



183THV-2

REPUBLIQUE ALGERIENNE D.

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLEB DE BLIDA

FACULTE DES SCIENCES AGRO-VETERINAIRES ET BIOLOGIQUES

DEPARTEMENT DES SCIENCES VETERINAIRES

MEMOIRE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE

DOCTEUR VETERINAIRE

## THEME

# ETUDE COMPARATIVE DES PARAMETRES DE REPRODUCTION D'AUTRUCHES, DURANT DEUX SAISONS DE PONTE, EN ALGERIE



Présenté par :

**ATHMANE Oussama Makhlouf**

**SAIDANI Nabil**

### Jury

**BERBAR ,A**

**MC**

**Université Saad Dahlab BLIDA**

**Président**

**RAHAL,K**

**MC**

**Université Saad Dahlab BLIDA**

**Promoteur**

**HAFACI ,F**

**Responsable Parc Zoologique Hamma**

**Examineur**

**FERGAG ,S**

**Directrice Parc Zoologique Ben Aknoun**

**Examineur**

# Remerciements

Notre remerciement s'adresse en premier lieu à Allah le tout puissant pour la volonté, la santé et la patience qu'il nous a données durant toutes ces longues années.

Ces travaux de thèse ont été réalisés au sein de l'établissement **AFRIC AVIRUCHE**.

Tout d'abord on remercie Dr Rahal, qui a encadré et dirigé nos travaux de thèse. On le remercie très sincèrement pour tout ce qu'il nous a apporté scientifiquement.

Dr Akloul Kamel, on tient à lui exprimer nos profondes gratitude pour son aide et les conseils qu'il nous a apporté.

On remercie très sincèrement les personnes qui nous ont entouré tout au long de cette aventure.

On remercie le personnel permanent de l'établissement : Monsieur Ghazli Abd El Kader et Ghazli Tarek pour tout le temps qu'ils nous ont gentiment consacré, Ahmed BNT, Dr Dellali Ramzi, Dr Djoudi, Dr Ouakli et toute la famille Ghazli, on leur sera toujours reconnaissant pour le soutien qu'ils nous ont apporté dans les moments difficiles.

On tient à remercier Monsieur Berbère Ali, le chef de département de la faculté médecine vétérinaire, pour avoir accepté de présider le jury lors de notre soutenance de thèse.

On remercie également Docteur Haffaci Fayçal Pre-ex-sciences responsable du parc zoologique de « Hamma » ALGER et Docteur Fergag Sara Directrice de l'unité zoologique et botanique du parc zoologique « Ben Aknoun » (Alger) qui ont accepté d'être examinateurs de ces travaux de thèse.



# DEDICACE



*Je dédie ce modeste travail aux personnes qui me sont les plus chères au monde, qui m'ont offert l'occasion d'arriver à ce point d'études et qui m'ont toujours soutenu et encouragé, à mes très chers parents*

- ⊗ *A la mémoire de mes grands parents surtout MOUNI*
- ⊗ *A mes chères sœurs NESSERINE et OUARDA*
- ⊗ *A mes chers frères MOHAMED et RABAH*
- ⊗ *A mon oncle DAHMANE*
- ⊗ *A toute la famille ATHEMANE, TARDJAOUI, TAIB, AOUANE*
- ⊗ *A tous mes amis en particulier : oualid, samir, smail, mahdi, abd elghani, cherif, abd slam, khaled, mohamed*
- ⊗ *A ma chère amie OUISSEM qui m'a donné le courage et l'amour pour continuer ce travail et le goût de réussir dans ma vie.*
- ⊗ *A tout ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à réaliser ce travail.*



*OUISSEM*





# DEDICACE



*A la mémoire de mon père qui a toujours suscité en moi le désir d'aller plus loin, dans mes études, sans que jamais ce n'ait été une obligation,*

- ⊗ *A ma maman que j'adore,*
- ⊗ *A mes sœurs : Nadia et Fella et mes frères : mohammad, bouziane, nacer, karim, rabie et l'ensemble de leurs formidables petites familles ;*
- ⊗ *A toute la promotion 2007/2008,*
- ⊗ *A tous mes amis*
- ⊗ *Enfin, je pense très fort à celle qui a partagé mon quotidien, qui m'a toujours soutenu, qui m'a encouragé et qui m'a fait découvrir tellement de choses, ma fiancée kahina: merci pour tout ça. Je pense aussi à sa famille qui m'a si gentiment accueilli*



*NABILA*



# PLAN DE TRAVAIL

## PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

<b>Historique de l'élevage d'autruche en Algérie.....</b>	<b>15</b>
<b>I- DESCRIPTION GENERALE DE L'ANIMAL.....</b>	<b>16</b>
a) Description.....	16
b) Longévité.....	17
c) Identification.....	17
<b>II-LA REPRODUCTION.....</b>	<b>17</b>
<b>1) Logement des reproducteurs.....</b>	<b>17</b>
a) Habitat naturel.....	17
b) Bâtiments d'élevage et abris de plein air.....	17
c) Bâtiments des reproducteurs.....	17
<b>2) Alimentation des reproducteurs.....</b>	<b>18</b>
a) Besoins nutritionnels des reproducteurs.....	19
*De un an à la mise en reproduction.....	19
*Durant la ponte.....	19
* Besoins en minéraux et vitamines.....	19
<b>3-LA Reproduction.....</b>	<b>21</b>
a)Organisation sociale.....	21
b) Période de reproduction.....	22
c) Les caractéristiques de la saison de reproduction.....	22
d) Comportement sexuel.....	22
e) Rapprochement.....	23
f) Cour.....	23
g) Parade nuptiale.....	23
h) Accouplement.....	24
i) La nidification.....	24
j) La ponte.....	26
* Les facteurs génétiques.....	27
* Facteurs physiologiques.....	28
<b>III-COUVAISON ET INCUBATION.....</b>	<b>28</b>
<b>1) Rappels d'oologie et d'embryologie.....</b>	<b>28</b>
a) Description de l'œuf.....	28
b) Composition de l'œuf.....	28
c) Protections naturelles.....	30
d) Développement de l'embryon.....	31

<b>2) L'incubation</b> .....	33
a) incubation naturelle .....	33
b) incubation artificielle.....	33
b-1) Historique.....	33
b-2) Collecte des œufs.....	34
b-3) Transport des œufs.....	35
b-4) Nettoyage des œufs.....	35
b-5) Désinfection des œufs.....	35
* Méthode sèche ou fumigation.....	36
* Méthode humide par aspersion.....	36
b-6) Marquage des œufs .....	37
b-7) Stockage des œufs.....	37
b-8) Les paramètres de l'incubation artificielle.....	38
*Température.....	38
*Hygrométrie .....	39
* Retournement ou rotation des œufs.....	42
*Poids de l'œuf.....	42
* La ventilation .....	43
*Le mirage.....	44
<b>3) L'éclosion</b> .....	50
a) L'eclosoir .....	50
b) L'éclosion .....	50
b-1) La préparation à l'éclosion.....	50
b-2) sortie du poussin .....	51
b-3) Interventions à l'éclosion.....	51
*intervention en cas de position normale.....	53
*Invention en cas de malposition .....	53

## PARTIE EXPERIMENTALE

<b>I) MATERIELS ET METHODES</b> .....	56
<b>II) TECHNIQUES, RESULTATS ET DISCUSSION</b> .....	60
<b>A) PREPARATION A LA REPRODUCTION</b> .....	60
*Résultats et discussion.....	62
<b>B) COLLECTE ET NETTOYAGE DES ŒUFS</b> .....	64
*Résultats et discussion.....	67
<b>C) LA DESIFECTION ET L'INCUBATION</b> .....	71
*Résultats et discussion.....	74
<b>III) CONCLUSION</b> .....	78
<b>III) ANNEXES</b> .....	82

## LISTE DES TABLEAUX

- Tableau n° I:** Dimensions minimales des bâtiments d'élevage, des abris de plein air et des parcours extérieurs, taille maximale des effectifs pour les autruches
- Tableau n° II:** Recommandations relatives à la taille du gravier offert aux autruches
- Tableau n° III:** Composition d'un aliment « autruche entretien »
- Tableau n° IV:** Composition d'un aliment « autruche reproduction »
- Tableau n° V:** Comparaison entre l'œuf d'autruche et l'œuf de poule
- Tableau n° VI:** Les résultats obtenus à partir de diverses méthodes de lavage et désinfection.
- Tableau n° VII:** Effets de la température sur l'incubation
- Tableau n° VIII:** Effets de l'hygrométrie sur l'incubation
- Tableau n° IX:** Humidité relative du local (en %) en fonction de sa température et de l'humidité relative requise dans l'incubateur
- Tableau n° X:** Résumé des paramètres d'ambiance pour l'incubation des œufs d'autruche
- Tableau n° XI:** L'évolution de pourcentage de ponte de la saison précédente comparativement à la saison actuelle.
- Tableau n° XII:** Tableau comparatif de l'évolution du nombre et du pourcentage des œufs fertiles
- Tableau n° XIII:** Résultats de perte de la perte de poids durant l'incubation et le pourcentage de la perte
- Tableau n° XIV:** Dimensions des portions du tube digestif de l'autruche
- Tableau n° XV:** Comparaison des systèmes digestifs de l'Autruche, de l'Emeu, et du Poulet
- Tableau n° XVI:** Energie métabolisable de différents ingrédients alimentaires pour l'autruche et le coq
- Tableau n° XVII:** % de calcium, phosphore et sodium dans l'alimentation
- Tableau n° XVII:** Œufs du monde
- Tableau n° XIX:** Perte de poids pendant l'incubation (perte théorique de 15 %) aux conditions de T° et d'HR

## LISTE DES FIGURES

- Figure n° 1:** Les struthioniformes
- Figure n° 2:** La parade nuptiale
- Figure n° 3:** Périodes de ponte moyennes des différents genres de struthioniformes selon l'hémisphère
- Figure n° 4:** Mâle couvant les oeufs.
- Figure n° 5:** Coupe transversale dans un œuf d'autruche fécondé
- Figure n° 6:** Vue intérieure d'un œuf d'oiseau
- Figure n° 7** Coupe sagittale dans l'embryon, l'amnios, la vésicule ombilicale et l'allantoïde de poule
- Figure n° 8:** Mouvements de rotation de l'œuf dans l'incubateur (à gauche pour les œufs incubés verticalement, à droite, horizontalement).
- Figure n° 9:** Exemple de perte de poids pour un œuf de 1620 g au départ (la perte de poids totale est de 15 %)
- Figure n° 10:** Consommation d'oxygène par œuf et par heure au cours des six semaines d'incubation
- Figure n° 11:** Développement de l'embryon d'autruche A gauche : observation par mirage, à droite : ouverture de l'œuf
- Figure n° 12:** Développement embryonnaire observé par mirage
- Figure n° 13:** Positionnement de l'autruchon dans l'œuf
- Figure n° 14:** Etapes de l'éclosion
- Figure n° 15:** Courbe comparative du cumul des œufs pondus par semaine durant la saison précédente et la saison actuelle (22 semaines)
- Figure n° 16:** Evolution de taux de ponte hebdomadaire
- Figure n° 17:** Nombre d'œufs éliminés de l'incubation à cause des dommages de transport
- Figure n° 18:** Courbe de l'évolution du nombre des œufs fertiles
- Figure n° 19:** Courbe de l'évolution de pourcentage de fertilité
- Figure n° 20:** Squelette de l'autruche
- Figure n° 21:** Estomac d'autruche
- Figure n° 22:** Tractus digestif de l'autruche
- Figure n° 23:** Vue dorso-ventrale des viscères d'autruches
- Figure n° 24:** Vue latérale du cloaque et du phallus d'une autruche mâle adulte



## LISTE DES PHOTOS

**Photo n° 1 :** Vue externe (incubateurs)

**Photo n° 2 :** Vue interne avec chariot

**Photo n° 3 :** un portoir d'œufs

**Photo n° 4 :** Tableau électronique où se fait l'affichage et le réglage de la température et l'hygrométrie

**Photo n° 5 :** L'éclosoir

**Photo n° 6 :** Vue interne (Éclosoir à tiroir)

**Photo n° 7 :** La mireuse

**Photo n° 8 :** Un male avec deux de ses femelles

**Photo n° 9 :** La parade nuptiale

**Photo n°10 :** Un male entrain de menacer un étranger

**Photo n°11 :** Nettoyage des œufs

**Photo n°12 :** Stockage des œufs

**Photo n°13 :** Marquage des œufs

**Photo n°14 :** Matériel de désinfection du couvoir

**Photo n°15 :** Désinfection des oeufs

**Photo n°16 :** Premier mirage

**Photo n°17 :** Les ports de l'œufs

**Photo n°18 :** L'incubation des œufs

**Photo n°19 :** Deuxième mirage (développement embryonnaire)

**Photo n°20 :** Œuf pourri

**Photo n°21 :** Pesée des œufs

**Photo n°22 :** Casser la coquille au 42j pour aider le poussin à sortir

**Photo n°23 : (a +b)** Un cas de torticolis dû à une malposition de l'œuf dans l'incubateur

## LISTE DES ABREVIATIONS

**CMV** : Complexe Minéralo-vitaminique  
**ND** : Non Disponible  
**Kg** : Kilogramme  
**n°** : numéro  
**Nbre** : Nombre  
**HR** : Humidité Relative  
**Ui** : Unité internationale

## RESUME

Une étude comparative sur deux saisons de reproduction a été réalisée dans un élevage d'autruches situé dans les régions d'Alger et de Bouira, dans le but d'évaluer dans quelle mesure la mise en place de certains facteurs d'élevage permettrait d'améliorer les performances de production d'autruchons.

Les paramètres tenus en compte étaient liés au mode d'élevage des reproducteurs, à la récolte et l'entretien des oeufs et à l'incubation

Il en ressort que la quantité d'œufs produits et le pourcentage de ponte ont augmenté de façon significative ( $p < 0.05$ ) à partir de la 13<sup>ème</sup> semaine de ponte. D'autre part, nous avons observé une nette diminution du taux d'œufs éliminés et une nette augmentation du taux de fertilité, observé par le mirage des œufs produits.

Nous pouvons conclure d'après ces résultats encourageants que l'amélioration des conditions d'élevage et de suivi des œufs permet d'améliorer la qualité et la quantité d'œufs produits, et donc d'améliorer les performances d'élevage d'autruche dans notre pays.

## **SUMMARY**

A comparative study on two breeding seasons was conducted in a breeding ostriches located in the regions of Algiers and Bouira, in order to assess to what extent the establishment of certain factors livestock would d'improve the performance of production austrichons

The parametrers taken into account were related to farming method of breeding , the . Harvest and maintenance of eggs and incubation .

It appears that the quantity of eggs produced and the percentage of spawning increased significantly ( $p < 0.05$ ) from the 13<sup>th</sup> week of laying. On the other hand, we observed a marked decrease in the rate of eggs removed and a sharp increase in the fertility rate , observed by the mirage of eggs produced.

We can conclude from these results that improved farming conditions and monitoring eggs can improve quality and quantity of eggs produced , and thus improve the performance of ostrich farming in our country.

## المخلص

دراسة مقارنة أجريت على فصلين لتكاثر النعام بمزرعتين بضواحي الجزائر و  
البويرة و ذلك بهدف معرفة و تقييم الى أي مدى يمكن أن يؤثر تغيير بعض  
عوامل التربية في تحسين كفاءات انتاج صغار النعام  
العوامل المأخوذة بعين الاعتبار مرتبطة بطريقة التربية المستعملة من طرف  
المنتجين (جمع و معالجة البيض و الحضانة )  
بيدو أن كمية البيض المنتج و نسبة التبييض ارتقعا بصفة ملحوظة ابتداءا من  
الأسبوع 13 للتبييض من جهة أخرى لاحظنا انخفاض في معدل البيض المقصى و  
ارتفاع ملحوظ في نسبة الإخصاب الملاحظ بعملية السراب  
يمكن أن نستخلص بعد هذه النتائج المشجعة أن تحسين شروط التربية و متابعة  
البيض تسمح بتحسين نوعية و كمية البيض المنتج و بالتالي تحسين كفاءات و  
إمكانات تربية النعام في وطننا.

## INTRODUCTION

L'Algérie s'ouvre au monde, mais aussi à l'économie du marché. Aussi, le développement des secteurs agro- alimentaire et de la santé animale figure parmi ses principaux objectifs.

Nous avons choisi un sujet aussi intéressant que l'élevage d'autruches, suite au mémoire de fin d'études de GHAZLI (2004) sur l'aspect technico-économique de l'élevage d'autruche en Algérie.

Ce sujet nous a semblé très intéressant de par son originalité dans notre pays, sachant que l'autruche a vécu depuis des milliers d'années à l'état sauvage en Algérie, que sa réintroduction a été réussie durant la période coloniale à titre expérimental. En effet, les premiers essais d'incubation artificielle des œufs d'autruche ont été menés pour la première fois au jardin d'essai d'Alger en 1853.

Les premiers élevages de type industriel d'autruche ont été réalisés avec succès par l'équipe GHAZLI en 2001. Les problèmes rencontrés dans ces élevages sont liés à la reproduction, à la ponte et à l'incubation des œufs.

Aussi, il nous a semblé intéressant d'approfondir les notions théoriques indispensables pour la maîtrise de la reproduction, de la couvaison et incubation des œufs d'autruche, en menant une étude bibliographique aussi complète que possible, afin de préciser quelles sont les normes d'élevage concernant cette espèce animale.

Dans un deuxième temps, nous avons réalisé un suivi dans deux élevages situés dans les régions d'Alger et Bouira, dans lesquels nous avons essayé d'améliorer et de maîtriser les paramètres cités ci-dessus.

**PARTIE**

**BIBLIOGRAPHIQUE**

## **HISTORIQUE DE L'ELEVAGE D'AUTRUCHE EN ALGERIE**

Les autruches vécurent en Algérie à l'état sauvage jusqu'en 1874. Des essais d'élevage ont été pratiqués à diverses reprises.

L'élevage de l'autruche est une invention française, et c'est au jardin d'Essai d'Alger, alors dirigé par M. HARDY, que la première incubation artificielle réussie d'oeuf d'autruche a eu lieu en 1853 en Algérie (SMIT, 1963). En 1859, ces autruches pondirent, couvèrent et un poussin naquit, la première fois dans de pareilles conditions. M. Hardy était alors directeur du jardin. Depuis, son successeur, M. Rivière, a pu, pendant longtemps, par une reproduction annuelle et constante, satisfaire aux demandes de plusieurs jardins d'Europe et couvrir à la formation des parcs des environs d'Alger, parcs qui, en 1880, comptaient plus de 120 autruches de la plus belle espèce. A lui seul à cette date, le jardin d'essai possédait huit couples adultes, 4 jeunes et 18 poussins.

La domestication et la reproduction en captivité des autruches étaient donc pratiquées en Algérie sept années avant qu'elles ne furent implantées au Cap.

En 1878 une société parisienne établissait un parc à Ain Mamora, à l'embouchure du Mazafran. Le domaine comprenait 200 hectares de terrains de culture et trois kilomètres de dunes de sable, comme terrains de parcours. En 1880 il renfermait 20 autruches.

Le capitaine CREPUT fit des essais intéressants à Misserghin et les ruines de son parc subsistent encore, à l'entrée du pittoresque ravin de centre.

A Kouba, une dame d'origine anglaise, créa, en 1876, un parc qui, deux ans après, possédait trente oiseaux. Ces oiseaux étaient élevés pour la parade et dans de très mauvaises conditions. Ce parc n'a jamais rien produit, pas plus que sous la direction de M. LOUIS SAY, qui l'acquiesça en 1880. D'autres entreprises se sont montées depuis, dans les environs d'Alger, sur l'initiative de marchands de plumes parisiens, mais de tous ces essais il ne restait rien en 1914, si ce n'est un autruche mâle qui vivait tristement ses derniers jours dans un étroit enclos du jardin d'essai. On n'a jamais déterminé de façon précise la cause de ces insuccès: captivité trop étroite, atmosphère trop humide, méconnaissance générale des moeurs et des habitudes des autruches.

Depuis 1907 des expériences nouvelles sont tentées dans le Djebel Nador. Elles y ont été entreprises par M. MONTIERE, administrateur, en qui l'idée naquit de cet élevage en retrouvant au cours de ses déplacements dans les vastes régions chottis, des coquilles d'oeufs d'autruches. Le MEN n'a trouvé dans les archives de la commune que peu de documents se rapportant à la création et au fonctionnement pratique des parcs Cheddad.

Durant la guerre d'Algérie, et jusqu'après l'indépendance, l'élevage de l'autruche s'est vu abandonné. Quelques spécimens d'autruches se mourraient dans les différents zoos d'Algérie.

Enfin, en janvier 2001, et dans la région d'Ain-Bessam de la wilaya de Bouira, un élevage d'autruches fut lancé par Mr GHAZLI A. Cet élevage a débuté avec 100 poussins d'un jour, 100 poussins âgés de 2 mois et 48 adultes (12 mâles et 36 femelles), importés tous de la Belgique par l'Etablissement AFRIC-AUTRUCHE (Ghazli 2004).



## **I) DESCRIPTION GENERALE DE L'ANIMAL**

### **a) Description**

C'est le plus grand de nos oiseaux vivant sur terre, sachant qu'un mâle avoisine les 2 mètres de hauteur et peut attraper une feuille au bout d'une branche à 2,60m sans sauter. C'est aussi le plus gros, puisque certains sujets adultes peuvent atteindre un poids compris entre 120 et 150 kg.

Est-ce cette masse importante, est-ce la faiblesse de ses ailes aux muscles atrophiés, ou tout simplement le goût pour la course à pied qui a fait de l'autruche - qui il y a encore quelques millions d'années volait et qui maintenant ne vole plus ? Peut-on incriminer son squelette sur lequel le bréchet contrairement aux autres oiseaux n'existe pas ?

Les scientifiques à ce sujet, divergent mais tous sont unanimes pour affirmer que jadis : bien que leur taille et leur poids furent supérieurs à ceux d'aujourd'hui, les autruches volaient.

Une hypothèse laisse à penser que le continent africain qui les reçut était alors très fortement boisé. Ne pouvant décoller et difficilement atterrir, leur poids leur interdisant de se percher dans les arbres, elles furent obligées de devenir essentiellement "terrestres" et d'apprendre à se servir de leurs longues pattes pour échapper aux nombreux prédateurs vivants en Afrique. Ses pattes aux métatarses très allongés, terminés par deux doigts dont seul l'interne est muni d'une sorte d'ongle ou de sabot, lui donnent la possibilité d'atteindre des vitesses élevées pouvant atteindre et même dépasser 70 Kms/h. Une telle vitesse bien entendu ne pouvant être soutenue qu'un court instant, mais courir à 35 ou 40 km/heure pendant près d'une demi-heure ne lui fait pas peur. Résistante et endurante, effectuer de longues distances sous des températures accablantes ne la gêne en rien. Les ailes réduites et impropres au vol, servent de stabilisateur. La tête petite et aplatie est portée par un long cou. Le plumage est volumineux. ( Y. RAYMOND - J.P. POISSON) (<http://pronaturafrance.free.fr/index.html>)



(1) Male d'autruche



(2) Femelle d'autruche



(3) Emeu



(4) Casoar



(5) Nandou

Figure 1 : Source : conception : pointbleu-photos : ZOO AMIENS .DR

### **b) Longévité**

L'autruche vit en moyenne jusqu'à 40 ans. La plus vieille autruche a vécu jusque 81 ans.

### **c) Identification**

Le plumage du mâle est noir luisant, avec des plumes souples sur le dos. Les primaires sont blanches sur les ailes et la queue, rendant l'animal facilement repérable. La femelle et les jeunes ont des plumes brunâtres. Cela leur permet un meilleur camouflage.

Le mâle et la femelle ont un cou dénudé. Les pattes sont nues également. La peau est bleue ou rose chez le mâle et gris rosâtre chez la femelle. Ils ont un cou long et mobile, une petite tête plate, de gros yeux avec de longs cils noirs, des pattes puissantes et blanchâtres, munies de deux doigts. Le bec est large et couleur chair. . ([www.ulg.ac.be/sciences](http://www.ulg.ac.be/sciences))

## **II-LA REPRODUCTION**

### **1) logement des reproducteurs**

#### **a) Habitat naturel**

De façon générale, l'autruche préfère les milieux ouverts, les zones semi-arides avec plantes grasses courtes, capables de lui fournir à la fois un bon apport nutritif et une visibilité propice au repérage des prédateurs. Pour cette raison de sécurité, il semble qu'elle évite les herbes dépassant un mètre de hauteur et les régions où la végétation arborée est dense. L'autruche se montre toutefois extrêmement adaptable et peut survivre dans la savane, ou les étendues désertiques, jusque dans les rocailles de montagne. Son plumage agit comme un isolant qui lui permet de supporter les fortes variations des zones semi désertiques (de 40°C le jour à moins de 0°C la nuit). Elle ne semble pas éprouver de problème pour survivre dans des zones où le niveau annuel des pluies est inférieur à 200 mm, même si la majorité des populations de l'est africain vit dans des régions recevant plus de 800 mm de pluies par an. (DESME-GOBILLOT, 1998.)

#### **b). Bâtiments d'élevage et abris de plein air**

Les bâtiments d'élevage sont obligatoires pour l'entretien des animaux de moins d'un an. En dérogation à cette obligation, les animaux âgés de plus de trois mois peuvent être entretenus en élevage de plein air pourvu d'abris si les conditions météorologiques de la région où se situe l'élevage permettent aux animaux d'avoir toute l'année un accès quotidien aux parcours extérieurs, la plus grande partie de la journée.

Les abris de plein air doivent être fermés au minimum sur trois côtés et doivent comporter un système de fermeture du quatrième côté, permettant d'enfermer individuellement les animaux. Les bâtiments d'élevage doivent être propres, secs, bien ventilés, sans courant d'air, posséder un sol non glissant, non ingestible, sec, être faciles à nettoyer et à désinfecter. Ils doivent être protégés des insectes et des rongeurs par la mise en place de dispositifs ou de moyens appropriés.

Les aires intérieures et les petits enclos doivent être nettoyés régulièrement ; les fientes et les restes de nourriture doivent être éliminés chaque jour (Geslain-Lanéelle 2001).

#### **c) Bâtiments des reproducteurs**

Les autruches sont des oiseaux coureurs et nécessitent par conséquent des enclos rectangulaires allongés pour satisfaire leur besoin de défoulement. Un enclos de 10 à 15 m de large sur 60 à 75 m de long semble suffire pour un couple ou un trio. Il est à noter qu'il vaut mieux prévoir une allée de 1,2 à 1,8 m entre les enclos afin de réduire les interactions entre les oiseaux des enclos adjacents et procurer une sécurité pour le personnel surtout lors de la saison de la reproduction durant laquelle les animaux sont très agressifs. Chaque enclos

dispose d'un abri pour que les oiseaux puissent se protéger des intempéries, dont la surface minimale est de 8 m par animal, avec une hauteur de 2,5 m.

Beaucoup de propriétaires d'élevages d'autruche utilisent maintenant un groupe d'enclos logeant plusieurs mâles et de nombreuses femelles dans de grands champs. Ceci convient pour fournir quelques avantages et ressemble plus à une situation naturelle. Dans ce type d'installation, on a constaté plusieurs avantages: un taux de fertilité plus élevé, un prolongement dans la saison de ponte et une augmentation dans le nombre d'oeufs pondus.

Mais aussi des inconvénients : Plusieurs hectares de terrain de pâturage doivent être prévus pour ce type d'élevage, aussi la difficulté et l'incapacité de déterminer exactement la parenté des poussins résultants (Ghazli 2004).

**Tableau I : DIMENSIONS MINIMALES DES BATIMENTS D'ELEVAGE, DES ABRIS DE PLEIN AIR ET DES PARCOURS EXTERIEURS, TAILLE MAXIMALE DES EFFECTIFS POUR LES AUTRUCHES**

ÂGE de l'animal	BÂTIMENTS D'ELEVAGE et abris en élevage de plein air	PARCOURS EXTERIEUR	NUMBER MAXIMAL d'oiseaux par groupe
De 0 à 21 jours.	Bâtiment d'élevage: 1,20 mètre carré par animal.	Non obligatoire.	40.
De 22 à 90 jours.	Bâtiment d'élevage: du 15 octobre au 14 mai: 2,40 mètres carrés par animal; du 15 mai au 14 octobre: 1,20 mètre carré par animal.	Obligatoire, 10 mètres carrés par animal, avec un parcours minimum de 50 mètres carrés.	40.
De 4 <sup>e</sup> mois à l'abattage ou à la mise en groupe de reproducteurs.	Abris en élevage de plein air: (1) (2) 1,50 mètre carré par animal, avec un minimum de 15 mètres carrés. Bâtiment d'élevage (jusqu'au 7 <sup>e</sup> mois): (1) 5 mètres carrés par animal, avec un minimum de 15 mètres carrés. Bâtiment d'élevage (à partir du 8 <sup>e</sup> mois): (1) 10 mètres carrés par animal, avec un minimum de 30 mètres carrés.	Obligatoire, 250 mètres carrés par animal, avec un parcours minimum de 1 000 mètres carrés.	Non fixé.
Reproducteurs.	Abris en élevage de plein air: (1) (2) 8 mètres carrés par animal. Bâtiment d'élevage: (1) 10 mètres carrés par animal avec un minimum de 30 mètres carrés.	Obligatoire, 500 mètres carrés par animal, avec un parcours minimum de 1 000 mètres carrés.	1 mâle et 1 ou plusieurs femelles par les reproducteur (3).
(1) La hauteur doit mesurer au minimum 2,50 m. (2) L'ouverture de l'abri doit mesurer 0,20 m par animal, avec un minimum de 1,50 m. (3) Si une même surface accueille plus d'un groupe de reproducteurs, un espace supplémentaire suffisant et la possibilité de séparer les groupes en cas d'agressions graves doivent être prévus.			

(Geslain-Lanéelle. Fait à Paris, le 2 avril 2001).

## 2) Alimentation des reproducteurs

Chez l'autruche, l'apparence visuelle des aliments influence le comportement alimentaire de cette espèce. La couleur verte plaît énormément à l'autruche. Les contrastes de couleur piquent la curiosité de cet animal. L'éleveur astucieux se servira de cette caractéristique pour adapter l'alimentation de son troupeau pour en tirer profit. À titre d'exemple, placer de petites quantités d'aliments dans les trémies produira un contraste

de couleur entre l'aliment et la trémie. Ceci attirera l'oiseau à pousser plus loin son investigation et l'incitera à manger. Cette pratique est particulièrement recommandée chez le jeune oiseau que l'on habitue à s'alimenter.

Les proportions du gros intestin sont nettement plus importantes chez l'autruche que chez le poulet. Cette section intestinale regorge de microbes qui transforment les aliments, en nutriments. Chez l'autruche, l'apport énergétique issu de la fermentation microbienne couvre entre la moitié et les trois quarts des exigences énergétiques journalières, alors que cette activité microbienne chez le poulet n'apporte que 11 % des besoins énergétiques de l'oiseau.

Concernant les fourrages, certaines précautions s'imposent avant d'y- recourir. La première consiste à fournir du gravier aux oiseaux leur permettant de broyer les fourrages dans le gésier. La grosseur du gravier à servir aux oiseaux varie en fonction de leur poids vif.

**Tableau II** : Recommandations relatives à la taille du gravier offert aux autruches

Pois vifs de l'autruche	Diamètre du gravier (mm)
Jusqu' à 2 kg	3
2-7 kg	6
7-15 kg	11
Plus de 15 kg	20
Adulte	25

Source : DANY2002

L'absence de gravier provoquera des impactions chez les autruches recevant des fourrages longs.

On peut laisser paître les autruches. Le pâturage recommandé sera entre 15 et 25 cm de hauteur. Les refus seront fauchés et ramassés. On doit ramasser le foin coupé pour éviter des cas d'impaction (Dany, 2002)

### **a) Besoins nutritionnels des reproducteurs**

#### **\*De un an à la mise en reproduction**

Durant cette période, il faut associer la restriction quantitative et la restriction qualitative pour éviter l'obésité des futurs reproducteurs. La ration sera riche en vitamines et sels minéraux, mais pauvre en protéines (14%). Le taux de fibre pourra être élevé à 15%. Il est préférable de nourrir séparément les mâles et les femelles (Kreibich *et al*, 1995).

#### **\*Durant la ponte**

Dès l'âge de 18 mois, les animaux seront nourris avec la ration de reproducteurs, riche en énergie et en protéines mais pauvres en fibre. Les oeufs d'autruche comportent 20% de coquilles ; il faudra donc leur fournir du calcium en abondance (Shanawany et Dingle, 1999). Cornette et Lebailly (1998) recommandent de compléter les animaux avec des coquilles d'huître et de pourvoir les oiseaux de graviers (Cornette et Lebailly, 1998 ; Deeming, 1996 ; Shanawany et Dingle, 1999). Shanawany et Dingle (1999) recommande d'autre part que ces graviers aient la taille de l'ongle porté par le doigt interne de l'oiseau.

\* **Besoins en minéraux et vitamines** Les besoins en minéraux, particulièrement en phosphore et calcium, sont très importants chez l'autruche, surtout pendant la période de ponte des femelles.

Les adultes dépendent entièrement de l'aliment qui leur est fourni. Les besoins se modifient au cours de la saison. Ainsi avant la période de reproduction, il est souhaitable de compléter les repas avec des vitamines et des minéraux. Pendant la période de reproduction la consommation d'aliments chute, les males mangeant très peu pendant qu'ils couvent.

Les premières tentatives pour faire des rations équilibrées n'étaient pas très simples. Chauvier (1971) préconise l'utilisation de pommes de terre bouillies, de betteraves, de drêches, de biscuits concassés ou de son, complétée par l'absorption d'herbe sur une pâture.

Pour les adultes l'aliment industriel est vraiment le plus facile à donner. Les quantités de l'aliment sont les suivantes :

- jusqu'à un an 3% du poids de l'animal
- à partir d'un an 1 à 2% du poids de l'animal (Dumont 2000)

La composition de cet aliment est décrite dans le tableau :

**Tableau III : Composition d'un aliment « autruche entretien » source UFAC**

### AUTRUCHE ENTRETIEN Aliment complet pour autruche

**Composition :**

- Produits et sous-produits de farine de céréales, Fourrages séchés
- Graines de céréales
- Produits et sous-produits de graines oléagineuses
- Produits cellulosiques
- Produits et sous-produits de graines de légumineuses
- Produits et sous-produits de la fabrication du sucre, Minéraux
- Huiles et Graisses, Lysine

**Teneurs analytiques :**

Cellulose brute	(%)	.....	15.00
Cendres brutes	(%)	.....	8.50
M.P.B	(%)	.....	15.50
Matières grasses	(%)	.....	2.80
Méthionine	(%)	.....	0.27

**Additifs (pour 1 kg)**

Vitamines A	(ui)	.....	8000
Vitamines D3	(ui)	.....	1600
Vitamines E	(ui)	.....	160
Cuivre (CuSo4, 5 H2O)	(mg)	.....	4
Durée de garantie des vitamines et additifs		.....	4 mois

Fabriquée 4 mois avant la date de durabilité minimale au verso

Pendant la période de reproduction, on préconise un aliment étudié pour maintenir un poids correct aux autruches en reproduction. On donne entre 1.8 et 2.3 kg par oiseau et par jour, à varier suivant le poids d'un aliment « autruche reproduction ». Cette quantité est à moduler en fonction du nombre d'œufs pondus. Cet aliment doit être complété en calcium, la quantité dépendant du nombre d'œufs pondus.

*La reproduction*

On utilise alors des broyats de coquilles d'huîtres. La composition de cet aliment est décrite dans le tableau :

**Tableau IV : Composition d'un aliment « autruche reproduction » source UFAC (Dumont 2000)**

**AUTRUCHE ENTRETIEN**  
Aliment complet pour autruche

Composition :

- Produits et sous-produits de graines oléagineuses
- Fourrages séchés, Graines de céréales
- Produits et sous-produits de graines de légumineuses, Minéraux
- Produits et sous-produits de la fabrication du sucre,
- Produits et sous-produits de farine de céréales

Teneurs analytiques :

Cellulose brute	(%) .....	13.00
Cendres brutes	(%).....	13.00
M.P.B	(%).....	20.00
Matières grasses	(%).....	2.80
Méthionine	(%).....	0.39

Additifs (pour 1 kg)

Vitamines A	(ui).....	8000
Vitamines D3	(ui).....	1600
Vitamines E	(ui).....	160
Cuivre (CuSo4, 5 H2O) (mg).....		4
Durée de garantie des vitamines et additifs .....		4 mois
Fabriquée 4 mois avant la date de durabilité minimale au verso		

### 3- La Reproduction

#### a) Organisation sociale

Bien que l'autruche ne soit pas un oiseau migrateur, elle est quand même obligée d'effectuer des déplacements. En dépit de sa bonne adaptation aux régions arides, elle doit se rendre régulièrement auprès de points d'eaux. C'est ainsi que peuvent se constituer des groupes allant jusqu'à six cent individus. Dans ce genre de regroupement, chaque bande, ou famille, garde au moins son individualité. Chaque « famille » a ses propres aires de nourrissage et de repos ainsi qu'un endroit privilégié qu'elle a sélectionné parmi les dépressions pour y prendre ses bains de sable. Les relations entre « familles » différentes se s'établissent qu'après une approche actualisée ou chacun adopte une attitude d'humilité, baissant très bas la tête et relevant presque verticalement la queue. Les autruchons des différentes « familles » peuvent alors être élevés ensemble par un groupe de males dominants. (DESME-GOBILLOT, 1998.)

*La reproduction*

### **b) Période de reproduction**

La maturité sexuelle est acquise dès l'âge de deux ans pour la femelle mais seulement à l'âge de quatre ans pour le mâle.

L'époque de nidification a lieu juste avant la saison des pluies permettant ainsi aux autruchons de trouver de l'herbe jeune à leur naissance. Elle varie donc sensiblement d'une région à l'autre de l'Afrique: Mars à août dans l'hémisphère nord, juillet à novembre dans l'hémisphère sud. Cette période dure environ cinq mois quel que soit le lieu. Les différences observées selon les sous-espèces ne correspondent qu'à des contextes géographiques différents. En effet, si l'on déplace une sous-espèce, sa saison de ponte devient alors la même que celle de la sous-espèce autochtone (Thévoz 2006)

### **c) Les caractéristiques de la saison de reproduction**

Chez l'autruche, l'activité sexuelle est saisonnière ; elle est déclenchée par la photopériode croissante. Notons que la captivité ne modifie pas la saison d'activité sexuelle.

Il existe des signes révélateurs sur les animaux :

Le mâle devient rouge foncé au niveau du cou et des cuisses et il présente une certaine agressivité vis-à-vis de ses congénères. On voit aussi que la quantité d'urine et de fèces devient très importante.

En période de reproduction, les mâles et les femelles vont se structurer soit en couples soit en groupes polygames : un mâle pour 2 à 3 femelles dont une dominante.

La captivité peut avoir des conséquences qui interfèrent avec la reproduction des autruches, parmi les effets de la captivité, on note:

- La diminution de l'ardeur sexuelle.
- La difficulté à réaliser la parade nuptiale.
- L'inhibition due à l'absence de choix.

Pour pallier à ces effets ; on peut faire :

- Une stimulation par contact visuel ou auditif avec un autre mâle,
- Une dislocation du groupe et séparation des sexes, quelques mois avant la reproduction.
- Placer un mâle avec 2 ou 3 femelles; et changer de partenaire à chaque période de reproduction (GUTTIN P1985, cité par Ghazli 2004).

### **d) Comportement sexuel**

Dans la nature, l'autruche est polygame et peut aussi bien vivre en couple qu'en trio ou avec deux ou quatre femelles. Dans les élevages, elles peuvent être gardées par couple ou par trio (un mâle pour deux femelles) pendant la période de reproduction. La femelle atteint la maturité sexuelle dans la nature à trois ans et le mâle un an plus tard (Cornette et Lebailly, 1998 ; Hallam, 1992 ; Shanawany et Dingle, 1999). En élevage, elle a lieu un an plutôt, et on a vu des femelles bien entretenues pondre 10 à 20 oeufs entre 18 et 24 mois (Cornette et Lebailly, 1998 ; Hallam, 1992 ; Kean, 1991 ; Poisson, 1926 ; Shanawany et Dingle, 1999). C'est dans sa troisième année que la femelle est réellement mature, et l'on peut espérer une production allant jusqu'à 40 oeufs (Hallam, 1992).

Dès le début de la période de reproduction, la peau du mâle prend une coloration rosâtre, il devient agressif, surtout envers l'homme. Le mâle commence toujours la confection du nid avant l'accouplement (Cornette et Lebailly, 1998 ; Hallam, 1992 ; Kean, 1991 ; Poisson, 1926 ; Shanawany et Dingle, 1999). Dans le troupeau, la couvaison se fait par le mâle qui couve de la tombée de la nuit au lever du jour, et est relayé par la femelle dominante.

#### **e) Rapprochement**

Pendant la phase de formation des territoires quand les mâles prétendent s'attirer tout un harem de femelles, ils s'affrontent entre eux en ouvrant les ailes, en hérissant les plumes du cou et de la tête et en marchant bien droit.

A l'état sauvage les combats entre mâles commencent et s'intensifient jusqu'à approbation de la femelle.

Il existe entre les différents mâles un comportement de dominance. Celui-ci est déterminé par l'ouverture du bec, l'enlacement de la tête et du cou et le heurt occasionnel de la poitrine.

La lutte est typique de l'époque reproductrice. Après avoir émis un son, quand un mâle s'affronte avec rival, il hérisse son plumage du cou et de la tête et dresse les deux ailes bien ouvertes, les maintient en position verticale, en avançant rapidement vers le sujet concurrent qui vient dans sa direction, les ailes dressées lui aussi.

Parfois il ne lève qu'une aile en maintenant l'autre le long de son corps. Pendant la lutte ils se piquent en entrelaçant leur cou, se poursuivent en courant, en claquant du bec et en ruant.

La scène est en général de courte durée et le vainqueur est celui qui réussit à chasser l'autre (Dumont 2000)

#### **f) Cour**

C'est le mâle qui la réalise, courtisant soit un groupe de femelles, soit une femelle en particulier, en essayant de l'attirer vers le harem.

Le mâle ouvre complètement ses ailes en forme d'éventail, en les courbant vers l'avant et en laissant traîner les pointes sur le sol, vers l'avant, comme lorsqu'il défend. Il marche alors au milieu du groupe de femelles, en exhibant son corps et en laissant apparaître son phallus.

Parfois il remue le cou en le balançant de haut en bas et de droite à gauche.

L'activité de cour chez le mâle peut durer près de deux heures de suite et peut s'étendre sur une période d'un mois (Dumont 2000)

#### **g) Parade nuptiale**

A l'époque du rut, on peut distinguer deux phases bien déterminées dans la vie des autruches: une phase diurne, où les bandes, dans lesquelles se mêlent les deux sexes, se promènent en parfaite harmonie; et une phase nocturne, pendant laquelle les mâles reproducteurs délimitent leur territoire (2 à 15 km<sup>2</sup>) et attirent à eux les femelles. A cette époque, on peut entendre dans la savane, aux heures du coucher ou du lever du soleil, des cris répétés selon un rythme précis, ressemblants à des rugissements de lions. Ces cris « Mbuni » servent à attirer les femelles vers les zones de nidification et à avertir les autres mâles adultes que l'un de leurs congénères vient de se choisir un territoire nuptial. Si un individu s'approche malgré tout de ce domaine, il s'ensuit une lutte qui peut s'avérer d'une rare violence, l'adversaire pouvant se retrouver projeté à plusieurs mètres de là et profondément blessé par un simple coup de patte. Si chaque mâle a son territoire, les femelles peuvent, elles, se déplacer de l'un à l'autre.



Une fois la femelle attirée par les battements d'ailes et les cris du mâle, il commence entre eux un véritable spectacle nuptial. Le mâle, qui revêt alors une coloration rouge flamboyante, quelle que soit la sous-espèce, au dessus du bec, du front, autour des yeux et au niveau des métatarses va paître avec sa compagne dans un endroit isolé, les mouvements des deux partenaires étant parfaitement synchronisés. Le moindre désaccord entre leurs mouvements entraîne automatiquement une interruption du prélude nuptial. Le mâle excité bat alternativement des ailes à droite et à gauche puis, avec la femelle, arrache l'herbe et creuse avec son bec un endroit sablonneux. Cette simulation de cueillette dure environ trente minutes.

Le mâle se jette alors à terre face à sa compagne, pattes repliées. Dans cette position, il ouvre les ailes et les agite d'avant en arrière, alternativement et selon un rythme régulier, soulevant un tourbillon de sable (simulant la confection du nid) tout en baissant la queue. Puis, rejetant sa tête sur le dos, il la balance de droite et de gauche, décrivant des mouvements de spirales rapides, tout en continuant de battre des ailes et d'effectuer des mouvements verticaux avec sa queue déployée. Pendant ce temps, il ne cesse de répéter son cri nuptial alors que la femelle passe devant lui ou tourne autour de lui en une attitude humble, laissant traîner ses ailes. Après quinze minutes à deux heures, l'accouplement peut avoir lieu. (DESME-GOBILLOT, 1998.)

#### **h) Accouplement**

La saison de reproduction correspond à la période la plus favorable du point de vue de la température et de l'abondance de nourriture (Thévoz 2006)

Le mâle bondit soudainement vers la femelle qui se laisse alors choir sur le sol et, tout en continuant de battre des ailes et de balancer son cou, il la couvre. Pendant ce temps, la femelle claque du bec et le mâle pousse des grognements. Le pénis est incurvé vers le bas, l'insertion dans le cloaque se fait en passant sous le croupion de la femelle tenu obliquement. Le couchage proprement dit dure une à deux minutes. On peut observer plusieurs accouplements au cours d'une journée (une dizaine en général) espacés au minimum de 50 à 55 minutes. (DESME-GOBILLOT, 1998.)

Grâce aux nombreuses observations en milieu naturel et en captivité ; la parade nuptiale et l'accouplement des autruches sont actuellement parfaitement connus.

Le mâle attire tout d'abord vers lui une femelle qui, dominante, se révélera aussi active que lui dans la défense du territoire. C'est elle qui tête baissée sollicitera le mâle en faisant vibrer les ailes. A partir de cet instant, les deux animaux synchronisent tous leurs mouvements et effectuent alors un simulacre de cueillette d'herbe et de cailloux.

Si ce rituel n'est pas interrompu, le mâle se pose devant la femelle et réalise une véritable danse nuptiale de durée variable (15mn à 3 heures): il bat lentement les ailes, chacune d'elles étant en opposition avec l'autre; son cou décrit de grandes spirales amenant le bec à frapper le sol.

#### **i) La nidification**

C'est le mâle qui confectionne le nid, ou parfois les nids, parmi lesquels la femelle « principale » en choisira un.

L'élaboration est sommaire : il s'agit d'une simple dépression de 30 cm de profondeur pour 2m de diamètre. A l'endroit choisi, le mâle arrache ou piétine l'herbe, remue la terre ou le

sable et creuse à l'aide de son bec et ses pattes .Il veille sur le nid avant même que la ponte n'aient commencé (DESME-GOBILLOT. 1998.)

La nidification avant l'accouplement constitue une expression du comportement sexuel du male, ceci entraînant une ponte avant la première saillie.

Le male utilise pour faire le nid tous les matériaux qu'il peut trouver, du bois, des plumes, de la paille .....

Chaque male va construire son nid avec ses propres spécificités (Dumont 2000)

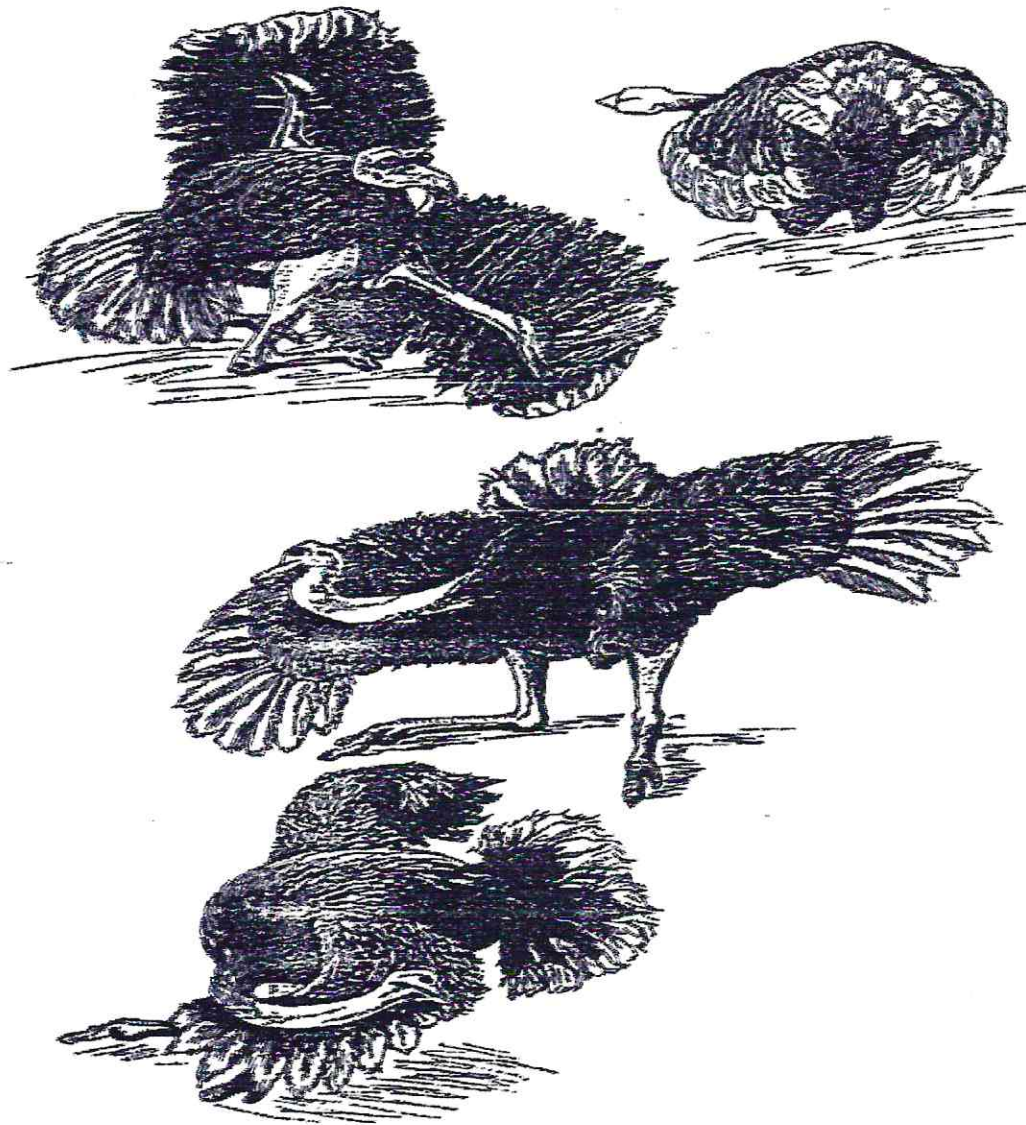


Figure 2 : La parade nuptiale (DESME-GOBILLOT. 1998.)

### i) La ponte

D'une façon générale, la ponte de l'autruche débute en mars et se termine en août. Toutefois, la saison de ponte subit des variations selon la latitude. En effet, dans l'hémisphère Nord, la période de ponte est homogène et elle débute en mars et se termine en octobre.

La femelle commence par pondre des oeufs fertiles dix à quatorze jours après la saillie (Cornette et Lebailly 1998).

La saillie est fécondante pour plusieurs ovules et reste fécondante durant une à deux semaines soit en moyenne treize jours (Cornette et Lebailly, 1998).

Il faut trois à six jours après la saillie pour voir le premier œuf pondu, œuf non fécondé. Le premier œuf fécondé n'arrive, lui, qu'environ quatorze à trente jours après le cochage. Des études ont montré que la rétention de l'œuf et que son dépôt au sol était induit par l'accouplement. La saillie stimule la ponte et la régularité de son rythme (l'autopsie d'une femelle en chaleur, non saillie, au parc zoologique de Paris, a révélé qu'il y avait un arrêt du développement ovigère). Une saillie est fécondante pour plusieurs ovules (quatre à six) et le reste pendant une à deux semaines. Les derniers ovules évoluant, les derniers œufs fécondés sont pondus seulement jusqu'à quelques jours après la dernière saillie.

En captivité tout comme dans la nature, les œufs sont pondus en début d'après midi (entre 16 heures 30 et 18 heures d'après une étude en parcs zoologiques) et au rythme régulier d'un œuf tous les deux jours. Ce rythme suit des cycles de deux à quatre semaines. (DESME-GOBILLOT, 1998.)

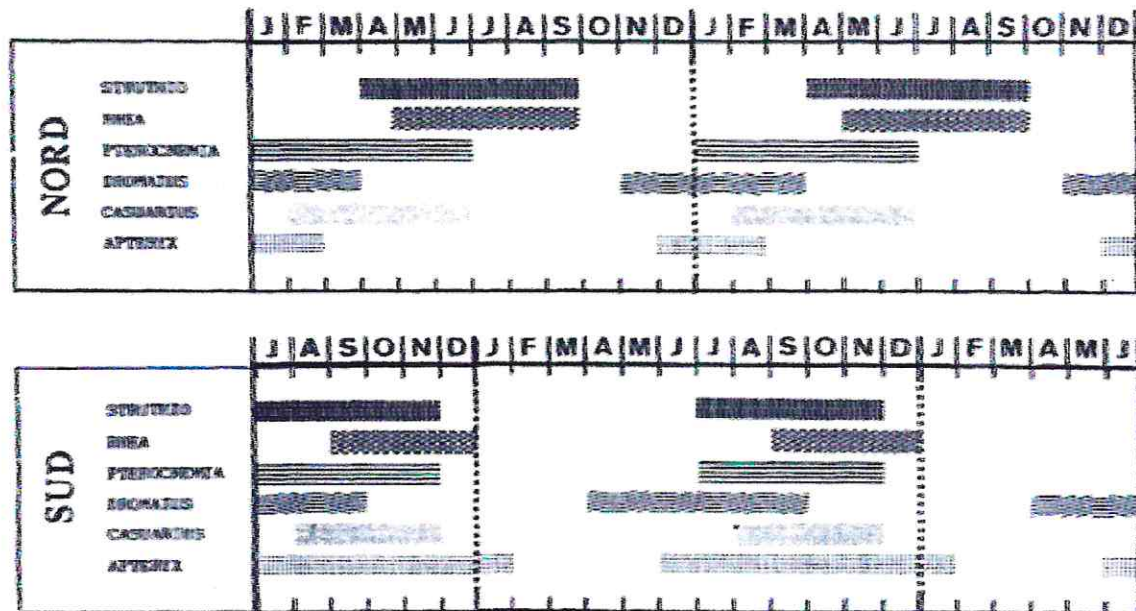


Figure 3 : Périodes de ponte moyennes des différents genres de struthioniformes selon l'hémisphère d'après (GUITTIN, 1985)



Figure 4 : Mâle couvant les oeufs.

Dès le début de ponte et sans exception, les oeufs sont pondus tous les deux jours par cycle de 10-14 oeufs (Cornette et Lebailly, 1998 ; Shanawany et Dingle, 1999).

La ponte de femelles d'un même groupe s'effectue dans le même nid (Cornette et Lebailly, 1998; Hallam 1992 ; Hansets 1999 ; Shanawany et Dingle, 1999). Comparativement aux autres femelles, la femelle dominante passe plus de temps dans le nid. Dans le cas où les oeufs sont ramassés pour l'incubation artificielle, il est conseillé de les récolter les autres au fur et à mesure qu'ils sont pondus, d'une part pour les préserver de toute contamination fongique ou bactérienne d'autre part pour résorber l'instinct de couvaison du mâle et entretenir ainsi la ponte sur une longue période (Cornette et Lebailly, 1998 ; Hallam 1992 ; Hansets 1999 ; Shanawany et Dingle, 1999).

Dans de pareilles conditions, chaque femelle peut pondre entre 10 et 20 oeufs pour sa première saison de ponte et une moyenne de 40 oeufs par saison pour les fois suivantes les meilleures pondeuses ont des performances de 80 à 100 oeufs par saison de reproduction et certaines femelles à haute productivité ont atteint 187 oeufs l'an sans période de repos (Shanawany et Dingle, 1999).

Les performances de ponte peuvent varier en fonction de nombreux paramètres, Principalement les facteurs génétiques (consanguinité, l'âge de reproduction, l'alimentation) et physiologiques.

\* **Les facteurs génétiques** : il a été noté dans la nature des différences de productivité au niveau des différentes espèces. Bien que les comparaisons directes n'aient pas été effectuées, dans des conditions similaires, *S.c camelus* (ou ses hybrides) semblent être l'autruche la moins productive, avec une moyenne de 32 oeufs par saison dans une fourchette de 10 à 80 oeufs. A l'opposé, l'autruche domestique produit en moyenne 60 oeufs (de 25 à 100 oeufs) (Shanawany et Dingle, 1999).

\*L'âge : la ponte de la 1ere saison est en général faible ; cependant plus les animaux avancent en âge, plus leur production d'oeufs augmente ; le nombre de cycles également augmente en nombre et durée. Ainsi, avec un bon système de management de reproduction, certains oiseaux ont fait jusqu'à 5 cycles, avec une production de 100 oeufs.

\*L'environnement : les fluctuations climatiques influencent sur la production d'oeufs. Cette influence est plus ressentie pour le second ou troisième cycle. Ainsi une pluie violente ou un coup de froid peuvent induire une baisse ou un arrêt de ponte. La sensibilité varie également suivant la sous espèce ; ainsi la productivité des "cou-rouges" principalement d'Afrique du Nord est réduite dans les régions de forte pluviométrie. Il faut également noter l'éclairement qui influe la maturité sexuelle et la longueur de la saison de reproduction.

\*L'alimentation : elle est importante car elle permet d'assurer la couverture des besoins

d'entretien et de reproduction. De ce fait, en cas de déficit marqué d'un constituant, la ponte peut baisser voir même s'arrêter. Le calcium apporté sous forme de carbonate de calcium est le principal constituant de la coquille. Son apport doit permettre de compenser les exportations par l'œuf.

Par ailleurs, comme pour toutes les volailles si la défaillance nutritionnelle entraîne une baisse de production, l'excès, en induisant l'obésité, est également à éviter car il conduit aux mêmes problèmes.

\*La santé : l'état général de santé du troupeau peut affecter la production. Il existe de nombreux paramètres et maladies susceptibles d'influencer négativement le nombre et la qualité de l'œuf pondu. Les malformations de l'oviducte peuvent conduire à des pontes ovulaires intra abdominales.

**\* Facteurs physiologiques :** Les autruches sont des animaux très sensibles. De ce fait, les conditions stressantes peuvent affecter leurs performances et doivent par conséquent être évitées. Il faut introduire les reproducteurs dans les enclos de reproduction au minimum 30 jours avant le début de la saison de reproduction afin qu'ils s'y accoutument, et éviter de les déplacer d'un enclos à un autre en période de ponte. Les œufs doivent être collectés avec le minimum de perturbation des animaux. Dans un système semi intensif (plus d'un mâle par parc) l'augmentation du nombre de points d'eau et d'aliment permet de réduire les bagarres et serait bénéfique pour la ponte (Cornette et Lebailly, 1998 ; Hallam 1992 ; Hansets 1999 ; Poison, 1926 ; Shanawany et Dingle, 1999)

### **III-COUVAISON ET INCUBATION**

#### **1) Rappels d'œologie et d'embryologie**

##### **a) Description de l'œuf**

Les œufs d'autruche sont les plus gros œufs d'oiseaux actuels. Par contre, par rapport au poids de l'animal, ils sont parmi les plus petits; ils n'atteignent que 1,5% du poids total de l'animal, comparé à 7 à 15% en moyenne chez les autres types d'oiseaux.

Les œufs de *Struthio camelus camelus* ne se distinguent de ceux des autres sous espèces (*S. camelus massaicus*, *S. c. molybdophanes*, *S. c. australis* et *S. c. syriacus*) que par l'aspect de la coquille et par la taille. Les premiers sont unis et polis, les seconds ont par contre une coquille marquée de nombreux petits pores et sont plus petits.

Les autres caractéristiques des œufs de *S. camelus* se résument comme suit pour l'ensemble des sous-espèces domestiquées, y compris les nombreux hybrides

— longueur: de 135 à 175 mm

— largeur : de 110 à 145 mm

— poids : de 1200 à 1900 g

— couleur blanc crème

— épaisseur de la coquille : 2 mm

— coquille ± 15 à 20 % du poids total de l'œuf

— contenu : ± 80 à 85 % du poids total de l'œuf dont 1/4 de jaune et 3/4 de blanc

— résistance à l'écrasement : 120 kg dans l'axe de la largeur

150 kg dans l'axe de la longueur. (HANSETS 1999)

##### **b) Composition de l'œuf**

À l'origine, et toujours dans le langage courant, on appelait œuf l'ensemble formé de l'organisme qui se développe avant la naissance et de son entourage protecteur. En effet, chez

les oiseaux, les reptiles et les monotrèmes, l'œuf est entouré d'une coquille, dure ou flexible selon l'espèce. Le revêtement intérieur de la coquille, sont tapissés de vaisseaux sanguins permettant à l'embryon de respirer à travers les pores de la coquille.

L'humidité ainsi que les taux en protéines et calcium sont génétiquement fixés et ne dépendent pas de l'alimentation. Ils sont semblables chez la poule et chez l'autruche. Par contre, les taux en vitamine E et en sélénium dépendent de l'alimentation et sont plus élevés dans l'œuf d'autruche. La teneur en vitamines de l'œuf interfère directement sur l'éclosabilité et sur la viabilité des autruchons. L'alimentation des reproducteurs doit donc fournir vitamines et minéraux en quantités suffisantes. (HANSETS 1999)

**Tableau V** : comparaison entre l'œuf d'autruche et l'œuf de poule (d'après FOWLER, 1991 ; ANGEL 1994)

	AUTRUCHE	POULE
Volume (ml)	950-1210	55
Poids total (g)	1195-1525	60
Albumen (%)	59,4	58,1
Jaune (%)	20,9	31,8
Coquille (%)	17,7-20,5	10,1
Humidité (% MF)	74,3	74,6
Protéines (% MS)	47,9	47,8
Matières grasses (% MS)	42,4	43,9
Phosphore (% MS)	0,84	0,71
Sodium (% MS)	0,67	0,54
Potassium (% MS)	0,40	0,51
Calcium (% MS)	0,24	0,22
Vitamine A (UI/g)	18,5	20,5
Vitamine E (mg/g)	0,22	0,12
Magnésium (ppm)	608	472
Zinc (ppm)	53	56,7
Thiamine (ppm)	3,43	2,90
Sélénium (ppm)	1,09	0,60
Acide folique (ppm)	0,84	0,51

MF = matière fraîche, MS = matière sèche, hors coquille

### c) Protections naturelles

L'oeuf dresse naturellement trois barrières successives à la pénétration des germes :

- \* la cuticule
- \* les membranes
- \* l'albumen.

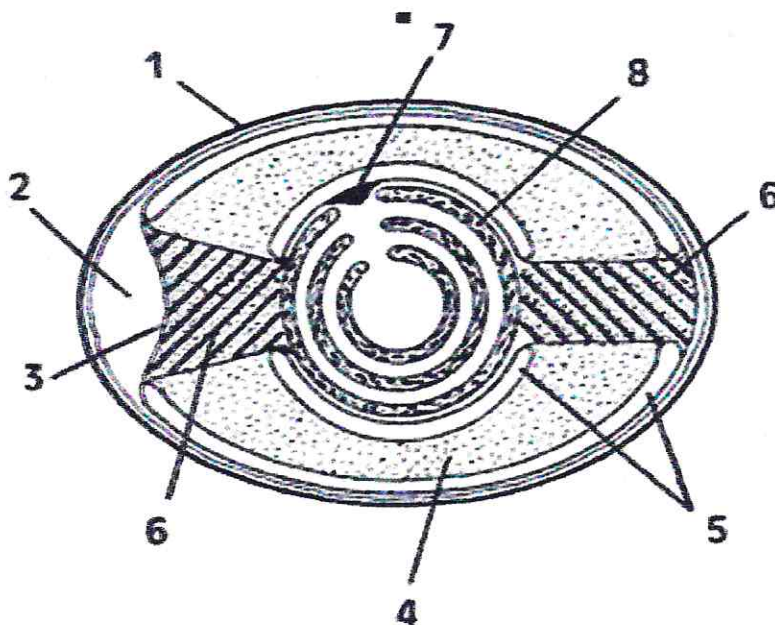
La coquille est dotée de milliers de pores dont la plupart sont obstrués par la cuticule, diminuant ainsi la pénétration des germes.

La pénétration des bactéries dans l'oeuf est favorisée lorsque la surface de la coquille est mouillée.

Les deux membranes internes de la coquille agissent en tant que barrière supplémentaire à la pénétration. Les bactéries s'y développent plus lentement du fait de la présence de substances antibactériennes comme le lysozyme.

Le blanc (ou albumen) joue également un rôle de protection antibactérienne, il contient une série de substances à action antibactérienne. On peut citer le lysozyme qui a une activité contre les staphylocoques, et la conalbumine qui synthétise des molécules emprisonnant le fer, bloquant par la même occasion la croissance des bactéries. (HANSETS 1999)

Figure 5 :



— Coupe transversale dans un œuf d'autruche fécondé. 1. Coquille et membrane externe. 2. Chambre à air. 3. Membrane interne. 4. Blanc épais. 5. Blanc mince. 6. Chalazes. 7. Disque germinal. 8. Futures membranes de l'embryon [in KREIBICH, SOMMER, 1995].

#### **d) Développement de l'embryon**

Les modalités du développement de l'oeuf d'autruche sont rarement décrites dans la littérature. On se référera donc à l'exemple de la poule.

Le développement embryonnaire des oiseaux est comparable à celui des amphibiens et bénéficie des mêmes avantages, à savoir "l'invention" de deux nouvelles annexes embryonnaires qui s'ajoutent à la vésicule ombilicale : la cavité amniotique et la vésicule allantoïdienne. Ce sont des dispositifs visant à assurer la protection, la nutrition, la respiration et l'élimination des déchets métaboliques de l'embryon.

L'oeuf de l'oiseau est télolécithe, c'est-à-dire que la partie embryonnaire au sens strict n'est constituée que par une zone superficielle discoïdale, localisée au pôle supérieur du jaune (disque germinatif où se dérouleront les segmentations).

L'oeuf est fécondé dans les voies génitales de la femelle et plus précisément dans l'oviducte gauche, le droit étant atrophié.

En descendant dans l'oviducte, l'oeuf s'entoure de plusieurs couches d'albumen, des membranes et de la coquille. Lors de cette descente, les parois de l'oviducte impriment à l'oeuf un mouvement de rotation autour de son grand axe. Le sens de cette rotation est attesté par la torsion des chalazes, deux cordons résultant d'une condensation mucilagineuse et maintenant la masse du jaune en position centrale au sein de l'albumen.

La succession des différentes segmentations de l'embryon mènera à la neurula et à la mise en place d'une vésicule ombilicale qui circonscrit le vitellus.

L'embryon, d'abord étroitement appliqué à cette vésicule, tend ensuite à s'en dégager par un soulèvement au-dessus du jaune, mais lui reste associé par le pédicule vitellin. La vésicule ombilicale régressera progressivement à mesure que le vitellus qu'elle contient sera consommé par l'embryon.

L'albumen est totalement utilisé pendant l'incubation. Au moment de l'éclosion, le chorion, l'amnios et l'allantoïde sont éliminés en même temps que les débris de la coquille.

Le reste du vitellus (jaune), soit 25 % de la masse initiale, se rétracte dans la cavité abdominale au niveau de l'intestin moyen et sert de réserve au poussin dans les premières heures qui suivent l'éclosion, plusieurs jours chez l'autruche.

On peut donc définir trois phases dans le développement embryonnaire.

\*La première phase s'étend du début de l'incubation au développement complet du bec. Pendant cette phase, on assiste à la mise en place des organes et des membranes.

\*La deuxième phase s'étend jusqu'à la formation significative des plumes du corps. Cette période s'accompagne d'un accroissement des organes sans réelle différenciation.

\*La dernière phase se poursuit jusqu'à l'éclosion et inclut la rétraction du vitellus, ainsi que le passage du système respiratoire de l'allanto-chorion à celui des poumons. (HANSETS 1999)



### VUE INTÉRIEURE D'UN OEUF D'OISEAU

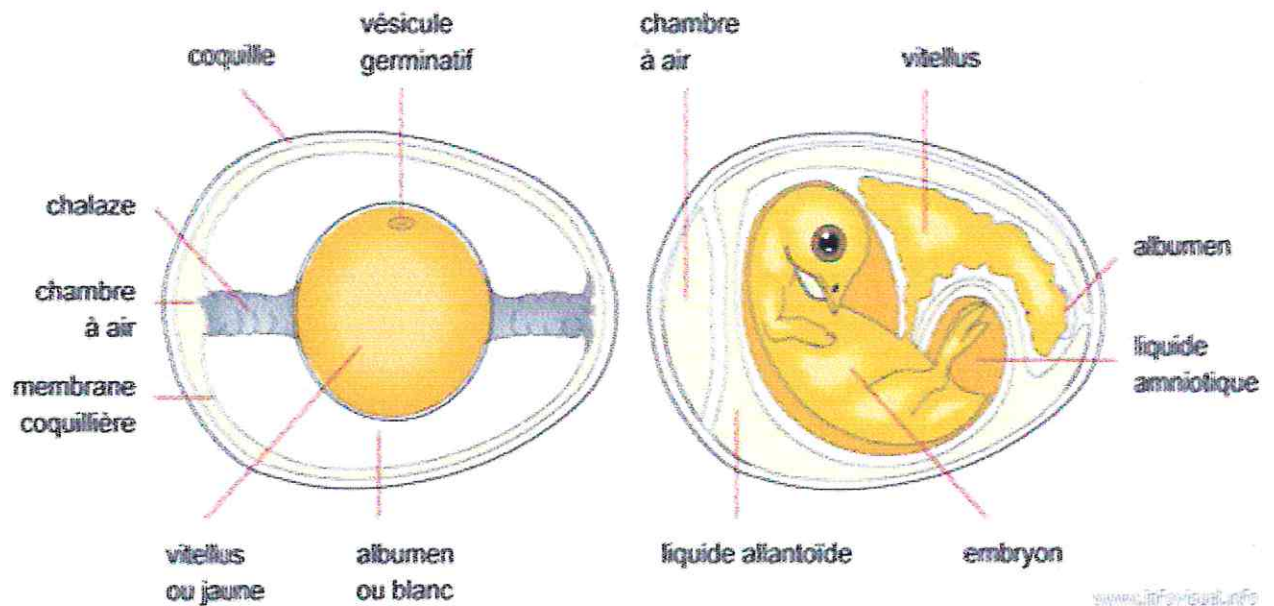


Figure 6 : Vue interne d'un œuf d'oiseau (<http://fr.wikipedia.org/wiki>)

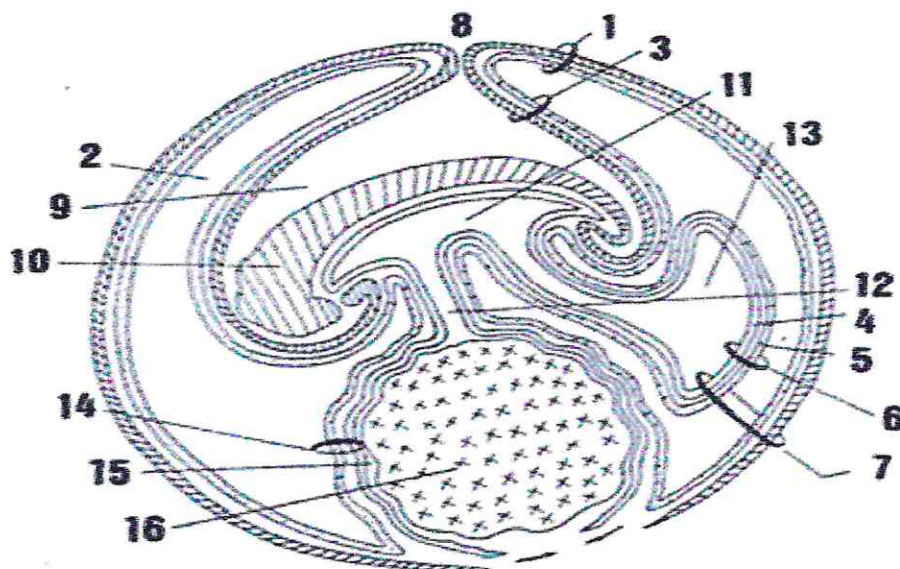


Figure 7 :

- Coupe sagittale dans l'embryon, l'amnios, la vésicule ombilicale et l'allantoïde de poule. 1. Séreuse (chorion). 2. Cœlome extra-embryonnaire. 3. Amnios. 4. Endoderme. 5. Splanchnopleure extra-embryonnaire. 6. Paroi de l'allantoïde. 7. Futur allanto-chorion. 8. Raphe séro-amniotique. 9. Cavité amniotique. 10. Embryon (région céphalique). 11. Intestin. 12. Pédicule vitellin. 13. Allantoïde. 14. Paroi de la vésicule ombilicale. 15. Vésicule ombilicale. 16. Jaune (vitellus) [GALLIEN, 1976].

## **2) L'incubation**

Le rôle de couvrir les œufs incombe au mâle et à la femelle « principale » et c'est selon un rythme précis et sans aucune absence qu'ils s'y attachent : le mâle couve le nid de la fin de l'après midi au matin et la femelle au cours de la journée, la couleur de leurs plumages respectifs se prêtant bien à cette alternance. Leur sternum, en forme de plateau, leur procure une protection contre la chaleur ardente du sol. Dans le désert, la couvaison consiste plus en un rafraîchissement des œufs par ventilation grâce au plumage et en un maintien à l'ombre plutôt qu'à un réchauffement des œufs. Le sable, qui recouvre 25 à 33 % de la surface de l'œuf, permet de tamponner les oscillations de température. (DESME-GOBILLOT, 1998.)

### **a) incubation naturelle**

Les observations et travaux de BERTRAM B.C.R et BURGER A.E (1981) sur les autruches en captivité des fermes de Botswana et sur des autruches sauvages au Kenya ont permis de mettre en évidence les caractéristiques surprenantes de l'incubation naturelle chez les autruches.

Alors que les variations journalières de température atteignent souvent 20° C (17,8 - 38,9° C), la température des œufs couvés reste constante (30,8 à 33,8° C), ainsi que celle du nid (31,9— 34,6° C). De la même façon, l'humidité relative au sein du nid (31,9 à 52 %) est plus constante et plus basse que celle de l'air ambiant (39 à 72 %) (Ghazli 2004).

L'incubation naturelle est le mode de reproduction qui a pendant longtemps dominé (Poisson, 1926). Elle se pratique par les systèmes semi intensifs et extensifs. Elle s'effectue par le mâle et la femelle dominante. Le mâle couve de l'après midi au lendemain matin tandis que la femelle couve le reste du temps soit 1 /3 de la journée en période de couvaison, le mâle perd sa couleur et délaisse les généralement femelles (Shanawany et Dingle, 1999). La femelle dominante étant capable de reconnaître ses propres œufs, si de nombreux œufs sont dans le nid, elle roule hors de ce dernier ceux qu'elle ne reconnaît pas comme étant les siens, qui dans ces conditions forment un cercle à 1-2 m autour du nid.

Durant l'incubation les autruches tournent périodiquement les œufs et par là il semblerait qu'elles soient en mesure de reconnaître les œufs infertiles ou ceux dont les embryons sont morts. Ces œufs sont alors roulés hors du nid pour rejoindre ceux du cercle extérieur. De ce fait, au bout des 42 jours que dure l'incubation, le taux d'éclosion peut atteindre 100% pour les œufs incubés (Deeming, 1997 ; Shanawany et Dingle, 1999)

### **b) incubation artificielle**

#### **b-1) Historique**

Bien que l'autruche ait parcouru des siècles et par conséquent traversé de multiples civilisations, ce n'est qu'à partir de 1870 que son exploitation est devenue une industrie grâce à l'invention de l'incubateur artificiel par Arthur Douglas en République d'Afrique du Sud. De nos jours, l'incubation artificielle nécessite un matériel d'une bonne précision et suit un protocole rigoureux en plus de mesures de prophylaxie stricte (sur bottes, pédiluves, circulation à sens unique).

Voici ce qu'était l'incubation artificielle au début du siècle (Méthode du Dr Ménégaux in POISSON, 1926):

« ..L'incubateur a une température de 39 degrés. Cette température est abaissée vers le quinzième jour entre 37 et 38 degrés, on continue à l'abaisser jusqu'à la fin de l'incubation de manière qu'elle soit comprise entre 36,8 et 37 degrés. Pendant les deux premiers jours, on ne

doit pas toucher aux oeufs, après le deuxième jour, on les laisse refroidir un peu sur une couverture pendant trente minutes et pendant les cinq jours qui suivent, on les fait refroidir pendant une durée de trente à cinquante minutes. Il est nécessaire d'avoir un degré hygrométrique constant dans la salle d'incubation et une ventilation parfaite, pas trop violente mais bien assurée. Pour maintenir une humidité dans le local, on arrose le matin des nattes qui absorbent une quantité d'eau suffisante. Au quinzième jour, on mire les oeufs ... »  
Nous pouvons comprendre que les résultats obtenus étaient très loin de ce que nous réussissons aujourd'hui avec les incubateurs modernes. (HANSETS 1999)

### **b-2) Collecte des oeufs**

Les oeufs sont prélevés chaque soir lorsque le nid n'est pas protégé par l'un des parents. A cette époque de l'année un mâle d'autruche peut s'avérer dangereux, il peut même à l'extrême, d'un coup de patte, tuer un homme. Une habitude à prendre, c'est de distribuer la nourriture en fin de journée, ce qui oblige le mâle à quitter le nid pour s'alimenter, et laisse (en principe) le champ libre au soigneur ou à l'éleveur (Y. RAYMOND - J.P. POISSON)  
(<http://pronaturafrance.free.fr/index.html>)

Les oeufs doivent être récoltés le plus rapidement possible après la ponte, à fin d'éviter les risques:

\*D'altérations par contact avec le sol.

\*De contamination bactérienne.

\* De gel.

En générale, les nids sont contrôlés deux fois par jour. La propreté et l'hygiène des oeufs sont essentielles: les oeufs doivent être pris à mains propres et sèches ou avec des gants en latex. Les oeufs sont ensuite examinés soigneusement pour rechercher des craquelures et pour évaluer le degré de propreté. Les oeufs craquelés devraient être écartés. (Ghazli 2004)

Les oeufs doivent donc être récoltés le plus rapidement possible après la ponte pour réduire les risques de contamination, de prédation, d'altération de l'embryon et pour empêcher le mâle de couver (Cornette et Lebailly, 1998 ; Deeming, 1997 ; Hansets, 1999 ; Shanawany et Dingle, 1999). Il est conseillé de laisser le premier oeuf qui est toujours clair .

Il est également conseillé de construire un nid propre à un endroit abrité et d'y inciter les femelles à pondre

La récolte des oeufs nécessite des précautions particulières pour éviter les risques de contamination horizontale, ou par les mains de l'éleveur, le moyen le plus simple est d'utiliser un sac plastique individuel que l'on retourne sur les oeufs (Cornette et Lebailly, 1998)

Une fois les oeufs pondus, il est nécessaire de les récolter le plus rapidement possible pour éviter tout risque de contamination et d'altération de l'embryon. En retirant les oeufs du nid on empêche également les autruches de couver et ainsi elles continuent à pondre.

Il faut se méfier du mâle qui peut être très agressif pendant la période de ponté. Deux personnes seront nécessaires pour la collecte, une pour distraire le mâle et une autre qui va chercher les oeufs.

Les infections bactériennes pénètrent plus facilement dans des oeufs fraîchement pondus. En effet, la coquille de l'oeuf n'offre pas encore toute sa résistance, car elle n'est pas encore sèche, d'où la nécessité de faire un ramassage directement après la ponte.

Tous les moyens de prévention doivent être mis en place afin de limiter le nombre de germes sur les oeufs.

(1) La première précaution à prendre est de récolter des oeufs propres et pour ce faire, il faut inciter les autruches à pondre dans les nids confectionnés par l'éleveur à un endroit sec sous abri. Une excavation de deux mètres de diamètre dans du sable et recouverte d'un toit fera très bien l'affaire.

(2) Les oeufs sont ramassés avec des gants et chaque oeuf peut être mis individuellement dans un sac plastique neuf pour éviter une contamination entre les oeufs (contamination horizontale). Un marquage provisoire peut se faire au ramassage.

(3) Les oeufs présentant un coup ou une coquille fêlée sont directement écartés. Il est inutile de vouloir incuber de tels oeufs.

(4) Une hygiène parfaite des mains de l'éleveur est recommandée. Se laver les mains avant toute manipulation des oeufs.

(5) Dès que les oeufs sont récoltés, il est bon de les mirer pour constater l'état de la coquille. Pour examiner les oeufs, une lampe à mirer sera utile. Cette lampe sera puissante avec une focalisation précise. En général la lampe se place à une des pointes de l'oeuf, celle où se trouve la chambre à air.

(6) La manipulation des oeufs doit se faire avec précaution, sans mouvements brusques, afin de ne pas endommager les tissus embryonnaires. (HANSETS 1999)

### **b-3) Transport des oeufs**

Pour assurer le transport des oeufs sur un long trajet, ils sont mis dans des caisses conditionnées avec des alvéoles en mousse pour amortir les trépidations, en évitant que les oeufs ne soient en contact entre eux pour prévenir les fêlures de coquille dues aux chocs et la propagation des germes pathogènes. Ces oeufs, avant d'être stockés, devront subir un nettoyage et une désinfection. Les trépidations pendant les trajets, surtout si les oeufs doivent subir un long voyage, ont pour conséquence de diminuer le taux de fécondité. Une diminution de plus de 10 % a été constatée lors de transports de quelques heures en voiture (par exemple lors du transport des oeufs vers un centre d'accoupage). (HANSETS 1999)

### **b-4) Nettoyage des oeufs**

Un oeuf récolté sec et propre ne nécessite aucun soin particulier. Un nettoyage inopportun peut même endommager la cuticule qui protège la coquille. Les oeufs souillés seront nettoyés avec une brosse douce, à sec pour les débarrasser des traces de terre et de matière organique. Tout oeuf souillé est systématiquement désinfecté pour prévenir les risques de contamination horizontale dans l'incubateur. (Cornette et Lebailly, 1998 ; Deeming, 1997 ; Hansets, 1999)

### **b-5) Désinfection des oeufs**

La présence d'oeufs souillés ou porteurs de germes est fréquente, et le risque de contagion est accru par l'atmosphère de la couveuse. Actuellement, deux écoles se disputent sur le lavage ou la désinfection des oeufs; il semblerait que le lavage des oeufs entraîne tout de même plus de mortalité embryonnaire que la désinfection des oeufs.

Si le lavage est nécessaire, il est réalisé dans une solution à la température des oeufs. Les variations de température sont associées à des variations de pression qui favorisent la pénétration des germes à l'intérieur de l'oeuf.

Les désinfectants tels que la chlohexidine, la bétadine ou les phénols peuvent être utilisés pour le lavage ou la désinfection par aérosol. Si les oeufs sont lavés, il faut les sécher premièrement avec du papier puis avec un sèche-cheveux pour éliminer rapidement toute l'humidité.

Les oeufs fortement contaminés doivent être stockés et incubés séparément. Les ultraviolets

sont parfois utilisés pour stériliser la surface, mais ils ne sont pas actifs sur les germes ayant déjà pénétré la coquille. (Ghazli 2004).

Une fois les œufs collectés il faut très rapidement les nettoyer avant de les stocker. Si les œufs sont faiblement souillés, il conviendra de les placer sur des plateaux de stockage et de procéder à une désinfection (Nicolas Gavard-Gongallud)

Il existe deux types d'infection ou contamination la contamination verticale qui est congénitale et a lieu au niveau des ovaires et de l'oviducte (salmonelle, mycoplasme, virus ....) et la contamination horizontale, non congénitale, qui a lieu après l'oviposition. A ce moment l'œuf est chaud et humide et sa température diminue rapidement. Il s'opère alors une rétraction naturelle du contenu de l'œuf (permettant la formation de la chambre à air) accompagnée d'un phénomène de succion des germes au travers de la coquille.

La désinfection des œufs avant l'incubation est obligatoire. Une bonne désinfection augmente les chances de succès de l'incubation, la qualité microbiologique des œufs étant un facteur primordial.

En aviculture moderne, deux méthodes de désinfection sont possibles.

#### **\* Méthode sèche ou fumigation**

La fumigation peut se faire par l'adjonction de 10 ml de formaldéhyde (bactéricide et fongicide) à 40 % à 5 g de permanganate de potassium par m<sup>3</sup> de volume du local.

Les œufs sont déposés sur des supports en plastique et placés dans une enceinte hermétique (boîte ou local selon le nombre d'œufs) qui fait office de chambre à gaz. On dépose les cristaux de permanganate dans un petit récipient dans la chambre à gaz, puis on y verse le formol avant de refermer celle-ci.

La fumigation doit durer au moins une demi-heure. Les gaz de la fumigation sont toxiques pour l'homme et la manipulation exige le port d'un masque intégral.

Après la fumigation, on laisse échapper les gaz soit en ouvrant la boîte à l'extérieur, soit par une ventilation si il s'agit d'un local, et on laisse reposer les œufs pendant une heure à l'air.

La fumigation peut aussi se faire directement dans l'incubateur, mais jamais pendant les quatre premiers jours de l'incubation.

#### **\* Méthode humide par aspersion**

Les méthodes de désinfection par voie humide sont plus efficaces vu l'emploi de produits ayant un plus large spectre d'action en effet, il existe des produits qui sont en même temps bactéricides, virucides et fongicides (H.A.C. ®. Hospital Antiseptic Concentrate, ou le Désogerme 3A® agriculture des Laboratoires ACI de Lyon en France).

Le Désogerme 3A® est une solution aqueuse stabilisée d'ammonium quaternaire et de trois aldéhydes associés à différents additifs. Ce produit est exempt de composés chlorés, iodés ou phénoliques. Le fabricant recommande l'application d'une solution contenant 25 ml de Désogerme par litre d'eau pour la pulvérisation sur les œufs. La température idéale de la solution à utiliser est de  $\pm 30^{\circ}\text{C}$ .

Lors de la désinfection des œufs par aspersion, il faut impérativement que la solution ait une température supérieure à celle des œufs. Si on applique sur les œufs une solution plus froide,

le liquide sera aspiré par les pores et on augmentera le risque d'y faire pénétrer les agents pathogènes.

Ce phénomène d'aspiration apparaît également lorsqu'un oeuf est pondu dans une flaque d'eau. L'oeuf ayant la température du corps de l'autruche au moment de la ponte, l'intérieur se rétracte au contact de l'eau froide contaminée, et donc aspire cette eau porteuse de microbes à travers la coquille.

Par contre, si la solution utilisée pour la désinfection est trop chaude, il y a un risque d'altérer l'albumen, les protéines ou les membranes de l'oeuf.

Après désinfection, les oeufs seront essuyés de manière à ne pas avoir d'eau qui coule puis laissés à sécher à l'air libre. La désinfection des oeufs ne supprime jamais tous les agents pathogènes. Elle permet seulement d'en diminuer le nombre et par conséquent, permet d'augmenter les chances de réussite de l'incubation.

Une désinfection bien gérée peut rendre une coquille quasi exempte de germes pathogènes.

**(HANSETS 1999)**

Méthodes	Résultats
Lavage à l'eau.	Très mauvais. Destruction de la cuticule protectrice. Entrée des germes favorisée.
Fumigation avec : 6 ml d'aldéhyde + 3 g de permanganate de potassium.	Très bons. Méthode individuelle.
Fumigation par formol.	Bons. Méthode collective.

**Tableau VI :** Les résultats obtenus à partir de diverses méthodes de lavage et désinfection. **(Ghazli 2004)**

Dans le cas où les oeufs sont beaucoup plus souillés, il faut avoir recours à une machine de lavage. Il en existe différents types dotés généralement du même système.

Les oeufs sont trempés dans une eau à 33°C et par un système de bulles d'air, les oeufs sont nettoyés. Ces procédés sont faibles mais malheureusement assez coûteux. « Nicolas Gavard-Gongallud »)

**b-6) Marquage des oeufs**

Après le nettoyage des oeufs, une marque (par exemple un numéro) sera apposée sur la coquille du côté de la chambre à air, au moyen d'un crayon ou d'un feutre indélébile ou encore d'une étiquette, afin de pouvoir les identifier. Le numéro sera reporté sur la liste reprenant les pontes de votre élevage. **(HANSETS 1999)**

**b-7) Stockage des oeufs**

Les oeufs sont pesés et identifiés puis stockés. La durée de stockage et les paramètres de stockage (température, humidité, positionnement, et propreté) sont les points essentiels pour le développement futur de l'embryon. De nombreux éleveurs conservent les oeufs à 15°C et à 75 % d'humidité relative.

Il est recommandé de ne pas stocker les oeufs plus d'une semaine car l'éclosabilité diminue avec le temps (au-delà d'une semaine, le pourcentage d'éclosion devient trop faible.)

Avant d'être mis en incubation, les oeufs doivent être préchauffés graduellement pour éviter aux embryons le choc thermique lors de la mise en incubateur, ainsi que pour éviter les fluctuations de température à l'intérieur de l'incubateur qui seraient associées à l'ajout d'oeufs froids. (Ghazli 2004)

Le stockage est une étape indispensable durant laquelle la chambre à air va se former, du côté le plus large de l'oeuf où les pores sont plus nombreux et laissent passer l'air entre la membrane interne et la membrane externe. Lorsque l'oeuf est laissé au repos quelques jours (au minimum 2 jours), l'albumen se dégrade et permet à l'embryon de se rapprocher de la chambre à air, pour autant que l'oeuf soit maintenu en position verticale, côté large vers le haut, la densité du jaune étant inférieure à celle de l'albumen.

L'embryon minuscule entrera dans un état de latence et pourra être conservé sans danger jusqu'à un maximum de 10 jours. Ses chances d'évoluer correctement ne seront pas diminuées par cette latence pour autant qu'elle se fasse dans de bonnes conditions de température, d'humidité et de retournement de l'oeuf.

Le stockage favorise même la perte en eau durant l'incubation sans pour autant avoir d'effets négatifs sur l'éclosabilité

Le local de stockage des oeufs doit être propre, bien ventilé et à l'abri de toute condensation et prédation. Sa température optimale sera de 15 °C. Il n'y a cependant pas de différence observée à l'éclosion pour des températures comprises entre 13 et 18 °C.

Le taux d'humidité relative doit être assez élevé sans pour autant atteindre le point de rosée ou condensation. Aucune vapeur ne peut être produite dans ce local.

Le retournement des oeufs pendant cette période est conseillé et sera effectué une fois toutes les 12 heures.

Souvent les oeufs sont stockés en position horizontale mais certains éleveurs les conservent en position dressée avec la chambre à air vers le haut.

Enfin, le stockage des oeufs permet de constituer des lots d'oeufs qui seront mis en même temps dans l'incubateur et avoir ainsi des groupes d'autruches de même âge. (HANSETS 1999)

### **b-8) Les paramètres de l'incubation artificielle**

#### **\*Température :**

Un oeuf fécond de Struthioniformes, exposé à une température de plus de 30° C se développe. L'expérience montre (Parc Zoologique de Paris) que l'on peut placer des oeufs dans la même incubatrice des oeufs d'autruche, de nandou et d'émeu à une température de 36° C.

Il existe, pour ces trois familles, une corrélation positive entre la durée d'incubation et la température.

En effet une augmentation de la température diminue le temps d'incubation en accélérant le développement de l'embryon.

Cependant, tout excès sera sanctionné par les conséquences périnatales observées par GUITTIN en 1985 au zoo de Vincennes.

Les succès d'incubation artificielle chez les Struthioniformes sont réalisés à des températures de 35,5° C à 37,5° C.

Une autre méthode, préconisée par TONI HELFER, directeur d'un zoo de Californie, consiste à soumettre des oeufs d'autruches à des températures décroissantes: 36,7°C à 40°C pendant 2 jours, 32,2°C à 35°C pendant 2 semaines, 26,7°C à 29,4°C de nouveau pour 2 semaines. (Ghazli 2004)

Ce sont toujours les éclosions à terme (42 jours) qui donnent les plus hauts pourcentages de réussite et les meilleurs poussins.

On a constaté que les oeufs d'autruche tolèrent, sans perturbation du développement de l'embryon, des variations de température de 1,5 °c en plus ou en moins. Dans ces limites physiologiques, l'embryon se développe plus rapidement quand la température est plus élevée et le temps d'incubation est donc plus court.

Il est évident que la température des incubateurs doit se rapprocher le plus possible de ce qui se passe dans la nature. La température optimale est de 36,3 °C. Un thermomètre (au mercure) supplémentaire à celui de la sonde permettra de vérifier la bonne régulation dans l'incubateur.

Les effets observés de la température sur l'oeuf et l'embryon sont les suivants

**Tableau VII** : effets de la température sur l'incubation (Ghazli 2004)

	TEMPERATURE TROP ELEVEE	TEMPERATURE TROP BASSE
Éclosion	prématurée	tardive
Poussin	apathique et petit	poisseux, gluant, puant, ou mort
Cordon ombilical	ombilic sanglant, mal cicatrisé	omphalite

\*Inférieure à 0 °C l'exposition trop longue (plus de 24h) d'un oeuf à une température inférieure à 10 °C a pour conséquence la mort de l'embryon.

\*De 11 à 19°C : il n'y a pas de multiplication cellulaire donc pas de développement embryonnaire. C'est la température idéale pour le stockage des oeufs.

\* De 20 à 29 °C le développement correct de l'embryon n'est pas possible, il y a une faible activité cellulaire des cellules de l'embryon, mais qui conduira à la mort certaine de celui-ci.

\* De 30 à 34 °C le développement de l'embryon est lent, avec des possibilités d'anomalies, des éclosions très tardives et un faible taux de réussite des éclosions.

\* De 35 à 38 °C : c'est la plage de températures qui donne les meilleurs résultats pour le développement embryonnaire et l'éclosion des oeufs.

\*Supérieure à 38 °C des embryons mort-nés, des anomalies physiques, très peu d'éclosions, et un taux élevé de mortalité après éclosion sont observés. (HANSETS 1999)

#### **\*Hygrométrie :**

Le taux d'hygrométrie optimal semble être compris entre 55 et 65 %. Le tableau ci-dessous présente les conséquences d'une hygrométrie trop basse ou trop élevée:

LARUE (1972) propose une incubation en deux phases, en augmentant de 10 % l'hygrométrie pendant les sept derniers jours.



L'humidité relative de l'incubateur influence la qualité d'eau perdue par l'oeuf pendant l'incubation. Cette perte est indispensable pour la formation de la vésicule aérienne de l'oeuf

L'embryon pénètre dans cette vésicule, qui constitue une source d'air pour sa respiration pulmonaire avant la percée de la coquille.

Dans la nature, on estime que la perte de poids de l'oeuf durant l'incubation se situe entre 30 et 40 g et que celle d'un oeuf en incubation artificielle (37C° à 36,7C°, 62 % d'humidité) est de 2,8 g/j. (Ghazli 2004)

**Tableau VIII** : Effets de l'hygrométrie sur l'incubation (Ghazli 2004)

	<b>Hygrométrie trop élevée. (+ de 65 %)</b>	<b>Hygrométrie trop faible</b>
<b>Oeuf</b>	Augmentation de la contamination et développement des bactéries in ovo.	Fuite hydrique, entraînant des adhérences
<b>Embryon</b>	Mort tardive, par défaut de perte d'eau suffisante.	
<b>Éclosion</b>	Si éclosion → prématurée.	Éclosion tardive.
<b>Poussin</b>	Faible, non mobile, poisseux, œdèmes sous-cutanés	Sec, petit, déshydraté, adhérent à la coquille.
<b>Cordon vasculaire</b>	Mal cicatrisé.	sec

L'humidité relative, ou état hygrométrique de l'air, peut être déterminée au moyen du psychromètre à deux thermomètres. A condition que les échanges de chaleur sous l'effet du rayonnement et de la conductibilité, des bulbes des thermomètres soient négligeables durant les échanges par convection (thermomètre à bulbe ventilé), l'un des thermomètres dont le bulbe est nu donne la température sèche et l'autre thermomètre dont le bulbe est recouvert d'une mèche saturée d'eau donne la température humide. L'eau de la mèche, en s'évaporant, emprunte des calories au milieu ambiant et provoque donc une diminution de la température autour de ce thermomètre. Dans des conditions d'humidité faible, l'évaporation sera plus forte et le refroidissement qu'elle provoque sera plus grand; inversement pour des conditions de forte humidité. La différence entre les températures lues au thermomètre sec et au thermomètre humide, d'autant plus grande que le milieu est plus sec, est corrélée à la valeur de l'humidité relative dans l'espace contrôlé, en tenant compte de la pression atmosphérique. Exemple la température du thermomètre sec est de 36,5 C° (température ambiante dans un incubateur), la température du thermomètre humide est de 22,3 C°, la différence est de 14,2 C°. Si la pression atmosphérique est de 900 hPa, le tableau 4 indique une humidité relative (H.P..) de 30%.

Les valeurs optimales d'humidité relative recommandées dans la littérature varient fortement d'un auteur à l'autre.

Ce qu'il faut retenir, c'est qu'il est important que l'oeuf perde 15 % de sa masse pendant la période d'incubation, c'est en surveillant ce paramètre que l'on déterminera le taux idéal d'humidité relative. Si le pourcentage de masse perdue est trop élevé par rapport à la courbe de poids optimale, on augmentera de 3 à 4 % l'humidité relative par % de masse perdue en excès. Si le pourcentage de masse perdue est trop faible, on abaissera de 3 à 4 % le taux d'humidité relative par % de masse à perdre. Si le taux d'humidité relative n'arrive pas à descendre suffisamment bas dans l'incubateur, il faudra agir sur la température et le taux d'humidité dans la salle d'incubation avec un conditionnement d'air et un déshumidificateur. Le conditionnement d'air a pour but de stabiliser la température du local sans quoi il n'est pas possible de gérer et stabiliser le taux d'humidité. Plus l'air est chaud, plus il peut contenir de vapeur d'eau (g/m à l'état de vapeur. En maintenant la température aux alentours de 20 °c dans le local où sont placés les incubateurs, on est certain de ne pas avoir d'excès d'humidité.

Le tableau IX permet de savoir à quel taux d'humidité relative doit se trouver le local d'incubation en fonction de sa température (qui sera gérée et stabilisée par le conditionnement d'air) et en fonction du taux d'humidité relative que l'on désire obtenir dans l'incubateur.

Il est en effet plus facile de gérer le taux d'humidité dans le local avec un déshumidificateur que de vouloir extraire l'humidité de l'incubateur, c'est la raison pour laquelle il n'y a pas de système de régulation de l'humidité dans les incubateurs pour oeufs d'autruche.

Exemple Si vous désirez obtenir 19% d'humidité relative (H.R) dans votre incubateur et que la température du local est de 22 °c, vous devrez avoir une humidité relative de 44 % dans le local.

**Tableau IX :** Humidité relative du local (en %) en fonction de sa température et de l'humidité relative requise dans l'incubateur. (HANSETS 1999)

H.R. dans l'incubateur	TEMPERATURE DU LOCAL D'INCUBATION									
	20 °C	21 °C	22 °C	23 °C	24 °C	25 °C	26 °C	27 °C	28 °C	29 °C
20 %	51	48	45	42	40	38	36	34	33	31
19 %	50	47	44	41	39	37	35	33	31	29
18 %	47	45	42	40	37	35	33	31	29	27
17 %	45	42	40	38	35	33	31	29	27	26

La perte de poids des oeufs d'autruche suit une pente relativement constante au cours des six semaines d'incubation.

La comparaison des courbes d'évolution du poids des oeufs fécondés avec celles des oeufs non fécondés ne révèle pas de différence significative. Aussi, La perte de poids au cours de l'incubation représente-t-elle un phénomène physique, essentiellement passif, indépendant du développement de l'embryon. Elle est liée d'une part au volume de l'oeuf et d'autre part au

réglage de l'incubateur. Ainsi, selon la température et l'hygrométrie utilisées, on obtient des valeurs de perte de poids de l'oeuf différentes d'un élevage à l'autre. (HANSETS 1999)

#### \* Retournement ou rotation des oeufs

Qu'ils soient manuels ou automatiques, ils sont essentiels pour éviter les adhérences. Les rotations manuelles doivent être d'un jour et demi, trois fois par jour, tandis que les dispositifs automatiques permettent des rotations de 30 à 40°, toutes les heures ou toutes les deux heures.

Il convient, cependant, de prendre des précautions importantes lors de ces manoeuvres, car une étude sur des oeufs fertiles, mais non éclos, au parc zoologique de Caroline du Nord, a montré que la cause de mort des embryons semblait être une orientation de la tête opposée à la chambre à air.

Cette position anormale (dite: malposition II pour les oeufs de poule) serait le résultat d'incubation horizontale ou d'une orientation de la chambre à air vers le bas, ou d'une mauvaise rotation des oeufs. (Les oeufs d'autruche étant symétriques, il est difficile d'identifier le côté où se trouve la chambre à air.)

Ces informations ne sont cependant pas confirmées par les résultats d'incubation artificielle du parc zoologique de Paris, ne procédant qu'à des rotations de l'oeuf par rapport à son grand axe (oeufs horizontaux sur des claies). (Ghazli 2004)

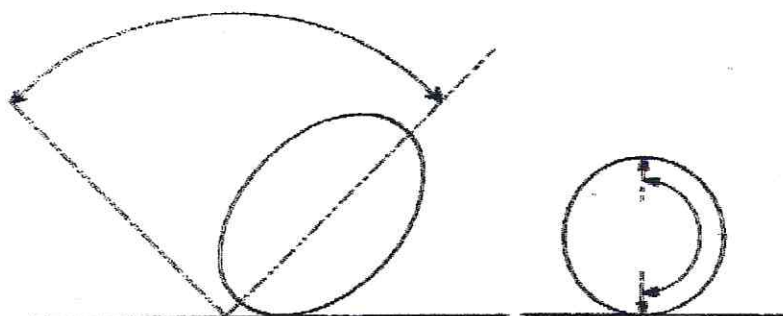


Figure 8 : Mouvements de rotation de l'oeuf dans l'incubateur (à gauche pour les oeufs incubés verticalement, à droite, horizontalement). (HANSETS 1999)

#### \*Poids de l'oeuf

Il existe une relation entre la taille de l'oeuf et son éclosabilité. D'après l'expérience de DEEMING en 1994, les oeufs dont le poids se situe entre 1100 et 1400 g, éclosent sans assistance dans plus de 70% des cas alors que le taux d'éclosion des oeufs dépassant 1600 g n'atteint pas 50%.

La fréquence d'autructions poisseux ou oedémateux augmente avec le poids de l'oeuf. Lorsque la taille de l'oeuf augmente, le rapport entre sa surface et son volume diminue, ce qui rend moins efficaces les échanges de gaz et de chaleur. En fin d'incubation, le catabolisme de l'embryon produit de la chaleur qu'il doit évacuer sous peine de voir augmenter sa température interne. La surchauffe de l'embryon provoque des dommages irréparables aux tissus, augmente le besoin en oxygène et par conséquent la mortalité embryonnaire.

Si on incube deux oeufs dont la porosité de la coquille est identique mais dont les poids sont respectivement de 1200 g et 1600g, à 30 % d'humidité relative, le premier va perdre 15% de son poids, l'autre 11,25%. A ternie, l'embryon du second va emmagasiner plus d'eau dans ses

tissus, et se mouvoir dans un espace proportionnellement plus restreint. Dans ces conditions, on comprend aisément que la proportion d'autruchons poisseux ou oedémateux soit plus importante les gros oeufs si on n'a pas adapté le taux d'HR. dans l'incubateur. Les oeufs de grande taille ont besoin de perdre une plus grande quantité d'eau pour atteindre une perte de poids de 15%. Un oeuf de 1200 g doit perdre seulement 180 g tandis qu'un oeuf de 1600 g devra perdre 240 g soit 60g de plus. Cette constatation, couplée au rapport surface/volume plus faible dans le cas des gros oeufs, explique la difficulté pour ces derniers à perdre du poids dans des conditions d'ambiance fixées (T°, HR, ventilation). (HANSETS 1999)

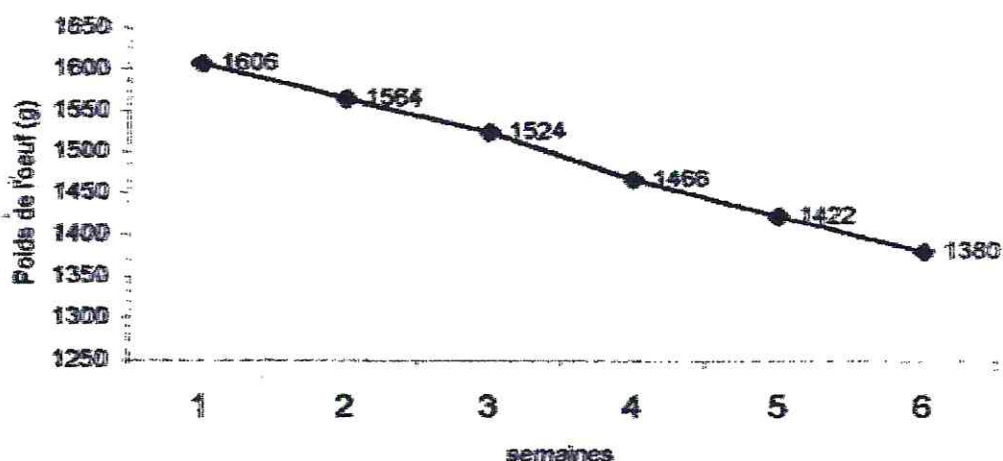


Figure 9 : Exemple de perte de poids pour un oeuf de 1620 g au départ (la perte de poids totale est de 15 %). (HANSETS 1999)

#### \* La ventilation

La circulation de l'air dans l'incubateur est essentielle pour les échanges de dioxyde de carbone et d'oxygène, ainsi que pour le maintien d'une température et d'une humidité uniforme.

Les oeufs proches de l'éclosion dégagent une quantité plus importante de chaleur et ont des besoins plus élevés en oxygène: ceci rend la ventilation plus essentielle mais aussi plus difficile à maîtriser. (Ghazli 2004)

Le renouvellement d'air conseillé dans un incubateur varie, selon les auteurs, de 300 à 700 m<sup>3</sup> D'air par jour et pour 100 oeufs. (HANSETS 1999)

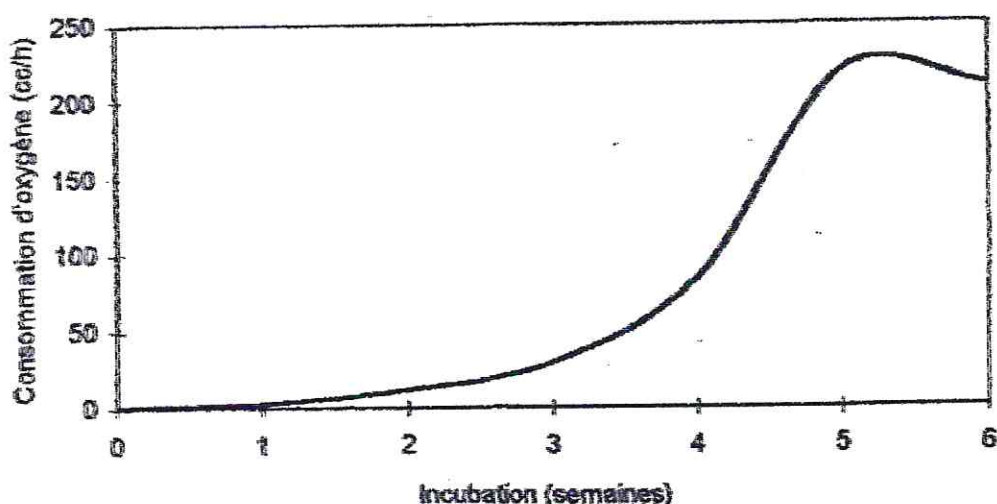


Figure 10 : Consommation d'oxygène par oeuf et par heure au cours des six semaines d'incubation. (HANSETS 1999)

Tableau X : Résumé des paramètres d'ambiance pour l'incubation des oeufs d'autruche. (HANSETS 1999)

	TEMPERATURE °C	HUMIDITE RELATIVE	VENTILATION par 100 oeufs/h	ROTATION r / jour
Salle de stockage	13 à 18	60 à 80 %	1 m <sup>3</sup>	4 x
Salle d'incubation	21 à 25	35 à 60 %	1,4 m <sup>3</sup>	
Incubateur	36,1 à 36,4	18 à 36 %	2 m <sup>3</sup>	12 x
Salle d'éclosion	21 à 25	50 à 90 %	3 m <sup>3</sup>	
Eclosoir	35,5 à 36,5	70 %	3 m <sup>3</sup>	0

**\*Le mirage :**

Le mirage est un procédé qui permet de contrôler le développement de l'embryon à l'intérieur de l'oeuf au moyen d'un rayon lumineux. Il est possible d'utiliser divers systèmes. Par exemple une lampe torche placée dans un tube en carton ou encore une boîte à l'intérieur de laquelle on aura placé une ampoule et dans la paroi de laquelle sera pratiquée une ouverture en forme d'oeuf aux bords de préférence caoutchoutés.

Un oeuf à l'intérieur duquel aucun développement n'est visible est décrit comme un oeuf "clair". Un tel oeuf est peut être stérile, ou n'a pas encore été assez longtemps incubé pour se développer, ou encore l'oeuf était fertile mais l'embryon est mort très tôt au cours de son développement.

Un oeuf fertile apparaît rosâtre ou rougeâtre en comparaison avec le jaune orangé d'un oeuf "clair" (stérile). <http://waterfowl.fr/technique/sommaire.html>

Le mirage est une opération qui consiste à vérifier le développement de l'embryon. Il s'effectue au 14<sup>ème</sup>, 21<sup>ème</sup> et le 39<sup>ème</sup> jour d'incubation.

Au mirage, un rond sombre peut être observé dès que l'embryon commence à se développer, puis il s'étend en une large bande sombre. La membrane chorio allantoïque se répartit le long de la surface interne de la coquille permettant les échanges gazeux. Par ailleurs, la taille de la membrane à air va augmenter régulièrement avec la croissance de l'embryon.

\* Jour 0: Vue de côté, avec une illumination de dessous, l'oeuf frais apparaît homogène avec une ombre dans sa partie supérieure. La chambre à air dans une extrémité de l'oeuf devient évidente en élargissant l'extrémité concernée. Le germe (blastodisque) flotte homogènement au dessus du jaune. (Environ 6 millimètres de diamètre). Le blastodisque fertilisé (blastoderme) apparaît plus grand et contient des anneaux concentriques de blancheur différente. Le diamètre de la chambre à air de l'oeuf frais s'étend de 20 mm à 30mm et celle d'un oeuf plus ancien est plus grande. La chambre à air occupe environ 5 % de toute la longueur de l'oeufs.

\*7 Jour: Le 1/5 supérieur de l'oeuf apparaît plus sombre que le jour 0 et dans cette partie il est isométrique. Le développement des ramifications des vaisseaux sanguins peuvent en effet être observées le jour 4 comme un amas circulaire rouge dont le diamètre devient le D jour environ 45 mm. A partir du 5e jour les pulsations des vaisseaux sanguins deviennent visibles, l'embryon tourne vers la partie géo et le développement des membres vers la fin de la première semaine. Entre 10% et 20 % de toutes les mortalités embryonnaires se produisent dans les 7 premiers jours. La chambre à air occupe environ 7 % de toute la longueur de l'oeuf. La longueur de l'embryon est de 10 mm.

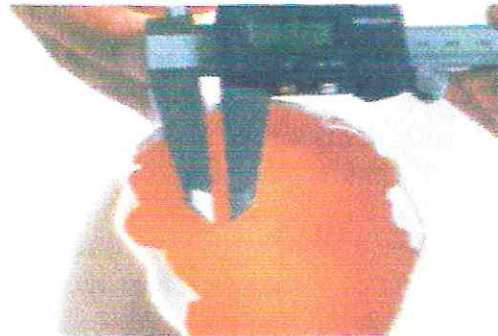
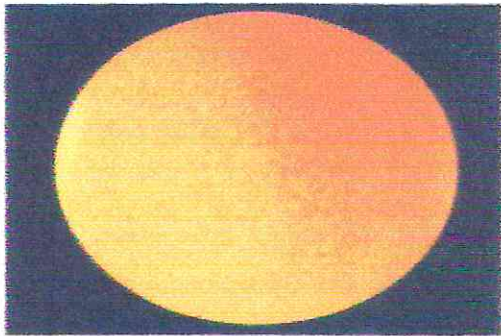
\*14 jour: Le 1/3 supérieur de l'oeuf est sombre, avec un bord en forme de S. Le réseau des vaisseaux sanguins et le sac amniotique enfermant l'embryon couvrent la partie supérieure du jaune. Tout les organes du corps sont présent, les yeux sont évidents le 5 jour et le bec commence à se développer vers a fin de la 2<sup>e</sup> semaine. La chambre à air occupe environ 12 % de toute la longueur de l'oeufs. La longueur de l'embryon est de 30 mm et son poids de 2,8 g.

21 jour: Le 1/2 supérieur de l'oeuf est sombre. Le bec commence le durcissement et les bourgeons de plume sont visibles. La chambre à air occupe environ 16 % de toute la longueur de l'oeufs. La longueur de l'embryon est de 85mm et son poids est de 18g.

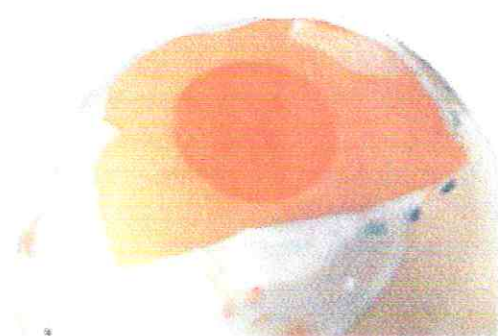
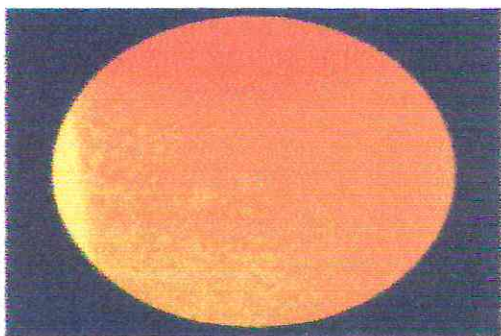
\* 28 ème jour: La partie sombre supérieure de l'oeuf entoure la chambre à air des le 21eme jour Les plumes sont évidentes, des ongles apparaissent sur des orteils L'embryon tourne avec la colonne i parallèlement au long axe de l'oeuf. La chambre à air occupe environ 20 % de toute la longueur de l'oeufs. La longueur de l'embryon est de 155mm et son poids est de 150g.

\* 35eme jour: L'oeuf entier, excepté la chambre à air, est sombre. Le d'oeuf (albumen) est complètement épuisé et le jaune restant commence à entrer dans la cavité de corps du poussin par l'ombilic. Le cou de l'embryon se plie vers la droite au- dessus du pied droit pour atteindre la position d'éclosion avec le bec pointé vers la chambre à air. La chambre à air occupe environ 22% de toute la longueur de l'oeufs. La longueur de l'embryon est de 235mm et son poids est de 250g.

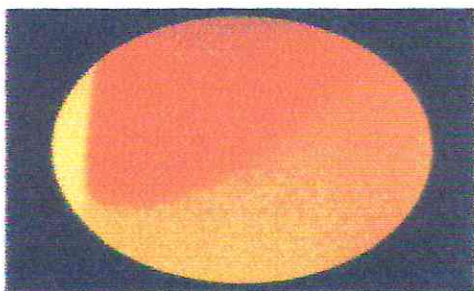
\* 42ème jours: Le poussin correctement placé passe la tête à travers la membrane de la chambre à air (éclosion interne). L'éclosion externe est réalisée à l'aide des pattes et du bec. Entre l'éclosion interne et l'éclosion externe, il peut s'écouler un à trois jours. Au moment où le poussin passe la tête dans la chambre à air, la respiration devient pulmonaire, on peut alors entendre le poussin pépier. L'oeuf devrait avoir perdu environ 14 % de sa masse fraîche. La longueur de l'embryon est de 270 mm et son poids est de 910g. (Ghazli 2004)



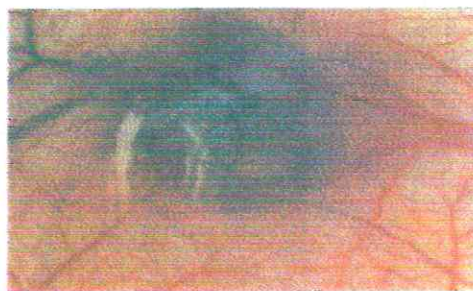
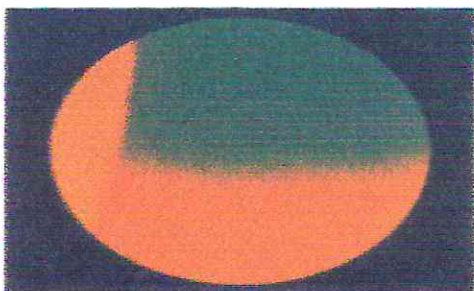
Jour 1



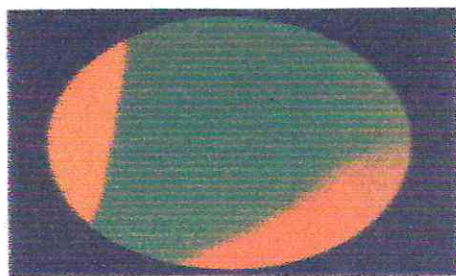
Jour 7



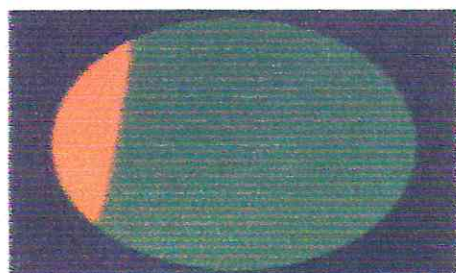
Jour 14



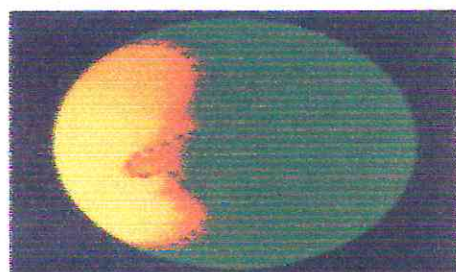
Jour 21



Jour 28



Jour 35



Jour 39



**Figure 11 : Développement de l'embryon d'autruche**  
A gauche : observation par mirage, à droite : ouverture de l'œuf (HANSETS 1999)



**JO:** MISE EN COUVEUSE  
Chambre à air peu développée

J4-6: embryon = point noir de 5 mm au centre du vitellus  
J7 la masse embryonnaire se développe à la surface du vitellus  
J8: 2 à 4 vaisseaux confluent vers la zone embryon née sombre

J 10-12 : embryon très sombre, bien différenciable ; extension sur les bords  
Augmentation de la chambre à air (pas de différence œuf vivant / œuf mort)  
Vaisseaux plus nombreux et moins gros

Oeuf fécondé:

- embryon foncé (supérieure)
  - vitellus grisâtre (moyenne)
  - annexes foetales translucides (Inférieure)
- Masse sombre assez inerte (en remuant légèrement l'œuf)

Oeuf non fécondé:

- deux zones:
    - une sombre supérieure,
    - l'autre claire inférieure
- Masse sombre très fluctuante
- non mobile

J 12-16: embryon + annexes sombres 1/2 du volume de l'œuf  
Oeuf fécondé: embryon + annexes sombres = 2/3 du volume de l'œuf  
facilement identifiable

J20-24: oeuf non fécondé: masse supérieure plus claire, fluctuante, moins volumineuse

Oeuf fécondé:

- 3/4 sombre = embryon
- Trois zones:
- fine couche grise
  - le reste translucide

J24-30:	Oeuf mort: oeuf vivant:	pourtour de la chambre à air clair opaque: une zone supérieure très foncée = embryon Une zone inférieure grisâtre = annexes
J30-34 :	oeuf non fécondé: Oeuf vivant:	Vaisseaux près de la chambre à air gris uniforme (rupture membrane vitelline) 2 zones;
J34-36:	Oeuf mort: oeuf vivant:	Très légers déplacements de la masse embryonnaire arrêt de l'envahissement par la masse embryonnaire noir ; pivotement sur le côté
J36-40:	oeuf vivant:	Augmentation de la chambre à air déplacement de la chambre à air sur le côté
J40:	Oeuf mort: ECLUSION	Vaisseaux sanguins près de la chambre pas de déplacement de la chambre à air en quelques heures

Figure 12 : DEVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE OBSERVE PAR MIRAGE

(DESME-GOBILLOT, 1998.)

### **3) L'éclosion**

#### **a) l'éclosoir :**

Le temps d'éclosion dépend de l'âge des parents, du poids de l'oeuf, du temps de stockage, des conditions de stockage, de la température d'incubation et de l'humidité relative. Aux environs du 39 jour, les oeufs sont déplacés de l'incubateur à l'éclosoir placé dans la salle d'éclosion. L'éclosoir ressemble à un incubateur, à la seule différence qu'il ne faut pas de système de retournement des oeufs. Les oeufs y sont déposés à plat dans des compartiments avec ou sans séparations. Si les oeufs sont en contact les uns avec les autres pendant l'éclosion, il y a une stimulation réciproque entre les oeufs, étant donné que les poussins entendent leurs voisins quand ils émettent des petits cris ou tapent sur la coquille (bêchage de coquille).

\*La température dans l'éclosoir oscillera autour de 35,5 à 36,5 °C pour une température de 21 à 25 °C dans la salle. On demande moins de précision dans la régulation de la température dans l'éclosoir que dans l'incubateur. Le poussin produit énormément de chaleur puisque sa température avoisine 39 °C.

\*L'humidité relative de l'air sera plus importante dans la salle d'éclosion que dans la salle d'incubation. Un taux d'H.R. de 50 à 90 % dans la salle et 70 % dans l'éclosoir représente l'idéal.

La salle d'éclosion demande une bonne aération pour que les éclosoirs puissent renouveler leur air intérieur. La demande en oxygène des poussins est grande à ce moment de leur évolution.

Une désinfection de la chambre d'éclosion est recommandée.

Enfin, une lampe à mirer est indispensable pour examiner à l'intérieur des oeufs les mouvements du futur autruchon. (HANSETS 1999)

Afin d'éviter une contamination entre les poussins en train d'éclore et les oeufs en incubation, l'éclosoir doit être placé dans une pièce indépendante de la salle d'incubation mais ayant les mêmes caractéristiques(s).

L'éclosoir peut être un ensemble de paniers dans lesquels les oeufs sont déposés en pointe horizontale. La température est inférieure de 1 à 2°C à celle de l'incubateur et le renouvellement d'air est primordial. Les oeufs y sont placés au moment où l'embryon traverse la membrane qui le sépare de la chambre à air, vers le 39e jour (Cornette et Lebailly, 1998).

#### **b) L'éclosion :**

L'éclosion est déclenchée par la demande en oxygène des poussins, cette demande ne pouvant plus être satisfaite par la diffusion. Afin de ne pas suffoquer, le poussin met sa tête au-dessus de ses pattes et pousse son bec dans la poche d'air pour commencer sa respiration pulmonaire (internaï pipping). Son entrée dans la chambre à air lui permet de vivre 24 heures.

(HANSETS 1999)

##### **b-1) La préparation à l'éclosion :**

L'éclosion doit se faire dans un environnement contrôlé, d'une propreté sanitaire irréprochable. Les oeufs sont transférés vers l'éclosoir un à quatre jours avant l'éclosion.

Quand les oiseaux sont près à éclore, ils passent la tête dans la chambre à air (éclosion interne). L'éclosion externe est réalisée à l'aide des panes et du bec.

Entre l'éclosion interne et l'éclosion externe, il peut s'écouler un à trois jours. Au moment où le poussin passe la tête dans la chambre à air, la respiration devient pulmonaire, on peut alors entendre le poussin pépier. (Ghazli 2004)

Au trente neuvième jour d'incubation, on peut placer les oeufs en éclosoir, appareil ressemblant à un incubateur. La préparation à l'éclosion, ou pré éclosion, débute vingt quatre heures avant le perçage de la membrane coquillière. Déjà, on peut suivre les mouvements et sons émis par le poussin dès le trente deuxième jour d'incubation, à l'aide d'un stéthoscope. A trente deux jours on peut entendre les premiers bruits ; le poussin est alors achevé, il ne lui reste plus qu'à interioriser sa masse vitelline et terminer son développement cérébral.

Les premiers coups de bec contre la coquille sont entendus à trente sept jours. C'est ainsi que s'établit le contact entre parents et poussins, bien avant i' et entre les poussins des différents oeufs. La transmission mécanique des sons et des mouvements entre les oeufs permet d'obtenir une certaine synchronisation des éclosions, ce qui est un atout en milieu naturel, le mâle ne restant sur le nid que 24 à 48 heures après les premières éclosions.

Lors d'incubation artificielle, il est courant de placer les derniers oeufs pondus au contact des plus anciens pendant les deux dernières semaines, ce qui diminue leur durée d'incubation d'un à deux jours.

C'est pendant cette période que le poussin passe de la respiration chorio allantoïdienne à une respiration pulmonaire en perforant la chambre à air ("bêchage interne"), huit à douze heures avant l'éclosion. Cette étape est visible par mirage, la chambre à air devenant alors invisible. Il est conseillé de ne plus pratiquer le retournement des oeufs les vingt-quatre dernières heures afin de permettre un meilleur déplacement de la chambre à air et un meilleur positionnement du poussin par rapport à celle-ci.

Si le moment présumé de l'éclosion est dépassé de vingt quatre heures, il faudra recourir à l'ouverture manuelle de la coquille face au bec.

La température de l'éclosoir peut être baissée de 0,5 à 1°C par rapport à celle de l'incubateur et même jusqu'à 34°C si les oeufs sont nombreux. L'hygrométrie est augmentée pour atteindre 60 à 80% afin d'éviter un dessèchement des membranes. (DESME-GOBILLOT, 1998.)

### **b-2) sortie du poussin :**

Il peut passer plusieurs heures à quelques jours entre le moment où la coquille est brisée et le moment où le poussin est entièrement sorti.

Pendant ce temps, le sac vitellin est internalisé et la vascularisation extra-embryonnaire est stoppée.

Si le poussin est aidé trop tôt, il est fréquent d'observer un saignement important des membranes extra embryonnaire qui ne se sont pas encore desséchées ainsi que du sac vitellin qui n'est pas totalement internalisé.

Les difficultés d'éclosion sont souvent associées à des difficultés d'incubation, à une insuffisance des nutriments amenés par la mère ou encore à un développement embryonnaire anormale. (Ghazli 2004)

### **b-3) Interventions à l'éclosion**

Les oiseaux les plus actifs casseront leur coquille 12 à 18 heures après qu'ils aient introduit leur bec dans la poche d'air. En général, les poussins capables de casser leur coquille par leurs propres moyens le feront dans un délai de 24 à 36 heures après la première éclosion.

La technique du mirage permet de visualiser l'activité du poussin dans l'oeuf. Les oeufs présentant des poussins immobiles ou très peu actifs sont ceux qui devront subir une intervention

Il est conseillé d'attendre 36 heures avant de casser la coquille des poussins en retard.

Certains éleveurs préfèrent attendre plus longtemps encore avant d'intervenir. Une fois que la

coquille a été cassée, de nombreux changements interviennent et l'éleveur est obligé d'assister le poussin jusqu'à la fin du processus d'éclosion.

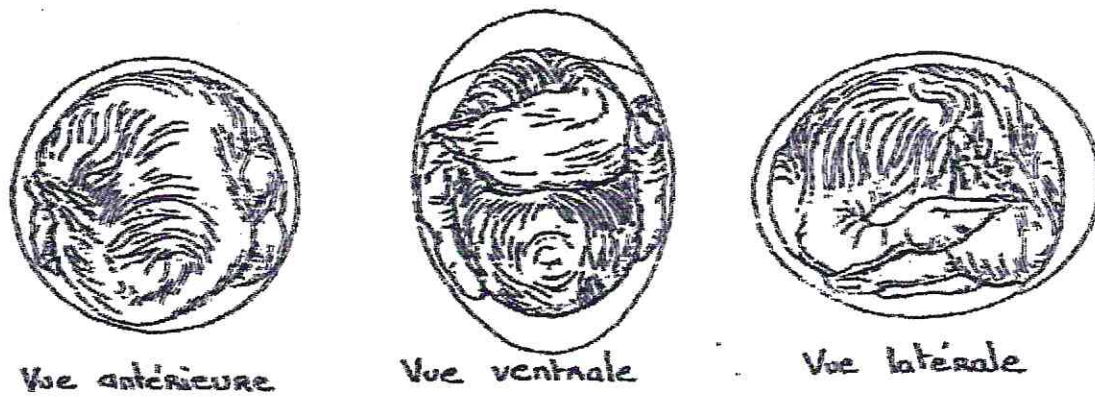


Figure 13 : POSITIONNEMENT DE L'AUTRUCHON DANS L'OEUF

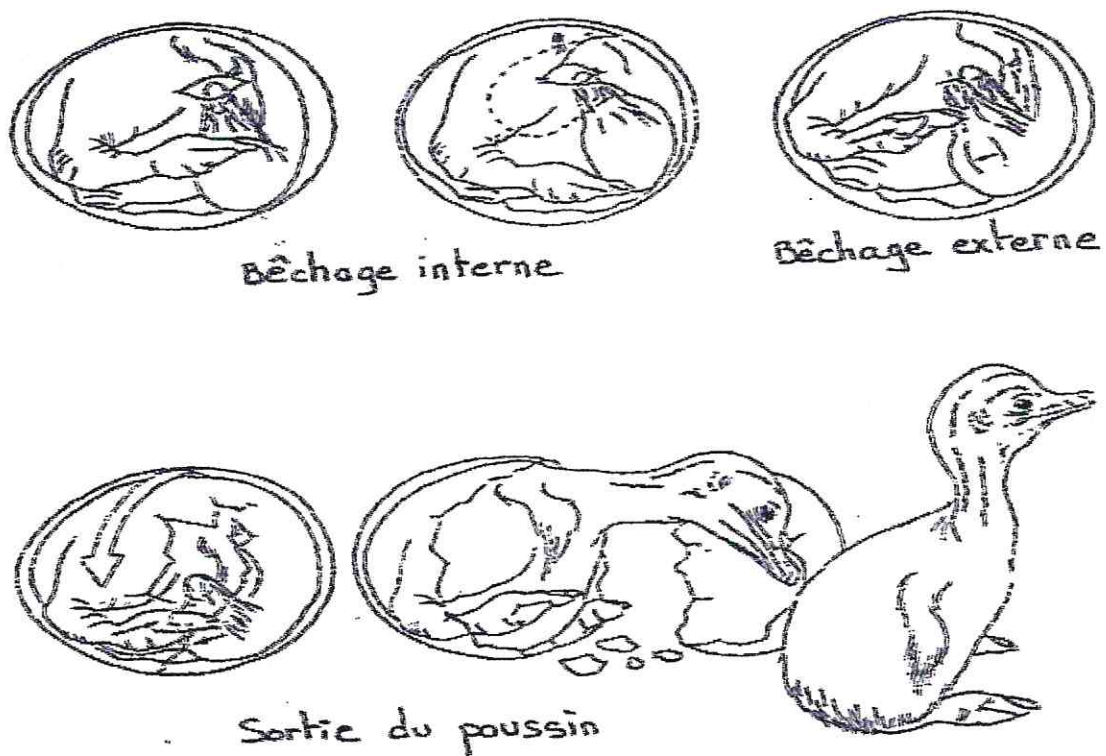


Figure 14 : ÉTAPES DE L'ÉCLOSION (DESME-GOBILLOT, 1998.)

La coquille doit être cassée au niveau de la poche d'air. Si le poussin a déjà introduit sa tête dans cette poche, l'oeuf peut être replacé dans l'éclosoir. Dans la plupart des cas, le poussin s'en sortira sans trop de difficultés.

Deux possibilités se présentent si le poussin n'a pas encore introduit sa tête dans la poche d'air, soit il se trouve en position normale, soit en position anormale.

**\*intervention en cas de position normale**

Dans la majorité des cas, il se trouvera en position normale. Le bec et la tête pourront être définis au niveau de la membrane restée intacte. Il faudra soigneusement percer cette membrane à l'aide d'une pince à épiler ou d'une pointe de ciseau afin que le poussin puisse respirer.

L'oeuf pourra ensuite être replacé dans l'éclosoir, mais il devra être surveillé le plus régulièrement possible (toutes les heures). A chaque examen, il faudra délicatement prélever la membrane desséchée collée au poussin. La coquille peut être cassée progressivement à l'aide d'un poinçon et d'un petit marteau pour aider le poussin à éclore. Il ne faudra en aucun cas retirer le poussin de sa coquille, il faut que le sac vitellin soit complètement résorbé à la sortie du poussin.

**\*Intervention en cas de malposition**

Dans certains cas, le poussin se trouve dans une position anormale (malposition). Il s'agira alors de localiser le bec et la tête qui ne se situent pas au niveau de la poche d'air. Pour trouver le bec du poussin, il faudra localiser une région décolorée entre la coquille et la membrane (il s'agit ici de la membrane qui recouvre directement le poussin). La décoloration est le résultat du frottement continu du bec du poussin contre la coquille qui provoque une dévascularisation de la membrane. L'éleveur est souvent obligé de casser une grande partie de la coquille afin de trouver la décoloration, et donc l'emplacement du bec. Il percera ensuite la membrane pour permettre au poussin de sortir son bec. L'oeuf sera replacé dans l'éclosoir et l'éleveur s'en occupera avec attention jusqu'à la fin de l'éclosion. (HANSETS 1999)

PARTIE

EXPERIMENTALE

## **PROBLEMATIQUE**

L'Algérie s'ouvre au monde, mais aussi à l'économie du marché. Aussi, le développement des secteurs agro-alimentaire et de la santé animale figure parmi ses principaux objectifs.

Une initiative est prise par AFRIC – AUTRUCHE, qui fut créée pour réintroduire un élevage qui pourrait apporter un plus pour l'économie et la diversité alimentaire algérienne (GHAZLI 2004).

L'augmentation du nombre d'autruchons produits chaque année dans les infrastructures «AFRIC – AUTRUCHE» devrait être le premier résultat visé par le projet. L'ampleur du succès reproductif de l'élevage dépendra toutefois de plusieurs facteurs :

- \* Le nombre de femelles pondeuses chaque année.
- \* Le nombre d'œufs pondus par chaque femelle génitrice dans les conditions d'espace et d'alimentation offertes par AFRIC – AUTRUCHE.
- \* Le taux de fécondation des œufs (nombre d'œufs fécondés par rapport au total des œufs pondus).
- \* La maîtrise technique des conditions de désinfection et d'incubation
- \* Le taux d'éclosion des œufs.

Ces facteurs doivent être impérativement maîtrisés pour la réussite du projet. Or, des problèmes existent à différents niveaux de la production, notamment en ce qui concerne la préparation à la reproduction, la collection et nettoyage des œufs et enfin la désinfection des œufs et l'incubation.

Pour ce faire, nous nous proposons de mener un travail expérimental dans le but d'optimiser ces conditions.

### **• Objectifs**

La première partie de notre travail consistera à présenter les notions théoriques indispensables pour la maîtrise de la reproduction, de la couvaison et incubation des œufs d'autruche.

Dans une deuxième partie, nous présenterons un travail expérimental réalisé dans deux fermes d'autruches situées à wilayas de Bouira et d'Alger.

L'objectif de ce travail consiste à vérifier dans quelle mesure la mise en place de certains facteurs d'élevage et de reproduction, permettrait d'améliorer les performances de production d'autruchons.



## I-MATERIELS ET METHODES

### \*Le matériel d'élevage :

#### ➤ Les incubateurs

Dans la salle d'incubation du couvoir, sont installés 2 incubateurs. La capacité individuelle de chacun est de 400 œufs d'autruches. Chaque incubateur est divisé en deux chambres et chacune peut contenir un chariot de 200 œufs. Ces incubateurs sont équipés par :

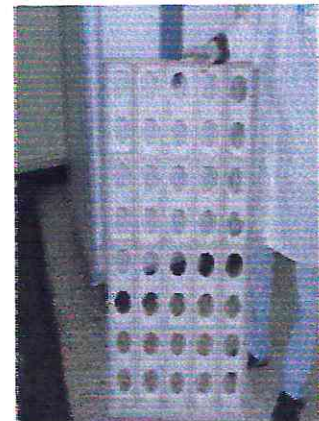
- Un système de contrôle de la température
- Un système d'humidification et déshumidification pour maintenir constante l'hygrométrie à l'intérieur de l'incubateur.
- Un système électronique de retournement automatique des œufs.
- Un système pour la circulation et le renouvellement de l'air
- Tous ces systèmes sont contrôlés électroniquement, et chaque incubateur est pourvu d'un tableau électronique où se fait l'affichage et le réglage de la température et l'hygrométrie.
- Incubation et éclosion possible aussi dans la même chambre (il est conseillé de disposer d'un eclosoir séparé → résultat supérieur)



**Photo 1 :** Vue externe (incubateurs)



**Photo2 :** Vue interne avec chariot



**Photo 3 :** Un portoir d'œufs



**Photo 4:** Tableau électronique où se fait l'affichage et le réglage de la température et l'hygrométrie

➤ **Les éclosoirs**

Dans l'écloserie, on trouve deux éclosoirs. La capacité individuelle est de 100 œufs d'autruche chacun. Chaque éclosoir est équipé de 5 tiroirs (sans cloison) dans lesquels on place les œufs horizontalement. Les éclosoirs offrent les mêmes options qu'un incubateur c'est à dire qu'ils sont équipés d'un système de contrôle de la température, de la circulation et de renouvellement d'air, Mais par contre ils ne sont pas équipés d'un système de contrôle de l'humidité relative, en effet cette dernière correspond à celle du milieu externe (50 à 70 %)

Dans l'éclosoir il n'y a pas de système pour le retournement des œufs, mais aussi l'hygrométrie est plus élevée que dans l'incubateur et inversement pour la température. Chaque éclosoir est doté d'un tableau électronique d'affichage et de réglage.



**Photo 5 :** L'éclosoir



**Photo 6 :** Vue interne (Éclosoir à tiroir)

➤ **La mireuse**

Elle est conçue spécialement pour l'autruche, avec laquelle se fait le mirage des œufs. Elle permet de suivre le développement de la silhouette embryonnaire à l'intérieur de l'œuf durant la période de l'incubation et au moment de l'éclosion.

C'est la mireuse qui détermine le moment de passage de l'œuf à l'éclosoir et ceci s'effectue lors de la répture de la chambre à air par le passage du bec du poussin.



**Photo 7 :** La mireuse

➤ **Le matériel divers**

- ✓ Un camion pour le transport des aliments.
- ✓ Un fourgon pour le transport des œufs couverts.
- ✓ Une balance et pied à coulisse pour donner la morphologie de l'œuf avant l'incubation.
- ✓ Un climatiseur.
- ✓ Thermomètre et hygromètre.
- ✓ Des étiquettes pour l'identification des œufs.
- ✓ Des torchons jetables.
- ✓ Des gants en latex.
- ✓ Des chariots à portoirs et avec un système de retournement pour le stockage des œufs.
- ✓ Unité de fabrication d'aliment.

➤ **Le matériel animal**

On a travaillé sur un cheptel d'autruche constitué de 10 mâles et 28 femelles repartis sur deux fermes et à différents âges. Ces animaux ont tous plus de 3 ans donc en âge de reproduction.

❖ **Effectif et sous espèce des autruches exploitées**

Ainsi le cheptel est constitué de:

- *Struthio camelus australis* ayant des cous bleus (03 mâles).
- *Struthio camelus* var. *Domesticus*, autruche à cou noir qui un hybride (07 mâles et 28 femelles).

- ❖ Sur le plan de la reproduction, les autruches cou bleu sont plus précoces et plus fertiles que les autres sous-espèces. Quant au cou noir qui est plus petit et plus facile à manipuler, son agressivité est moindre et sa productivité est meilleure.

❖ **Ferme (1)**

Dans la ferme (1) on trouve les installations suivantes :

- ✓ Des enclos d'autruches + des abris pour les autruches.
- ✓ Des autruches
- ✓ Un hangar de stockage d'aliment et de matériel d'élevage.

❖ **Ferme (2)**

Dans la ferme (1) on trouve les installations suivantes :

- ✓ Des enclos d'autruches + des abris pour les autruches.
- ✓ Des autruches
- ✓ Un hangar de stockage d'aliment et de matériel d'élevage.
- ✓ Un logement habitation pour le gardien.
- ✓ Une poussinière pour recevoir les autruchons sélectionnés comme futurs reproducteurs.

➤ **Période de travail**

Notre travail a été réalisé sur 2 saisons consécutives.

La première année s'est étalée du début du mois de février 2007 jusqu'au mois de novembre 2007. C'est notre premier suivi de reproduction d'autruche et on a pris beaucoup de temps pour comprendre l'organisation sociale de l'autruche et les différents gestes, expressions des mâles et des femelles et les techniques d'incubation.

La deuxième année de reproduction a commencé de février à juin 2008 et c'est la saison où on a modifié quelques conditions et paramètres de reproduction et d'incubation.

➤ **Contrôle des performances :**

**1- Poids et mensurations des œufs**

Le poids est pris à l'aide d'une balance; la longueur et la largeur sont appréciés par un pied à coulisse

**2- Taux de fertilité**

$$\frac{\text{nombre d'œufs ayant un développement macroscopique visible (œufs fertiles)}}{\text{Nombre d'œufs pondus}}$$

**3- Taux de mortalité embryonnaire précoce**

$$\frac{\text{C'est le nombre d'œufs ayant présenté une mortalité embryonnaire}}{\text{Nombre d'œufs incubés}}$$

**4- Taux des œufs clairs**

C'est le nombre d'œufs n'ayant pas présenté un développement macroscopique visible (œufs fertiles)

---

$$\text{Nombre d'œufs pondus}$$

**5- Suivi de perte de poids des œufs**

C'est le suivi du perte de poids des œufs durant l'incubation.

## II-TECHNIQUES, RESULTATS ET DISCUSSION :

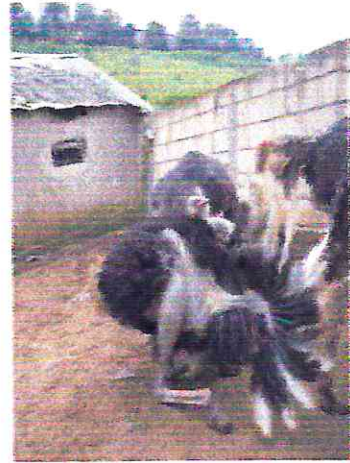
### A)PREPARATION A LA REPRODUCTION

ETAPES	SAISON PRECEDENTE	SAISON ACTUELLE	DONNEES DE LA BIBLIOGRAPHIE
Sélection des reproducteurs	<p>Age : les autruches &gt; 4 ans</p> <p>Espèce : des autruches a Cous noirs et cous bleus</p> <p>Nombre : système de groupe (plusieurs males et plusieurs femelles avec ratio de 1 male pour 3 femelles)</p> <p>Etat sanitaire : les males étaient en bon état morphologique et ne présentaient aucune malformation</p> <p>Comportement : les autruches étaient ensemble durant toute l'année: le comportement sexuel n'a pas été recherché</p>	<p>Age : les autruches &gt; 5 ans</p> <p>Espèce : des autruches a cous noirs et cous bleus</p> <p>Nombre : on a pris le choix de faire 2 males et 6 femelles dans le même enclos</p> <p>Etat sanitaire : on a pris en considération les points suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Etat d'embonpoint</li> <li>▪ Absence de boiterie</li> <li>▪ Absence de blessures</li> </ul> <p>Comportement :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ séparation des sexes pendant une semaine en février</li> <li>▪ On peut entendre aux heures du coucher ou du lever du soleil des cris</li> </ul>	<p>Age : pour le male de 4 à 5 ans et les femelles de 2 à 3 ans</p> <p>Espèce : non précisé</p> <p>Nombre : le système le plus utilisé est par trio (un male et 2 femelles)</p> <p>Etat sanitaire :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bon état physique</li> <li>▪ absence des malformations anatomiques (déviation du pénis, hermaphrodisme)</li> <li>▪ maladies générales ou du tractus génital</li> </ul> <p>Comportement :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Il est conseillé de changer les partenaires sexuels ou bien on pourra alors séparer les sexes quelques jours à quelques mois auparavant dont le but est d'augmenter l'ampleur sexuelles du male, il est à noter</li> </ul>

		<p>répétés selon un rythme précis servent à attirer les femelles</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Le male excité bat alternativement des ailes à droite et à gauche</li> </ul> <p>La quantité d'urine et fèces est remarquable</p>	
<b>Mise en place des enclos</b>	Des espaces > 3000 m <sup>2</sup> pour chacun des 2 élevages	des enclos d'environ 1500 m <sup>2</sup> pour chaque groupe de 2 males et 6 femelles	1000 m <sup>2</sup> par trio (un male et 3 femelles)
<b>Mise en place des nids</b>	pas de nids, la ponte se fait au sol	<ul style="list-style-type: none"> <li>La préparation d'une dépression de 2 m de diamètre et de 20 à 25 cm de profondeur, remplie avec du sable</li> <li>Dépot d'un œuf d'autruche clair et marqué dans le nid, dans le but d'attirer l'attention de la femelle</li> </ul>	L'éleveur peut préparer une excavation et y déposer un œuf d'autruche (clair). De cette manière, la collecte des œufs peut se trouver facilitée.
<b>L'alimentation des reproducteurs</b>	<p><b>Ingrédient</b> → <b>% de la ration</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*Maïs → 51%</li> <li>*Son → 25%</li> <li>*T. de Soja → 10%</li> <li>*CMV → 01%</li> <li>*Phosphate bi calcique → 01%</li> <li>*Calcium → 02%</li> <li>*Luzerne broyée → 10%</li> <li>*L'herbe verte</li> <li>*Vitamines (AD3E)</li> </ul> <p><b>Quantité :</b> * 2,5 Kg par animal</p>	<p><b>Ingrédient</b> → <b>% de la ration</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*Maïs → 51%</li> <li>*Son → 25%</li> <li>*T. de Soja → 10%</li> <li>*CMV → 01%</li> <li>*Phosphate bi calcique → 01%</li> <li>*Calcium → 02%</li> <li>*Luzerne broyée → 10%</li> <li>*L'herbe verte</li> <li>*Vitamines (AD3E)</li> <li>*Orge 200 g/animal</li> <li>*Les coquilles broyées</li> <li>*Anti stress vitaminé</li> </ul> <p><b>Quantité :</b> * 2,5 Kg par animal</p>	<p><b>Ingrédient</b> → <b>% de la ration</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*Maïs → 40%</li> <li>*Orge → 9,3%</li> <li>*Avoine → 11,5%</li> <li>*Luzerne → 17,5%</li> <li>*Triticale → 13,6%</li> <li>*T. de Soja → ND</li> <li>*Farine de poisson → ND</li> <li>*Farine de viande → ND</li> <li>*Son de blé → 16,5%</li> <li>*Vitamines A (ui)8000</li> <li>*Vitamines D (ui)1600</li> <li>*Vitamines E (ui)160</li> </ul> <p><b>Quantité :</b> * 2 à 2,5 Kg par animal</p>



**Photo 8** : Un male avec deux de ses femelles



**Photo 9** : La parade nuptiale



**Photo 10** : Un male entrain de menacer un étranger

### **1-Résultats & Discussion :**

L'évaluation de la première étape liée à la préparation de la reproduction a été faite par l'observation des autruches bi quotidiennement et a permis de noter :

- ✓ diminution du nombre de combats entre les mâles, du fait qu'il n'y avait plus que 2 mâles ensemble par enclos (pour 6 femelles), alors qu'il y avait l'an dernier 5 mâles pour 15 femelles.
- ✓ diminution des accidents et les blessures, liées aux mêmes raisons
- ✓ la parade nuptiale est devenue fréquente
- ✓ les autruches présentent un bon comportement
- ✓ les femelles commencent à déposer leurs œufs dans les nids préparés

D'après les observations qu'on a fait après l'application des paramètres précédents durant la saison actuelle on a prouvé que :

- Les conditions d'élevage sont fondées sur l'observation de la vie des autruches. Elles dépendent donc de leur propre organisation et des relations que ces oiseaux entretiennent entre eux.
- L'alimentation des autruches en captivité est un paramètre technique primordial et les carences alimentaires peuvent avoir des répercussions sur la reproduction.
- L'augmentation de la libido du male due à la présence du choix (plusieurs femelles)



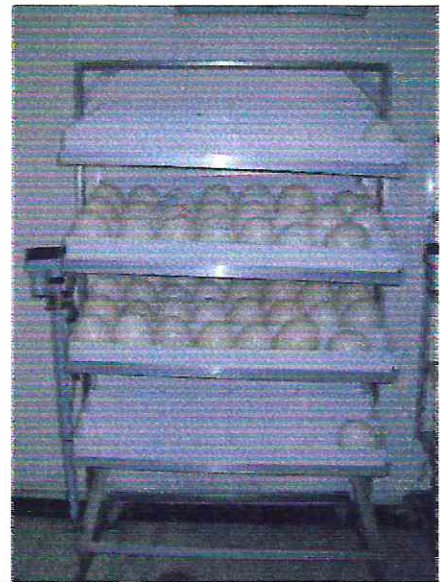
**B) COLLECTE ET NETTOYAGE DES ŒUFS :**

ETAPES	SAISON PRECEDENTE	SAISON ACTUELLE	DONNEES DE LA BIBLIOGRAPHIE
<b>Saison et durée de ponte</b>	Début de mois de février jusqu'au mois de novembre.	Fin de mois de février, étude actuelle toujours en cours (soutenance prévue fin juin), Saison prévue jusqu'à novembre, mais la période critique s'étend de mars à juin.	Varie sensiblement selon la latitude Mars à août dans l'hémisphère nord,
<b>Collecte des œufs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La collecte des œufs se fait chaque jour</li> <li>▪ La collecte se fait avec les mains nues</li> <li>▪ La vérification des œufs se fait dès la collecte des œufs (recherche d'éventuels fissures visibles)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Les œufs sont prélevés quotidiennement à l'après midi (vers 18 :00)</li> <li>▪ La collecte se fait avec les mains gantées (gants en latex)</li> <li>▪ L'examen des œufs se fait dès l'arrivée des œufs au couvoir</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Les œufs sont prélevés chaque soir lorsque le nid n'est pas protégé par l'un des parents</li> <li>▪ Les nids sont contrôlés deux fois par jour</li> <li>▪ La propreté et l'hygiène des œufs sont essentiels: les œufs doivent être pris à mains propres et sèches ou avec des gants en latex</li> <li>▪ Les œufs sont ensuite examinés soigneusement pour rechercher des craquelures et pour évaluer le degré de propreté. Les œufs craquelés devraient être écartés</li> </ul>
<b>Transport des œufs</b>	Le transport des œufs se fait par la voiture ou par un fourgon dans des caisses pleines de sciture, pour amortir les chocs de transport	Le transport des œufs se fait par la voiture ou par un fourgon, mais dans des caisses préconstruites manuellement en cartons à cloisons de polyester (désinfecté à chaque fois) pour amortir les chocs de transport (mais pas de sciture (risque de contamination !?))	Pour assurer le transport des œufs sur un long trajet, ils sont mis dans des caisses conditionnées avec des alvéoles en mousse pour amortir les trépidations, en évitant que les œufs ne soient en contact entre eux pour prévenir les fêlures de coquille, dues aux chocs et la propagation des germes pathogènes
<b>Nettoyage des œufs</b>	le nettoyage se fait par un chiffon à sec	le nettoyage se fait par une brosse douce à sec et avec prudence	Les œufs souillés sont nettoyés avec une brosse douce, à sec pour les débarrasser des traces de terre et de matière organique

<b>Marquage des œufs</b>			
<p><b>Stockage des œufs</b></p>	<p>Après le nettoyage des œufs le marquage des œufs se fait par des étiquettes sur la coquille du côté de la chambre à air et ces étiquettes portent ces informations :</p> <p>Numéro du lot            Numéro de l'œuf            Date de ponte            Date d'incubation            Date d'éclosion probable</p> <p>Le numéro sera reporté sur la liste reprenant les pontes de notre élevage</p>	<p>Après le nettoyage des œufs le marquage des œufs se fait par des étiquettes sur la coquille du côté de la chambre à air et ces étiquettes portent ces informations :</p> <p>Numéro du lot            Numéro de l'œuf            Date de ponte            Date d'incubation            Date de transfert à l'éclosoir            Date d'éclosion probable</p> <p>Le numéro sera reporté sur la liste reprenant les pontes de notre élevage</p>	<p>Après nettoyage des œufs, une marque (par exemple un numéro) sera apposée sur la coquille du côté de la chambre à air, au moyen d'un crayon ou d'un feutre indélébile ou encore d'une étiquette, afin de pouvoir les identifier. Le numéro sera reporté sur la liste reprenant les pontes de l'élevage</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ le local de stockage des œufs est nettoyé à l'eau + javel diluée</li> <li>■ climatisation (température à 20 C°)</li> <li>■ le taux d'humidité n'a pas été recherché</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ les œufs sont stockés en position horizontale (la chambre à air vers le haut)</li> <li>■ la durée de stockage est de 10 jours</li> <li>■ le stockage se fait sur des porto lres posés sur les chariots de retournement</li> <li>■ le retournement se fait chaque 12 h régulièrement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ le local de stockage des œufs est nettoyé à l'eau + javel dilué puis phase de désinfection à base d'iode (Biocide)</li> <li>■ climatisation (température entre 15° et 18 C°)</li> <li>■ le taux d'humidité 70% (hygromètre)</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ les œufs sont stockés en position horizontale (la chambre à air vers le haut)</li> <li>■ la durée de stockage est limitée de 7 jours</li> <li>■ le stockage se fait sur des porto lres posés sur les chariots de retournement</li> <li>■ le retournement se fait chaque 12 h régulièrement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Le local de stockage des œufs doit être propre, bien ventilé et à l'abri de toute condensation et prédation</li> <li>■ Sa température optimale sera de 15 °C</li> <li>■ Le taux d'humidité relative doit être assez élevé sans pour autant atteindre le point de rosée ou condensation (75 % d'humidité relative). Aucune vapeur ne peut être produite dans ce local</li> <li>■ Souvent les œufs sont stockés en position horizontale mais certains éleveurs les conservent en position dressée avec la chambre à air vers le haut</li> <li>■ la durée de stockage est au minimum 2 jours et au maximum 10 jours</li> <li>■ Le retournement des œufs pendant cette période est conseillé et sera effectué une fois toutes les 12 heures</li> </ul>	



**Photo11 : Nettoyage des œufs**



**Photo12 : Stockage des œufs**

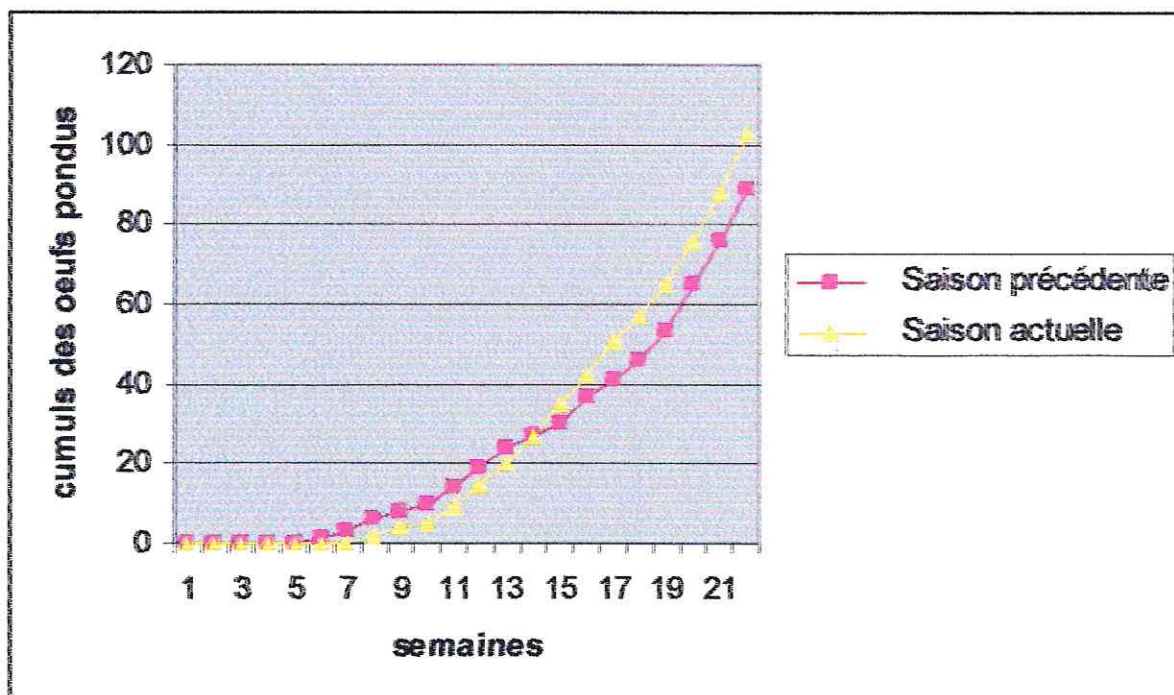


**Photo13 : Marquage des œufs couvoir**



**Photo14 : Matériel de désinfection du couvoir**

## 2-Résultats & Discussion :



**Figure 15 :** Courbe comparative du cumul des œufs pondus par semaine durant la saison précédente et la saison actuelle (22 semaines)

Le cumul des œufs pondus durant les 22 premières semaines de ponte est en faveur de la saison de ponte actuelle, avec 103 œufs pondus contre 89 œufs la saison précédente.

L'évolution de la courbe de ponte a tourné à l'avantage de la saison actuelle à partir de la 13<sup>ème</sup> semaine. A noter que le nombre de femelles est égal pour les deux saisons.

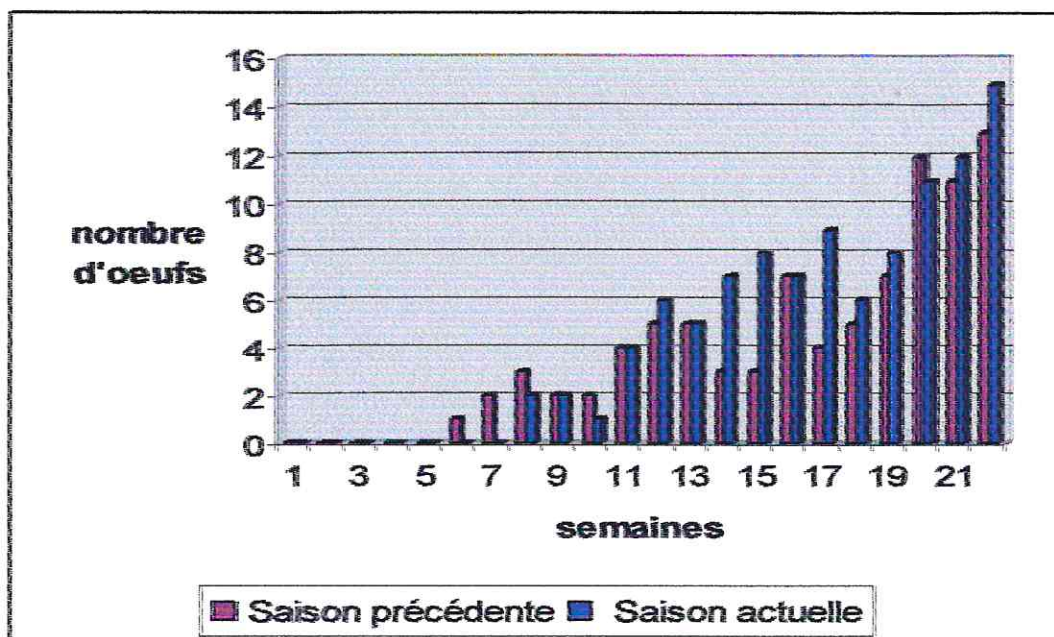


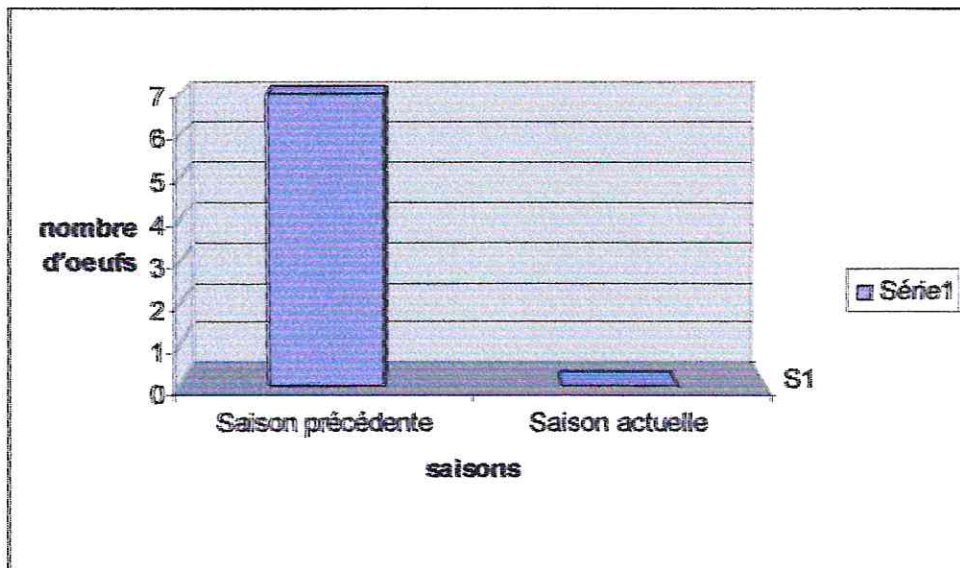
Figure 16 : Evolution de taux de ponte hebdomadaire

La figure suivante montre l'évolution hebdomadaire de la ponte sur les 22 premières semaines. Nous remarquons que la saison de ponte actuelle a débuté avec un retard de 2 semaines par rapport à la saison précédente. Ce retard pourrait être dû aux changements climatiques, sachant que l'autruche est un animal photopériodique (GUTTIN)

**Tableau XI : L'évolution de pourcentage de ponte de la saison précédente comparativement à la saison actuelle.**

Semaines	Saison précédente		Saison actuelle	
	nombre d'œufs pondus	Nbre œufs/femelle (%)	nombre d'œufs pondus	Nbre œufs/femelles (%)
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	1	3,5	0	0
7	2	7,1	0	0
8	3	10	2	7,1
9	2	7,1	2	7,1
10	2	7,1	1	3,5
11	4	14	4	14
12	5	17	6	21
13	5	17	5	17
14	3	10	7	25
15	3	10	8	28
16	7	25	7	25
17	4	14	9	32
18	5	17	6	20
19	7	25	8	28
20	12	42	11	39
21	11	39	12	42
22	13	46	15	53

D'après les résultats partiels obtenus, nous avons constaté que le pourcentage de ponte par semaine est en augmentation constante à partir de la 13<sup>ème</sup> semaine, à l'avantage de la saison actuelle par rapport à la précédente.



**Figure 17:** Nombre d'œufs éliminés de l'incubation à cause des dommages de transport

L'Histogramme montre que le nombre des œufs non incubés à cause des dommages et des fêlures est passé de 7 œufs la saison précédente à 0 œufs pour la saison actuelle.

**C) LA DESINFECTION ET L'INCUBATION**

ETAPES	SAISON PRECEDENTE	SAISON ACTUELLE	DONNEES DE LA BIBLIOGRAPHIE
<p><b>La désinfection et le choix du désinfectant</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ La méthode utilisée est la méthode humide parce qu'elle est facile et avec plus de sécurité</li> </ul> <p><b>(GAVVARD-GONGALLUD N)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Le désinfectant utilisé est un désinfectant « Ammoniums quaternaires » « <b>QUATERSAL</b> »</li> </ul> <p><b>COMPOSITION :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Alkyl dimethyl benzyl ammonium Chlorure 200 g</li> <li>* Huile de pin 25g</li> <li>* Eau déminéralisé q. s. p 1000ml</li> </ul> <p><b>INCONVENIENTS :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Non sporicide</li> <li>* Spectre virucide non uniforme</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ L'eau utilisé pour la dilution du désinfectant est a température ambiante</li> <li>■ La désinfection se fait par la pulvérisation du désinfectant sur la surface de l'eau et le faire sécher avec du papier jetables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ La méthode utilisée est la méthode humide parce qu'elle est facile et avec plus de sécurité</li> <li>■ Le désinfectant utilisé est un désinfectant iodique « <b>BIOCIDE</b> »</li> </ul> <p><b>COMPOSITION :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Iode 2.75%</li> <li>* Acide phosphorique 9.50%</li> <li>* Acide sulfurique 9.25%</li> <li>* Eau et tensio actif non ionique q. s. p 100%</li> </ul> <p><b>AVANTAGE :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Grande activité (× 3) à faible dose.</li> <li>* Spectre d'activité large (bactéries, Virus, champignons)</li> <li>* Faible toxicité.</li> <li>* Action à froid.</li> <li>* Bonne mouillabilité.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ L'eau utilisé pour la dilution du désinfectant est à température entre 27 et 30 C°</li> <li>■ La désinfection se fait par le pulvérisation du désinfectant sur la surface de l'eau et le faire sécher avec des torchons jetables</li> </ul>	<p><b>1) Méthode sèche ou fumigation</b></p> <p>La fumigation peut se faire par l'adjonction de 10 ml de formaldéhyde (bactéricide et fongicide) à 40 % à 5 g de permanganate de potassium par m3 de volume du local. Les oeufs sont déposés sur des supports en plastique et placés dans une enceinte hermétique (boîte ou local selon le nombre d'oeufs) qui fait office de chambre à gaz. On dépose les cristaux de permanganate dans un petit récipient dans la chambre à gaz, puis on y verse le formol avant de refermer celle-ci.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ La fumigation doit durer au moins une demi-heure. Les gaz de la fumigation sont toxiques pour l'homme et la manipulation exige le port d'un masque intégral</li> </ul> <p><b>2) Méthode humide par aspersion</b></p> <p>Les méthodes de désinfection par voie humide sont plus efficaces vu l'emploi de produits ayant un plus large spectre d'action en effet, il existe des produits qui sont en même temps bactéricides, virucides et fongicides (Le Désogerm) Ce produit est exempt de composés chlorés, iodés ou phénoliques. Le fabricant recommande l'application d'une solution contenant 25 ml de</p>



				Désogérine par litre d'eau pour la pulvérisation sur les œufs. La température idéale de la solution à utiliser est de $\pm 30^{\circ}\text{C}$ .
<b>Le premier mirage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se fait avant l'incubation pour vérifier la formation de la chambre à air</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se fait avant l'incubation pour vérifier la formation de la chambre à air <ul style="list-style-type: none"> <li>La vérification d'éventuels accidents durant le stockage</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se fait avant l'incubation pour vérifier la formation de la chambre à air</li> </ul>	
<b>La perte de poids</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La pesée se fait à chaque fin de semaine avec une balance électronique</li> <li>La perte de poids n'a pas été recherchée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La pesée se fait à chaque fin de semaine avec une balance électronique</li> <li>Les résultats de perte de poids sont au tableau XIII</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les œufs de grande taille ont besoin de perdre une plus grande quantité d'eau pour atteindre une perte de poids de 15%. Un œuf de 1200 g doit perdre seulement 180 g tandis qu'un œuf de 1600 g devra perdre 240 g soit 60g de plus</li> </ul>	
<b>L'incubation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Température : <math>36,5</math></li> <li>Hygrométrie : 60%</li> <li>Retournement ou rotation des œufs : des rotations de <math>40^{\circ}</math> chaque 2 heures</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Température : <math>36,3</math> à <math>36,7</math></li> <li>Hygrométrie : 63%</li> <li>Retournement ou rotation des œufs : des rotations de <math>40^{\circ}</math> chaque 2 heures</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Température : <math>36,3</math> à <math>36,7</math></li> <li>Hygrométrie : 63%</li> <li>Retournement ou rotation des œufs : des rotations de <math>40^{\circ}</math> chaque 2 heures</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Température : Les succès d'incubation artificielle chez les Struthioniformes sont réalisés à des températures de <math>35,5^{\circ}\text{C}</math> à <math>37,5^{\circ}\text{C}</math>.</li> <li>Hygrométrie : 55 et 65 %.</li> <li>Retournement ou rotation des œufs : des rotations de 30 à <math>40^{\circ}</math>, toutes les heures ou toutes les deux heures.</li> </ul> <p>La ventilation : Le renouvellement d'air conseillé dans un incubateur varie, selon les auteurs, de 300 à 700 <math>\text{m}^3</math> d'air par jour et pour 100 œufs</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Le 2<sup>ème</sup> mirage : Le mirage est une opération qui consiste à vérifier le développement de l'embryon. Il s'effectue au 14<sup>ème</sup>, 21<sup>ème</sup> et le 3<sup>ème</sup> jour d'incubation</li> <li>Le mirage de 18 au 21 jour nous permet d'éliminer les œufs non fertiles</li> </ul>



Photo15 : Désinfection des oeufs

Chambre à air

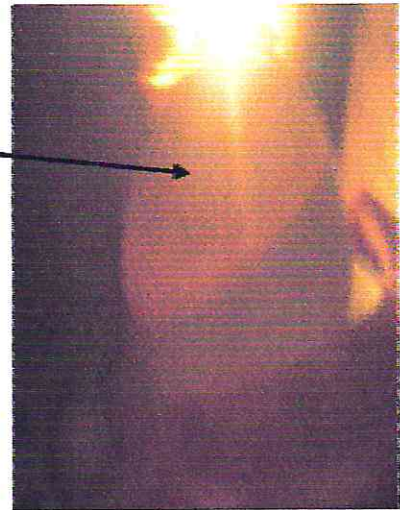


Photo16 : Premier mirage



Photo17 : Les ports de l'oeufs



Photo18 : L'incubation des oeufs



Photo19 : Deuxième mirage (développement embryonnaire)

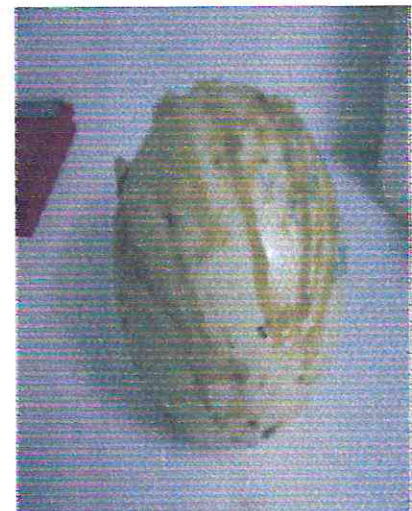


Photo20 : Œuf pourri

**3-Résultats & Discussion :****Tableau XII :** Tableau comparatif de l'évolution du nombre et du pourcentage des œufs fertiles

Semaines	Saison précédente			Saison actuelle		
	nombre d'œufs pondus	nombre d'œufs fertiles	(%) de fertilité	nombre d'œufs pondus	nombre d'œufs fertiles	(%) de fertilité
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	1	0	0	0	0	0
7	2	0	0	0	0	0
8	3	0	0	2	0	0
9	2	0	0	2	0	0
10	2	0	0	1	0	0
11	4	1	25	4	0	0
12	5	2	40	6	2	33,33
13	5	2	40	5	2	40
14	3	1	33,33	7	3	42,85
15	3	1	33,33	8	4	50
16	7	3	42,85	7	4	57,14
17	4	2	50	9	5	55,55
18	5	2	40	6	4	66,66
19	7	3	42,85	8	5	62,5
20	12	5	41,66	11	6	54,54
21	11	4	36,36	12	7	58,33
22	13	5	38,46	15	8	53,33
Cumuis	<b>89</b>	<b>31</b>	<b>/</b>	<b>103</b>	<b>50</b>	<b>/</b>
% moyen de fertilité	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>34.83</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>48.54</b>

Selon ces résultats obtenus, nous avons constaté que :

- Sur un total de 89 œufs récoltés et incubés la saison précédente, le nombre des œufs fertiles est de 31 œufs, soit 34.83 %.
- Sur un total de 103 œufs récoltés et incubés la saison actuelle on a eu 50 œufs fertiles, soit 48.54 % avec une augmentation de 13.71 % : ce qui est recherché sans oublier qu'on est au début de la ponte

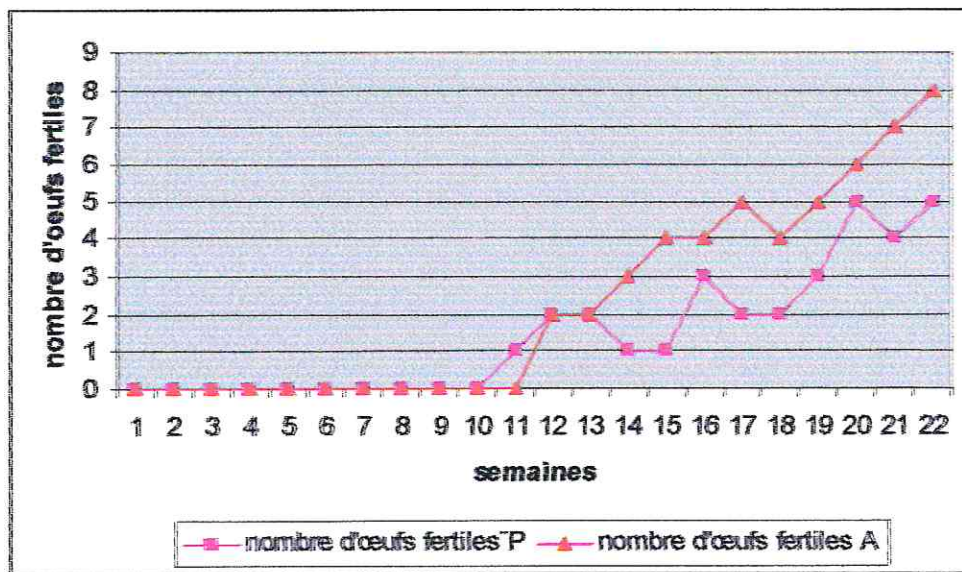


Figure 18: Courbe de l'évolution du nombre des œufs fertiles

La Figure représente l'évolution remarquable du nombre des œufs fertile chaque semaine et ce qui est recherché.

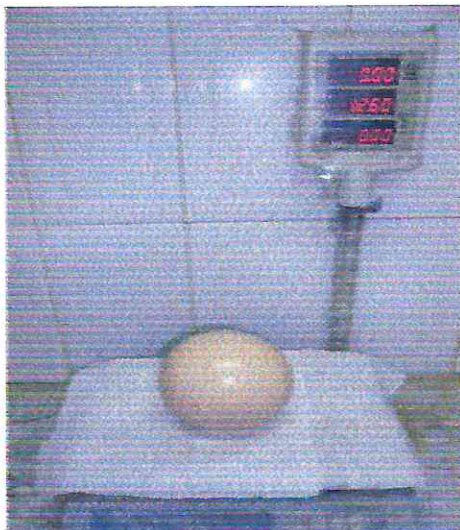


Photo21 : Pesée des œufs

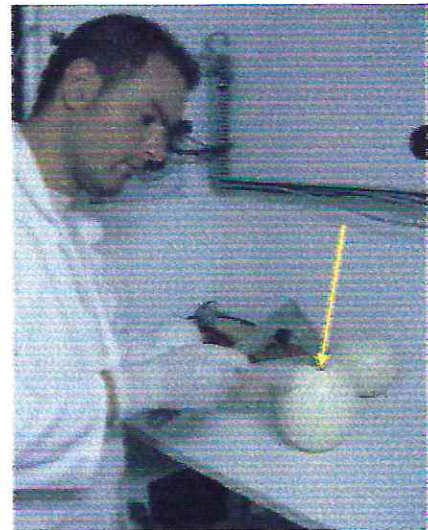


Photo22 : Casser la coquille au 42j pour aider le poussin à sortir

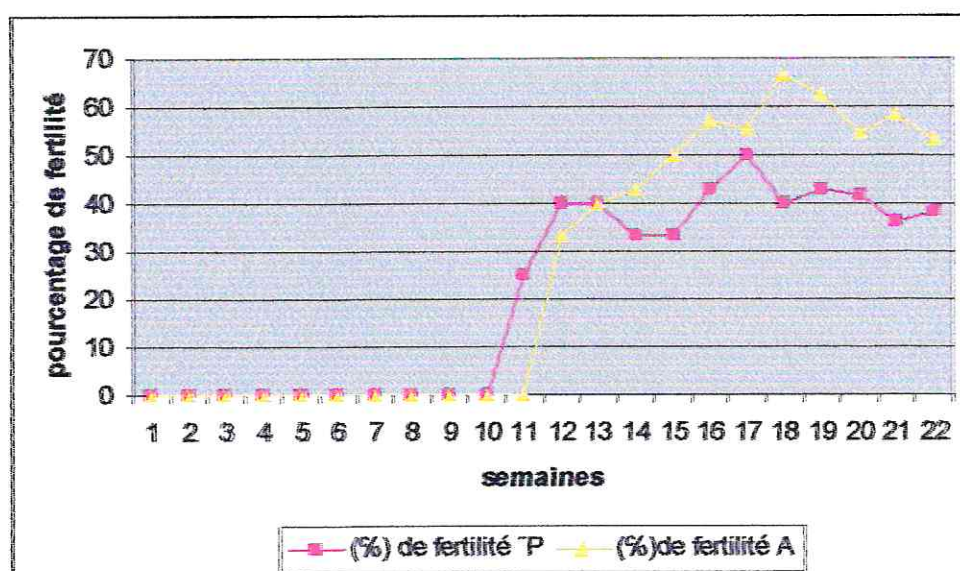


Figure 19 : Courbe de l'évolution de pourcentage de fertilité

Tableau XIII : Résultats de perte de la perte de poids durant l'incubation et le pourcentage de la perte

Semaines	Saison actuelle			
	nombre d'œufs fertiles	poids moyen initial (g)	poids moyen au 40 jours	% de perte de poids
12	2	1540	1360	11,68
13	2	1555	1335	14,14
14	3	1265	1130	10,67
15	4	1265	1085	14,22
16	4	1290	1145	11,24
17	5	1400	1165	16,78
18	4	1325	1130	14,71
19	5	1325	1185	10,56
20	6	1265	1040	17,78
21	7	1270	1060	16,53
22	8	1470	1285	12,58
<b>MOYENNE</b>	<b>7</b>	<b>1360,9</b>	<b>1174,54</b>	<b>13,71</b>

D'après les résultats hebdomadaires enregistrés, nous avons calculé le poids moyen initial, la perte de poids durant l'incubation et les pourcentages de ces pertes pour la saison actuelle.

- Le poids moyen de l'œuf est de **1360.9 g** avec des valeurs extrêmes comprise entre **1265 g** et **1555 g**.
- Le poids moyen de l'œuf après 40 jours d'incubation est de **1174.54 g** avec une perte de **186.36 g** l'équivalent de **13.71 %** du poids initial sachant que dans la bibliographie elle est de **15 %** donc on est presque dans les normes.

## CONCLUSION

la mise en place de certains facteurs d'élevage d'autruches, liés à la répartition de mâles par rapport aux femelles, les nids, la récolte, le transport et le stockage des œufs puis la désinfection et le mirage a permis de noter une amélioration significative de production d'œufs durant les 22 premières semaines de ponte.

Ces résultats encourageants sont encore en cours. Ils permettront de souligner que l'amélioration des conditions d'élevage et de suivi des œufs permet d'améliorer la qualité et la quantité d'œufs produits, et donc d'améliorer les performances d'élevage d'autruche dans notre pays.

# REFERENCES

# BIBLIOGRAPHIQUE



## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**1-CORNETTE et LEBAILLY P.** l'Autruche, élevage et rentabilité. Les presses agronomiques de Gembloux : Gembloux, 1998, 182 p.

**2-DANY. 2002.** Grands et petits gibiers –Automne 2002

**3-DEEMING D,** Ratite egg incubation, a practical guide. Oxford print centre: UK, 1997

**4- DESME-GOBILLOT V F. 1998.** L'élevage de l'autruche en France situation actuelle (Thèse de Doctorat) E.N.V d'ALFORT.FRANCE

**5- DUMONT A 2000.**L'élevage de NANDOUS Etude bibliographique .faculté de médecine .ENV.Nantes .FRANCE.

**6-GAVARD-GONGALLUD N.** L'élevage du gibier à plumes .43 p

**7-GESLAIN L 2001** Le ministre de l'agriculture et de la pêche, Pour le ministre et par délégation : La directrice générale de l'alimentation. Fait à Paris, le 2 avril 2001

**8-GHAZLI T 2004.** Etude technico-économique de l'élevage d'autruche de l'entreprise AFRIC-AUTRUCHE

**9-GUITTIN P.** Les struthioniformes en parc zoologique (Thèse de Doctorat). Université Paris VII: Paris, 1985, 412 p.

**10-HALLAM, M.G.** The topaz introduction to practical ostrich farming Harare. The ostrich producers association of Zimbabwe: Harare, 1992.

**11- HANSETS E 1999.** DE L'ŒUF A L'AUTRUCHON L'incubation des œufs d'autruche. Les presses agronomiques de Gembloux

**12-KEAN BOB** The wonderful world of ostriches or how to raise ostriches for fun and profit. MC Kean publishing co: Nevada, 1991.

**13-KREIBICH A. and M. SOMMER.** Ostrich farm management. Landwirtschaftsverlag GmbH: Munster-Hiltrup, 1995, 223 p.

**14-POISSON H** l'Autruche avec quelques compléments sur le groupe des ratites (Nandou, Casoar-Erneu). In : Encyclopédie ornithologique. Tome II. Paul Le chevalier : Paris, 1926, 204 p.

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

**16- THEVOZ M 2006.** Texte et organisation : Musée d'histoire naturelle Dossier pédagogique. Exposition temporaire 18.03.2006 au 23.04.2006. Musée d'histoire naturelle de Fribourg

**17-<http://fr.wikipedia.org/wiki>**

**18-<http://pointbleu-photos> : ZOO AMIENS .DR**

**19-<http://pronaturafrance.free.fr/index.html>**

**20-<http://www.ulg.ac.be/sciences>**

**21-<http://waterfowl.fr/technique/sommaire.html>**

# ANEXES

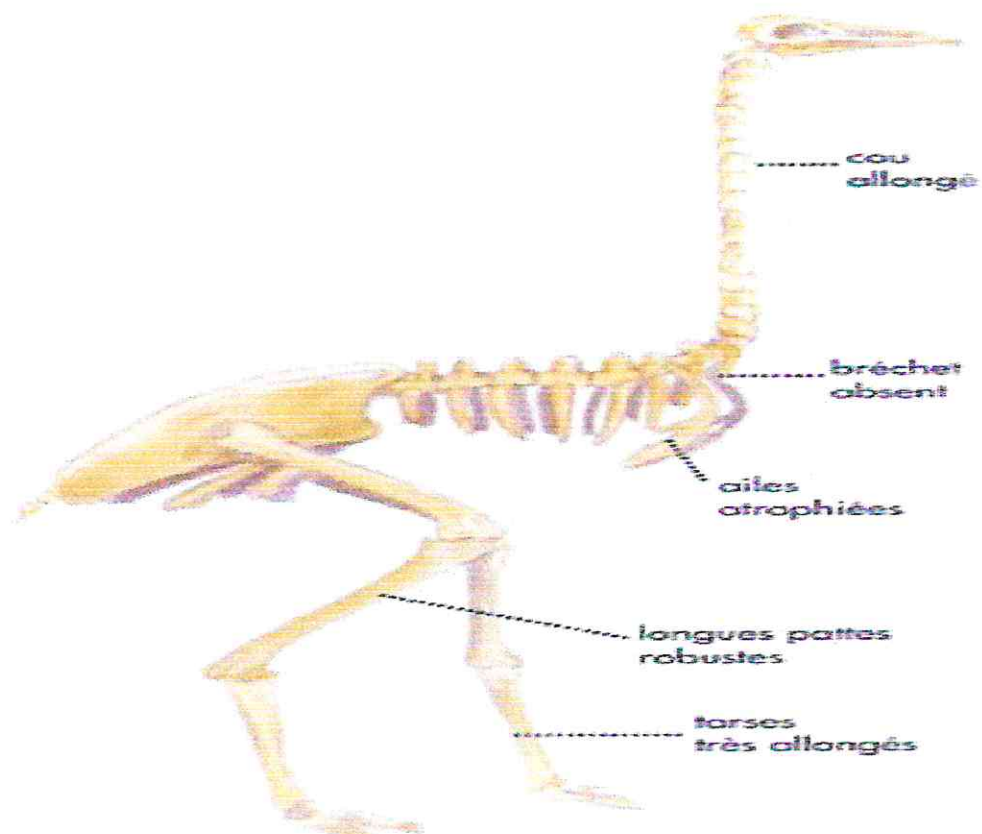
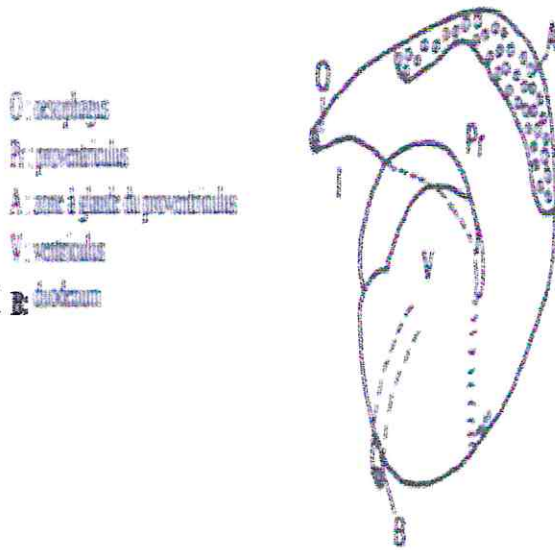


Figure 20 : Squelette de l'autruche ([www.ulg.ac.be/sciences](http://www.ulg.ac.be/sciences))

Tableau XIV : Dimensions des portions du tube digestif de l'autruche.

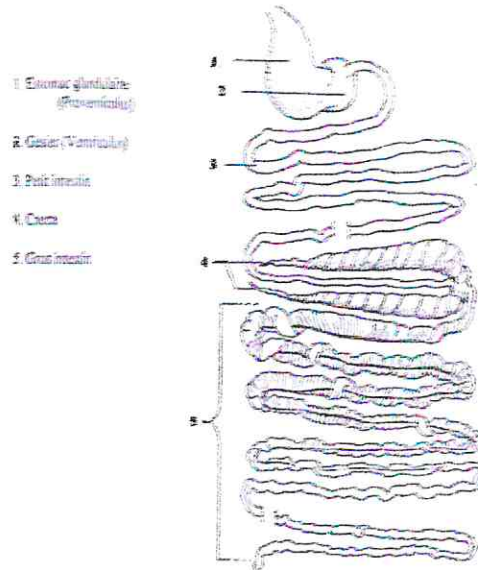
Organe	Dimensions cm
Proventriculus	14 × 32
Ventriculus	12 × 16
Petit intestin	640
Duodénum	80
Jéjunum	160
Ileon	400
Gros intestin	
Caecum	4 × 94
Rectum	6 × 800
Poids du foie (en kg)	2,2

Source : (Fowler, 1991 cité par Shanawany et Dingle, 1999)



- O : oesophage
- Pr : proventriculus
- A : zone à glandes du proventriculus
- V : ventriculus
- B : duodenum

Source : Fowler, 1991

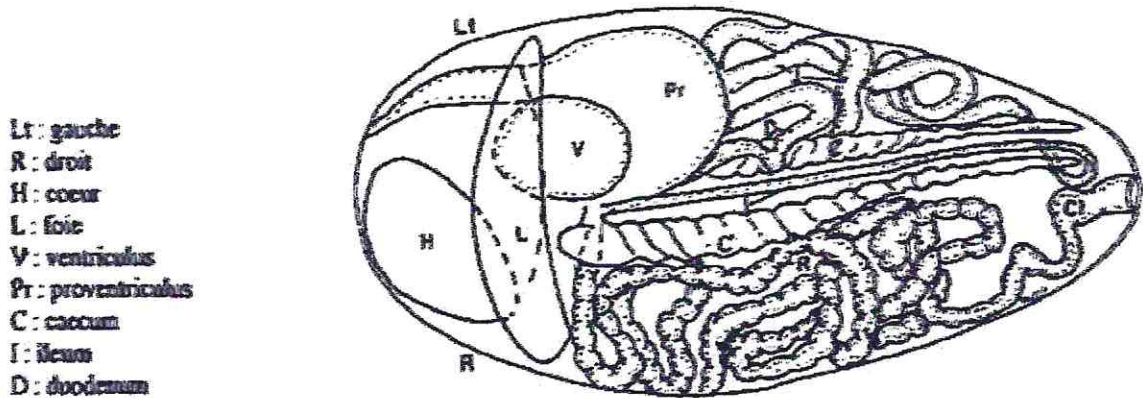


- 1 Estomac glandulaire (Proventriculus)
- 2 Gésier (Ventriculus)
- 3 Pouch intestine
- 4 Cecum
- 5 Gros intestin

Source : Vanderwolf, 1954

Figure21 : Estomac d'autruche

Figure22 : Tractus digestif de l'autruche



- Lr : gauche
- R : droit
- H : coeur
- L : foie
- V : ventriculus
- Pr : proventriculus
- C : caecum
- I : ileum
- D : duodenum
- J : jejunum
- R : rectum
- Cl : cloaque

Source : Fowler, 1991

Figure23 : Vue dorso-ventrale des viscères d'autruches

**Tableau XV :** Comparaison des systèmes digestifs de l'Autruche, de l'Emeu, et du Poulet

Partie de système Digestif	Autruche		Emeu		Poulet	
	Longueur/ cm	pourcentage de la longueur totale	Longueur/ cm	pourcentage de la longueur totale	Longueur/ cm	pourcentage de la longueur totale
Petit intestin	512	36	351	90	61	90
Caecums	94	06	07	02	05	07
Gros intestin	800	57	28	07	02	03

Source : Angel 1996

**Tableau XVI :** Energie métabolisable de différents ingrédients alimentaires pour l'autruche et le coq

ingrédient	Protéines brutes (%)	EMVn (MJ/kg)	
		Autruche	Coq
Orge	9.3	13.92	11.33
Avoine	11.5	12.27	10.63
Mais	9.0	15.22	14.65
Luzerne	17.5	8.64	4.03
Triticale	13.6	13.21	11.82
Tourteau de soja	ND1	13.44	9.04
Farine de poisson	ND	15.13	13.95
Farine de viande	ND	12.81	8.34
Son de blé	16.5	11.91	8.55

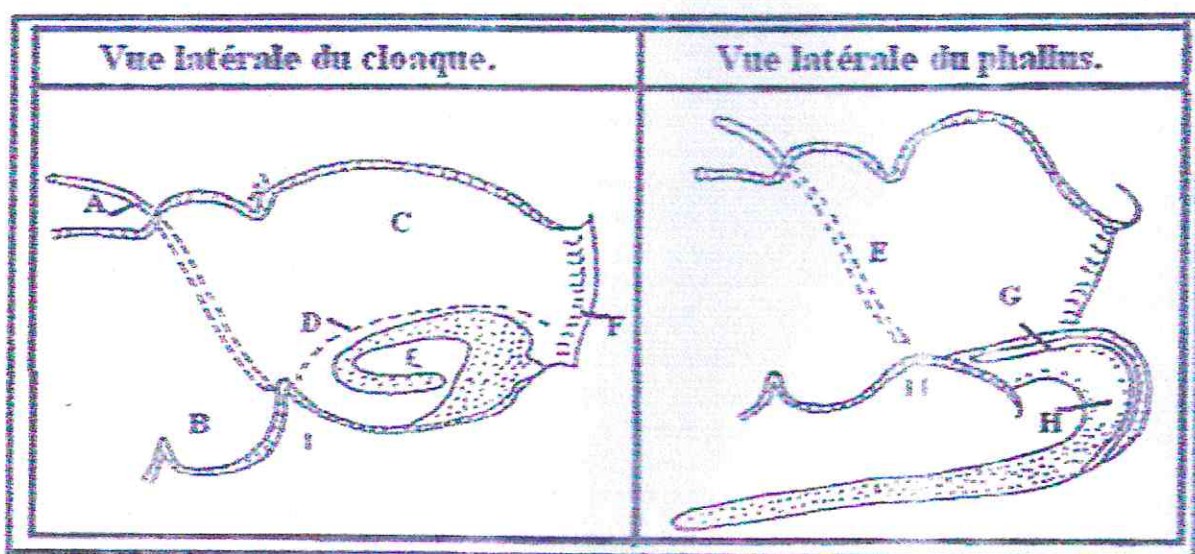
1 ND : non disponible

source : Angel 1996

**Tableau XVII : % de calcium, phosphore et sodium dans l'alimentation**











Type de concentrer Poids vivants Age (mois)	Calcium (%)	Phosphore (%)	Sodium (%)
PRE STARTER 0.8-11 kg 0-2 mois	1.2 - 1.5	0.4 - 0.45	0.20 - 0.25
STARTER 11-28 kg 2-4 mois	1.2 - 1.5	0.4 - 0.45	0.20 - 0.25
CROISSANCE 28-52 kg 4-6 mois	1.2 - 1.5	0.4 - 0.45	0.20 - 0.25
FINITION 1 52-91 kg 6-10 mois	0.9 - 1.0	0.32 - 0.36	0.15 - 0.30
FINITION 2 91-107 kg 10-20 mois	0.9 - 1.0	0.32 - 0.36	0.15 - 0.30
MAINTENANCE Adulte	0.9 - 1.0	0.32 - 0.36	0.15 - 0.30
PONDEUSE	2.0 - 2.2	0.35 - 0.4	0.15 - 0.20

Source :( O'Malley, 1995)



**Figure 24: Vue latérale du cloaque et du phallus d'une autruche mâle adulte. (TULLY T.N. et al., 1995).**

**Tableau XVIII : OEUFs DU MONDE**

Ordre	Nom commun	Échantillon Cliquer sur l'oeuf
<i>STRUTHIONIFORMES</i>	Autruche d'Afrique	
	Nandou d'Amérique	
<i>TINAMIFORMES</i>	Tinamou perdrix	
<i>CASUARIFORMES</i>	Émeu d'Australie	
	Casoar à casque	
<i>PROCELLARIIFORMES</i>	Albatros de Lay San	
	Fulmar boréal	
	Manchot papou	
	Océanité cul-blanc	
<i>PELECANIFORMES</i>	Fou à pieds bleus	
	Phaéton à bec jaune	
	Frégate superbe	

<http://www.royalalbertamuseum.ca>



**Tableau XIX:** Perte de poids pendant l'incubation (perte théorique de 15 %) aux conditions de T° et d'HR. (Edouard HANSETS 1999)

POIDS INITIAL	POIDS DE L'ŒUF AU JOUR					
	7	14	21	28	35	42
1800	1755	1710	1665	1620	1575	1530
1775	1731	1686	1642	1598	1553	1509
1750	1706	1663	1619	1575	1531	1488
1725	1682	1639	1596	1553	1509	1466
1700	1658	1615	1573	1530	1488	1445
1675	1633	1591	1549	1508	1466	1424
1650	1609	1568	1526	1485	1444	1403
1625	1584	1544	1503	1463	1422	1381
1600	1560	1520	1480	1440	1400	1360
1575	1536	1496	1457	1418	1378	1339
1550	1511	1473	1434	1395	1356	1318
1525	1487	1449	1411	1373	1334	1296
1500	1463	1425	1388	1350	1313	1275
1475	1438	1401	1364	1328	1291	1254
1450	1414	1378	1341	1305	1269	1233
1425	1389	1354	1318	1283	1247	1211
1400	1365	1330	1295	1260	1225	1190
1375	1341	1306	1272	1238	1203	1169
1350	1316	1283	1249	1215	1181	1148
1325	1292	1259	1226	1193	1159	1126
1300	1268	1235	1203	1170	1138	1105
1275	1243	1211	1179	1148	1116	1084
1250	1219	1188	1156	1125	1094	1063
1225	1194	1164	1133	1103	1072	1041
1200	1170	1140	1110	1080	1050	1020
1175	1146	1116	1087	1058	1028	999
1150	1121	1093	1064	1035	1006	978
1125	1097	1069	1041	1013	984	956
1100	1073	1045	1018	990	963	935



**Photo 23 (a)**



**Photo23 (b):** Un cas de torticollis dû à une malposition de l'œuf dans l'incubateur.