :

$$\text{BEC par kg de gain} = 62 \text{ kcal} / \text{kg}^{1,09}$$

Selon Swart (1993c), le ratio EN/EM = 0,32 pour la croissance (aucun résultat n'a été publié concernant le rendement pour l'entretien).

Les équations précédentes, ainsi que d'autres travaux, ont permis d'établir les recommandations énergétiques pour des rations complètes en fonction de l'âge des autruches et de leur stade physiologique. Ces résultats sont résumés dans le tableau n° 4.

Tableau n° 4 : Concentration énergétique recommandée pour les autruches en fonction du stade physiologique, en kcal d'EM autruche/kg de MS.

PERIODE	AGE	CONCENTRATION ENERGETIQUE, en kcal d'EM/kg de MS
Démarrage	0 à 4 mois	3 100 à 2 900
Croissance	4 à 11 mois	2 900 à 2 600
Finition	11 à 14 mois	2 600 à 2 000
Entretien	> 14 mois	1 500 à 2 000
Reproduction	Saison sexuelle	2 000 à 2 500

Pour la période de reproduction, Du Preez (1991) a estimé les besoins énergétiques en fonction du poids de la femelle et de poids des oeufs pondus (tableau n° 5).

Tableau n° 5 : Apports énergétiques recommandés chez les femelles en période de ponte, en kcal d'EM autruche/j, d'après Du Preez (1991).

	ENTRETIEN ET ACTIVITE, Poids corporel en kg			PRODUCTION D'ŒUFS, Poids de l'œuf en kg		
	100	105	110	1,2	1,4	1,6
ENTRETIEN	3259	3375	3490			
ACTIVITE	327	337	349			
LIPIDES DE L'OEUF				550	640	734
PROTEINES DE L'OEUF				855	999	1140
COQUILLE				62	72	84
TOTAL	3586	3712	3839	1467	1711	1958

C / FIBRES

La notion de fibres est difficile à appréhender. La cellule végétale présente la particularité d'être entourée d'une paroi cellulaire. Cette paroi comporte quatre groupes de constituants : la cellulose, les hémicelluloses, les substances pectiques et la lignine. La cellulose (composant principal), les hémicelluloses et les substances pectiques sont des chaînes, plus ou moins longues et complexes, d'hydrates de carbone. La lignine est un polymère très complexe qui incruste les parois épaisses des cellules végétales et empêche leur dégradation par les populations microbiennes. La définition de la notion de fibres, les méthodes d'analyses et leurs mesures sont sujets à controverse. Le système, le plus couramment utilisé, est basé sur la séparation des

composants végétaux en fonction de leur solubilité dans différents détergents. L'échantillon végétal à analyser est attaqué par un détergent en milieu neutre, ce qui permet d'obtenir un premier résidu appelé NDF. La partie solubilisée contient les constituants intra-cellulaires, tandis que le résidu regroupe la cellulose, les hémicelluloses et la lignine. Des expériences réalisées sur des lots d'autruches ont permis de calculer la digestibilité (ou CUD) du NDF et de ses différents constituants (voir p 29).

Nous avons vu dans notre première partie, que l'autruche est un oiseau adapté au régime essentiellement herbivore. Des facteurs d'ordre anatomiques (estomacs acides et broyeurs, gros intestin long et sacculé, caeca pairs et très développés), physiologiques (transit ralenti, digestion microbienne) et comportementaux (adaptation à une nourriture pauvre, essentiellement végétale) permettent aux autruches de tirer profit des végétaux qu'elles consomment. Expérimentalement, Swart (1993b) a montré *in vitro* que les produits issus de la fermentation d'hydrates de carbone peuvent représenter jusqu'à 76 % de l'EM chez un autruchon en croissance, mais les aliments riches en fibres sont peu énergétiques et leur introduction massive dans une ration a pour conséquence une dilution de la concentration énergétique de la ration. Or, Swart (1993c) a démontré qu'une diminution de 7,5 % de la concentration énergétique d'une ration, à la suite de l'augmentation des fibres, entraîne une baisse de 9 % du CUD du NDF et de 15 % du rendement EM/EB.

La teneur recommandée en cellulose brute des rations, en fonction de l'âge et du stade physiologique est présentée dans le tableau n° 6.

Tableau n° 6 : Apports recommandés en cellulose brute (CB).

PERIODE	AGE	CB, en %
Démarrage	0 à 4 mois	7 à 10
Croissance	4 à 11 mois	10 à 12
Finition	11 à 14 mois	12 à 14
Entretien	> 14 mois	14 à 16
Reproduction	> 2 ans	12 à 14

D / PROTEINES

Les protéines sont construites à partir d'un assemblage d'acides aminés. Ceux-ci sont les premiers constituants de n'importe quelle cellule et interviennent dans un grand nombre de processus métaboliques. Le taux de protéines représente donc un facteur essentiel pour la croissance et la reproduction. C'est pourquoi, pour chaque stade physiologique correspond un besoin spécifique en protéines. Celles-ci sont apportées par l'alimentation dont la teneur est exprimée en PB. Pourtant, la totalité des protéines présentes dans la ration n'est pas disponible pour l'animal. La proportion utilisable est fonction de sa digestibilité et de sa valeur biologique (elle-même fonction de sa composition en acides aminés). En effet, si certains acides aminés peuvent être synthétisés par l'animal lui-même, d'autres sont obligatoirement fournis par l'alimentation : ce sont les acides aminés essentiels (lysine, méthionine, tryptophane, thréonine,

histidine, phénylalanine, leucine, isoleucine, valine, arginine et glycine).

Nous avons signalé précédemment que les synthèses microbiennes peuvent fournir des acides aminés (voir p 28). Cependant, ceux-ci ne sont pratiquement pas absorbés chez l'autruche car leur synthèse en fin de tube digestif est postérieure aux sites d'absorption (contrairement à ce qui se passe chez les ruminants par exemple).

Des carcasses d'autruches ont été étudiées par Vohra (1992) et comparées avec celles d'autres oiseaux de basse-cour (poulet, canard, dinde, ...). Il ressort de cette étude que les protéines des carcasses d'autruches contiennent plus d'arginine, d'histidine, de leucine et de phénylalanine. Mais pour Vohra, ce n'est pas une raison suffisante pour conclure que les apports de ces quatre acides aminés doivent être supérieurs à ceux recommandés chez la poule. Pourtant, aucun travail n'a montré scientifiquement que les besoins en acides aminés soient les mêmes dans ces deux espèces, même si empiriquement les besoins des autruches ont été extrapolés à partir des besoins des poules. Par contre, Cilliers (1997b) a démontré que la digestibilité des acides aminés chez l'autruche est meilleure que chez le coq (dAA = 0,837 chez l'autruche contre dAA = 0,795 chez le coq). Dans son expérience, il obtient un taux de rétention des protéines alimentaires de 0,646 pour les autruches (contre 0,609 chez le coq). Ceci nous conduit à adopter la même prudence que pour les teneurs en énergie : il est aléatoire de prendre les tables aviaires pour formuler des rations destinées à des autruches, même si, faute de données nouvelles, c'est la solution la plus utilisée.

Quelques travaux sur les besoins en PB ont déjà été menés, notamment au cours de la période de croissance. Pendant les premiers mois de croissance, la ration doit contenir au moins 16 % de PB puisque des essais avec une ration à 14 % de PB montrent que les autruchons ont une courbe de croissance significativement inférieure (Stewart, 1994). La ration ne doit pas apporter plus de 22 % de protéines, car cela favorise les excès de poids qui augmentent l'apparition de troubles locomoteurs (Deeming et al., 1993). Entre 16 et 20 % de protéines, les courbes de croissance étant très proches, il est économiquement plus rentable de proposer des rations contenant 18 % dès le deuxième mois (Frazier et al., 1993).

Les différentes données concernant les recommandations en PB et en acides aminés chez l'autruche sont regroupées dans les tableaux n° 7 et n° 8. Le premier tableau permet de connaître les besoins en fonction de l'âge ou du stade physiologique de l'autruche. Les valeurs en PB sont issues des travaux scientifiques, alors que celles concernant les acides aminés sont, pour la plupart, des estimations ou des extrapolations à partir des besoins des poules.

Tableau n° 7 : Apports recommandés en protéines brutes et en acides aminés, en % minimum de MS, chez les autruches, en fonction du stade physiologique.

PERIODE	Démarrage	Croissance	Finition	Entretien	Reproduction
AGE, en mois	0 à 4	4 à 11	11 à 14	> 14	> 2 ans
PROTEINES BRUTES	20-22 à 18	16	14	12 à 15	14 à 17
ACIDES AMINES :					
Lysine	1,20 à 0,85	0,60	0,60	0,50	0,70
Méthionine	0,45 à 0,30	0,22	0,22	0,19	0,27
Cystine	0,33 à 0,25	0,17	0,17	0,11	0,15
Thréonine	0,92 à 0,65	0,46	0,46	0,38	0,54
Tryptophane	0,25 à 0,18	0,13	0,13	0,10	0,13
Isoleucine	1,00 à 0,73	0,52	0,52	0,48	0,67
Arginine	1,38 à 0,98	0,69	0,69	0,57	0,80

La période de ponte entraîne des besoins protéiques spécifiques que Du Preez (1991) a estimé en fonction du poids de la femelle et du poids des œufs pondus. Les résultats sont retranscrits dans le tableau n° 8. A partir de ce tableau, il est possible de déterminer des teneurs en acides aminés essentiels à respecter dans la ration. Par exemple, une femelle pesant **110 kg** et pondant des œufs pesant en moyenne **1,4 kg**. Ses besoins en arginine quotidiens sont de : **6,12 + 4,15 = 10,27 g** par jour. Si cette autruche consomme **2 kg** de MS par jour, la teneur en arginine de la ration doit être de : $10,27 \times 100 / 2\ 000 = 0,51 \%$. Ce tableau permet d'affiner les besoins en fonction de chaque individu. Cependant, il faut rappeler qu'en pratique les autruches ne sont jamais nourries individuellement. La ration distribuée est donc une valeur moyenne du lot qui peut contenir de trois à douze individus.

Tableau n° 8 : Besoins estimés en protéines brutes et en acides aminés, en g/j, pour des autruches femelles adultes, d'après Du Preez (1991).

	ENTRETIEN DE LA MASSE CORPORELLE, en kg			PRODUCTION D'ŒUF, COUILLE INCLUSE, en kg		
	100	105	110	1,2	1,4	1,6
PROTEINES BRUTES	67	69	72	119	138	158
ACIDES AMINES :						
Arginine	5,70	5,87	6,12	3,56	4,15	4,74
Lysine	5,78	5,95	6,21	6,41	7,48	8,55
Méthionine	1,86	1,90	2,00	2,67	3,10	3,56
Histidine	2,54	2,61	2,73	1,91	2,20	2,50
Thréonine	3,54	3,64	3,80	6,85	8,00	9,13
Valine	4,32	4,46	4,65	5,50	6,40	7,30
Isoleucine	3,50	3,60	3,76	4,55	5,30	6,10
Leucine	6,90	7,14	7,45	9,00	10,50	12,00
Tyrosine	2,33	2,40	2,50	3,70	4,30	4,90
Phénylalanine	3,82	3,90	4,10	4,06	4,67	5,30
Cystine	0,89	0,92	0,96			
Tryptophane	0,73	0,75	0,78			

E / GRAISSES

Les graisses sont chimiquement classées en lipides simples et acides gras estérifiés. Les graisses retrouvées dans les aliments pour animaux sont d'origine animale ou végétale. Leur principale différence vient de leur proportion relative en acides gras. Le rôle essentiel des graisses est de fournir de l'énergie puisqu'elles apportent 2,25 fois plus d'énergie pour le métabolisme par unité de poids que les hydrates de carbone ou les protéines (Tully et al., 1996a). De plus, elles permettent d'améliorer l'absorption des nutriments liposolubles comme les vitamines A, D, E et K par exemple. Pour les femelles en ponte, la composition en acides gras de l'aliment est importante puisqu'elle influence la composition du vitellus de l'œuf. Chez les poussins, l'acide linoléique est le seul acide gras essentiel pour lequel il a été démontré un besoin alimentaire spécifique.

Des recherches ont été menées pour connaître la digestibilité des graisses alimentaires chez les autruches. A partir d'une ration formulée à 7 % de MG, la digestibilité des graisses a été calculé pour des autruchons âgés de trois à cent vingt semaines. Les résultats sont fournis par le tableau n° 9.

Tableau n° 9 : Digestibilité de la graisse en fonction de l'âge des autruchons, d'après Angel (1993).

PERIODE	AGE, en semaines	DIGESTIBILITE, en %
Démarrage	3	44,1
	6	74,3
	10	85,7
Croissance	17	91,1
	Entretien	120

La digestibilité des graisses est très faible chez les très jeunes autruchons à cause de l'immaturation de l'appareil digestif. Ensuite, elle s'améliore progressivement au cours de la période de démarrage. L'excès de graisses est déconseillé pour plusieurs raisons. Chez l'autruchon en croissance, des recherches ont montré que la consommation d'une ration contenant 8 % de MG a pour conséquence des épisodes de diarrhée (Kreibich et al., 1995). Chez l'adulte, le surplus de graisse est stockée sous forme de tissu adipeux qui le rend obèse et diminue les performances reproductrices (Smith, 1993). Le tableau n° 10 présente les apports recommandés en MG en fonction de l'âge des autruches et de leur stade physiologique.

Tableau n° 10 : Apports recommandés en matières grasses, en % de MS de la ration.

PERIODE	AGE	MATIERES GRASSES, en % de MS
Démarrage	0 à 4 mois	2 à 3
Croissance	4 à 11 mois	3 à 6
Finition	11 à 14 mois	3 à 6
Entretien	> 14 mois	3 à 5
Reproduction	> 2 ans	3 à 8

F / MINERAUX ET VITAMINES

Les minéraux quantitativement les plus importants sont le calcium et le phosphore. N'oublions pas que l'autruche est une espèce à croissance rapide. Or, ces minéraux sont la base d'une ossification correcte du squelette. Pour des **autruchons** en croissance, la teneur recommandée en **Ca** se situe entre **1,4 et 2,5 %**. Le ratio Ca/P total se situe entre 1,7 et 2 ou **Ca/P disponible** environ égal à **3**.

Pour des **femelles en période de ponte**, les besoins en calcium sont également particulièrement importants, puisque les coquilles d'œufs sont formées de 90 à 95 % de carbonate de calcium. Le taux de **Ca** dans la ration doit être compris entre **2,5 et 3,5 %**. Le ratio **Ca/P disponible** se situe alors autour de **6**.

Concernant les oligo-éléments et vitamines, peu de choses précises sont connues. Les

recommandations publiées sont le plus souvent extrapolées à partir des recommandations chez la poule. Cilliers et al. (1994b) ont suggéré des quantités à ajouter aux rations en fonction du stade physiologique des autruches (tableau n° 11).

Tableau n° 11 : Supplémentation en minéraux et vitamines pour des rations destinées à des autruches à différents stades physiologiques, d'après Cilliers et al. (1994b).

ELEMENTS		UNITES OU QUANTITES PAR TONNE D'ALIMENT		
		DEMARRAGE	CROISSANCE ET FINITION	REPRODUCTEURS
Vitamine A	IU	12 000 000	9 000 000	15 000 000
Vitamine D ₃	IU	3 000 000	2 000 000	25 000 000
Vitamine E	IU	40 000	20 000	30 000
Vitamine K ₃	g	3	2	3
Vitamine B ₁	g	3	1	2
Vitamine B ₂	g	8	5	8
Niacine	g	60	50	45
Pantothénate de calcium	g	14	8	18
Vitamine B ₁₂	mg	100	10	100
Vitamine B ₆	g	4	3	4
Vitamine B ₆	g	500	150	500
Choline	g	2	1	1
Acide folique	mg	200	10	100
Biotine	g	50	-	40
Magnésium	g	120	80	120
Manganèse	g	80	50	90
Zinc	g	15	15	15
Cuivre	g	0,5	1	1
Iode	g	0,1	0,3	0,1
Cobalt	g	35	20	35
Fer	g	0,3	0,15	0,3
sélénium				

Lorsque les teneurs en vitamines et minéraux sont inconnues ou variables (pâtures), il est possible de préparer une solution à mélanger dans l'eau de boisson contenant les éléments en proportion convenable. Le tableau n° 12 donne les quantités de différents électrolytes et vitamines à mélanger pour obtenir 100 g de préparation à diluer dans 15 L d'eau de boisson. Il est à noter que cette solution est une méthode employée couramment, car elle est simple et efficace.

Tableau n° 12 : Supplémentation en vitamines et électrolytes à ajouter à l'eau de boisson (100 g/15 L d'eau), d'après Kreibich et al. (1995).

COMPOSITION	QUANTITE, en g
Vitamine A (5 millions d'UI/g)	0,3
Vitamine D3 (4 millions d'UI/g)	0,2
Vitamine E (272 000 UI/g)	0,2
Vitamine K1	0,5
Riboflavine (Vit. B2)	0,6
Pantothénate de calcium (Vit. B5)	1,7
Niacine (Vit. PP)	5,0
Cobalamine (Vit. B12)	0,002
Thiamine (Vit. B1)	0,3
Pyridoxine (Vit. B6)	0,3
Biotine (Vit. H)	0,02
Acide folique (Vit. B3)	0,1
Vitamine C	10,0
Chlorure de potassium	1,0
Sel	5,0
Sulfate de magnésium	0,6
Acide citrique	15,0
Dextrose (pour compléter à 100 g)	59,18

G / EAU DE BOISSON

L'eau est indispensable à la vie. Il est important qu'en élevage, les autruches aient en permanence à leur disposition une eau fraîche et propre. Expérimentalement, les conséquences d'une privation d'eau ont été mesurées sur des autruchons âgés de quatre à six mois. Après vingt quatre heures de privation, l'ingéré alimentaire diminuait de 45 %. Au bout de quarante huit heures, celui-ci diminuait encore de 67 % et les animaux avaient perdu 31 % de leur poids (Tully et al., 1996a). En pratique, les signes d'une privation hydrique sont à retenir, car ils sont faciles à observer. L'urine, habituellement abondante et incolore, devient épaisse et blanche (car elle contient des composés d'urates). Après trois jours de privation, il n'y a plus de miction (Shanawany, 1996).

Les quantités d'eau bue dépendent de plusieurs facteurs : la taille, l'âge, l'activité et l'état sanitaire de l'animal, la température et l'humidité ambiante, la composition et la texture de l'aliment. Par exemple, une expérience a été réalisée en Israël pendant huit semaines sur des autruchons de cinq à six mois d'âge, nourris avec des concentrés (Kreibich et al., 1995). Ils sont restés à l'intérieur d'un bâtiment où la température était maintenue à 20°C. Au total, la consommation quotidienne moyenne était de 9,1 L par animal. Une autre expérience, réalisée également en Israël, a mesuré la consommation d'eau chez des autruchons du même âge maintenus sur des enclos extérieurs et nourris avec un aliment concentré (Degen et al., 1989). Durant les trois mois d'hiver (fin décembre à fin février) la consommation moyenne quotidienne était de 10,1 L par animal. Cette expérience a aussi permis de mesurer la contenance moyenne

d'une gorgée (28,9 ml), le nombre de gorgées par autruchon et par jour (315 gorgées), et le temps consacré à l'abreuvement (8,2 minutes par jour, soit 1,1 % du temps journalier). L'expérience précédente, a permis de calculer les flux hydriques quotidiens. L'abreuvement représente 159 g d'eau /kg PV/jour, mais le flux hydrique est de 176 g /kg PV/j soit une différence de 17 g /kg PV/j qui provient de l'eau métabolique. **Adulte, on estime que l'autruche consomme en eau 2 à 3 fois la quantité de MS alimentaire** (Fèvre, 2000).

Nous retiendrons comme moyenne, une consommation de 8 litres d'eau par adulte par jour, tout en retenant que dans la pratique, de l'éclosion au stade adulte, l'eau est fournie *ad libitum*.

Cette deuxième partie de notre étude nous a permis de présenter les différents apports recommandés chez les autruches. Nous avons pu constater que les apports doivent toujours être adaptés à l'âge de l'animal et à son stade physiologique. Nous allons maintenant voir quels aliments peuvent être choisis pour mettre en pratique ces recommandations, notamment pendant les périodes délicates comme la croissance et la reproduction.

Troisième partie

PRATIQUE DE L'ALIMENTATION

Historiquement, l'introduction de l'élevage des autruches en Afrique du Sud au cours de la seconde moitié du XIX^{ème} siècle a été permise grâce à la culture de la luzerne (Kreibich et al., 1995). De nos jours, les différentes expérimentations en matière d'alimentation montrent que la luzerne reste l'un des aliments les plus adaptés aux besoins des autruches. Cependant, la recherche de performances extrêmes, nécessite de formuler des rations plus complexes comprenant de nombreux aliments. Pourtant, les essais scientifiques analysant méthodiquement les différents aliments consommés par les autruches sont rares. Il est plus fréquent de trouver des tableaux réalisés à partir de valeurs alimentaires appartenant à d'autres espèces animales domestiques comme le poulet, le porc voire le veau. Le problème majeur réside dans le fait que pendant longtemps les élevages d'autruches se sont développés selon des principes empiriques. Pourtant cette méthode d'extrapolation ne repose sur aucune justification scientifique. C'est pourquoi, au fur et à mesure de la publication de valeurs alimentaires de nouveaux aliments ou des besoins des autruches, il est important de vérifier les propositions de rations déjà publiées. D'une manière globale, nous pouvons considérer que le paragraphe suivant est une sorte de guide établi à partir des données les plus récentes mais que certaines propositions étant encore issues de données empiriques, elles pourront par la suite être controversées.

Les références bibliographiques sur la conduite de l'alimentation ne sont pas plus nombreuses que celles sur les aliments et, certaines d'entre elles, n'offrent pas de renseignements scientifiques utilisables. Par exemple, il a été proposé comme ration pour les reproducteurs : « 0,45 kg de maïs plus alternativement un *plein panier* de choux /colza/figues de Barbarie/betteraves » (Campodonico et al., 1992).

Dans ce chapitre, nous étudierons tout d'abord quelles sont les matières premières utilisables, puis nous développerons, pour chaque stade physiologique, des exemples de ration et leur mode de distribution.

I / MATIERES PREMIERES UTILISABLES

Le choix des ingrédients composant une ration pour autruches est basé sur le coût, la disponibilité, la convenance et la concentration en énergie, protéines et fibres. La composition en minéraux et vitamines est secondaire car ils peuvent être apportés par un aliment minéral ajouté à la ration de base (Tully et al., 1996a).

Comme dans les autres espèces domestiques, il est possible de nourrir un troupeau d'autruches soit avec les productions de la ferme, soit avec des aliments du commerce. Dans les deux cas, la ration est un mélange de fourrages, de céréales, d'aliments divers (racines et tubercules, graines et sous-produits) et de compléments minéraux et vitaminiques.

A / FOURRAGES

L'intérêt des fourrages réside dans leur teneur en fibres. Ils peuvent être utilisés soit en vert, au pâturage ou distribués à l'auge, soit séchés, sous forme de foin ou de granulés (fourrages déshydratés et agglomérés).

Les pâtures sont en général composées d'un mélange de graminées et de légumineuses, car elles sont complémentaires : les graminées sont riches en fibres et en phosphore alors que les

légumineuses sont riches en protéines et en calcium.

Les fourrages les plus fréquemment employés sont la luzerne, le trèfle violet, le pois des champs, l'orge, le colza, le lupin blanc. Le tableau n° 13 présente trois exemples de mélanges de graines à utiliser en fonction du type de sol et du climat pour semer des pâtures destinées aux autruches.

Tableau n° 13 : Quantités de graines à semer en kg/ha : A) pour sol humide ; B) pour sol sec ; C) pour sol sec ne convenant pas pour la luzerne, pour des pâtures destinées aux autruches (climat tempéré), d'après Kreibich et al. (1995).

PLANTES	A	B	C
Luzerne cultivée (<i>Medicago sativa</i>)	16	16	-
Fétuque des près (<i>Festuca pratensis</i>)	4	-	-
Fromental (<i>Arrhenaterum elatius</i>)	2	4	2
Ray grass anglais (<i>Lolium perenne</i>)	3	-	-
Pâturin (<i>Poa pratensis</i>)	1	1	-
Dactyle pelotonné (<i>Dactylis glomerata</i>)	-	3	5
Trèfle violet (<i>Trifolium pratense</i>)	3	2	-
Trèfle blanc (<i>Trifolium repens</i>)	2	2	-
Sainfoin (<i>Onobrychis viciifolia</i>)	-	-	75
Lotier corniculé (<i>Lotus corniculatus</i>)	-	1	12

La luzerne est l'aliment le plus étudié chez l'autruche. Cilliers et al. (1994a) ont mesuré la valeur énergétique du foin de luzerne. Elle est de **2 055 kcal d'EM autruche/kg de MS**. D'autres caractéristiques nutritives du foin de luzerne sont regroupées dans le tableau n° 14.

Tableau n° 14 : Caractéristiques nutritives du foin de luzerne, en % de MS sauf * en % de MB, d'après Carbajo Garcia et al. (1997).

COMPOSANTS	POURCENTAGE
Humidité*	10,00
Cellulose Brute	26,00
Protéines Brutes	15,00
Lysine	0,65
Méthionine	0,22
Cystine	0,20
Tryptophane	0,26
Thréonine	0,63
Arginine	0,66
Isoleucine	0,67
Matières Grasses	2,50
Cendres	11,00
Calcium	1,70
Phosphore total	0,30

B / RACINES ET TUBERCULES

Les racines et tubercules sont des aliments riches en énergie. Il est possible d'utiliser des betteraves, des carottes ou des navets. Les sous-produits, comme les feuilles de betteraves ensilées, sont à éviter chez les jeunes autruchons, car elles peuvent entraîner des constipations. Les carottes sont, au contraire, surtout distribuées aux poussins et aux jeunes. Leur couleur attrayante et leur appétence élevée font que celles-ci sont le plus souvent un ingrédient systématique des premiers repas. Les navets, donnés en vert, sont également utiles pour améliorer l'appétence d'une ration.

C / CEREALES ET SOUS PRODUITS

Les céréales sont riches en énergie. Par contre, la qualité de leurs protéines est souvent faible, à cause d'une pauvreté en lysine (Tully et al., 1996a). Ceci est particulièrement vrai pour le maïs (0,26 % de la MB). De plus, les céréales sont très pauvres en calcium (0,02 à 0,06 % de la MB) et assez pauvres en phosphore (0,27 à 0,38 % de la MB), mais ce dernier est faiblement disponible (20 à 40 %), à cause de sa chélation sous forme de phytates (Tully et al., 1996a). Les céréales le plus couramment employées sont : l'avoine, le blé, le maïs, l'orge, le triticale et leurs produits dérivés : le son de blé ou la repasse. Cilliers et al. (1997a) ont mesuré la valeur énergétique de quelques céréales chez l'autruche. Ces valeurs et les caractéristiques des aliments sont regroupées dans le tableau n° 15.

Tableau n° 15 : Composition de quelques céréales utilisées dans l'alimentation des autruches.

INGREDIENTS	CONCENTRATION ENERGETIQUE, en kcal d'EM autruche/kg de MS	PROTEINES BRUTES, en g/kg de MS	HUMIDITE, en g/kg de MB
Orge Maltée	3 330	93	102
Avoine	2 935	115	92
Maïs jaune en grain	3 641	91	54
Triticale	3 160	136	69
Son de blé	2 849	160	-

D / GRAINES OLEAGINEUSES ET SOUS PRODUITS

On utilise essentiellement les sous-produits des graines oléagineuses : les tourteaux de soja, de colza ou de tournesol. Leur intérêt est lié à leur richesse en protéines. Le tourteau de soja est particulièrement riche en lysine, tandis que le tourteau de colza est riche en méthionine. C'est pourquoi, ils sont parfois proposés en mélange. Cilliers et al. (1999) ont mesuré la valeur énergétique et la teneur en protéines du tourteau de soja et de tournesol chez l'autruche. Les résultats sont regroupés dans le tableau n° 16.

Tableau n° 16 : Valeur énergétique et teneur en protéines brutes des tourteaux de soja et de tournesol chez l'autruche.

INGREDIENTS	CONCENTRATION ENERGETIQUE, en kcal d'EM autruche/kg de MS	PROTEINES BRUTES, en g/kg de MS
Tourteau de soja	3 215	436
Tourteau de tournesol	2 581	366

E / MATIERES PREMIERES MINERALES

Les besoins en calcium et phosphore étant importants pendant les phases de croissance et de reproduction, il est souvent nécessaire de compléter la ration avec du carbonate de calcium, des calcaires naturels, des coquilles d'huîtres ou des phosphates tricalciques. Le problème majeur concernant le phosphore réside dans le fait qu'il peut être présent en quantité importante dans certaines plantes mais n'est pas disponible pour l'animal, car il est chélaté à de l'acide phytique (Tully et al., 1996a). C'est le cas pour certains fourrages et les céréales. La composition de quelques aliments minéraux est présentée dans le tableau n° 17.

Tableau n° 17 : Concentration en calcium et phosphore de quelques aliments minéraux utilisés dans l'alimentation des autruches.

INGREDIENTS	CALCIUM, en % de MB	PHOSPHORE TOTAL, en % de MB	DISPONIBILITE DU PHOSPHORE
Carbonate de calcium	38	0	-
Calcaires naturels	38	0,02	-
Coquilles d'huîtres	38	0,05	-
Phosphate tricalcique	37	19,5	80

II / CONDUITE DE L'ALIMENTATION

Ce chapitre est divisé en deux parties. La première partie est consacrée à l'étude de l'alimentation au cours de la croissance, c'est à dire de l'éclosion jusqu'à environ quatorze mois. Cette période est divisée, comme nous l'avons expliqué précédemment, en :

- démarrage (de quatre jours à quatre mois)
- croissance (de quatre à onze mois)
- finition (de onze à quatorze mois).

La deuxième partie étudie l'alimentation des adultes, en séparant :

- l'alimentation de l'adulte à l'entretien (à partir de quatorze mois, hors saison sexuelle) et
- l'alimentation de l'adulte en reproduction (pendant la saison sexuelle).

A / ALIMENTATION DES AUTRUCHONS EN CROISSANCE

1 / ALIMENTATION DES POUSSINS (DEMARRAGE)

Les apports alimentaires recommandés pour les autruchons au démarrage sont regroupés dans le tableau n° 18.

Tableau n° 18 : Apports alimentaires recommandés pour les autruchons au démarrage, en % de MS.

PERIODE	démarrage
AGE	4 jours à 4 mois
CONCENTRATION ENERGETIQUE (kcal d'EM autruche/kg de MS)	3 100 à 2 900
PROTEINES BRUTES	20 à 18
CELLULOSE BRUTE	4 à 10
MATIERES GRASSES	2 à 3 (max.)
ACIDE LINOLEIQUE	0,75 (min.)
CALCIUM	1,4 à 2,5
Ca/P	1,7 à 2

Pour des autruchons au démarrage, l'ingéré volontaire est estimé aux environs de 4 % du PV. Le tableau n° 19 présente les quantités moyennes quotidiennement ingérées pour des autruchons au démarrage, en fonction de l'âge et du poids.

Tableau n° 19 : Ingéré volontaire quotidiennement consommé, en g de MS, pour des autruchons au démarrage.

AGE, en mois	POIDS VIF MOYEN, en kg	INGERE QUOTIDIEN, en g de MS
1 semaine	0,75	10 à 15
1	3	120
2	10	400
3	20	800
4	30	1 000

Des apports supplémentaires en vitamines et minéraux, autres que le calcium et le phosphore, sont recommandés. La solution la plus courante consiste à mélanger des AMV avec la ration ou d'utiliser des solutions à diluer dans l'eau de boisson.

a / RATIONS

Parmi les rations réalisables sur l'exploitation, Campodonico et al. (1992) ont rapporté deux rations, habituellement proposées aux autruchons :

- une à base de fourrages verts avec : **89 % de luzerne verte broyée + 8 % de grains d'orge + 3 % de phosphate tricalcique,**
- une contenant des fourrages secs avec : **39 % de foin de pois des champs + 39 %**

de carottes + 18 % de grains d'avoine + 3 % de phosphate tricalcique.

Kreibich et al. (1995) ont proposé trois rations associant un fourrage sec, des céréales et un tourteau (tableau n° 20).

Tableau n° 20 : Exemples de rations pour des poussins âgés de quatre jours à quatre mois, d'après Kreibich et al. (1995).

ALIMENTS	RATIONS, en % de MS de la ration		
	A	B	C
Foin de luzerne	35	-	-
Foin de trèfle violet	-	22	-
Bon foin de prairie	-	-	24
Maïs	41	-	-
Orge	-	39	32
Avoine	-	22	29
Tourteau de soja	21	14	12
Phosphate tricalcique	3	3	3

L'éleveur peut utiliser des aliments du commerce spécifiques pour les **autruchons en croissance**. Il a aussi la possibilité de choisir des **aliments de démarrage pour poussins (gallinacés)**. Ces aliments ont une concentration énergétique de 2 900 à 3 300 kcal d'EM aviaire/kg de MS, 22 % de PB, 1 % de Ca et 0,7 % de P total (ou 0,4 % de P disponible). Il faut vérifier que ces aliments ne contiennent pas d'anti-coccidiens ionophores, comme par exemple le monensin, car ils sont toxiques chez les autruches (voir quatrième partie). Ces aliments doivent être mélangés avec du foin de luzerne ou de trèfle violet, afin d'augmenter l'apport de fibres. En fonction de l'âge, la proportion de foin représente de 5 à 20 % du mélange. De même, il est nécessaire d'équilibrer les apports de Ca et P en ajoutant 3 % (par rapport au poids total de la ration obtenue) de phosphate tricalcique.

b / DISTRIBUTION

Même si les poussins possèdent un sac vitellin leur permettant de ne pas se nourrir pendant plus d'une semaine, l'**apprentissage** de l'alimentation doit commencer assez vite après l'éclosion. En effet, si les autruchons se mettent à la recherche de nourriture instinctivement, ils sont cependant incapables de la reconnaître. En pratique, la distribution des aliments commence le **troisième ou quatrième jour**. L'observation de poussins commençant à se nourrir a été bien décrite par Paxton et al. (1997). Au début, les autruchons donnent des coups de bec au hasard aussi bien sur le sol que dans les auges. Il est cependant préférable de ne distribuer l'aliment que dans les auges pour habituer rapidement les autruchons au matériel d'élevage et ne pas les inciter à picorer ce qui jonche le sol. En effet, il existe des troubles du comportement alimentaire (voir quatrième partie) qui conduisent les animaux à consommer des matières indigestes, comme par exemple, des éléments du sol si celui-ci est composé de sable, de paille ou de sciure (Dinnes,

1972). Pour faciliter le repérage de la nourriture, il est conseillé de prévoir des auges peu profondes (4 cm) et de longueur suffisante pour que le fond de la mangeoire ne soit pas complètement recouvert quand l'aliment est distribué (2 m pour dix autruchons âgés de moins d'un mois). Ce contraste aide au repérage visuel, d'autant plus si l'aliment est de couleur attrayante pour l'autruchon. Bubier et al. (1996) ont montré que les autruchons sont principalement attirés par le vert et, dans une moindre mesure, par le blanc. C'est pourquoi, il est conseillé de distribuer un mélange finement haché de salade ou de luzerne verte, de carottes, de jaunes d'œufs cuits et de coquilles broyées. Cette préparation, proposée en petite quantité (de l'ordre de 10 à 15 g par animal et par jour), permet d'apprendre aux jeunes à consommer de la nourriture dans les auges, avant de distribuer la ration de démarrage. La durée de transition dépend aussi bien des autruchons que du type de ration choisie, les rations à base d'aliments frais étant souvent plus vite acceptées que les granulés ou les fourrages.

Les mesures précédentes pour aider les autruchons à reconnaître leur nourriture ne sont généralement pas suffisantes. En fait, dans la nature, les poussins se nourrissent en imitant leur parents. La présence d'un modèle semble indispensable. En captivité, la constitution de lot d'animaux d'âge ou de stade physiologique semblable ne permet pas de laisser un adulte avec des poussins. Aussi, on utilise le plus souvent, soit un autruchon un peu plus âgé qui sait déjà se nourrir, soit un poulet. Si la main d'œuvre est abondante sur l'élevage, il est également envisageable qu'un membre du personnel passe du temps avec les poussins et tapote l'auge avec son doigt en guise de modèle.

Contrairement à ce qui avait été proposé il y a quelques années, il est recommandé de **rationner les autruchons**. En fait, la première cause de mortalité dans les premiers jours est une inflammation du vitellus qui semble favorisé par une alimentation trop précoce. Une restriction alimentaire peut alors permettre au vitellus d'être mieux utilisé. Farzi (cité par Kreibich et al., 1995) a montré au cours d'une expérience que la mortalité dans un lot rationné était significativement moins importante que dans un lot nourri *ad libitum*. Il recommande ainsi de limiter les apports quotidiens en MS à **1,5 % du poids vif** (soit 10 à 15 g de nourriture par animal et par jour) pendant la première semaine, ces quantités étant ensuite réajustées en fonction du développement de l'animal (sa vitalité, sa santé, sa croissance ...). Arts (cité par Kreibich et al., 1995) a suggéré de présenter la ration en deux repas quotidiens diurnes, car les autruchons ont peu d'activité la nuit. Toutefois si la main d'œuvre est disponible, **présenter les repas en quatre, cinq voire six fois** permet une meilleure utilisation et un meilleur apprentissage (Guittin, 1985).

Il est également important de choisir une forme de présentation de l'aliment adaptée aux jeunes poussins. Si la ration contient des fourrages, ceux-ci doivent être broyés de façon à obtenir des éléments de **6 mm** au maximum. En règle générale, il faut toujours que la taille des aliments soit inférieure à la **longueur du petit orteil** de l'autruchon (Kreibich et al., 1995). En principe, la **farine grossière** est mieux acceptée que les granulés et **l'alimentation humide** préférée à l'alimentation déshydratée. L'inconvénient majeur d'une alimentation humide est la détérioration plus rapide de l'aliment et les problèmes digestifs qui en découlent. En effet, les aliments humides ont plus de risque d'être le siège de développement de bactéries pathogènes à l'origine d'entérites ou de diarrhée. C'est une raison supplémentaire pour diviser la ration en plusieurs repas au cours de la journée de manière à ce que la quantité proposée soit toujours consommée dans les deux heures qui suivent sa distribution. De plus, pour diminuer les risques d'infection, les mangeoires doivent être nettoyées quotidiennement et les refus enlevés (ils pourront être

proposés à leurs aînés).

Avant la fin de la première semaine, il est indispensable que les poussins ingurgitent un peu de sable grossier ou de gravier qui joue un rôle mécanique dans le ventricule (voir première partie). Il est conseillé de renouveler l'apport de **grit** assez régulièrement (une fois par semaine par exemple) car les autruches ont besoin en permanence de réajuster la quantité stockée dans leur gésier.

L'**eau de boisson** doit être présente dès la mise en couveuse. Pour faciliter son repérage, elle peut être artificiellement rendue plus attrayante en y ajoutant un colorant alimentaire ou en plaçant au fond de l'abreuvoir une image colorée. La curiosité des poussins mêlée à leur maladresse nécessite de fournir des abreuvoirs bien calés, ni trop hauts, ni trop profonds. En moyenne, il faut prévoir **un abreuvoir pour trois auges**. Il est important de bien surveiller les poussins. En effet, il arrive parfois, par ennui ou par jeu, que les poussins consomment des quantités d'eau trop importantes par rapport à leurs besoins, ce qui entraîne des diarrhées. Dans ces cas, il est judicieux de limiter l'apport d'eau à **deux ou trois fois par jour** pendant quelque temps (Kreibich et al., 1995).

Le travail de surveillance de l'éleveur doit lui permettre d'apprécier, tout d'abord, le **comportement** des autruchons. Il lui faut remarquer si les poussins se répartissent uniformément dans les couveuses ou si, au contraire, ils se tiennent serrés sous les lampes chauffantes ou dans un coin du bâtiment (problème de chauffage ou de ventilation), si les poussins apprennent à manger (fréquentation des auges régulière et croissante), s'il y a des poussins dominants qui donnent plus de coups de bec à leurs congénères qu'à la nourriture (ces poussins seront à changer de lot, voire à éliminer si le trouble du comportement est trop important). L'observation des **fèces** est également importante. En effet, en cas d'épisodes de diarrhée, les chances de survie sont d'autant meilleures que le diagnostic a été précoce. Enfin, le dernier paramètre à noter, concerne la **coprophagie**. Elle est physiologique à cet âge, mais elle doit être surveillée, car elle doit rester raisonnable. En excès, elle peut être le signe d'une ration insuffisante ou déséquilibrée (Guittin, 1985). La coprophagie semble permettre l'ensemencement du tube digestif par une flore bactérienne cellulolytique. En effet, ce phénomène se retrouve chez les autruches sauvages, chez lesquelles les poussins consomment régulièrement les excréta de leurs parents (Demoury, 1997). En complément des observations visuelles, l'idéal est de **peser** régulièrement les poussins et de noter les résultats sur des **courbes de croissance**. Non seulement cela permet d'être objectif, mais en plus cela établit entre les oiseaux et l'éleveur une certaine relation qui ne peut être que bénéfique, tant ces oiseaux sont stressés et stressables. Une perte de poids au delà des dix premiers jours (amaigrissement physiologique) est pathologique.

2 / ALIMENTATION DES JEUNES (CROISSANCE ET FINITION)

Les jeunes autruchons sont des animaux âgés de quatre à quatorze mois. Nous avons vu précédemment que cette phase de croissance est divisée en deux périodes : la croissance, de quatre à onze mois et la finition, entre onze et quatorze mois

Le point le plus important est la capacité des jeunes à utiliser les fibres, grâce à une flore intestinale et caecale. Il devient donc possible d'apporter en grande quantité des aliments moins

onéreux, contenant plus de fibres, comme par exemple, les fourrages.

Les apports alimentaires recommandés pour les autruchons en croissance ou en finition sont regroupés dans le tableau n° 21.

Tableau n° 21 : Apports alimentaires recommandés pour les autruchons en croissance ou en finition, en % de MS.

PERIODE	croissance	finition
AGE, en mois	4 à 11	11 à 14
CONCENTRATION ENERGETIQUE (kcal d'EM autruche/kg de MS)	2 900 à 2 600	2 600 à 2 000
PROTEINES BRUTES	16	14
CELLULOSE BRUTE	10 à 12	12 à 14
MATIERES GRASSES	6 (max.)	6 (max.)
ACIDE LINOLEIQUE	1 (min.)	1 (min.)
CALCIUM	1,4 à 2,5	1,4 à 2,5
Ca/P	1,7 à 2	1,7 à 2

Pour des autruchons en croissance, l'ingéré volontaire est estimé aux environs de 3 % du PV. Pour des autruchons en finition, il est d'environ 2,5 % du PV. Le tableau n° 22 présente les quantités moyennes quotidiennement ingérées pour des autruchons en croissance ou en finition, en fonction de l'âge et du poids.

Tableau n° 22 : Ingéré volontaire quotidiennement consommé, en kg de MS, pour des autruchons en croissance ou en finition.

AGE, en mois	POIDS VIF MOYEN, en kg	INGERE QUOTIDIEN, en kg de MS
4	30	1
6	60	1,5
11	80	2
14	100	2,5

Des apports supplémentaires en vitamines et minéraux, autres que le calcium et le phosphore, sont recommandés. La solution la plus courante consiste à mélanger des AMV avec la ration ou d'utiliser des solutions à diluer dans l'eau de boisson.

a / RATIONS

Parmi les rations à base de produits de la ferme, voici deux propositions recueillies par

Campononico et al. (1992) :

- **55 % de feuilles de betterave + 29 % d'épis de maïs + 14 % de foin de luzerne + 2 % de phosphate tricalcique,**
- **40 % de choux + 28 % de fourrage d'orge + 19 % de grains d'orge + 10 % de grains d'avoine + 3 % de phosphate tricalcique.**

Kreibich et al. (1995) présentent quelques rations associant un fourrage, une céréale et un tourteau (tableau n° 23 et n° 24).

Tableau n° 23 : Exemples de rations mixtes pour autruchons en croissance, d'après Kreibich et al. (1995).

ALIMENTS	RATIONS, en % de MS de la ration			
	A	B	C	D
Foin de luzerne	42	-	-	-
Foin de trèfle violet	-	44	-	-
Bon foin de prairie	-	-	44	36
Maïs	44	-	42	-
Orge	-	28	-	33
Avoine	-	26	-	22
Son de blé	3	-	1	-
Tourteau de soja	8	-	11	6
Levure de bière	1	-	-	-
Phosphate tricalcique	2	2	2	3

Tableau n° 24: Exemples de rations mixtes pour autruchons en finition, d'après Kreibich et al. (1995).

ALIMENTS	RATIONS, en % de MS de la ration		
	A	B	C
Foin de trèfle violet	46	-	-
Bon foin de prairie	-	44	54
Maïs	-	-	30
Orge	10	16	-
Avoine	31	26	-
Son de blé	10	8	11
Tourteau de soja	-	3	2
Phosphate tricalcique	3	3	3

L'éleveur peut trouver dans le commerce des **aliments complets destinés aux autruchons en croissance ou en finition**. Il a aussi la possibilité d'utiliser un **aliment de finition pour**

dindonneaux. Ces aliments ont une concentration énergétique de 3 100 kcal d'EM/kg de MS, 16,5 % de PB, 0,8 % de Ca et 0,39 % de P disponible. Avant de distribuer ce type d'aliment à des jeunes autruches, l'éleveur doit le mélanger à du foin de luzerne ou de trèfle violet pour augmenter l'apport de fibres et diminuer la concentration énergétique, puis il doit compléter cette ration avec un AMV pour équilibrer les besoins en calcium et phosphore. Pour des autruches en croissance, il faut mixer 50 % d'aliment et 50 % de foin, puis ajouter un AMV de type phosphate tricalcique, à raison de 2 % du mélange. Pour des autruches en finition, il faut prévoir 60 % de foin et 40 % d'aliment, puis compléter avec le même AMV, à hauteur de 2 % de la ration.

b / DISTRIBUTION

La transition entre la ration de démarrage et la ration de croissance doit être progressive et se dérouler sur une semaine au minimum, car d'une part, les autruchons se stressent très facilement et, d'autre part, la mise en place au sein du tube digestif des fermentations microbiennes se fait progressivement.

Comme précédemment, la ration est distribuée dans des auges dont la taille, la profondeur et la hauteur sont adaptées aux mensurations des jeunes autruchons. Cependant, dans certains élevages, les animaux sont sortis sur des pâtures. Nous avons expliqué dans notre première partie le déroulement des premières sorties. Nous détaillerons seulement ici, les conditions du pâturage proprement dit.

La mise à l'herbe peut commencer dès l'âge d'un mois. Mais, suivant les disponibilités de surface, certains autruchons ne pâturent qu'à partir de quatre mois. Par contre, cet âge semble être un âge limite pour habituer les autruchons au pâturage si l'éleveur prévoit de faire pâture les autruches adultes. Quelque soit l'âge des autruchons, les premières sorties ne doivent pas être trop longues (une demi-heure, deux fois par jour, puis une heure...). Il est très important que les jeunes sortent après avoir mangé leur ration. En effet, s'ils arrivaient affamés sur les pâtures, ils pourraient consommer trop d'aliments en vert avec comme conséquence, un risque accru de diarrhée. Habituellement, ces premières pâtures sont composées majoritairement de luzerne ou de trèfle violet. Il est impératif de veiller à ce que les plantes ne soient pas plus hautes que la croupe des autruchons, car, dans ce cas, ils se désintéressent rapidement de celles-ci et peuvent alors ingérer n'importe quoi. Enfin les premières sorties ne doivent pas se faire par temps de pluie, car le maintien d'une humidité permanente sur l'abdomen des autruchons a pu être mis en relation avec une hausse de la mortalité au sein du troupeau.

L'utilisation d'herbe dans l'alimentation des autruchons permet de réduire les coûts alimentaires. Pourtant, chez les autruchons en croissance, elle ne doit pas constituer la seule source d'apport alimentaire. En effet, les besoins des animaux au cours de la croissance sont très importants et il est nécessaire qu'une ration complémentaire soit distribuée quotidiennement. Par exemple il est possible de formuler une ration en s'appuyant sur les propositions de Kreibich et al. (1995) mais ne contenant pas de fourrages : la nouvelle ration est alors un mélange de 87 % de céréales, de 10 % de tourteau et de 3 % de phosphate tricalcique. Cette ration complémentaire doit alors couvrir 60 % de l'ingéré quotidien.

B / ALIMENTATION DES ANIMAUX EN REPRODUCTION

A partir de quatorze mois, les autruches qui sont élevées pour la viande sont abattues. Par contre, les animaux destinés à la reproduction n'ont pas encore atteint leur maturité sexuelle. Celle-ci, rappelons-le, débute entre deux et quatre ans, en fonction du poids de l'animal, de son état de santé, de son alimentation, du climat, de la localisation de l'élevage (longitude et latitude).

La reproduction entraîne des besoins spécifiques qui nécessitent de prévoir deux types de rations pour les animaux de plus de quatorze mois. Une première ration, appelée ration d'entretien, est distribuée aux animaux destinés à être abattus, aux animaux immatures et aux reproducteurs en période de repos sexuel. Une deuxième ration est réservée aux autruches (mâles et femelles) en période de reproduction.

Les apports recommandés pour les animaux en entretien ou en reproduction sont regroupés dans le tableau n° 25.

Tableau n° 25 : Apports alimentaires recommandés pour les autruches adultes, en % de MS.

PERIODE	entretien	reproduction
CONCENTRATION ENERGETIQUE (kcal d'EM autruche/kg de MS)	1 500 à 2 000	2 000 à 2 500
PROTEINES BRUTES	12 à 15	14 à 17
CELLULOSE BRUTE	14 à 16	12 à 14
MATIERES GRASSES	10 (max.)	10 (max.)
ACIDE LINOLEIQUE	1 (min.)	1 (min.)
CALCIUM	1	3 à 3,5
Ca/P	1,7 à 2	2,1 à 5

Pour des autruches adultes, l'ingéré volontaire est estimé aux environs de 2 à 2,5 % du PV. Le tableau n° 26 présente les quantités moyennes quotidiennement ingérées pour des autruches adultes en entretien ou en reproduction, en fonction du stade physiologique et du poids.

Tableau n° 26 : Ingéré volontaire quotidiennement consommé, en kg de MS, pour des autruches en entretien ou en reproduction.

PERIODE	POIDS VIF MOYEN, en kg	INGERE QUOTIDIEN, en kg de MS
entretien	100 à 120	2 à 2,5
reproduction	110 à 130	2,5 à 3

Des apports supplémentaires en vitamines et minéraux, autres que le calcium et le phosphore,

sont recommandés. La solution la plus courante consiste à mélanger des AMV avec la ration ou d'utiliser des solutions à diluer dans l'eau de boisson.

1 / RATIONS

La ration d'entretien peut être réalisée à partir des mêmes aliments que la **ration de finition**. Pour convenir aux besoins des autruches en entretien, la ration de finition doit contenir une part plus importante de foin, soit 80 % de la MS de la ration, 15 % de céréales, 4 % de tourteau et 1 % de phosphate tricalcique. Dans le commerce, il est également possible de choisir des **aliments spécifiques pour des autruches en entretien**. Enfin, si des prairies sont disponibles, les adultes à l'entretien peuvent se nourrir correctement sur une **pâturage**. Il faut prévoir un chargement de 8 à 12 autruches par hectare, en période de pousse de l'herbe (printemps et début de l'automne).

Les rations de reproduction peuvent être préparées à base de fourrage verts, comme le propose Campodonico et al. (1992) :

87 % de luzerne fraîche + 7 % de maïs + 3 % de grain d'avoine + 2 % de carbonate de calcium + 1 % de phosphate tricalcique.

Kreibich et al. (1995) ont formulé des rations complètes à base de fourrage, de céréales et de tourteaux (tableau n° 27).

Tableau n° 27 : Exemples de rations complètes destinées à des reproducteurs en période sexuelle, d'après Kreibich et al. (1995).

ALIMENTS	RATIONS, en % de MS de la ration		
	A	B	C
Foin de luzerne	58	-	-
Foin de trèfle violet	-	53	-
Bon foin de prairie	-	-	51
Maïs	-	23	-
Blé	23	-	-
Orge	12	-	35
Avoine	2	12	-
Repasse	2	4	4
Tourteau de soja	-	4	7
Carbonate de calcium	2	3	2
Phosphate tricalcique	1	1	1

Dans le commerce, l'éleveur peut choisir des aliments pour **autruches en reproduction**. Il peut également utiliser un aliment pour **poules pondeuses** à condition de le modifier. Ces aliments ont une concentration énergétique de 2 700 à 2 900 kcal d'EM aviaire/kg de MS, 15 % de PB, 3,5 % de Ca et 0,30 % de P. Pour être consommé par des autruches en reproduction, il faut mélanger

trois parts (66 %) de foin de luzerne pour deux parts (33 %) d'aliment et compléter la ration obtenue avec 2 % de carbonate de calcium et 1 % de phosphate tricalcique.

2 / DISTRIBUTION

A partir de quatorze mois, la ration d'entretien remplace progressivement la ration de finition. Lorsque la ration d'entretien utilise les mêmes ingrédients, il suffit de modifier petit à petit les proportions de chacun. La ration est distribuée jusqu'à trois ou quatre semaines avant le début de la saison sexuelle. Ces quatre semaines sont indispensables pour préparer la saison de reproduction. Cette préparation consiste à modifier la ration alimentaire. Il existe plusieurs solutions. Premièrement, l'éleveur peut faire évoluer la ration d'entretien vers une ration de reproduction quand il mélange lui-même les aliments des rations. Deuxièmement, il peut progressivement apporter une ration du commerce spécifique de la reproduction en remplacement de la ration d'entretien. Troisièmement, si l'éleveur ne faisait pas pâturer ses adultes, il peut les mettre à l'herbe, s'il dispose de parcelles. Cette mise à l'herbe est recommandée pour faciliter la mise à la reproduction. En effet, des études ont permis de mettre en évidence que certains aliments comme la luzerne, les feuilles et tiges d'orge, la moutarde avaient des effets positifs sur la mise à la reproduction (Campodonico et al., 1992). Par ailleurs, ces même études ont démontré que les aliments gras, la mélasse ou l'excès de sel ont des effets négatifs sur certains paramètres de reproduction comme par exemple la fertilité.

Le mode d'exploitation de l'herbe peut être libre (ou continu). Il consiste à laisser les animaux sur de grandes parcelles sans limiter l'accès au fourrage. Les avantages de ce système sont le faible coût en matériel et en main d'œuvre, et les manipulations des autruches limitées. En effet, ces oiseaux sont très peureux et il n'est guère envisageable de conduire un troupeau d'autruches d'une parcelle à une autre, comme un troupeau de vaches. L'inconvénient majeur reste les pertes importantes liées au sur-pâturage en été et au sous-pâturage au printemps (conséquence de la variation de la vitesse de pousse de l'herbe en fonction des saisons). C'est pourquoi, le système de l'affouragement en vert est le plus utilisé. Le principe est de couper l'herbe dans la prairie et de l'apporter aux animaux, restés dans les enclos. L'investissement en matériel est plus important puisqu'il faut ramasser et transporter l'herbe, mais les pertes sont minimales puisque le rythme de coupe est régulé par la pousse de l'herbe. Ces variations pouvant avoir de grandes amplitudes, il est conseillé de prévoir une alimentation complémentaire pour les périodes où la pousse est ralentie. D'ailleurs, même lorsque les animaux pâturent, il est nécessaire de prévoir des auges pour apporter un aliment complémentaire. En effet, l'adéquation des apports en énergie, protéines et calcium, aux recommandations est primordial en période de reproduction, car les performances des reproducteurs sont, en grande partie, tributaires de l'alimentation.

A la fin de la période de reproduction, l'éleveur, toujours en respectant une période de transition, doit rapidement revenir à la ration d'entretien. En effet, des enquêtes auprès d'élevages d'autruches américains ont montré que 80 % des adultes sont obèses (Smith, 1993). Or, l'obésité est reconnue comme un facteur pouvant diminuer les performances de reproduction. La période de repos est longue. Elle dure environ sept mois sous nos latitudes, ce qui est généralement suffisant pour les reproducteurs pour restaurer leurs réserves, s'ils se trouvaient en déficit alimentaire en fin de saison sexuelle. Par contre, si les autruches présentent de graves carences ou un état général affaibli, le début de la période de repos doit leur permettre de retrouver un état général correct après avoir diagnostiqué les carences et établi un traitement.

Dans cette troisième partie, nous avons pu mettre en évidence les facultés d'adaptation dont jouissent les autruches. Les aliments et les modes de distribution sont donc variés et permettent à l'éleveur d'avoir des choix aussi larges que pour d'autres types d'élevage. En effet, il est possible de préparer des rations sur place à base des cultures de l'exploitation, d'acheter des aliments du commerce complets ou d'équilibrer des aliments du commerce avec des produits de la ferme. Parmi les aliments du commerce proposés, certains ne sont pas spécifiques des autruches. Les résultats sur le terrain semblent justifier leur emploi. Il faut cependant prendre en compte le fait que les recherches sur l'alimentation des autruches n'en sont qu'à leur début. Au fur et à mesure de l'avancée des résultats scientifiques, il sera peut-être raisonnable de revoir les rations proposées. Ces incertitudes nous conduisent à notre dernière partie qui donne un aperçu des troubles alimentaires déjà documentés.

Quatrième partie

TROUBLES PATHOLOGIQUES LIES A L'ALIMENTATION

Bien que d'une nature assez robuste, les autruches peuvent parfois présenter des troubles pathologiques. Certaines de ces pathologies ont pour origine l'alimentation. Nous allons les aborder en quatre thèmes :

- les troubles du comportement alimentaire,
- les intoxications liées à l'utilisation de matières premières inadaptées ou avariées,
- les carences et les excès de certains nutriments et
- les problèmes alimentaires spécifiques à la période de croissance.

I / TROUBLES DU COMPORTEMENT ALIMENTAIRE

A / INGESTION DE CORPS ETRANGERS

L'ingestion de corps étrangers est un problème courant chez les autruches d'élevage. Ce phénomène semble se rencontrer également chez les autruches sauvages, puisqu'un fil de fer barbelé de 2,5 m de long a été retiré de l'estomac d'une autruche qui vivait dans une réserve naturelle (Huchzermeyer, 1994).

La nature des objets avalés est très variable : mouchoirs, gants, foulards, stylo, capsules de bouteille, aiguilles, seringues, lunettes, outils divers, morceaux de bois, épines, bâtons, sable, cailloux, clous, pièces de monnaie, fil de fer, clés, crochets, chaînes ou gourmettes, vis, écrous, boulons, cartouches et balles, valves de pneu, couteau de poche, cuillère, ouvre-boîte, parties de fer à cheval...(Blue Mc Lendon, 1993 ; Deeming et al., 1995 ; Huchzermeyer, 1994 ; Kreibich et al., 1995).

Chez les autruches en captivité, Kreibich et al. (1995) ont avancé que cette habitude est en rapport avec un **mauvais apprentissage de l'alimentation**. En effet, les poussins âgés de quelques jours ne savent pas reconnaître la nourriture instinctivement : ils apprennent par mimétisme. Si cette initiative est mal conduite, des poussins peuvent diriger leurs coups de bec, non pas vers les aliments mais plutôt vers des objets ou leurs congénères. Pour Lambert et al. (1995), les coups de bec donnés à l'encontre d'autres poussins (en particulier la tête et les pieds) sont souvent l'œuvre d'un seul poussin, plus agressif que les autres et qu'il faut éliminer. Cette observation est sujette à controverse (Paxton et al., 1997).

Le **stress** favorise l'ingestion d'objets. L'autruche est un animal particulièrement sensible au stress. L'anxiété peut être liée :

- à l'arrivée d'un nouvel individu ou le remaniement de lots d'animaux,
- au transport vers un autre enclos de l'exploitation ou dans une autre exploitation,
- au changement de nature du sol,
- à une aire d'exercice insuffisante,
- à des visiteurs occasionnels ou du personnel nouveau,
- à une transition alimentaire trop rapide,
- à une alimentation insuffisante (surpâturage, ration quantitativement insuffisante, erreur de formulation de la ration)

Enfin l'**ennui** est un facteur favorable à l'ingestion de corps étrangers. Dans la nature, la principale occupation quotidienne d'une autruche sauvage est la recherche de nourriture au cours

de longues heures de marche, à l'affût du moindre signe de la présence de prédateurs (voir première partie). En captivité, la quête de nourriture n'existe plus et les autruches parcourent longuement les enclos, particulièrement en longeant les clôtures (Degen et al., 1989). Au cours de cette marche, il est fréquent d'observer que les animaux donnent des coups de bec vers le sol. Lorsque les autruches sont à l'extérieur, ces coups de bec permettent de ramasser des petits cailloux indispensables pour la digestion (voir première partie), mais ils peuvent aussi être dirigés vers des objets brillants ou colorés qui provoquent la curiosité des autruches (Kreibich et al., 1995). La propreté des enclos est donc une condition indispensable pour limiter l'ingestion de corps étrangers.

L'issue d'un tel comportement est variable en fonction du volume de l'objet et de sa nature. Lorsque l'objet est pointu et résistant (comme par exemple un objet métallique), celui-ci peut, une fois arrivé dans le proventricule, se figer dans la paroi. Si l'objet reste fixé, il se forme une réaction inflammatoire autour qui l'isole, mais l'état général de l'animal est affecté et ses performances sont diminuées. Si par contre, le corps étranger traverse la paroi du proventricule et atteint le péritoine, il provoque une péritonite. Celle-ci est détectable par des signes physiques d'affaiblissement de l'animal et une augmentation des granulocytes dans le sang (valeur physiologique = 3 500 granulocytes/ μ l de sang, Kimminau, 1993) pouvant entraîner la mort de l'animal (Deeming et al., 1995). Enfin, quand les objets restent dans le proventricule ou le ventricule sans se fixer, leur accumulation peut conduire à un engouement de l'estomac.

B / ENGOUEMENT

L'engouement est un remplissage excessif de l'estomac qui empêche sa vidange complète. Elle concerne soit le proventricule, soit le ventricule. Très rarement, les caeca peuvent aussi être le siège d'un remplissage excessif, notamment de sable, ce qui provoque une diminution importante de leur fonction (Huchzermeyer, 1994). Les matériaux en cause sont ceux cités dans le paragraphe précédent. Cet état peut être aigu ou chronique, primaire ou secondaire à d'autres problèmes digestifs comme une entérite, un problème de motricité intestinale, par exemple une anomalie de la vidange gastrique (Blue Mc Lendon, 1993). Elle touche en particulier les jeunes oiseaux :

- 85% des impactions apparaissent sur des autruchons de moins de six mois,
- 10 à 12 % sur des animaux de six à douze mois et
- 3 à 5 % concernent des adultes (Wade, 1992).

Les symptômes de l'engouement sont assez caractéristiques: on observe une anorexie, une léthargie, un amaigrissement, des boiteries et une démarche douloureuse, des fèces sous forme de petites balles dures, une déshydratation, un prolapsus du cloaque, une croissance ralentie voire stoppée et enfin parfois, la mort.

En présence d'un animal présentant les symptômes ci-dessus, le protocole suivant doit être respecté. Il faut :

- isoler et observer l'autruche, en particulier mesurer l'eau et la nourriture ingérée, ainsi que les fèces émises sur vingt quatre heures.
- pratiquer un examen clinique complet, notamment réaliser la palpation externe de la partie ventrale gauche de l'abdomen. Les viscères palpables dans cette zone, essentiellement le proventricule, sont alors dilatés et fermes. Il est souhaitable également d'ausculter le

gésier et de mettre en route les analyses biochimiques et hématologiques habituelles, ainsi qu'une coprologie.

- poursuivre par des examens complémentaires, en commençant par le détecteur de métaux ou l'examen radiologique de l'animal. En cas de matériel radiodense (sable, caillou ou métaux) des clichés dorsoventral et latéral permettent d'identifier le problème. Lorsque la suspicion n'est pas confirmée, il est possible d'envisager un examen endoscopique. Ce dernier peut d'ailleurs, en cas d'objets de petite taille, être également un moyen de traitement : sous anesthésie générale, on peut essayer de retirer l'objet en question à l'aide de pinces endoscopiques. Si, malgré tous ces examens ou en l'absence de leur disponibilité, le diagnostic n'est pas posé, il est encore possible d'envisager, si l'état de l'animal le permet, une chirurgie exploratrice qui se transformera en chirurgie correctrice en cas de confirmation de la présence d'un corps étranger (Deeming et al., 1995 ; Honnas et al., 1993).

Il existe deux types de traitement, qui d'ailleurs peuvent parfois être combinés. Dans tous les cas, la rapidité de leur mise en place est une condition *sine qua non* à leur réussite.

Le premier est un traitement dit conservateur. Il ne s'applique seul que dans les cas d'engouement peu important. Il consiste à mettre en place une alimentation forcée par sonde après oesophagotomie, des laxatifs et des soins de maternage. L'alimentation doit permettre de fournir à l'animal les métabolites nécessaires au métabolisme de base. Elle est fournie sous forme liquide, et souvent mélangée à des médicaments. Les antibiotiques, les gastrocinétiques, les huiles minérales permettent à la fois d'enduire l'objet fautif et de lubrifier le tube digestif (Gilsleider, 1993). Cette alimentation entérale peut être remplacée par la mise en place d'un fluidothérapie intraveineuse si l'animal, trop débilité, ne peut pas supporter une anesthésie ou pour permettre à l'animal d'atteindre une condition suffisante pour supporter une anesthésie en vue d'un traitement chirurgical. Cependant, il a été décrit dans la littérature un cas où l'alimentation parentérale, poursuivie à long terme (trois mois), a permis à une autruche de se débarrasser de clous métalliques qu'il avait avalé. Il a été supposé que l'acidité des estomacs avait fini par corroder ces clous (Deeming et al., 1995).

La plupart du temps, il est nécessaire d'envisager une chirurgie. Il est possible de réaliser soit une oesophagotomie (accès par l'extrémité crâniale du proventricule en pénétrant par l'entrée crâniale du thorax), soit une proventriculotomie (accès à travers l'abdomen) que nous détaillerons ici (voie d'accès la plus couramment utilisée).

Dans le cas où l'animal est assez difficile à contenir, une tranquillisation préalable est conseillée. Il est préférable de ne pas utiliser la voie SC, car elle ne donne pas de bons résultats dans cette espèce (vascularisation cutanée peu développée). La voie IM est plus sûre. Elle se fait le plus souvent dans les muscles crânial et caudal en zone lombo-sacrée, ou parfois dans les muscles pectoraux. On peut utiliser :

- du **Diazépam** à **0,5 à 1 mg/kg** (Tully et al., 1996a),
- de la **Xylazine** (RompunND) à **0,5 mg/kg** (Gilsleider, 1993).

Si l'autruche n'était pas encore sous perfusion, celle-ci est mise en place avant le début de l'intervention. Les veines brachiale et jugulaire droite sont les plus utilisées, mais on peut aussi prendre la veine métatarsienne médiale. On perfuse une solution de Ringer lactateND (300 ml/h) seule (Kimminau, 1993) ou mélangée à 5 % de dextrose (Gilsleider, 1993).

L'induction de l'anesthésie peut se faire à l'aide de préparations injectables ou gazeuses :

- **Kétamine** (ImalgèneND) : **10 à 15 mg/kg** en IM (Tully et al., 1996a)
- **Tilétamine et Zolazépam** (ZolétilND) : **2 à 5 mg/kg** en IM (Campodonico et al., 1992).
- **Isoflurane (4 à 5 %)** mélangé à de l'**oxygène (20 ml/kg/min** en circuit fermé **ou 200 ml/kg/min** en circuit ouvert) administré au **masque** (Jacobson et al., 1986 ; Tully et al., 1996a).

Une sonde endotrachéale est mise en place pour le maintien de l'anesthésie. Son diamètre est fonction du poids de l'animal (Tully et al., 1996a):

- Jusqu'à 5 kg : 4 à 6 mm de diamètre,
- De 5 à 20 kg : 7 à 11 mm de diamètre,
- De 20 à 50 kg : 11 à 14 mm de diamètre,
- Au-delà de 50 kg : 14 à 18 mm de diamètre.

L'animal est maintenu sous isoflurane (entre 2 et 3 % selon la réaction de l'animal) (Jacobson et al., 1986) ou sous halothane (2 à 3 %) (Kimminau, 1993), mélangé à de l'oxygène (Gilsleider, 1993).

L'animal est alors étendu sur son côté droit, sa jambe gauche tirée caudolatralement et maintenue en abduction (Gilsleider, 1993). La zone d'intervention se situe à gauche de la ligne médiale ventrale, de l'appendice xiphoïde jusqu'à la limite distale du proventricule (repéré par palpation transabdominale) (Gilsleider, 1993). Elle est plumée, nettoyée et désinfectée selon les méthodes habituelles. La première incision comprend la peau et le muscle droit abdominal (Huchzermeyer, 1994). Elle démarre à environ 15 cm en arrière du sternum et se termine après le proventricule (parallèlement à la ligne médiale) (Huchzermeyer, 1994). Cette ouverture expose le sac aérien abdominal, qu'il convient alors de disséquer délicatement de son attache globale avec la séreuse du proventricule (Gilsleider, 1993). Des points de soutien permettent d'amener le proventricule à la surface de l'ouverture cutanée (Huchzermeyer, 1994). Par une petite incision nette de celui-ci, un tube d'aspirateur chirurgical est introduit. Après évacuation de tous les liquides, l'ouverture est agrandie de 8 à 10 cm (Huchzermeyer, 1994). Sa taille doit permettre le passage des instruments servant à retirer le matériel incriminé. Cela peut être une grosse cuillère s'il s'agit de sable ou de gravier, des pinces forceps dans le cas de matières végétales, voire les mains du chirurgien (Gilsleider, 1993). D'ailleurs, celui-ci ne doit pas oublier d'explorer manuellement la totalité du proventricule, puis d'aller crânialement suivre, sur toute sa longueur, la surface ventrolatérale de ce dernier (Honnas et al., 1993). A cet endroit, il peut palper l'ouverture entre le proventricule et le ventricule, car c'est le seul accès pour aller explorer le gésier (Honnas et al., 1993). Un lavage abondant par une solution saline stérile tiédie précède la fermeture du proventricule par deux surjets simples (Huchzermeyer, 1994). Après lavage et aspiration de la cavité abdominale, l'ouverture cutanée est à son tour refermée en deux plans par un surjet simple du muscle droit abdominal puis un surjet simple de la peau (Huchzermeyer, 1994).

Le réveil de l'anesthésie se déroule dans une salle capitonnée appropriée (Honnas et al., 1993). L'eau et la nourriture (à la sonde gastrique) sont proposées dans les huit heures qui suivent le réveil (Huchzermeyer, 1994). L'alimentation artificielle est maintenue jusqu'à ce que l'oiseau soit capable de se nourrir seul (Honnas et al., 1993). Une antibiothérapie est mise en place au

minimum pendant sept jours (Gilsleider, 1993). On peut utiliser :

- une association de **triméthoprime/sulfadiazine (15 à 30 mg/kg**, en IM, deux fois par jour) (Honnas et al., 1993 ; Kimminau, 1993),
- ou de l'**amoxicilline (7 à 20 mg/kg**, en IM, quatre fois par jour) (Honnas et al., 1993 ; Kimminau, 1993),
- ou de l'**enrofloxacin (2 à 4 mg/kg**, en IM ou PO, deux à trois fois par jour) (Honnas et al., 1993 ; Kimminau, 1993).

La fluidothérapie est maintenue jusqu'à ce que l'animal retrouve un meilleur état général (Gilsleider, 1993).

Les trente premiers jours qui suivent la chirurgie sont les plus critiques (Honnas et al., 1993). Passé ce délai, les chances de survie sont très bonnes. Par contre, l'animal peut rechuter à la suite, par exemple, d'un nouveau stress. Il convient donc pour l'éleveur d'essayer de comprendre les raisons de ce comportement afin d'y remédier.

II / INTOXICATIONS

Les cas d'intoxications ne sont pas rares dans la littérature. Nous nous arrêterons sur ceux étant le plus susceptibles d'affecter un élevage et sur ceux présentant un intérêt dans la gestion de l'alimentation d'un troupeau d'espèces exotiques ou peu connues. En effet, certaines intoxications alimentaires ont parfois pour origine des erreurs d'un éleveur pensant bien faire. Ainsi, nous étudierons :

- les intoxications par des métaux,
- par des plantes,
- par des matières premières utilisées chez d'autres espèces,
- par des aliments avariés.

A / PAR LES METAUX

Nous avons pu constater précédemment que les autruches sont attirées par les objets brillants ou colorés (Kreibich et al., 1995) et parfois les avalent. Ainsi, il n'est pas rare de trouver quantité d'objets métalliques parmi ceux coincés dans le proventricule. Il a pu être pesé dans le proventricule jusqu'à 1 kg de métal sous forme par exemple de vis, de clous, d'écrous, de boulons, de fils de fer, d'agrafes, de monnaie, de fils de plomb de canne à pêche, de morceaux de batterie, de pièces d'arc à souder... Ces corps étrangers sont, une fois ancrés dans l'organisme, des sources potentielles d'empoisonnement par les métaux, à savoir le plus couramment: le fer, le zinc, le plomb et le cuivre.

Edwards (1992) a répertorié plusieurs cas d'empoisonnement par les métaux.

Un mâle de trois ans est mort après une période d'anorexie. L'autopsie a révélé la présence de quelques objets métalliques dans le proventricule. L'analyse histologique du foie a mis en évidence la présence d'hépatocytes à cytoplasme granulaire abondant, des nécroses d'hépatocytes isolés et des cellules de Kupffer hypertrophiées. Ces cellules contenaient des agrégats de pigment homogène brun doré qui réagissaient au bleu de Prusse. L'analyse du **foie** et des **reins** a montré des teneurs en **fer** (6120,0 µg/g de foie et 346,0 µg/g de rein) et en **zinc** (181,0 µg/g de foie et 58,0 µg/g de rein) significativement supérieure aux valeurs physiologiques qui sont de:

- **50 à 300 µg/g de foie et 14 à 87 µg/g de rein** pour le **fer** (Edwards, 1992),
- **23 à 86 µg/g de foie et 17 à 30 µg/g de rein** pour le **zinc** (Edwards, 1992).

Dans un autre cas, un mâle d'un an est mort après avoir présenté des signes de dépression, d'incoordination motrice et d'anorexie. Quand un deuxième mâle de l'élevage a développé les mêmes signes, une prise de sang a été réalisée. Elle a révélé un taux de **plomb** de 0,43 µg/ml de sang, ce qui signe un cas de saturnisme (valeurs physiologiques : **0,0039 à 0,081 µg/ml de sang**, Edwards, 1992).

Enfin dans un dernier cas, une femelle présentant un engouement du proventricule par des pierres et des objets métalliques (vus en radiographie) a été amenée dans un état grabataire. Son propriétaire ayant refusé une intervention chirurgicale, une prise de sang a été réalisée. Une teneur anormalement élevée de **cuivre** sérique a été découverte (2,3 µg/ml de sérum). Physiologiquement, les valeurs de cuivre sont comprises entre **0,20 et 0,40 µg/ml de sérum** (Edwards, 1992).

En conclusion, en cas de mortalité suspecte, il est toujours intéressant de pratiquer une autopsie et de faire des prélèvements d'organes et de sang.

Ce risque de syndrome toxicologique renforce la nécessité de faire très attention à l'entretien des parcelles où évoluent les autruches, comme il a déjà été précisé plus haut concernant les risques d'engouement du proventricule et du ventricule.

B / PLANTES TOXIQUES

1 / AVOCAT (*Persea americana var. guatemalensis*)

En janvier 1992, en Afrique du Sud, un lot de cent vingt autruches âgées d'environ treize mois, a été placé dans un verger d'avocats afin de pâturer la luzerne et les mauvaises herbes présentes autour des arbres (Burger et al., 1994). Dans les quatre vingt seize heures qui ont suivi l'introduction du troupeau, neuf autruches sont mortes. L'autopsie a révélé que la mort était due à une syncope congestive et que les autruches avaient consommé des feuilles et des fruits immatures de deux cultivars d'avocats (*Hass* et *Fuerte*). Des expériences ont alors été menées sur quatre autruches pour lesquelles des feuilles et des fruits immatures issus des deux cultivars ont été mélangés à leur ration. Macroscopiquement, l'intoxication s'est traduite par d'importantes lésions d'anasarque sur le cou et sur l'abdomen ventral. Microscopiquement, l'autopsie a révélé de sévères lésions de cardiomyopathie qui se traduisent par des myocytes dégénérés et nécrosés, une infiltration marquée de granulocytes et une fibroplasie débutante (Burger et al., 1994). La toxicité des deux cultivars a été comparée : les feuilles du cultivar *Hass* sont plus toxiques que les fruits, eux-même de toxicité équivalente aux feuilles et fruits du cultivar *Fuerte* (Burger et al., 1994). L'expérience n'a pas pu mettre en évidence s'il s'agissait d'une toxicité à effet cumulé ou à dose élevée.

2 / PERSIL (*Petroselinum sativum*)

En 1986, dans un élevage d'autruches en Israël, des poussins de trois à quatre mois d'âge ont présenté des signes cliniques de conjonctivite et de larmoiement, qui ont évolué en quelques jours en une sévère blépharo-conjonctivite purulente, accompagnée de l'apparition de petites vésicules sur les paupières et d'un érythème sur la face et les oreilles (Perelman et al., 1998).

Après une semaine, de grandes croûtes noires recouvraient les paupières, la peau autour du bec et des oreilles et un exsudat purulent s'écoulait du conduit auditif. Une desquamation majeure de la peau du tarse était observée après manipulation des animaux. En deux semaines, 10 % des autruches étaient touchées à des degrés variés.

Chez les autruches ayant terminé leur croissance, un simple larmoiement clair était observé, alors que de sévères craquelures et des vésicules se formaient sur la peau des jambes, principalement à l'articulation tibia-tarse. Sur la peau du tarse et des zones glabres, un exsudat important était suivi de sévères desquamations. Chez les animaux les plus touchés, ces lésions entraînaient des difficultés à se déplacer (Perelman et al., 1998).

Une enquête a permis de révéler que du persil séché était ajouté à la ration depuis deux mois avant le début des signes cliniques. Ce persil était issu d'une usine voisine de production de végétaux pour la consommation humaine. Il était mélangé avec du foin de luzerne (20 à 30 % du volume total). Seuls les autruchons de plus de trois mois avaient reçu cet aliment (Perelman et al., 1998).

La distribution d'une nouvelle ration sans persil a conduit à une amélioration rapide des signes cliniques. Après trois jours, les rougeurs cutanées se sont estompées presque entièrement, et après deux semaines, les croûtes ont disparu. Cependant, les cicatrices laissées sur la peau étaient pour la plupart définitives et restaient de couleur différente (du gris presque physiologique au rose sur les zones nues) (Perelman et al., 1998).

Des expériences ont été alors menées sur des canards afin de confirmer l'hypothèse selon laquelle les lésions précédentes étaient dues à une photosensibilisation induite par la consommation de persil. Il en ressort qu'un composé propre au persil, la furanocoumarine, est responsable de cette toxicité. Ce composé a besoin de la lumière solaire pour être activé. Il s'agit donc d'une intoxication par **photosensibilisation**. Les symptômes cutanés précédemment observés sont des brûlures du deuxième et troisième degré, qui peuvent s'infecter secondairement (Perelman et al., 1998).

Il est donc déconseiller d'utiliser du persil ou d'autres ombellifères pour nourrir les autruches même si celles-ci sont gardées à l'intérieur des bâtiments.

3 / DIVERS

Dans la littérature, il a été décrit des cas d'empoisonnement par **des glands**, qui à la suite d'une consommation importante (les oiseaux ayant eu libre accès à de grandes quantités), ont provoqué des entérites sévères, des titubations, une coloration vert fade de l'urine et une incapacité au relever malgré de violents efforts, sans entraîner de mortalité (Huchzermeyer, 1994).

C / UTILISATION DE MATIERES PREMIERES DESTINEES A D'AUTRES ESPECES

1 / ADDITIFS ALIMENTAIRES

Deux cas d'empoisonnement par du **monensin** ont été décrits. Ce composé est couramment utilisé comme anticoccidien chez les poulets de chair et comme facteur de croissance chez les ruminants.

Dans un cas apparu aux Etats-Unis en 1992 (Gregory et al., 1992), quatre autruches sont tombées sur le sol et ont été incapables de se relever après la consommation d'un nouveau sac d'aliment destiné à des poulets. Après quarante huit heures, deux oiseaux sont morts et ont été autopsiés. L'estomac contenait 51 et 170 mg de monensin/kg de contenu stomacal. Des lésions microscopiques ont été mises en évidence sur le foie (tuméfaction aiguë des hépatocytes, modification diffuse du tissu adipeux hépatocellulaire) et les muscles (dégénérescence des myofibrilles, nécrose des muscles squelettiques avec perte des striations croisées, granulations dans le sarcoplasme et fragmentation des myofibrilles). Le sac d'aliment suspect a été contrôlé. Il contenait deux types de granulés : certains verts pâles et d'autres, de taille similaire, mais marron clair. L'analyse de ces derniers a montré une teneur en monensin anormalement élevée, jusqu'à 509 mg de monensin/kg d'aliment. Habituellement, les aliments pour volailles contiennent 90 à 110 mg de monensin/kg d'aliment (Gregory et al., 1992). Avec l'aliment incriminé, les autruches ont consommé de 27 à 333 ppm de monensin.

Un autre cas a été décrit en Afrique du Sud en 1999 (Morlay, 1999) à la suite d'une erreur de l'éleveur. Celui-ci a confondu de la tylosine (prescrite par le vétérinaire pour des problèmes respiratoires dans son troupeau) avec le monensin. Les conséquences sur le troupeau ont été identiques au cas précédent à savoir : station assise des animaux puis mort d'un grand nombre. Des autopsies ont également confirmé les lésions précédentes.

Aucune donnée n'ayant été publiée sur la toxicité du monensin chez l'autruche, il est déconseillé d'utiliser des aliments pour volailles contenant ce type d'additifs alimentaires.

2 / UREE

Ingrédient habituel dans les aliments et concentrés des ruminants, l'urée est hautement toxique chez l'autruche (Huchzermeyer, 1994).

D / ALIMENTS AVARIES

1 / MYCOTOXINES

L'éleveur d'autruches doit éviter d'utiliser les **aliments** qui ont **mois**. La contamination par des toxines fongiques (type *Aspergillus* ou *Fusarium*) a lieu peu avant mais surtout après la récolte des aliments. Ces champignons se développent, car ils trouvent des substances nutritives et des conditions adéquates d'humidité et de température. C'est notamment le cas lorsque la nourriture est mélangée ou stockée en silo. Certains champignons produisent des molécules qui peuvent entraîner une toxicité plus ou moins grave chez les animaux et éventuellement, chez l'homme qui consomme les produits animaux (Larbier et al., 1992).

Chez l'autruche, il a été décrit des cas de photosensibilisation et de faiblesse du système immunitaire, corrélés à la consommation d'aliments mois (Huchzermeyer, 1994). En effet, ces toxines, arrivant par voie orale, sont absorbées par l'estomac et les intestins et bloquent les enzymes du système immunitaire. La déficience du système immunitaire est à l'origine d'infections secondaires. Si certaines toxines se répartissent grâce à cette voie de pénétration dans

tout l'organisme, d'autres se concentrent dans des organes spécifiques comme le cœur, les reins ou le foie. Par exemple, la **zéaralénone** (*Fusarium roseum* contaminant le maïs humide en Europe) mais également l'aflatoxine et l'**ochratoxine** (*Aspergillus* ou *Penicilium* contaminant des céréales humides comme l'orge, le blé ou le maïs) ont provoqué chez des autruches, des nécroses hépatiques aiguës (Kreibich et al., 1995).

La lutte contre ces contaminations nécessite un stockage des denrées dans de bonnes conditions.

2 / BOTULISME

Parmi les bactéries qui peuvent déposer des substances toxiques dans les aliments, *Clostridium botulinum* produit une toxine à tropisme nerveux, la toxine botulinique qui compte parmi les toxines les plus toxiques. Cette toxine peut se trouver dans les **aliments pourris**, les carcasses, la litière, les étangs pollués (Kreibich et al., 1995) ou les eaux stagnantes eutrophiques (Huchzermeyer, 1994).

Chez l'autruche, il a été décrit des cas de paralysie totale entraînant rapidement la mort de l'animal après ingestion de petites quantités d'aliments pourris. Il existe aussi des cas d'intoxication subaiguë avec un affaissement de la membrane nictitante, de la diarrhée, une perte des plumes (Kreibich et al., 1995), ainsi qu'une incapacité à se lever, voire de simplement lever la tête (Huchzermeyer, 1994). Il est important de faire rapidement un diagnostic différentiel avec une faiblesse causée par une stase gastrique ou une myopathie de capture. En fait, si le diagnostic est suffisamment précoce, il est possible d'administrer un antisérum *Clostridium botulinum* (type C) (Kreibich et al., 1995) et de neutraliser la toxine par l'apport de guanidine (30 mg/kg de PV) (Huchzermeyer, 1994). Il est recommandé de forcer l'animal à s'alimenter et à s'abreuver pour éviter un affaiblissement général.

En prévention, il est conseillé de remplacer fréquemment la litière, d'enlever rapidement les cadavres, d'assainir les cours d'eau présents sur les parcelles, de lutter contre les insectes sous les abris, et surtout, de stocker les denrées dans de bonnes conditions. De plus, si les animaux sont destinés à rester souvent dehors, et si l'élevage se situe dans une zone endémique, il est possible de les faire régulièrement vacciner (Huchzermeyer, 1994).

III / CARENCES ET EXCES

Lorsque l'éleveur formule une ration, il doit veiller à ce que tous les nutriments soient présents en proportion équilibrée. Il doit notamment veiller à ce que les oligo-éléments soient présents en quantité suffisante. Ceci est particulièrement vrai pour les vitamines et les minéraux. Les tableaux n° 28 et n° 29 suivants présentent un récapitulatif des rôles joués par ces différents éléments ainsi qu'un rapide aperçu des signes caractéristiques de leur carence. Ce sont surtout des observations chez le poulet qui ont permis d'établir ces tableaux. Cependant comme nous allons le détailler juste après, des cas de carence en certains oligo-éléments ont été décrits chez l'autruche, et il semble fondé que l'ensemble des signes décrits chez les volailles soient vrais dans cette espèce.

Tableau n° 28 : Rôles et symptômes de carence des vitamines, d'après Kreibich et al. (1995) sauf *d'après Angel (1993).

VITAMINES	ROLES	SYMPTOMES DE CARENCE
Vitamine A	Composante du pigment rétinien Fonctionnement de l'appareil génital et fertilité Développement et réparation des structures épithéliales Développement osseux Fonctionnement du système immunitaire	Infertilité Taux de croissance réduit Kératinisation de cellules épithéliales Malformations embryonnaires Mortalité embryonnaire précoce Mauvaise qualité de sperme Comportement oestral réduit ou absent Ovulation retardée
Vitamine D	Régulation du métabolisme Ca-P Absorption du Ca et du P Calcification des os	Rachitisme, Ostéoporose Coquille de mauvaise qualité Croissance retardée Susceptibilité aux maladies accrue Éclosabilité réduite Déformations du bec des poussins
Vitamine E	Métabolisme musculaire Anti-oxydant	Dystrophie musculaire Faible éclosabilité Mortalité néonatale élevée Mort subite Stérilité chez le mâle*
Vitamine K	Coagulation sanguine	Hémorragies, hématomes Mortalité embryonnaire
Vitamine B2 Riboflavine	Composante d'enzyme	Doigts déviés Éclosabilité réduite Mortalité embryonnaire (3 ^{ème} et 4 ^{ème} sem.) Croissance retardée Taux de conversion alimentaire faible
Acide pantothénique	Qualité du plumage Composant du métabolisme	Plumes de mauvaise qualité Croissance retardée Mortalité embryonnaire en fin d'incubation Anasarque
Biotine	Synthèse d'acides gras Synthèse de protéines (albumen) Coenzyme des CO ₂ transférases	Perosis Malformations du crâne et du squelette Faible éclosabilité Dermatose
Acide folique	Composant du métabolisme des acides aminés et acides nucléaires Formations des érythrocytes et des leucocytes	Retard de croissance Mortalité embryonnaire en fin d'incubation Déformations du bec Courbure du tibiotarse, jarret tordu* Plumes de mauvaise qualité

Tableau n° 29 : Rôles et symptômes de carence des minéraux, d'après Kreibich et al. (1995) sauf * d'après Angel (1993).

MINERAUX	ROLES	SYMPTOMES DE CARENCE
Manganèse	Activateur d'enzymes Métabolisme du squelette, du foie, du pancréas et des reins	Croissance retardée Anomalies du squelette Chondrodystrophies Éclosabilité réduite Pérosis Raccourcissement et épaissement des os des jambes
Zinc	Métabolisme des yeux, du pancréas, du foie, des testicules, des spermatozoïdes, des os, de la peau et des plumes Composant d'enzymes et d'hormones Activateur d'enzymes	Retard de croissance Faible développement des plumes Os des jambes raccourcis et épaissis Faible éclosabilité Épaississement de la peau des jambes et des pieds
Fer	Métabolisme de la moelle osseuse, de la rate, du foie Composant de l'hémoglobine (érythrocytes)	Croissance ralentie Anémie hypochrome Susceptibilité aux maladies augmentée Perte d'appétit
Cuivre	Métabolisme du foie, des os, des muscles et de la peau Nécessaire à la synthèse de l'hémoglobine	Déformations du squelette Fréquence des fractures élevée Aberrations du système nerveux central Fragilité des vaisseaux sanguins (rupture aortique)
Iode	Métabolisme de la glande thyroïde Composant des hormones thyroïdiennes Régulation du métabolisme basal Anabolisme	Performances décroissantes Éclosion retardée Mortalité dans la coquille à l'éclosion Cloisons nasales incomplètes* Temps d'incubation élevé*
Molybdène	Métabolisme (foie, rate, reins et os) Composant de différentes enzymes Anabolisme	Retard de croissance
Sélénium	Métabolisme (foie, reins et muscles) Anti-oxydant (avec la Vit. E)	Carences : Retard de croissance Dystrophie pancréatique et musculaire Excès : Production d'œufs ralentie* éclosion réduite*

Nous allons détailler maintenant, les carences et les excès effectivement observés chez l'autruche. Il est difficile de connaître la fréquence de ces troubles, car les articles sont peu nombreux à ce sujet, comme l'ensemble des informations concernant les autruches. En règle générale, les cas présentés sont relatifs à des problèmes rencontrés régulièrement dans les élevages ou survenus sur un élevage de façon exceptionnelle. Nous commencerons par développer trois cas relativement fréquents, à savoir : les carences en vitamine E et sélénium, les déséquilibres en calcium et phosphore, et enfin les carences en quelques vitamines du groupe B. Nous poursuivrons par trois autres cas moins courants qui concernent les carences en riboflavine, les carences en cuivre et les excès de sel.

A / DYSTROPHIE MUSCULAIRE NUTRITIONNELLE

La dystrophie musculaire nutritionnelle est liée à une carence en vitamine E et/ou sélénium (Huchzermeyer, 1994).

Les premiers symptômes sont des boiteries et une parésie.

Le diagnostic repose sur l'apparition de ces symptômes sur l'ensemble du troupeau (Huchzermeyer, 1994). Le dosage plasmatique de l'**aspartate transaminase** (AST) et de la **créatine kinase** (CK), deux enzymes essentiellement musculaires chez l'autruche, permet de confirmer la suspicion. Dans deux cas reportés par Van Heerden et al. (1983), les taux sériques étaient les suivants :

- AST = 300 et 1 600 UI/L,
- CK = 18 200 et 69 600 UI/L.

Or les valeurs sériques physiologiques sont :

- AST = 250 à 469 UI/L (Kimminau, 1993),
- CK = 1 465 à 8 310 UI/L (Kimminau, 1993).

En cas de mortalité, l'autopsie permet de mettre en évidence des lésions de dégénérescence des muscles du cœur et du gésier, des lésions de nécrose du tissu adipeux, des lésions de dégénérescence hyaline des muscles squelettiques des ailes et des jambes, associées à des profonds changements des artères de ces organes, ainsi que des degrés variés de fibrose interstitielle (Huchzermeyer, 1994).

Le traitement, en début de maladie, consiste à injecter en IM une association de vitamine E et de sélénium. Par exemple 2,5 ml de SéléniferND apporte 180 mg de vitamine E et 0,5 mg de sélénium, ce qui couvre les besoins quotidiens d'une autruche adulte. Ensuite, il est nécessaire de reformuler correctement la ration. Dans les cas les plus graves, un apport multivitaminique (thiamine, riboflavine, pyridoxine, nicotinamide, acide ascorbique) peut faciliter la guérison (Van Heerden et al., 1983).

Pour prévenir les risques de dystrophie musculaire nutritionnelle, l'éleveur doit veiller au respect des recommandations en vitamine E et sélénium. Rappelons qu'ils sont pour la vitamine E = 30 ppm dans l'aliment, soit 200 mg par adulte par jour et pour le sélénium = 0,3 ppm.

Il est important d'ajouter que la vitamine E est très instable dans l'aliment, car elle est très sensible aux oxydations (Van Heerden et al., 1983) et que les huiles végétales sont riches en vitamine E (Van Heerden et al., 1983).

B / DEFORMATIONS OSSEUSES

Les déformations osseuses sont liées à une carence ou un déséquilibre en calcium et phosphore. L'origine de ce déséquilibre est variable. Il peut s'agir :

- d'une malnutrition générale, qui se rencontre essentiellement chez le jeune en croissance,
- d'un aliment à faible teneur en phosphore (luzerne par exemple) distribué avec un complément minéral riche en calcium (calcaire par exemple), ce qui entraîne un déséquilibre du ratio Ca/P,
- de sols calcaires à l'origine de taux calciques élevés dans certaines plantes ou dans l'eau de boisson de la ferme, entraînant un excès de calcium par rapport au phosphore,
- d'une suralimentation ou d'aliments de démarrage trop riches en énergie et/ou protéines, responsables d'une croissance rapide et donc d'une faiblesse du squelette incomplètement ossifié face à une masse corporelle excessive,
- d'un excès de phosphore par rapport au calcium, qui est un cas fréquent chez toutes les espèces domestiques,
- de carences en vitamines du complexe B ou en vitamine D.

L'apparition des lésions est favorisée par des facteurs non- alimentaires, comme :

- un revêtement de sol glissant ou trop dur,
- un stress lié à un environnement inadapté ou un changement brusque,
- des traumatismes,
- un espace réduit ou un exercice insuffisant.

Les symptômes peuvent être très variables, mais ce sont les os longs des jambes qui sont les plus touchés (jambes arquées, élongation des tendons ...). L'anatomie de l'autruche explique ce constat : le tarso-métatarse est un os d'une croissance extrêmement rapide (2 cm par semaine au début de la croissance) (Kreibich et al., 1995). Parfois cela se traduit simplement par une démarche chancelante, des mouvements de cou accompagnés de tremblements, ou plus radicalement une incapacité à se lever et à se déplacer. Une anorexie vient souvent aggraver la situation dans les jours qui suivent, quelquefois accentuée par une diarrhée et une déshydratation. D'une manière générale, les os sont mous, friables, conduisant parfois à des fractures.

Le diagnostic repose essentiellement sur les signes cliniques. Une prise de sang peut permettre de se rendre compte de l'importance du déficit en mesurant le calcium sérique (valeurs physiologiques : Ca = 10,2 à 15,2 mg/dl de sérum ou 2,3 mEq/L de plasma). Des radiographies peuvent mettre en évidence les lésions osseuses, à savoir une faible densité, une corticale amincie, des fractures.

Le traitement devra être le plus précoce possible. Dans un premier temps, il faut rééquilibrer les apports en calcium et phosphore par administration parentérale. Par exemple, 75 ml de CalmagND permettent d'apporter 21 g de gluconate de calcium et 7 g de magnésium hypophosphite, ce qui couvre les besoins journaliers d'un autruchon de quatre mois (30 kg). Ensuite, il faut corriger les déformations. Suivant le cas, les problèmes osseux peuvent être soignés à l'aide de bandages, de mises en écharpe, d'entraves et de restriction de l'espace d'exercice. Les corrections doivent faire toujours l'objet d'une attention particulière, car la croissance rapide des os ne permet pas de les laisser longtemps en place (une semaine maximum) (Kreibich et al., 1995). Chez des oiseaux

plus vieux, il est possible d'envisager des ostéotomies correctrices (mais le pronostic reste toujours réservé). Dans tous les cas, il est nécessaire de corriger les erreurs de rationnement.

Les meilleurs moyens de prévention de ces déformations consistent en :

- une ration équilibrée avec Ca = 1,4 à 2,5 % de la ration et Ca/P = 1,7 à 2 chez le jeune en croissance; Ca = 2,5 à 3,5 % et Ca/P = 6 chez les femelles en ponte; vitamine D₃ = 3 000 UI/kg de MS pour les autruchons au démarrage,
- des quantités d'énergie et de protéines appropriées à une vitesse de croissance normale, c'est à dire pour des poussins de quatre jours à quatre mois, 3 100 à 2 900 kcal d'EM autruche/kg de MS et 20 à 18 % de PB et pour des jeunes entre quatre et onze mois, 2 900 à 2 600 kcal d'EM autruche/kg de MS et 16 % de PB,
- des aires d'exercice suffisantes (voir première partie),
- ainsi que l'absence de sols glissants ou dangereux (voir première partie).

C / DERMATOSES

Les dermatoses sont dues le plus souvent à une carence en certaines vitamines B (acide pantothénique, niacine, biotine), mais aussi à des carences en vitamine A, en zinc ...

Dans le cas d'une carence en biotine, la dermatose se traduit par des exsudats principalement sur la tête, des croûtes sanglantes près du bec et à l'intérieur de la cavité buccale avec une hyperkératose des doigts (Campodonico et al., 1992). La peau est sèche et craquante, avec des rougeurs et des oedèmes des muqueuses. L'animal apparaît en mauvais état général avec des plumes sales et ternes (Guittin, 1985).

Le traitement consiste à apporter quotidiennement, par voie orale, 2 à 3 mg de biotine (contenu, par exemple, dans 3 ml de Concentrat BND) pendant dix à quinze jours (Guittin, 1985). Il ne faudra pas oublier, cependant, de corriger la ration en vitamines du groupe B, par l'addition d'un AMV dont les proportions correspondent mieux aux besoins du troupeau. Rappelons les apports recommandés chez le jeune au démarrage : biotine = 0,2 ppm dans l'aliment, niacine = 60 ppm, acide pantothénique = 14 ppm. Si l'animal est assez manipulable, les lésions à l'intérieur de la bouche peuvent être tamponnées avec de la glycérine iodée, trois ou quatre fois par jour (Guittin, 1985).

D / SYNDROME DU DOIGT DEVIE

Il est assez fréquent de rencontrer parmi les lots de poussins, un ou deux individus présentant un doigt dévié. Les premières recherches sur ce syndrome ont relié ce trouble à une carence en **riboflavine** (Huchzermeyer, 1994). Mais des études plus récentes, tendent à montrer qu'une **prédisposition génétique** est plus probable (Kreibich et al., 1995).

Il semblerait que dans ce syndrome, un seul doigt soit atteint et prenne une position caractéristique : il est tourné vers l'intérieur, posé sur sa face latérale et pointe médialement. Les poussins refusent de se déplacer, préférant rester accroupis. Parfois, ils sont effectivement incapables de se lever (Kreibich et al., 1995). Huchzermeyer (1994) estime qu'il est facile de différencier ce syndrome avec un doigt retourné à la suite d'une chute, car, lors d'une chute, le

doigt est tourné vers l'extérieur, posé sur sa face médiale et pointe latéralement.

Les origines controversées du syndrome du doigt dévié entraînent un traitement peu explicite. Pour Kreibich et al. (1995), il est possible d'utiliser des « chaussures » faites de plastique liquide à durcissement rapide. Mais ils conseillent également de changer de revêtement de sol, si le problème est fréquent. Par contre, selon l'hypothèse de Huchzermeyer, la ration devrait être corrigée concernant les apports de riboflavine (l'aliment des poussins doit contenir 8 ppm de riboflavine).

E / RUPTURE AORTIQUE

En 1994, quatre cadavres d'autruches issues de deux troupeaux ont été envoyés à analyser dans un laboratoire (Vanhooser et al., 1994). L'historique des différents cas a montré que les décès ont été soudains, sans signe de traumatisme sur les animaux. Les autruches étaient gardées à l'intérieur des bâtiments et étaient nourries à partir d'aliments formulés pour les autruches. L'autopsie a montré :

- macroscopiquement, du sang libre et emprisonné dans la cavité abdominale et les sacs aériens, des hémorragies importantes entourant l'aorte adjacente aux reins et s'étendant jusqu'aux muscles squelettiques de la colonne vertébrale,
- microscopiquement et près de la zone de rupture de l'aorte, des cellules musculaires lisses désorientées, et autour de cette zone de rupture, des fibres élastiques fines, fragmentées et désorientées.

Des analyses biochimiques sur le foie et le sang des cadavres ont révélé des teneurs en cuivre anormalement faibles :

- foie : 2,0 à 5,0 µg de Cu/g (valeurs physiologiques : 8,8 µg de Cu/g),
- sang : 0,088 à 0,280 ppm de cuivre sérique (valeurs physiologiques : 0,264 ppm de cuivre sérique).

Chez les volailles ou chez le porc, des cas similaires de rupture vasculaire associée des carences en cuivre sont bien documentés et permettent de comprendre la pathogénie de cette déficience. Dans l'organisme, il existe une enzyme cuivre-dépendante : la lysyl-oxydase. Cette enzyme est responsable de la phase d'initiation des liens croisés de collagène et d'élastine. Or, le croisement des fibres de collagène est essentiel pour obtenir une force de tension suffisante autour des vaisseaux. Une carence en cuivre bloque l'enzyme ce qui entraîne un désordre des tissus de soutien du système vasculaire.

En conclusion de son étude, Vanhooser pose le problème de l'inexactitude des apports recommandés chez l'autruche extrapolés à partir des recommandations aviaires. Nous avons, plusieurs fois auparavant, partagé cet avis, mais dans le cas présent, nous regrettons que l'aliment incriminé n'ait pas été analysé. En effet, dans la littérature, il n'existe aucun autre cas de carence en cuivre chez des autruches nourries avec des aliments formulés pour leur espèce. La remise en question des recommandations en cuivre reste donc en suspens, et nous conservons comme apports recommandés en cuivre chez l'autruche, la valeur de 15 ppm.

F / EXCES DE SEL

Plusieurs cas d'empoisonnement par excès de sel ont été décrits chez l'autruche. Par exemple, des autruches se sont empoisonnées en consommant de la luzerne issue d'un champ irrigué avec une eau saumâtre qui avait déposé sur les feuilles une mince pellicule blanchâtre (Huchzermeyer, 1994). Dans un autre cas, c'est l'utilisation de pierre à lécher pour ruminants qui a été responsable des troubles observés (Huchzermeyer, 1994). D'un point de vue lésionnel, un examen post-mortem a révélé une tubulo-néphrite importante.

Les besoins en chlorure de sodium sont faibles chez les autruches : Na = 0,15 % et Cl = 0,12 % de la MS de la ration. En règle générale, la teneur en sel des aliments est suffisante pour couvrir les besoins des autruches.

IV / TROUBLES ALIMENTAIRES SPECIFIQUES AUX AUTRUCHONS EN CROISSANCE

La période la plus difficile dans l'élevage des Ratites concerne les quatre vingt dix premiers jours. La mortalité au cours de ces trois mois peut atteindre 60 % et descend rarement en dessous de 25 % (Skadhauge et al., 1984). La plupart des problèmes responsables de mortalité sont souvent dus à une mauvaise gestion ou à des erreurs d'élevage et au fait que l'autruche soit un animal qui stresse facilement (Skadhauge et al., 1984). Par exemple, il arrive que l'éleveur intervienne au moment de l'éclosion pour aider l'oisillon à casser sa coquille et à sortir. Cette habitude est souvent injustifiée, car ces oisillons présentent un taux de mortalité supérieur à celui des autres poussins (Deeming et al., 1994). En fait, il est judicieux de penser qu'une éclosion qui échoue est souvent le signe d'un problème chez le poussin dont la vie est condamnée.

Parmi les troubles concernant de jeunes individus, certains ont déjà été cités précédemment, car ils pouvaient atteindre toutes les tranches d'âge. Ainsi, les différents troubles liés aux comportements anormaux sont souvent repérés chez des animaux très jeunes (85 % des **engouements** arrivent chez des animaux de moins de six mois). De même les **carences alimentaires** touchent plus fréquemment les animaux en croissance. Nous ne développerons maintenant que les cas non encore décrits et qui ne concernent que les autruchons.

A / RETENTION - INFECTION DU SAC VITELLIN

Le sac vitellin est une réserve de nutriments qui permet aux poussins de survivre quatre à cinq jours sans se nourrir. Normalement, il diminue au fur et à mesure de son utilisation jusqu'à disparaître au bout de deux semaines, puis ne subsiste que sous forme d'un bouton cicatriciel jusqu'à l'âge de quatre semaines (Guittin, 1985). Cependant, dans certains cas, l'évolution de ce sac peut s'interrompre (rétention) favorisant une infection, notamment dans les trois premières semaines de vie de l'autruchon (Blue Mc Lendon, 1993).

La rétention seule est plus fréquente que l'infection (Gilsleider, 1993). Elle apparaît souvent chez des poussins qui ont commencé à manger trop tôt et qui ont ainsi, moins puisé dans leurs réserves vitellines. Elle est parfois secondaire à une diminution de la motricité intestinale ou un iléus, infectieux ou non. Les causes d'iléus non infectieux peuvent être un engouement du proventricule ou du ventricule, une obstruction, une intussusception, une torsion des intestins ou

un prolapsus rectal (Gilsleider, 1993). Cependant, il a pu être suggéré que des conditions particulières avant l'éclosion pourraient aussi favoriser l'apparition de ce problème, comme par exemple, l'alimentation de la mère. Les femelles en ponte ont besoin de calcium pour la formation de la coquille (un œuf de 1,5 kg contient environ 4 g de calcium), d'acide linoléique pour la synthèse du vitellus (sachant que la composition en acides gras de l'aliment conditionne la composition du vitellus de l'œuf), de vitamine E et d'acide pantothénique pour permettre un développement normal de l'embryon (Muirhead, 1995). Les facteurs d'incubation ont également une influence sur la santé des poussins, notamment la température (35,5 à 37,5° C), l'hygrométrie (25 à 30 % d'humidité) et la teneur en O₂ (20 %).

L'infection du sac vitellin peut être secondaire à une infection de l'ombilic, un abcès, une diarrhée infectieuse ou une septicémie. En effet, le vitellus est un excellent milieu de culture pour les bactéries. Les germes les plus fréquemment rencontrés sont des gram - entéropathogènes (*Escherichia coli*, *Salmonella*, *Klebsiella*, *Proteus*) (Kreibich et al., 1995), parfois des staphylocoques, des streptocoques et des levures (*Candida*) (Gilsleider, 1993).

Les signes cliniques observés sont le plus souvent : une anorexie, une léthargie, une constipation ou une diarrhée, un isolement vis à vis des autres poussins, un becquetage sans prise d'aliment (Gilsleider, 1993). Dans le cas d'une rétention simple, le poussin continue de perdre du poids au delà des quatre à sept jours habituels (Blue Mc Lendon, 1993). Par contre, une infection peut s'accompagner d'un gain de poids mais on observe que l'abdomen est distendu par les gaz microbiens (Gilsleider, 1993).

Le diagnostic doit être le plus précoce possible. Il s'appuie sur l'observation des symptômes précédents. Il peut être conforté par une radiographie abdominale ou une échographie, ainsi qu'un prélèvement vitellin (Gilsleider, 1993).

Le traitement peut être conservateur dans le cadre d'une rétention simple rapidement diagnostiquée. Il repose sur l'utilisation de gastrocinétiques pouvant aider à la récupération de la motricité intestinale, d'antibiotiques pour prévenir une septicémie, et d'une fluidothérapie pour éviter une déshydratation (Gilsleider, 1993). Dans le cas d'infection par des levures, il est recommandé d'arrêter tout traitement antibiotique et de distribuer dans l'eau de boisson du kétoconazole (KétofungolND) (Wade, 1992).

En cas d'échec du traitement conservateur ou dans les cas plus graves, on a recours au traitement chirurgical: l'omphalectomie (Gilsleider, 1993). L'exérèse du sac vitellin est une intervention facile et rapide. L'anesthésie gazeuse à l'isoflurane est la plus utilisée. Une fois endormi, l'autruchon est mis sous perfusion de Ringer LactateND par voie IV ou IO. La ligne médiale ventrale est alors préparée, crânialement à l'ombilic et au-delà des limites du sac vitellin. Après incision délicate de la peau, le sac est extériorisé et le canal ligaturé. L'abdomen est ensuite soigneusement rincé avec une solution saline stérile tiède. Pour refermer la plaie, il est possible de suturer le péritoine seul ou avec la peau. L'hypothermie, due à l'anesthésie, est compensée par des coussins chauffants disposés tout le long du corps pendant l'opération et laissés en place jusqu'au réveil. Le chirurgien peut choisir de prescrire des antibiotiques. Les plus couramment utilisés sont l'association sulfamérazine/triméthoprime à raison de 30 mg/kg (Wade, 1992).

La prophylaxie concerne plusieurs paramètres. Tout d'abord, il est important de veiller au

respect des besoins alimentaires des animaux en fonction de leur stade physiologique et en particulier, des femelles en période de ponte. Ensuite, les paramètres de la chambre d'incubation doivent être constamment surveillés et l'hygiène des lieux de couvaillon, d'incubation et d'éclosion doit être très stricte. Ces mesures n'empêchent pas le nettoyage et la désinfection de l'ombilic dès l'éclosion par exemple avec une pommade à base de bétadine maintenue en place vingt quatre à quarante huit heures par un pansement (Wade, 1992). De plus, il faut veiller à respecter au moins trois à cinq jours de diète à la suite de l'éclosion, car l'amaigrissement est physiologique à ce moment-là. Enfin, il ne faut pas oublier de prévoir dans chaque enclos une aire d'exercice suffisante pour maintenir un minimum d'activité (Gilsleider, 1993).

B / PROLAPSUS CLOACAL

Le prolapsus du cloaque est un renversement extérieur de l'urodeum. Il apparaît essentiellement chez des poussins âgés de quelques jours ou légèrement plus vieux (moins de quatre semaines) (Wade, 1992).

Les causes de ce phénomène ne sont pas toujours clairement identifiées : il peut s'agir d'une constipation, d'une entérite, d'une inflammation du cloaque, d'une bursite, d'un engouement du proventricule ou du ventricule, d'efforts excessifs suivis de diarrhée, d'un sexage brutal, de grit insuffisant, de cryptosporidiose des bourses de Fabricius et des intestins, ... (Huchzermeyer, 1994). Dans certains cas, il a été mis en évidence qu'une quantité trop importante de phyto-oestrogènes (comme c'est le cas pour la luzerne en pleine croissance) pouvait diminuer l'élasticité du tissu conjonctif autour du gros intestin et du péritoine (Kreibich et al., 1995). Le plus souvent, ce prolapsus est accompagné d'une dilatation de l'abdomen.

Il est impératif de traiter rapidement le prolapsus sous peine de le voir s'intensifier, se souiller, s'infecter et se nécroser. Après nettoyage, désinfection et exérèse des tissus nécrosés, le cloaque est remis en place manuellement avec l'aide d'un lubrifiant. Il est préférable de le maintenir par une suture en bourse de l'orifice. L'origine du problème doit être identifiée si possible et corrigée rapidement, car la suture doit être retirée au bout de trois jours (Wade, 1992).

Il est recommandé, lorsqu'un premier cas apparaît, de traiter tout le troupeau pendant trois jours en mélangeant de la paraffine à la ration pour faciliter le transit.

C / COLIQUES PAR SURCHARGE

Au cours de la première semaine suivant l'éclosion, les poussins peuvent présenter des troubles intestinaux. Certains oiseaux meurent à la suite de crises de colique aiguë et de diarrhées. Ces troubles apparaissent en particulier sur les poussins ayant commencé à se nourrir dès l'éclosion (Campodonico et al., 1992). La mise à la diète immédiate peut améliorer l'état des animaux. Ces pathologies sont importantes à signaler et à combattre, car elles peuvent être à l'origine de complications bactériennes (Guittin, 1985) .

D / STASE GASTRIQUE

La stase gastrique est un syndrome complexe ayant de nombreuses origines comme la famine, l'engouement du proventricule ou du ventricule, la présence de corps étrangers, une gastrite bactérienne, fongique ou vermineuse (Huchzermeyer, 1994).

Un épisode de famine peut s'observer en élevage à la suite d'erreurs de gestion du comportement alimentaire. Nous avons vus précédemment que les poussins ont besoin d'un modèle pour apprendre à se nourrir (voir première partie). C'est un point capital du comportement des autruchons, car, même en présence de nourriture, un oisillon ne sait pas la reconnaître. De même, les paramètres environnementaux sont essentiels à respecter, car un coup de chaleur ou une température trop basse entraîne une perte d'appétit (Huchzermeyer, 1994).

Une quantité trop importante de cailloux, de sable ou de fibres végétales, un corps étranger qui se fixe dans la paroi de l'estomac, ... entraînent l'arrêt des contractions du gésier et empêchent la vidange du ventricule dans les intestins (Huchzermeyer, 1994).

Les inflammations d'origine toxique, microbienne ou parasitaire de la paroi du gésier sont responsables de modifications de la couche de « koilin » qui recouvre la totalité de la surface du ventricule (Huchzermeyer, 1994).

Les symptômes ne sont pas évidents à déceler. Le comportement et l'alimentation des autruchons semblent être normaux. Cependant, une observation plus précise montre, par exemple, que les nombreux coups de bec donnés à la nourriture ne permettent pas de l'attraper ou très peu. A l'auscultation, les bruits gastriques sont absents. La réalisation d'un suivi graphique de la croissance montre un affaissement de la courbe. Si la situation persiste, les autruchons deviennent trop faibles pour se lever et restent en permanence couchés (mais alertes). A ce stade, des infections secondaires apparaissent (Huchzermeyer, 1994).

Le diagnostic peut être facilité par une autopsie, si un des animaux meurt. Macroscopiquement, le signe le plus caractéristique est une absence totale de graisse coronaire autour du cœur (atrophie séreuse). De plus, les animaux sont émaciés et on observe souvent un hydropéricarde, une ascite (due à l'hypoprotéïnémie), et un estomac rempli le plus souvent (Huchzermeyer, 1994).

Microscopiquement, le manteau kératinoïde qui protège la paroi du gésier est transformé en une pellicule molle hypertrophiée formant des replis et qui se déchire à cause d'érosions secondaires. De petites hémorragies sont responsables de la teinte brun foncé ou noire de ce manteau (Huchzermeyer, 1994). Au cours de l'autopsie, des prélèvements peuvent être mis en culture pour identifier la cause de la stase gastrique (Huchzermeyer, 1994).

Avant même de connaître la cause de la stase gastrique, il est nécessaire, pour limiter la mortalité, de nourrir de force les animaux restés vivants.

Bien que l'autruche ne soit pas un animal fragile, le développement d'élevages de plus en plus performants nécessite une maîtrise de tous les paramètres environnementaux dont fait partie l'alimentation. Le respect des normes évoquées dans la première et la deuxième partie de cette étude permet aux éleveurs d'autruches d'avoir un troupeau sain et dont les coûts alimentaires sont contrôlés. Les recommandations et les mesures prophylactiques font souvent appel à du bon sens et la plupart sont communes aux autres espèces animales d'élevage.

CONCLUSION

Au terme de notre étude, l'autruche (*Struthio camelus*) se révèle être un oiseau particulier.

L'autruche a un régime herbivore. La digestion d'une alimentation riche en fibres végétales est permise, tout d'abord, par un vaste estomac divisé en un proventricule acide et un ventricule contenant du grit, dont les actions combinées assurent un broyage efficace du bol alimentaire. L'autruche présente également un gros intestin très développé dont la surface est augmentée par la présence de nombreux replis, ainsi que deux caeca longs et sacculés. Ces organes sont le siège de fermentations microbiennes qui utilisent la cellulose.

Comme dans les autres espèces domestiques, des apports recommandés ont été publiés en fonction des besoins alimentaires des autruches. Il est cependant regrettable, qu'encore trop de recommandations soient issues de méthodes empiriques ou d'extrapolations à partir d'autres animaux domestiques, et n'aient pas été scientifiquement vérifiées. Les principaux modes d'alimentation des autruches domestiques sont semblables aux pratiques utilisées chez les autres herbivores, à savoir : pâturage, rations complètes à partir de productions de l'exploitation ou d'aliments du commerce, et aliments minéraux.

Un des problèmes majeurs dans l'élevage d'autruches, reste le maintien en captivité de ces animaux sauvages. Ce sont des animaux très difficiles à domestiquer (dont il faut se méfier en permanence de la tête et des jambes), et très stressables. Des troubles du comportement peuvent survenir à chaque stade physiologique. Associés à une alimentation incorrecte, ces troubles engendrent quelquefois de lourdes pertes. Chez les poussins, certains éleveurs subissent jusqu'à 60 % de mortalité à la suite d'excès alimentaires. Les autruchons en croissance ont souvent des boiteries liées à une croissance rapide qui nécessite un équilibre régulier des apports alimentaires. A l'âge adulte, la fertilité des reproducteurs peut être réduite à cause de leur obésité.

Actuellement l'élevage d'autruches est en plein essor, mais les revenus actuels des éleveurs ne sont plus issus des mêmes produits. Aujourd'hui, la commercialisation de la viande occupe une part prépondérante dans les recettes de l'exploitation, alors que le cuir et les plumes ont perdu des parts de marché. Une autre voie pourrait aider l'envol de ce type d'élevage : le développement du tourisme vert et l'engouement pour les cultures exotiques.

La multiplication des recherches sur les autruches d'élevage laisse prévoir qu'il sera bientôt possible de publier des informations beaucoup plus complètes concernant l'alimentation des autruches.

BIBLIOGRAPHIE

1 : ANGEL C.R., 1993.

Research update : age changes in digestibility of nutrients in ostriches and nutrient profiles of status of the hen and the chick.

In: Proceedings of the Annual Conference of the Association of Avian Veterinarians, Nashville, Tennessee (USA), 31 August - 4 September 1993.

Lake Worth, FL (USA), *Association of Avian Veterinarians*, 1993, 275-281.

2 : ANGEL C.R. ; SCHEIDELER S.E. ; SELL J.L., 1996.

Ratite nutrition.

In: TULLY T.N., SHANE S.M., Ratite management, medicine and surgery.

Kriegler Publishing Company, Malabar, Florida, 1996, 188 p.

3 : BEZUIDENHOUT A.J., 1986.

The topography of the thoraco-abdominal viscera in the ostrich (*Struthio camelus* L.).

Onderstepoort Journal of Veterinary Research, 1986, **53** : 2, 111-117.

4 : BEZUIDENHOUT A.J. ; VAN ASWEGEN G., 1990.

A light microscopic and immunocytochemical study of the gastro-intestinal tract of the ostrich (*Struthio camelus* L.).

Onderstepoort Journal of Veterinary Research, 1990, **57** : 1, 37-48.

5 : BLUE Mc LENDON A., 1993.

Pediatric disorders of ostriches.

In: Proceedings of the Annual Conference of the Association of Avian Veterinarians, Nashville, Tennessee (USA), 31 August - 4 September 1993.

Lake Worth, FL (USA), *Association of Avian Veterinarians*, 1993, 269-271.

6 : BUBIER N.E. ; LAMBERT M.S. ; DEEMING D.C. ; AYRES L.L. ; SILBY R.M., 1996.

Time budget and colour preferences (with specific reference to feeding) of ostrich (*Struthio camelus*) chicks in captivity.

British Poultry Science, 1996, **37** : 3, 547-551.

7 : BURGER W.P. ; NAUDE T.W. ; VAN RENSBURG I.B.J. ; BOTHA C.J. ; PIENAAR A.C.E., 1994.

Cardiomyopathy in ostriches (*Struthio camelus*) due to avocado (*Persea Americana* var. *guatemalensis*) intoxication.

Journal of the South African Veterinary Association, 1994, **65** : 3, 113-118.

8 : CAMPODONICO P. ; MASSON C., 1992.

Les Ratites: Elevage et production.

Maisons-Alfort, CIRAD-EMVT, Département d'élevage et de médecine vétérinaire, 1992, 98p.

9 : CARBAJO GARCIA E. ; CASTELLO FONTOVA F., 1997.

Cria de avestruces, emues y nandues.
Real Escuela de Avicultura, 1997, 421 p.

10 : CHAMPIE A., 1996.

Contribution à l'étude de la reproduction chez l'autruche.
Thèse de Médecine Vétérinaire, Toulouse, 1996.

11 : CILLIERS S.C. ; HAYES J.P. ; MARITZ J.S. ; CHWALIBOG A. ; Du PREEZ J.J., 1994a.

True and apparent metabolizable energy values of Lucerne and yellow maize in adult roosters and mature ostriches (*Struthio camelus*).
Animal Production, 1994, **59** : 2, 309-313.

12 : CILLIERS S.C. ; VAN SCHALKWYK S.J., 1994b.

Volstruisproduksie Klein Karoo Landboukoöperasie.
South Africa: Oudtshoorn, 1994.

13 : CILLIERS S.C. ; HAYES J.P. ; CHWALIBOG A. ; DU PREEZ J.J. ; SALES J., 1997a.

A comparative study between mature ostriches (*Struthio camelus*) and adult cockerels with respect to true and apparent metabolizable energy values for maize, barley, oats and triticale.
British Poultry Science, 1997, **38** : 1, 96-100.

14 : CILLIERS S.C. ; HAYES J.P. ; CHWALIBOG A. ; DU PREEZ J.J. ; SALES J., 1997b.

A comparative study between mature ostriches (*Struthio camelus*) and adult cockerels with regard to the true and apparent digestibilities of amino acids.
British Poultry Science, 1997, **38** : 3, 311-313.

15 : CILLIERS S.C. ; SALES J. ; HAYES J.P. ; CHWALIBOG A. ; DU PREEZ J.J., 1999.

Comparison of metabolisable energy values of different foodstuffs determined in ostriches and poultry.
British Poultry Science, 1999, **40** : 4, 491-494.

16 : COOPER J.E. ; CIMBI A.A., 1994.

Locomotor diseases in captive young ostriches.
Veterinary Record, 1994, **134** : 13, p 336.

17 : DEEMING D.C. ; AYRES L. ; AYRES F.J., 1993.

Observations on the commercial production of ostrich (*Struthio camelus*) in the United Kingdom: rearing of chicks.
Veterinary Record, 1993, **132** : 25, 627-631.

18 : DEEMING D.C. ; AYRES L., 1994.

Factors affecting the rate of growth of ostrich (*Struthio camelus*) chicks in captivity.
Veterinary Record, 1994, 135, 617-622.

19 : DEEMING D.C. ; DICK A.C.K., 1995.

Ingestion of metal objects by ostriches (*Struthio camelus*).
Veterinary Record, 1995, 137 : 4, 99-100.

20 : DEGEN A.A. ; KAM M. ; ROSENSTRAUCH A., 1989.

Time- activity budget of ostriches (*Struthio camelus*) offered concentrate feed and maintained in outdoor pens.

Applied Animal Behaviour Science, 1989, 22, 347-358.

21 : DEGEN A.A. ; KAM M. ; ROSENSTRAUCH A. ; PLAVNIK I., 1991.

Growth rate, total body water volume, dry-matter intake and water consumption of domesticated ostriches (*Struthio camelus*).

Animal Production, 1991, 52, 225-232.

22 : DEMOURY, 1997.

Informations vétérinaires sur les particularités digestives des Ratites.

La lettre de l'ANIANE, Août - Novembre 1997, 4-8.

23 : DINNES M.R., 1972.

Medical aspects of an ostrich breeding programme.

International Zoo Yearbook, 1972, 12, 223-224.

24 : DU PREEZ J.J., 1991.

Ostrich nutrition and management.

In: FARELL D.J., ed. Recent advances in animal nutrition in Australia.

Armidale, University of New England, 1991, 278 p.

25 : EDWARDS W.C. ; GREGORY D.G. ; VANHOOSER S.L., 1992.

Heavy metal poisoning in ostriches from proventricular foreign bodies.

Veterinary and Human Toxicology, 1992, 34 : 3, 254-255.

26 : ENVT ; APAGS ; AUXAVIA, 1995.

Compte rendu de la formation à l'élevage d'autruches.

Toulouse, 19 et 26 octobre 1995, 76 p.

27 : FEVRE F., 2000.

L'alimentation des autruches: essai de rationnement pratique sur des animaux de 0 à 10 mois à la Réunion.

Thèse de Médecine Vétérinaire, Alfort, 2000.

28 : FIEVEZ V. ; MBANZAMIHIGO L. ; PIATTONI F. ; DEMEYER D., 2001.

Evidence for reductive acetogenesis and its nutritional significance in ostrich hingat as estimated from *in vitro* incubations.

Journal Animal Physiology and Animal Nutrition, 2001, **85** : 9-10, 271-280.

29 : FOWLER M.E., 1991.

Comparative clinical anatomy of Ratites.

Journal of Zoo and Wildlife Medicine, 1991, **22** : 2, 204-227.

30 : FRAZIER K.S. ; HERRON A.J. ; HINES II M.E. ; GASKIN J.M. ; ALTMAN N.H., 1993.

Diagnosis of enteritis and enterotoxemia due to *Clostridium difficile* in captive ostriches (*Struthio camelus*).

Journal of Veterinary Diagnostic and Investigation, 1993, 5, 623-625.

31 : GANDINI G.C.M. ; BURROUGHS R.E.J. ; EBEDES H., 1986.

Preliminary investigation into the nutrition of ostrich chicks (*Struthio camelus*) under intensive conditions.

Journal of the South African Veterinary Association, 1986, **57** : 1, 39-42.

32 : GILSLEIDER E., 1993.

Common abdominal surgeries in Ratites.

Proceedings Association of Avian Veterinarians, Nashville, Tennessee (USA), 31 August - 4 September 1993.

Lake Worth, FL (USA), *Association of Avian Veterinarians*, 1993, 272-274.

33 : GREGORY D.G. ; EDWARDS W.C. ; STAIR E.L., 1992.

A case of monensin poisoning in ostriches.

Veterinary and Human Toxicology, 1992, **34** : 3, 247-248.

34 : GUITTIN P., 1983.

Reproduction et croissance de l'autruche.

Pratique Médicale et Chirurgicale de l'Animal de Compagnie, 1983, **18** : 1, 43-46.

35 : GUITTIN P., 1985.

Les Struthioniformes en parc zoologique, Reproduction, Croissance, Elevage.

Thèse : Doctorat : Sciences : Université Paris VII, 1985, 412 p.

36 : HONNAS C.M. ; BLUE Mc LENDON A. ; ZAMOS D.T. ; PARSON E. ; JENSEN J., 1993.

Proventriculotomy in ostriches: 18 cases (1990-1992).

Journal of the American Veterinary Medical Association, 1993, **202** : 12, 1989-1992.

37 : HUCHZERMEYER F.W., 1994.

Ostrich diseases.

Onderstepoort (South Africa) Onderstepoort Veterinary Institute, 1994, 120 p.

38 : JACOBSON E.R. ; ELLISON G.W. ; Mc MURPHY R. ; HEARD D.J. ; ACKERMAN N., 1986.

Ventriculostomy for removal of multiple foreign bodies in an ostrich.

Journal of the American Veterinary Medical Association, 1986, **189** : 9, 1117-1119.

39 : KIMMINAU K.M., 1993.

Introducing the ostrich.

Veterinary Technician, August 1993, 459-467.

40 : KOEHL P.F. ; LEROUX C. ; MARIE H., 1998.

La filière autruche en France: Premier bilan début 1996.

ITAVI / ISAB, Paris, 1998, 45 p.

41 : KREIBICH A. ; SOMMER M., 1995.

Ostrich farm management. First international edition.

Münster Hiltrup (Germany) Landwirtschaftsverlag GmbH, 1995, 223 p.

42 : LAMBERT M.S. ; DEEMING D.C. ; SIBLY R.M. ; AYRES L.L., 1995.

The relationship between pecking behaviour and growth rate of ostrich (*Struthio camelus*) chicks in captivity.

Applied Animal Behaviour Science, 1995, **46** : 1-2, 93-101.

43 : LARBIER M. ; LECLERCQ B., 1992.

Nutrition et alimentation des volailles.

INRA édition, 75007 Paris, 1992, 355 p.

44 : LEVY A. ; PERELMAN B. ; GREVENBROEK M.V. ; CREVELD C.V. ; AGBARIA R. ; YAGIL R., 1990.

Effect of water restriction on renal function in ostriches (*Struthio camelus*).

Avian Pathology, 1990, **19** : 2, 385-393.

45 : Mc KEEGAN D.E.F. ; DEEMING D.C., 1997.

Effect of gender and group size on the time-activity budgets of adult breeding ostriches (*Struthio camelus*) in a farming environment.

Applied Animal Behaviour Science, 1997, **51** : 1-2, 159-177.

46 : MORLAY A.J., 1999.

Monensin poisoning in ostriches.

Journal of the South African Veterinary Association, 1999, **70** : 4, 140.

47 : MUIRHEAD S., 1995.

Ratite gastrointestinal physiology, nutrition principles explored.

Feedstuffs, 1995, **67** : 41, 12-31.

48 : NIZZA A. ; DI MEO C., 2000.

Determination of apparent digestibility coefficients in 6-, 12- and 18-week-old ostriches.

British Poultry Science, 2000, **41** : 4, 518-520.

49 : PAXTON C.G., 1997.

Feeding and pecking behaviour in ostrich (*Struthio camelus*) chicks in captivity.

British Poultry Science, 1997, **38** : 2, 151-155.

50 : PERELMAN R. ; KUTTIN E.S., 1998.

Parsley-induced photosensitivity in ostriches and ducks.

Avian Pathology, 1998, **17** : 1, 183-192.

51 : SHANAWANY M.M., 1996.

Principles and practice of ostrich feeding.

Feed Mix, 1996, **4** : 1, 44-46.

52 : SHIVAPRASAD H.L. ; WOOLCOCK P.R. ; CHIN R.P. ; METEYER C.U. ; JEFFREY J.S. ; DROUAL R. ; CASTRO A.E. ; NORDHAUSEN R.W. ; BARR B.C., 1994.

Identification of virus from the intestine of ostriches.

Main conference proceedings, 1994.

Association of Avian Veterinarians, 1994, 442-443.

53 : SKADHAUGE E. ; WARÜI C.N. ; KAMAU J.M.Z. ; MALOIY G.M.O., 1984.

Function of the lower intestine and osmoregulation in the ostrich: preliminary anatomical and physiological observations.

Quarterly Journal of Experimental Physiology, 1984, **69**, 809-818.

54 : SMITH C.A., 1993.

Research roundup: ostrich chick survival presents challenge.

Journal of the American Veterinary Medical Association, 1993, **203** : 5, 637-643.

55 : STEWART J., 1994.

Ratites

In: RITCHIE B.W., HARRISSON G.J., HARRISSON L.R. *Avian Medicine: principles and application*. Lake Worth, Floride, 1994, 1284-1326.

56 : SWART D. ; MACKIE R.I. ; HAYES J.P., 1993a.

Influence of live mass, rate of passage and site of digestion on energy metabolism and fibre digestion in the ostrich (*Struthio camelus* var. *domesticus*).

South African Journal of Animal Science, 1993, **23** : 5-6, 119-126.

57 : SWART D. ; MACKIE R.I. ; HAYES J.P., 1993b.

Fermentative digestion in the ostrich (*Struthio camelus* var. *domesticus*), a large avian species that utilizes cellulose.

South African Journal of Animal Science, 1993, **23** : 5-6, 127-135.

58 : SWART D. ; SIEBRITS F.K. ; HAYES J.P., 1993c.

Utilization of metabolizable energy by ostrich (*Struthio camelus*) chicks at two different concentrations dietary energy and crude fibre originating from lucerne.

South African Journal of Animal Science, 1993, **23** : 5-6, 136-141.

59 : SWART D. ; SIEBRITS F.K. ; HAYES J.P., 1993d.

Growth, feed intake and body composition of ostriches (*Struthio camelus*) between 10 and 30 kg

live mass.

South African Journal of Animal Science, 1993, **23** : 5-6, 142-150.

60 : TRICOT X., 1995.

L'élevage de l'autruche en France: étude expérimentale sur la digestion des fibres végétales.
Thèse de Médecine Vétérinaire, Alfort, 1995, n° 73, 105 p.

61 : TULLY T.N. ; SHANE S.M., 1996a.

Ratite management, medicine and surgery.
Krieger Publishing Company, Malabar, Floride, 1996, 188 p.

62 : TULLY T.N. ; SHANE S.M., 1996b.

Husbandry practices as related to infectious and parasitic diseases of farmed Ratites.
Revue Scientifique et Technique de l'Office International des Epizooties, 1996, **15** : 1, 73-89.

63 : VAN HEERDEN J. ; HAYES S.C. ; WILLIAMS M.C., 1983.

Suspected vitamin E – selenium deficiency in two ostriches.
Journal of the South African Veterinary Association, 1983, **54** : 1, 53-54.

64 : VANHOOSER S.L. ; STAIR E. ; EDWARDS W.C. ; LABOR M.R. ; CARTER D., 1994.

Aortic rupture in ostrich associated with copper deficiency.
Veterinary and Human Toxicology, 1994, **36** : 3, 226-227.

65 : VOHRA P., 1992.

Information on ostrich nutritional needs still limited.
Feedstuffs, 1992, **64** : 28, 16-21.

66 : WADE J.R., 1992.

Ratite pediatric medicine and surgery.
Proceedings of Annual Conference of the Association of Avian Veterinarians, New Orleans, Louisiana (USA), 1 – 5 September 1992.
Lake Worth, FL (USA), *Association of Avian Veterinarians*, 1992, 340-353.

67 : WITHERS P.C., 1983.

Energy, water and solute balance of the ostrich *Struthio camelus*.
Physiological Zoology, 1983, **56** : 4, 568-579.

RESUME

L'élevage d'autruches (*Struthio camelus*) se développe en France. Parmi les différentes contraintes liées au maintien en captivité, l'alimentation est un facteur essentiel, tant pour la santé de ces animaux, que dans le cahier des dépenses. Dans son étude, l'auteur regroupe les données disponibles dans la littérature à partir d'essais expérimentaux et d'observations réalisées sur le terrain.

Ce travail présente les notions principales sur la zootechnie des autruches, les bases anatomo-physiologiques relatives à l'alimentation, les recommandations correspondant aux divers besoins nutritionnels des autruches selon leur stade physiologique, la pratique de l'alimentation (matières premières utilisables, distribution de la ration, spécificités liées à des périodes critiques), et enfin, les troubles pathologiques pouvant survenir à la suite d'une mauvaise conduite alimentaire.

Mots clés : Alimentation, Autruche, Nutrition, Ratites, *Struthio camelus*.

SUMMARY

Breeding ostrich (*Struthio camelus*) develops in France. Among constraints to be administered, food is an essential factor for the health of these animals and which takes an important place in the exercise book of depenses. In the study, the author regroups available data in the literature from experimentations and from observations realized on the ground.

This work presents main notions on the zootechnie of the ostrichs, the anatomo-physiological bases relative to the food, the recommendations corresponding to the different nutritional necessities of the ostrichs according to their physiological stage, the practice of the food (useful raw materials, distribution of the ration, specificities of critical periods), and finally, pathological confusions being able to arise following a feeding bad behavior.

Keywords: Food, Ostrich, Nutrition, Ratites, *Struthio camelus*.