

DEPARTEMENT DE FORMATION
EN PROTECTION DES VEGETAUX

ATELIER DE FORMATION EN LUTTE ANTI-AVIAIRE

(10 - 31 mai 1990)

NIAMEY, NIGER

TITRE : ELEMENTS D'ANATOMIE, MORPHOLOGIE ET PHYSIOLOGIE AVIENNES

AUTEUR : Bernard TRECA, chercheur ornithologue ORSTOM
B.P. 13 86 DAKAR SENEGAL

Document de travail n° :

31 OCT. 1990

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 30.844 ex1

Cote : B M

p24

INTRODUCTION

Les oiseaux descendent des reptiles bipèdes (sortes de gros lézards marchant sur leurs pattes postérieures) qui vivaient au Jurassique, il y a environ 150 millions d'années. Malgré l'évolution vers l'homéothermie et l'adaptation au vol qui ont nécessité de très importants changements anatomiques, morphologiques et physiologiques, les oiseaux ont gardé de leurs ancêtres reptiliens les oeufs, les écailles sur les pattes, le bec corné et un certain nombre de structures internes.

Nous n'allons pas passer en revue l'ensemble des modifications dues à l'évolution, et qui ont toutes leur importance, mais nous focaliserons notre attention sur le plumage qui différencie les oiseaux de tous les autres animaux, le squelette et les muscles du point de vue adaptation au vol. Nous ne dirons qu'un mot pour terminer sur les organes internes.

Vous savez, lorsque vous prenez l'avion, que le poids est très important pour pouvoir voler. On ne vous laisse pas emporter beaucoup de bagages et l'avion lui-même est construit dans des matériaux légers. De plus, les moteurs ou les réacteurs de l'avion sont puissants.

On a donc ici les deux principaux impératifs, nécessaires au vol, que les oiseaux ont rencontré lors de leur évolution : légèreté et puissance. On pourrait ajouter aussi l'équilibre qui est également indispensable.

LE SQUELETTE

Généralités.

Même s'il paraît fragile, le squelette de l'oiseau, vu son poids, est au contraire très résistant. Cette solidité a été réalisée par la soudure et la contraction de toutes les pièces osseuses qui n'étaient pas absolument nécessaires. Le sternum, lui, s'est beaucoup développé chez l'oiseau et sert de point d'attache aux muscles des ailes, très puissants.

La légèreté du squelette a aussi été obtenue par la pneumatisation de certains os, c'est à dire que ces os sont remplis d'air au lieu de moelle. L'épaisseur même des parois osseuses a pu être réduite car de fines colonnes osseuses transversales assurent la solidité de l'ensemble. Finalement, le squelette ne représente que 4 % du poids total de l'oiseau.

L'équilibre, indispensable pour le vol, est réalisé par un raccourcissement de la longueur du corps et par la position des principaux muscles aussi près que possible du centre de gravité.

Description du squelette.

La colonne vertébrale des oiseaux est divisée en 5 régions, comme chez les mammifères et les reptiles :

- cervicale (cou)
- thoracique (poitrine)
- lombaire (dos)
- sacrée (hanches)
- caudale (queue)

Le nombre de vertèbres varie selon les espèces, de 39 chez le moineau à 63 chez le cygne.

Les vertèbres cervicales sont très mobiles permettant à la tête et au bec une grande liberté de mouvements pour saisir et manipuler des objets (graines ou proies animales, par exemple).

Les vertèbres thoraciques portent les côtes. Elles sont presque toutes soudées formant un os dorsal rigide. Les côtes ont une double articulation, sur une vertèbre et sur la suivante, ce qui renforce la solidité de la cage thoracique.

Les vertèbres lombaires et sacrées sont fortement soudées et contractées en une sorte de bassin rigide mais léger, capable de supporter les efforts transmis par les pattes.

Les vertèbres caudales, dont une partie se sont soudées, terminent la colonne vertébrale.

Les membres antérieurs : l'humérus est le principal os des ailes. Les os de la "main", carpes et métacarpes, se sont réduits et soudés. La ceinture pectorale transmet au corps la poussée engendrée par les battements d'ailes, poussée qui lui est parvenue par l'intermédiaire de l'humérus.

Les membres postérieurs : le fémur, raccourci, s'insère dans la cavité pelvienne. Au niveau de la cheville, les os ont fusionné avec l'extrémité basale du tibia, donnant le tibio-tarse. Les os restant se sont joints à 3 métatarses pour donner le tarsométatarse, que l'on appelle souvent tout simplement le tarse. Les doigts sont au nombre de 2, 3 ou 4.

Le sternum qui occupe la partie ventrale du squelette sert surtout de point d'attache puissant aux muscles des ailes. Le bréchet, sorte de quille, est un développement du sternum qui augmente la surface sur laquelle peuvent s'attacher les muscles des ailes.

Le crâne. La forme et la taille du crâne sont conditionnées par le développement très important des yeux. Le crâne lui-même est souvent pneumatisé. Comme cette pneumatisation est progressive, il est parfois possible d'avoir une idée de l'âge de l'oiseau grâce à l'examen des dessins formés par cette pneumatisation du crâne.

Terminons par le bec qui n'est pas un os mais de la corne légère. La partie inférieure du bec est articulée sur le crâne (par l'intermédiaire de petits os) et parfois aussi la partie supérieure (cas des perroquets et de beaucoup d'autres oiseaux).

LES MUSCLES

Les principaux muscles sont le Pectoral qui sert à abaisser l'aile, et le Supracoracoïde qui, au contraire, relève l'aile. Ces deux muscles sont fixés au bréchet. Plus ils sont puissants et volumineux, plus l'oiseau est capable d'un vol puissant et long. Ces deux muscles peuvent atteindre 20 % du poids du corps.

Les muscles du cou, de la queue et du croupion sont particulièrement complexes, permettant une grande liberté de mouvements.

De plus, sur tout le corps, des muscles peauciers ont pour rôle de mouvoir les plumes, principalement pour la thermorégulation, mais aussi pour les parades nuptiales ou d'intimidation, etc...

Les muscles peuvent être rouges ou pâles selon qu'ils sont plus ou moins irrigués par le sang. Les muscles rouges (ceux du canard par exemple) permettent le vol sur des distances beaucoup plus longues que les muscles blancs (poulet ou francolin par exemple).

LES PLUMES

On ne trouve des plumes que chez les oiseaux. Aucun autre animal, vertébré ou invertébré ne possède ce caractère extraordinaire. Les plumes ne sont pas indispensables au vol puisque d'autres animaux sans plume peuvent voler (insectes, chauve-souris...), mais c'est un caractère fondamental de l'adaptation au vol chez les oiseaux.

Le développement de la plume ressemble à celui des écailles des reptiles, au moins à ses débuts. Mais on ne trouve jamais, chez les oiseaux actuels, d'intermédiaire entre les écailles et les plumes.

Il existe plusieurs types de plumes :

- les plumes de contour (les "vraies" plumes), qui comprennent les grandes plumes des ailes, les rémyges, celles de la queue, les rectrices, et les plumes plus petites qui couvrent le corps de l'oiseau.
- le duvet.
- les semi-plumes.
- les filo-plumes.
- et le duvet poudreux.

Chacun de ces types de plume joue un rôle, mais nous n'étudierons ici que les plumes de contour.

Chaque plume est constituée par un rachis terminé à la base par le calamus, et par un vexille que l'on peut diviser en externe et interne, de chaque côté du rachis.

Le calamus est la partie de la plume qui s'enfonce dans la peau. Il possède à la base un petit orifice par où passaient les capillaires sanguins qui irrigaient la plume en croissance. La plume terminée est un élément mort qui n'est plus irrigué.

Les vexilles sont formés d'un réseau de barbes et de barbules qui leur assurent souplesse et résistance. Les barbes parallèles, très nombreuses, sont situées dans un plan qui part du rachis. Elles sont accrochées entre elles, dans le même plan, au moyen de barbules dont certaines, celles dirigées vers le haut, sont munies de crochets. Les barbules crochetées chevauchent les autres à angle droit, réalisant ainsi une surface continue, à peu près plane, très légère et remarquablement résistante.

Les plumes assurent plusieurs fonctions, mais surtout le vol et l'isolation thermique. Il faut noter que les grandes plumes qui ont un rôle essentiel dans le vol ne sont pas rigides mais souples et qu'elles s'incurvent pendant le vol. Selon les espèces, on pourra trouver des particularités de la structure des plumes.

Mais la plume est un organe fragile car complexe qui exige de la part de l'oiseau des soins quotidiens. Elle peut même être complètement imperméabilisée quand l'oiseau l'enduit du liquide sécrété par sa glande uropygiale située sur le croupion (oiseaux aquatiques surtout).

Malgré les soins quotidiens que les oiseaux donnent à leur plumage, les plumes finissent par s'user et doivent être remplacées. C'est ce qu'on appelle la mue.

Les principales plumes des ailes sont :

- les rémiges primaires (9 à 12 par aile, selon les espèces).

- les rémiges secondaires (de 6 à 37).

- les tertiaires sur l'avant-bras supérieur.

- les couvertures primaires et secondaires qui recouvrent la base des rémiges primaires ou secondaires à la façon des tuiles d'un toit et assurent à l'aile une bonne étanchéité par rapport à l'air, donc une meilleure portance.

Le croupion porte les rectrices dont le nombre varie en général de 10 à 12.

Bien que très légère les plumes sont nombreuses et représentant une fraction importante du poids de l'oiseau : entre 15 et 20 % chez certaines espèces.

Par conséquent, au moment de la mue, c'est à dire du remplacement des plumes usées, la dépense énergétique sera importante. C'est pourquoi, en général, la mue a lieu en dehors des périodes de reproduction ou de migration, qui sont également des périodes de dépenses énergétiques importantes.

Les plumes usées vont branler peu à peu, puis tomber. Les plumes ne tombent pas au hasard, mais suivent un ordre bien déterminé selon les espèces. Souvent les pennes (les grandes plumes des ailes ou de la queue) muent d'abord, suivies par les plumes du corps, de la queue vers la tête.

Pour les ailes, habituellement, la mue commence au poignet, c'est à dire vers le centre de l'aile pour les rémiges primaires et les secondaires, et progresse vers les extrémités. Les rectrices muent en général à partir du centre de la queue.

Mais il existe de nombreuses variantes à ce schéma général. Chez les canards, par exemple, les rémiges tombent pratiquement toutes à la fois, l'oiseau étant alors incapable de voler jusqu'à ce que ses nouvelles rémiges aient atteint une taille suffisante. Il faut alors que l'oiseau possède les moyens d'échapper à ses prédateurs (en plongeant, par exemple), et puisse encore trouver de la nourriture.

Les oiseaux muent habituellement 1 ou 2 fois par an. Avant la reproduction, c'est la mue pré-nuptiale. L'oiseau, le mâle surtout, prend sa livrée de noces appelée plumage nuptial. Ce plumage nuptial est souvent très coloré chez le mâle. Il joue un rôle dans les parades nuptiales pour attirer les femelles, repousser les autres mâles et stimuler les organes sexuels des femelles.

Après la reproduction, l'oiseau retrouve une couleur beaucoup plus terne en effectuant une seconde mue, la mue post-nuptiale qui le revêtira de son plumage d'éclipse.

Au début de sa vie, le jeune oiseau est couvert de duvet, puis prend un plumage juvénile, et ce n'est que lorsqu'il sera mûre sexuellement qu'il alternera plumage nuptial et plumage d'éclipse.

Les couleurs du plumage peuvent être de type pigmentaire quand la plume est colorée par un pigment comme la mélanine, ou de type structural si la couleur que l'on voit est due à la réfraction ou à la réflexion de la lumière. La couleur de la plume peut également varier avec son usure.

LES ORGANES INTERNES.

1°) Le CERVEAU.

La vivacité des oiseaux par rapport aux reptiles a nécessité le développement du cerveau pour faire face rapidement à tous les problèmes complexes de la locomotion et surtout de la locomotion dans l'espace. Pour des animaux d'une vingtaine de grammes, le poids du cerveau par rapport au poids total du corps représente :

- 0,55 % pour un lézard,
- 2,8 % pour un mammifère (rongeur)
- 4,5 % pour un oiseau.

L'oiseau a surtout développé les lobes optiques et leur centre de coordination, c'est à dire tout ce qui touche à la vue. Les lobes olfactifs des oiseaux sont par contre très petits, indiquant un odorat médiocre. Le corps strié, situé à la base du cerveau, est très gros chez les oiseaux. Il contrôle les perceptions sensorielles et l'essentiel du comportement instinctif, en particulier l'alimentation, les cris et les chants, les mouvements de l'oeil, les déplacements et tout le comportement de reproduction.

La différence essentielle entre le cerveau d'un oiseau et celui d'un mammifère est que le cortex (ou couche extérieure des hémisphères) s'est beaucoup développé chez les mammifères pour devenir le principal centre de coordination des activités corporelles, et on a pu montrer que le développement du cortex permettait une grande capacité d'apprentissage. Au contraire, chez l'oiseau, le cerveau est dominé par le corps strié, à la partie inférieure des hémisphères, ce qui entraîne pour l'oiseau un comportement surtout instinctif, stéréotypé, sans grande capacité d'apprentissage.

2°) Les ORGANES DES SENS.

- le toucher : incomplètement connu. Les corpuscules tactiles sont nombreux dans la langue des pics, le bec des canards, etc... On en trouve aussi en diverses parties du corps, mais surtout là où la peau est nue.

- le goût. Les oiseaux ne semblent pas avoir beaucoup développé le sens du goût.

- l'odorat. Ce sens est peu important chez l'oiseau.

- l'ouïe. L'oreille externe, sans pavillon, n'est visible que si on écarte les plumes des côtés de la tête. Ce n'est généralement qu'un tube qui conduit les ondes sonores jusqu'au tympan. L'oreille interne est le récepteur sensoriel pour l'équilibre et l'audition à la fois.

- la vue. L'oeil de l'oiseau est très perfectionné. Il produit des images plus grandes que chez l'homme, et avec une bien meilleure définition. Certains oiseaux, comme les oiseaux plongeurs, sont munis d'une paupière nictitante qui leur permet de voir sous l'eau. Cette paupière sert aussi au nettoyage de la cornée.

L'emplacement des yeux sur la tête est lié avec le mode de vie de l'oiseau. Les oiseaux végétariens ont les yeux placés latéralement. Leur champ de vision atteint 340°, leur permettant de guetter leurs ennemis tout en se nourrissant. Les prédateurs ont les yeux placés vers l'avant, la souplesse de leur cou compensant leur faible angle de vision.

3°) Le SYSTEME DIGESTIF.

- le bec très variable quand à la forme selon les espèces et le travail qui lui est demandé :

décortiquer les graines,
filtrer la vase,
sonder le sol,
déchiqueter une proie...

- la langue est souvent peu développée, sauf exceptions, car les oiseaux avalent rapidement leurs proies.

- l'oesophage est plus ou moins musculé. Chez de nombreuses espèces, l'oesophage peut s'élargir pour garder des aliments en réserve; c'est le jabot. Celui-ci est très développé chez les oiseaux granivores. La nourriture n'est pas digérée dans le jabot.

- l'estomac est divisé en estomac glandulaire, au bas de l'oesophage, et en gésier qui est très musclé et sert à broyer la nourriture puisque celle-ci n'a pu être broyée par des dents que l'oiseau ne possède pas. L'oiseau avale parfois de petits cailloux qui s'accumulent dans le gésier et augmentent l'efficacité du broyage des aliments. Les parents oiseaux peuvent régurgiter la nourriture broyée dans le gésier pour nourrir leurs petits.

- le foie et le pancréas ont le même rôle dans la digestion que chez les mammifères.

- l'intestin reçoit la nourriture broyée dans le gésier, la digère et l'absorbe. L'intestin est plus long chez les oiseaux granivores.

- à la partie extrême du tube digestif, on trouve le cloaque où débouchent l'intestin, les uretères et les conduits génitaux. Sur la face dorsale se trouve la Bourse de Fabricius, sorte de poche lymphatique qui n'est présente que chez les jeunes oiseaux.

4°) Le SYSTEME CIRCULATOIRE.

Les circuits veineux et artériels sont séparés, comme chez les mammifères. Le coeur des oiseaux est relativement gros. Le rythme cardiaque est plus élevé chez les petits oiseaux.

5°) Le SYSTEME RESPIRATOIRE.

Les poumons des oiseaux sont remarquablement petits et vascularisés. Mais contrairement aux reptiles supérieurs et aux mammifères chez lesquels les poumons forment un cul-de-sac, chez les oiseaux, les bronches traversent les poumons et ressortent à l'autre bout dans les grands sacs aériens de l'abdomen. Ainsi les oiseaux ont un système de respiration ouvert, où l'air circule en continu.

En cas de forte chaleur, on peut observer les oiseaux haleter, bec ouvert, ce qui est un moyen de refroidir leur corps grâce à un phénomène d'évaporation dans les sacs aériens.

6°) Les SYSTEMES REPRODUCTEURS et EXCRETEURS.

Leurs fonctions sont séparées, mais ils ont une origine embryonnaire commune.

* système excréteur. Les reins, logés derrière les poumons sont gros, conséquence du métabolisme élevé chez les oiseaux. Ils maintiennent l'équilibre des différents éléments du sang et évacuent les déchets. Il n'y a pas de vessie, sauf chez l'autruche, et les uretères débouchent directement dans le cloaque, d'où économie de poids.

L'urine se mélange aux matières fécales avec lesquelles elle est évacuée; elle constitue la partie blanchâtre des excréments des oiseaux.

* système reproducteur.

Les gonades mâles sont les testicules.

La gonade femelle est l'ovaire. La femelle possède 2 ovaires, mais habituellement, seul le gauche est fonctionnel.

La taille des gonades varie selon la saison, dans un rapport de 1 à 10 ou même parfois jusqu'à 200. Chez la femelle, par exemple, l'ovaire grossit beaucoup pendant la saison de reproduction, pour régresser ensuite jusqu'à devenir presque invisible.

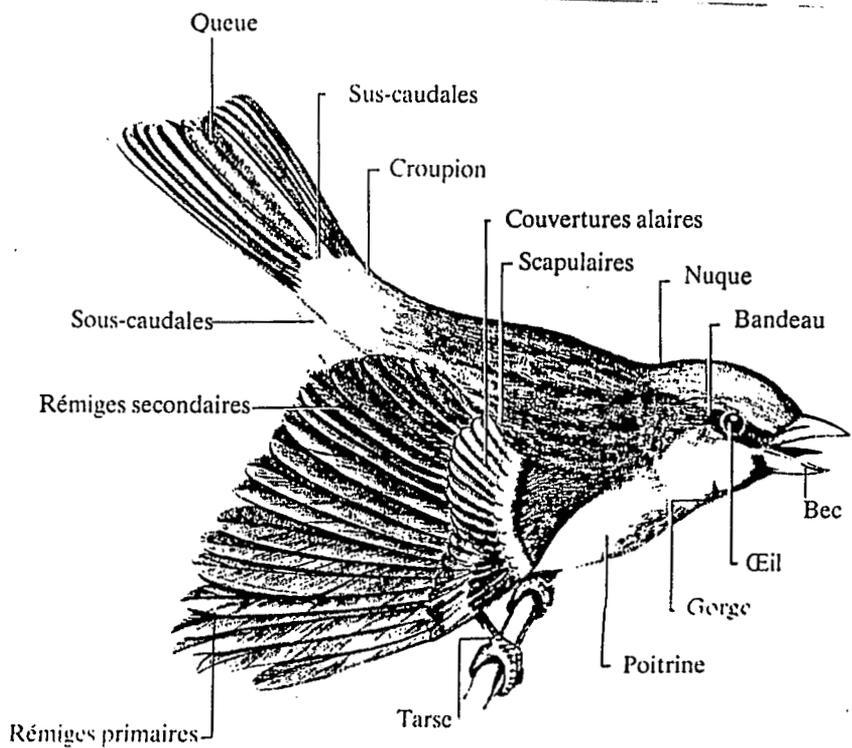
Quand il est développé, l'ovaire ressemble à une grappe de raisin, avec des grains de différentes tailles. Chaque grain deviendra le jaune d'un oeuf complet. En fait, le jaune est un ovocyte, cellule géante distendue par les réserves nutritives, entourée par un tissu vascularisé le follicule. Une hormone provoque la rupture du follicule et l'émission de l'ovule qui tombe dans l'oviducte. C'est l'ovulation.

Dans l'oviducte, l'ovule va être fécondé et va recevoir progressivement l'albumen (ou blanc de l'oeuf), les membranes coquillifères et enfin la coquille.

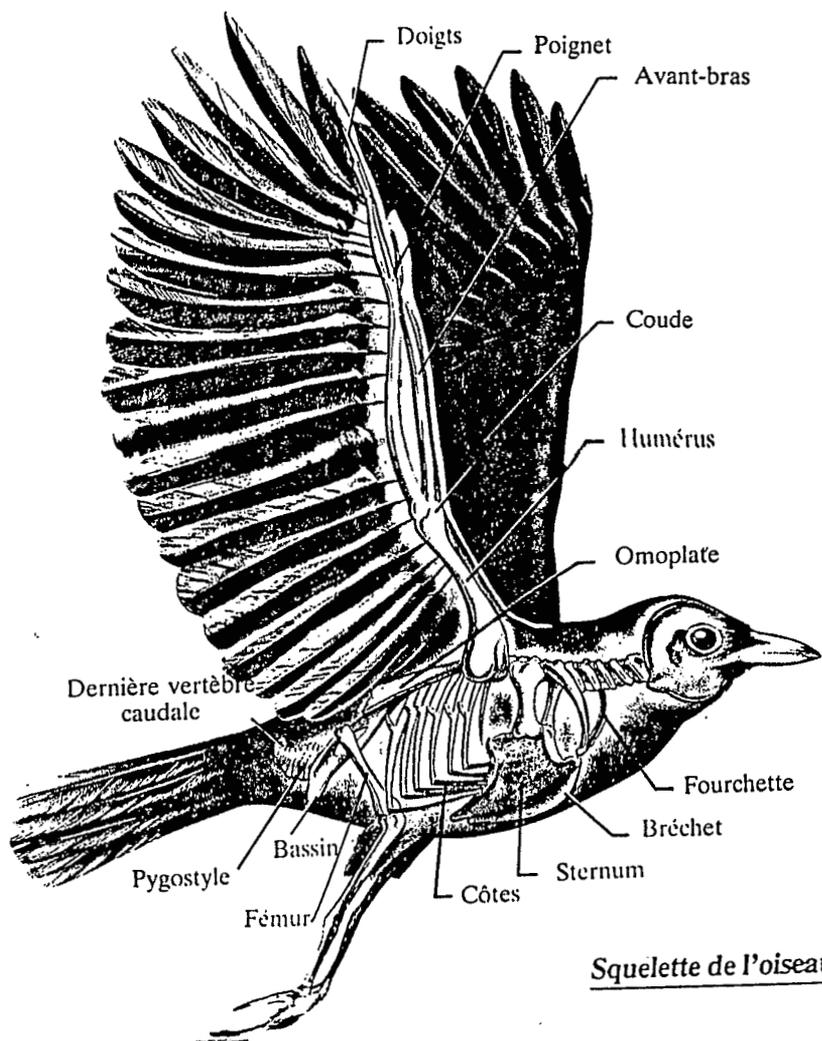
La production d'oeufs représente une dépense énergétique considérable pour la femelle qui puise dans ses réserves de graisse, de protéines musculaires et de calcium des os.

Les oeufs pondus dans un nid bien travaillé ou simplement ébauché, selon les espèces, sont couvés jusqu'à l'éclosion. Chez les oiseaux à longévité élevée, l'oeuf peut être unique, alors que chez les espèces à longévité plus réduite, la taille de la ponte peut être importante (20 ou 25 oeufs parfois chez les canards).

Après l'éclosion, les poussins peuvent quitter le nid tout de suite (on dit qu'ils sont nidifuges) ou au contraire doivent y demeurer encore un certain temps pour terminer leur formation (poussins nidicoles).



Anatomie de l'oiseau



Squelette de l'oiseau