

Anatomie comparée des téguments de Vertébrés

Les téguments de Vertébrés remplissent des fonctions complexes. L'ensemble des téguments forment un des tissus les plus lourds de l'organisme (environ 15 % du poids frais chez l'homme). Cette structure est aussi très variée. Outre la fonction principale d'isolement des organes internes par rapport au milieu extérieur, elle peut présenter de nombreuses fonctions :

- Résistance physique aux stress mécaniques
- Mouvements de gaz (participation à la respiration) et d'ions (équilibre osmotique)
- Localisation de nombreux récepteurs sensoriels
- Barrière à l'entrée d'organismes pathogènes
- Maintien de la forme externe de l'organisme
- Exosquelette (en particulier chez les chéloniens)
- Régulation de la température, par isolation thermique ou au contraire augmentation par absorption des radiations (cas de lézards se chauffant au soleil) ou diminution par évaporation de l'eau (transpiration chez les mammifères).
- les plumes, productions dermiques servent à la locomotion
- les cornes servent à la défense et aux parades nuptiales
- Les téguments contiennent des pigments (mélanines, ...) qui contrôlent la pénétration des radiations dangereuses pour l'organisme (UV)
- Les patrons de couleur des téguments et de leurs productions ont des fonctions comportementales

Le tégument (figure 1) est constitué par:

- *l'épiderme*: tissu épithélial, stratifié (différence avec les invertébrés et Céphalocordés), d'origine ectodermique, qui forme l'enveloppe protectrice du corps de l'animal.
- *le derme*: tissu conjonctif d'origine mésodermique qui supporte et nourrit l'épiderme.
- L'épiderme et le derme sont séparés par une *couche basale*, qui génère les cellules de l'épiderme.

La peau des Vertébrés participe à la formation d'annexes ou structures spécialisées: (1) les glandes cutanées (formations en creux) à partir de l'épiderme, (2) les phanères cornées (formations saillantes), (3) les formations squelettiques à partir du derme, par ossification

dermique. Ces différents types de développement se forment au départ d'une structure de base, mais en suivant des modes de développement particuliers (figure 2).

Pendant toute la vie de l'animal les cellules de la couche basale ou couche génératrice ont la faculté de se multiplier indéfiniment. Cette activité est compensée par l'élimination concomitante des cellules des couches superficielles.

Suivant le mode d'adaptation à la vie aquatique ou aérienne, les téguments présentent une couche kératinisée plus ou moins épaisse. Les Amphibiens, premiers tétrapodes terrestres, présentent une couche kératinisée très peu épaisse ; ils doivent garder en permanence la peau humide. Les glandes tégumentaires présentent une gradation de complexité depuis les Vertébrés aquatiques qui possèdent des cellules à mucus dans l'épiderme jusqu'aux mammifères qui présentent des glandes sébacées et sudoripares complexes. A noter que les espèces aquatiques appartenant à des groupes généralement terrestres présentent les caractéristiques de leur groupe. Ainsi les Cétacés, qui sont des Mammifères, présentent une peau épaisse fortement kératinisée et imperméable, mais toutefois sans glandes sébacées ou sudoripares, mais avec des glandes mammaires.

Du point de vue de la phylogénie, les téguments montrent des modifications importantes dans les lignées d'animaux terrestres. Au sein des lignées de cordés à vie totalement aquatique, il y a peu de modification. Chez les Céphalocordés, l'épiderme est unistratifié.

Chez les Vertébrés, la différenciation du tégument concerne principalement d'une part le degré de différenciation des tissus de celui-ci et, d'autre part, le développement de glandes plus ou moins complexes. Les étapes principales sont les suivantes :

1. Chez les **Vertébrés aquatiques** (Poissons tant **ostéichthyens** que **chondrichthyens**), l'épiderme peu épais et perméable reste vivant dans toute son épaisseur (permettant les échanges osmotiques et ioniques entre milieu intérieur et extérieur). Il contient des cellules glandulaires qui produisent un mucus protégeant l'organisme, et favorisant le flux d'eau (fig. 3).
2. Les **Chondrichthyens** possèdent des écailles placoïdes, qui sont produites par le derme, et qui traversent l'épiderme. Ces écailles ont une fonction de protection ainsi que dans la nage en favorisant le flux d'eau par une réduction des forces de friction sur le tégument.
3. Les écailles des poissons **Ostéichthyens** sont formées au sein du derme, et recouvertes d'un épiderme très fin. L'épiderme présente des cellules glandulaires. Primitivement, les écailles sont des écailles cosmoïdes, et se développent sur une couche osseuse d'origine dermique. L'écaille cosmoïde possède une couche de dentine sous une couche d'émail (Fig. 6). De telles écailles se trouvent actuellement chez les Sarcoptérygiens : en particulier chez le Caelacanthe, et de manière modifiée par une diminution du nombre de couches chez les Dipneustes.
4. Chez les **Téléostéens**, les écailles ne présentent pas d'émail ou de dentine. L'écaille se développe sur une couche osseuse non calcifiée. Sa croissance est concentrique. Si cette croissance est régulière sur tout le périmètre de l'écaille, on parle d'écaille **cycloïde** ; si au contraire, elle présente une excroissance du côté postérieur, on parle d'écaille **cténoïde** (fig 7).

5. Chez les **Amphibiens** adultes (adaptation incomplète au milieu aérien) apparaît une couche cornée (kératinisée) mince, limitée à une seule assise cellulaire (fig. 8). La respiration cutanée est importante chez la plupart des amphibiens¹. Les sécrétions glandulaires sont produites par des **acini glandulaires**, de forme sphérique qui rejettent les sécrétions par un canal traversant l'épiderme.
6. Chez les **Amniotes** (Sauropsides, Mammifères) les cellules épidermiques des couches superficielles s'imprègnent progressivement de kératine, se dessèchent et finissent par mourir formant la couche cornée très épaisse (fig. 9) qui constitue un écran limitant les pertes d'eau par évaporation. L'épiderme devient sec et imperméable. La kératinisation représente de ce fait une excellente adaptation des Tétrapodes à la vie aérienne.
On peut suivre facilement les étapes de la kératinisation dans l'épiderme des Mammifères (fig. 9): au-dessus de la couche basale germinative (*stratum germinativum*) reposent plusieurs rangées de cellules polyédriques - hérissées de prolongements cytoplasmiques - formant la couche de Malpighi (*stratum spinosum*), puis les cellules les plus superficielles s'aplatissent, se chargent de granulations, se colorent fortement, formant la couche granuleuse (*stratum granulosum*), ensuite les cellules se fondent dans une couche d'aspect homogène et réfringent et y commencent leur dégénérescence - c'est la couche translucide (*stratum lucidum*). Enfin dans la couche cornée (*stratum corneum*), cytoplasme et noyau ont disparu, il ne reste plus que l'enveloppe kératinisée. En surface les cellules se détachent: c'est la couche desquamante.
7. Les écailles des **Sauropsides** sont des écailles épidermiques, sans base osseuse. Elles sont remplacées soit par lambeaux, soit parfois d'une seule pièce chez certains Sauropsides ("mue" des serpents) (Fig. 10). Les glandes cutanées sont peu nombreuses, du fait de la forte kératinisation de la surface du tégument. Certaines espèces possèdent des glandes dégageant des phéromones, dont on pense qu'ils sont importants dans les comportements sociaux, tels que les phéromones d'alarme de certaines tortues ou les phéromones sexuelles des Crocodiliens.
8. Les **oiseaux**, outre des écailles, présentes en particulier sur les pattes, possèdent des plumes. Les plumes sont issues de placodes épidermiques permettant leur croissance. Les plumes sont de plusieurs types : les filoplumes et le duvet ont une fonction essentiellement d'isolant thermique, alors que les rémiges et les tectrices, par la présence de barbules présentent une certaine rigidité permettant ainsi le vol (Figures 11 et 12). Les oiseaux présentent une glande uropygienne sécrétant un mucus gras, qui sert à imperméabiliser le plumage.
9. Chez les **Mammifères** les glandes sont nombreuses et différenciées en trois grandes catégories très spécialisées : (1) les Glandes sébacées (glandes acineuses simples ou composées annexées aux follicules pileux) (fig. 13). (2) les glandes sudoripares (glandes tubuleuses simples et (3) les Glandes mammaires (glandes tubuleuses ou tubulo-acineuses composées groupées en mamelles pour la sécrétion du lait).

¹ Certaines espèces de salamandres, comme les spéléomantes, ne possèdent pas de poumons, et toute la respiration est cutanée.

Les phanères

Les phanères sont des productions épidermiques fortement kératinisées surtout caractéristiques des Amniotes. La croissance des écailles, des ongles, des poils et des plumes résulte de la prolifération de cellules cornées (kératinocytes). Quand ces cellules meurent, elles forment un dépôt de kératine. Les productions épidermiques se présentent sous des aspects très variés:

- 1.- Ecailles cornées: simples épaisissements de la couche cornée délimitée par des replis de l'épiderme (Lézard - fig. 14 -, pattes d'Oiseaux - fig. 11 -, queue de divers Mammifères (en particulier chez les rongeurs), ou formations dorsales comme par exemple chez le pangolin et le tatou).
- 2.- Bec corné (remplace les dents absentes): Tortues, Oiseaux, Monotrèmes.
- 3.- Cornes kératinisées des Rhinocéros et des Bovidés (fig. 15) (différentes des cornes osseuses des Cervidés).
- 4.- Ongles des Mammifères (griffes, ongles des primates, sabots) (fig. 16). Les sabots sont des étuis cornés développés autour de la phalange terminale comme par exemple chez le cheval (fig. 15 C et D) ou chez la vache.
- 5.- Poils (caractéristiques des Mammifères) (fig 13): épaisissements de la couche épidermique qui s'enfoncent jusque dans le derme et l'hypoderme. On distingue les poils de bourre (isolation thermique), de couverture (crins - piquants), des vibrisses (tactiles).
- 6.- Plumes caractéristiques des Oiseaux : Les plumes sont constituées de kératine β , uniquement produite par les Sauropsides. La croissance d'une plume commence par un épaisissement local de l'épiderme (la placode) surmontant un amas de cellules dermiques. La placode donne ensuite naissance à un tube qui comprendra le germe de la plume. Fonctions : Revêtement protecteur isolant et vol.

Observations disponibles lors de la séance de Travaux Pratiques

1. Ecailles cténoïdes et cycloïdes de Téléostéens
2. Coupes de peau d'amphibiens
3. Coupes de peau de Lézards
4. Mues de serpents
5. Plumes d'oiseaux
6. Corne de Bovidé
7. Coupes de peau humaine et d'oreille de chat (avec insertion des poils)

Mots Clés (liste non exhaustive)

Épiderme, derme, kératinisation, glandes acineuses, glandes sébacées, glandes sudoripares, écaille, plume, poil.

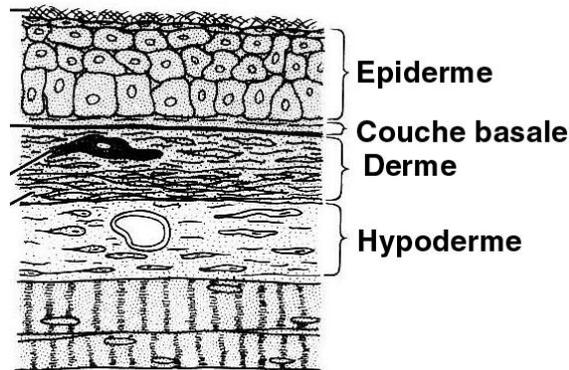


Figure 1. Structure générale du tégument de Vertébré. L'épiderme se développe au départ de la lame basale ; ses cellules sont remplacées. Sous la lame basale, on trouve le derme, qui nourrit l'épiderme (d'après Kardong 2002¹).

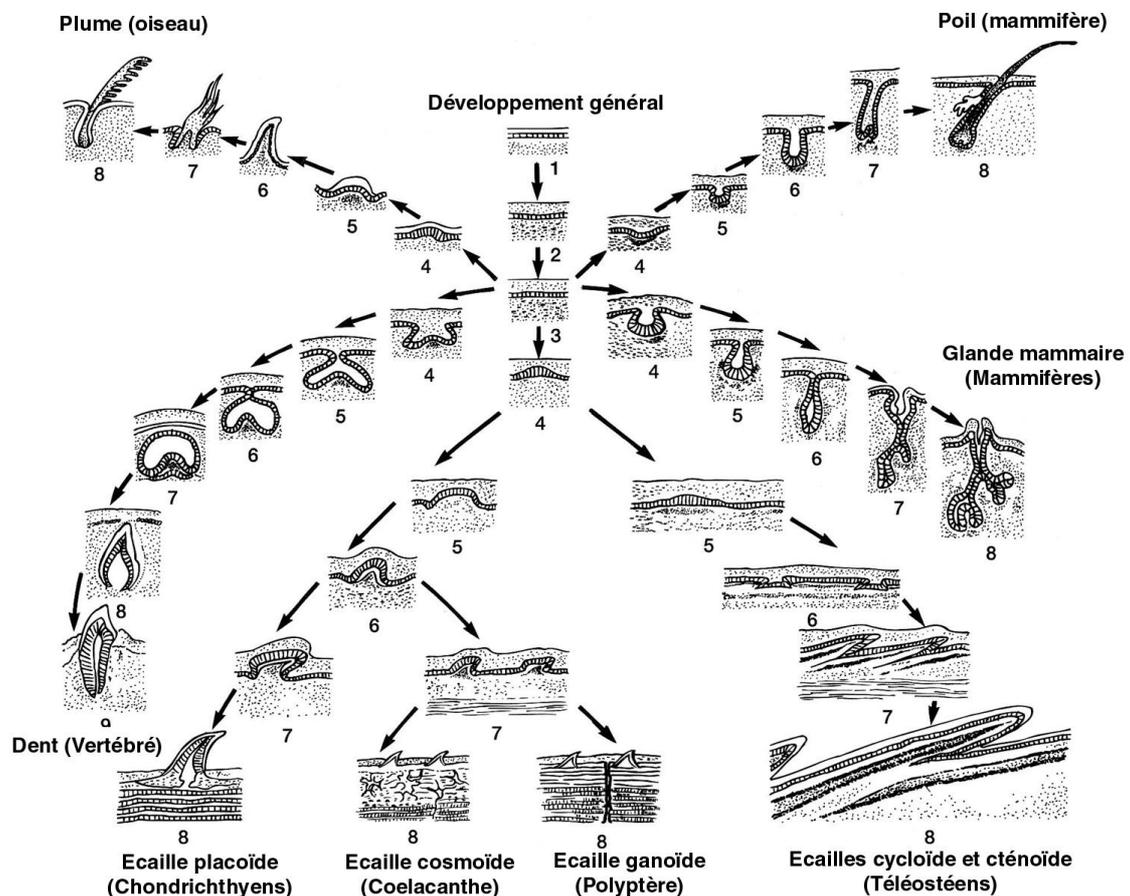


Figure 2. Les structures dérivées de l'épiderme sont nombreuses. Certaines se forment par invagination de la lame basale au sein du derme, comme les poils, les glandes mammaires et les dents, alors que d'autres se forment par évagination de celle-ci dans les cas des plumes, et des écailles en particulier. (d'après Kardong 2002)

¹ Kardong, K.V., 2002. Vertebrates : Comparative Anatomy, Function, Evolution. 3rd ed. McGraw-Hill, New York, 762 pp.

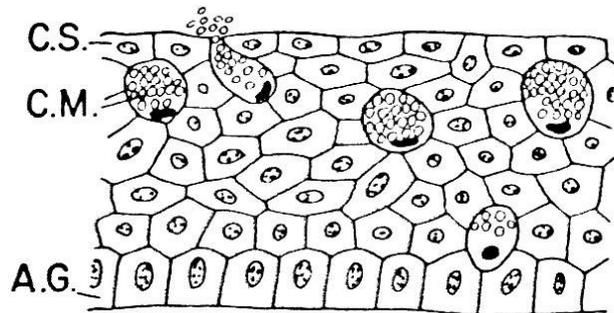


Figure 3. Coupe transversale d'épiderme d'un Ostéichthyen (d'après Beaumont & Cassier, 2000¹)

A.G.: Assise germinative

C.S.: Cellules superficielles restées vivantes

C.M.: Cellules glandulaires à mucus venant déverser leurs sécrétions à la surface de l'épiderme.

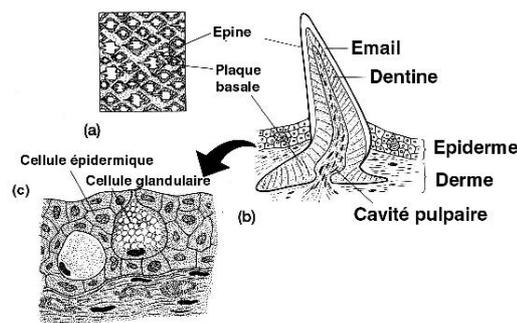


Figure 4. Ecaille placôïde de Chondrichthyen. (a) surface de l'épiderme montrant l'arrangement régulier des écaille favorisant l'écoulement de l'eau; (b) section d'une écaille, montrant qu'elle prend racine dans le derme; (c) l'épiderme de Chondrichthyen contient des cellules glandulaires. (d'après Kardong 2002)

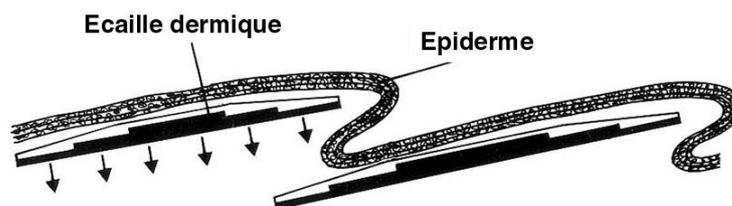


Figure 5. Position des écailles dermiques chez les Téléostéens. (d'après Kardong 2002)

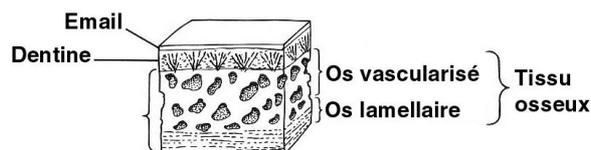


Figure 6. Structure de l'écaille cosmoïde du Coelacanthe. (d'après Kardong 2002)

¹ Beaumont, A. & Cassier, P., 2000. Biologie Animale. Les Cordés : anatomie comparée des Vertébrés. 8e édition. Dunod, Paris, 638 pp.

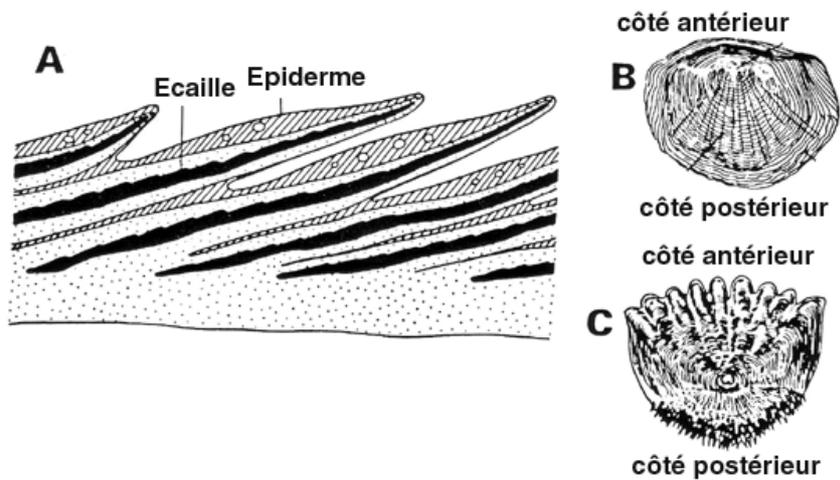


Figure 7. Ecailles de Téléostéens. A. Coupe longitudinale montrant la position des écailles et de l'épiderme. Les écailles cycloïdes (B) et cténoïdes (C) croissent de manière concentrique. L'écaille cténoïde présente une excroissance en peigne du côté postérieur de l'animal. (d'après Beaumont & Cassier, 2000)

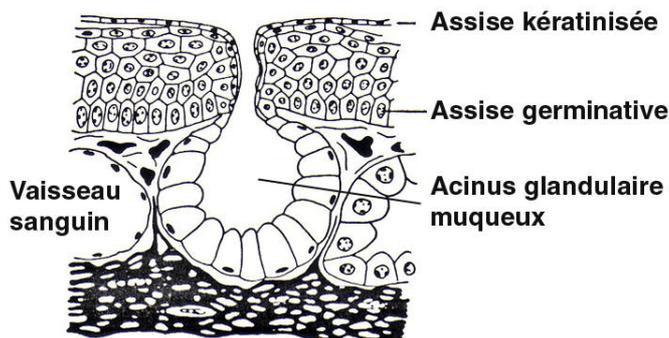


Figure 8. Coupe transversale de peau d'Amphibien (crapaud). (d'après Beaumont & Cassier, 2000).

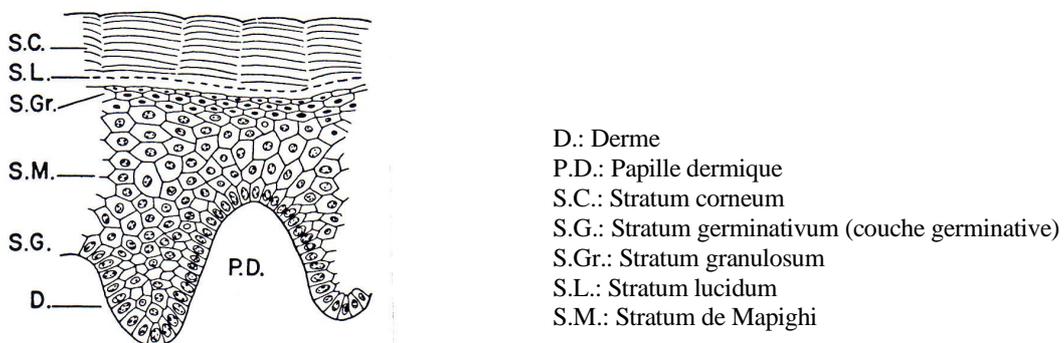


Figure 9. Coupe transversale de peau de Mammifère (*Homo sapiens*) (d'après Beaumont & Cassier, 2000).

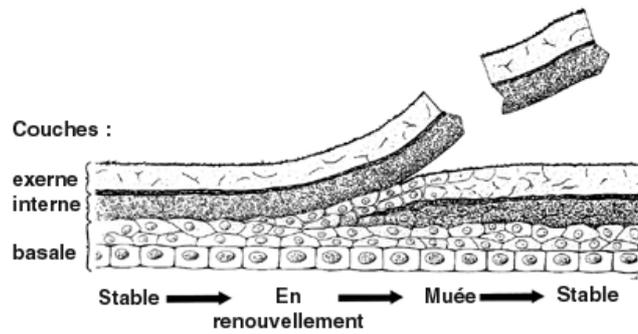


Figure 10. Epiderme de Lézard; montrant la régénération de la couche kératinisée. (d'après Kardong, 2002)

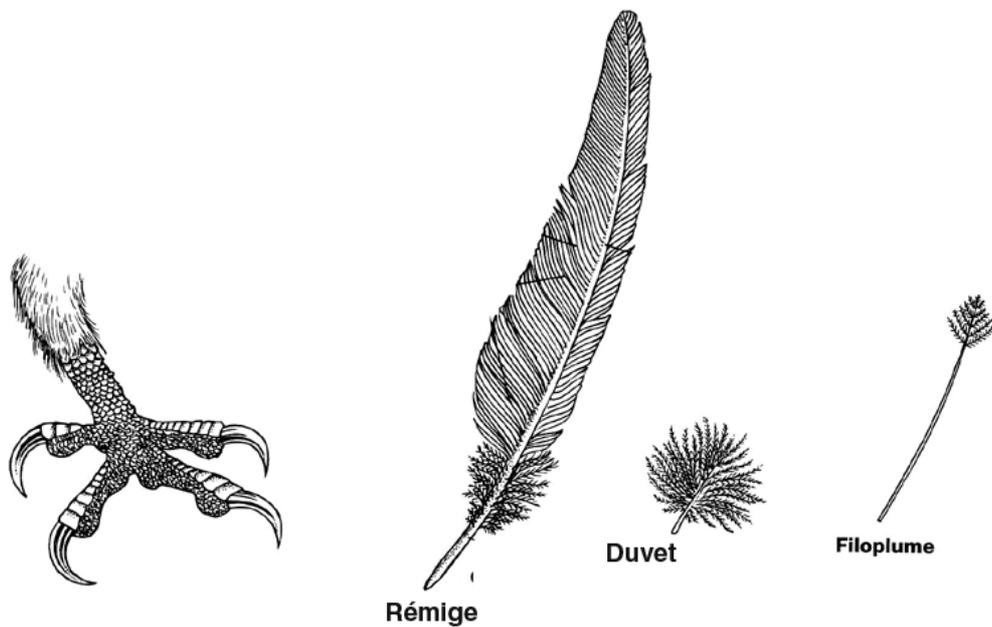


Figure 11. Patte d'oiseau (balbuzard pêcheur) montrant les écailles nombreuses, et trois types de plumes (d'après Kardong; 2002)

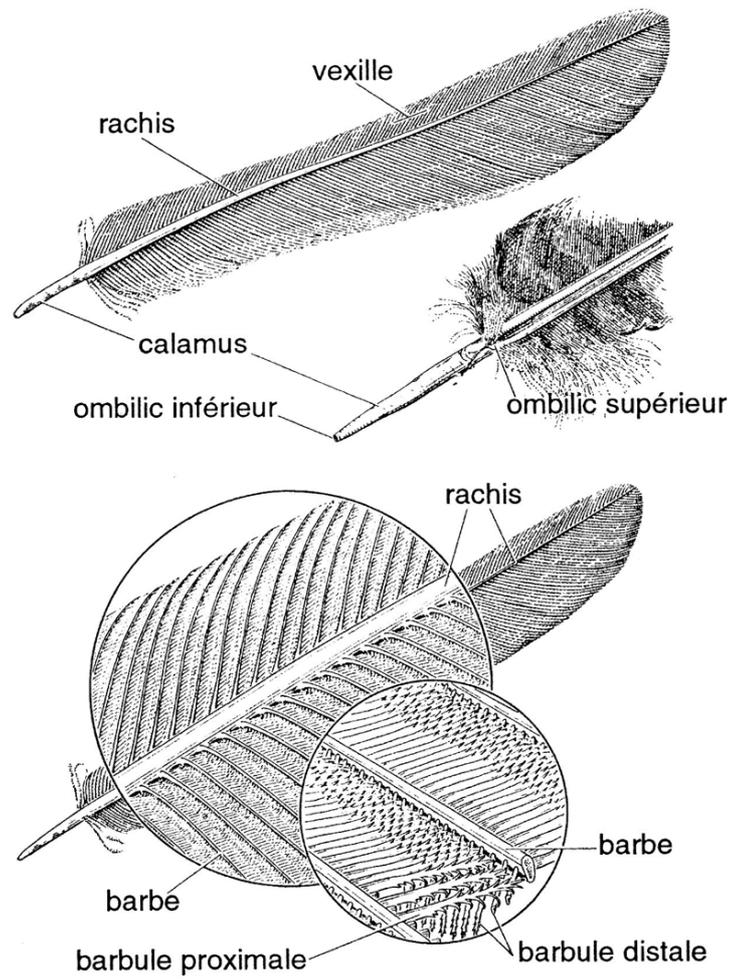


Figure 12. Anatomie des plumes (d'après Van Tyne et Berger, 1959).

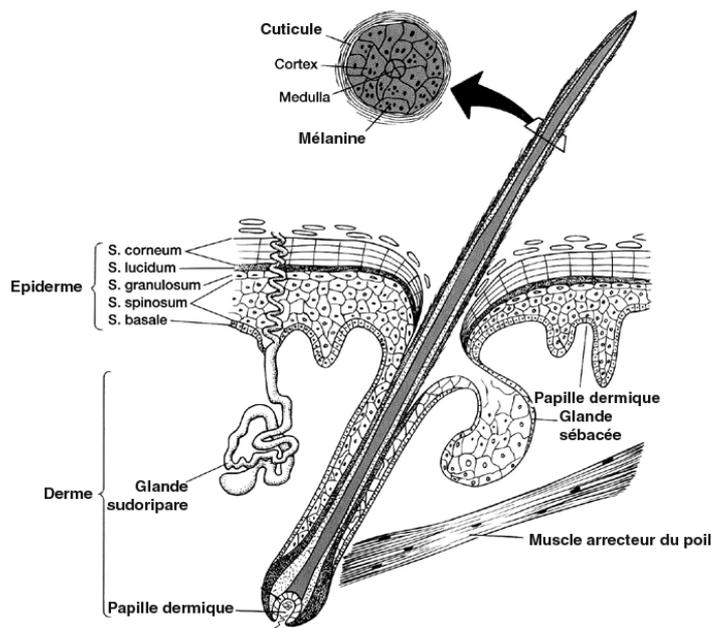


Figure 13. Glandes cutanées de Mammifères. Glandes sudoripares et sébacées en rapport avec un follicule pileux.

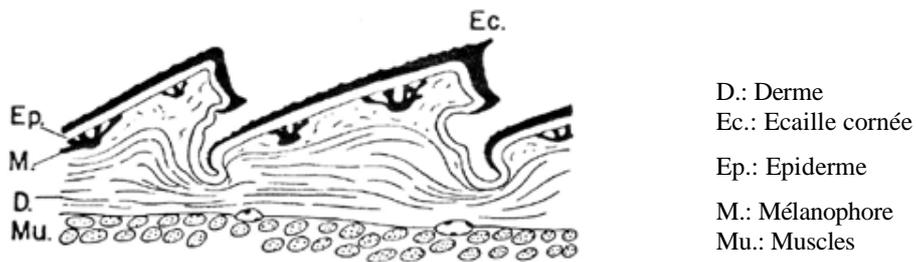


Figure 14. Coupe longitudinale de peau de Reptile (lézard). (d'après Beaumont et Cassier 2000)

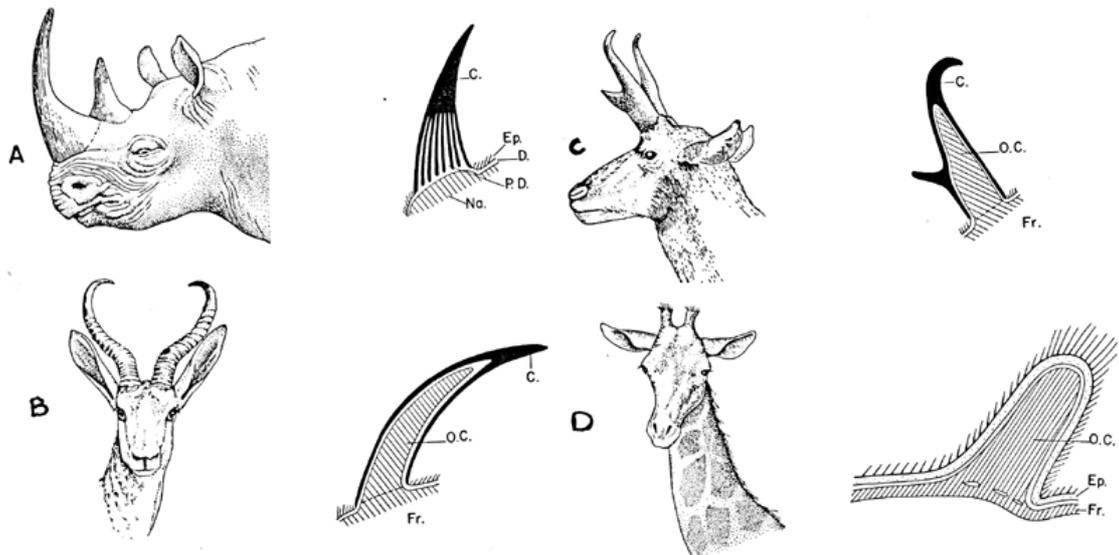


Figure 15. Cornes des Mammifères: A: Cornes nasales pleines et permanentes de Rhinocéros; B: Cornes frontales paires, creuses et permanentes de Bovidé (Antilope); C: Cornes frontales paires, creuses et caduques d'*Antilocarpa*; D: Protubérances osseuses de la giraffe. (d'après Beaumont & Cassier 2000)
 C.: Corne, D.: Derme, Ep.: Epiderme, Fr.: Frontal, Na.: Nasal, O.C.: Os cornu, P.D.: Papilles Dermiques

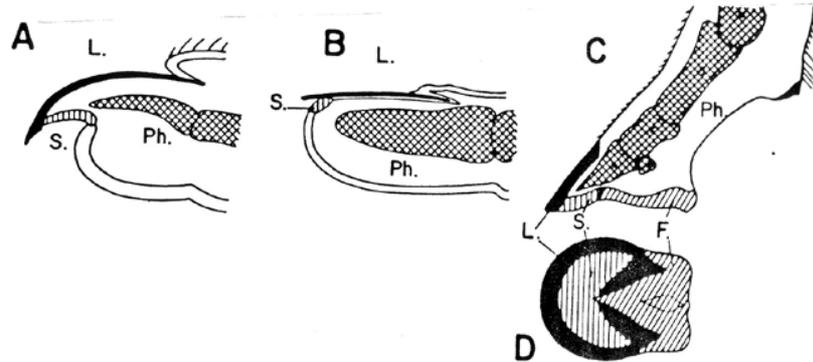


Figure 16. Griffes, ongles et sabots de Mammifères: A: Griffes de chien; B: Ongle humain C-
 D: Sabot de cheval. (d'après Beaumont & Cassier 2000)
 F: Fourchette, L.: Lame, Ph.: Phalange(s), S.: Sole